

Irena Burzyńska*

**WPŁYW ODCZYNU GLEBY NA WSPÓLZALEŻNOŚĆ MIĘDZY
ZAWARTOŚCIĄ ROZPUSZCZALNYCH FORM CYNKU W UKŁADZIE:
GLEBA – ROŚLINNOŚĆ ŁĄKOWA**

**EFFECT OF pH SOIL ON RELATIONSHIP BETWEEN CONTENT OF
SOLUBLE FORMS ZINC IN SOIL AND MEADOW PLANTS**

Słowa kluczowe: roślinność łąkowa, wyciąg glebowy 0,01 mol·dm⁻³ CaCl₂, doświadczenia łąkowe.

Key words: meadow plants, soil extract 0.01 mol·dm⁻³ CaCl₂, meadow experiments.

The study consisted in estimating the effect of pH soil on relationships between content of soluble forms zinc in soil and meadow plants. Studies were carried out in long-term meadow experiments in Janki and Laszczki (Masovian Province). Soils meadow experiments fertilized with different form (AN-ammonium nitrate and CN-calcium nitrate) and two rates nitrogen (120 and 240 kg N·ha⁻¹). It was confirmed that content of soluble firms Zn in soil depended on soil pH_{CaCl2} and used nitrogen fertilizer forms (AN and CN). More Zn was in soil after fertilized with ammonium nitrate and no limed objects than object fertilized with calcium nitrate and limed. Positive statistically significant correlations between content of soluble forms Zn in soil and content this element in meadow plants were receive on objects fertilized with calcium nitrate. Collect Zn by meadow plants was depending on value pH and content soluble forms Zn in soil and other no studying parameters.

1. WPROWADZENIE

Pobranie mikroelementów przez roślinność zależy m.in. od kwasowości gleby, zawartości w niej materii organicznej oraz zastosowanego nawożenia [Curyło 1996; Gambuś i in. 2004; Warda, Krzywiec, Ćwintal 1996]. Spośród wymienionych czynników odczyn gleby jest

* Dr inż. Irena Burzyńska – Zakład Chemii Gleby i Wody, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Al. Hrabka 3, Falenty, 05-090 Raszyn; tel.: 22 720 05 31(6), wew. 226 lub 222; e-mail: i.burzynska@imuz.edu.pl

jednym z najważniejszych czynników, decydujących o rozpuszczalności i dostępności dla roślin metali ciężkich, w tym także cynku.

Celem pracy była ocena współzależności między zawartością łatwo rozpuszczalnych form cynku w glebie łąkowej po jej ekstrakcji roztworem $0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ CaCl}_2$ a pobraniem tego składnika przez roślinność łąkową i pokosu na tle zróżnicowanego odczynu gleby.

2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

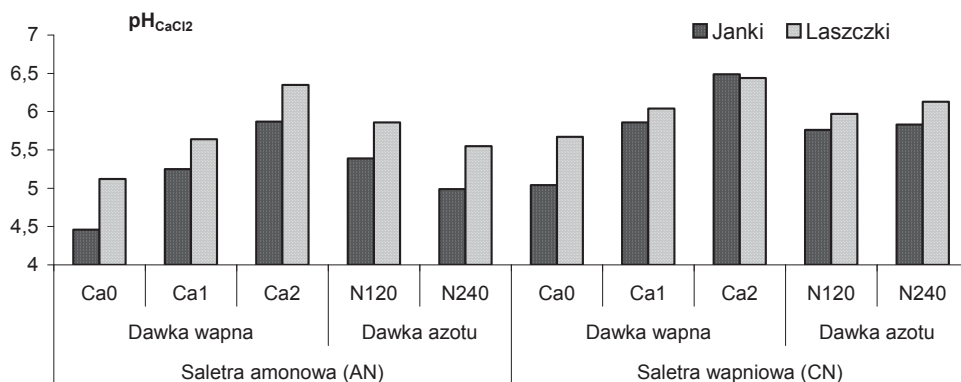
Badania prowadzono na dwóch wieloletnich doświadczeniach łąkowych, założonych w 1989 r. metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach, w miejscowościach Janki i Laszczki w woj. mazowieckim. Obydwa doświadczenia założono w celu badania wpływu wapnowania w układzie gleba–roślinność łąkowa. Doświadczenia zlokalizowano na czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego – w Jankach oraz gliny lekkiej pylastej – w Laszczkach. Wierzchnią warstwę gleby (0–10 cm) pobranej z terenu doświadczeń charakteryzowały następujące parametry: pH_{KCl} – 3,9 w Jankach i 5,2 w Laszczkach; C org. – 1,46% w s.m. w Jankach i 2,93% w s.m. w Laszczkach oraz Zn_{og} – $21,72 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ w Jankach i $37,05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ w Laszczkach. Zabieg wapnowania wykonano jednorazowo, na początku doświadczenia, węglanem wapnia (49,8% CaO), dawkowaną na zadarnioną powierzchnię gleby. Zastosowano dwie dawki wapna, obliczone zgodnie z kryterium kwasowości hydrolitycznej: 1Hh (Ca₁) Janki – 2,3; Laszczki – 3,6 t CaO·ha⁻¹ oraz 2 Hh (Ca₂); Janki – 4,6 oraz Laszczki – 7,2 t CaO·ha⁻¹. Glebę na terenie doświadczeń nawożono jednolicie fosforem i potasem: $34,9 \text{ kg P} \cdot \text{kg}^{-1}$; $149,5 \text{ kg K} \cdot \text{kg}^{-1}$. Nawożenie azotem stosowano w dawkach: $\text{N}_{120} = 120$ i $\text{N}_{240} = 240 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, saletry amonowej (AN) i wapniowej (CN). W 1990 r. jednorazowo nawieziono glebę manganem oraz cynkiem w Laszczkach, w ilości $50 \text{ kg Mn} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $30 \text{ kg Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$. Szczegółowy opis doświadczenia zawiera publikacja Sapek [2006].

