

STVARANJE MODEL BILJKE ZA ODRŽIVU POLJOPRIVREDU 2. Reakcija ozime pšenice intenzivnog (cv. Široka) i ekstenzivnog tipa (cv. Divana) na četiri razine ishrane dušikom¹

M. JOŠT¹, Ž. VUKOBRATOVIĆ¹, VESNA SAMOBOR-GALOVIĆ¹,
Milica GLATKI-JOŠT², S. REDŽEPOVIĆ³, Đurđa SERTIĆ³ i
Blaženka ŠEBEČIĆ⁴

¹ Poljoprivredni institut Križevci
Agricultural Institute Križevci

² Poljoprivredna stanica Velika Gorica
Agricultural Experimental Station Velika Gorica

³ Agronomski fakultet, Zagreb

Faculty of Agriculture University of Zagreb

⁴ Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Pharmacy and Biotechnology, Zagreb

SAŽETAK

S ciljem prilagodbe postojeće agrotehnike proizvodnje pšenice zahtjevima održive poljoprivrede, kao i uporedbe reakcije pšenice intenzivnog i ekstenzivnog tipa na agrotehničke mjere, prvenstveno razine gnojidbe dušikom, provedena su preliminarna ispitivanja reakcije pšenica različitog tipa (cv. Široka i cv. Divana) na četiri razine mineralne ishrane:

I Maksimalna količina ukupnih N gnojiva (Široka=430, Divana=320 kg/ha N),

II cca 40% smanjena količina dodanog dušika (Široka=250, Divana=200 kg/ha N),

III cca 70% smanjena količina dodanog dušika (Široka=130, Divana=100 kg/ha N),

IV cca 80%, odnosno 100% smanjena količina N u ishrani (Široka=85, Divana=0 kg/ha N).

U I varijanti s maksimalnom gnojidbom dušikom postignut je urod zrna od 7,12 t/ha (Široka) i 6,62 t/ha (Divana). U II varijanti prirod je uvećan za oko 30% (Široka: 9,37 t/ha) odnosno oko 11% (Divana: 7,3 t/ha). Uvećanje uroda javilo se i u III varijanti za oko 25% (Široka - 8,93 t/ha), odnosno 15% (Divana - 7,61 t/ha), a u IV varijanti smanjenje uroda je iznosilo oko 20% (Široka - 5,68 t/ha) i 27% (Divana - 4,86 t/ha) u odnosu na I varijantu s najjačom gnojidbom.

Kod obje sorte maksimalna gnojidba dušikom ispoljila je negativni efekat - polijeganje usjeva i umanjeni hektolitar i smanjena masa

¹ Rad je izložen na Međunarodnom znanstvenom simpoziju "Kvalitetnim kultivarom i sjemenom u Europu" održanom od 1. do 5. veljače 1995. godine u Opatiji

Jošt, M., Jurić, A., Vukobratović, Ž., Srećec, S. i Pohl, Ljerka 1994. Stvaranje model biljke za održivu poljoprivredu. 1. Reakcija pšenice (*T. aestivum* ssp. *vulgare*, cv. Pitoma) na smanjenje gnojidbe i zaštite tiskan je u Sjemenarstvu 3-4(11):157-174.

1000 zrna (šturo zrno). Ovo potvrđuje da je pretjerana gnojidba dušikom vrlo neracionalna, za proizvođača ekonomski i ekološki štetna mjera. Ekstenzivni kultivar Divana se, kad je kakvoća u pitaju, pokazala izuzetno stabilnom sortom s vrlo slabom reakcijom na umanjenu ishranu dušikom. Rezultati pokusa potvrđuju opravdanost ideje o promjeni model biljke u smjeru ekstenzivnijeg tipa, široke adaptabilnosti, ali nešto nižih prinosa zrna visoke kakvoće.

Ključne riječi: oplemenjivanje pšenice, model biljke, održiva poljoprivreda, racionalna agrotehnika, zaštita okoliša.

U V O D

Intenzivna poljoprivredna proizvodnja, osim što osigurava neophodne količine hrane i drugih sirovina za opstanak čovjeka, sve više, naročito u razvijenim zemljama zapada, postaje ozbiljna prijetnja životnom okolišu. Stoga, razborito upravljanje proizvodnjom i razvojem, a posredno preko njih i okolišem postaje imperativ društva. U proizvodnji hrane svijet se opredjelio za održivi razvoj i alternativnu poljoprivredu (12, 13, 15). Održiva poljoprivreda podrazumijeva:

- zaštitu tla i okoliša - racionalnu primjenu mineralnih gnojiva, herbicida i pesticida,
- smanjenje uporabe energenata i sirovina koje potječu izvan gospodarstva i koje ugrožavaju okoliš - cijeli sustav mora proizvoditi više energije no što je troši,
- uključivanje prirodnih bioloških procesa u proizvodnju hrane i ostalih dobara, te

- bolje iskorištavanje genetičkog potencijala i zaštitu od genetičke erozije.

Dušična gnojiva (N) bitna su za fotosintezu, rast i visoke urode pšenice.

Potreba pšenice na N utvrđena je mnogim pokusima a temelji se:

- a) na očekivanom urodu i/ili na očekivanoj kakvoći,
- b) na snabdjevenosti tla dušikom (mineralizacija humusa tla te biljni ostaci od prethodnog usjeva).
- c) na obimu očekivanog gubitaka dušika iz tla prije no što ga biljka uspije usvojiti (ispiranje oborinama, evaporizacija).

Smatra se da žitarice trebaju oko 30 kg N za tvorbu jednog hektara zelene površine. Međutim, da bi bio sposoban usvojiti znatniji dio dostupne sunčane energije, usjev treba stvoriti barem tri puta veću zelenu površinu od površine tla na kojoj raste. Dakle, 1 ha usjeva žitarice bi, za tvorbu 30 000 m² zelene površine, trebale cca 90 kg/ha N (18). No, zahtjev usjeva pšenice prema dušiku određena je i njegovom na-mjenom. Za razliku od biljaka kod kojih je osnova uroda škrob, šećer ili ulje, a kod kojih je dušik potreban samo za stvaranje zelene biljne mase, biljke koje proizvode bjelančevine zahtijevaju dodatne količine dušika. Da bi zadovoljilo minimalne uvjete pekarske tehnologije zrno pšenice mora sadržati najmanje 11 % bjelančevina, odnosno od 1,93 % čistog N. Dakle proizlazi da će visokorodne i/ili visokokvalitetne sorte pšenice trebati uvećane količine N hranjiva. Mnogim pokusima je

utvrđeno (18) da usjev usvoji samo 10 do 60 % N dodanog u gnojivu, dok se ostatak dušika ispere (nitrati) ili ispari (plinoviti dušik, amonijak, dušični oksid).

Značajni gubici ispiranjem javljaju se naročito u jesen kod pojave jakih kiša odmah nakon izvršene gnojidbe. Tada mlada biljčica ne koristi dostupan dušik, pa stoga moderna tehnologija ne preporuča ili ograničava predstajveno dodavanje N gnojiva na najviše 20 kg/ha čistoga N (1). Brojni su pokusi pokazali da se glavina dušika dodanog u jesen ispere u podzemne vode i vodotokove. Ovo ispiranje ovisi i o tipu tla, njegovom kapacitetu za vodu, njegovoj propusnosti i dubini. Količinski i vremenski neprimjerena gnojidba dušikom poskupljuje proizvodnju i zagađuje okoliš.

