

## WYKORZYSTANIE FOSFORU W ZALEŻNOŚCI OD WIELKOŚCI DAWKI I FORMY NAWOZU FOSFOROWEGO

ARKADIUSZ TUJAKA, STANISŁAW GOSEK

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach*

atujaka@iung.pulawy.pl

**Synopsis.** Na podstawie wyników uzyskanych w trzyletnich, ścisłych doświadczeniach polowych, przeprowadzonych w latach 2005–2007 w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB Grabów na glebie płowej kompleksu pszennego dobrego, z pszenicą ozimą, pszenżytem i kukurydzą na kiszonce, uprawianymi w warunkach zróżnicowanych dawek fosforu w superfosfacie pojedynczym i potrójnym, określono wykorzystanie fosforu przez rośliny w zależności od wielkości dawki i formy nawozu. Wykorzystanie fosforu z nawozów wyliczono metodą różnicową uwzględniającą różnicę pobrania na obiekcie nawożonym fosforem i kontrolnym w stosunku do wielkości dawki oraz metodą bilansową ujmującą stosunek pobrania fosforu do wielkości zastosowanej dawki. Metoda różnicowa zaniża, a bilansowa zawyża wielkość wykorzystania fosforu z nawozów. Pewną korektę wartości wykorzystania fosforu stanowi uwzględnienie zmian zawartości przyswajalnego fosforu w glebie w warstwie 0–90 cm. Im wyższą dawkę fosforu stosowano tym mniejsze było jej wykorzystanie przez rośliny. Spośród analizowanych roślin, kukurydza najlepiej wykorzystywała fosfor z superfosfatu pojedynczego, w wariacie, w którym zastosowano jego najniższy i optymalny poziom nawożenia. Trzyletni okres badań dla bilansu i wykorzystania fosforu z nawozów oraz jego przemieszczeń i akumulacji w glebie był zbyt krótki dla określenia konkretnych zaleceń nawozowych, ale w pełni potwierdził słuszność postępowania przy wyznaczaniu wielkości dawek i sposobu nawożenia fosforem.

**Słowa kluczowe** – *key words*: wykorzystanie fosforu – *phosphorus utilization*, efektywność nawożenia fosforem – *efficiency of phosphorus fertilization*

### WSTĘP

Nawożenie fosforem jest konieczne dla utrzymywania na wysokim poziomie żyzności gleby zapewniającej uzyskiwanie wysokich plonów roślin i dobrej jakości produktów. Ustalanie wielkości dawek nawozów fosforowych w Polsce uwzględnia zarówno bilans tego składnika, jak też aktualną zasobność gleby w przyswajalne formy fosforu [Fotyma 2002]. Wymogi ochrony środowiska w zakresie zanieczyszczania wód związkami fosforu z pól zmuszają do uściślenia wielkości dawek w oparciu o wyznaczenie parametrów wykorzystania fosforu z nawozów i rezerw glebowych. Przy bardzo niskiej i niskiej zasobności gleby w przyswajalne formy fosforu konieczne jest stosowanie dawek nawozów fosforowych, przekraczających 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na hektar, co może być przyczyną zwiększonego wymywania tego składnika i zanieczyszczenia fosforanami wód drenarskich i powierzchniowych. Wzrost zawartości fosforanów prowadzi do niepożądanego zjawiska eutrofizacji [Cox i Smith 2004, Johnston i Seyers 2006, Sharpley 1995]. O efektywnym wykorzystaniu fosforu z nawozów decyduje możliwość jego następczego działania [Kęsik i Fotyma 1991]. Współczynnik wykorzystania fosforu z nawozów przez rośliny umożliwia ocenę plonotwórczego działania nawozu fosforowego. W stosunku do wpływu poziomu nawożenia fosforem na zmiany zawartości przyswajalnego fosforu, trzyletni okres

badania jest zbyt krótki, ale nie stanowi to głównego celu pracy i umożliwia tylko bardziej precyzyjną wycenę wykorzystania fosforu uwzględniającą trendy zmiany zasobności gleby w fosfor. Celem pracy było określenie stopnia wykorzystania fosforu w zależności od wielkości dawki i rodzaju nawozu przy optymalnym poziomie nawożenia azotem i potasem.

