

ZALEŻNOŚCI MIĘDZY RÓWNOWAGĄ JONOWĄ W PSZENICY JAREJ, JĘCZMIENIU JARYM I OWSIE A WSKAŹNIKAMI PŁONOWANIA NA GLEBIE BARDZO KWAŚNEJ

Stanisław Chwil

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Lublinie

Wstęp

Na przyswajalność składników pokarmowych wpływa wiele czynników, w tym duże znaczenie ma odczyn gleby. Stosowanie nawozów i odkwaszanie gleby z jednej strony poprawia właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby, a z drugiej strony powoduje bardzo głębokie zmiany w równowadze jonowej gleby i rośliny. Zmiany te nie zawsze mają korzystny wpływ zarówno na plonowanie, jak i na biologiczną wartość plonu [PRATT 1962; MERCIK 1969; GORALSKI 1972; MOTOWICKA-TERELAK 1978; WOJNOWSKA 1984; GORLACH, CURYŁO 1990].

Celem przeprowadzonych badań było określenie ilościowych zależności między elementami równowagi jonowej w roślinie w fazie kwitnienia a wskaźnikami plonowania pszenicy jarej, jęczmienia jarego i owsa pod wpływem zróżnicowanych poziomów nawożenia, w warunkach silnego zakwaszenia gleby.

Materiały i metodyka

W hali wegetacyjnej przeprowadzono 3-letnie doświadczenie wazonowe na piasku gliniastym mocnym pylastym o pH w roztworze KCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-1}$ wynoszącym 4,1. Corocznie na takiej samej glebie stosowano zróżnicowane doglebowe nawożenie przedsiewne. Najwyższa dawka nawozów (dawka podstawowa – poziom I) w doświadczeniu wynosiła: $0,142 \text{ g N} \cdot \text{kg}^{-1}$, $0,025 \text{ g P} \cdot \text{kg}^{-1}$, $0,174 \text{ g K} \cdot \text{kg}^{-1}$, $0,007 \text{ g Mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ i $0,017 \text{ g S} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Stosowano sześć poziomów zmniejszającego się nawożenia: I – pełna dawka podstawowa, II – 3/4 dawki, III – 1/2 dawki, IV – 1/4 dawki, V – 1/8 dawki i VI – 0 dawki podstawowej – (bez nawożenia). Azot zastosowano w formie NH_4NO_3 , fosfor $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, potas KCl i K_2SO_4 , a magnez w formie $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Schemat doświadczenia obejmował: 6 poziomów nawożenia w 4 replikacjach i 3 gatunki roślin zbożowych uprawianych w latach (1992–1994). Roślinami badanymi były: pszenica jara odmiany Henika, jęczmień jary odmiany Lot i owies odmiany Dragon. W fazie kwitnienia co roku z jednego wazonu każdego poziomu nawożenia ścinano części nadziemne, w których oznaczono jony w dwóch powtórzeniach i pobierano glebę do analizy. W

rozważaniach nad zależnością między wybranymi wskaźnikami plonowania uwzględniono następujące elementy równowagi jonowej: zawartość anionów organicznych (C-A), stosunek kationów do anionów (C/A), stosunek kationów jedno- i dwuwartościowych do dwuwartościowych (C^+/C^{2+}), stosunek kationów jednowartościowych do wielowartościowych $C^+/(C^{2+}+C^{3+})$ oraz stosunek potasu do wapnia i magnezu $K/(Ca+Mg)$.

W badaniach przyjęto, że wskaźnikami plonowania w fazie dojrzałości pełnej testowanych roślin są: plon ziarna (sucha masa ziarna na 10 roślin, czyli na wazon) oraz podstawowe elementy struktury plonowania: liczba kłosów na 10 roślin (wazon), liczba ziarn w kłosie i średnia masa jednego ziarna. W obliczeniach zależności uwzględniono także masę całych nadziemnych części roślin w fazie kwitnienia i masę słomy na 10 roślin (wazon).

Zależności między elementami równowagi jonowej w roślinie a wskaźnikami plonowania obliczono dla funkcji prostoliniowej równania pierwszego stopnia $y=bx+c$. Współczynniki korelacji (r) i współczynniki regresji ($b_{y,x}$) podano przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ i oznaczono: *. Zamieszczone w tabelach wyniki są średnimi z trzech lat badań.

Wyniki i dyskusja

Zakres wartości chemiczno-rolniczej charakterystyki gleby w pełni odpowiadał typowej glebie lekkiej o odczynie bardzo kwaśnym (tab. 1). Z tabeli 1 wynika, że nie stwierdzono wpływu poziomów nawożenia na kształtowanie się stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego gleby. Brak różnicowania w wysyceniu kompleksu sorpcyjnego przy zastosowanych dawkach nawozów mógł być spowodowany szybkim pobraniem dostępnych składników pokarmowych przez rośliny.

