



## Efikasnost azota u formiranju prinosa pšenice pri različitim gustinama setve

Goran Jaćimović<sup>a</sup>, Vladimir Aćin<sup>b\*</sup>, Milan Miroslavljević<sup>b</sup>,  
Dušan Dunderski<sup>a</sup>, Ranko Čabilovski<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija

<sup>b</sup>Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

\*Autor za kontakt: [vladimir.acin@ifvcns.ns.ac.rs](mailto:vladimir.acin@ifvcns.ns.ac.rs)

### SAŽETAK

U okviru stvaranja novih sorti pšenice, jedan od važnih zadataka je ispitivanje sortne agrotehnike, odnosno ispitivanje reakcije pojedinačnih sorti na primenu određenih agrotehničkih mera. U tom cilju, kod novostvorenih sorti ispituju se i različiti aspekti đubrenja, odnosno količine, vreme i načini primene makro- i mikroelemenata, zatim optimalno vreme i različite gustine setve i dr. Ova istraživanja mogu omogućiti uštede u osnovnim inputima (količini mineralnih đubriva ili semena i dr.), odnosno doprineti smanjenju troškova proizvodnje. Cilj istraživanja bio da se analizira uticaj rastućih doza azota u prihranjivanju u interakciji sa gustinama setve, na prinos zrna tri sorte ozime pšenice, te da se primenom metode razlike u prinosu između rastućih doza azota utvrdi njegov doprinos u formiranju prinosa zrna pri različitim gustinama setve. Istraživanje je izvedeno na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, na Rimskim šančevima, u okviru višegodišnjeg oglada pod nazivom „Sortna specifičnost“ u toku 2020/2021. godine. U proseku za ceo ogled, povećanje prinosa zrna pšenice sa jednim kilogramom azota upotrebljenog u prihrani iznosilo je 25,09 kg zrna/1 kg N, međutim vrednosti efikasnosti iskorišćenja azota su varirale u zavisnosti od gustina setve i naročito od sorti. Kod svih gustina setve, najveća efikasnost azota bila je pri prihrani sa 50 kg N ha<sup>-1</sup>, te se ova doza može smatrati povoljnom u smislu najmanjih gubitaka N i zagađenja životne sredine. Međutim, sa aspekta zajedničkog uticaja na visinu prinosa pšenice i efikasnost iskorišćenja N, posebno racionalnom se izdvaja varijanta sa primenom srednje doze azota (100 kg ha<sup>-1</sup>). Najveću agronomsku efikasnost iskorišćenja azota imala je sorta NS 40S (26,06 kg zrna/kg N), neznatno manju NS Igra, a najmanju sorta NS Grivna.

**KLJUČNE REČI:** Pšenica, azot, efikasnost korišćenja azota, gustina setve, sortna specifičnost

### Uvod

Visoki i stabilni prinosi težnja su svakog proizvođača pšenice. Konstantnim stvaranjem novog, poboljšanog sortimenta putem selekcije i oplemenjivanja, ostvaren je ogroman napredak u pogledu povećanja prinosa i kvaliteta zrna. Međutim, ovo povećanje sve „intenzivnijih“ sorti pratilo je i povećanje potreba pšenice za većim količinama mineralnih hraniva, kako bi se biljkama omogućila potpunija ekspresija genetskog potencijala (Malešević i sar., 2012; Popović et al., 2020); što uporedo zahteva izmene i u drugim aspektima tehnologije proizvodnje (setvi, negi, žetvi useva i sl.). U tom smislu, neophodno je kod svake novostvorene sorte, između ostalog, ispitati i njenu reakciju na đubrenje i gustinu setve. Ovakva i slična istraživanja mogu omogućiti uštede u osnovnim poljoprivrednim inputima i doprineti smanjenju troškova proizvodnje.

Opšte je poznato da optimalna mineralna ishrana umanjuje nepovoljne efekte klimatskih činilaca na biljke i jača njihovu otpornost na stresne uslove (sušu, niske i visoke temperature i dr.). Potpun efekat NPK hraniva može se ostvariti samo ako su i drugi faktori koji utiču na prinos dovedeni u optimum; što se naročito odnosi na azot (N), pošto najviše utiče na prinos i kvalitet zrna, ali i zbog njegove velike mobilnosti u zemljištu (Popović, 2010; Jaćimović, 2012; Dončić et al., 2019; Aćin et al., 2019). Brojne studije su pokazale da se rast i prinos pšenice povećavaju sa primenom đubriva do određenog nivoa, a zatim generalno, đubrenje više nema pozitivnog uticaja, dok pri visokim količinama hraniva može doći i do redukcije prinosa (Kaur et al., 2017; Aćin et al., 2019).

Gustina setve je takođe važan faktor koji utiče na prinos pšenice. Optimalna gustina setve ozime pšenice u najvećoj meri zavisi od ekoloških faktora, kvaliteta (plodnosti) zemljišta i specifičnosti sorte (Aćin, 2016; Aćin et al., 2019; Jaćimović et al., 2020). Količina semena za setvu treba da obezbedi optimalan broj klasova u žetvi, što zavisi od sorte i njene otpornosti prema poleganju i bolestima, intenziteta produktivnog bokorenja, načina i vremena setve, te kvaliteta predsetvene pripreme. Takođe, setvena norma za ozimu pšenicu može znatno varirati usled razlika koje se javljaju u kvalitetu semena, vremenskim uslovima u vreme setve, roka setve i korišćenju mehanizaciji (Aćin, 2016).

Optimalna gustina setve se može utvrditi samo zajedničkim proučavanjem sa rokovima setve, imajući u vidu njihov presudni uticaj na dužinu faze bokorenja, od koje kasnije zavisi konačan broj biljaka.

Efikasno đubrenje azotom je od ključnog značaja za ekonomičnu proizvodnju pšenice, ali i zaštitu podzemnih i površinskih voda od zagađenja uzrokovanih ispiranjem nitrata usled prekomerne i neadekvatne primene N (Vuković et al., 2008). Azot primenjen putem mineralnih đubriva, stajnjaka ili drugih izvora nije uvek efikasno iskorišćen od strane useva, te pojačano N-đubrenje često doprinosi štetnoj emisiji N-oksida. Shodno tome, smanjenjem ispiranja i gasovitih gubitaka N, te poboljšanjem efikasnosti njegovog korišćenja može se indirektno umanjiti emisija gasova staklene bašte.

Efikasnost primene azota kod ozime pšenice važan je indikator za racionalno đubrenje. Termin "efikasnost korišćenja azota" (NUE - Nitrogen Use Efficiency) ima nekoliko definicija i postupaka određivanja, u zavisnosti od svrhe istraživanja (Dobermann, 2005; Xie et al., 2007; Jaćimović et al., 2015, 2018; Congreves et al., 2021). U poljoprivrednoj praksi jedna od najpraktičnijih je primena tzv. agronomske efikasnosti iskorišćenja azota (Agronomic N use efficiency -  $AE_N$ ), koja se zasniva na metodi „razlike“, a određuje se kao odnos povećanja prinosa ostvarenog đubrenjem azotom i upotrebene količine N (Craswell and Godwin, 1984; Raun and Gordon, 1999; Dobermann, 2005):

$$AE_N = \Delta GY / FN \text{ (kg zrna / kg N)} \quad (1)$$

gde su:  $\Delta GY$  = prinos zrna na parceli đubrenoj azotom - (minus) prinos zrna na kontrolnoj parceli (bez primene N); FN – količina primenjenog N na đubrenoj varijanti.

