

## ГЕНОТИПНА РЕАКЦИЯ КЪМ ФОСФОРНОТО ТОРЕНЕ ПРИ МЛАДИ ПШЕНИЧНИ РАСТЕНИЯ

СВЕТЛА КОСТАДИНОВА\*, НЕДЯЛКА ЙОРДАНОВА, ИВАН ЯНЧЕВ  
*Аграрен университет, Пловдив*

\*E-mail: kostadinovas@yahoo.com

### Genotypic Reaction of Young Wheat Plants to Phosphorus Fertilization

S. Kostadinova\*, N. Yordanova, I. Janchev  
*Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria*

#### Abstract

The reaction of 11 varieties common wheat to the phosphorus fertilization was studied under pot experiment with three P levels – 0, 200 and 400 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg soil and N background N<sub>300</sub>.

It was established that P fertilization increased by 39% dry mass of plants at tillering. In dependence of genotype three groups were distinguished: varieties Svilen and Factor increased dry mass at tillering parallel with increasing P levels up to P<sub>400</sub>; 2) varieties Aneta, Viara, Laska and Sadovo 1, that decreased dry mass under P level higher than P<sub>200</sub>; and 3) Varieties Neven, Prelom, Pobeda, Katya and Bononia that slightly changed dry mass when grown under level higher than P<sub>200</sub>.

The genotype specific in total P concentrations at tillering was shown in plants grown without P and under level P<sub>200</sub>. The K concentrations in studied varieties soft wheat decreased when plants were grown at P level higher than P<sub>200</sub>.

**Key words:** soft wheat, phosphorus fertilization, NPK concentrations

Използването на фосфорни торове в България е намаляло над 20 пъти в периода след 1994 г., процентът на торене с фосфор е изключително нисък (5%) и комбинирано торене се осъществява едва върху 4% от площите (Николов, 2006). Нарушеното съотношение между основните хранителни елементи доведе до небалансирано хранене на растенията (Бозаджиев, Славов, 2005). Основни проблеми при пшеницата са неправилното съотношение между фосфора и азота, слабо развита коренова система, намалена братимост, неблагоприятно въздействие върху важни метаболитни процеси (Горбанов, 2010). Балансираното минерално торене на пшеницата повишава добива и спомага за подобряване на неговото качество, като увеличаване съдържанието на протеин и глутен в зърното до равнище на т. нар. „силна пшеница“ пряко зависи от количеството на внесен азотен тор и оптималното равнище на подвижния фосфор в почвата (Тодорова и др., 2005).

Пшеничните сортове са с различна приспособимост към равнищата на торене и продуктивността им е свързана главно с усвояването на основните макроелементи – азот, фосфор и калий (Le Gouis et al., 2000). Пшеницата изисква адекватно снабдяване с фосфор както през вегетативната, така и през репродуктивната фаза. Измененията в расте-

жа и развитието на растенията не са еднакви, но за всички фази е характерно силно понижаване на количеството фосфор в растенията (Asana et al., 1968; Datchelor, 2003). Това важи в най-голяма степен, когато фосфорният недостиг съвпадне с фаза братене (Goos & Johnson, 1996; Johnson et al., 1999).

Фосфорът благоприятства растежа и развитието на кореновата система, с което съдейства за повишаване на сухоустойчивостта, както и за неутрализиране на отрицателните страни на едностранчивото азотно торене. Нуждите на пшеницата по отношение на фосфорното хранене може да се раздели в зависимост от вегетационния период на две фази – в началните периоди на вегетация от поникване до края на братене и останалата част от вегетационния период, включително наливане на зърното (Gooding & Davies, 1997). В началото на вегетацията до края на братене изискванията към фосфорно хранене са малки и усвоеният фосфор съставлява 15% от общия износ на фосфор. Въпреки това осигуряването с необходимия фосфор през този период е критично за развитие на кореновата система и жизнеността на младите растения, както и за формиране на добивния потенциал. Недостигът на фосфор от поникване до края на братенето ограничава потенциалния добив и най-често за критични се посочват първите 5 – 6 сед-

мици. По-ниският добив, причинен от недостиг на фосфорна храна през този период не може да бъде компенсиран по никакъв начин (Johnson, 2003). Фосфорът засилва братенето и растежа на кореновата система. Фосфорните резерви натрупани в братене са важни и могат да се използват за растеж в по-късни фази от вегетацията, особено при слабо постъпване на фосфор от кореновата система. Фосфорен недостиг през периода след братене, дължащ се на различни причини, влияе много по-слабо върху продуктивността на пшеницата (Sandana & Pinochet, 2011; Stewar, 2003).