## MATERIAŁ I METODY

Przedstawione wyniki badań dotyczą serii ścisłych doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 2005–2007. Doświadczenie prowadzono w układzie kompletnie zrandomizowanym, w 3 powtórzeniach. Stosowano trójpolowy płodozmian: pszenica ozima – pszenżyto ozime – kukurydza na kiszonce, równolegle na 3 polach w każdym roku. Doświadczenia zlokalizowano w Stacji Doświadczalnej w Grabowie (51°21' N, 21°40' E) należącej do IUNG-PIB w Puławach, na glebie płowej wytworzonej na glinie lekkiej, kompleksu psennego dobrego, o średniej zawartości przyswajalnego fosforu. Uprawiane w płodozmianie rośliny mają duże wymagania nawozowe w stosunku do fosforu; schemat doświadczenia uwzględniający wielkość dawek i formy nawozów fosforowych, przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Nawożenie roślin fosforem w latach 2005–2007 (kg P·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>)

Table 1. Phosphorus fertilization of plants in years 2005–2007 (kg P·ha<sup>-1</sup>·year<sup>-1</sup>)

Obiekt <i>Treatment</i>	Pszenica ozima <i>Winter wheat</i>	Pszenżyto ozime <i>Winter triticale</i>	Kukurydza na kiszonce <i>Silage maize</i>	Średnio <i>Mean</i>
P <sub>0</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	–	–	–	–
P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub> *	10,9	8,7	13,1	10,9
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	21,4	17,4	26,2	21,7
P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	42,7	26,2	52,3	40,4
P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> S <sub>1</sub> **	10,9	8,7	13,1	10,9
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	21,4	17,4	26,2	21,7
P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	42,7	26,2	52,3	40,4

Forma nawozu – *Form of fertilizer*:

\*– superfosfat potrójny – *triple superphosphate* 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

\*\*– superfosfat pojedynczy – *single superphosphate* 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Nawożenie azotem i potasem było stosowane zgodnie z zaleceniami nawozowymi w jednokowych dawkach na wszystkich analizowanych obiektach i przedstawiało się następująco: pszenica ozima – 110 kg N·ha<sup>-1</sup> i 130 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>, pszenżyto ozime – 140 kg N·ha<sup>-1</sup> i 130 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>, kukurydza na kiszonce – 140 kg N·ha<sup>-1</sup> oraz 140 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>.

W powietrznie suchych próbkach gleby pobieranych corocznie po zborze roślin z poziomów 0–30, 31–60 i 61–90 cm oznaczono zawartość przyswajalnego fosforu metodą Egnera-Riehma DL w mg P·kg<sup>-1</sup> gleby. W doświadczeniu nie stosowano nawozów naturalnych. Wykorzystanie fosforu wyliczono według dwóch najczęściej stosowanych metod:  $W_1 = (P_n - P_0)/D \times 100$  i  $W_2 = P_n/D$ , gdzie: P<sub>n</sub> – pobranie fosforu na wariancie nawożonym, P<sub>0</sub> – pobranie fosforu na wariancie kontrolnym P<sub>0</sub>, D – dawka fosforu w kg P·ha<sup>-1</sup>. W ocenie wykorzystania przez rośliny fosforu z nawozów uwzględniono również zmiany zawartości przyswajalnych form tego składnika w glebie według wzoru:  $W_3 = (P_n \pm a) - (P_0 \pm b)/D \times 100$ , gdzie a i b są różnicą zawartości