Mineralna ishrana (đubrenje) i gustina setve su značajni faktori u iskorišćavanju genetskog potencijala novostvorenih sorti pšenice. U nastupajućim klimatskim promenama, ovim agrotehničkim merama treba posvećivati konstantnu pažnju. Cilj istraživanja bio je da se analizira uticaj rastućih doza azota u prihranjivanju u interakciji sa gustinama setve na prinos zrna tri sorte ozime pšenice, te da se primenom metode razlike u prinosu između rastućih doza N utvrdi njegov efekat (agronomska efikasnost), odnosno doprinos u formiranju prinosa zrna, a pri različitim gustinama setve.

## Materijal i metod rada

Istraživanje je izvedeno na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, na Rimskim šančevima, u okviru višegodišnjeg ogleda pod ustaljenim nazivom „Sortna specifičnost“, koji se kontinuirano izvodi od 1980. godine u cilju ispitivanja zahteva novih sorti prema specifičnim agrotehničkim merama. Ogled je izveden na zemljištu tipa karbonatni černoze, kao trofaktorijalni (Split-split-plot dizajn), u tri ponavljanja, sa rasporedom varijanti po slučajnom blok sistemu. Za istraživanje su korišćeni rezultati ogleda izvedenog u 2020/2021. proizvodnoj godini.

U svim godinama izvođenja ogleda predusev pšenici je soja. Žetveni ostaci soje se zaoravaju, a jesenja osnovna obrada i predsetvena priprema zemljišta obavljaju se istovremeno za sve varijante ogleda. Cela površina ogledne parcele se u jesen, pred osnovnu obradu đubri sa 300 kg ha<sup>-1</sup> NPK đubriva formulacije 15:15:15 (po 45 kg ha<sup>-1</sup> a.m. svakog hraniva). U analiziranoj godini setva je obavljena u optimalnom agrotehničkom roku za uslove Vojvodine (10.10.2020.), specijalnom oglednom sejalicom sa rastojanjem između redova od 10 cm. Kao objekat ispitivanja, svake godine seje se po 10 „aktuelnih“ sorti pšenice Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. U proleće (početkom marta) vrši se jedno prihranjivanje svih sorti pšenice predviđenim količinama azota (KAN, 27%) prema ustaljenoj metodici ogleda. Žetva oglednih parcela je izvršena specijalnim kombajnom, 03.07.2021. godine. Veličina osnovne parcele za žetvu iznosila je 5 m<sup>2</sup>. Prinosi zrna svedeni su na standardni procenat vlage (13%) i preračunati u t ha<sup>-1</sup>.

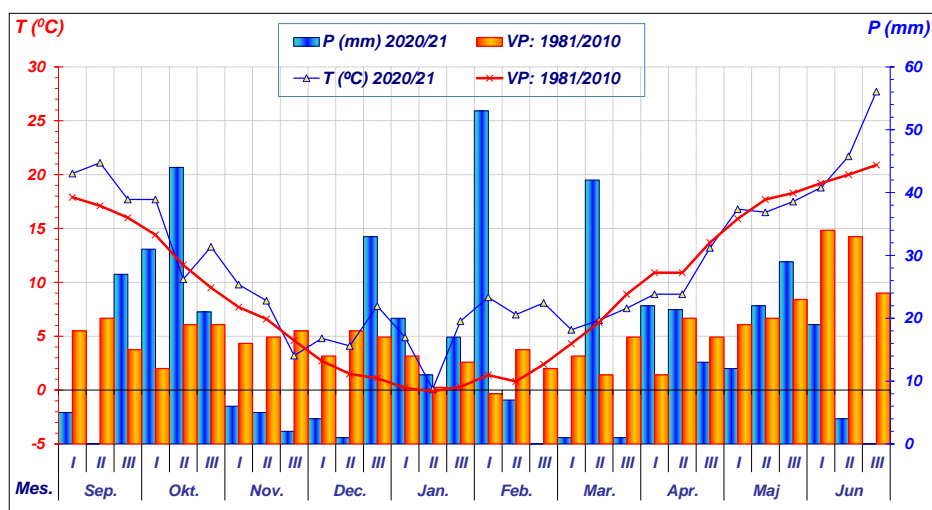
### Dizajn ogleda i ispitivani faktori

Ogled je izveden kao trofaktorijalni, po sistemu podeljenih parcelica (Split-split-plot dizajn), u tri ponavljanja, sa rasporedom tretmana po slučajnom blok sistemu. Ispitivani su sledeći faktori: 1) Faktor A: Đubrenje azotom u prihranjivanju (4 tretmana): Ø (kontrolna varijanta - bez prihranjivanja), 50, 100 i 150 kg N ha<sup>-1</sup>; 2) Faktor B: Sorta: kao objekat ispitivanja odabrane su tri sorte ozime pšenice - NS 40S, NS Igra i NS Grivna; 3) Faktor C: Gustina setve (4 tretmana): svaka sorta sejana je sa rastućim količinama semena - 300, 500, 700 i 900 klijavih zrna po m<sup>2</sup>.

Efeki analiziranih faktora i njihovih interakcija na prinos zrna obrađeni su analizom varijanse (ANOVA) trofaktorijalnog ogleda izvedenog po Split-split-plot dizajnu sa slučajnim rasporedom varijanti, pomoću statističkog softvera „GenStat for Windows 12<sup>th</sup> edition“. Statistička značajnost razlika sredina ispitivanih tretmana određena je testom najmanje značajne razlike (Fisher's Least Significant Difference (LSD) test) na pragu značajnosti 5%.

### Vremenski uslovi u proizvodnoj 2020/2021. godini

Proizvodna godina karakterisala se povoljnim uslovima za proizvodnju pšenice (Graf. 1). Predsetveni mesec - septembar, karakterisale su više temperature u odnosu na višegodišnji prosek (VP), što je ubrzalo procese sazrevanja i žetvu preduseva (soje). Uz istovremeno optimalnu vlažnost zemljišta, ovo je omogućilo blagovremenu i kvalitetnu obradu i predsetvenu pripremu za setvu pšenice. U I dekadi meseca setve - oktobra, palo je 31 mm kiše; međutim pravilno raspoređenih po danima; što je omogućilo obavljanje setve u optimalnom agrotehničkom roku. Količine padavina u oktobru bile su iznad VP, što je uz prosečne i natprosečne temperature vazduha (II i III dekada oktobra) uticalo na brzo i ujednačeno klijanje, nicanje i početni porast pšenice. Novembar i prve dve dekade decembra bili su prilično sušni i nešto topliji od prosečnih vrednosti, međutim oktobarske padavine održavale su rezerve vlage u zemljištu na optimalnom nivou. Decembar, januar i februar karakterisalo je znatno toplije vreme u odnosu na VP, što je uzrokovalo raniji prekid zimskog mirovanja, te i raniji početak prolećnog dela vegetacije. Mart, april, maj i jun karakterisali su prosečni temperaturni uslovi, dok su aprilske i majske padavine (izuzetno bitne za pšenicu u porastu) bile na nivou prosečnih vrednosti ili neznatno više. Prva i druga dekada juna bile su sa izvesnim nedostatkom padavina, međutim zahvaljujući umerenim temperaturama i padavinama u maju, procesi formiranja i nalivanja zrna tekli su neometano. Poslednja dekada juna protekla je bez padavina i uz višu temperaturu vazduha, što je omogućilo završetak procesa sazrevanja i žetvu pšenice u ogledu početkom jula.



**Grafikon 1.** Vremenski uslovi u periodu od septembra 2020. godine do kraja vegetacije ozime pšenice u 2021. godini (lokalitet Rimski šančevi).

