

NAWOŻENIE SALETRĄ WAPNIOWĄ GLEBY ŁAKOWEJ W ŚWIETLE DZIAŁAŃ PROEKOLOGICZNYCH

Barbara SAPEK

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Chemii Gleby i Wody

Słowa kluczowe: degradacja chemiczna, działania proekologiczne, gleba łąkowa, jakość paszy łąkowej, nawożenie, saletra wapniowa, plonowanie

Streszczenie

Degradacja chemiczna gleb w Polsce, zwłaszcza systematyczne zwiększanie ich kwasowości, była inspiracją do podjęcia oceny nawożenia saletrą wapniową (CN) użytku zielonego na glebie wymagającej zmniejszenia kwasowości lub stabilizacji odczynu. Tendencja zmniejszania ilości stosowanych środków wapnujących, w tym nawozów wzbogaconych w wapń, skłania do stosowania saletry wapniowej, nawozu, którego działanie jest skuteczne, proekologiczne i jednocześnie nie zmniejsza efektów produkcyjnych. Ocenę działania tego nawozu wykonano na podstawie wyników długoletnich doświadczeń łąkowych, również w warunkach zaniechania produkcyjnego użytkowania łąki. Wyniki badań rozpatrzono również w świetle nowej strategii Komisji UE odnośnie do ochrony gleb Europy. Wykazano, że stosowanie tego nawozu przeciwdziała postępującemu zakwaszeniu i zubożeniu gleb w wapń, a także polepsza jakość runi łąkowej w wyniku zwiększenia w niej zawartości tego składnika oraz korzystniejszy, ze względu na żywienie przeżuwaczy, stosunek Ca/P. Dwukrotnie większa, w porównaniu z saletrą amonową (AN), cena tej samej ilości czystego składnika (azotu) w CN jest równoważona możliwością jej stosowania w dawce o połowę mniejszej, bez znaczącego zmniejszenia plonów rekompensowanego lepszą jakością zbieranej paszy łąkowej. Dodając do tego prośrodowiskowe działanie CN, szczególnie w ekstremalnych warunkach fizyczno-wodnych, nawóz ten może być rekomendowany do stosowania na trwałe użytki zielone.

WSTĘP

Stan zakwaszenia gleb polskich, wynikający z warunków glebowych i klimatycznych, nie ulega poprawie z uwagi na niekorzystną, zwłaszcza w ostatnich latach, tendencję

Adres do korespondencji: prof. dr hab. B. Sapek, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Zakład Chemii Gleby i Wody, al. Hrabstwa 3, Falenty, 05-090 Raszyn; tel. +48 (22) 720-05-31, w. 220, e-mail: b.sapek@imuz.edu.pl

zmniejszania ilości stosowanych środków wapnujących, w tym również nawozów wzbogaconych w wapń [FOTYMA, JAGLARZ, 1987; FOTYMA, 2006; FILIPEK, FOTYMA, LIPIŃSKI, 2006]. Dotyczy to również gleb użytków zielonych, a konsekwencją tego jest degradacja chemiczna gleby, zwłaszcza systematyczne zwiększanie jej kwasowości i zmniejszanie żyzności, co skutkuje obniżeniem plonów i pogorszeniem jakości paszy łąkowej [FOTYMA, 2006; GOLIŃSKI, 2006; SAPEK, 1993]. Problem sygnalizowano już od dawna [SAPEK, 1984; SAPEK, 1992; SAPEK, 1993a, b; SAPEK, 1997; SAPEK, 1999b]. Zagadnieniu wapnowania użytków zielonych poświęcone było, między innymi, seminarium naukowe, które odbyło się w Instytucie Melioracji i Użytków Zielonych w 1993 r., z licznym udziałem specjalistów w tej dziedzinie. We wnioskach z seminarium podkreślono potrzeby i zasadność wapnowania znacznego obszaru zakwaszonych gleb użytków zielonych oraz powrót do stosowania na te użytki nawozów zawierających wapń [Problemy..., 1993; SAPEK, 1997]. Na tym tle, mając na uwadze nasilającą się tzw. antropopresję na środowisko oraz niedocenywanie w dawnych latach wapnowania użytków zielonych, powrót do nawożenia gleb wapniem jest działaniem niezbędnym [DOBOSZYŃSKI, 1996; SAPEK, 1997; SAPEK, 1999a,b; FOTYMA, 2006; GOLIŃSKI, 2006]. Potrzeba takiego działania wynika z zasad zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich (ekorozwoju), a także z konieczności ograniczenia ryzyka zanieczyszczenia środowiska [ZAWADZKI, OKRUSZKO, 1995; SAPEK, 2003; FOTYMA, 2006, KRYSZTOFORSKI, 2004].

Jednym z nawozów bogatych w wapń jest saletra wapniowa, która jako nawóz azotowy jest mniej atrakcyjna niż saletra amonowa, głównie ze względu na mniejszą zawartość azotu i większy koszt zakupu tej samej ilości czystego składnika. Jednak nawet mniejsza dawka azotu dodana do gleby w postaci tego nawozu może okazać się plonotwórczo skuteczna, a ponadto będzie dodatkowo chronić glebę przed zakwaszeniem [SAPEK B., SAPEK A., 1994; SAPEK B., SAPEK A., BARSZCZEWSKI, 2000; SAPEK, KALIŃSKA, BARSZCZEWSKI, 2002; WESOŁOWSKI, DURKOWSKI, SAPEK, 1998; WESOŁOWSKI, SAPEK, DURKOWSKI, 2002]. Taki kierunek działań wskazuje przyjęta ostatnio strategia Komisji Europejskiej w zakresie ochrony gleb Europy, w tym działań w kierunku utrzymania gleb „silnych i zdrowych” [Directive..., 2006].

W świetle dotychczasowych wyników badań, za cel pracy przyjęto odpowiedź na pytanie czy nawożenie saletrą wapniową użytku zielonego na glebie wymagającej zmniejszenia kwasowości lub stabilizacji odczynu jest skutecznym i pożądanym, proekologicznym działaniem, jednocześnie nieobniżającym efektów produkcyjnych.

MATERIAŁ I METODY

Badanie wpływu nawożenia saletrą wapniową (CN) i amonową (AN) podjęto w 1992 r. na trzech doświadczeniach łąkowych na glebach mineralnych, usytuowanych w województwie mazowieckim w miejscowościach Janki (J), Laszczki (L) oraz Baniocha (B), założonych w celu badania następczego wpływu jednorazowego wapnowania węglanową formą nawozu wapniowego na glebę i roślinność łąkową [SAPEK, 1993b]. Doświadczenia założono w latach 1981–1982 metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach. Na każdym z nich wydzielono 6 obiektów nawozowych, nawożonych stałą dawką fosforu i potasu: Ca_0N_1 , Ca_1N_1 , Ca_2N_1 , Ca_0N_2 , Ca_1N_2 , Ca_2N_2 gdzie: Ca_0 – obiekty niewapnowane, Ca_1 , Ca_2 –

obiekty wapnowane pojedynczą i podwójną dawką wapna, obliczoną wg kryterium kwasowości hydrolitycznej 1Hh i 2Hh, N₁, N₂ – obiekty nawożone pojedynczą i podwójną dawką azotu (120 i 240 kg N ha⁻¹) w formie saletry amonowej. W 1992 r., poletka doświadczalne o powierzchni 50 m² podzielono na pół i każdą część nawożono taką samą dawką azotu – jedną w formie AN, a drugą w formie CN. Szczegółowy opis doświadczeń zawiera przedmowa do zeszytu specjalnego „Woda Środowisko Obszary Wiejskie” [SAPEK, 2006].

Dwa doświadczenia – J i L są nadal prowadzone. Na doświadczeniu B w 1995 r., z przyczyn organizacyjno-ekonomicznych, zaniechano użytkowania łąki kośnej. Stanowi ono poligon badawczy wpływu tego zaniechania na procesy przebiegające w takich warunkach w układzie gleba–woda gruntowa [SAPEK, KALIŃSKA, 2004; ORMAN, 2007]. Podobne badania na obecnym etapie podjęto na doświadczeniu L, na którym począwszy od 2004 r. zaniechano nawożenia i sprzętu trzech pokosów runi. Na tym doświadczeniu, w okresie wegetacji kosi się ruń wysokości 15 cm i pozostawia ją rozłożoną na powierzchni łąki. Począwszy od 2000 r. na doświadczeniu J i L zaniechano nawożenia fosforem.