przyswajalnego fosforu przy zakładaniu doświadczenia w 2005 roku i po jego zakończeniu w roku 2007 po zbiorze roślin.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Bilans fosforu obliczono jako różnicę pomiędzy ilością pobraną przez uprawiane w płodozmianie rośliny i wielkością zastosowanych dawek P przedstawioną w tabeli 1. W tabeli 2 przedstawiono średni dla kolejnych lat badań bilans fosforu wyliczony jako różnica pomiędzy zastosowanym nawożeniem i pobraniem przez rośliny na badanych obiektach. Z danych tych wynika, że zrównoważenie bilansu fosforu zapewniała dawka  $P_2K_2S_0$  i  $P_2K_2S_2$  – optymalna dla uprawianych w płodozmianie gatunków roślin. Forma nawozu fosforowego nie miała większego wpływu na wartość bilansu składnika. W kolejnych latach badań zróżnicowanie bilansu zależało od uzyskanej wielkości plonu i tym samym zróżnicowania pobrania fosforu przez rośliny. Obiekt kontrolny  $P_0K_2S_0$  określa wykorzystanie przez rośliny glebowych rezerw przyswajalnego fosforu. Ocena zawartości przyswajalnego fosforu wykonana po zbiorze roślin w każdym roku wskazuje, że zawartość składnika utrzymywała się na tym samym poziomie, zabezpieczając plony ziarna pszenicy na średnim poziomie  $5,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , ziarna pszenżyta  $5,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  i suchej masy kukurydzy  $14,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Efektywność nawożenia fosforem w stosunku do obiektu kontrolnego  $P_0K_2S_0$  wynosiła dla maksymalnych plonów ziarna pszenicy  $0,34 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  na obiekcie  $P_1K_2S_1$ , dla ziarna pszenżyta  $0,21 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  w wariantcie  $P_1K_2S_0$  i  $1,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  suchej masy kukurydzy również w wariantcie  $P_1K_2S_0$ .

Przetawione w tabeli 3 procentowe wykorzystanie fosforu z nawozów przez rośliny wskazuje na dominującą rolę rezerw glebowych fosforu w stosunku do aktualnie zastosowanego w nawozach fosforu, szczególnie przy nawożeniu poniżej potrzeb pokarmowych roślin w zapatrywaniu roślin w fosfor. Z drugiej strony zwiększanie dawki fosforu znacznie obniża procentowe wykorzystanie tego składnika przez rośliny. W warunkach optymalnego nawożenia, wykorzystanie fosforu z nawozów na dawkach  $P_2K_2S_0$  i  $P_2K_2S_2$  wykorzystanie  $W_1$  fosforu przez rośliny wahało się w zależności od gatunku od 8,4 do 37,0%. Najslabiej wykorzystywało fosfor z nawozów pszenżyto, najlepiej kukurydza, szczególnie w wariantcie optymalnym z superfo-

Tabela 2. Średni dla 3 pól bilans fosforu w latach 2005–2007 ( $\text{kg P}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ )\*

Table 2. Average phosphorus balance for 3 fields in years 2005–2007 ( $\text{kg P}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{year}^{-1}$ )\*

Obiekt <i>Treatment</i>	Lata – Years			Średnio z lat 2005–2007 <i>Mean of years 2005–2007</i>
	2005	2006	2007	
$P_0K_2S_0$	-19,3	-14,5	-27,1	-20,3
$P_1K_2S_0$	-11,4	-4,2	-17,7	-11,1
$P_2K_2S_0$	-0,4	+7,3	-3,7	+1,1
$P_3K_2S_0$	+20,7	+26,5	+14,9	+20,7
$P_1K_2S_1$	-15,2	-6,5	-17,7	-13,1
$P_2K_2S_2$	-3,8	+5,9	-8,9	-2,3
$P_3K_2S_3$	+21,7	+26,3	+12,4	+20,1

\* Nawożenie P – pobranie P przez rośliny

\* *P fertilization – P uptake by plants*

Tabela 3. Wykorzystanie fosforu z nawozów w latach 2005–2007 (%)  
 Table 3. Phosphorus utilization from fertilizers in years 2005–2007(%)