**Figure 1.** Weather conditions during the winter wheat vegetation period (locality Rimski šančevi).

### Zemljišni uslovi

Ogled je izveden na zemljištu tipa černozem, klase A-C, podtip černozem na lesu i lesolikim sedimentima, varijetet karbonatni, forma srednje dubok. U cilju potpunijeg sagledanja efekata primenjenih doza azotnih đubriva, u Tab. 1. dati su rezultati osnovnih agrohemisjskih analiza zemljišta na kojem je izveden ogled. U oraničnom sloju, ispitivano zemljište pripada klasi slabo humoznih (2,48%), karbonatnih (5,07%) zemljišta, neutralne reakcije (pH=7,16), sa visokim sadržajem fosfora i kalijuma (40,80; odnosno 38,00 mg/100 g zemljišta).

**Tabela 1**

Rezultati osnovne agrohemisjske analize zemljišta iz 2016/17. godine (sloj 0-30 cm)

**Table 1**

Results of basic agrochemical soil analysis (2016/17, soil layer 0-30 cm)

| pH    |                    | CaCO <sub>3</sub> | Humus | Ukupni N | AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | AL-K <sub>2</sub> O |
|-------|--------------------|-------------------|-------|----------|----------------------------------|---------------------|
| u KCl | u H <sub>2</sub> O | (%)               | (%)   | (%)      | (mg/100g)                        | (mg/100g)           |
| 7,16  | 7,98               | 5,07              | 2,48  | 0,184    | 40,80                            | 38,00               |

### Rezultati i diskusija

Analiza varijanse prinosa zrna pšenice (Tab. 2) pokazala je da su najveći i statistički visoko značajan uticaj na varijabilnost prinosa zrna u ogledu imala sva tri analizirana glavna faktora, odnosno đubrenje

azotom u prihranjivanju i gustine setve (F-pr. <0,001), kao i sorte (F-pr. = 0,002); dok su efekti njihovih dvojnih (AxB, AxC i BxC), kao i zajedničke trojne interakcije (AxBxC) izostali, odnosno nisu bili statistički značajni.

Na osnovu relativnog (procentualnog) udela, odnosno doprinosa pojedinih izvora varijacije ukupnoj sumi kvadrata totala, može se zaključiti da je na ukupnu varijabilnost prinosa pšenice u ogledu dominantan efekat (45,7%) imalo đubrenje (prihranjivanje) azotom. Pojedinačni doprinosi gustina setve i sorti u ukupnoj varijabilnosti prinosa bili manji (19,4%, odnosno 8,8%), međutim takođe statistički značajni.

**Tabela 2**

Analiza varijanse prinosa zrna pšenice

**Table 2**

Variance analysis of wheat grain yield

| Izvori varijacije   | Stepeni slobode | Sume kvadrata | Sume kvadrata (%) | Sredina kvadrata | F-odnos (F-test)    | F-pr. <sup>1</sup> Verovatnoća (značajnost) |
|---------------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|---------------------|---|
| Ponavljanja         | 2               | 8,831         | 3,0               | 4,415            | 2,350               | -   |
| A (Đubrenje azotom) | 3               | 133,819       | 45,7              | 44,606           | 23,780**            | <0,001                                      |
| Pogreška            | 6               | 11,255        | 3,8               | 1,876            | 1,340               | -   |
| B (Sorta)           | 2               | 25,867        | 8,8               | 12,934           | 9,270**             | 0,002                                       |
| AxB                 | 6               | 5,560         | 1,9               | 0,927            | 0,660 <sup>ns</sup> | 0,680                                       |
| Pogreška            | 16              | 22,318        | 7,6               | 1,395            | 5,040               | -   |
| C (Gustina setve)   | 3               | 56,851        | 19,4              | 18,950           | 68,530**            | <0,001                                      |
| AxC                 | 9               | 4,586         | 1,6               | 0,510            | 1,840 <sup>ns</sup> | 0,075                                       |
| BxC                 | 6               | 1,103         | 0,4               | 0,184            | 0,660 <sup>ns</sup> | 0,678                                       |
| AxBxC               | 18              | 2,862         | 1,0               | 0,159            | 0,570 <sup>ns</sup> | 0,906                                       |
| Pogreška            | 72              | 19,910        | 6,8               | 0,277            | -                   | -   |
| Ukupno - Total      | 143             | 292,961       | 100               | -                | -                   | -   |

<sup>1</sup> F-pr. - verovatnoća (značajnost) F-testa: \*\* značajno na pragu  $\alpha=0,01$ ; <sup>ns</sup> nije statistički značajno

**Uticao rastućih količina azota u prihranjivanju na prinos zrna**

Prosečan prinos pšenice u ogledu bio je znatno veći u odnosu na višegodišnji prosek Vojvodine (5,5 t ha<sup>-1</sup>) i iznosio je 9,36 t ha<sup>-1</sup> suvog zrna (Tab. 3). Na svim đubrenim varijantama ogleda dobijen je statistički značajno veći prinos u odnosu na kontrolnu - neđubrenu varijantu. U proseku za sve tri analizirane sorte najveći prinos zrna od 10,13 t ha<sup>-1</sup> dobijen pri đubrenju sa 100 kg ha<sup>-1</sup> azota, pri čemu nije bilo statistički značajne razlike u prinosu u odnosu na prihranjivanje sa 150 kg N ha<sup>-1</sup>. Obe ove varijante ostvarile su značajno veće prinose u odnosu na varijantu sa primenjenih 50 kg N ha<sup>-1</sup> i kontrolnu varijantu.

**Tabela 3**

Uticao rastućih količina azota u prihranjivanju na prinos zrna (t ha<sup>-1</sup>) analiziranih sorti pšenice

**Table 3**

The effect of increasing amounts of nitrogen in top dressing on grain yield (t ha<sup>-1</sup>)

| Sorta (B)  | Količina azota u prihranjivanju (A)<br>(kg N ha <sup>-1</sup> ) |                     |                    |                    | Prosek (B)        |
|------------|---|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|            | 0   | 50                  | 100                | 150                |                   |
| NS 40S     | 7,48 <sup>f</sup>   | 9,43 <sup>cd</sup>  | 9,79 <sup>bc</sup> | 9,89 <sup>bc</sup> | 9,15 <sup>B</sup> |
| NS Grivna  | 8,44 <sup>e</sup>   | 10,06 <sup>bc</sup> | 11,05 <sup>a</sup> | 10,24 <sup>b</sup> | 9,95 <sup>A</sup> |
| NS Igra    | 7,28 <sup>f</sup>   | 9,11 <sup>d</sup>   | 9,53 <sup>cd</sup> | 9,97 <sup>bc</sup> | 8,97 <sup>B</sup> |
| Prosek (A) | 7,73 <sup>C</sup>   | 9,53 <sup>B</sup>   | 10,13 <sup>A</sup> | 10,03 <sup>A</sup> | 9,36              |

Sredine tretmana obeležene različitim slovnim oznakama u indeksu ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika ( $p \leq 0,05$ ; LSD-test)

Posmatrano po pojedinim sortama, mogu se konstatovati slični odnosi kao i u proseku. Najveći prinosi svih sorti dobijeni su prihranom sa 100 i 150 kg N ha<sup>-1</sup>, a najmanji na kontrolnoj varijanti, gde su prinosi bili značajno manji u odnosu na sve đubrene varijante ogleda.

Kod svih varijanti prihrane, najveće prinose ostvarila je sorta NS Grivna. Na kontroli i varijanti sa 100 kg N ha<sup>-1</sup> ona je ostvarila značajno veći prinos u poređenju sa sortama NS 40S i NS Igra; pri čemu između ove dve sorte nije bilo značajnih razlika. Na varijanti đubrenja sa 50 kg N ha<sup>-1</sup> nisu utvrđene značajne razlike između sorti NS Grivna i NS 40S, dok na varijanti sa 150 kg N nije bilo značajnih razlika između sorti.