Prezentowane w pracy wyniki obejmują oznaczenia odczynu gleby (pH-KCl), zawartości w niej azotu azotanowego (N-NO₃) oraz sumy azotu mineralnego (N-min = N-NO₃ + N-NH₄), a ponadto fosforu (P-PO₄). Próbki gleby do analizy odczytywano objętościowo, ze świeżej masy gleby pobieranej spod roślinności z warstwy 0–10 cm, wiosną – przed ruszeniem wegetacji i wysiewem nawozów. Wyniki wyrażone w mg·dm⁻³ gleby odpowiadają ilości składnika w kg·ha⁻¹ w tej warstwie. Wymienione składniki oznaczono w wyciągu z gleby po jej ekstrakcji za pomocą 1% roztworu K₂SO₄.

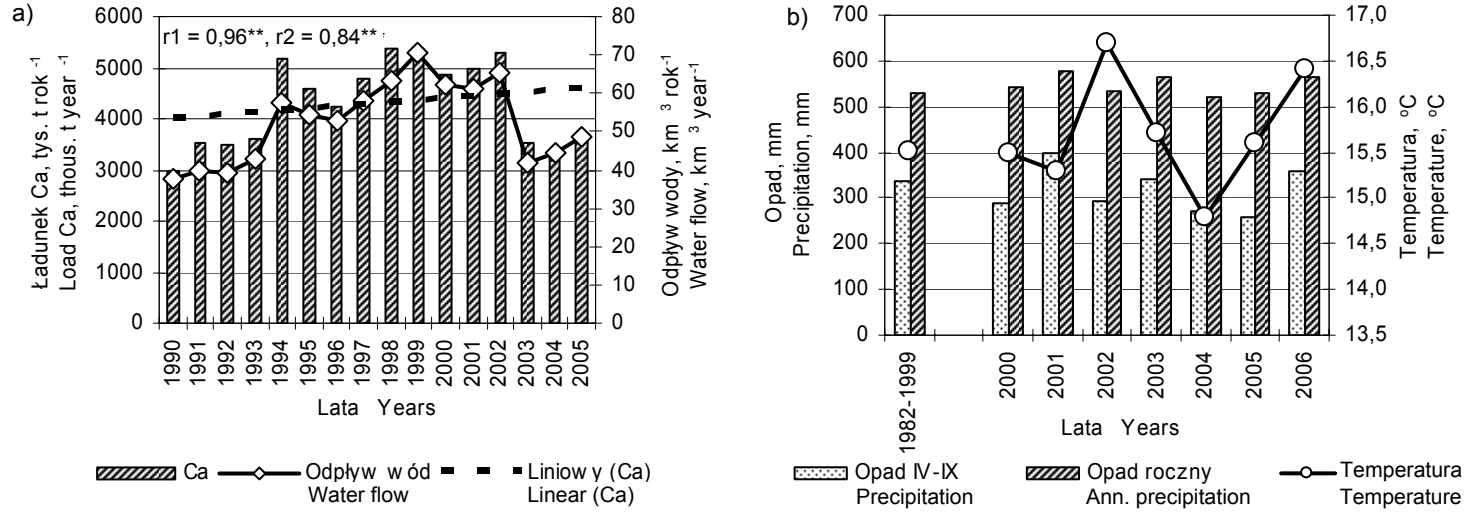
W próbkach roślinności łąkowej oznaczano zawartość wapnia i fosforu, które wyrażono w procentach suchej masy, z uwagi na ułatwienie porównywania z wynikami wcześniejszych prac, dotyczących tych samych doświadczeń [SAPEK, 1993b; SAPEK B., SAPEK A., 2006]. Obydwa składniki oznaczano po mineralizacji próbek w mieszaninie stężonych kwasów HNO₃, HClO₄ i H₂SO₄.

Zawartość azotu i fosforu w glebie, a także fosforu w roślinności oznaczano metodą kolorymetryczną, przepływową na aparacie SKALAR, a zawartość wapnia – metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej, płomieniowej [SAPEK, SAPEK, 2006].

Poza wymienionymi wynikami analizy chemicznej próbek gleby i roślinności łąkowej z wcześniejszych oraz ostatnich lat doświadczeń, przedstawiono również odpowiadające im wyniki oznaczenia plonu suchej masy roślinności oraz udziału w nim roślin trawiastych. Rozpatrzenie i porównanie wyników tych oznaczeń przyjęto za podstawę oceny saletry wapniowej, jako korzystnego dla środowiska, a także opłacalnego nawozu na użytki zielone.

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

W minionym 15-leciu, obserwowany, wzrastający roczny odpływ ładunku wapnia z obszaru Polski do Bałtyku wynosił od około 3 do ponad 5 mln t. Pomijając lata 2003–2005, wykazano istotne zwiększanie się wynoszenia wapnia z obszaru Polski do Bałtyku z upływem lat ($r = 0,84^{**}$). Mniejsze wynoszenie wapnia w latach 2003–2005 nie jest pocieszające, ponieważ wynika ze znacznie mniejszego odpływu wody do Bałtyku. Jak wykazano, wielkości te są istotnie skorelowane ($r = 0,96$) (rys. 1a). Zanotowane na Stacji



Rys. 1. Odptyw wody oraz ładunku wapnia z obszaru Polski do Bałtyku w latach 1990–2005 (a), opad roczny oraz opad i temperatura powietrza w okresie wegetacji (IV–IX) w rejonie Falenty, w latach 1982–1999 (średnio) oraz 2000–2006 (b); istotne współczynniki korelacji Pearsona: r_1 dla Ca x odpływ, r_2 dla Ca x lata 1990–2002

Fig. 1. Water flow and calcium load flowing to the Baltic sea from Poland area in the years 1990–2005 (a) annual precipitation and air temperature in vegetation period (IV–IX) in Falenty region in the years 1982–1999 (average) and 2000–2006 (b); Person’s significant correlation coefficient: r_1 for Ca x water flow, r_2 for Ca x years 1990–2002

Meteorologicznej w Falentach roczne opady w tym rejonie w latach 1982–1999 wyniosły średnio 528 mm, a w okresie wegetacji (IV–IX) – 338 mm. W tym okresie i latach temperatura powietrza wyniosła średnio 15,5°C [KILISZCZYK, BARSZCZEWSKI, 2006]. W okresie od 2000 do 2006 r., lata 2004 i 2005 zaznaczyły się zarówno mniejszym opadem, zwłaszcza w okresie wegetacji, jak i niższą średnią temperaturą powietrza (rys. 1b). Obserwowane zmiany, głównie mniejsze opady, nawiązują do wykazywanego w ostatnich latach mniejszego odpływu wód z obszaru Polski do Bałtyku. Jednakże zwiększający się z upływem lat odpływ ładunku wapnia do Bałtyku wskazuje i potwierdza obserwowane odwapnienie i zakwaszenie gleb Polski [FILIPEK, FOTYMA, LIPIŃSKI, 2006; GOLIŃSKI, 2006; SAPEK, 1999a; 2003].

