

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN-POLONIA

Vol. LIII, 23

SECTIO E

1998

Katedra Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Lublinie

STANISŁAW CHWIL

Wpływ nawożenia gleby kwaśnej na plon zbóż jarych.

*II. Plonowanie oraz zawartość makroelementów w ziarnie i słomie
pszenicy jarej, jęczmienia jarego i owsa*

Effect of Fertilization of Acid Soil on the Yield of Spring Crops. II. Yielding and Content
of Macro-elements in the Grain and Straw of Spring Wheat, Spring Barley and Oats

Powszechnie przyjmuje się, że jednym z najistotniejszych czynników wpływających na wielkość i jakość plonów jest nawożenie (2, 6). Ocena wpływu różnych czynników na plonowanie i jakość plonu roślin uprawnych skłoniły wielu autorów do badań nad składem pierwiastkowym roślin w zależności od nawożenia (2, 6, 8, 10). Coraz częściej stosuje się chemiczne metody analizy roślin do oceny zasobności gleb w dostępne dla roślin składniki mineralne, a także do opracowania zaleceń nawozowych (szczególnie nawożenia azotem) na podstawie zawartości składników w materiale roślinnym (1, 3, 10, 11). Intencją autora nie jest propagowanie uprawy zbóż jarych na glebie bardzo kwaśnej, lecz zwrócenie uwagi na potrzebę nawożenia takich gleb nie tylko azotem, fosforem czy potasem, ale również innymi pierwiastkami nawozowymi, jak: siarką, wapniem i magnezem, które zwykle są pomijane.

Celem przeprowadzonych badań było określenie plonu ziarna i słomy oraz procentowej zawartości N, P, K, Ca, Mg, S i Cl w plonie pszenicy jarej, jęczmienia jarego i owsa pod wpływem zróżnicowanych poziomów nawożenia mineralnego w warunkach silnego zakwaszenia gleby.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 1992-1994, opierając się na doświadczeniu wazonowym na piasku gliniastym mocnym pylastym. Szczegółowy opis metodyki badań podano w części I publikacji.

W zebranych roślinach w fazie dojrzałości pełnej określono plon ziarna i masę słomy, a następnie po mineralizacji materiału roślinnego w stężonym kwasie siarkowym z dodatkiem perhydrofluorowodoru oznaczono: azot metodą Kjeldahla, fosfor metodą wanado-molibdenową, potas metodą fotopłomieniową, wapń i magnez metodą ASA. Siarkę ogólną według Butters i Chenery (7) oraz chlor oznaczono nefelometrycznie z azotanem srebra w wyciągu 2% kwasu octowego.

WYNIKI BADAŃ

Plon ziarna badanych gatunków roślin zbożowych zmniejszył się istotnie wraz ze zmniejszeniem nawożenia na poziomach od I do VI, jedynie w jęczmieniu jarym zmniejszenie plonu między I a II poziomem nawożenia było nieistotne. Z trzech badanych gatunków roślin zbożowych stwierdzono istotnie najwyższy plon ziarna owsa, a plon ziarna jęczmienia jarego był istotnie wyższy od plonu ziarna pszenicy jarej (tab. 1).

Tab. 1. Plon ziarna roślin zbożowych pod wpływem zróżnicowanych poziomów nawożenia
Yield of grain of cereal crops under the effect of differentiated fertilization levels

Poziom nawożenia	Pszenvica jara	Jęczmień jary	Owies	Średnio
	g/10 roślin			
I	18,977	22,950	30,355	24,094
II	16,350	21,753	27,906	22,003
III	13,926	15,595	22,118	17,213
IV	8,201	9,704	14,406	10,770
V	6,438	7,350	10,573	8,120
VI	3,774	4,051	5,483	4,436
Średnio	11,277	13,567	18,473	-
NIR $p = 0,05$ między gatunkami gatunek x poziom	3,298 0,897	między poziomami		1,549

