

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej Akademii Rolniczej w Lublinie  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, e-mail: wieslaw.bednarek@ar.lublin.pl

WIESŁAW BEDNAREK, RENATA RESZKA

**Wpływ wapnowania i nawożenia różnymi formami azotu  
na plonowanie oraz wykorzystanie fosforu  
przez rośliny jęczmienia jarego**

The influence of liming and fertilization with various nitrogen forms on yielding  
and utilization of phosphorus by spring barley

**Streszczenie.** W dwuletnim doświadczeniu wazonowym oceniano możliwość zwiększenia wykorzystania fosforu przez jęczmień jary pod wpływem wapnowania oraz nawożenia siarczanem amonu lub saletrą wapniową. Czynnikiem doświadczalnymi było wapnowanie, nawożenia dwoma formami azotu stosowane w dwóch dawkach oraz nawożenie fosforem na dwóch poziomach. Rośliną testową był jęczmień jary, który zbierano w fazie dojrzałości pełnej. Wapnowanie oraz nawożenie saletrą wapniową przyczyniło się do największego wzrostu plonu rośliny testowej. Zawartość fosforu w biomase jęczmienia zmniejszyła się pod wpływem wapnowania. Niezależnie od pH gleby, zastosowanie formy amonowej azotu prowadziło do zwiększenia zawartości badanego składnika w roślinie. Użycie zwiększonej dawki fosforu spowodowało wzrost koncentracji tego pierwiastka. Wykorzystanie analizowanego składnika z superfosfatu było większe na glebie wapnowanej niż kwaśnej. Rośliny uprawiane na glebie kwaśnej i nawożone saletrą wapniową wykorzystywały fosfor lepiej niż nawożone siarczanem amonu. Odm inną sytuację zaobserwowano w przypadku gleby wapnowanej.

**Słowa kluczowe:** fosfor, jęczmień jary, wykorzystanie, formy azotu, wapnowanie

WSTĘP

Fosfor wchodzi w skład wielu związków organicznych zarówno budujących struktury komórkowe, jak i biorących udział w przemianach metabolicznych. Optymalne odżywienie roślin tym pierwiastkiem wpływa korzystnie na ich stan fizjologiczny, sprzyja dobremu rozwojowi systemu korzeniowego, krzewieniu się zbóż, zwiększa ilość ziaren w kłosie, stymuluje ich wypełnienie oraz skraca okres dojrzwania. W konsekwencji wystarczające zaopatrzenie roślin w ten składnik pokarmowy warunkuje uzyskanie wysokich i jakościowo dobrych plonów.

Jęczmień jary jest jedną z najbardziej wartościowych roślin zbożowych uprawianych na paszę w strefie klimatu umiarkowanego. Ziarno jęczmienia jest bogatym źródłem węglowodanów i składników mineralnych. Jednak czynnikiem ograniczającym areał jego uprawy jest zakwaszenie gleb. W Polsce udział gleb o odczynie kwaśnym i bardzo kwaśnym wynosi ponad 50% powierzchni użytków rolnych [Lipiński 2005]. Niekorzystny wpływ zakwaszenia gleby na rośliny związany jest nie tylko z obniżeniem plonów, ale prowadzi również do zmian w ich składzie mineralnym. Przy niskich wartościach pH gleby następuje intensywne sorpcja fosforu, co w konsekwencji utrudnia zaopatrzenie roślin w ten pierwiastek [Mercik i Sas 1998].

