

"Zbornik radova", Sveska 42, 2006.

Originalni naučni rad - Original scientific paper

***UTICAJ VIŠEGODIŠNJE PRIMENE RAZLIČITIH DOZA I ODNOSA  
N, P I K NA HEMIJSKI SASTAV TVRDE PŠENICE***

***Kastori, R., Malešević, M., Sekulić, P.,  
Zeremski Škorić, Tijana, Ralev, Jordana<sup>1</sup>***

**IZVOD**

U stacionarnom, dugotrajnom poljskom ogledu posle četiri decenije primene različitih doza i odnosa azota, fosfora i kalijuma, ispitan je njihov uticaj na sadržaj biogenih makro i mikroelemenata, u listu zastavičaru i zrnu.

Primena različitih doza i odnosa azota, fosfora i kalijuma u većoj meri je uticala na sadržaj ispitivanih elemenata u listu zastavičaru nego u zrnu. Od ispitivana tri hraniva azot je ispoljio najveći uticaj. Najmanji je bio sadržaj ispitivanih elemenata kod kontrole i varijante kod koje je primenjivano samo kalijumovo đubrivo. Sa povećanjem doza primenjenih hraniva povećao se sadržaj u manjoj ili većoj meri svih ispitivanih elemenata.

Azot je u najvećoj meri uticao i na prinos zrna. Primena različitih doza i odnosa azota, fosfora i kalijuma nije ispoljila veći uticaj na sadržaj ispitivanih elemenata u zrnu, osim u slučaju azota. Sadržaj azota bio je najmanji kod kontrole, varijanata kod kojih nisu primenjivana azotna đubriva i pri upotrebi najmanje doze azota. I pored višegodišnje primene doza azota, fosfora i kalijuma koje premašuju njihovo iznošenje prinosima nije došlo do interakcije između primenjenih i ispitivanih elemenata.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da na černozeu dobro obezbeđenog u fosforu i kalijumu i osrednje u azotu, i posle višegodišnje primene povećanih doza azota, fosfora i kalijuma najveći uticaj ne samo na prinos zrna već i na hemijski sastav ima azot, povećavajući pre svega njegov sadržaj kako u listu zastavičaru tako i u zrnu.

**KLJUČNE REČI:** tvrda pšenica, zrno, list zastavičar, mineralna ishrana, sadržaj makro i mikroelemenata

---

1 Prof. dr Rudolf Kastori, redovni profesor u penziji, prof. dr Miroslav Malešević, naučni savetnik, redovni profesor, prof. dr Petar Sekulić, naučni savetnik, vanredni profesor, mr Tijana Zeremski - Škorić, istraživač saradnik, mr Jordana Ralev, istraživač saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

## Uvod

Hemijski sastav, sadržaj biogenih elemenata u proizvodima gajenih biljaka u velikoj mjeri određuje njihovu hranidbenu, pre svega biološku, a u nekim slučajevima i tehnološku vrednost.

Hemijski sastav biljaka zavisi od brojnih biotičkih i abiotičkih činilaca. Od abiotičkih činilaca posebno se ističe uticaj mineralne ishrane. Stoga je razumljivo da je u proteklo vreme velik broj autora ispitivao uticaj različitih doza i odnosa, posebno azota, fosfora i kalijuma u ishrani biljaka veoma značajnih biogenih elemenata, na hemijski sastav i na njihovo nakupljanje u gajenim biljkama.

Uticaj primene različitih doza i odnosa NPK mineralnih đubriva na hemijski sastav pšenice ispitivali su : Čurić (1971, 1975, 1982, 1988), Jocić (1981), Kádár i Lásztity (1979), Lásztity i Kádár (1978) i Sarić i Jocić (1993). Na osnovu rezultata ispitivanja navedenih autora može se zaključiti da efekat primene đubriva na hemijski sastav zrna pšenice zavisi pre svega od visine primenjene doze, odnosno hraniva, genotipa, vremenskih prilika i dr.

Cilj ovih ispitivanja je bio da se ispita uticaj višegodišnje, četiri decenije primene različitih doza i odnosa azota, fosfora i kalijuma na sadržaj nekih biogenih makro i mikroelemenata u tvrdoj pšenici.