Wystąpiło również istotne zróżnicowanie w suchej masie słomy roślin zbożowych między zastosowanymi poziomami nawożenia w pszenicy jarej, jęczmieniu jarym i owsie (tab. 2). Tendencja zmian suchej masy słomy była taka sama jak w plonie ziarna (tab. 1). Stwierdzono także istotne zróżnicowanie suchej masy słomy między badanymi gatunkami roślin zbożowych. Masa słomy jęczmienia jarego była istotnie mniejsza od masy słomy owsa i pszenicy jarej, a masa słomy owsa, jakkolwiek była większa od masy słomy pszenicy jarej, to różnica ta była nieistotna. Wyniki badań plonowania trzech gatunków roślin zbożowych pod wpływem zastosowanych poziomów nawożenia wskazują na to, że najwyższy plon ziarna i słomy uzyskano na I poziomie nawożenia (tab. 1-2).

Tab. 2. Masa słomy roślin zbożowych pod wpływem zróżnicowanych poziomów nawożenia
Straw mass of cereal crops under the effect of differentiated fertilization levels

Poziom nawożenia	Pszenvica jara	Jęczmień jary	Owies	Średnio
	g/10 roślin			
I	32,753	25,487	30,350	29,533
II	29,114	22,898	28,444	26,818
III	22,124	18,398	23,497	21,339
IV	13,500	10,163	15,827	13,163
V	9,967	7,884	11,606	9,819
VI	5,520	4,087	5,858	5,152
Średnio	11,829	14,818	19,263	-
NIR $p = 0,05$ między gatunkami	1,066	między poziomami	1,840	
gatunek x poziom	3,919			

Tab. 3. Zawartość pierwiastków w ziarnie i słomie pszenicy jarej pod wpływem zróżnicowanych
poziomów nawożenia

Content of elements in the grain and straw of spring wheat under the effect of differentiated fertilization levels

Poziom nawożenia	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
	%						
ziarno							
I	2,189	0,257	0,441	0,082	0,089	0,109	0,229
II	2,116	0,246	0,420	0,84	0,091	0,100	0,214
III	2,037	0,271	0,415	0,82	0,098	0,080	0,190
IV	1,884	0,305	0,4142	0,075	0,109	0,119	0,171
V	1,847	0,33	0,427	0,132	1,122	0,101	0,175
VI	1,966	0,400	0,444	0,116	0,145	0,137	0,141
słoma							
I	0,588	0,051	1,485	0,316	0,066	0,082	0,990
II	0,471	0,052	1,452	0,281	0,064	0,095	0,953
III	0,422	0,054	1,436	0,266	0,065	0,060	0,867
IV	0,452	0,080	1,382	0,240	0,078	0,143	0,755
V	0,538	0,076	1,333	0,230	0,069	0,177	0,680
VI	0,499	0,0121	1,364	0,254	0,078	0,298	0,352
NIR _{p=0,05}	0,514	0,075	0,466	0,279	0,065	0,107	0,510

W ziarnie pszenicy jarej pod wpływem nawożenia wystąpiło istotne zróżnicowanie tylko zawartości fosforu, w jęczmieniu jarym zawartości azotu, a w owsie różnice zawartości badanych pierwiastków były nieistotne (tab. 2-5). W słomie badanych zbóż jarych wystąpiły istotne różnice w zawartości siarki i chloru,

Tab. 4. Zawartość pierwiastków w ziarnie i słomie jęczmienia jarego pod wpływem zróżnicowanych poziomów nawożenia
Content of elements in the grain and straw of spring barley under the effect of differentiated fertilization levels

Poziom nawożenia	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
%							
ziarno							
I	2,186	0,205	0,500	0,101	0,102	0,121	0,122
II	1,926	0,202	0,529	0,104	0,095	0,100	0,102
III	1,785	0,186	0,492	0,103	0,093	0,116	0,077
IV	1,777	0,187	0,522	0,106	0,088	0,107	0,094
V	1,658	0,184	0,505	0,107	0,096	0,092	0,084
VI	1,803	0,225	0,568	0,103	0,100	0,125	0,070
słoma							
I	0,659	0,033	1,844	0,543	0,082	0,143	1,001
II	0,552	0,026	1,791	0,513	0,081	0,140	1,019
III	0,513	0,030	1,761	0,483	0,082	0,162	1,088
IV	0,507	0,024	1,681	0,409	0,086	0,181	1,163
V	0,432	0,023	1,660	0,450	0,102	0,255	0,873
VI	0,491	0,029	1,689	0,378	0,120	0,396	0,335
NIR $p = 0,05$	0,514	0,075	0,466	0,279	0,065	0,107	0,510