U proseku za sve varijante đubrenja, najveći prinos zrna ostvarila je sorta NS Grivna (9,59 t ha<sup>-1</sup>), koji je bio značajno veći u odnosu na sorte NS 40S i NS Igra, pri čemu između poslednje dve sorte nisu utvrđene značajne razlike u prinosu (Tab. 3).

#### **Uticao rastućih gustina setve na prinos zrna**

Gustina setve je značajno uticala na prinos zrna analiziranih sorti (Tab. 4). U proseku za sve sorte, najveći prinos zrna dobijen je pri gustini setve od 900 klijavih zrna po kvadratnom metru (10,03 t ha<sup>-1</sup>), međutim, nije utvrđena značajna razlika u odnosu na prinos ostvaren pri gustini od 700 kl. zrna m<sup>-2</sup>. Takođe, nije dobijena statistički značajna razlika u prinosima između varijanti sa 700 i 500 kl. zrna m<sup>-2</sup>. Najmanji prinos dobijen je pri setvi 300 kl. zrna m<sup>-2</sup> (8,35 t ha<sup>-1</sup>), a u odnosu na ovu varijantu ogleda sve veće gustine setve ostvarile su statistički značajno veći prinos zrna.

Najveći prinosi svih sorti dobijeni su pri gustini setve od 900, a najmanji pri 300 kl. zrna m<sup>-2</sup>, i u odnosu na ovu varijantu ogleda kod svih većih gustina setve dobijen je značajno veći prinos. Kod sorti NS 40S i NS Igra, najveći prinosi zrna dobijeni su pri gustini setve od 900 kl. zrna m<sup>-2</sup>, pri čemu nisu utvrđene značajne razlike u odnosu na gustinu od 700 kl. zrna m<sup>-2</sup>. Takođe, kod ove dve sorte nisu dobijene značajne razlike ni pri poređenju varijanti sa 700 i 500 kl. zrna m<sup>-2</sup>. Za razliku od njih, kod sorte NS Grivna nije dobijena značajna razlika između gustina 900, 700 i 500 kl. zrna m<sup>-2</sup>. Kod svih gustina setve najveće prinose ostvarila je sorta NS Grivna. Na varijantama sa 300, 500 i 700 kl. zrna m<sup>-2</sup>, NS Grivna imala je značajno veći prinos u poređenju sa NS 40S i NS Igram, pri čemu između ovih sorti nije bilo značajnih razlika. Pri gustini setve od 900 kl. zrna m<sup>-2</sup> NS Grivna je takođe ostvarila najveći prinos, međutim na ovoj varijanti nije se značajno razlikovala u odnosu na sortu NS 40S.

**Tabela 4**

Uticao rastućih gustina setve na prinos zrna (t ha<sup>-1</sup>) analiziranih sorti pšenice

**Table 4**

The effect of increasing sowing densities on the grain yield (t ha<sup>-1</sup>) of the analyzed wheat varieties

| Sorta<br>(B) | Gustina setve (C)<br>(klijavih zrna m <sup>-2</sup> ) |                     |                     |                     | Prosek<br>(B)     |
|--------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
|              | 300   | 500                 | 700                 | 900                 |                   |
| NS 40S       | 8,03 <sup>f</sup>                                     | 9,10 <sup>de</sup>  | 9,55 <sup>c-e</sup> | 9,92 <sup>a-c</sup> | 9,15 <sup>B</sup> |
| NS Grivna    | 9,13 <sup>de</sup>                                    | 9,94 <sup>a-c</sup> | 10,22 <sup>ab</sup> | 10,50 <sup>a</sup>  | 9,95 <sup>A</sup> |
| NS Igra      | 7,89 <sup>f</sup>                                     | 9,02 <sup>e</sup>   | 9,31 <sup>c-e</sup> | 9,68 <sup>b-d</sup> | 8,97 <sup>B</sup> |
| Prosek (C)   | 8,35 <sup>C</sup>                                     | 9,35 <sup>B</sup>   | 9,69 <sup>AB</sup>  | 10,03 <sup>A</sup>  | 9,36              |

Sredine tretmana obeležene različitim slovnim oznakama u indeksu ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika ( $p \leq 0,05$ ; LSD-test)

#### **Efikasnost azota u prihranjivanju pšenice pri različitim gustinama setve**

Pri utvrđivanju efekata prihrane azotom, u radu je korišćen metod razlike u prinosima, odnosno određivanje odnosa povećanja prinosa ostvarenog prihranjivanjem azotom (u odnosu na kontrolnu varijantu) i upotrebljene količine (doze) azota. Postupak obračuna agronomске efikasnosti azota je izveden prema Dobermann (2005). Iz prikazanih podataka u Tabeli 5. uočava se da je u proseku za ceo ogled povećanje prinosa zrna pšenice sa jednim kilogramom upotrebljenog azota iznosilo 25,09 kg zrna/1 kg N. Međutim, vrednosti efikasnosti azota u prihranjivanju su varirale u zavisnosti od gustina setve i naročito od sorti, ukazujući na postojanje sorte specifičnosti azotne ishrane, odnosno postojanje sortnih razlika u pogledu efikasnosti iskorišćenja azota.

U proseku za sve tri primenjene doze azota u prihranjivanju kod tri analizirane sorte pšenice, najveće prosečno povećanje prinosa zrna sa jednim kilogramom upotrebljenog azota dobijeno je pri gustini setve od 700 klijavih zrna m<sup>-2</sup> i iznosilo je 29,65 kg zrna/1 kg primenjenog N (Tab. 5). Kod gustina setve od 900 i 500 kl. zrna m<sup>-2</sup> prosečne vrednosti efikasnosti azota bile su nešto manje (25,80 i 25,74 kg/kg), odnosno za oko od 4 kg zrna/kg N manje u odnosu na prethodnu gustinu setve.

Najmanje prosečno povećanje prinosa zrna sa 1 kg upotrebljenog N dobijeno je pri najmanjoj gustini (300 kl. zrna m<sup>-2</sup>) i iznosilo je 19,18 kg zrna/kg N, što je bilo manje za 10,47 kg/kg u odnosu na gustinu setve od 700 kl. zrna m<sup>-2</sup>.

**Tabela 5**

Povećanje prinosa zrna sa 1 kg azota primenjenog u prihranjivanju (agronomska efikasnost iskorišćenja azota) pri različitim gustinama setve (kg zrna/kg N)

**Table 5**

Increase in grain yield with 1 kg of nitrogen applied in top dressing (agronomic nitrogen use efficiency) at different sowing densities (kg grain/kg N)