## Materijal i metode

Stacionirani dugotrajni poljski ogled sa različitim dozama (50,100 i 150 kg/ha) i odnosima azota, fosfora i kalijuma postavljen je 1965. godine na oglednom polju Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima. Ogled je postavljen na slabo karbonatnom černoze mu koji se odlikuje sledećim hemijskim osobinama: sadržaj  $\text{CaCO}_3$  5,61%, pH u KCl 7,25 u  $\text{H}_2\text{O}$  7,87, sadržaj humusa 2,32%, ukupnog azota 0,153%, lakopristupačnog (Al)  $\text{P}_2\text{O}_5$  28,27, a  $\text{K}_2\text{O}$  21,50 mg/100g zemljišta. Uopšteno se može reći da se zemljište na kojem se izvodio ogled odlikuje dobrim hemijskim osobinama. 2003. godine posejana je tvrda pšenica sorte Durumko. U toku vegetacije primenjena je uobičajena agrotehnika. Polovina od ukupne doze azota uneta je u zemljište u jesen pri osnovnoj obradi, a druga polovina u proleće putem prihranjivanja. Celokupna količina fosfornog i kalijumovog đubriva primenjivana je u jesen.

Početak klasanja, krajem maja meseca 2004. godine od svake varijante uzet je uzorak lista zastavičara. U listu zastavičaru i u zrnu određen je sadržaj azota metodom Kjeldahl- a, fosfora spektrofotometrijski vanadat- molibdat postupkom, a sadržaj ostalih ispitivanih elemenata atomskom absorpcijom - spektrofotometrijom (AAS).

## Rezultati i diskusija

Mineralne materije na dva načina dospevaju u reproduktivne organe biljaka: neposredno iz korena i retranslokacijom iz vegetativnih organa. Prema Haeder (1983) u pšenici 30% ukupnih potreba zrna za magnezijumom, 55% za fosforom i 100% potreba za kalijumom i kalcijumom zadovoljava se retranslokacijom iz vegetativnih organa. Kod žita u fazi klasanja naročito list zastavičar dobro odra-

žava obezbeđenost biljaka mineralnim materijama zbog čega se pri folijarnoj dijagnozi preporučuje njegova analiza. To su bili razlozi zbog čega se pristupilo analizi lista zastavičara.

Đubrenjem sadržaj mineralnih materija u biljkama može da se povećava zahvaljujući većem usvajanju hranljivih materija i da smanji usled povećanja prinosa organske materije, što dovodi do razblaženja mineralnih supstanci i time do smanjanja njihovog relativnog udela u suvoj materiji.

*Tab. 1. Uticaj dugotrajne primene različitih doza i odnosa N, P i K na hemijski sastav lista zastavičara pšenice*

*Tab. 1. Effects of longterm application of different rates and ratios of N,P and K fertilizes on chemical properties of flag leaf in wheat*

Varijanta* Treatments	N	P	K	Mg	Ca	Mn	Zn
	mg/ 100 g SM mg/ 100 g DM					µg/ g SM µg/ g DM	
	2.962	277	1.366	137	397	73	7,3
N <sub>100</sub>	3.789	314	1.683	157	542	108	11,7
P <sub>100</sub>	3.280	330	1.238	172	460	98	10,5
K <sub>100</sub>	2.823	287	1.310	158	361	71	8,8
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub>	3.856	335	1.442	176	557	110	10,8
N <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	3.786	285	1.474	150	489	99	10,0
P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	3.234	301	1.287	172	442	98	7,1
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	2.539	325	1.393	179	460	94	10,4
N <sub>50</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	3.201	333	1.429	174	516	104	9,4
N <sub>50</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	3.278	326	1.466	153	498	81	9,1
N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	3.840	325	1.614	167	545	91	13,5
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	3.649	323	1.517	150	456	91	12,9
N <sub>100</sub> P <sub>150</sub> K <sub>150</sub>	3.942	346	1.576	192	596	108	11,5
N <sub>100</sub> P <sub>150</sub> K <sub>50</sub>	4.170	321	1.378	181	603	112	9,7
N <sub>100</sub> P <sub>150</sub> K <sub>150</sub>	4.013	327	1.330	169	542	111	9,5
N <sub>150</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	3.735	309	1.440	177	535	90	11,7
N <sub>150</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	4.047	360	1.526	180	597	88	12,1
N <sub>150</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	3.904	342	1.471	190	570	96	11,1
N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>100</sub>	4.047	344	1.449	172	502	106	13,3
N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>150</sub>	3.835	369	1.645	167	512	114	13,6
LSD 5%	320	27	111	14	67	17	3,7
1%	416	35	144	18	87	22	4,8