W latach 1995, 1998 i 2000 pobierano wczesną wiosną próbki gleby do badań z 5-centymetrowych warstw, od 0 do 25 cm, oraz próbki roślinności łąkowej w czasie pierwszego pokosu w wymienionych doświadczeniach łąkowych. Próbki gleby po ich wysuszeniu do stanu „powietrznie” suchego ekstrahowano za pomocą roztworu $0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ CaCl}_2$ [Houba i in. 1990]. W wyciągu z gleby oznaczono wartość pH potencjometrycznie, a zawartość Zn – metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej. Otrzymane wyniki analiz chemicznych poddano obróbce statystycznej za pomocą pakietu statystycznego STATISTICA 7.0.

3. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W glebie z doświadczeń łąkowych zakres $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ był szeroki, od kwaśnego do obojętnego, w zależności od obiektu doświadczonego oraz zastosowanego nawożenia. Najbardziej kwaśna była gleba z niewapnowanego obiektu nawozowego w Jankach ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2} = 4,45$). Za-

stosowanie nawożenia azotem w formie saletry wapniowej na obiektach w przeszłości wapnowanych podwójną dawką wapna (Ca2) zmniejszało kwasowość gleby (rys. 1). Efektem tego była optymalizacja odczynu gleby do potrzeb roślinności łąkowej (pH 5,0 – 6,5). Otrzymane wyniki badań są zgodne z wieloletnimi badaniami prowadzonymi przez Sapek [2004 i 2009]. Autorka wykazała długoletni wpływ jednorazowo wykonanego zabiegu wapnowania na utrzymanie pożądanego ze względu na wymagania roślinności łąkowej zakresu pH gleby po zastosowaniu nawożenia saletrą wapniową.



Objaśnienia:

Obiekty niewapnowane: AN – saletra amonowa; CN – saletra wapniowa.

Obiekty wapnowane: Ca1– (1 Hh) Janki – 2,3 i Laszczki – 3,6 ; Ca2 – (2 Hh) Janki – 4,6 i Laszczki – 7,2 t CaO·ha⁻¹.

Dawki azotu: N120 – 120 kg N·kg⁻¹; N240 – 240 kg N·kg⁻¹.

Rys. 1. Wartość pH_{CaCl2} w glebie obiektów nawozowych na doświadczeniach łąkowych

Fig. 1. Value pH_{CaCl2} in soil from fertilizer object meadow experiments

Zakres zawartości łatwo rozpuszczalnych form cynku w glebie z doświadczeń łąkowych wynosił od 0,10 do 18,75 mg Zn·kg⁻¹ w s.m. gleby w Jankach i od 0,10 do 13,19 mg Zn·kg⁻¹ w s.m. w Laszczkach (tab. 1). Średnie zawartości tego składnika w glebie znacznie się różniły na terenie obu doświadczeń. Znacznie więcej łatwo rozpuszczalnego cynku wykazano w glebie doświadczenia w Jankach, gdzie gleba była znacznie bardziej kwaśna niż w Laszczkach.