Koncentracija nitrata u podzemnim vodama većine zemalja EEZ-a prelazi za pitku vodu dozvoljeni standard od 50 mg/l. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće R. Hrvatske (NN 46/94) navodi 10 mg/l N iz nitrata kao maksimalno dopuštenu koncentraciju. Ovo je nešto stroži kriterij od onoga kod zemalja EEZ-a (50 mg/l $\text{NO}_3^- = 11,3$ mg/l nitratnog N). Danas imamo znanje i tehničke mogućnosti da pročistimo vodu rijeka, jezera, morskih površina, ali ne posjedujemo ni znanje ni mogućnost pročišćavanja podzemnih voda - glavnog izvora pitke vode. Stoga je prije nekoliko godina pokrenut zajednički projekt znanstvenih institucija EEZ-a "*Nitrate in soils*" sa zadatkom proučavanja ispiranja nitrata, te formuliranja i provođenja efikasne politike prevencije zagađivanja podzemnih voda (16).

Gubici isparavanjem značajniji su kod primjene organskih gnojiva (stajski gnoj i gnojovka), posebno na vodom saturiranom tlu. Ovdje je pored plinovitog N od posebnog značenja emisija dušičnog oksida, koji imade 290 puta veću moć upijanja infracrvenih zraka od ugljičnog dioksida, te time bitno uvećava tzv. "efekta staklenika" (3). Značenje tog uvećanja biti će nam jasniji ako znamo da su za posljednjih 100 godina prosječne temperature na zemlji porasle za preko 0,5°C. Može se očekivati da će zbog efekta staklenika u slijedećem stoljeću temperature porasti za 4-5°C, t.j. za onoliko za koliko su porasle od zadnjeg ledenog doba (prije 180 tisuća godina) do danas, izazivajući bitne promjene klime. Efekat staklenika posljedica je povećanja koncentracije atmosferskog ugljičnog dioksida, metana i oksida dušika. Već je spomenuto da NO_2 imade najveću sposobnost apsorpcije toplinskih zraka, pa je i najopasniji. Porast koncentracije NO_2 posljedica je intenzivnog korištenja mineralnih gnojiva tijekom zadnjih 40 godina. Dakle i ovdje se poljoprivreda (proizvodnja hrane) javlja kao glavni zagađivač atmosfere.

Cijena proizvodnje mineralnih gnojiva postaje sve viša zbog velikog utroška energije. To je možda jedna od sretnih okolnosti koja će djelovati na zaustavljanje porasta količina apliciranih čistih NPK hranjiva. Treba znati da je atmosfera koja nas okružuje bogata dušikom, a na korijenu nekih vrsta (*Leguminosae*) ili u rizosferi drugih (*Poaceae*) mogu živjeti mikroorganizmi sposobni da vežu atmosferski dušik. Neke vrste kao npr. *Trifolium pratense*, *Vicia faba* ili *Lupinus albus* fiksacijom mogu osigurati i preko 200 kg dušika po hektaru. U vrijeme skupe energije ovaj besplatno dobiveni dušik postaje vrlo značajna stavka racionalnog gospodarenja. Oplemenjivanje biljke i/ili mikroorganizma može se povećati sposobnost vezivanja dušika i time smanjiti

troškove proizvodnje, te potrošaču ponuditi jeftiniji i često, sa gledišta prehrane, biološki vrijedniji proizvod. Tako vezani atmosferski dušik ne ugrožava podzemne vode, niti zagađuje atmosferu.

Iz do sada iznesenog proizlazi da bi biljka pšenice pogodna za održivu poljoprivredu trebala imati ove karakteristike:

1) Poboljšanu moć usvajanja u tlu dostupnog dušika i ostalih hranjiva, što uključuje:

- brzi početni porast nakon sjetve i jako busanje,
- snažan korijenov sustav,
- prisustvo asimbiotskih fiksatora dušika u rizosferi biljke,

Poboljšanu translokaciju N u zrno:

- nadzemna masa s uvećanom sposobnošću nakupljanja N tijekom vegetacije, i njegove translokacije iz stabljike u zrno tijekom zriobe, iz čega proizlazi i poboljšanje pekarskih tehnoloških karakteristika.

3) Povećanu sposobnost kompeticije:

- veliku stabilnost u odnosu na promjenu okolišnih uvjeta uzgoja,
- tolerantnost prema prevalentnim biljnim bolestima, parazitima i korovima,
- tolerantnost na uvjete stresa (suša, temperatura, pH, Al⁺⁺⁺).

U okviru projekta 4-01-133 - "Genetski aspekti racionalne i ekološki manje štetne proizvodnje pšenice" financiranog od Ministarstvo znanosti i tehnologije R. Hrvatske, već se niz godina provode znanstvena istraživanja. Dio istraživanja vezanih prvenstveno na reakciju različitih genotipova ozime pšenice na gnojidbu dušikom iznosimo u ovom radu.

MATERIJAL I METODE

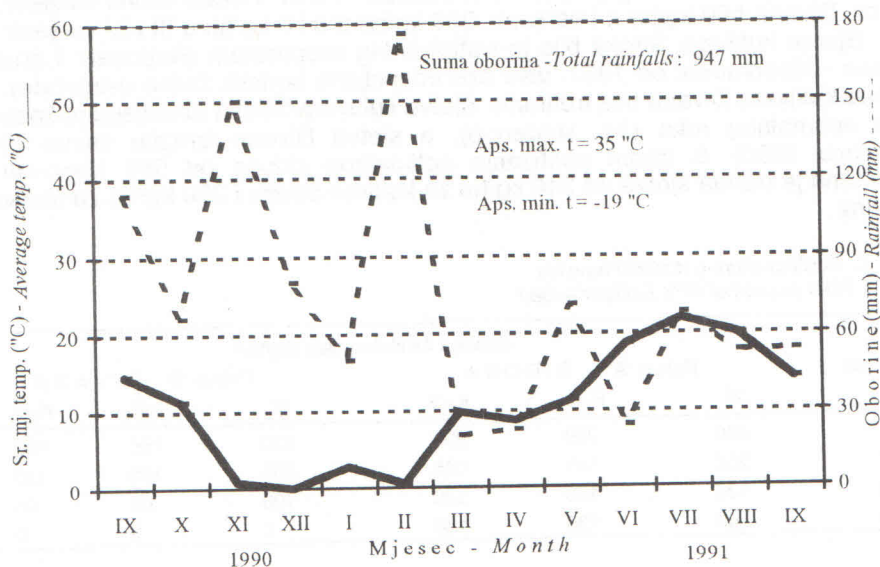
Fizikalno-kemijske značajke tla na pokusnom objektu

Pokus je postavljen na površinama Poljoprivrede stanice Velika Gorica na aluvijalno-karbonatnom, ponegdje slabo oglejanom, ilovastom tlu srednjeg kapaciteta za vodu. Na dvije table, od kojih je jedna u intenzivnom korištenju (pretkultura kukuruz), a druga je bila prirodna livada dugi niz godina. Reakcija tla je bila neujednačena, te je varirala od jako kisele do slabo kisele, pa i neutralne. Mjestimično tlo zahtjeva visoke doze vapna za kalcizaciju. Sadržaj humusa u tlu (4-5%) veći je od onog u prethodno referiranom pokusu sa cv. Pitoma u Križevcima (13). Opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom je neujednačena; od dobra (15 mg/100g tla) do vrlo bogata (26 mg/100g tla). Opskrbljenost kalijem bila je vrlo bogata (37-45 mg/100 g tla).