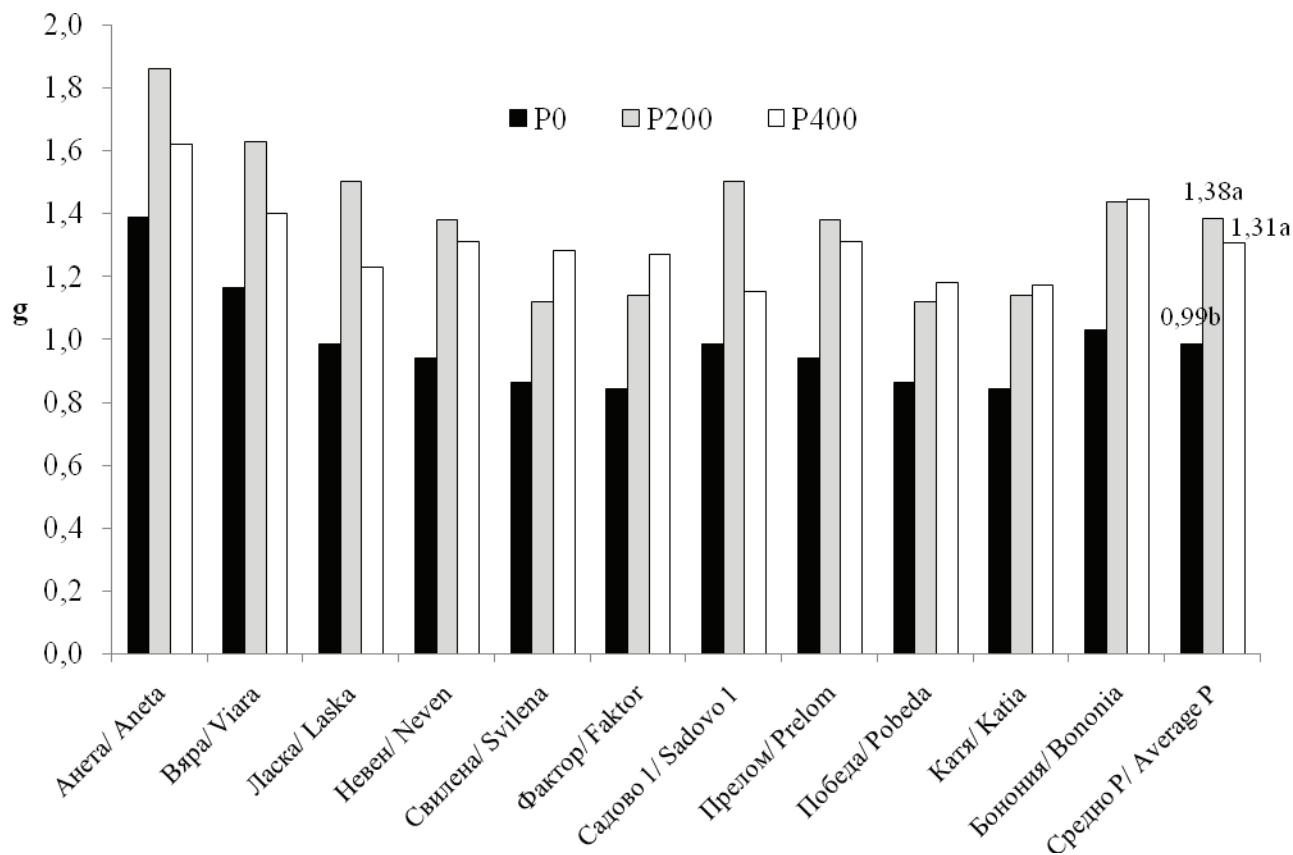
У нас генотипната реакция при пшенични генотипи е проучвана предимно по отношение на азотното хранене и торене и много по-слабо по отношение на макроелементите фосфор и калий. Тончева и Димитрова (2002) изследват девет български сортове пшеница по степен на възискателност към фосфорното хранене и установяват три групи по възходящ ред: слабо възискателни – сортовете Крапец, Катя, Момчил; средно възискателни – Славянка, Калоян, Садово 1; силно възискателни – Плиска, Калиакра, Янтар.