Tabela 1; Table 1

Zmiany właściwości kompleksu sorpcyjnego gleby pod wpływem zróżnicowanych poziomów nawożenia

Changes of soil absorption complex properties as affected by differentiated fertilization levels

Roślina Plant	Poziom nawożenia Fertilization level	H ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	S	T	V
		Hh	mmol(+)-kg ⁻¹						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pszenvica jara Spring wheat	I	26,87	0,93	9,64	1,53	0,46	12,56	39,43	31,85
	II	26,94	0,82	9,13	1,34	0,37	11,67	38,61	30,23
	III	26,75	0,92	9,61	1,35	0,46	12,34	39,09	31,57
	IV	26,12	0,91	9,81	1,43	0,43	12,58	38,70	32,50
	V	25,68	0,96	9,86	1,47	0,36	12,65	38,33	33,00
	VI	25,50	1,02	9,76	1,34	0,32	12,44	37,94	32,78
Średnio; Mean		26,31	0,93	9,64	1,41	0,40	12,37	38,68	31,99

Ciąg dalszy tabeli 1; Table 1 – continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jęczmień; Jary Spring; Barley	I	27,31	1,13	9,46	1,49	0,38	12,46	39,83	31,29
	II	26,62	1,07	9,76	1,44	0,33	12,60	39,22	32,13
	III	26,87	0,90	9,75	1,30	0,42	12,37	39,24	31,52
	IV	25,50	0,92	9,71	1,34	0,36	12,33	37,83	32,59
	V	26,12	0,89	9,85	1,31	0,28	12,33	38,45	32,07
	VI	25,37	0,90	9,77	1,36	0,27	12,30	37,67	32,65
Średnio; Mean		26,31	0,97	9,72	1,37	0,34	12,40	38,70	32,04
Owies; Oats	I	27,75	0,84	10,02	1,16	0,32	12,34	40,09	30,70
	II	27,62	0,83	10,02	1,14	0,49	12,48	40,10	31,12
	III	27,00	0,68	9,47	1,13	0,47	11,75	38,75	30,32
	IV	26,37	0,81	10,13	1,27	0,47	12,68	39,05	32,47
	V	26,61	0,89	10,33	1,32	0,45	12,99	39,60	32,80
	VI	26,00	0,99	10,13	1,36	0,34	12,82	38,82	33,02
Średnio; Mean		26,89	0,84	10,02	1,23	0,42	12,51	39,40	31,75

Hh – Kwasowość hydrolityczna; Hydrolytic acidity

S – Suma wymiennych kationów zasadowych; Base cation capacity

T – Całkowita pojemność sorpcyjna; Total cation exchangeable capacity

V – Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi; Base cation saturation

Chemiczno-rolnicza charakterystyka gleby wskazuje, że zgodnie z założeniami metodycznymi, stosując zróżnicowanie dawki związków nawozowych o stałym stosunku między składnikami nawozowymi, osiągnięto zróżnicowaną dostępność składników pokarmowych przy zachowaniu naturalnej równowagi między dostępnymi składnikami pokarmowymi charakterystycznymi dla gleby bardzo kwaśnej.

Charakterystykę podstawowych elementów równowagi jonowej pod wpływem zastosowanych poziomów nawożenia zamieszczono w innej publikacji [CHWIL 1998].

Zależności między elementami równowagi jonowej w roślinie w fazie kwitnienia a wskaźnikami plonowania przedstawiono w tabelach 2–5.

Tabela 2; Table 2

Zależności między elementami równowagi jonowej w roślinie w fazie kwitnienia a suchą masą nadziemnych części roślin

The relationships between determinants of ionic balance in plant at flowering stage and dry matter of vegetative parts

Elementy równowagi jonowej Elements of ion balance		Pszemica jara Spring wheat	Jęczmień jary Spring barley	Owies Oats
mmol(±)·kg ⁻¹		g na 10 roślin; g per 10 plants		
C-A	r	0,597	-0,066	0,794
C/A	r	-0,505	-0,859*	-0,391
	b _{yx}	-	-63,261	-
C+/(C ²⁺ +C ³⁺)	r	0,017	-0,328	0,340
C ⁺ /C ²⁺	r	0,449	-0,084	0,317
K/(Ca+Mg)	r	0,476	-0,300	0,105

* – poziom istotności $\alpha=0,05$; significance level $\alpha=0,05$

Tabela 3; Table 3

Zależności między elementami równowagi jonowej w roślinie w fazie kwitnienia a plonem ziarna

The relationships between determinants of ionic balance in plant at flowering stage and grain yield