Obiekt Treatment	Pszenica ozima Winter wheat		Pszenżyto ozime Winter triticale		Kukurydza na kisonkę Silage maize	
	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	28,3	195,1	-12,3	249,0	31,4	176,4
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	1,2	86,3	-8,4	122,3	13,0	85,5
P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	5,9	48,5	-3,8	83,3	11,4	47,7
P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	9,8	176,6	12,3	273,5	76,7	221,6
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	10,4	95,5	8,4	139,0	37,0	109,4
P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	5,2	47,8	2,1	89,2	12,4	48,6

Tabela 4. Średnie wykorzystanie fosforu przez 3 rośliny z nawozów w % P w latach 2005–2007  
 Table 4. Average phosphorus utilization of 3 plants in % P in years 2005–2007

Obiekt Treatment	W1 (Pn-P <sub>0</sub> )/D x 100	W2 Pn/D x 100	W3 (Pn±a)-(Pn±b)/D x 100
P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	10,6	196,8	-11,5
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	1,9	94,1	+51,7
P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	7,6	55,6	-10,7
P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	34,3	220,5	+100,3
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	19,0	112,8	+19,4
P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	6,8	57,1	+1,7

sfałem pojedynczym. Pszenżyto również znacznie lepiej wykorzystywało fosfor z superfosfatu pojedynczego niż z potrójnego, co wskazuje na korzystny wpływ siarki na wykorzystanie fosforu przez te rośliny.

Uwzględnienie przy ocenie wykorzystania przez rośliny fosforu z nawozów również zmian zawartości przyswajalnych form tego składnika w glebie przedstawione w tabeli 4 jako wartości W<sub>3</sub> również potwierdza spostrzeżenie o przewadze superfosfatu pojedynczego nad potrójnym.

Trzyletni okres badań dla zmian zawartości przyswajalnego fosforu i jego przemieszczeń w glebie okazał się zbyt krótki dla dokonania pełnej oceny, ale pozwala na stwierdzenie pewnych trendów, które mogą być pomocne dla uściślenia zalecanej wielkości dawek fosforu oraz poprawy wykorzystania P z nawozów. Przyjęto utrzymywanie średniej zasobności gleby w fosfor przyswajalny poprzez zwrot ilości P pobieranych przez rośliny uprawne. Pełną ocenę zrównoważonego nawożenia fosforem i jego przemieszczenia w głąb profilu glebowego przeprowadzono w oparciu o zawartości przyswajalnego fosforu w warstwach gleby 0–30 cm, 31–60 cm i 61–90 cm przedstawionych w tabeli 5. Połowa zawartości przyswajalnego dla roślin fosforu w profilu gleby do 90 cm zakumulowana była w wierzchniej warstwie 0–30 cm. W warstwie od 61 do 90 cm zawartość fosforu była najniższa i nie przekraczała kilkunastu procent w stosunku do całego badanego profilu. W stosunku do zawartości wyjściowej tylko najwyższa dawka fosforu zwiększyła zawartość przyswajalnego P i to tylko w najgłębszej warstwie 61–90 cm.

Należy też zaznaczyć, że mikroorganizmy glebowe i wydzieliny korzeniowe uprawianych roślin zwiększają ilość form P trudniej dostępnych od oznaczonych metodą Egnera-Riehma DL,

Tabela 5. Zawartości przyswajalnego fosforu w mg P·kg<sup>-1</sup> gleby po 3 latach badań (średnie dla 3 pól)  
 Table 5. Contents of available phosphorus in mg P·kg<sup>-1</sup> of soil after 3 years of research (mean for 3 fields)