Oceniając zawartość tego mikroelementu w glebie w zależności od dawki oraz formy stosowanego nawozu azotowego oraz następczego efektu zabiegu wapnowania wykazano, że najwięcej Zn zawierała gleba pobrana z obiektów niewapnowanych (CaO) oraz nawożonych saletrą amonową (rys. 2a). Zastosowanie natomiast podwójnej dawki wapna (Ca2) oraz nawożenie saletrą wapniową znacznie zmniejszało zawartość łatwo rozpuszczalnych form tego składnika w glebie łąkowej.

Średnia zawartość cynku w roślinności łąkowej z I pokosu pobranej z obu doświadczeń łąkowych była stosunkowo mała ze względu na wartość żywieniową dla bydła mlecznego (tab. 1). Przyjmuje się, że zawartość Zn w runi łąkowej powinna wahać się w zakresie 30–50 mg Zn·kg⁻¹ w s.m. [Sapek 1979]. Nieco więcej Zn zawierała roślinność łąkowa I pokosu z doświadczenia w Jankach niż w Laszczkach (tab. 1 i rys. 2b). Zróżnicowanie nawożenia azotem w formie saletry amonowej na obiektach nawozowych nie wpływało na zawartość Zn w roślinności łąkowej pobranej z terenu doświadczeń. Najmniej natomiast Zn zanotowano na obiekcie nawożonym azotem w formie saletry wapniowej oraz wapnowanym w przeszłości podwójną dawką tego składnika (Ca₂).

Tabela 1. Średnia zawartość łatwo rozpuszczalnego cynku w glebie z warstw od 0 do 25 cm głębokości i w roślinności łąkowej I pokosu z doświadczeń łąkowych w latach 1995–2000

Table 1. Mean content of soluble forms zinc in the soil from layer 0–25 cm and meadow plants of I cut from meadow experiments in years: 1995–2000

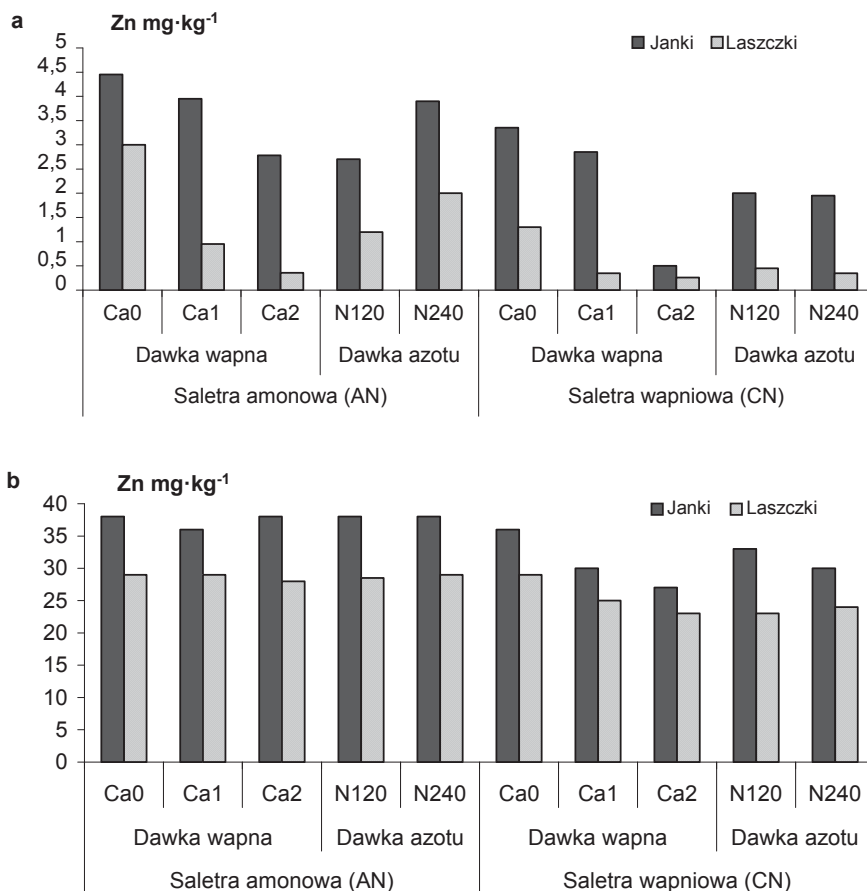
Doświadczenie	Składnik	Liczebność [n]	Średnia [mg·kg ⁻¹ w s.m.]	Min.–Max [mg·kg ⁻¹ w s.m.]	Odchylenie standardowe
Janki	Zn _{CaCl₂}	720	2,21	0,10–18,75	2,91
	Zn _R	144	33,54	13,00–83,00	13,89
Laszczki	Zn _{CaCl₂}	720	0,91	0,10–13,19	1,87
	Zn _R	144	25,80	12,87–57,00	9,02

Objaśnienia: Zn_{CaCl₂} – zawartość cynku w glebie po ekstrakcji 0,01 M CaCl₂, Zn_R – zawartość cynku w roślinności łąkowej I pokosu.