Klima pokusnih mjesta

Lokalitet pokusnog polja ima značajke umjereno-kontinentalne klime s višegodišnjim prosjekom oborina 886 mm i višegodišnjim prosjekom temperatura 10,5°C. Osnovne klimatske karakteristike vegetacijske sezone u kojoj su provedena ispitivanja prikazane su Walterovim klimagramom (Graf. 1), (podaci

Hidrometeorološke stanice zračne luke Pleso). Klimatske prilike u vegetacijskoj sezoni bile su izrazito povoljne za pšenicu, s dovoljno vlage za klijanje i rani porast u jesen, te u fazi intenzivnog rasta (svibanj), i suhim i sunčanim vremenom u zriobi i žetvi. Srednje mjesečne temperature ni u zimskim mjeseci nisu padale ispod 0°C, a zabilježena minimalna temperatura od -19°C nije ostavila tragove oštećenja na usjevu.



Graf. 1. Klimagram po Walтеру za Veliku Goricu - 1990/91. godina

Karakteristike sorata

U pokusu su korištene dvije sorte oprečnih karakteristika kada je u pitanju fenotip, rodnost i pekarska kakvoća:

A) Široka - pripada grupi polupatuljastih krušnih pšenica, osrednje pekarske kakvoće, neotporna prema pepelnici (*Erysiphe graminis*), otporna prema lisnoj (*Puccinia recondita*), stabličnoj (*Puccinia graminis*) i žutoj (*Puccinia striiformis*) rdi, te tolerantna do osjetljiva prema pjegavosti lista i fuzariozama (*Septoria nodorum* i *Fusarium spp.*). Otpornost na polijeganje je odlična, a sposobnost busanja izrazito naglašena. Temeljem izračunatih parametara stabilnosti cv. Široka se svrstava u sorte intenzivnog tipa (10).

B) Divana - je krušna pšenica više slame (cca 100 cm), odlične mlinarske i pekarske kakvoće (poboljšivač), tolerantna prema gore navedenim prevalentnim biljnim bolestima. Namijenjena je vrlo kasnoj sjetvi. Vrlo dobro podnosi ekstenzivne uvjete proizvodnje bez značajnijeg smanjenja uroda. Izrazito dobro busa, a pod određenim okolnostima (gusti sklop i jaka gnojidba dušikom) osjetljiva je na polijeganje. Tipičan je primjer pšenice za ekstenzivniju agrotehniku (11).

Osnovne značajke pokusa

Na odvojenim proizvodnim parcelama sjemenskog usjeva kategorije elita za original, postavljena su dva odvojena pokusa s osnovnom pokusnom parcelicom veličine (15 m²). Predusjev za pokus "A" sa sortom Široka bio je kukuruz, a za pokus "B" sa sortom Divana višegodišnja prirodna livada.

Prigodom obrade tla izvršena je osnovna gnojidba s 500 kg/ha kompleksnog mineralnog gnojiva NPK 8:26:26 - za cv. Široka u svih varijanti, a za cv. Divana 500 kg/ha u I varijanti, 250 kg/ha u II i 0 kg/ha u III i IV varijanti.

Sjeme kultivara Široka bilo je tretirano Hg preparatom (Radosan: I grupa otrova - Napomena: od 1991. više nije dozvoljeno koristiti živine preparate), a sjeme kultivara Divana nije tretirano. Sjetva kultivara Široka obavljena je kasno, van optimalnog roka (11. studenog), a sjetva Divane izrazito kasno (24. prosinca 1990). S ciljem postizanja optimalnog sklopa od 550 klasova/m² korištena je norma sjetve od 240 kg/ha za kultivar Široka i 220 kg/ha za kultivar Divana.

Tab. 1. Količina ukupno dodanih hranjiva
Tab 1. Total amount of NPK fertilizer added

Varijanta	Količina čistih hranjiva (kg/ha)					
	Pokus "A": ŠIROKA			Pokus "B": DIVANA		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
I	430	290	290	320	160	160
II	250	185	185	200	130	130
III	130	130	130	100	65	65
IV	85	130	130	0	0	0

Prihrana pšenice izvršena je KAN-om, a kod I varijante u prvoj prihrani dodano je i organsko gnojivo "Organo". Kod II varijante kultivara Široka u prvoj prihrani korišteno je kombinirano NPK gnojivo. Prihrane su izvršene: prva 21. ožujka, druga 24. travnja a treća 14. svibnja. Druga i treća prihrana nisu izvršene kod četvrte varijante pokusa. Ukupna količina dodanih hranjiva (predsjetveno i u tri prihrane) prikazana je u Tablici 1.

Zaštita od korova na oba pokusa provedena je 24. 04. herbicidom Lontrel 418-EC (4,5 l/ha), a zaštita od bolesti dvokratnim prskanjem pokusa (3. i 24. 05.) fungicidom Impact (1 l/ha).

Uzimanje uzoraka za analize

Na početku, tijekom i na kraju vegetacije uzimani su uzorci tla do dubine 30 cm za agrokemijske analize. Rađene su standardne analize prosječnih uzoraka tla posebno za svaku varijantu pokusa (reakcija tla, humus, makro- i mikroelementi, te teški metali).

Da bi se dobio uvid u variranje osnovnih biogenih elemenata u biljci ovisno o varijanti gnojidbe, tijekom vegetacije uzimani su uzorci biljne mase. Analiziran je čitav nadzemni dio biljke, a nakon žetve posebno slama, a posebno zrno pšenice. Ispitivani su sljedeći parametri: postotak suhe tvari, koncentracija

ukupnog i nitratnog N, ukupni P₂O₅, K₂O i Mg, a od mikroelemenata samo Cu u zru i slami, za koji je prethodnim analizama tla utvrđen manjak.

U vrijeme nalijevanja zrna uzeti su uzorci tla za mikrobiološku analizu ukupne zastupljenosti mikroorganizama tla, te analizu zastupljenosti: a) amonifikatora, b) aerobnih asimbiotskih N-fiksatora (*Azotobacter* spp., *Azospirillum* spp., *Beijerincka* spp. i *Derxia* spp.), c) aerobnih celulitičkih mikroorganizama i d) nitrifikatora. Anali-ze su izvršene standardnim mikrobiološkim metodama uz upotrebu selektivnih hranjivih supstrata za svaku grupu mikroorganizama.

Nakon žetve u zru je analizirana koncentracija ukupnih bjelančevina, te neproteinskog i nitratnog N. Dinamika uzimanja uzoraka tla i biljnog materijala data je u tablici 2, a analitičke metode su specificirane u prvom radu istog ciklusa (13) pa ih ovdje ponovo ne nabrajamo.

Tab. 2. Dinamika uzimanja uzoraka tla i biljne tvari
 Tab. 2. Dynamics of soil and plant tissue sampling

	Datum uzimanja uzoraka <i>Date of sampling</i>	Tlo <i>Soil</i>	Biljka <i>Plant</i>	Razvojni stadiji biljke <i>Feekes development stages</i>
Prije I prihrane	28. 02. 91.	+		2-3
5 dana nakon I prihrane	26. 03. 91.	+		3-4
12 dana nakon I prihrane	02. 04. 91.	+		4
19 dana nakon I prihrane	09. 04. 91.		+	5
Prije II prihrane	18. 04. 91.	+	+	6
II prihrana	24. 04. 91.			7
6 dana nakon II prihrane	30. 04. 91.	+	+	8
14 dana nakon II prihr.	07. 05. 91.	+	+	9
Prije III prihrane	14. 05. 91.	+	+	10.1
7 dana nakon III prihr.	21. 05. 91.	+	+	10.3 - 10.5
14 dana nakon III prihr.	28. 05. 91.	+	+	10.5
	11. 06. 91.	+	+	11
Nakon žetve - <i>After harvest</i>	27. 07. 91.		zmo, slama <i>grain, strow</i>	