Celem badań było określenie możliwości zwiększenia wykorzystania fosforu przez jęczmień jary pod wpływem nawożenia siarczanem amonu lub saletrą wapniową w zależności od zakwaszenia gleby.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania oparto na analizie chemicznej materiału roślinnego uzyskanego z dwuletniego doświadczenia wazonowego, które założono w 2003 r. Materiał glebowy pobrano z warstwy ornej gleby biellicowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego. Gleba charakteryzowała się bardzo kwaśnym odczynem, niską zasobnością w przyswajalny fosfor i potas oraz bardzo niską zawartością przyswajalnego magnezu. Eksperyment przeprowadzono w wazonach mieszczących 5 kg materiału glebowego. Schemat doświadczenia obejmował po 9 kombinacji w 4 powtórzeniach na glebie wapnowanej ( $G_2$ ) i niewapnowanej ( $G_1$ ). Czynnikiem doświadczalnym było: wapnowanie, nawożenie dwiema formami azotu: amonową –  $F_1$  lub azotanową –  $F_2$ , dwa poziomy nawożenia azotem:  $N_1$  – 0,1 g N  $kg^{-1}$ ,  $N_2$  – 0,2 g N  $kg^{-1}$  oraz nawożenie fosforem w dwóch dawkach:  $P_1$  – 0,06 g P  $kg^{-1}$ ,  $P_2$  – 0,12 g P  $kg^{-1}$ . Wymienione warianty doświadczalne stosowano na tle obiektu kontrolnego (K). We wszystkich obiektach stosowano stałe nawożenie potasem (0,1 g K  $kg^{-1}$ ) i magnezem (0,025 g Mg  $kg^{-1}$ ).  $CaCO_3$  zastosowano jednorazowo przed założeniem doświadczenia w ilości równoważnej 1 Hh. Nawożenie azotem, fosforem, potasem i magnezem stosowano w każdym roku badań przed siewem roślin. Fosfor dodano w postaci superfosfatu potrójnego granulowanego (20,1% P), azot w formie siarczanu amonu (20% N) lub saletry wapniowej (15,5% N), potas w postaci wysokoprocenowej soli potasowej (49,8% K), a magnez jako siarczan magnezu (9,6% Mg). W czasie wegetacji utrzymywano stałą wilgotność gleby, na poziomie 60% ppw.

Rośliną testową był jęczmień jary odmiany „Bryl”, który wysiewano w każdym roku badań w drugiej dekadzie kwietnia. Po wschodach rośliny przerywano, pozostawiając po 10 sztuk w każdym wazonie. W czasie wegetacji prowadzono obserwację oraz stosowano ochronę chemiczną przeciwko chorobom grzybowym i mszycom. Zbiór roślin dokonano w fazie dojrzałości pełnej w trzeciej dekadzie lipca. Po zbiorze określono wielkość plonu ziarna i słomy oraz masę korzeni.

Zawartość suchej masy oznaczono metodą suszarkową poprzez wysuszenie materiału roślinnego w temperaturze 105°C. Materiał roślinny mineralizowano w stężonym kwasie siarkowym (VI) z dodatkiem perhydrofluorowodoru [Kamińska i in. 1972]. W mineralizatach oznaczono fosfor metodą wanado-molibdenową, pomiary wykonano fotokolorymetrem Cecil 2011.

Wykorzystanie fosforu przez jęczmień jarego zostało wyliczone według wzoru:

$$W = \frac{x_1 - x_0}{D} \cdot 100, \%$$

gdzie:

- W – współczynnik wykorzystania fosforu nawozowego
- $x_0$  – ilość pobranego fosforu z wazonu bez nawożenia fosforem
- $x_1$  – ilość pobranego fosforu z wazonu nawożonego fosforem
- D – dawka fosforu nawozowego wazon<sup>-1</sup>