N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O kg/ha

U listu zastavičaru sadržaj većine ispitivanih elemenata bio je najniži u varijantama koje su se odlikovale najmanjim prinosom zrna, tj. kod kontrole i varijante kod koje je primenjivano samo kalijumovo đubrivo (tab. 1 i 2). Sa povećanjem doza primenjenih mineralnih đubriva povećao se sadržaj u manjoj ili većoj meri svih ispitivanih elemenata. To se varovatno može objasniti većim

fiziološkim aktivnostima biljaka bolje obezbeđenih mineralnim materijama, odnosno intenzivnijim usvajanjem i translokacijom jona usvojenih u nadzemne vegetativne organe. Ako se analizira uticaj pojedinih primenjenih đubriva dolazi se do zaključka da je upotreba azotnih đubriva uticala u najvećoj meri na sadržaj ispitivanih elemenata. To je delimično razumljivo ako se ima u vidu da je zemljište na kojem je postavljen ogled za biljke dobro obezbeđeno lakopristupačnim fosforom i kalijumom, a samo osrednje azotom.

*Tab.2. Uticaj dugotrajne primene različitih doza i odnosa N, P i K na hemijski sastav zrna pšenice*

*Tab.2. Effects of longterm application of different rates and ratios of N, P and K fertilizers on chemical properties of wheat grains*

Varijanta* Treatments	Prinos zrna Grain yield t/ha	N	P	K	Mg	Ca	Mn	Zn
		mg/ 100 g SM mg/ 100 g DM					µg/ g SM µg/ g DM	
	3,80	2.020	440	318	116	12	35	21
N <sub>100</sub>	7,38	2.292	421	298	109	14	35	24
P <sub>100</sub>	6,04	2.102	454	322	115	13	38	20
K <sub>100</sub>	3,88	2.030	431	333	115	15	35	23
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub>	7,33	2.250	424	323	113	16	38	20
N <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	6,60	2.350	381	310	113	16	36	24
P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	3,78	1.990	442	318	111	13	37	23
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	5,44	2.033	431	316	118	14	35	25
N <sub>50</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	6,50	2.255	463	310	117	15	39	19
N <sub>50</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	5,36	2.001	448	332	114	15	36	22
N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	6,86	2.428	446	315	113	17	39	22
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	7,05	2.214	437	311	110	16	39	21
N <sub>100</sub> P <sub>150</sub> K <sub>150</sub>	7,44	2.321	435	304	111	14	38	20
N <sub>100</sub> P <sub>150</sub> K <sub>50</sub>	7,75	2.296	453	306	117	16	39	19
N <sub>100</sub> P <sub>150</sub> K <sub>150</sub>	6,75	2.304	439	298	110	16	37	19
N <sub>150</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	7,45	2.309	420	300	107	15	37	21
N <sub>150</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	7,12	2.358	451	318	114	16	40	21
N <sub>150</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	6,84	2.301	429	310	119	17	39	25
N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>100</sub>	7,62	2.305	461	311	121	15	40	18
N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>150</sub>	7,00	2.324	449	317	112	17	41	20
LSD 5%		181	38	27	14	2,7	4,2	4,1
1%		235	49	35	18	3,5	5,4	5,2

N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O kg/ha

Prinos zrna zavasio je od primene azota i u nešto manjoj meri od fosfora, dok upotreba kalijumovog đubriva nije uticala na visinu prinosa zrna (tab. 2). Slabo dejstvo primene kalijumovog đubriva na zemljištu tipa černozema na prinos njihovih biljaka utvrđeno je i ranije u brojnim ispitivanjima u nas (Kastori, 2000).

Primena različitih doza i odnosa NPK đubriva nije ispoljila veći uticaj na sadržaj ispitivanih elemenata u zrnu, osim u slučaju azota. Sadržaj azota u zrnu bio je najmanji kod kontrole varijanata kod kojih nisu primenjivana azotna đubriva i pri upotrebi najniže doze - 50 kg N/ ha. U brojnim ogledima je utvrđeno da niže doze azota pre svega utiču na prinos zrna i samo izuzetno na nakupljanje azota tj. proteina u zrnu žita (Malešević et al., 2005).