REZULTATI I RAZRADA

Agrokemijske analize tla

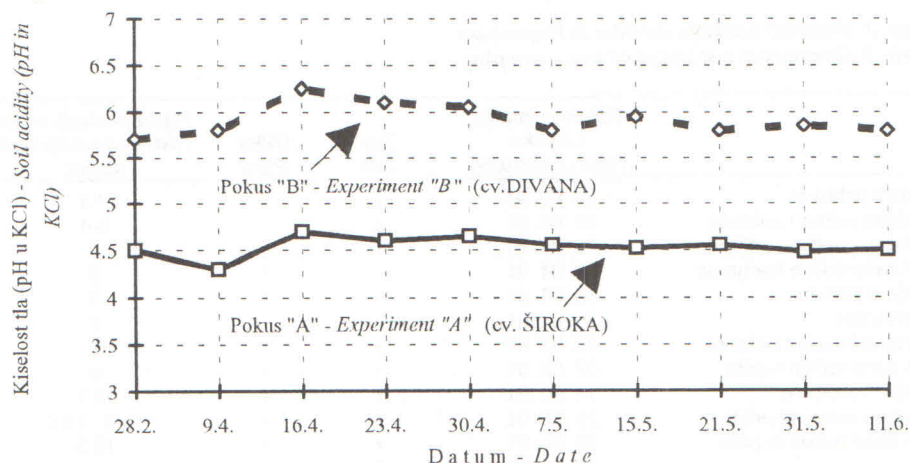
Količina humusa tla do 30 cm dubine kretala se između 3,4 % (pokus "A" - Širo-ka) i 4,7% (pokus "B" - Divana), što ovo tlo se svrstava u dosta humusna tla. Reakcija tla kod pokusa "A" (Široka), bila je izrazito kisela (pH u KCl oko 4,5), a kod pokusa "B" (Divana) slabo kisela (pH u KCl oko 6). (Graf. 2) Kod kiselih tala s pH vrijednosti 4,5 ili niže, raste koncentracija mobilnog Al⁺⁺⁺ iona u tlu do nivoa toksičnosti za biljku (slabiji porast korijena, blokirano usvajanje fosfora).

Osnovnom gnojdbom i prihranom podešen je veći raspon dodanih hranjiva od onoga koji se primijenjuje u proizvodnji. Tako je pokus "A" (Široka) imao

raspon gnojidbe dušikom od 85 do 430 kg/ha N, a pokus "B" (Divana) od 0 do 320 kg/ha N. Maksimalna količina dodanog dušika kod oba pokusa (430 i 320 kg/ha N) izazvala je prekomjerni porast i bujnost, te polijeganje usjeva, koji se negativno odrazilo na urod zrna.

Nakon svake prihrane javio se očekivani porast obje forme N (NO_3^- i NH_4^+) u tlu, te ponovni povrat na normalu nakon određenog vremenskog razdoblja. To je naročito uočljivo kod nitrarnog oblika, koji je i mnogo mobilniji od amonijskog i lakše se ispire u dubinu tla.

Prethodna preliminarna ispitivanja (Jošt i sur. nepublicirano) kao i rezultati ovog pokusa ukazuju da u granici utvrđene dobre opskrbljenosti tla s P_2O_5 i K_2O pšenica slabo reagira na dodatnu ishranu ovim hranjivima, pa stoga ovdje, zbog opsežnosti materije, neće biti izneseni rezultati analize dinamike ovih hranjiva u tlu.



Graf. 2. Kretanje reakcije tla do dubine 30 cm
Graph. 2. Flow of soil acidity to 30 cm depth

Magnezij - tlo do 30 cm dubine bilo je za pokus "A" srednje opskrbljeno (6,45 mg/100g tla), a za pokus "B" vrlo bogato (38,7 mg/100g tla) magnezijem. Kod pokusa "A" (Široka) zbog izrazito kisele reakcije pokusa (pH=4,5) i antagonizma u kiseloj sredini s mobilnim Al^{+++} ionom, moglo je doći do pojave deficijencije ovog, iza N, P i K najznačajnijeg biogenog elementa. Folijarna ishrana s Mg u vrijeme cvatnje (3-5 kg/ha MgO) mogla bi ovdje biti opravdana zbog velike potrebe koju ispoljava biljka pšenice za Mg, naročito u vrijeme nalijevanja zrna (9).

Početno stanje tla analizirano je i na prisustvo nekih mikroelemenata. Tlo je slabo opskrbljeno cinkom, a značajno je izražen nedostatak bakra - za pšenicu važnog mikroelementa (Tab. 3). Ostali ispitivani mikroelementi (Fe i Mn) bili su prisutni u optimalnim granicama (5, 17).

Tab. 3. Mikroelementi u tlu do 30 cm dubine - V. Gorica, 1991.
Tab 3. Trace elements in soil to 30 cm depth - V. Gorica, 1991.

Mikroelementi	Mjer. jed.	Pokus A (Široka)	Pokus B (Divana)	Optimalne vrijednosti <i>Optimal values</i>
Mangan (Mn)	ppm	35,98	36,7	50-200
Cink (Zn)	ppm	2,54	3,52	200
Bakar (Cu)	ppm	0,28	0,17	50
Željezo (Fe)	ppm	3,67	1,86	-

U tlu utvrđene količine teških metala nalazile su se znatno ispod dozvoljenih graničnih vrijednosti (Tab. 4.), te za sada ne predstavljaju opasnost. Pokus "B" bio je lociran bliže frekventne prometnice Zagreb-Sisak, te je vjerojatno stoga količina olova, koje potječe iz ispušnih plinova automobila, nešto uvećana u odnosu na stanje tla od prometnice udaljenog pokusa "A". Analize teških metala u biljnom tkivu i zrnu nisu rađene.

Tab. 4. Teški metali u tlu do 30 cm dubine - Velika Gorica, 1991.
Tab. 4. Heavy metals in soil to 30 cm depth - Velika Gorica, 1991.

Teški metali <i>Heavy metals</i>	Mjer. jed.	Pokus "A" (Široka)	Pokus "B" (Divana)	Dozvoljene granične vrijednosti
Kadmij (Cd)	ppm	0,09	0,10	0,80
Krom (Cr)	ppm	32,35	33,10	75,00
Živa (Hg)	ppm	0,10	0,13	0,80
Olovo (Pb)	ppm	12,00	15,90	50,00