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że wszystkie czynniki eksperymentalne (wapnowanie, nawożenie azotem i fosforem) miały istotny wpływ na wielkość plonu jęczmienia jarego (tab. 1). Największą poprawę plonowania wywołało zastosowanie węgla wapnia. Wynika to z faktu, że jęczmień jarego należy do grupy roślin bardzo wrażliwych na kwaśny odczyn i związane z nim duże stężenie glinu ruchomego [Mercik i Sas 1998]. Dodatnie oddziaływanie odkwaszenia na plon jest również konsekwencją uruchomienia składników pokarmowych z form trudno rozpuszczalnych. Wzrost plonu roślin pod wpływem tego zabiegu stwierdzili także inni autorzy [Maciejewska i Gibczyńska 1998, Stępień i Mercik 1998, Manske i in. 2001, Tkaczyk 2002]. Jednak w eksperymencie przeprowadzonym przez Kotowską i Maciejewską [2001] wapnowanie wpłynęło tylko na niewielki wzrost plonu ziarna jęczmienia jarego. Niezależnie od wapnowania zastosowanie saletry wapniowej w większym stopniu zwiększało plon rośliny testowej niż użycie siarczanu amonu. Dodatni wpływ formy azotanowej azotu był szczególnie wyraźny w przypadku gleby niewapnowanej. Zjawisko to można uzasadnić wzrostem wartości pH pod wpływem  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ . Ponadto forma azotanowa azotu jest z reguły lepiej wykorzystywana przez rośliny niż forma amonowa [Kurvits i Kirkby 1980]. Nie bez znaczenia jest również fakt, że z omawianym nawozem dostarcza się roślinom wapnia w postaci łatwo przyswajalnej [Sapek i Sapek 1994]. Dodatni wpływ formy azotanowej azotu potwierdzili także Borowski i in. [1991], Potarzycki i Lewicka [2001] oraz Sapek i in. [2002]. Hoffman i in. [1994] otrzymali większe plony roślin żywionych  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  tylko w obecności dużych dawek fosforu. W obiektach bez nawożenia lub z mniejszą dawką P korzystniejsze okazało się stosowanie  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Jednak Borowski [2001] najwyższe plony roślin uzyskał przy żywieniu N- $\text{NO}_3$  zarówno w warunkach niedoboru, jak i właściwego zaopatrzenia w fosfor. Zależności te zostały również potwierdzone w niniejszym doświadczeniu. Natomiast Ybirdin [1996] zaobserwował brak wpływu formy azotu na plonowanie roślin. W badaniach własnych wzrastające dawki fosforu i azotu, szczególnie w formie azotanowej, wpływały stymulująco na plonowanie jęczmienia jarego. Na dodatnie oddziaływanie zwiększonych dawek analizowanych składników wskazują również inni autorzy [Kruczek 1995, Potarzycki i Lewicka 2001, Tkaczyk 2002].

Zawartość fosforu w ziarnie, słomie i korzeniach jęczmienia jarego uprawianego na glebie wapnowanej była niższa niż w roślinach rosnących na glebie kwaśnej (tab. 2). Najprawdopodobniej powodem tego było szybkie tempo akumulacji suchej masy, przewyższające tempo

Tabela 1. Współdziałanie czynników doświadczalnych w kształtowaniu plonu jęczmienia jarego (g s. m. wazon<sup>-1</sup>)  
 Table 1. Interaction of the experimental factors on the yield formation of spring barley (g d. m. pot<sup>-1</sup>)

Obiekt* Object	Ziarno Grain				Słoma Straw				Korzenie Roots				Ogólny plon biomasy Total yield of biomass			
	G <sub>1</sub>		G <sub>2</sub>		G <sub>1</sub>		G <sub>2</sub>		G <sub>1</sub>		G <sub>2</sub>		G <sub>1</sub>		G <sub>2</sub>	
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
P <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	2,03	23,33	34,52	37,28	3,67	25,07	37,03	37,70	0,25	1,64	2,55	2,49	5,97	50,04	74,10	77,47
P <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	1,14	25,56	35,16	40,21	3,63	31,89	35,14	41,18	0,19	1,64	2,13	2,41	4,96	59,09	72,43	83,79
P <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	6,37	24,68	34,32	36,77	8,69	27,19	35,01	36,49	0,40	1,60	2,36	2,31	15,46	53,60	71,70	75,70
P <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	1,68	32,01	35,67	40,78	6,23	32,56	34,53	40,32	0,24	1,88	2,18	2,27	8,14	66,44	72,38	83,37
$\bar{x}$ G G	14,60		36,84		17,37		37,18		0,98		2,34		32,96		76,37	
$\bar{x}$ F			18,86	32,58			20,49	34,05			1,29	2,03			40,64	68,69
NIR (p = 0,05) LSD (p = 0.05)	G, P, N, F – 0,68 GP, GF, NF – 1,27 GNF, PNF – 2,12 GPNF – 3,40				G, P, N, F – 0,65 GP, GF, NF – 1,21 GPN, GPF – 2,03				G, P, N, F – 0,08 GP, GN, GF, NF – 0,15				G, P, N, F – 1,32 GP, GF, NF – 2,45 GNF – 4,11 GPNF – 6,60			
K	0,23		16,54		1,80		20,68		0,19		1,67		2,22		38,90	