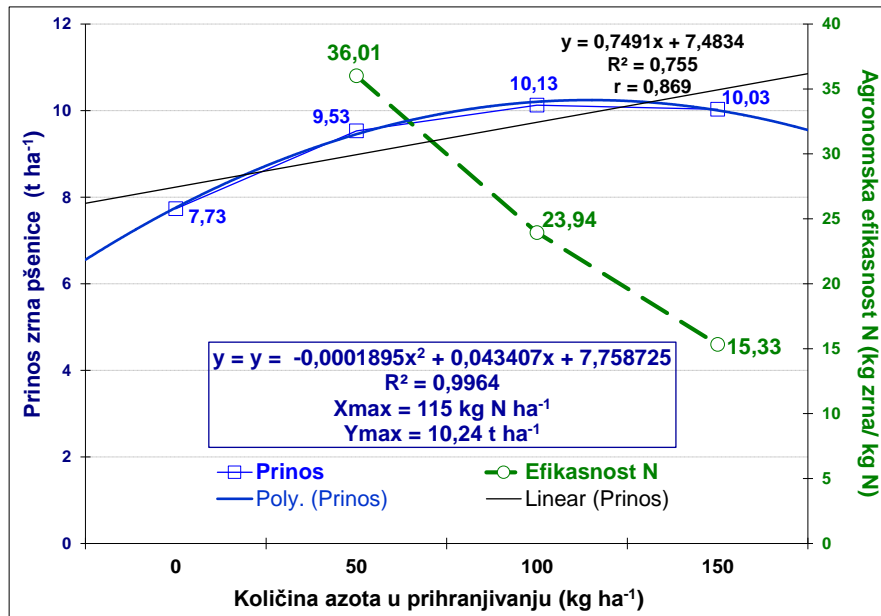
| Gustina setve (C)<br>(kl. zrna m <sup>-2</sup> ) | Količina azota (A)<br>(kg N ha <sup>-1</sup> ) | Sorte (B) |           |         | Prosek (C×A) | Prosek (C) |
|--|--|-----------|-----------|---------|--------------|------------|
|  |  | NS 40S    | NS Grivna | NS Igra |              |            |
| 300  | 0  | -         | -         | -       | -            | 19,18      |
|  | 50   | 28,92     | 28,80     | 29,58   | 29,10        |            |
|  | 100  | 18,52     | 21,03     | 11,90   | 17,15        |            |
|  | 150  | 13,01     | 5,69      | 15,15   | 11,28        |            |
| 500  | 0  | -         | -         | -       | -            | 25,74      |
|  | 50   | 40,20     | 27,86     | 41,38   | 36,48        |            |
|  | 100  | 22,48     | 27,18     | 23,53   | 24,40        |            |
|  | 150  | 15,71     | 14,93     | 18,43   | 16,36        |            |
| 700  | 0  | -         | -         | -       | -            | 29,65      |
|  | 50   | 47,44     | 43,10     | 43,54   | 44,69        |            |
|  | 100  | 25,77     | 26,67     | 28,44   | 26,96        |            |
|  | 150  | 18,08     | 15,22     | 18,60   | 17,30        |            |
| 900  | 0  | -         | -         | -       | -            | 25,80      |
|  | 50   | 39,42     | 29,98     | 31,90   | 33,77        |            |
|  | 100  | 25,75     | 29,68     | 26,30   | 27,24        |            |
|  | 150  | 17,48     | 12,15     | 19,51   | 16,38        |            |
| Prosek (B×A)                                     | 0  | -         | -         | -       | -            | 25,09      |
|  | 50   | 39,00     | 32,44     | 36,60   | 36,01        |            |
|  | 100  | 23,13     | 26,14     | 22,54   | 23,94        |            |
|  | 150  | 16,07     | 12,00     | 17,92   | 15,33        |            |

Pri svim gustinama setve, a u proseku za sve tri sorte, uočava se da je agronomska efikasnost azota imala tendenciju smanjenja sa povećanjem doza N (Tab. 5). Najveća efikasnost primenjenih azotnih đubriva kod svih gustina bila je pri đubrenju sa 50 kg N ha<sup>-1</sup>, zatim pri dozi od 100, a najmanja pri najvećoj dozi azota datog u prihranjivanju (150 kg N ha<sup>-1</sup>). Kod gustine setve od 300 kl. zrna m<sup>-2</sup> pri najmanjoj dozi N (50 kg N ha<sup>-1</sup>) povećanje prinosa zrna sa jednim kg upotrebljenog N (u odnosu na kontrolnu varijantu) iznosilo je 29,10 kg zrna/kg N, pri srednjoj dozi (100 kg N ha<sup>-1</sup>) iznosilo je 17,15 kg/kg (manje za 11,95 kg/kg), a pri najvećoj dozi (150 kg N ha<sup>-1</sup>) svega 11,28 kg zrna/kg N (manje za dodatnih 5,87 kg/kg). Ukupno smanjenje efikasnosti primenjenog azota u prihranjivanju sa povećanjem doze N sa 50 na 150 kg ha<sup>-1</sup> iznosilo je 17,82 kg zrna/kg N.

Nasuprot gustini od 300, pri gustini setve od 700 kl. zrna m<sup>-2</sup> kod najmanje doze N povećanje prinosa sa 1 kg upotrebljenog N iznosilo je 44,69 kg zrna/kg N, pri srednjoj dozi (100 kg N ha<sup>-1</sup>) iznosilo je 26,96 kg/kg (odnosno manje za 17,73 kg/kg) a pri najvećoj dozi N 17,30 kg zrna/kg N (manje za dodatnih 9,66 kg/kg). Ukupno smanjenje efikasnosti azota sa povećanjem doze sa 50 na 150 kg N ha<sup>-1</sup> iznosilo je 27,39 kg zrna/kg N. Pri gustinama setve od 500 i 900 kl. zrna m<sup>-2</sup> navedene vrednosti efikasnosti azota kretale su se između prethodno navedenih gustina (300 i 700 kl. zrna m<sup>-2</sup>).

U proseku za sve četiri gustine setve i sve tri sorte, pri dozi od 50 kg N ha<sup>-1</sup> povećanje prinosa zrna sa jednim kilogramom upotrebljenog azota, u odnosu na kontrolu, iznosilo je 36,01 kg zrna/kg primenjenog N, pri srednjoj dozi (100 kg N ha<sup>-1</sup>) iznosilo je 23,94 kg/kg (odnosno manje za 12,07 kg/kg), a pri najvećoj dozi (150 kg N ha<sup>-1</sup>) 15,33 kg zrna/kg N (manje za dodatnih 8,61 kg/kg) (Tab. 5; Graf. 2). Ukupno smanjenje efikasnosti primenjenog azota u prihranjivanju sa povećanjem doze N sa 50 na 150 kg ha<sup>-1</sup> iznosilo je 20,68 kg zrna/kg N.

Na osnovu prethodno iznetog, može se konstatovati da je agronomska efikasnost azota imala tendenciju smanjenja sa povećanjem primenjenih doza N u prihranjivanju. Kod svih gustina setve, najveća efikasnost primenjenog azota bila je pri đubrenju sa 50 kg N ha<sup>-1</sup>, te se ova doza može smatrati racionalnom u smislu najmanjih gubitaka N i zagađenja životne sredine. Međutim, sa aspekta zajedničkog uticaja na visinu prinosa pšenice i efikasnosti iskorišćenja azota (Graf. 2), posebno se racionalnom izdvaja varijanta sa primenom srednje doze azota (100 kg N ha<sup>-1</sup>).



**Grafikon 2.** Uticaj rastućih doza N u prihranjivanju na *prinos zrna pšenice* (označeno plavom bojom) i povećanje prinosa zrna sa 1 kg upotrebljenog azota - *agronomska efikasnost N* (označeno zelenom bojom); u proseku za sve analizirane gustine setve i tri sorte.