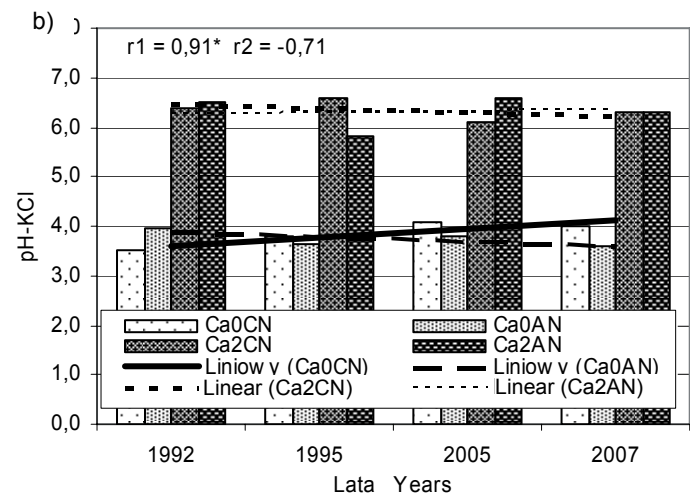
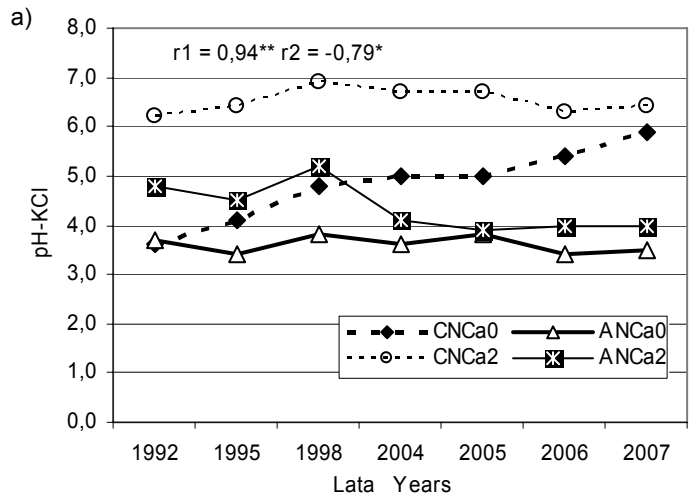
WPLYW NAWOŻENIA SALETRĄ WAPNIOWĄ I AMONOWĄ NA ODCZYN GLEBY I ZAWARTOŚĆ W NIEJ MINERALNEGO AZOTU I FOSFORU

Z porównania zmian odczynu 0–10 cm warstwy gleby z 4 obiektów doświadczenia J, nawożonej dawką azotu 240 kg·ha⁻¹ (N₂) wynika istotny, odkwaszający wpływ saletry wapniowej na glebie niewapnowanej (CNCa₀, $r_1 = 0,94^{**}$). Na glebie wapnowanej obserwowano zakwaszający wpływ saletry amonowej (ANCa₂, ($r_2 = -0,79^*$) oraz stabilizujący odczyn wpływ nawożenia saletrą wapniową (CNCa₂) (rys. 2a). W glebie nieużytkowanego rolniczo od 1995 r. doświadczenia B obserwowano podobny wpływ działania dwóch form saletry na odczyn gleby, jaki w latach 1992–2007 stwierdzono na doświadczeniu J (rys. 2b).

Zachowanie pożądanego dla użytków zielonych pH gleby w wyniku systematycznego stosowania saletry wapniowej jako nawozu azotowego wykazano już we wcześniejszych pracach. Takie działanie, podobne do następczego wpływu jednorazowo wykonanego wapnowania znaczną dawką węgla wapnia, jest bardziej efektywne [SAPEK, 1997; SAPEK, KALIŃSKA, BARSZCZEWSKI, 2002]. Wapń wprowadzany do gleby z nawozem jest wiązany przez materię organiczną. Jak podają POCKNEE i SUMNER [1997], w wyniku procesu jej mineralizacji i utleniania powstałych związków organicznych uwalnia się z nich tworząc CaCO₃, czego skutkiem jest zmniejszenie kwasowości gleby.

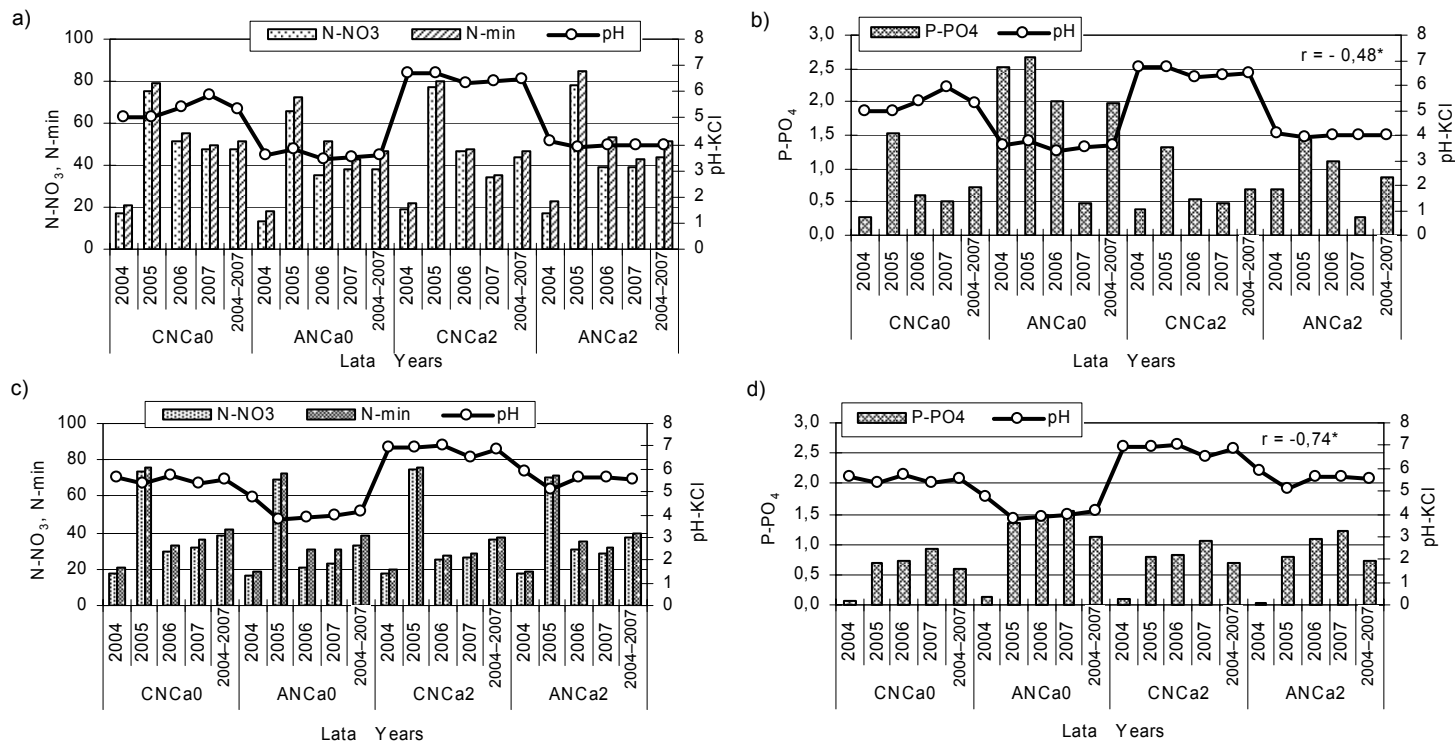
Wpływ nawożenia dwoma formami saletry na zawartość mineralnego azotu i fosforu w glebie na tle jej odczynu z tych samych 4 obiektów nawozowych doświadczeń J i L, na których począwszy od 2000 r., zaniechano nawożenia fosforem przedstawiono na przykładzie wyników z ostatnich 4 lat badań (2004–2007) (rys. 3). Ilości mineralnego azotu i fosforu pozostałe po okresie zimowym w bardziej zasobnej w węgiel organiczny i minerały ilaste glebie doświadczenia L były mniejsze (średnio: N-min – 37,7–41,3 mg·dm⁻³ s.m., P-PO₄ – 0,70–1,13 mg·dm⁻³) w porównaniu z uboższą w te składniki glebą doświadczenia J (średnio: N-min – 46,2–51,1 mg·dm⁻³, P-PO₄ – 0,68–1,97 mg·dm⁻³) (rys. 3). Na różnice te z pewnością wpłynęło zaniechanie od 2004 r. rolniczego użytkowania, tj. nawożenia i zbioru plonu doświadczenia L. Pozostawianie na pokosie skoszonej, 15 cm runi przeciwdziałało znacznemu zubożeniu w badane składniki gleby, zwłaszcza uprzednio nawożonej saletrą wapniową (rys. 3c, d).