G<sub>1</sub> – gleba kwaśna, acid soil; G<sub>2</sub> – gleba wapnowana, limed soil; F<sub>1</sub> – siarczan amonu, ammonium sulphate; F<sub>2</sub> – saletra wapniowa, calcium nitrate; N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> – dawki azotu, nitrogen rates; P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> – dawki fosforu, phosphorus rates, K – kontrola, control

Tabela 2. Współdziałanie czynników doświadczalnych w kształtowaniu zawartości fosforu w jęczmieniu jarym  
(g P kg<sup>-1</sup> s. m.)  
Table 2. Interaction of the experimental factors on the formation of phosphorus content in spring barley  
(g P kg<sup>-1</sup> d. m.)

Obiekt* Object	Ziarno Grain				Słoma Straw				Korzenie Roots			
	G <sub>1</sub>		G <sub>2</sub>		G <sub>1</sub>		G <sub>2</sub>		G <sub>1</sub>		G <sub>2</sub>	
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
P <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	3,90	3,60	3,80	3,45	1,60	1,00	1,20	0,95	1,70	1,25	1,30	1,15
P <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	4,08	3,60	3,80	3,30	1,75	1,05	1,35	0,90	1,40	1,18	1,35	1,13
P <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	4,40	4,00	4,25	3,88	2,25	1,60	1,35	1,30	1,80	1,40	1,35	1,25
P <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	4,43	4,10	4,25	3,75	2,38	1,35	1,45	1,10	1,85	1,40	1,40	1,28
$\bar{x}$ G	4,01		3,81		1,62		1,20		1,50		1,28	
$\bar{x}$ F			4,11	3,71			1,67	1,16			1,52	1,25
NIR (p = 0,05) LSD (p = 0,05)	G, P, F – 0,06 GN – 0,11				G, P, F – 0,07 GP, GF, PN, NF – 0,12 GPF – 0,21				G, P, F – 0,06 GP, GF, PN – 0,10			
K	2,35		2,70		1,23		0,90		1,00		1,05	

\*objaśnienia patrz tab. 1; explanations see tab. 1

pobierania składników mineralnych, a w konsekwencji powodujące obniżenie zawartości składnika w biomacie. Otrzymane wyniki pokrywają się ze spostrzeżeniami Tkaczyka [2002] oraz Manske i in. [2001]. Stępień i Mercik [1998] zaobserwowali niewielki przyrost zawartości P w słomie jęczmienia jarego, natomiast Kotowska i Maciejewska [2001] oraz Filipek-Mazur i in. [1999] nie stwierdzili wyraźnego oddziaływania tego zabiegu na poziom fosforu w roślinach. W prezentowanych badaniach, niezależnie od części wskaźnikowej rośliny testowej zastosowanie siarczanu amonu zwiększyło koncentrację fosforu w stosunku do zawartości tego składnika w roślinach nawożonych saletrą wapniową. Fakt ten można uzasadnić oddziaływaniem form azotu na równowagę jonową w roślinach. W warunkach żywienia roślin tylko azotem amonowym, duża ilość pobieranych jonów  $\text{NH}_4^+$  stymuluje równoczesne pobieranie anionów, w tym także jonu fosforanowego, w celu utrzymania równowagi jonowej [Borowski 2001]. Dodatni wpływ formy amonowej azotu na zawartość fosforu potwierdzili także inni autorzy [Borowski 2001, Ortas i Rowell 2004]. Jednak Borowski i in. [1991] zaobserwowali zwiększenie zawartości tego składnika w częściach nadziemnych roślin nawożonych formą amonową, a obniżenie w korzeniach. Zwiększenie dawek fosforu sprzyjało wzrostowi koncentracji tego składnika w biomacie testowanej rośliny. Podobne rezultaty badań otrzymał Lipiński [1997]. Natomiast zróżnicowanie dawek azotu nie było czynnikiem determinującym poziom fosforu w roślinie, co potwierdzają dane z literatury [Kruczek 1995, Filipek-Mazur i in. 1999].