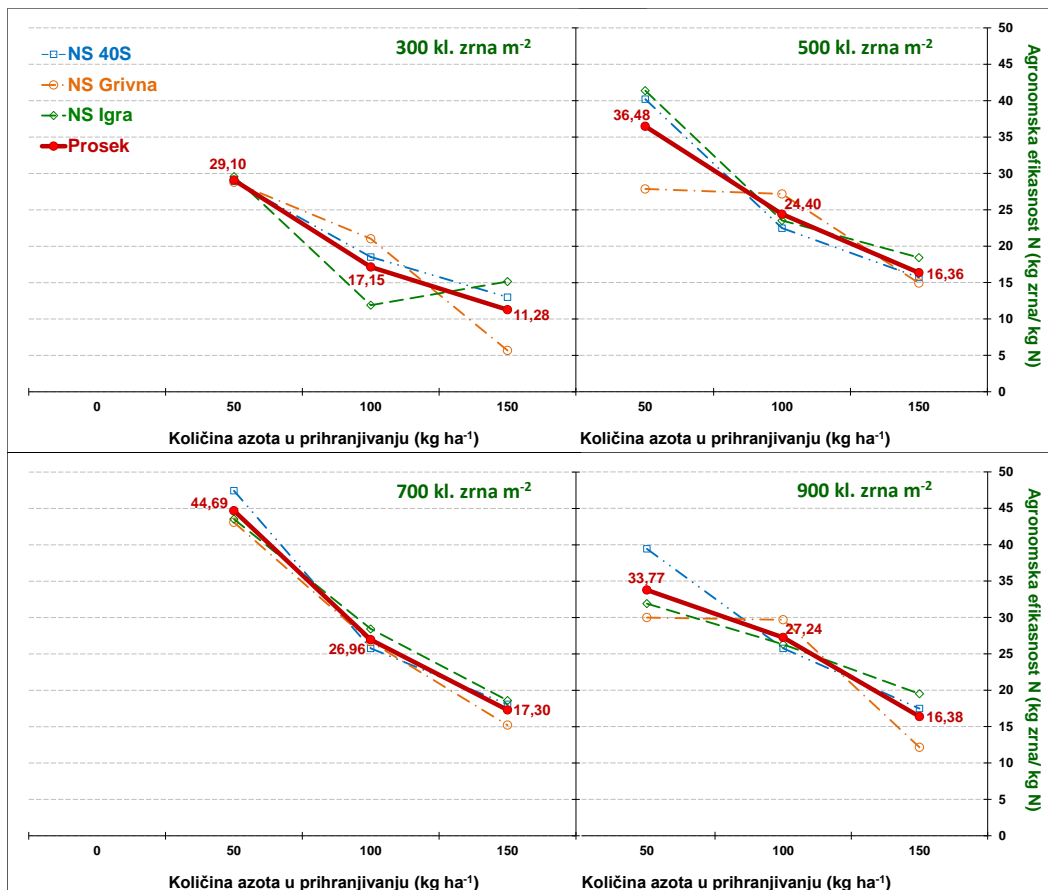
**Figure 2.** The influence of increasing doses of N in top dressing on *wheat grain yield* (indicated in blue) and increase in grain yield with 1 kg of applied nitrogen - *agronomic efficiency of N* (indicated in green); on average for all analyzed sowing densities and three varieties.

Vrednosti agronomske efikasnosti iskorišćenja azota primenjenog u prihranjivanju pri različitim gustinama setve su znatno varirale i u zavisnosti od sorti (Tab. 5), što je ukazalo na postojanje sortnih razlika u pogledu efikasnosti iskorišćenja azota, odnosno na postojanje sortne specifičnosti azotne ishrane.

Kod svih analiziranih sorti, najveće povećanje prinosa zrna sa 1 kg upotrebljenog azota dobijeno je pri gustini setve od 700 kl. zrna m<sup>-2</sup> (Tab. 5; Graf. 3). U proseku za sve tri doze N u prihranjivanju, povećanje prinosa zrna pri ovoj gustini setve kod sorte NS 40S iznosilo je 30,43 kg/1 kg primenjenog N, 28,33 kg/kg kod NS Grivne i 30,19 kg zrna/kg N kod sorte NS Igra. Najmanje povećanje prinosa sa 1 kg primenjenog azota dobijeno je pri najmanjoj gustini setve od 300 kl. zrna m<sup>-2</sup>, a iznosilo je prosečno 20,15 kg/kg kod sorte NS 40S; 18,51 kg/kg kod NS Grivne i 18,88 kg/kg N kod sorte NS Igra. Pri gustinama setve od 500 i 900 kl. zrna m<sup>-2</sup> prosečne vrednosti agronomske efikasnosti azota kod svih sorti bile su neznatno manje u odnosu na gustinu setve od 700 kl. zrna m<sup>-2</sup> (prosečno za sve tri sorte - nešto manje od 4 kg zrna/kg N).

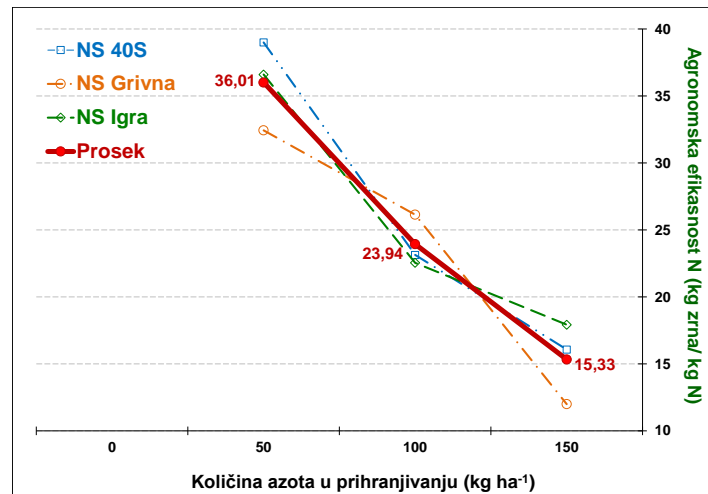
Kod sve tri sorte, pri svim gustinama setve agronomska efikasnost azota imala je trend smanjenja sa povećanjem doza N u prihranjivanju (Tab. 5; Graf. 3). Kod svih gustina setve najveća efikasnost primenjenog azota bila je pri dozi od 50, zatim pri 100 kg N ha<sup>-1</sup>, a najmanja pri najvećoj primenjenoj dozi N (150 kg ha<sup>-1</sup>).

U proseku za sve četiri gustine setve (Tab. 5; Graf. 4), može se uočiti da je najveću agronomsku efikasnost iskorišćenja azota, odnosno najveće povećanje prinosa zrna sa jednim kilogramom upotrebljenog N, imala sorta NS 40S (prosečno za sve tri doze azota: 26,06 kg zrna/kg N), neznatno manju NS Igra (prosečno 25,69 kg/kg), a najmanju sorta NS Grivna (23,52 kg zrna/kg N).



**Grafikon 3.** Povećanje prinosa zrna sa 1 kg upotrebljenog azota (agronomska efikasnost N) pri različitim gustinama setve kod pojedinih sorti u ogledu.

**Figure 3.** Increase in grain yield with 1 kg of applied nitrogen (agronomic N efficiency) at different sowing densities for certain varieties in the experiment.



**Grafikon 4.** Povećanje prinosa zrna sa 1 kg upotrebljenog azota kod pojedinih sorti (prosečno za sve gustine setve).

**Figure 4.** Increase in grain yield with 1 kg of applied nitrogen in certain varieties (on average for all sowing densities).