Целта на настоящето проучване беше да се

установи влиянието на фосфорното торене върху акумулирането на суха надземна биомаса и концентрацията на макроелементите азот, фосфор и калий в растенията във фаза братене при генотипи мека пшеница.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проведен е съдов опит, при който са проучвани 11 български сорта мека пшеница. Шест от сортовете: Анета, Невен, Свилена, Фактор, Вяра и Ласка са собственост на фирма „АГРОНОМ“ гр. Добрич, и останалите пет сорта са Садово 1, Прелом, Победа, Бонония и Катя. Растенията са отглеждани в пластмасови съдове, запълнени с 5 kg Алувиална ливадна почва и са добре осигурявани с вода по време на вегетацията. По-важни характеристики на почвата преди залагане на експеримента са: рН в  $H_2O = 7,2$ , минерален азот 26 mg N/kg почва, подвижен фосфор и калий – 5,1 mg  $P_2O_5$  и 39 mg  $K_2O/100$  g почва, съответно. Пшеничните сортове са отглеждани на три равнища на фосфорно торене – 0, 200 и 400 mg  $P_2O_5/kg$  почва при азотен фон 300 mg N/kg почва, създадени чрез внасяне на  $NH_4NO_3$  и  $Ca(H_2PO_4)$ . Във фаза братене са анали-



Фиг. 1. Надземна биомаса в братене при сортове мека пшеница, в зависимост от фосфорното торене  
Fig. 1. Aboveground biomass of varieties soft wheat in tillering in dependence of phosphorus fertilization

зириани по 10 растения от всеки съд. Определяна е сухата надземна биомаса и концентрацията на макроелементите азот, фосфор и калий след мокра минерализация и стандартни методи за количествен анализ.

За математическа обработка на получените резултати е приложен дисперсионен анализ (ANOVA) за двуфакторни опити и тест за многофакторно сравняване на Duncan (1955). За доказани са приети само разликите при  $\alpha = 0,95$ .

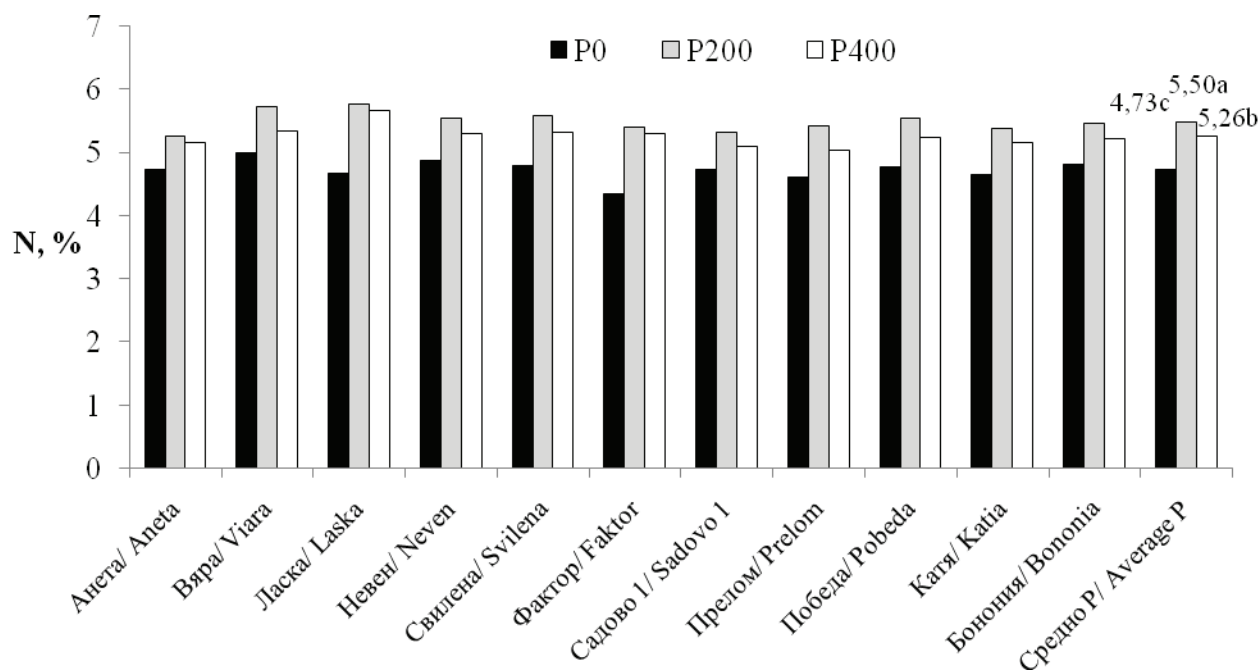
## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Акумулираната суха биомаса в братене нараства под влияние на фосфорното торене средно за проучваните пшенични сортове с 39% спрямо неторените с фосфор растения, като високото ниво на фосфор  $P_{400}$  не води до съществена промяна в натрупването на биомаса (фиг. 1). Доказана е генотипна реакция в акумулирането на суха маса в братете, която обособява три групи сортове. Към първата група спадат сортовете Свилена и Фактор, които повишават сухата маса в братене успоредно с повишаване нивото на фосфора. Характерно за втората група сортове – Анета, Вяра, Ласка и Садово 1 е, че отглеждането им при високо равнище на подвижни фосфати в почвата води до натрупване на по-малко суха маса. При третата група сортове – Невен, Прелом, Победа, Катя и Бонония равнища на фосфора, по-високи от 200 mg  $P_2O_5$ /kg почва не влияят съществено върху образуването