W badaniach własnych wykorzystanie fosforu z superfosfatu potrójnego wahało się w granicach od 3 do 41% (tab. 3). Wapnowanie gleby bardzo kwaśnej wywołało znaczne zwiększenie wykorzystania fosforu przez jęczmień jary. Przyczyną tego było przede wszystkim zwiększenie plonu roślin. Dodatkowo oddziaływanie odkwaszenia gleby na absorpcję omawianego składnika stwierdzili także Sapek i in. [2002]. Saletra wapniowa zastosowana na glebę kwaśną wpływała stymulująco na wykorzystanie fosforu, co było związane z oddziaływaniem tego nawozu na wielkość plonu roślin. Jednak w przypadku gleby wapnowanej korzystniejsze okazało się użycie siarczanu amonu, który sprzyjał wzrostowi zawartości omawianego składnika w biomacie jęczmienia jarego. Sapek i in. [2002] również wskazują na duże plonotwórcze działanie  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ . Natomiast Hoffman i in. [1994] zwracają uwagę na zwiększoną absorpcję P w wyniku nawożenia roślin  $\text{N-NH}_4$ . Wzrastające dawki azotu, szczególnie w formie azotanowej, sprzyjały zwiększeniu wykorzystania fosforu przez rośliny. Natomiast zwiększenie dawek fosforu ograniczało stopień wykorzystania tego składnika z superfosfatu. Otrzymane rezultaty badań wskazały, że już niższe dawki superfosfatu były prawie wystarczające do pokrycia potrzeb pokarmowych roślin, a zastosowanie zwiększonych dawek służyło przede wszystkim do uzupełnienia rezerw glebowych. Zmniejszenie wykorzystania P wraz ze wzrostem dawek nawozu fosforowego wykazali także Lipiński [1997] i Tkaczyk [2002].

#### WNIOSKI

1. Największy wpływ na wielkość plonu jęczmienia jarego miało wapnowanie oraz nawożenie saletrą wapniową.
2. Zawartość fosforu w biomacie jęczmienia jarego zmniejsza się w wyniku wapnowania. Forma amonowa azotu sprzyjała pobieraniu tego składnika niezależnie od odczynu gleby. Rośliny nawożone zwiększoną dawką superfosfatu potrójnego zawierały więcej P.

Wykorzystanie fosforu przez jęczmień jary zwiększało się istotnie pod wpływem wapnowania, natomiast oddziaływanie zróżnicowanych form azotu było uzależnione od odczynu gleby. Saletra wapniowa zastosowana na glebę bardzo kwaśną poprawia wykorzystanie fosforu, na glebie wapnowanej stymulujący wpływ wywiera siarczan amonu. Wzrastające dawki fosforu ograniczały jego wykorzystanie z superfosfatu potrójnego.

Wapnowanie zastosowane łącznie z mniejszymi dawkami azotu i fosforu w największym stopniu zwiększało efektywność nawożenia fosforem.