Kod sorte NS 40S pri najmanjoj dozi N (50 kg ha<sup>-1</sup>) povećanje prinosa zrna sa jednim kg upotrebljenog N u odnosu na kontrolnu varijantu iznosilo je 39,00 kg zrna/kg primenjenog N; pri srednjoj dozi (100 kg N ha<sup>-1</sup>) iznosilo je 23,13 kg/kg (odnosno manje za 15,87 kg/kg), a pri najvećoj dozi N (150 kg ha<sup>-1</sup>) 16,07 kg/kg N (manje za dodatnih 7,06 kg/kg) (Tab. 5; Graf. 4). Dakle ukupno smanjenje efikasnosti primenjenog azota u prihranjivanju sa povećanjem doze N sa 50 na 150 kg ha<sup>-1</sup>



iznosilo je 22,93 kg zrna/kg N. Kod NS Igre, pri dozi od 50 kg N ha<sup>-1</sup> povećanje prinosa sa 1 kg upotrebljenog N iznosilo je 36,60 kg zrna/kg N; pri dozi od 100 kg N ha<sup>-1</sup> iznosilo je 22,54 kg/kg (manje za 14,06 kg/kg), a pri najvećoj dozi N (150 kg ha<sup>-1</sup>) 17,92 kg zrna/kg N (manje za dodatnih 4,62 kg/kg). Ukupno smanjenje efikasnosti azota dobijeno povećanjem doze N sa 50 na 150 kg ha<sup>-1</sup> iznosilo je 18,68 kg zrna/kg N. Najmanju efikasnost iskorišćenja N imala je sorta NS Grivna. Pri najmanjoj dozi N, povećanje prinosa zrna sa 1 kg upotrebljenog N kod ove sorte iznosilo je 32,44 kg zrna/kg N, pri srednjoj dozi 26,14 kg/kg (manje za 6,30 kg/kg) a pri najvećoj dozi N svega 12,00 kg/kg N (manje za dodatnih 14,15 kg/kg). Ukupno smanjenje efikasnosti N u prihranjivanju sa povećanjem doze N sa 50 na 150 kg ha<sup>-1</sup> iznosilo je 20,44 kg zrna/kg N.

Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Jaćimović (2012). Analizirajući prinose pšenice u toku 45 godina, autor navodi da je efikasnost azota zavisila od vremenskih uslova godine, te da je za ceo ispitivani period povećanje prinosa iznosilo 30,5 kg zrna/1 kg N.

Dobermann (2005) navodi da se tipične vrednosti agronomske efikasnosti azota kod žita kreću u rasponu 10-30 kg zrna po 1 kg primenjenog N, a vrednosti veće od 30 kg/kg sreću se u dobro organizovanim sistemima gajenja ili pri niskom nivou đubrenja azotom i na siromašnim zemljištima. Raun and Gordon (1999) navode da na globalnom nivou širom sveta efikasnost iskorišćenja azota (NUE) u proizvodnji žitarica iznosi 33%. Prema Rajković (1978) u našim uslovima dejstvo jedinice azota iz đubriva na povećanje prinosa pšenice kreće se od 17,5 do 35,1 kg zrna, dok Jaćimović i sar. (2011) iznose vrednosti od 30-35 kg zrna po 1 kg N. Analizirajući prinose ozime pšenice u 50-godišnjem periodu, Kunzova and Hejzman (2009) navode da je u petoj deceniji izvođenja eksperimenta prosečno povećanje prinosa sa 1 kg primenjenog N iznosilo 18,7 kg zrna. U istraživanjima Vuković et al. (2008) u uslovima Hrvatske, NUE se smanjivao sa pojačanim azotnim đubrenjem. NUE vrednosti su varirale od 9,21 kg kg<sup>-1</sup> pri primeni 300 kg N ha<sup>-1</sup> do 24,13 kg kg<sup>-1</sup> na tretmanu sa 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Autori zaključuju da je najbolja efikasnost primenjenih azotnih đubriva bila pri đubrenju sa 100 kg N ha<sup>-1</sup>, što se smatra racionalnom količinom u pogledu prinosa i najmanjeg štetnog uticaja azota na životnu sredinu.

NUE je uslovljen tipom zemljišta i klimatskim faktorima - padavinama i temperaturama u toku vegetacije (Vuković et al., 2008). Efikasnost korišćenja N od strane useva zavisi i od vlažnosti zemljišta i dostupnosti N tokom vegetacione sezone. Pepó (2007) je utvrdio da je efikasnost đubrenja bila snažno modifikovana uslovima godine.

Ortiz-Monasterio et al. (2001) i Raun and Gordon (1999) navode da se poboljšanje efikasnosti korišćenja hranljivih materija kod pšenice može postići kroz dve osnovne strategije: primenom efikasnijih agrotehničkih mera, kao što su pravilno određivanje količina hraniva, vremena primene, izvora hraniva (UREA ili KAN; teže ili lakše rastvorljiva đubriva), zatim zone unošenja đubriva i naročito stvaranjem sorti sa boljom efikasnošću korišćenja hraniva.

## Zaključci

Najveći prinosi svih sorti dobijeni su na varijantama prihrane sa 100 i 150 kg N ha<sup>-1</sup>, a najmanji na kontrolnoj varijanti. Kod svih varijanti prihrane, najveće prinose je ostvarila sorta NS Grivna. Povećanje prinosa pri rastućim količinama N u prihranjivanju bilo je sličnog intenziteta kod svih sorti. Najmanja doza N uticala je na najintenzivnije povećanje prinosa u odnosu na kontrolu, dok su naredne veće doze uticale na srazmerno manja povećanja. Svaka sorta je imala specifičnu potrebu za određenom količinom N za formiranje maksimalnog prinosa, što je ukazalo na postojanje sortne specifičnosti N-ishrane. Najveći prinos zrna dobijen je pri setvi 900 kljavih zrna po m<sup>2</sup>, međutim nisu utvrđene značajne razlike u odnosu na gustinu od 700, kao ni između 700 i 500 kl. zrna m<sup>-2</sup>.

U proseku za ceo ogled povećanje prinosa zrna pšenice sa jednim kg N upotrebljenog u prihrani iznosilo je 25,09 kg zrna/kg N, međutim vrednosti efikasnosti iskorišćenja N su varirale u zavisnosti od gustina setve i naročito od sorti. Najveće prosečno povećanje prinosa sa jednim kg upotrebljenog N bilo je pri gustini setve od 700 kl. zrna m<sup>-2</sup>, a najmanje kod gustine 300 kl. zrna m<sup>-2</sup>. Pri svim gustinama setve i kod svake sorte agronomska efikasnost N je imala tendenciju smanjenja sa povećanjem doza N u prihranjivanju. U proseku za sve gustine setve i sorte, pri dozi N od 50 kg ha<sup>-1</sup> povećanje prinosa zrna sa jednim kg upotrebljenog N iznosilo je 36,01 kg/kg primenjenog N; pri srednjoj dozi (100 kg N ha<sup>-1</sup>) 23,94 kg/kg, a pri najvećoj (150 kg N ha<sup>-1</sup>) 15,33 kg zrna/kg N.

Kod svih gustina setve, najveća efikasnost azota bila je pri prihrani sa 50 kg N ha<sup>-1</sup>, te se ova doza može smatrati racionalnom u smislu najmanjih gubitaka N i zagađenja životne sredine. Međutim, sa aspekta zajedničkog uticaja na prinos pšenice i efikasnost iskorišćenja N, posebno racionalnom se izdvaja varijanta sa primenom srednje doze azota (100 kg ha<sup>-1</sup>).

Najveću agronomsku efikasnost iskorišćenja azota imala je sorta NS 40S (26,06 kg zrna/kg N), neznatno manju NS Igra, a najmanju sorta NS Grivna (23,52 kg zrna/kg N).

## Zahvalnica

Sredstva za realizaciju istraživanja obezbeđena su od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Ugovor 451-03-68/2022-14/200117) i Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost Autonomne pokrajine Vojvodine (Br. projekta: 142-451-3152/2022-01/2).