Elementy równowagi jonowej Elements of ion balance		Pszenvica jara Spring wheat	Jęczmień jary Spring barley	Owies Oats
mmol(±)·kg ⁻¹		g na 10 roślin; g per 10 plants		
C-A	r	0,669	-0,096	0,777
C/A	r	-0,477	-0,848*	-0,471
	b _{yx}	-	-38,898	-
C+/(C ²⁺ +C ³⁺)	r	-0,023	-0,272	0,273
C ⁺ /C ²⁺	r	0,331	-0,033	0,235
K/(Ca+Mg)	r	0,347	-0,256	0,019

* - poziom istotności $\alpha=0,05$; significance level $\alpha=0.05$

Tabela 4; Table 4

Zależności między elementami równowagi jonowej w roślinie w fazie kwitnienia a masą słomy

The relationships between determinants of ionic balance in plant at flowering stage and the mass of straw

Elementy równowagi jonowej Elements of ion balance		Pszenvica jara Spring wheat	Jęczmień jary Spring barley	Owies Oats
mmol(±)·kg ⁻¹		g/10 roślin; g/10 plants		
C-A	r	0,688	-0,049	0,797
C/A	r	-0,477	-0,859*	-0,427
	b _{yx}	-	-43,958	-
C+/(C ²⁺ +C ³⁺)	r	-0,036	-0,262	0,306
C ⁺ /C ²⁺	r	0,320	-0,015	0,274
K/(Ca+Mg)	r	0,361	-0,250	0,059

* - poziom istotności $\alpha=0,05$; significance level $\alpha=0.05$

W pszenicy jarej nie stwierdzono istotnych zależności między elementami równowagi jonowej a wskaźnikami plonowania roślin. W jęczmieniu jarym wystąpiły tylko ujemne korelacje między C/A a masą części nadziemnych, plonem ziarna, masą słomy i liczbą ziarn w kłosie. Zwiększenie stosunku C/A w jęczmieniu jarym o 0,1 zmniejszyło masę części nadziemnych o 6,326 g, plon ziarna o 3,889 g, masę słomy o 4,395 g i liczbę ziarn w kłosie o 2,1 szt. W owsie stwierdzono istotnie dodatnią korelację między zawartością anionów organicznych (C-A) oraz stosunkiem C/A a liczbą ziarn w wieszce. Zwiększenie różnicy C-A o 1 zwiększało liczbę ziarn w wieszce owsa o 1,0 szt., a zwiększenie stosunku C/A o 0,1 zmniejszyło liczbę ziarn w wieszce owsa o 1,8 szt. Natomiast we wszystkich badanych gatunkach zbóż jarych nie stwierdzono istotnych zależności między elementami równowagi jonowej w roślinie w fazie kwitnienia a liczbą kłosów na 10 roślin oraz średnią masą jednego ziarna i dlatego zrezygnowano z tabelarycznego przedstawienia uzyskanych w tym zakresie wyników badań.

Tabela 5; Table 5

Zależności między elementami równowagi jonowej w roślinie w fazie kwitnienia a liczbą ziarn w kłosie

The relationships between determinants of ionic balance in plant at flowering stage and the number of grain per head

Elementy równowagi jonowej Elements of ion balance		Pszennica jara Spring wheat	Jęczmień jary Spring barley	Owies Oats
mmol(\pm)·kg ⁻¹		szt. nakłos; no. per head		
C-A	r	0,467	-0,476	0,863*
	x	-	-	0,983
C/A	r	-0,652	-0,888*	-0,211*
	b _{yx}	-	-20,750	-18,082
C ⁺ /(C ²⁺ +C ³⁺)	r	-0,320	-0,763	0,440
C ⁺ /C ²⁺	r	0,303	-0,526	0,431
K/(Ca+Mg)	r	0,400	-0,765	0,234

* - poziom istotności $\alpha=0,05$; significance level $\alpha=0.05$

Spośród obliczonych charakterystyk równowagi jonowej roślin istotne zależności wystąpiły tylko dla C-A i C/A, a pozostałe charakterystyki równowagi jonowej roślin były nieistotne. Można zatem stwierdzić, że charakterystyki równowagi jonowej roślin zbożowych w fazie kwitnienia były bardzo mało skorelowane ze wskaźnikami plonowania pszenicy jarej, jęczmienia jarego i owsa.

Otrzymane wyniki nie potwierdzają jednoznacznie poglądów Wita [WIT i in. 1963], że zawartości anionów organicznych w roślinie ściśle korelują z plonem roślin. Choć najwyższe plony uzyskiwano z reguły przy większych zawartościach anionów organicznych, to jęczmień wydał najniższy plon przy najwyższej wartości anionów organicznych [CHWIL 1998]. O wynikach niepotwierdzających teorii Wita i in. donosi również literatura [BLANCHAR, HOSSNER 1968; KACZOR 1983/1984; FILIPEK 1987].