Obiekt <i>Treatment</i>	Warstwa gleby – <i>Soil layer</i>		
	0–30 cm	31–60 cm	61–90 cm
P <sub>0</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	43,0	24,9	9,3
P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	50,6	24,7	11,5
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	47,8	28,0	13,5
P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> S <sub>0</sub>	48,7	25,3	14,1
P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	46,7	20,3	8,9
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	46,9	23,3	12,5
P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	55,7	27,5	15,0
Gleba wyjściowa <i>Initial soil</i>	49,2	25,7	9,3

co utrudnia ściśle bilansowanie fosforu w układzie gleba-roślina. Doradztwo nawozowe oparte na bilansie fosforu uwzględnia nadal aktualny poziom zasobności gleby w fosfor przyswajalny. Przy bardzo niskiej i niskiej zasobności gleby w fosfor, którą według badań Lipińskiego [2005] nadal wykazuje 40% gleb Polski, konieczne jest stosowanie naddatku na poprawę zasobności tych gleb. Naddatek, szczególnie przy bardzo niskiej zasobności gleby w fosfor przyswajalny, znacznie zwiększa zalecaną dawkę fosforu, co może być związane z nasilonym wymywaniem fosforanów, niebezpiecznym dla środowiska.

Na glebach o bardzo wysokiej zasobności w fosfor przez kilka lat można znacznie ograniczyć, a nawet zaprzestać nawożenia fosforem. Johnston i Dawson [2005] wskazują na możliwość zwiększenia efektywności i stopnia wykorzystania fosforu z nawozów poprzez doskonalenie metod aplikacji i recykling fosforu ze ścieków z produkcji zwierzęcej i przemysłowej. W innej pracy Johnston i Seyers [2006] podkreślają niebezpieczeństwo zanieczyszczenia środowiska przy szeroko stosowanych ściekach. Sharpley [1995] stwierdził w swoich badaniach, że ilość wymywanego do wód powierzchniowych fosforu zależy głównie od rodzaju gleby i systemu uprawy. W wieloletnich badaniach polowych przeprowadzonych w Skierniewicach, Moskal i in. [1999] stwierdzili wyraźne działanie następcze nawozów fosforowych, co wcześniej dowiedli również Kęsik i Fotyma [1991]. Efektywność nawożenia fosforem przy przestrzeganiu zasady zrównoważonego nawożenia badali również Batten [1992], Bolland [1998], Fotyma [2002], Mengel [1997] oraz Schnug [2003]. Zagrożenie zanieczyszczenia fosforem środowiska wynikające ze strony rolnictwa oceniali Cox i Smith [2004], Johnston i Dawson [2005], Gaj [2008] oraz Sharpley [2005]. Również w raportach OECD [2001] zwrócono uwagę na zagrożenie dla środowiska przy wysokim poziomie nawożenia fosforem, znacznie przekraczającym potrzeby pokarmowe roślin.

## WNIOSKI

1. Zrównoważenie bilansu fosforu, bez względu na zastosowaną formę nawozu uzyskano na obiektach P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>S<sub>0</sub> i P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>. Wyższa od optymalnej, zalecanej przez doradztwo, dawka P<sub>3</sub> dała po 3 latach badań nadwyżkę bilansową rzędu 60 kg P·ha<sup>-1</sup>.

2. Brak nawożenia fosforem przez okres 3 lat nie wpłynął znacząco ani na poziom plonów, ani na sumę pobrania fosforu przez rośliny, która wyniosła  $61 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ .
3. Wykorzystanie fosforu przez rośliny było największe w przypadku kukurydzy nawożonej superfosfatem pojedynczym i wynosiło na obiekcie optymalnie nawożonym ( $\text{P}_2\text{K}_2\text{S}_2$ ) 37%.
4. W warunkach średniej zawartości gleby w fosfor w pełni były zabezpieczone potrzeby pokarmowe analizowanych roślin względem tego składnika.
5. O zaopatrzeniu roślin w fosfor decyduje warstwa powierzchniowa gleby 0–30 cm, w której akumuluje się ponad połowa ilości fosforu. Dla uściślenia zaleceń można dodatkowo uwzględnić zawartość przyswajalnego fosforu w warstwie 31–60 cm.