Mimo znacznych różnic pH gleby z 4 porównywanych obiektów nawozowych, nie stwierdzono istotnej zależności między średnimi rocznymi zawartościami zarówno N-NO₃,



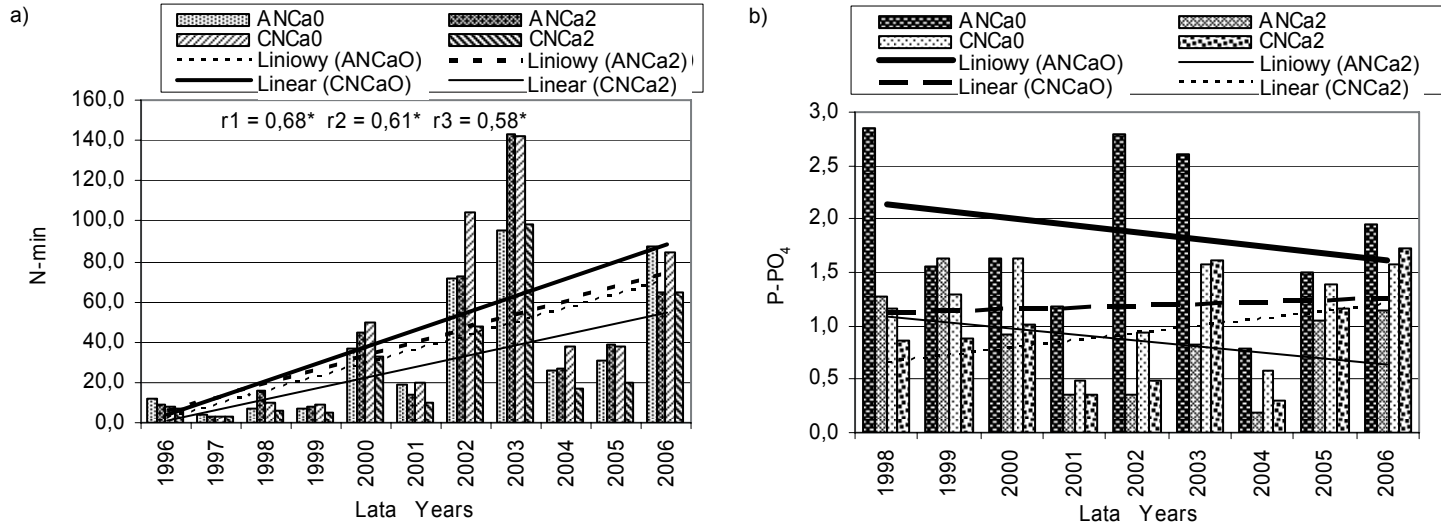
Rys. 2. Zmiany pH-KCl w 0–10 cm warstwie gleby niewapnowanej Ca₀ i wapnowanej Ca₂ nawożonej 240 kg N·ha⁻¹ w formie saletry amonowej (AN) i wapniowej (CN) doświadczenia w Jankach (a) i doświadczenia w Baniocze (b); istotne współczynniki korelacji Pearsona (pH-KCl x lata): r₁ – dla Ca₀CN, r₂ – dla Ca₂AN

Fig. 2. Changes of pH-KCl in 0–10 cm layer of not limed Ca₀ and limed Ca₂ soil, fertilized with ammonium nitrate (AN) and calcium nitrate (CN) of Janki (a) and Baniocza (b) experiments; Person's significant correlation coefficients (pH-KCl x years): r₁ for Ca₀CN, r₂ for Ca₂AN



Rys. 3. Zmiany zawartości ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ś.m. gleby) azotu azotanowego (N-NO₃) i mineralnego (N-min = N-NO₃ + N-NH₄) oraz fosforu (P-PO₄) i pH-KCl w 0–10 cm warstwie gleby niewapnowanej Ca₀ i wapnowanej Ca₂, nawożonej saletrą wapniową (CN) i saletrą amonową (AN) w latach 2004–2007 doświadczenia w Jankach, a), b) i Laszczkach c), d); istotne współczynniki korelacji Pearsona: P-PO₄ x pH-KCl: $r = -0,48^*$ – b), $r = -0,74^*$ (tylko dla obiektów niewapnowanych – Ca₀) – d)

Fig. 3. Changes of content ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ FM of soil) of nitrate (N-NO₃) and total mineral nitrogen (N-min = N-NO₃ + N-NH₄), phosphorus (P-PO₄) and pH-KCl in 0–10 cm layer of soil not limed Ca₀ and limed Ca₂ fertilized with calcium nitrate (CN) and ammonium nitrate (AN) in years 2004–2007 of Janki – a), b) and Laszczki – c), d) experiments; Person's significant correlation coefficients: P-PO₄ x pH-KCl: $r = -0,48^*$ – b), $r = -0,74^*$ (only for not limed objects – Ca₀) – d)



Rys. 4. Zawartość ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ś.m. gleby) azotu mineralnego (N-min) (a) i fosforu (P-PO_4) (b) w 0–10 cm warstwie nieużytkowanej gleby łąkowej byłego doświadczenia w Baniosze, wiosną w latach 1998–2006; istotne współczynniki korelacji Pearsona (N-min x lata): r_1 dla ANCa₀, r_2 dla CNCa₀, r_3 dla CNCa₂; oznaczenia, jak na rysunku 2.

Fig. 4. Content (mg dm^{-3} FM of soil) of mineral nitrogen (N-min) (a) and phosphorus (P-PO_4) (b) in 0–10 cm layer of not used meadow soil of late experiment in Baniocha, in the spring during the years 1998–2006; Person's significant correlation coefficients (N-min x years): r_1 for ANCa₀, r_2 for CNCa₀, r_3 for CNCa₂; explanations as in fig. 2

jak i N-min, a jej odczynem na obu doświadczeniach (rys. 3a, c). Udowodnione zależności występowały w przypadku amonowej formy azotu, co przedstawiono we wcześniejszych pracach [SAPEK, 1995; SAPEK, KALIŃSKA, 2004; SAPEK, KALIŃSKA, 2007]. Wykazano natomiast istotne, ujemne korelacje między pH, a zawartością P-PO₄ w glebie wszystkich obiektów nawozowych z doświadczenia J ($r = -0,48^*$), a z doświadczenia L w glebie z obiektów uprzednio niewapnowanych (Ca₀, $r = -0,74^*$) (rys. 3b, d). W warunkach tego doświadczenia stosowanie saletry wapniowej na glebę nienawożoną fosforem od 2000 r. istotnie zmniejszało zawartość dostępnego dla roślin fosforu, jednak nie w takim stopniu jak w glebie z doświadczenia J. Stwierdzone bardzo duże zawartości azotu oraz, na doświadczeniu J, fosforu w glebie w 2005 r. mogą być skutkiem zmian jej uwilgotnienia i temperatury powietrza, zwłaszcza w okresie wegetacji (rys. 3) [KILISZCZYK, 2006].

Obserwowane zmiany zawartości azotu mineralnego w 0–10 cm warstwie gleby byłego doświadczenia B, które obecnie można traktować jako nieużytek lub użytek ekologiczny, wykazały postępujące, statystycznie istotne (poza glebą z obiektu ANCa₂), zwiększenie zasobności gleby w ten składnik w latach badań 1996–2006 ($r_1 = 0,68^*$, $r_2 = 0,61^*$, $r_3 = 0,58^*$). Najintensywniejsze wzbogacanie gleby w N-min stwierdzono w glebie uprzednio niewapnowanej i nawożonej saletrą wapniową CNCa₀ (rys. 4a). Postępujące wzbogacenie gleby w azot, zwłaszcza jego amonową formę, po zaniechaniu użytkowania tego doświadczenia wykazano już we wcześniejszych pracach [ORMAN, 2007; SAPEK, 1995; SAPEK, KALIŃSKA, 2004; 2007]. W warunkach tego doświadczenia nie wykazano udowodnionego wpływu obu saletr na zawartość fosforu w glebie. Jedynie linie trendu zmian tej zawartości wskazały tendencję zmniejszania jej w glebie uprzednio nawożonej AN oraz zwiększania lub stabilizacji w glebie nawożonej CN, w latach 1998–2006. Najwięcej fosforu stwierdzano w glebie najbardziej kwaśnej (ANCa₀) (rys. 4b). Z powodu braku ścisłych obserwacji na byłym doświadczeniu, trudne do wyjaśnienia są wyróżniające się, większe niż pozostałe, zawartości N-min oraz P-PO₄ w latach 2002–2003 (rys. 4a, b). Prawdopodobnie są one związane z lokalnymi zmianami właściwości fizyczno-wodnych gleby w tych latach.