Ako se uporedi efekat đubrenja na sadržaj ispitivanih elemenata u zrnu i listu zastavičara dolazi se do zaključka da je ono bilo veće u listu zastavičara nego u zrnu. Kao primer može se navesti sadržaj azota. Razlika između najmanjeg i najvećeg sadržaja azota u slučaju lista zastavičara iznosi 1,51%, a u zrnu svega 0,44%. Ovi rezultati potvrđuju već poznatu činjenicu da se sadržaj mineralnih materija pod uticajem ekoloških činilaca u vegetativnim organima u većoj meri menja nego u generativnim. Azot se u zrnu skoro isključivo nalazi ugrađen u organskim jedinjenjima, pre svega u proteinima, a na njihov sadržaj ishranom azotom nije moguće u većoj meri uticati pošto je to osobina koja je pre svega svojstvena genotipu. U listovima azot se nalazi u značajnoj količini i u neorgan- skom obliku čiji se sadržaj primenom azota značajno može povećati, i zahvaljujući pre svega tome i udeo ukupnog azota.

Sadržaj ispitivanih elemenata u zrnu osim fosfora i cinka bio je manji nego u listu zastavičaru. Razlika u sadržaju azota, fosfora i magnezijuma između zrna i lista zastavičara bila je mnogo manja nego u sadržaju kalijuma a posebno magnezi- juma. Nizak sadržaj kalcijuma u zrnu jednim delom je posledica slabe remobiliza- cije kalcijuma zbog njegove male pokretljivosti u floemu iz vegetativnih organa u zrno.

Opravdano je bilo očekivati da će višegodišnja primena, posebno visokih doza azota, fosfora i kalijuma vremenom usled antagonizma pri usvajanju između jona primenjenih i ispitivanih elemenata dovesti do smanjenja njihovog sadržaja u listu zastavičaru i zrnu. Ovo utoliko pre što su Sarić i Jocić (1993) na istom ogledu dvadeset pet godina posle njegovog postavljanja 1990. godine utvrdili da je u zemljištu pri upotrebi većih doza fosfora i kalijuma došlo do povećanja njihovog sadržaja u zemljištu, dok upotreba azotnog đubriva nije uticala na ukupan udeo azota u zemljištu.

U brojnim ispitivanjima utvrđeno je da fosfor smanjuje usvajanje i translo- kaciju cinka (Youngdahl et al., 1977), kalijum magnezijuma i kalcijuma (Kastori, 1983), amonijum i kalijum mangana (Bergmann i Neubert, 1976). Na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja može se zaključiti da se pomenuti efekti i posle skoro četiri decenije primene NPK đubriva u ovom ogledu sa sigurnošću ne mogu utvrditi.

## ZAKLJUČCI

Višegodišnja primena različitih doza i odnosa azota, fosfora i kalijuma u ve- ćoj meri je uticala na hemijski sastav lista zastavičara nego zrna. U listu zastavičaru primena azota je u najvećoj meri uticala na sadržaj ispitivanih elemenata. Sa povećanjem doza azota, fosfora i kalijuma u istom organu u manjoj ili većoj meri povećao se sadržaj ispitivanih elemenata.

Upotreba različitih doza i odnosa azota, fosfora i kalijuma nije ispoljila veći uticaj na sadržaj ispitivanih elemenata u zrnu, osim u slučaju azota.

I pored višegodišnje primene količine azota, fosfora i kalijuma koje premašuju njihovo iznošenje prinosima nije došlo do interakcije između primenjenih i ispitivanih elemenata.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da na čermozemu dobre plodnosti i obezbeđenosti u fosforu i kalijumu i osrednje obezbeđeno u azotu najveći uticaj ne samo na prinos zrna već i na hemijski sastav ima azot povećavajući pre svega njegov sadržaj kako u listu zastavičaru tako i u zrnu.