#### PIŚMIENNICTWO

- Borowski E., 2001. Wpływ formy azotu na wzrost, fotosyntezę i pobieranie fosforu przez rośliny słonecznika. *Annales UMCS*, s. EEE, Horticultura, 9, 23–31.
- Borowski E., Blamowski Z., Uziak Z., 1991. Wpływ formy azotu na kształtowanie się składu jonowego i zawartości wolnych aminokwasów w roślinach rzepaku i kukurydzy. *Annales UMCS*, s. E, Agricultura, XLVI, 25, 193–201.
- Filipek-Mazur B., Mazur K., Kasperczyk M., Gondek K., 1999. Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego i wapnowania na skład chemiczny gatunków roślin wybranych z runi łąkowej statycznego doświadczenia w Czarnym Potoku. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465, 585–595.
- Hoffman Ch., Ladewig E., Claassen N., Jungk A., 1994. Phosphorus uptake of maize as affected by ammonium and nitrate nitrogen measurement and model calculations. *Z. Pflanzenernahr Bodenk.* 157, 225–232.
- Kamińska W., Kardasz T., Strahl A., Bałuka T., Walczak K., 1972. Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Cz. 2 Badanie materiału roślinnego. Wyd. IUNG Puławy.
- Kotowska J., Maciejewska M., 2001. Wpływ wapnowania i nawożenia NPK gleby bardzo kwaśnej na zawartość i stosunki ilościowe makroskładników w bulwach ziemniaków oraz ziarnie jęczmienia. *Biul. Magnezol.* 6, 575–581.
- Kruczek G., 1995. Plonowanie oraz jakość ziarna jęczmienia jarego w zależności od nawożenia azotowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 421a, 233–237.
- Kurvits A., Kirkby E. A., 1980. The uptake of nutrients by sunflower plants (*Helianthus annuus*) growing in a continuous flowing culture system, supplied with nitrate or ammonium as nitrogen source. *Z. Pflanzenernahr. Bodenk.* 143, 140–149.
- Lipiński W., 1997. Wpływ wapnowania i nawożenia magnezem na przemiany fosforu w glebie oraz pobranie tego składnika przez jęczmień jary. Cz. II Pobranie i wykorzystanie fosforu. *Annales UMCS*, s. E, Agricultura, 52, 29, 245–255.
- Lipiński W., 2005. Odczyn gleb Polski. *Nawozy i Nawożenie* 2 (23), 33–40.
- Maciejewska M., Gibczyńska M., 1998. Wpływ węgla wapnia oraz superfosfatu na plon mieszanki paszowej i zawartość w niej fosforu. *Prace Nauk. AE Wrocław, Chemia* 792, 364–369.
- Manske G. G. B., Ortiz-Monasterio J. I., Ginkel M., Gonzalez R. M., Fischer R. A., Rajaram S., Vlek P. L. G., 2001. Importance of P uptake efficiency versus P utilization for wheat yield in acid and calcareous soils in Mexico. *Eur. J. Agron.* 14, 261–274.
- Mercik S., Sas L., 1998. Ujemny wpływ nadmiernego zakwaszenia gleby na rośliny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 456, 29–39.
- Ortas J., Rowell D. L., 2004. Effect of ammonium and nitrate on indigenous mycorrhizal infection, rhizosphere pH change and phosphorus uptake by sorghum. *Comm. Soil Sc. Plant Anal.* 35, 13/14, 1923–1945.
- Potarzycki J., Lewicka L., 2001. Efektywność plonotwórcza fosforu nawozowego w uprawie pszenicy ozimej. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 223, Agricultura 89, 159–164.

- Sapek B., Kalińska D., Barszczewski J., 2002. Wpływ węglanu wapnia i saletry wapniowej na dynamikę wynoszenia składników mineralnych z plonem roślinności łąkowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 484, 549–561.
- Sapek B., Sapek A., 1994. Perspektywy stosowania saletry wapniowej „Hydro” na trwale użytki zielone. Wiad. Melior. 2, 92–95.
- Stępień W., Mercik S., 1998. Bezpośrednie i następcze działanie wzrastających dawek dolomitu na glebie silnie kwaśnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465, 237–241.
- Tkaczyk P., 2002. Efekty wapnowania, nawożenia azotem i fosforem gleby bardzo kwaśnej. Cz. II. Pobieranie oraz wykorzystanie fosforu przez jęczmień jary. Acta Sci. Pol., Agricultura 1, 57–72.
- Yibirin H., 1996. Corn production as affected by daily fertilization with ammonium, nitrate and phosphorus. Soil Sc. Soc. Am. J. 60, 2, 512–518.

**Summary.** The possibilities of increasing phosphorus utilization by spring barley treated with liming and fertilization with ammonium sulphate or calcium nitrate were determined in two-year pot experiment. The factors of the study were: liming, fertilization with two nitrogen forms at two levels and fertilization with phosphorus at two levels. The test plant was spring barley, which was harvested at its full ripeness. The obtained results indicated that the greatest increase of yield of test plant was caused by liming and fertilization with calcium nitrate. The content of phosphorus in barley biomass has been decrease under the influence of liming. Ammonium nitrogen application caused the increase of this element content in plant, irrespective of pH values. The plants fertilized with higher phosphorus rates had the higher content of this element. The utilization of analyzed element from superphosphate was higher on limed soil than on acid one. On acid soil the plant fertilized with calcium nitrate utilized better phosphorus than plants treated with ammonium sulphate. A opposite relation was observed in the case of limed soil.

**Key words:** phosphorus, spring barley, utilization, nitrogen forms, liming