WPLYW NAWOŻENIA SALETRĄ WAPNIOWĄ I AMONOWĄ NA ZAWARTOŚĆ WAPNIA I FOSFORU W ROŚLINNOŚCI ŁĄKOWEJ

Mając na uwadze dwa razy większy koszt takiej samej dawki azotu w formie saletry wapniowej w odniesieniu do amonowej, porównano zawartości wapnia, a także fosforu w suchej masie roślinności I pokosu oraz ich średnie zawartości w roślinności z trzech pokosów (I–III) z omawianych doświadczeń, z obiektów niewapnowanych i wapnowanych, nawożonych azotem w ilości 240 kg N·ha⁻¹ w formie AN oraz dawką o połowę mniejszą (120 kg N·ha⁻¹) w formie CN (tab. 1 i 2). Porównano średnie wyniki z lat, które już wcześniej były przedmiotem podsumowania (1992–1995, 1992–1997, 1998–2001) oraz w przypadku wapnia z lat 2002, 2003, 2006, a w przypadku fosforu – 2005, 2006. W wyborze porównywanych lat badań uwzględniono fakt, iż od 2004 r. na doświadczeniu L i od 1995 r. na doświadczeniu B nie pobierano już próbek roślinności do oznaczeń składu chemicznego.

Zawartość wapnia w roślinności I pokosu z obiektów nawożonych 120 kg N·ha⁻¹ w formie saletry wapniowej była, poza trzema przypadkami, zawsze większa niż w roślinności nawożonej saletrą amonową w ilości 240 kg N·ha⁻¹ (tab. 1). Należy jednak zaznaczyć, że ta zawartość, poza kilkoma wyjątkami, była mniejsza od normy przewidzianej ze

Tabela 1. Średnie zawartości wapnia w roślinności łąkowej I pokosu oraz średnie z trzech pokosów z długoletnich doświadczeń w Jankach, Laszczkach i Baniosze w wybranych latach; porównanie działania dawki azotu w formie saletry amonowej i o połowę mniejszej dawki w formie saletry wapniowej

Table 1. Average calcium content in I-st regrowth and from three regrowth (I–III) of herbage from long-term Janki, Laszczki and Baniocha experiments in selected years; the comparison of the effect of nitrogen dose in the form of ammonium nitrate and the dose smaller by half in the form of calcium nitrate

Doświadczenie Experiment	Lata Years	Pokos Regrowth	Zawartość Ca, % s.m. Ca content, % of DM					
			Ca ₀		Ca ₁		Ca ₂	
			AN-240	CN-120	AN-240	CN-120	AN-240	CN-120
Janki	1992–1997	I	0,23	0,33	0,33	0,39	0,40	0,42
	1998–2001	I	0,20	0,27	0,22	0,33	0,26	0,30
	2003	I	0,16	0,30	0,22	0,30	0,21	0,32
	2006	I	0,14	0,22	0,18	0,27	0,20	0,28
Laszczki	1992–1997	I	0,31	0,29	0,39	0,37	0,40	0,37
	1998–2001	I	0,26	0,33	0,35	0,37	0,30	0,35
	2002	I	0,24	0,38	0,35	0,43	0,32	0,60
Baniocha	1992–1995	I	0,31	0,43	0,47	0,51	0,52	0,69
Janki	1992–1997	I–III	0,34	0,42	0,43	0,50	0,49	0,53
Laszczki	1992–1997	I–III	0,39	0,41	0,46	0,40	0,49	0,49
Baniocha	1992–1995	I–III	0,37	0,48	0,51	0,59	0,57	0,77

Objaśnienia: AN-240 – 240 kg N·ha⁻¹ w formie saletry amonowej, CN-120 – 120 kg N·ha⁻¹ w formie saletry wapniowej, Ca₀ – niewapnowane, Ca₁, Ca₂ – wapnowane pojedynczą i podwójną dawką wapnia wg kryterium kwasowości hydrolytycznej.

Uwaga: doświadczenia w Jankach i Laszczkach nienawożone fosforem od 2000 r., doświadczenie w Laszczkach – od 2004 r. zaniechane użytkowanie rolnicze, doświadczenie w Baniosze – zakończone w 1995 r. – użytek ekologiczny.

Explanations: AN-240 – 240 kg N·ha⁻¹ in form of ammonium nitrate, CN-120 – 120 kg N·ha⁻¹ in form of calcium nitrate, Ca₀ – not limed, Ca₁, Ca₂ – limed with single and double lime dose according to criterion of hydrolytic acidity.

Note: experiments in Janki and Laszczki not fertilized with phosphorus from year 2000, experiment in Laszczki – not agricultural use from 2000, experiment in Baniocha ended in 1995 – ecological use.

względem na potrzeby żywienia przeżuwaczy (0,45% Ca) [Normy..., 2001]. Niemniej, co zasługuje na uwagę, stosowanie o połowę mniejszej dawki azotu w formie CN nie zmniejszało zawartości wapnia w paszy.

W przeciwieństwie do zawartości wapnia, zawartość fosforu w badanej roślinności łąkowej I pokosu była bardzo zbliżona w warunkach nawożenia dwoma formami saletry, z tendencją mniejszych wartości po nawożeniu CN (tab. 2). Jednak zawartość ta, poza roślinnością z lat 2005 i 2006 z doświadczenia J, mieściła się w zakresie optymalnych zawartości tego składnika ze względu na wartość paszową, (0,25–0,35% P) [Normy..., 2001]. Należy zaznaczyć, że na doświadczeniach J i L zaniechano nawożenia fosforem począwszy od 2000 r., a byłe doświadczenie B od 1995 r. jest rolniczo nieużytkowane.

Tabela 2. Średnie zawartości fosforu w roślinności łąkowej I pokosu oraz średnie z trzech pokosów z długoletnich doświadczeń w Jankach, Laszczkach i Baniosze w wybranych latach; porównanie działania dawki azotu w formie saletry amonowej i o połowę mniejszej dawki w formie saletry wapniowej

Table 2. Average phosphorus content in 1st regrowth and from three regrowth (I–III) of herbage from long-term Janki, Laszczki and Baniocha experiments in selected years; the comparison of the effect of nitrogen dose in the form of ammonium nitrate and the dose smaller by half in the form of calcium nitrate

Doświadczenie Experiment	Lata Years	Pokos Regrowth	Zawartość Ca, % s.m. Ca content, % of DM					
			Ca ₀		Ca ₁		Ca ₂	
			AN-240	CN-120	AN-240	CN-120	AN-240	CN-120
Janki	1992–1997	I	0,34	0,32	0,35	0,33	0,35	0,33
	1998–2001	I	0,31	0,31	0,32	0,31	0,32	0,32
	2001–2003	I	0,25	0,27	0,25	0,24	0,24	0,29
	2005		0,19	0,21	0,21	0,20	0,20	0,21
	2006	I	0,21	0,22	0,20	0,21	0,21	0,22
Laszczki	1992–1997	I	0,38	0,33	0,40	0,36	0,38	0,34
	1998–2001	I	0,31	0,32	0,32	0,31	0,34	0,36
	2001–2003	I	0,27	0,31	0,30	0,34	0,31	0,34
Baniocha	1992–1995	I	0,36	0,29	0,33	0,28	0,30	0,29
Janki	1992–1997	I–III	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,31
Laszczki	1992–1997	I–III	0,34	0,34	0,37	0,37	0,35	0,34
Baniocha	1992–1995	I–III	0,33	0,30	0,31	0,30	0,30	0,31

Objaśnienia, jak pod tabelą 1. Explanations as in Tab. 1.