на биомаса от растенията до братене.

За меката пшеница във фаза братене се цитират като адекватни стойности за съдържание на общ азот 3,5 до 5% N (Горбанов, 2010; Церлинг, 1990; Bergmann, 1992; Roth, et al., 1989). По съдържание на общ азот в надземната биомаса, в братене проучваните от нас сортове се отнасят като добре осигурени с азот и концентрацията на азот в братене е по-висока при вариантите с фосфорно торене (фиг. 2). Средното съдържание на общ азот при пшеничните сортове, отглеждани без фосфорно торене е 4,73%, като то достига до 5,50% при фосфорно торене  $P_{200}$ .

Концентрацията на фосфор в растенията, в братене се повишава с нивото на фосфорно торене от средно 1,09%  $P_2O_5$  при неторените растения до 1,58%  $P_2O_5$  при растенията от ниво  $P_{400}$  (табл. 1). Въпреки ниското съдържание на подвижни фосфати в почвата (5,1 mg  $P_2O_5$ /100 g почва), съдържанието на общ фосфор в растенията, отглеждани без фосфорно торене е в границите на оптималното за тази фаза на меката пшеница. Сортова реакция в съдържанието на общ фосфор се установява при неторените с фосфор растения и при торените с  $P_{200}$ . Сорт Ласка се отличава с високо съдържание на общ фосфор в братене (1,57 и 1,75%  $P_2O_5$ ), когато се отглежда без фосфорно торене и при ниво  $P_{200}$  съответно. В резултат на високата концентрация на фосфор в растенията този сорт извлича и най-много фосфор в биомасата, в братене, когато



Фиг. 2. Концентрация на азот в братене при сортове мекка пшеница, в зависимост от фосфорното торене  
 Fig. 2. Nitrogen concentrations of varieties soft wheat in tillering in dependence of phosphorus fertilization

Таблица 1. Съдържание на фосфор и калий (%) в сортове мека пшеница, в братене, в зависимост от фосфорното торене  
Table 1. Concentrations of phosphorus and potassium of varieties soft wheat in tillering in dependence of phosphorus fertilization