## PIŚMIENNICTWO

- Batten G. 1992. A review of phosphorus efficiency in wheat. *Plant Soil* 146: 163–168.
- Bolland M.D.A., Baker M.J. 1988. High phosphorus concentrations in seed of wheat and annual medic are related to higher rates of dry matter production of seedlings and plants. *Aust. J. Exp. Agr.* 28: 765–770.
- Cox J.W., Smith D.R. 2004. Erosion and phosphorus mobility from agricultural catchments. Proceedings of the IPW 4 Critical evaluation of options for reducing phosphorus loss from agriculture. Wageningen, The Netherlands 16-19 August 2004: 1–13.
- Fotyma M. 2002. Zrównoważona gospodarka fosforem w rolnictwie polskim. *Naw. Nawoz. (Fert. Fertil.)* 4: 160–172.
- Fotyma M. 2003. Fertilizer consumption by crop. *Naw. Nawoz. (Fert. Fertil.)* 1: 30–43.
- Gaj R. 2008. Zrównoważona gospodarka fosforem w glebie i roślinie. *Naw. Nawoz. (Fert. Fertil.)* 33: ss. 143.
- Johnston A.E., Dawson C.J. 2005. Phosphorus in agriculture and in relation to water quality. Agricultural Industries Confederation, Peterborough, UK: ss. 71.
- Johnston A.E., Syers J.K. 2006. Changes in understanding the behaviour of soil and fertilizer phosphorus: implications for their efficient use in agriculture. *Proceed. 589, The International Fertilizer Society. Cambridge, UK 14 December 2006:* 1–31.
- Kęsik K., Fotyma M. 1991. Działanie następcze nawozów fosforowych. *IUNG Puławy, S (74):* 1–57.
- Lipiński W. 2005. Zasobność gleb Polski w fosfor przyswajalny. *Naw. Nawoz. (Fert. Fertil.)* 2: 49–54.
- Mengel K. 1997. Agronomic measures for better utilization of soil and fertilizer phosphates. *Europ. J. Agron.* 7: 221–233.
- Moskal S., Mercik S., Turemka E., Stępień W. 1999. Bilans fosforu nawozowego w wieloletnich doświadczeniach polowych w Skierniewicach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465: 61–69.
- OECD 2001. Environmental indicators for agriculture. Methods and results, OECD, Paris, France 3: ss. 491.
- Schnug E., Rogasik J., Haneklaus S. 2003. Die Ausnutzung von Phosphor aus Düngemitteln unter besonderer Berücksichtigung des ökologischen Landbaus. *Landbauforsch. Völk.* 53(1): 1–11.
- Sharpley A.N. 1995. Soil phosphorus dynamics: agronomic and environmental impacts. *Ecol. Eng.* 5: 261–279.

A. TUJAKA, S. GOSEK

## UTILIZATION OF PHOSPHORUS DEPENDING ON APPLIED RATES AND FORM OF FERTILIZER

### Summary

In the years (2005–2007) there were carried out the experiment on the effectiveness of phosphorus use depending on applied rates and form of fertilizer. The field experiment were localized in The Agricultural Experiment Station in Grabów, on the lessive soil with winter wheat, winter triticale and silage maize grew

yearly on differentiated doses of single and triple superphosphate.

The phosphorus use from fertilizers were calculated by means of difference method taking into account the difference of phosphorus uptake on the object with phosphorus fertilization and control object in relation to the rate of the element. The balance method basing on the relation of phosphorus uptake to the amount of applied phosphorus rate were also taken into consideration. The difference method lowers, but balance method rises the quantity of phosphorus utilization from fertilizers. A little correction of the element use value makes the compliance of changes in available phosphorus content in 0–90 cm soil profile. Higher the applied phosphorus rate, slighter the rate use by plants. The most effective in phosphorus use appeared to be maize fertilized with single superphosphate on the lowest and optimum rate of P fertilization. The research period of three years on balance and use of phosphorus from fertilizers, as well as P transport and accumulation in soil were too short for determination of substantial fertilizer recommendations. However, unreservedly improved the right of dealing with determination of the phosphorus rates and fertilization method.