Na podstawie porównań trzech 3-letnich okresów badań roślinności nawożonej azotem w ilości 240 kg N·ha⁻¹ (N₂) w latach 1997–1999 (seria 1), 2000–2002 (seria 2) i 2001–2003 (seria 3) wykazano istotnie mniejsze, średnie zawartości fosforu w roślinności serii 1 i 2, nawożonej CN na doświadczeniu J (tab. 3). Wykazano ponadto, że zaniechanie nawożenia fosforem istotnie zmniejszyło zawartość tego składnika w roślinności, jednakże nie poniżej wartości krytycznej. W roślinności z doświadczenia L, zasobniejszej w fosfor, istotnie mniejszą jego zawartość po nawożeniu CN wykazano tylko w serii 1. Natomiast zaniechanie nawożenia fosforem na tym doświadczeniu miało taki sam wpływ na zawartość tego składnika w roślinności, jak na doświadczeniu J (tab. 3).

Ważnym czynnikiem jakości paszy łąkowej, poza samą zawartością wapnia i fosforu, jest wzajemna relacja tych składników – wartość ilorazu Ca/P. Optymalny zakres wartości tego ilorazu, zgodny z normami żywienia przeżuwaczy, wynosi 1,60–2,12 [KRUCZYŃSKA, KUJAWA, 1994]. Wartości Ca/P obliczone na podstawie średniej zawartości tych składników z trzech pokosów roślinności doświadczeń J i L w latach 1992–1997 oraz z I pokosu doświadczenia J w 2006 r. były zawsze bliższe wartości optymalnej w warunkach nawożenia CN i to nawet dawką azotu o połowę mniejszą (tab. 4). Optymalną wartość Ca/P stwierdzono, w latach 1992–1997 w roślinności łąkowej z doświadczenia J oraz w latach 1992–1995 w roślinności z doświadczenia B, z obiektów uprzednio wapnowanych i nawo-

Tabela 3. Średnie zawartości fosforu w roślinności łąkowej I pokosu nawożonej 240 kg N·ha⁻¹ w formie saletry amonowej (AN) i saletry wapniowej (CN) na długoletnich doświadczeniach w Jankach i Laszczkach w latach: 1997–1999 (seria 1), 2000–2002 (seria 2) i 2001–2003 (seria 3)

Table 3. Comparison of average phosphorus content in I-st regrowth of herbage fertilized with 240 kg N·ha⁻¹ in form of ammonium nitrate (AN) and calcium nitrate (CN) of long-term Janki, Laszczki in the years: 1997–1999 (seria 1), 2000–2002 (seria 2) and 2001–2003 (seria 3)

Doświadczenie Experiment	Objekt nawozowy Fertilization object	Zawartość P, % s.m. P content, % of DM		
		seria 1	seria 2	seria 3
Janki	Ca ₀ CN	0,34	0,26	0,23
	Ca ₀ AN	0,36	0,26	0,25
	Ca ₂ CN	0,34	0,28	0,24
	Ca ₂ AN	0,35	0,27	0,24
	średnio AN average AN	0,36a	0,27*a	0,26a
	średnio CN average CN	0,34b	0,26*b	0,25a
Laszczki	Ca ₀ CN	0,38	0,30	0,32
	Ca ₀ AN	0,39	0,25	0,27
	Ca ₂ CN	0,38	0,32	0,34
	Ca ₂ AN	0,42	0,29	0,31
	średnio AN average AN	0,40a	0,29*a	0,31a
	średnio CN average CN	0,39b	ni. 0,30*a	0,33a

Objaśnienia: Ca₀ – obiekty niewapnowane, Ca₂ – obiekty wapnowane, * – istotność różnic między seriami 1, 2 i 3, a, b – istotność różnic między formą saletry AN, CN.

Explanations: Ca₀ – not limed objects, Ca₂ – limed objects; * – significant differences between series 1, 2 and 3; a, b – between the form of fertilizer (AN, CN).

Tabela 4. Wartości ilorazu zawartości wapnia do zawartości fosforu (Ca/P) w suchej masie roślinności łąkowej – dla średniej z trzech pokosów doświadczeń w Jankach i Laszczkach w latach 1992–1997 oraz dla I pokosu roślinności doświadczenia w Jankach w 2006 r.

Table 4. Relation values of calcium and phosphorus content in dry matter of herbage – for average from three regrowth of Janki and Laszczki experiment in the years 1992–1997 and for I-st regrowth of herbage from Janki experiment in 2006

Doświadczenie Experiment	Lata Years	Pokos Regrowth	Wartość Ca/P					
			Ca ₀		Ca ₁		Ca ₂	
			AN-240	CN-120	AN-240	CN-120	AN-240	CN-120
Janki	1992–1997	I–III	1,13	1,40	1,38	1,61	1,53	1,71
Laszczki	1992–1997	I–III	1,15	1,20	1,24	1,08	1,40	1,44
Baniocha	1992–1995	I–III	1,12	1,60	1,64	1,97	1,90	2,48
Janki	2006	I	0,66	1,00	0,90	1,28	0,95	1,27

Objaśnienia, jak pod tabelą 1. Explanations as in Tab. 1.

zonych saletrą wapniową w ilości 120 kg N·ha⁻¹. Odpowiadało temu optymalne ze względu na korzystny skład botaniczny runi i jej wartość pokarmową pH gleby – średnio w zakresie 5,0–6,5 (tab. 4, rys 2a, b), [GOLIŃSKI, 2006 za Opitz von Boberfeld, 1994].

WPLYW NAWOŻENIA SALETRĄ WAPNIOWĄ I AMONOWĄ NA PLONY I UDZIAŁ W NICH ROŚLINNOŚCI TRAWIASTEJ

Dwa razy większy koszt takiej samej dawki azotu w formie saletry wapniowej w porównaniu z amonową skłania do porównania, podobnie jak w przypadku zawartości wapnia i fosforu w roślinności łąkowej, wielkości plonów uzyskiwanych na obiektach nawożonych dawką 240 kg N·ha⁻¹ w formie saletry amonowej i dawką o połowę mniejszą (120 kg N·ha⁻¹) w formie saletry wapniowej.

We wcześniejszych badaniach niejednokrotnie wykazano dodatni wpływ saletry wapniowej, stosowanej w takiej samej dawce, jak saletry amonowej, na plon suchej masy roślinności łąkowej z omawianych doświadczeń [BARSZCZEWSKI, KALIŃSKA, SAPEK, 1995; SAPEK, SAPEK, BARSZCZEWSKI, 2000]. Prezentowane wyniki rocznych plonów suchej masy roślinności uzyskanych z trzech doświadczeń wykazały, poza 6 przypadkami, że plon uzyskiwany po nawożeniu azotem w ilości 120 kg N·ha⁻¹ w formie CN był mniejszy od otrzymanego po nawożeniu dawką 240 kg N w formie AN (tab. 5). Na doświadczeniu J, poza skrajnymi wynikami z lat 2003 i 2006 z obiektu Ca₀AN-240, plon po nawożeniu AN-240 wynosił 7,7–9,4 t·ha⁻¹, a po nawożeniu CN-120 – 7,1–8,1 t·ha⁻¹. Różnica plonów z obiektów AN-240 i CN-120 wynosiła 0,6–1,3 t·ha⁻¹. Różnica ta na doświadczeniu L była większa (1,4–1,8 t·ha⁻¹), a obliczona dla 5-letniego okresu doświadczenia B – nieznaczna (0,2 t·ha⁻¹).