Variety	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %				K <sub>2</sub> O, %			
	P <sub>0</sub>	P <sub>200</sub>	P <sub>400</sub>	average variety	P <sub>0</sub>	P <sub>200</sub>	P <sub>400</sub>	average variety
Aneta	1,08 bc	1,35 bc	1,50 ns	1,31ns	3,56 ns	3,92 abc	3,67ns	3,72ns
Viara	1,05 cd	1,27 c	1,57	1,30	3,62	4,43 a	3,90	3,98
Laska	1,57 a	1,75 a	1,66	1,66	3,61	3,97 abc	3,80	3,79
Neven	1,10 bc	1,53 b	1,56	1,39	3,68	3,66 c	4,00	3,78
Svilena	1,03 cd	1,28 c	1,71	1,34	3,72	3,86 bc	3,79	3,79
Faktor	1,22 b	1,52 b	1,76	1,50	3,53	4,28 ab	3,72	3,84
Sadovo 1	0,92 d	1,28 c	1,5	1,23	3,66	3,92 abc	3,81	3,80
Prelom	1,03 cd	1,35 bc	1,46	1,28	3,62	4,43 a	3,76	3,94
Pobeda	0,96 cd	1,29 c	1,39	1,21	3,59	3,97 abc	3,84	3,80
Катя	1,1 bc	1,52 b	1,67	1,43	3,70	3,66 c	3,90	3,75
Bononia	0,97 cd	1,46 bc	1,55	1,33	3,77	3,86 bc	3,97	3,86
<b>Average P</b>	<b>1,09 c</b>	<b>1,42 b</b>	<b>1,58 a</b>		<b>3,64 c</b>	<b>4,00 a</b>	<b>3,83 b</b>	

Таблица 2. Самостоятелен ефект на факторите сорт и фосфорно торене и тяхното взаимодействие (%) върху биомасата на пшеницата в братене и концентрацията на азот, фосфор и калий в растенията

Table 2. Independent effect of the factors variety and phosphorus fertilization and their interaction (%) on the wheat biomass and concentration of nitrogen, phosphorus and potassium in tillering

Factor	Aboveground dry mass	N, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	K <sub>2</sub> O, %
P fertilization	45,8	81,1	66,4	44,1
Variety	48,1	11,6 ns	24,9	11,8 ns
P fertilization × Variety	6,0	7,3 ns	8,7	44,1 ns

се отглежда без фосфорно торене или P<sub>200</sub> (данните не са приложени).

Високото равнище на фосфорно хранене води до понижаване на концентрацията на калий при млади растения пшеница и слънчоглед в контраст на установеното повишаване при културите лен и просо (Gunes et al., 2009). Получените от нас резултати показват, че фосфорното торене на фона на азотно торене N<sub>300</sub> повишава съдържанието на калий в растенията спрямо неторените растения (табл. 1). Средното съдържание на калий при изследваните сортове мека пшеница доказано се понижава, когато растенията се отглеждат при ниво на фосфор, по-високо от 200 mg/kg почва.

При отглеждане на житни култури, при ниско и високо равнище на фосфорно хранене, е доказано влиянието на взаимодействието фосфор × сорт по отношение на растежа и съдържанието на хранителни елементи в растенията, като за пшеницата високото ниво на фосфора повишава акумули-

рането на биомаса и концентрацията на фосфор в растенията (Gunes et al., 2009). Резултатите от двуфакторния дисперсионен анализ в настоящето проучване показват че, измененията в сухата маса на пшеницата в братене се определят 48,1% от сорта и 45,8% от фосфорното торене (табл. 2). Различията в концентрацията на азота, фосфора и калия в надземната биомаса при пшеницата в братене могат да се обяснят 81,1%, 66,4% и 44,1%, съответно с фосфорното торене. Влиянието на сорта и взаимодействието P торене × Сорт е доказано по отношение на акумулираната биомаса и концентрацията на фосфор в растенията.

## ИЗВОДИ

Фосфорното торене влияе положително върху формирането на суха биомаса в братене, която е по-висока с 39% спрямо неторените с фосфор растения. Високото равнище на фосфор – P<sub>400</sub> не води до съществена промяна в натрупването на биомаса. В зависимост от генотипа се обособяват три групи: 1) сортовете Свилена и Фактор, при които формираната суха маса във фаза братене нараства успоредно с повишаване нивото на фосфора до P<sub>400</sub>; 2) сортовете Анета, Вяра, Ласка и Садово 1, при които равнища на фосфора, по-високи от 200 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg почва понижават сухата маса; и 3) сортове Невен, Прелом, Победа, Катя и Бонония, при които равнища, по-високи от 200 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg почва слабо променят биомасата.