natomiast w zawartości pozostałych pierwiastków nie stwierdzono istotnego zróżnicowania pod wpływem zastosowanych poziomów nawożenia (tab. 3-5). Zawartość fosforu w ziarnie pszenicy jarej była istotnie mniejsza na poziomach I, II, III i IV w stosunku do VI poziomu nawożenia ze względu na dużą zawartość fosforu na tym poziomie, spowodowaną niską koncentracją konkurencyjnych w stosunku do fosforu jonów chloru (tab. 3). W ziarnie jęczmienia jarego zawartość azotu na I poziomie była istotnie większa od zawartości na V poziomie nawożenia (tab. 4).

W słomie pszenicy jarej (tab. 3) i jęczmienia jarego (tab. 4) zmienność zawartości siarki pod wpływem zastosowanych poziomów nawożenia kształtowała się podobnie do zmienności zawartości fosforu w ziarnie pszenicy jarej. Zawartość siarki w słomie zbóż na VI poziomie nawożenia była istotnie większa od zawartości siarki na poziomach I, II, III, IV i V, natomiast w słomie owsa (tab. 5) na VI poziomie stwierdzono istotnie większą zawartość tylko w stosunku do II i III poziomu nawożenia. Zastosowane nawożenie przyczyniło się do istotnego zwiększenia zawartości chloru w słomie pszenicy jarej na I, II, III poziomie, w jęczmieniu jarym na poziomach I-V, a w owsie na I, II, III i IV poziomie w stosunku do VI poziomu nawożenia. Mimo że nie stwierdzono istotnych różnic między poziomami nawożenia, to zawartość chloru w ziarnie i słomie pszenicy jarej, jęczmienia jarego i owsa zmniejszała się wraz z zastosowaniem coraz niższych dawek chloru w nawożeniu oraz była ściśle związana z zawartością potasu ze względu na

Tab. 5. Zawartość pierwiastków w ziarnie i słomie owsa pod wpływem zróżnicowanych poziomów nawożenia
 Content of elements in the grain and straw of oats barley under the effect of differentiated fertilization levels

Poziom nawożenia	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
	%						
ziarno							
I	1,921	0,196	0,575	0,091	0,095	0,147	0,194
II	1,742	0,189	0,567	0,080	0,095	0,124	0,181
III	1,602	0,196	0,520	0,069	0,099	0,130	0,124
IV	1,502	0,189	0,516	0,055	0,097	0,115	0,114
V	1,433	0,206	0,495	0,057	0,099	0,102	0,089
VI	1,594	0,254	0,519	0,074	0,108	0,126	0,067
słoma							
I	0,355	0,016	1,672	0,390	0,085	0,090	0,964
II	0,334	0,022	1,609	0,365	0,090	0,064	0,912
III	0,315	0,014	1,582	0,298	0,083	0,076	0,783
IV	0,259	0,014	1,574	0,283	0,080	0,093	0,720
V	0,245	0,014	1,545	0,296	0,080	0,111	0,597
VI	0,272	0,025	1,625	0,308	0,078	0,190	0,300
NIR $p = 0,05$	0,514	0,075	0,466	0,279	0,065	0,107	0,510