## Literatura

- Aćin, V. 2016. Rokovi i gustine setve u funkciji prinosa ozime pšenice u dugotrajnom poljskom ogledu. (Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet).
- Aćin, V., Miroslavljević, M., Jaćimović, G., Jocković, B., Brbaklić, Lj., Živančev, D., Ilin, S. 2019. Nitrogen fertilization and sowing density influence on winter wheat yield and yield components. X International Scientific Agriculture Symposium „Agrosym 2019“, Jahorina, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina. Book of Proceedings, 465-470.
- Congreves, K.A., Otchere, O., Ferland, D., Farzadfar, S., Williams, S., Arcand, M.M. 2021. Nitrogen Use Efficiency Definitions of Today and Tomorrow. *Front. Plant Sci.*, 12: 637108, 1-10.
- Craswell, E.T., Godwin, D.C. 1984. The efficiency of nitrogen fertilizers applied to cereals in different climates. *Adv. In Plant Nutrition*, 1: 1-55.
- Dobermann, A. 2005. Nitrogen Use Efficiency - State of the Art. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers, Frankfurt, Germany. 1-16.
- Dončić, D., Popović, V., Lakić, Ž., Popović, D., Petković, Z. 2019. Economic analysis of wheat production and applied marketing management. *Agriculture and Forestry*, 65(4): 91-100.
- Jaćimović, G., Malešević, M., Aćin, V., Marinković, B., Crnobarac, J., Latković, D., Bogdanović, D., Pejić, B. 2011. Efikasnost mineralne ishrane pšenice u zavisnosti od intenziteta đubrenja. *Letopis naučnih radova, Poljoprivredni fakultet Novi Sad*, 35(1): 75-86.
- Jaćimović, G. 2012. Optimiranje mineralne ishrane pšenice u zavisnosti od vremenskih uslova godine. (Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad).
- Jaćimović, G., Aćin, V., Hristov, N., Marinković, B., Crnobarac, J., Latković, D. 2015. Mineral nutrition use efficiency of winter wheat depending on the intensity of fertilization. Sixth International Scientific Agricultural Symposium “Agrosym 2015”, October 15-18, 2015, Jahorina, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina. Book of proceedings, 401-406.
- Jaćimović, G., Aćin, V., Crnobarac, J., Latković, D., Visković, J., Miroslavljević, M. 2018. Evaluation of nutrient use efficiency in wheat production based on a long-term field trial. International conference „Improving nutrient use efficiency in agriculture and reducing negative impacts of agriculture on the environment“. Prague, Czech Republic, 22-23 May 2018, Crop Research Institute, Prague, Czech Republic. Book of abstracts, 21.
- Jaćimović, G., Aćin, V., Miroslavljević, M., Jocković, B., Brbaklić, Lj., Živančev, D., Ilin, S. 2020. Response of some winter wheat cultivars to nitrogen topdressing and sowing density. XI International Scientific Agriculture Symposium „AgroSym 2020“, Jahorina, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina. Book of Proceedings, 268-273.
- Kaur, G., Asthir, B., Bains, N.S. 2017. Nitrogen levels effect on wheat nitrogen use efficiency and yield under field conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 10(23): 2372-2377.
- Kunzova, E., Hejzman, M. 2009. Yield development of winter wheat over 50 years of FYM, N, P and K fertilizer application on black earth soil in the Czech Republic. *Field Crops Research*, 111: 226–234.
- Malešević, M., Jaćimović, G., Aćin, V., Marinković, B., Crnobarac, J., Latković, D. 2012. Prilog proučavanju sortne specifičnosti mineralne ishrane pšenice. 46. Savetovanje agronoma Srbije, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Zbornik referata, 57-70.
- Ortiz-Monasterio, J.I., Manske, G.G.B., van Ginkel, M. 2001. Nitrogen and Phosphorus Use Efficiency. In: Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio, J.I., and McNab A. (eds.): *Application of Physiology in Wheat Breeding*. Mexico, D.F.: CIMMYT. 200-207.
- Pepó, P. 2007. The role of fertilization and genotype in sustainable winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. *Cereal Research Communications*, 35(2): 917-920.
- Popović, V. 2010. Agrotehnički i agroekološki uticaji na proizvodnju semena pšenice, kukuruza i soje. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Zemun, 1-145.
- Popović, V., Ljubičić, N., Kostić, M., Radulović, M., Blagojević, D., Ugrenović, V., Popović, D., Ivosevic, B. 2020. Genotype x Environment Interaction for Wheat Yield Traits Suitable for Selection in Different Seed Priming Conditions. *Plants - Basel*, 9(12): 1804.
- Rajković, Ž. 1978. Značaj i osobenosti azota u sistemu kontrole plodnosti zemljišta i primene đubriva. *Bilten za kontrolu plodnosti zemljišta i upotrebu đubriva, Novi Sad*. 2: 5-49.
- Raun, W.R., Gordon, V.J. 1999. Improving Nitrogen Use Efficiency for Cereal Production. *Agron. J.* 91: 357-363.
- Vuković, I., Mesić, M., Zgorelec, Z., Jurišić, A., Sajko, K. 2008. Nitrogen Use Efficiency in Winter Wheat. *Cereal Research Communications*. 36: 1199-1202.
- Xie, W., Wang, G., Zhang, Q., Guo, H. 2007. Effects of nitrogen fertilization strategies on nitrogen use efficiency in physiology, recovery, and agronomy and redistribution of dry matter accumulation and nitrogen accumulation in two typical rice cultivars in Zhejiang, China. *Journal of Zhejiang University Science B*, 8(3): 208-216.

## Efficiency of nitrogen in the formation of wheat yield at different sowing densities

Goran Jaćimović<sup>a</sup>, Vladimir Aćin<sup>b\*</sup>, Milan Miroslavljević<sup>b</sup>,  
Dušan Dunderski<sup>a</sup>, Ranko Čabilovski<sup>a</sup>

<sup>a</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

<sup>b</sup>Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

<sup>c</sup>Company, Sector, City, State

\*Corresponding author: [vladimir.acin@ifvcns.ns.ac.rs](mailto:vladimir.acin@ifvcns.ns.ac.rs)

### ABSTRACT

One of the important tasks when creating new wheat varieties is testing their reaction to the application of certain agrotechnical measures. In this sense, scientific-research institutions continuously examine different aspects of fertilization with each newly created variety, e.g. amounts, time and methods of application of macro- and microelements, then optimal sowing time, different sowing densities, etc. The aim of the research was to analyze the influence of increasing nitrogen doses in top dressing in interaction with the increasing sowing density on the grain yield of three winter wheat varieties, and by using the method of the difference in yield between increasing doses of nitrogen, to determine its contribution to the formation of grain yield at different sowing densities. On average for the entire trial, the increase in wheat grain yield with one kilogram of nitrogen used in top dressing was 25.09 kg of grain/1 kg of N, however, the values of nitrogen use efficiency varied depending on the sowing density, and especially on the varieties. At all sowing densities, the highest nitrogen efficiency was when applied 50 kg N ha<sup>-1</sup>, so this dose can be considered rational considering the least N losses and environmental pollution. However, from the aspects of the joint effect on the wheat yield and the efficiency of nitrogen utilization, the variant with the application of a medium dose of nitrogen (100 kg ha<sup>-1</sup>) stands out as especially rational. The highest nitrogen agronomic use efficiency was the variety NS 40S (26.06 kg grain/kg N), slightly lower was NS Igra, and the lowest was variety NS Grivna.

**KEY WORDS:** Wheat, nitrogen, nitrogen use efficiency, sowing density, varietal specificity

PRIMLJEN: 01.12.2022.

PRIHVAĆEN: 24.12.2022.