Сортова реакция в съдържанието на общ фосфор в братене се установява при неторените с фосфор растения и при торените с P<sub>200</sub>. Сорт Ласка се отличава с високо съдържание на общ фосфор

в братене – 1,57% и 1,75% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, когато се отглежда без фосфорно торене и при ниво P<sub>200</sub> съответно. Съдържанието на калий при изследваните сортове мека пшеница доказано се понижава, когато растенията се отглеждат при равнище на фосфор по-високо от 200 mg/kg почва.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бозаджиев, П., Д. Славов.** 2005. Необходимостта от фосфорно торене – проблеми и ключов фактор в развитието на селското стопанство. *Почвознание агрохимия и екология*, XL, № 3, 3-9
- Горбанов, Ст.** 2010. Торене на земеделските култури. *Виденов и син*, София, 218-226
- Николов, Н.** 2006. Използване на фосфорни торове и устойчиво развитие на земеделието. *Почвознание агрохимия и екология*, XXXX, № 1, 3-10
- Тодорова, Н., А. Ганчева, Р. Кънчева.** 2005. Влияние на минералното торене и количеството подвижен фосфор в почвата върху зимната пшеница. *Почвознание агрохимия и екология*, XL, № 2, 29-31
- Тончева, Р., Ф. Димитрова.** 2002. Моделиране на зависимостта „Съдържание на фосфор в почвата – добив“ за девет сорта мека пшеница. *Екология и индустрия*, т. 4, № 1-3, 129-131
- Церлинг, В.** 1990. Диагностика питания сельско-хозяйственных культур. *Агропромиздат*, Москва, 98-102
- Asana, R. D., P. K. Ramaiah and M. V. K. Rao.** 1968. The uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by cultivars of wheat in relation to growth and development. *Indian J. Plant Physiol.*, 9, 85-107
- Bergmann, W.** 1992. Nutritional disorders of plants. *Gustav Fischer Verlag*, Berlin, 335-337
- Datchelor, A.** 2003. Phosphorus for Winter Crops. *Agriculture*, 2, 1-13
- Gooding, M. J. and P. Davies.** 1997. Wheat production and utilization: systems, quality and the environment. C.A.B. International, 92-127
- Goos, R. J. and B. E. Johnson.** 1996. Fertilizers and the early growth of spring wheat – agronomic and research implications. In J. L. Havlin (ed.) Great Plains Soil Fert. Conf. Proc., Vol. 6., Denver, CO. 5-6 March 1996. Potash & Phosphate Inst., Norcross, GA, 259-268
- Gunes, A., A. Inal, Y. Kadioglu.** 2009. Determination of mineral element concentrations in wheat, sunflower, chickpea and lentil cultivars in response to P fertilization by polarized energy dispersive X-ray fluorescence, X-Ray Spectrometry, Vol. 38, Issue 5, p. 451-462
- Johnston, A. M.** 2003. Phosphorus Nutrition of Wheat – Optimize Production. Potash & Phosphate Institute (PPI), 4-15
- Johnston, A. M., S. S. Malhi, J. J. Schoenau and S. W. Exner.** 1999. Nutrient and biomass accumulation of major crops. Res. Rept. Canadian Fert. Inst., Ottawa, ON, 12-17
- Le Gouis, J., D. Béghin, E. Heumez and P. Pluchard.** 2000. Genetic differences for nitrogen uptake and nitrogen utilisation efficiencies in winter wheat. *European Journal of Agronomy*, Vol. 12, Issues 3-4, 163-173
- Marschner, K.** 1997. Mineral nutrition of higher plants. *Academic Press*. Inc., USA, 157-169
- Roth, G., R. Fox, H. Marshall.** 1989. Plant tissue tests for predicting nitrogen fertilizer requirements of winter wheat. *Agronomy Journal*, 81(3), 502-507
- Sandana, P., D. Pinochet.** 2011. Ecophysiological determinants of biomass and grain yield of wheat under P deficiency. *Field Crops Research*, 120, 311-319
- Stewart, M.** 2003. Winter wheat and phosphorus nutrition. *Agronomic news*, No 3, 12-15