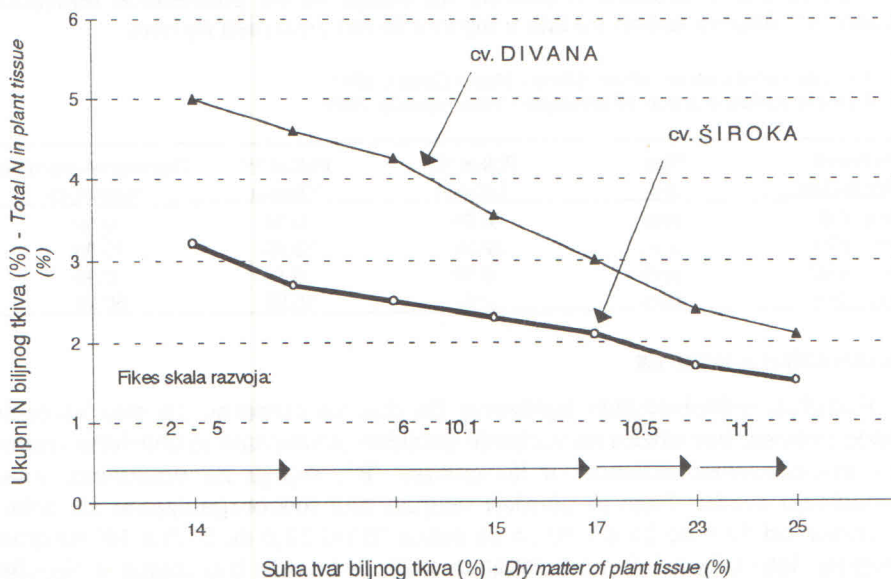
Mikrobiološke analize tla

Rezultati mikrobioloških ispitivanja tla dati su sumarno za sve varijante svakog pokusa, bez obzira na varijante gnojidbe. Analizama je utvrđena znatno veća mikrobiološka aktivnost u tlu pokusa "B", koji je za pretkulturu imao višegodišnju livadu. Tako je utvrđen ukupan broj mikroorganizama za pokus "A" iznosio od 12,8 do 21,8 x 10⁶, a za pokus "B" od 32,6 do 57,5 x 10⁶ na gram suhog tla. Isto vrijedi i za amonifikatore kojih je takođe bilo manje u rizosferi pokusa "A" (10,2 do 28,8 x 10⁶/g suhog tla) u odnosu na rizosferu pokusa "B". Od aerobnih fiksatora dušika u rizosferi pokusa "B" utvrđeno je prisustvo roda *Azotobacter* (13,3 - 46,6% fertilnih zrnaca tla), dok iste nisu bile prisutne u ni jednoj varijanti pokusa "A". Celulitičkih bakterija bilo je manje u pokusu "A" (10,6 - 32,6%), odnosno više u pokusu "B" (33,3 - 63,3% fertilnih zrnaca tla). Isto vrijedi i za celulitičke alge. Jedino je nitratnih bakterija bilo više u pokusu "A" (77,3 - 92,0%), u odnosu na pokus "B" (74,6 - 88,6% fertilnih zrnaca tla). Ovo su rezultati preliminarnih ispitivanja. Sljedeći korak bi trebao biti izolacija rodova *Azotobacter*, *Beijernickia* i *Derrxia*, te njihova selekcija s obzirom na mogućnost vezivanja atmosferskog N. Takvi bi se sojevi mogli zatim koristiti za predstjetvenu inokulaciju pšenice.

3 Analize biljnog tkiva

Ispitivanje opskrbljenosti biljnog tkiva dušikom započelo je od faze busanja (Feekes st. 4) i provedeno je do faze nalijevanja zrna (Feekes st. 11). Biljno tkivo kultivara Divana je u busanju sadržalo oko 5%, a u klasanju oko 2,5% N (prosjeak za sve varijante gnojidbe). Usprkos slabije gnojidbe dušikom u kultivara Divana (pokus "B") u prosjeku je utvrđeno 1-2 % više ukupnog dušika u biljnom tkivu, u poredbi s jače gnojenim kultivarom Široka (pokus "A"). Treba naglasiti da je između varijanata gnojidbe u svakom pokusu utvrđena manja razlika za ovaj parametar od razlike između sorata. Prema tome, proizlazi da je usvajanje N genetski kontrolirana sortna karakteristika, što potvrđuju i dobiveni rezultati.

Postupni pad količine ukupnog dušika u biljci, tijekom vegetacije pratio je porast suhe tvari biljnog tkiva (Graf. 3).

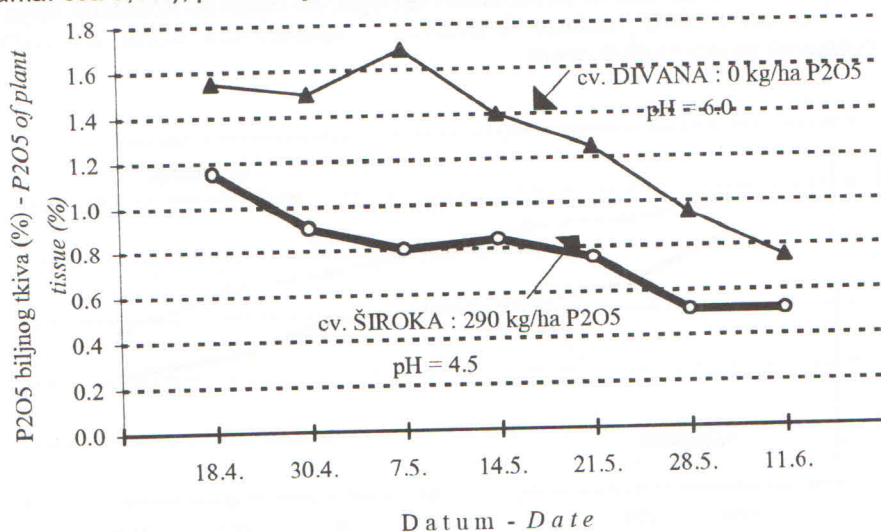


Graf. 3. Odnos ukupnog N i suhe tvari biljnog tkiva - prosjek za kultivare Široka i Divana
 Graph. 3. Relation of total N and dry matter in plant tissue - Average for cv. Široka and cv. Divana

Količina fosfata u biljnom tkivu nije značajno ovisila o razini primjenjene agrotehnike, ali je zato jako ovisila o kiselosti tla te eventualno i o genotipu (kultivaru). Naime, treba naglasiti da je u biljnom tkivu kultivara Široka pri I varijanti gnojidbe pokusa "A" s dodanih 290 kg/ha P_2O_5 , utvrđen niži nivo fosfata no u tkivu kultivara Divana kod IV negnojene varijante pokusa "B". (Graf. 4) Ovu razliku svakako treba povezati s utjecajem različite kiselosti tla pokusa "A" i "B" (pH=4,5 odnosno 6.0) i već spomenutim negativnim efektom mobilnog Al^{+++} iona na usvajanje fosfora. Iako, na temelju ovoga pokusa, kod ispitivanih kultivara nije moguće odrediti postojanje genetskog efekta na

usvajanje hranjiva iz tla, takav efekat je moguć i u ovom slučaju vrlo vjerojatan. Naime, sličan je slučaj utvrđen i s kalijem. Prosječna koncentracija K_2O u biljnom tkivu za sve četiri varijante gnojidbe je za oko 1-1,5 % veća pri pokusu "B" (Divana) u odnosu na pokus "A" (Široka), (Graf. 5). Ova se razlika javila usprkos veće gnojidbe kalijem u pokusa "A" (130 - 290 kg/ha K_2O) u odnosu na pokus "B" (0 - 160 kg/ha K_2O). Jedno od mogućih objašnjenja može biti u kritično niskom pH, koji opet preko povišenog mobilnog Al^{+++} blokira razvoj korijenovog sistema (10). Nedovoljno razvijeni korijen nije sposoban za punovaljanu funkciju usvajanja biljnih hranjiva, među ostalim i kalija.

Koncentracija magnezija analizirana je i nakon žetve u biljci (slama i zrno). Međutim, analizama nisu utvrđene bitne razlike u koncentraciji Mg između pokusa "A" i "B", odnosno između ispitivanih sorata (zrno: cca 0,07% i slama: cca 0,1%), pa ih ovdje ne navodimo.