W świetle istniejącej literatury cynk jest pierwiastkiem pobieranym przez rośliny w formie dwuwartościowego jonu Zn²⁺, a przy większych wartościach pH także w formie jonu jednowartościowego Zn(OH)⁺ [Singh i in. 1975].

Zabieg wapnowania gleby powoduje tworzenie się trudno rozpuszczalnych połączeń metali, co wpływa na zmniejszenie się dostępności tych metali dla roślin. Czekala i in. [1996] oraz Dechnik i Mazur [1991] wykazali, że efektem wapnowania było zmniejszenie pobrania mikroelementów przez roślinność, a także zmiany ilościowe rozpuszczalnych form manganu i cynku w glebie.

W celu oceny związku między zawartością łatwo rozpuszczalnego cynku w glebie a jego pobraniem przez roślinność łąkową obliczono współzależności korelacji liniowych z obiektów nawozowych (tab. 2).

**Objaśnienia:**

Obiekty niewapnowane: Ca0.

Obiekty wapnowane: Ca1 – (1 Hh) Janki – 2,3 i Laszczki – 3,6; Ca2 – (2 Hh) Janki – 4,6 i Laszczki – 7,2 t CaO·ha⁻¹.

Dawki azotu: N120 – 120 kg N·kg⁻¹; N240 – 240 kg N·kg⁻¹.

AN – saletra amonowa; CN – saletra wapniowa.

Rys. 2. Zawartość Zn w wyciągu 0,01 mol·dm⁻³ CaCl₂ z gleby (a) i w roślinności łąkowej (b) | pokosu z doświadczeń łąkowych

Fig. 2. Content of Zn in 0,01 mol·dm⁻³ CaCl₂ in soil (a) and meadow plants (b) | cut from meadow experiments

Tabela 2. Statystycznie istotne współczynniki korelacji liniowych Persona między średnimi zawartościami łatwo rozpuszczalnych form cynku w glebie i w roślinności łąkowej I pokosu z lat: 1995; 1998 i 2000

Table 2. Statistically significant correlations between mean contents soluble forms of zinc in soil and meadow plants I cut from years 1995, 1998 and 2000

Forma saletry	n	Doświadczenie i obiekt nawozowy							
		Janki					Laszczki		
		CaO	Ca ₁	Ca ₂	N ₁₂₀	N ₂₄₀	Ca ₁	Ca ₂	N ₁₂₀
AN	24	-0,592**	–	–	–	–	–	–	–
CN	24	0,855**	0,745**	0,566**	0,750**	0,740**	0,459*	0,614**	0,420*

Objaśnienia:

* – statystycznie istotne przy $\mu = 0,05$;
 ** – statystycznie istotne przy $\mu = 0,01$;
 AN – saletra amonowa; CN – saletra wapniowa.

Na podstawie obliczeń wykazano statystycznie istotne dodatnie wartości współczynników korelacji na obiektach nawożonych saletrą wapniową na obu doświadczeniach łąkowych. Ujemną wartość tego współczynnika natomiast otrzymano jedynie na obiekcie niewapnowanym i nawożonym saletrą amonową w Jankach. Podobne wartości współczynników korelacji otrzymali także Gambuś i in. [2004], między zawartością cynku po ekstrakcji gleby 0,01 mol·dm⁻³ CaCl₂ a zawartością tego składnika w ziarnie owsa (0,75**) oraz ziarnie i słomie kukurydzy (0,70** i 0,77**).

W celu oceny wpływu pH gleby oraz zawartości łatwo rozpuszczalnych form Zn w glebie na pobranie tego składnika przez roślinność łąkową z doświadczeń łąkowych obliczono korelacje wielokrotne, a następnie wyznaczono równanie regresji (tab. 3).