Tabela 5. Średnie roczne plony suchej masy roślinności łąkowej z długoletnich doświadczeń w Jankach, Laszczkach i Baniosze w wybranych latach; porównanie działania dawki azotu w formie saletry amonowej i o połowę mniejszej dawki w formie saletry wapniowej

Table 5. Average annual yield of dry matter of herbage from long-term Janki, Laszczki and Baniocha experiments in selected years; the comparison of the effect of nitrogen dose in the form of ammonium nitrate and the dose smaller by half in the form of calcium nitrate

Doświadczenie Experiment	Lata Years	Roczne plony, t·ha ⁻¹ s.m. Annual yield, t·ha ⁻¹ DM					
		Ca ₀		Ca ₁		Ca ₂	
		AN-240	CN-120	AN-240	CN-120	AN-240	CN-120
Janki	1992–1997	8,4	7,7	9,1	8,1	9,3	7,8
	2000–2004	7,7	7,1	9,2	7,9	9,4	7,9
	2003	3,4	6,3	6,3	7,1	7,3	7,1
	2006	3,0	5,0	5,3	5,6	6,0	6,6
Laszczki	1992–1997	9,4	8,8	9,7	9,2	9,9	8,6
	2000–2003	10,1	8,7	10,0	8,8	10,6	8,0
	2003	8,5	7,8	8,8	8,1	8,8	7,0
Baniocha	1992–1995	5,5	5,5	6,2	6,6	6,9	6,7

Objaśnienia, jak pod tabelą 1. Explanations as in Tab. 1.

Zgodnie z aktualnym cennikiem SKR z Janczewic, cena 1 t saletry amonowej (około 35% N) wynosi 870 zł, a saletry wapniowej (około 17% N) – 900 zł. Jeżeli przyjąć, szacunkowo, cenę 240 kg azotu (czystego składnika) w formie saletry amonowej równą około

600 zł, a w formie saletry wapniowej około 1200 zł, to zmniejszenie dawki azotu o połowę praktycznie nie zmienia wydatku na nawożenie 1 ha tym składnikiem. Szacunek ten nie uwzględnia jednak zysku związanego z lepszym zaopatrzeniem paszy łąkowej w wapń, z korzystniejszym w niej stosunkiem Ca/P oraz ze zmniejszeniem tzw. kosztów środowiskowych, jak ograniczenie zakwaszenia gleby oraz zmniejszenie emisji gazowych związków azotu do środowiska.

Najmniejsze plony suchej masy roślinności zanotowano w latach 2003 i 2006 z najbardziej kwaśnej gleby obiektu Ca₀AN-240 na doświadczeniu J. Było to skutkiem, występujących wtedy niekorzystnych warunków rozwoju roślinności, w których nawożenie saletrą wapniową wykazywało działanie ochronne (tab. 5). W 2006 r. na tym obiekcie udział traw w runi przed pierwszym pokosem (19.05.2006 r.) wyniósł 29,3%, a pustych miejsc – 67% (tab. 6). Taka degradacja runi wynikała z długo zalegającej pokrywy śnieżnej, czego skutkiem było wypadnięcie kłosówki wełnistej (*Holcus lanatus* L.), bardzo wrażliwej na porażenie chorobami grzybowymi. Pustych miejsc po wypadnięciu tej trawy było zdecydowanie więcej na obiektach nawożonych saletrą amonową, zwłaszcza uprzednio niewapnowanych. Jak stwierdzono, największy udział w runi traw bardziej wartościowych, takich jak kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) i rajgras wyniosły (*Archenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl et C. Presl) występował na obiektach nawożonych saletrą wapniową [KILISZCZYK, 2006]. Wynika stąd, iż stosowanie saletry wapniowej, przeciwdziałającej zakwaszeniu i systematycznie wzbogacającej glebę w wapń, stwarza korzystniejsze warunki do utrzymania wartościowej runi łąkowej [GOLIŃSKI, 2006; SAPEK, SAPEK, 1994; SAPEK, 1997].

Tabela 6. Udział traw w runi łąkowej I pokosu z długoletnich doświadczeń w Jankach i Laszczkach w wybranych latach; porównanie wpływu dawki azotu w formie saletry amonowej i dawki o połowę mniejszej w formie saletry wapniowej

Table 6. Participation of grasses in the I-st regrowth of meadow sward from long-term Janki and Laszczki experiments in selected years; the comparison of the effect of nitrogen dose in the form of ammonium nitrate and the dose smaller by half in the form of calcium nitrate

Doświadczenie Experiment	Lata Years	Udział traw w runi, % Participation of grasses in meadow sward, %					
		Ca ₀		Ca ₁		Ca ₂	
		AN-240	CN-120	AN-240	CN-120	AN-240	CN-120
Janki	1997	92,2	87,5	88,5	89,5	87,7	92,2
	2000	96,6	97,3	98,3	96,6	94,5	96,6
	2006	29,3 ¹⁾	93,7	77,6	95,0	92,7	93,5
Laszczki	1997	96,0	93,0	90,0	84,5	87,5	87,5

¹⁾ 67% puste miejsca. ¹⁾ 67% empty places.

Objaśnienia, jak pod tabelą 1. Explanations as in Tab. 1.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Rozpatrzenie wyników przeprowadzonych badań na tle aktualnego stanu zakwaszenia gleb w Polsce oraz w świetle nowej strategii Komisji UE odnośnie do ochrony gleb Europy przed ich degradacją potwierdza przydatność stosowania saletry wapniowej, jako nawozu na użytki zielone. Wykazano bowiem, iż przeciwdziała ona oraz chroni glebę przed postępującym zakwaszeniem i zubożeniem w wapń, a także polepsza jakość runi łąkowej, zwiększając w niej zawartość tego składnika. Skutkiem tego jest również korzystniejszy, ze względu na żywienie przeżuwaczy, stosunek Ca/P. Dwukrotnie większą, w porównaniu z saletrą amonową, cenę tej samej ilości czystego składnika (azotu) w saletrze wapniowej rekompensuje lepsza jakość zbieranej paszy łąkowej. Dodając do tego możliwość stosowania o połowę mniejszej dawki azotu w formie saletry wapniowej bez zasadniczych strat produkcyjnych (znacząco mniejszych plonów), nawóz ten może być rekomendowany do stosowania na trwałe użytki zielone, w tym również pastwiska. Poniżej podane wnioski podsumowują przydatność i korzyści z jej stosowania.

1. W warunkach stosowania takiej samej dawki azotu w formie saletry amonowej i wapniowej, nawożenie saletrą wapniową, w przeciwieństwie do pierwszej, działa odkwaszając na glebę.

2. Uprzednie nawożenie saletrą wapniową nieużytkowanej łąki sprzyja wzbogacaniu jej gleby w azot mineralny oraz stabilizuje lub nawet zwiększa w niej zawartość fosforu.

3. Nawożenie nawet mniejszą dawką azotu w formie saletry wapniowej stabilizuje odczyn gleby uprzednio wapnowanej w zakresie optymalnym ze względu na utrzymanie korzystnego składu botanicznego runi (pH-KCl 5,0–6,5) oraz polepsza jej wartość pokarmową.

4. Nawożenie saletrą wapniową zwiększa zawartość wapnia w roślinności łąkowej, niezbędnego w diecie przeżuwaczy, może natomiast częściowo zmniejszać w niej zawartość fosforu, lecz zawsze poprawia stosunek zawartości Ca/P w kierunku jego optymalnej wartości.

5. Niewielkie zmniejszenie plonowania użytku zielonego w warunkach stosowania mniejszej dawki azotu w formie saletry wapniowej w porównaniu z saletrą amonową jest rekompensowane jej prośrodowiskowym działaniem.

LITERATURA

- BARSZCZEWSKI J., KALIŃSKA D., SAPEK B., 1995. Następczy wpływ wapnowania na tle nawożenia azotem na dynamikę plonowania łąki trwałej. W: Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach. Warszawa: SGGW s. 100–106.
- DOBOSZYŃSKI L., 1996. Nawożenie użytków zielonych w świetle prac polskich. Lata 1945–1990. Bibl. Wiad. IMUZ 88 ss. 153.
- Directive of the European Parliament and of the council, 2006. Brussels: Commission of the European Communities.
- FILIPEK T., FOTYMA M., LIPIŃSKI W., 2006. Stan, przyczyny i skutki zakwaszenia gleb ornych w Polsce. Nawozy Nawożenie 2(27) s. 7–38.
- FOTYMA M., 2006. Od redaktora. Nawozy Nawożenie 2(27) s. 5.
- FOTYMA M., JAGLARZ K., 1987. Potrzeby i zaopatrzenie polskiego rolnictwa w nawozy wapniowe. Cement Wapno Gips 40/54 nr 7 s. 125–136.