## LITERATURA

- Bergmann, W., Neubert, P. (1976): Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Čurić, R. (1971): Uticaj različitih količina i odnosa azota, fosfora i kalijuma na hemijski sastav biljaka pšenice. *Agrohemija*, 3-4, 149-158.
- Čurić, R. (1975): Izučavanje uticaja različitih količina đubriva na količine azota, fosfora i kalijuma u organima pšenice. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 101, 15-26.
- Čurić, R. (1982): Prilog poznavanju značaja đubrenja pšenice azotnim, fosfornim i kalijumovim đubrivima za njen prinos, hemijski sastav i iznošenja hraniva. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 43, 505-521.
- Čurić, R. (1988) : Prilog poznavanja uticaja đubrenja azotnim, fosfornim i kalijumovim đubrivima na njen prinos, hemijski sastav i iznošenja hraniva. 49, 281-296.
- Haeder, H.E. (1983): Mineralstoffverteilung in der Getreidepflanze w hrendder Kornbildung. *Kali- Briefe*, 16, 409-419.
- Jocić, B. (1981): Uticaj đubrenja na težinu suve materije i sadržaj atota, fosfora i kalijuma u organima nekih sorata pšenice. *Savremena poljoprivreda*, 9-10, 389-402.
- Lásztity, B., Kádár, I. (1978): Accumulation of Dry Matter and Nutrient Uptake of Winter Wheat in a Field Experiment. *Agrokémia és Talajtan*, 27. 429-444. (Hu)
- Kádár, I., Lásztity, B. (1979): A Study on the Nutrient Uptake of Winter Wheat in a Field Experiment. *Agrokémia és Talajtan*, 28, 451-472. (Hu)
- Kastori, R. (1983): Uloga elemenata u ishrani biljaka, Matica srpska, Novi Sad.
- Kastori, R. (2000): The Soil Potassium Resources and the Efficiency of Potassium Fertilizers in Yugoslavia. *International Potash Institute*, Basel. 1-26.
- Malešević, M., Crnobarac, J., Kastori, R. (2005): Primena azotnih đubriva i njihov uticaj na prinos i kvalitet proizvoda. 231-261. U: Kastori, R. (red.) *Azot-agrohemijski, agrotehnički, fiziološki i ekološki aspekti*. Naučni i institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Sarić, M. R., Jocić, B. (1993): Biološki potencijal gajenih biljaka u agrofitocenozi u zavisnosti od mineralne ishrane. *Srpska akademija nauka i umetnosti*, knjiga 68, Beograd.

- Youngdahl, L.J., Svec, L.V., Libhardt, W.C., Teel, M.R. (1977): Changes in the zinc - 65 distribution in corn root tissue with a phosphorus variable. *Crop. Sci.*, 17, 66-69.
- Haeder, H.E. (1983): Mineralstoffverteilung in der Getreidepflanze w hrendder Kornbildung. *Kali- Briefe*, 16, 409-419.

***LONG-TERM USE OF DIFFERENT N, P, AND K RATES AND RATIOS AND ITS EFFECT ON CHEMICAL COMPOSITION OF HARD WHEAT***

***Kastori, R, Malešević, M, Sekulić, P,  
Zeremski Škorić, Tijana, Ralev, Jordana***

Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad

**SUMMARY**

After 40 years of using different rates and ratios of nitrogen, phosphorus and potassium in a long-term stationary trial, we studied the effects of these treatments on the levels of biogenic macro- and micro-elements in the flag leaf and grain of hard wheat. Our study showed that the treatments had more effect on the levels of said elements in the flag leaf than the grain. Of the three nutrients, nitrogen had the largest influence. The levels of the elements studied were the lowest in the control treatment and the one where only potassium fertilizer had been used. Increasing fertilizer rates of all three nutrients increased to varying degrees the levels of all macro- and micro-elements under study.

Nitrogen affected grain yield the most. With the exception of nitrogen, the use of different rates and ratios of N, P and K did not have any major effect on the levels of the elements studied in the grain. The nitrogen content was the smallest in the control treatment, nitrogen-free treatments and treatments with the smallest nitrogen rate. In spite of the long-term incorporation of N, P and K, which exceeded the amounts of these elements removed by yield, there was no interaction between the three nutrients and the elements studied.

According to the results of our study, even after long-term fertilization with increased N, P and K rates, when chernozem has a good supply of phosphorus and potassium and a medium supply of nitrogen, nitrogen will be the element with the largest influence on the grain yield of hard wheat as well as on its chemical composition, as N levels increase in both the flag leaf and grains of this crop.

**KEY WORDS:** hard wheat, grain, flag leaf, mineral nutrition, levels of macro- and micro-elements.