Tabela 3. Korelacja i regresja liniowa między zawartością cynku w roślinności łąkowej z doświadczeń łąkowych

Table 3. Statistically significant correlation between content of zinc in meadow plants from meadow experiments

Liczebność n	$y = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$	Współczynnik korelacji r
864	$Zn_R = 0,45 Zn_{CaCl_2}^{**} - 4,16 pH_{CaCl_2}^{**} + 51,5^{**}$	- 0,400**

Objaśnienia:

* – statystycznie istotne przy $\mu = 0,05$;
 ** – statystycznie istotne przy $\mu = 0,01$.

Na podstawie obliczeń wykazano istotny wpływ ocenianych parametrów równania na zawartość cynku w roślinności łąkowej I pokosu. Pobranie tego składnika przez ruń łąkową było zależne od pH_{CaCl₂} gleby oraz od zawartości cynku w wyciągu z gleby, a także od in-

nych nierozpatrywanych w niniejszej pracy czynników. Ujemna wartość przed pH wskazuje na zmniejszanie pobrania cynku przez roślinność łąkową wraz ze zmniejszaniem kwasowości gleby.

4. WNIOSKI

Na podstawie otrzymanych wyników badań sformułowano następujące wnioski:

- 1) zawartość rozpuszczalnych form cynku w glebie była związana z kwasowością gleby oraz formą zastosowanego nawozu azotowego. Nawożenie saletrą amonową na obiektach niewapnowanych, zwiększało kwasowość gleby, co sprzyjało uwalnianiu rozpuszczalnych form tego składnika z gleby. Tendencję zmniejszania zawartości cynku, wykazano na obiektach wapnowanych oraz nawożonych saletrą wapniową.
- 2) otrzymano statystycznie istotne dodatnie wartości współczynników korelacji między zawartością łatwo rozpuszczalnych form cynku w glebie oraz zawartością w roślinności łąkowej na obiektach nawożonych saletrą wapniową.
- 3) pobranie cynku przez ruń łąkową było uzależnione od odczynu gleby oraz zawartości w niej łatwo rozpuszczalnych form w glebie, a także od innych nierozpatrywanych czynników.

PIŚMIENNICTWO

- CURYŁO T. 1996. Wpływ odczynu gleby na pobieranie cynku, miedzi i niklu przez rośliny owsa. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 434: 49–54.
- CZEKAŁA J., JAKUBUS M., GŁADYSIAK ST. 1996. Zawartość form rozpuszczalnych mikroelementów w zależności od odczynu gleby i roztworu ekstrakcyjnego. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 434: 371–381.
- DECHNIK I., MAZUR J. 1991. Wpływ wapna defekacyjnego na zawartość manganu w glebie i w zbożach jarych. Mat. VII Symp. nt. „Mikroelementy w rolnictwie” Wrocław 1992: 59–63.
- GAMBUŚ F., RAK M., WIECZOREK J. 2004. Wpływ niektórych właściwości gleby na fitoprzyzwajalność i rozpuszczalność cynku, miedzi i niklu w glebie. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 502: 71–79.
- HOUBA V.J.G., NOVOZAMSKI I., TEMMINHOF E. 1993. Soil analysis procedures extraction with 0.01 M CaCl₂. Soil and Plant Analysis, Wageningen Agricultural University: 6.
- SINHA M. K., DHILLTON S.K., PUNDEER G.S. RANDHAWA N. S., DHILLTON K. S. 1975. Chemical equilibria and quantity, intensity relationship of zinc in some acid soils of India „Geoderma” 13: 349–362.
- SAPEK A. 1975. Metody analizy chemicznej roślinności łąkowej, gleby i wody. Cz. 1. Anali-

- za chemiczna roślinności łąkowej. Wyd. IMUZ Falenty: 55.
- SAPEK B. 2006. Przedmowa. W: Azot, fosfor i potas w glebie oraz plonowanie trwałego użytku zielonego na długoletnich doświadczeniach łąkowych. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie t. 6 z. specj. (17): 513.
- SAPEK B. 2009. Zmiany odczynu mineralnej gleby łąki trwałej w wieloleciu po wapnowaniu zastosowanym jednorazowo. W: B. Sapek (red.) Badania chemiczne w służbie rolnictwa i ochrony środowiska. Zeszyty Edukacyjne 12/2009. Wydawnictwo IMUZ Falenty: 103–116.
- SAPEK B., KALIŃSKA D. 2004. Mineralizacja organicznych związków azotu w glebie w świetle długoletnich doświadczeń łąkowych IMUZ. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie t. 4, z. 1: 184–200.
- WARDA M., KRZYWIEC D., ĆWINTAL H. 1996. Wpływ warunków glebowych na zawartość mikroelementów w roślinności pastwiskowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 537–542.