Wnioski

1. Spośród badanych elementów charakterystyki równowagi jonowej roślin w fazie kwitnienia istotne zależności wystąpiły tylko między C/A a masą części nadziemnych, plonem ziarna, masą słomy, liczbą ziarn w kłosie w jęczmieniu jarym i liczbą ziarn w wieszce owsa oraz między C-A w owsie a liczbą ziarn w wieszce.
2. Zachowanie właściwej proporcji składników pokarmowych w nawożeniu gleb kwaśnych zmniejsza zachwianie równowagi kationowo-anionowej, co spowodowało brak zależności między elementami równowagi jonowej w roślinie w fazie kwitnienia a wskaźnikami plonowania zbóż jarych.

Literatura

- BLANCHAR R.W., HOSSNER L.R. 1968. *Ionic balance and corn growth in a Port Byron soil*. Agron. J. 60: 602-605.
- CHWIL S. 1998. *Wpływ zróżnicowanego nawożenia na stan równowagi jonowej pszeni-*

cy jarej, jęczmienia jarego i owsa w warunkach gleby bardzo kwaśnej. Roczn. Gleb. 49(3/4): 2-11.

FILIPEK T. 1987. Równowaga jonowa i plonowanie roślin nawożonych zróżnicowanymi dawkami azotu i potasu. Cz. II. Stan równowagi jonowej i plonowanie pszenicy ozimej. Annales UMCS, E 42: 229-246.

GORALSKI J. 1972. Zawartość manganu w formie aktywnej w glebie i roślinach w zależności od długoletniego (45 lat) nie zmienianego nawożenia i wapnowania. Roczn. Gleb. 23(2): 149-152.

GORLACH E., CURYŁO T. 1990. Wpływ odczynu gleby na pobieranie potasu, sodu, magnezu i wapnia przez różne gatunki roślin. Roczn. Gleb. 41(1/2): 117-131.

KACZOR A. 1983/1984. Wpływ dwutlenku siarki we współdziałaniu z potasem na plonowanie i równowagę jonową w roślinach. Cz. II. Wpływ dwutlenku siarki we współdziałaniu z potasem na równowagę jonową w roślinach. Annales UMCS, E 38/39: 267-279.

MERCIK S. 1969. Zawartość składników mineralnych w roślinach w zależności od nawożenia i zmianowania. Roczn. Gleb. 20(2): 367-407.

MOTOWICKA-TERELAK T. 1978. Badanie wpływu głębokości wapnowania kwaśnej gleby gliniastej w wieloletnim doświadczeniu wazonowym. Cz. II. Wpływ wapnowania na plonowanie i skład chemiczny roślin. Pam. Puł. 69: 27-42.

PRATT PF. 1962. Phosphorus and aluminium interactions in the acidification of soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 25: 467-469.

WIT C.T., DIJKSHOORN W., NOGGLE J.C. 1963. Ionic balance and growth of plants. Versl. Landbouwk. Onderz. 69, 15: 1-68.

WOJNOWSKA T. 1984. Wpływ zróżnicowanego stosunku kationów w glebie na plon i skład mineralny roślin. Zesz. Nauk. ART w Olsztynie: 3-64.

Słowa kluczowe: równowaga jonowa, wskaźniki plonowania, faza kwitnienia, gleba kwaśna

Streszczenie

Przedmiotem badań była ocena zależności między charakterystyką równowagi jonowej w fazie kwitnienia a wskaźnikami plonowania zbóż jarych pod wpływem zróżnicowanego nawożenia gleby bardzo kwaśnej. Spośród obliczonych elementów równowagi jonowej roślin istotne zależności stwierdzono tylko dla kationów organicznych (C-A) i stosunku kationów do anionów (C/A). Badania wykazały, że elementy równowagi jonowej roślin zbożowych w fazie kwitnienia były w małym stopniu skorelowane ze wskaźnikami plonowania pszenicy jarej, jęczmienia jarego i owsa.

RELATIONSHIPS BETWEEN IONIC BALANCE IN SPRING WHEAT, SPRING BARLEY AND OATS AND INDICES OF YIELDING ON VERY ACID SOIL

Stanisław Chwil

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University, Lublin

Key words: ionic balance, coefficient of yielding, flowering state, acid soil

Summary

The objective of these studies was to evaluate the relationships between characteristic elements of ionic balance in plant at flowering stage and yielding index in spring cereals under the influence of differentiated fertilization levels on very acid soils. From amongst the tested characteristics of ionic balance of plants significant relationships were found for C-A and C/A only, while characteristic elements of ionic balance of other were insignificant. The experiment proved the relationships between ionic balance in plant at flowering state and indices of yielding. The results showed also that the characteristics of ion balance in plant could not be useful to prognosis of plants yielding.

Dr Stanisław **Chwil**
Katedra Chemii Rolnej
Akademia Rolnicza
ul. Akademicka 15
20-950 LUBLIN 1
skr. poczt. 158