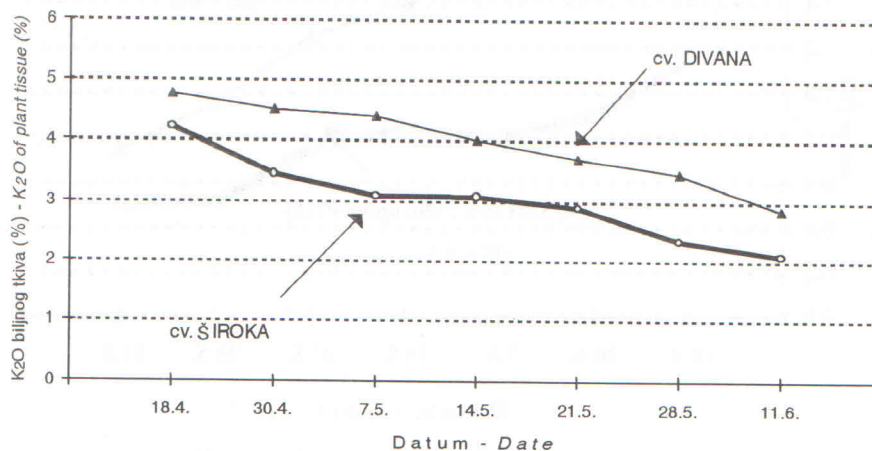
Graf. 4. Kretanje P_2O_5 u biljnom tkivu: kultivari Široka (I varijanta) i Divana (IV varijanta)
 Graph. 4. Flow of P_2O_5 in plant tissue: cv. Široka (1st variant) and cv. Divana (4th variant)

Nakon žetve određena je koncentracija bakra u slami (Široka: 0,78 i Divana: 0,96 ppm) i zrnu (Široka: 0,51 ppm i Divana: 0,75 ppm). Literatura (7) navodi varijaciju za sadržaj bakra u zrnu pšenice od 5,1 do 19,4 ppm. Jasno je uočljivo da se u našem primjeru izraziti nedostatak bakra u tlu odrazio kroz isto tako izraziti nedostatak ovog elementa u slami i zrnu pšenice. Treba naglasiti da slobodni Al^{+++} ioni u naglašeno kiselim, tlima zbog antagonizma izazivaju, odnosno potenciraju deficijenciju bakra. Pored toga, intenzivna ishrana dušikom na bakrom siromašnim tlima može izazvati jake simptome deficijencije bakra i sniženje uroda zrna (8). Stoga je, na bakrom siromašnim kiselim tlima, forsiranje visokih priroda jakom ishranom dušikom pogrešno. Urod zrna od 8 t/ha iznese iz tla 50-150 g bakra (19), dok dodatna količina bakra može biti

izgubljena za biljku zbog vezanja bakra s drugim sastojcima tla (6). Dodatna folijarna ishrana ovim mikroelementom, na Cu siromašnim tlima, može biti gospodarski znatno opravdanija od intenzivne gnojidbe dušikom, na što je upozoreno u prvom radu ovog ciklusa (12). U sklopu ovog projekta provedena su i istraživanja učinka folijarne ishrane pšenice bakrom, a rezultati tih istraživanja biti će izneseni u zasebnom izvješću.

Urod zrna i bjelančevina po jedinici površine

Primijenjene varijante gnojidbe ovog pokusa mogli bismo podijeliti na one koje su veće (varijante I i II) i one koje su manje (varijante III i IV) od danas najčešće korištenih količina dodanih čistih hranjiva. Ekstremno visoke količine N hranjiva (varijanta I: 430 odnosno 320 kg/ha N) danas ne će koristiti ni jedan proizvođač - prvenstveno iz ekonomskih razloga, no ovdje su korištene kako bi dobili što bolju sliku reakcije intenzivne i ekstenzivne sorte na razinu primijenjenih agrotehničkih mjera.



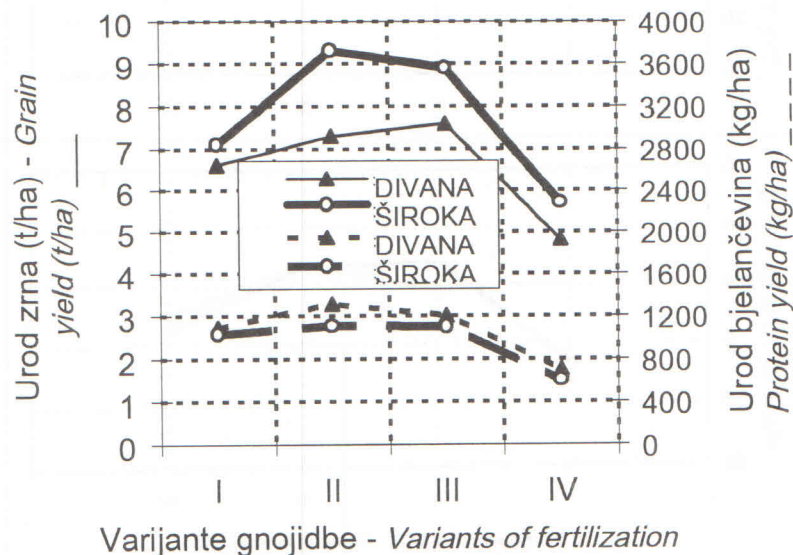
Graf. 5. Kretanje K_2O u biljnom tkivu: prosjek za 4 varijante gnojidbe
Graph. 5. Flow of K_2O in plant tissue: Average for four fertilization variants

U svim varijantama agrotehnikе intenzivni kultivar Široka ispoljio je viši urod zrna (5,7 - 9,4 t/ha) od ekstenzivnog kultivara Divana (4,9 - 7,6 t/ha) (Graf. 6). Kod oba ispitivana kultivara, najjača gnojidba je izazvala polijeganje i naglašeni napad bo-lesti, pa se kao posljedica javilo šturo zrno, male hektolitarske mase. Kod I varijante urod zrna bio je manji negoli kod II i III varijante gnojidbe. Intenzivni kultivar Široka je najviši urod (9,37 t/ha) ostvario u II varijanti gnojidbe (250 kg/ha N), a ekstenzivni kultivar Divana (7,6 t/ha) u III varijanti gnojidbe (100 kg/ha N). Ekstenzivni kultivar Divana je i bez gnojidbe, ali zahvaljujući boljem tlu (viši pH, više humusa, veća mikrobiološka aktivnost tla) postigao relativno dobar urod od 4,86 t/ha.