zastosowanie w nawożeniu KCl. Podobna tendencja zmian wystąpiła w zawartości N i K ziarna i słomy, jak również zawartości wapnia w słomie testowanych zbóż jarych, co wynika z mniej stałego składu pierwiastkowego organów wegetatywnych niż organów generatywnych roślin (2). Tym samym należy tłumaczyć brak zróżnicowania w zawartości Ca i Mg w ziarnie testowanych zbóż jarych mimo zastosowania w nawożeniu gleby bardzo kwaśnej wzrastających dawek tych pierwiastków. W warunkach znacznego niedoboru składników pokarmowych w glebie na poziomie (VI) bez nawożenia zawartość składników mineralnych w zbożach jarych nie była najniższa. Wystąpił więc „efekt Steenbjerga” (8), gdyż na poziomie o najniższym nawożeniu (V) nastąpiło znaczne zwiększenie masy ziarna i słomy pszenicy jarej, jęczmienia jarego i owsa w porównaniu z poziomem bez nawożenia (VI) przy zmniejszeniu zawartości składników pokarmowych w roślinie (4, 10).

Zawartość azotu w ziarnie i słomie testowanych zbóż jarych tylko na I poziomie nawożenia odpowiadała średniej zawartości podanej przez Chojnackiego (2), a zawartość fosforu na tym poziomie nawożenia była zbliżona do wartości średniej, przy niskich zawartościach fosforu na pozostałych poziomach nawożenia. Zawartość potasu w ziarnie i słomie na wszystkich poziomach nawożenia była zbliżona do wartości średniej dla zbóż jarych (2). Zarówno w ziarnie, jak i w słomie wystąpiła wysoka zawartość chloru, a niska fosforu i siarki. Można byłoby tłumaczyć to dużą ilością chloru wprowadzonego do gleby wraz z nawożeniem potaso-

wym i występowaniem antagonizmu jonowego między siarką a chlorem (5), a w przypadku fosforu sorpcją chemiczną ze względu na bardzo kwaśny odczyn gleby. Antagonistyczne oddziaływanie wiązało się z łatwym wnikaniem chloru do systemu korzeniowego roślin, co umożliwiało pobieranie przez rośliny proporcjonalnie do zastosowanej ilości chloru na poziomach I-VI. Chlor, równoważąc znaczną część jonów dodatnich w roślinie, zmniejsza pobieranie fosforu i siarki, co może być główną przyczyną mniejszej zawartości tych pierwiastków na poziomach z wyższymi dawkami fosforu i siarki.

Średnia zawartość pierwiastków w plonie testowanych zbóż jarych (tab. 3-5) układała się następująco:

pszenica jara	N> K> Cl> Ca> P> S> Mg (ziarno), K> Cl> N> Ca> S> P> Mg (słoma)
jęczmień jary	N> K> P> S> Ca> Mg> Cl K> Cl> N> Ca> S> Mg> P
owies	N> K> P> Cl> S> Mg> Ca K> Cl> Ca> N> S> Mg> P

Z utworzonych szeregów wynika, że rośliny pobrały więcej chloru niż siarki. Uwzględniając znaczenie tych pierwiastków w procesach fizjologicznych roślin i antagonizm między chlorem a jonami siarczanowymi, można przypuszczać, że należy dążyć do zmniejszenia stosowania chlorków, a zwiększenia stosowania siarczanów w nawożeniu. Można więc postawić tezę, że na glebie kwaśnej w przypadku niskiej zasobności gleby w siarkę lepszy efekt mogłoby przynieść stosowanie siarczanowych form związków nawozowych.

WNIOSKI

1. Zawartość pierwiastków oraz plon ziarna i słomy testowanych zbóż jarych były istotnie zależne od nawożenia. Najwyższe plony o zbliżonej do średniej zawartości składników mineralnych uzyskano na I poziomie nawożenia.
2. Rośliny wykazywały wystarczającą zawartość potasu na wszystkich poziomach nawożenia, azotu tylko na I poziomie i mniejszą od średniej wartości zawartość fosforu na wszystkich poziomach nawożenia.
3. W ziarnie i słomie wystąpiła duża zawartość chloru, a niska fosforu i siarki, spowodowana antagonistycznym oddziaływaniem chloru na te pierwiastki. Należałoby więc na glebach kwaśnych ubogich w siarkę stosować zamiast chlorkowych siarczanowe formy związków nawozowych.