- GOLIŃSKI P., 2006. Produkcyjne i ekologiczne uwarunkowania wapnowania gleb pod użytkami zielonymi. Nawozy Nawożenie 2(27) s. 86–103.
- KILISZCZYK D., BARSZCZEWSKI J., 2006. Charakterystyka warunków meteorologicznych w rejonie doświadczeń łąkowych w Falentach. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 6 z. specj. (17) s. 15–22.
- KILISZCZYK D., 2006. Sprawozdanie. Doświadczenie Janki Ca z 2006 roku temat: 2.1/ChGW pt. „Ocena i sposoby przeciwdziałania procesom powodującym zakwaszenie, przemiany węgla oraz wymywanie składników mineralnych w glebach użytkowanych i nieużytkowanych rolniczo”. Falenty: ZDMUZ maszyn.
- KRUCZYŃSKA H., KUJAWA A., 1994. Zapotrzebowanie bydła na składniki mineralne. Przedziały ilorazu wapnia i fosforu (Ca/P) w paszy łąkowej – normy dla krów. W: Związki mineralne w żywieniu zwierząt. Konf. nauk. 8–9 IX 1994 Poznań. Poznań: AR s. 51–60.
- KRYSTOFORSKI M., 2004. Zanieczyszczenia gleb i ich wpływ na środowisko. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego: www.pl.serwisartykuły1-2.
- Normy żywienia bydła, owiec i kóz; wartości pokarmowe pasz dla przeżuwaczy, 2001.
- ORMAN K., 2007. Zmiany zawartości azotanów w glebie nieużytkowanej łąki na tle następczego wpływu wapnowania. Pr. dypl. wykonana pod kier. B. Sapek. Falenty: WSPiR maszyn. ss. 56.
- POCKNEES S., SUMNER M.E., 1997. Cation and nitrogen contents of organic matter determine its soil liming potential. Soil Sci. Soc. Am. J. 62 s. 86–92.
- Problemy wapnowania użytków zielonych, 1993. Mater. Semin. 32. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 266.
- SAPEK B., 1984. Przegląd badań nad wapnowaniem trwałych użytków zielonych. Mater. Inf. nr 8. Falenty: IMUZ.
- SAPEK B., 1992. Zasady oceny potrzeb wapnowania i wyznaczania dawek nawozów wapniowych na trwałe użytki zielone na glebach mineralnych. Mater. Instr. nr 101. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 12.
- SAPEK B., 1993a. Kryteria i metody oceny potrzeb wapnowania oraz wyznaczania racjonalnych dawek wapna na użytki zielone. W: Problemy wapnowania użytków zielonych. Mater. Semin. nr 32. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 237–247.
- SAPEK B., 1993b. Studia nad wapnowaniem trwałego użytku zielonego na glebie mineralnej. Rozpr. Habil. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 93.
- SAPEK B., 1995. Mineralizacja azotu w glebie łąki trwałej w zależności od odczynu i nawożenia azotem. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 241a s. 323–330.
- SAPEK B., 1997. Stosowanie nawozów wapniowych na użytki zielone w świetle zrównoważonego rolnictwa. W: Kierunki badań nad nawożeniem i użytkowaniem łąk i pastwisk. Ses. nauk. Falenty 27.02.1997. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 245–256.
- SAPEK B., 1999a. Calcium balance in the field and national scale. W: Mengen- und Spurenelemente. Die Deutsche Bibliothek V. 19. Jena: Friedrich-Schiller-Universität, Leipzig: Universität s. 173–180.
- SAPEK B., 1999b. Wapnowanie użytków zielonych zabiegiem niezbędnym. „Mleczna droga-łąki pastwiska”. Poradnik edukacyjny nr 1. Tarnowo Podgórne: Wydaw. Barenbrug s. 8–11.
- SAPEK B., 2003. Wapń – jego niedomiar lub nadmiar w świetle ryzyka środowiskowego. Obieg pierwiastków w przyrodzie: Bioakumulacja – toksyczność – przeciwdziałanie. Warszawa: IOŚ.
- SAPEK B., 2006. Przedmowa. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 6 z. specj. (17) s. 5–10.
- SAPEK B., KALIŃSKA D., 2004. Mineralizacja organicznych związków azotu w glebie w świetle długoletnich doświadczeń łąkowych IMUZ. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 4 z. 1 (10) s. 183–200.
- SAPEK B., KALINSKA D., 2007. Mineralizacja związków azotu i fosforu w glebie użytkowanej i nieużytkowanej łąki. Roczn. Gleb. t. 58 nr 1/2 s. 109–120.
- SAPEK B., KALIŃSKA D., BARSZCZEWSKI J., 2002. Wpływ węglanu wapnia i saletry wapniowej na dynamikę wnoszenia składników mineralnych z plonem roślinności łąkowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 484 s. 549–561.
- SAPEK B., SAPEK A., 1994. Perspektywy stosowania saletry wapniowej „Hydro” na trwałe użytki zielone. Wiad. Melior. nr 2 s. 92–95.

- SAPEK B., SAPEK A., 2006. Uwalnianie mineralnych form fosforu w glebie i zawartość tego składnika w runi łąkowej w warunkach przewagi opadowej gospodarki wodą. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 6 z. specj. (17) s. 65–82.
- SAPEK B., SAPEK A., BARSZCZEWSKI J., 2000. Plon i zawartość wybranych składników mineralnych w roślinności łąki trwałej na tle nawożenia saletrą amonową i wapniową. *Wiad. IMUZ* t. 21 z. 1 s. 67–87.
- WESOŁOWSKI P., DURKOWSKI T., SAPEK B., 1998. Porównanie działania saletry wapniowej „Hydro” z saletrą amonową na łące torfowo-murszowej. *Wiad. Melior. z.* 2 s. 102–104.
- WESOŁOWSKI P., SAPEK B., DURKOWSKI T., 2002. Porównanie działania saletry wapniowej z saletrą amonową na produktywność łąki położonej na glebie torfowo-murszowej. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 2 z. 1 (4) s. 57–64.
- ZAWADZKI S., OKRUSZKO H., 1995. Integracja problematyki ekologicznej z rolniczą w ukierunkowaniu badań naukowych. W: *Zasady ekopolityki w rozwoju obszarów wiejskich*. Pr. zbior. Red. L. Ryszkowski, S. Balazy. Poznań: ZBSRiL PAN s. 65–72.

Barbara SAPEK

FERTILISATION OF MEADOW SOIL WITH CALCIUM NITRATE IN THE LIGHT OF POSITIVE ECOLOGICAL ACTIVITIES

Key words: chemical degradation, positive ecological activities, meadow soil, pasture quality, nitrogen fertilisation, ammonium nitrate, yielding

S u m m a r y

The chemical degradation of soils in Poland, particularly systematic increasing of its acidity, was the inspiration to undertake the estimation of the fertilisation with calcium nitrate (CN) the grassland that require the decrease of soil acidity or the stabilization the proper soil pH. The tendency to decrease the quantity of the liming medium, including fertilisers enriched with calcium, inclines to use of calcium nitrate as an efficacious and ecological positive activities that not decreases the productive effect. The estimation was made on the base of the results on long-term meadow experiments, as well as in the case of leaf off the productive meadow use. The investigation results examines also in the light of new strategy of EU Commission concerning protection of soils in Europe. The positive estimation of CN use confirms proved counteract and protect of soils from its progressive acidification and impoverishment with calcium, as well as shown the improving the quality of meadow sward resulting with increasing of calcium content and more profitable value of Ca/P relation with regard to ruminants food. Two time more price of the same quantity of pure constituent – nitrogen in CN as in ammonium nitrate (AN) is equilibrated by possible use of a half dose of nitrogen in the form of CN without remarkable lower yields. The losses on the lower yield recompense better quality of harvested pasture. In addition, the positive effect of CN for environment, particularly in the extreme physical and water conditions show calcium nitrate ought to be obliged on permanent grasslands.

Recenzenci:

prof. dr hab. Zdzisław Ciećko

prof. dr hab. Tadeusz Filipek

Praca wpłynęła do Redakcji 23.10.2007 r.