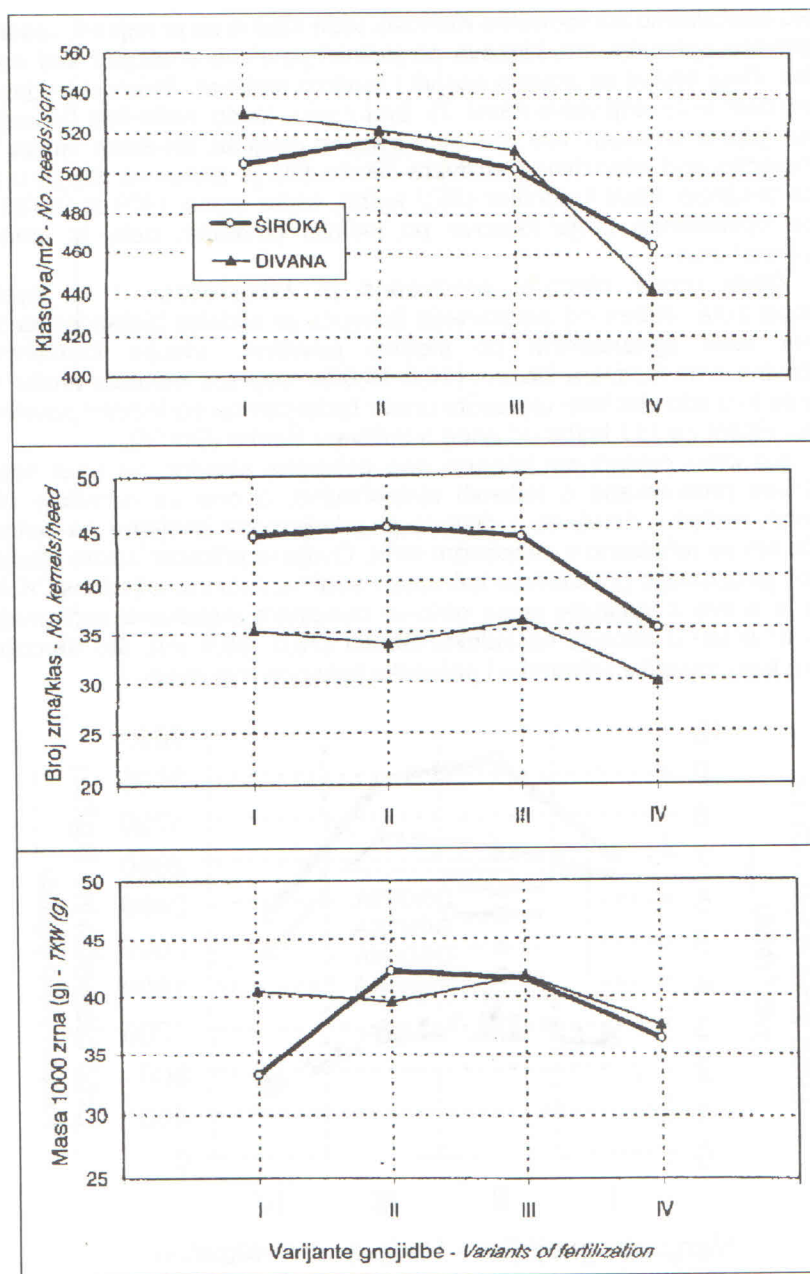
Ako analiziramo komponente rodnosti, tada vidimo da je najveći, ujedno za ove kultivare optimalni broj klasova po jedinici površine postignut kod najjače gnojidbe. Ovaj efekat se mogao postići i ranijom sjetvom. Smanjenje gnojidbe dušikom dalo je i manji sklop (Graf. 7). Broj zrna u klasu, osim kod IV varijante gnojidbe gdje je smanjen, nije značajno ovisio o gnojidbi. Međutim, masa 1000 zrna, naročito kod intenzivnog kultivara Široka bila je značajno manja u prvoj varijanti gnojidbe. Niski hektolitar (75,2 kg/hl), niska masa 1000 zrna (33,3 g) usprkos optimalnom broju klasova po jedinici površine, dala je umanjeni ukupan urod zrna.

Osim uroda pšenice, proizvođač je zainteresiran i za kvalitetu dobivenog zrna. Jedan od pokazatelja kakvoće je sadržaj bjelančevina zrna, odnosno urod bjelančevina po jedinici površine. Visoka koncentracija bjelančevina zrna kultivara Divana (14,6-18,0%), usprkos manjem urodu zrna, rezultirala je u vrlo visokom ukupnom urodu bjelančevina po jedinici površine, u prosjeku višem za 117 kg/ha od onog u kultivara Široka (Graf.6).

No kako prikladnost pšenice kao pekarske sirovine ne ovisi samo o količini već prvenstveno o kakvoći bjelančevina, a ona se određuje nizom specifičnih metoda, detaljnije o djelovanju primijenjene gnojidbe na pekarsku kakvoću biti će referirano u zasebnom radu. Ovdje je prikazan samo utjecaj na jedan od pouzdanijih pokazatelja kakvoće - sedimentacionu vrijednost. Kultivar Divana je u sve 4 varijante imala gotovo dvostruke vrijednosti sedimentacije (50.0 - 61.0 ml) u odnosu na kultivar Široka (20,0 -39.0 ml), što ukazuje na izuzetne karakteristike mlinarske i pekarske kakvoće ove sorte.



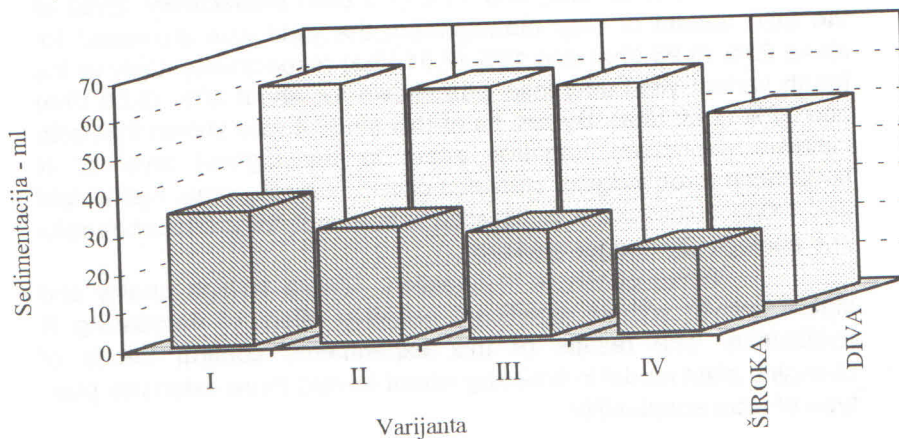
Graf. 6. Urod zrna i bjelančevina po hektaru pri četiri varijante gnojidbe dušikom
 Graph. 6. Effect of different levels of N applied on grain and protein yield per hectare



Graf. 7. Komponente rodnosti kultivara Široka i Divana pri četiri varijante gnojidbe
 Graph. 7. Yield components of cv. Široka and cv. Divana at four variants of fertilization

Još je značajnija činjenica da su vrijednosti sedimentacije bile gotovo podjednake kod sve tri varijante gnojidbe dušikom, dok se lagani pad javio samo u negnojene varijante (Graf. 8). Divana je, kad je kakvoća u pitanju, izuzetno stabilna sorta s vrlo slabom reakcijom na promjene okoliša. Značajno je da je u kultivara Široka pri smanjenju N prihrane za gotovo 50% (II varijanta = 250 kg N/ha, III varijanta 130 kg N/ha) umanjen urod zrna za samo oko 6%. (II varijanta = 9,37 t/ha, III varijanta = 8,93 t/ha). Ovo su gotovo identični rezultati onima koji su dobiveni 1990. u Francuskoj (17): gdje je redukcija gnojidbe za 50% (s 300 na 150 kg N/ha) smanjila urod za samo 5%, dok je takvom manjom gnojidbom faktor polucije smanjen za 60%. Već je spomenuto da intenzivna prehrana dušikom na bakrom siromašnim tlima može izazvati čak simptome deficijencije bakra i sniženje uroda zrna. Isto vrijedi i za izazvito kisela tla s velikom koncentracijom slobodnog Al^{+++} iona, gdje će zbog slabijeg razvoja korijena usvajanje hranjiva biti umanjeno. Sve ovo potvrđuje da je pretjerana gnojidba dušikom vrlo neracionalna, za proizvođača ekonomski i ekološki štetna mjera.

Postavlja se pitanje: koja bi to bila najracionalnija količina dušika u proizvodnji pšenice? Odmah treba kazati da se na to pitanje ne može dati uopćen odgovor. Naime pored kvalitete tla i klimatskih prilika (prvenstveno količina oborina) ovdje je od značaja i genotip. Najbolje nam to ilustriraju uporedni rezultati ispitivanja dviju po tipu oprečnih kultivara: Široka (intenzivan) i Divana (ekstenzivan). Svrha ovoga rada je i bila: pokusom potvrditi ideju o potrebi mijenjanja postojećeg koncepta model-biljke u oplemenjivanju pšenice. Već je naglašeno da je u moći čovjeka da mijenja agrotehniku i genotip (13), dok je za sada još manje-više ovisan o klimi. Sigurno je da će to biti sorte nešto ekstenzivnijeg tipa, ali zato vrlo široke adaptabilnosti, odnosno slabe reakcije na promjene okolišnih uvjeta. U našim ispitivanjima u tu nam je svrhu vrlo dobro poslužila sorta Divana.