PIŚMIENNICTWO

1. Chojnacki A.: Zastosowanie analizy chemicznej roślin do określania potrzeb nawozowych zbóż. IUNG, Informacja Problemowa, Zakład Upowszechniania Postępu Rolniczego, 1976.
2. Chojnacki A., Boguszeński W.: Zawartość azotu, fosforu i potasu w głównych roślinach uprawnych w Polsce. Pam. Puł., 50, 1971.

3. Chojnacki A., Fotyma E.: Określenie wielkości uzupełniającej dawki azotu na podstawie analizy chemicznej materiału roślinnego. Pam. Puł., 76, 1981.
4. Filipiek T., Badora A.: Ocena zasobności gleb i odżywiania roślin magnezem w warunkach silnego zakwaszenia. Prace naukowe IV Ogólnopolskiego Sympozjum Magnezologicznego, 1996.
5. Kaczor A.: 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. Ann. Univ. Marie Curie-Skłodowska, sectio E, vol. 38/39, Lublin 1983/1984.
6. Mercik S.: Zawartość składników mineralnych w roślinach w zależności od nawożenia i zmianowania. Rocz. Glebozn., 20, 2, 1969.
7. Nowosielski O.: Metody oznaczania potrzeb nawożenia. PWRiL, Warszawa 1974.
8. Panak H., Wojnowska T.: Wpływ zróżnicowanego wysycenia pojemności sorpcyjnej gleb kationami Ca, Mg, K na plonowanie i skład chemiczny kukurydzy i gorczycy białej. Rocz. Glebozn., 23, 1/2, 1982.
9. Steenbjerg F.: Yield Curves and Chemical Plant Analyses. Plant and Soil, 3, 2, 97-109, 1961.
10. Vilemeyer H. P., Fotyma M.: Stan i perspektywy diagnostyki potrzeb nawozowych na podstawie analizy roślin. Frag. Agron., 6, 1, 1989.
11. Ziętecka M.: Próba oceny stanu zaopatrzenia pszenicy ozimej w składniki pokarmowe na podstawie analizy materiału roślinnego. Cz. I. Zawartość N, P, K, Ca i Mg w częściach wskaźnikowych kilku odmian pszenicy ozimej. Rocz. Glebozn., 33, 1/2, 1982.

SUMMARY

The paper determines the effect of in - soil mineral fertilization in acid soil on the yielding of spring crops and the content of basic macro-elements in grain and straw. The results come from three years of pot experiments carried out on loamy sand with pH (KCl) of 4.1. The experiment used in-soil pre-sowing fertilization, considered 5 fertilization elements N, P, K, Mg and S. On the grounds of the basic dose: 0.142 g N/kg, 0.025 g P/kg, 0.174 g K/mg 0.007 g Mg/kg and 0.017 g S/kg of dry weight of the soil, 6 fertilization levels were set up with a content relation between fertilization elements: I - 1 full basic dose, II - 3/4 of the basic dose, III - 1/2 of the basic dose, IV - 1/4 of the basic dose, V - 1/8 of the basic dose and VI - 0 of the basic dose - with no fertilization. The plants under the test were spring wheat of Henika cultivar, spring barley of Lot cultivar and oats of Dragon cultivar.

The grain decreased in a significant way together with lower fertilization on the levels from I to VI; only in the case of spring barley the decrease of yield between levels I and II of fertilization was not significant. Out of the three examined species, the highest yield was found in oats grain lowest in spring wheat, while the highest yield of straw was observed in oats and the lowest in spring barley. Results of yielding of the three species of crops under the effect of fertilization levels point out that the highest yields of grain and straw were achieved on level I of fertilization. The content of elements in grain and straw of the examined spring crops was significantly related to fertilization. The plants showed a sufficient content of potassium on all levels of fertilization, of nitrogen - only on level I, while the content of phosphorus on all fertilization levels was lower than the mean value. The grain and straw showed a high content of chlorine, while the low content of phosphorus and sulphur was caused by the antagonistic effect of chlorine on those elements. This means that on acid soils which are poor in sulphur chloride forms of fertilization compounds should be replaced with sulphate ones.