Graf. 8. Sedimentaciona vrijednost (Zeleny) za kultivare Široka i Divana kod 4 nivoa ishrane dušikom
Graph. 8. Zeleny sedimentation values for cvs. Široka and Divana at four levels of N nutrition

DEVELOPMENT OF PLANT IDEOTYPE FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE

2. Comparison of intensive (cv. Široka) and extensive type (cv. Divana) of winter wheat grown at four levels of nitrogen fertilization

SUMMARY

Aiming at adaptation of the existing crop management of wheat to the requirements of sustainable agriculture, as well as comparing reaction of intensive and extensive wheat cultivars to intensity of agricultural practice (specially to different levels of nitrogen applications) a preliminary investigations of winter wheats (cv. Široka and cv. Divana) reaction to decreased amounts of nitrogen applied during vegetation period was carried out:

I Maximal amounts of total N fertilizers (Široka=430, and Divana 320 kg/ha N).

II About 40% decreased amount of N fertilization (250 and 200 kg/ha N respectively).

III About 70% decreased amount of N fertilization (130 and 100 kg/ha N respectively).

IV About 80 (100%) decreased amount of N (85 and 0 kg/ha N respectively).

At the first check variant (I) with the most intensive crop management the grain yield was 7.12 t/ha for cv. Široka and 6.62 t/ha for cv. Divana. At the second variant (II) the yield was increased for about 30% (9.37 t/ha) and 11% (7.3 t/ha) respectively. Even at the third variant of crop management the yield was increased for about 25% (8.93 t/ha) and 15% (7.61 t/ha) respectively. Only at the fourth variant yield decrease was shown for about 20% (5.68 t/ha) and 27% (4.86 t/ha). By results of this study it was shown that both cultivars expressed negative effect to the highest level of N fertilization (crop lodging, shriveled grains, lowering grain test weight and TKW). Excessive N fertilization is irrational, for producer harmful and ecologically danger measure.

When quality is in question, Divana is high quality and stable cultivar without significant negative effect of decreasing N fertilization. The results of this experiments confirm needs of changing plant model in breeding wheat toward more extensive plant type of wide adaptability.

Key words: wheat breeding, plant ideotype, rational production, sustainable agriculture, environment protection.

LITERATURA - REFERENCES

1. 1991. Fertilizer recommendations for agricultural and horticultural crops. Reference book 209, MAFF, London, p.p. 1-37.
2. 1991. Code of good agricultural practice for the protection of water. MAFF publications, London.
3. 1992. Code of good agricultural practice for the protection of air. MAFF publications, London, p. 74.
4. Archer, J. and D. Thompson. 1993. Background to the nitrate problem in the UK. In: Solving the nitrate problem. Progress in research and development. MAFF publication, London, p.3-6.
5. Bergmann, W. 1968. Erster orientiren der Ueberblick uber die B-, Cu-, Mn-, Mo- Versorgung der Boden der DDR. A Thar-Arch. 12:1099-1112.
6. Brennan, R.F., J.W. Gartrell, and A.D. Robson. 1980. Reactions of copper with soil affecting its availability to plants. I. Effect of soil type and time. Aust. J. Soil Res. 18:447-59.
7. Džamić, M., M. Leković i Ružica Džamić. 1983. Zastupljenost nekih mikroelemenata u zmu pšenice u zavisnosti od sorte i uslova gajenja. Agrohemija, br. 11-12:397-405.
8. Graham, R. D. and E. K. Sadanandan Nambiar. 1981. Advances in research on copper deficiency in cereals. Aust. J. Agric. Res. 32:1009-1037.
9. Grimme, H. 1991. Magnesium fertilization. Proc. 1st European Meeting on Rational Fertilization: Which fertilizer practices tomorrow? Strasbourg, p. 211-218.
10. Jošt, M., F. Bašić, Z. Bily, T.S.Cox, Ivanka Čizmić, I. Gašpar, Branka Javornik, Milica Jošt, Božena Mrazović, Z. Ostojić, Vesna Samobor-Galović, Marija Stipičić, Ljiljana Vapa, A.J. Worland i Dragica Žanić. 1988. Pšenica - put do visokih prinosa. Poljoprivredni institut Križevci. p. 99.
11. Jošt, M., S. Vodopivec, Radojka Fišter, Maja Skenderija, Blaženka Šebečić i Dragica Žanić. 1993. VG-90- HP - nova visokokvalitetna krušna pšenica - poboljšivač u pekarskoj industriji. Zbornik radova savjetovanja "Hrvatska: Biološki vrijednijom hranom u Europu", p. 147-153.
12. Jošt, M. 1993. Oplemenjivanje bilja, proizvodnja hrane i održiva poljoprivreda. Zbornik radova sa znanstvenog skupa "Uloga znanosti u održivom razvoju", Zagreb, 11-13. ožujka 1993. Socijalna ekologija (u štampi).
13. Jošt, M., A. Jurić, Ž. Vukobratović, S. Srećec i Ljerka Pohl. 1994. Stvaranje model biljke za održivu poljoprivredu. 1. Reakcija pšenice (*T. aestivum ssp. vulgare*, cv. Pitoma) na smanjenje gnojidbe i zaštite. Sjemenarstvo, 11:3-4.
14. Katić, Z. 1993. Čovjek i hrana - poljoprivreda i energija. Savjetovanje o strategiji dugoročnog razvika hrvatske poljoprivrede. Zagreb, 21-22 travnja 1993. (u štampi).
15. Racz, Z. 1992. Svjetski i domaći trendovi zaštite tala i poljoprivredne proizvodnje od Stockholma do Rio de Janeira. Soc. Ekol., 1(3):399-405.
16. Reiniger, P., J. Hutson, H. Jansen, J. Kragt, H. Piehler, M. Swarts and H. Vereecken. 1991. Evaluation and testing of models describing nitrogen transport and transformation in soil: A European project. Proc. 1st European meeting on rational fertilization - Which fertilizer practices tomorrow? Strasbourg, p. 224-228.
17. Remy, J. C. 1990. Possibilities and constraints concerning the use of fertilizers. What limit should be put on intensification? Colloquium titls: Defe ble 90, Paris, Octobre 2-3^o, p. 237-242.
18. Reith, J. W. S. and R. L. Mitchell. 1964. Efect of soil treatment on trace element uptake by plants. Proc. IV Int. Colloq. Plant Annal. Fert. Problem, p. 241.
19. Sylvester-Bradley, R. and D. Powlson. 1993. Fertiliser nitrogen for arable crop. In: Solving the nitrate problem. Progress in research and development. MAFF publication, London, p.7-10.
20. Thevenet, G. 1991. Carence en cuivre sur ble tendre d'hiver. In: Oligo-elements et cultures - Les fiches du COMIFER. Fiche No.

Adrese autora - Authors' adresses:

prof. dr. sc. Marijan Jošt
dipl. ing. Želimir Vukobratović
Vesna Samobor-Galović
Poljoprivredni institut Križevci
Mislava Demarca 1
HR-48260 Križevci
mr. sc. Milica Glatki-Još
Poljoprivredna stanica Velika Gorica
HR-41410 Velika Gorica
prof. dr. sc. Sulejman Redžepović
dr. sc. Đurđa Sertić
Zavod za mikrobiologiju
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR-10000 Zagreb
Blaženka Šebečić
Farmaceutsko-biotehnoški fakultet Sveučilišta u Zagrebu
A. Kovačića 1
HR-10000 Zagreb

Primljeno - Received:
15. 02. 1996.