



Reakcija ječma na prihranjivanje azotom i gustine setve

Vladimir Aćin^a, Milan Mirosavljević^a, Ljiljana Brbaklić^a, Bojan Jocković^a, Mihajlo Ćirić^a,
Tanja Dražić^a, Goran Jaćimović^{b*}

^a Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

^b Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo, 21000 Novi Sad, Srbija

* Autor za kontakt: igoran@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

Jedan od važnih zadataka pri utvrđivanju preporuka za gajenje novih sorti ječma je ispitivanje sortne agrotehnike, odnosno određivanje reakcije pojedinih sorti na primenu različitih agrotehničkih operacija. Ova istraživanja vrše se u cilju ocene produktivnosti i adaptabilnosti novih sorti, a istovremeno mogu omogućiti uštede u osnovnim inputima (količini mineralnih đubriva, semena i dr.), odnosno doprineti smanjenju troškova proizvodnje. Cilj rada bio je da se ispita uticaj rastućih doza azota u prihranjivanju, u interakciji sa gustinama setve, na prinos zrna dve sorte ozimog dvoredog ječma: NS Litos i NS Talos. Istraživanje je izvedeno na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, na Rimskim šančevima. U proseku za obe sorte i četiri primenjene gustine setve, najveći prinos zrna ostvaren je pri đubrenju sa 90 kg N ha⁻¹, pri čemu međutim nije zabeležena statistički značajna razlika u poređenju sa varijantom đubrenja sa 60 kg N ha⁻¹. Obe ove varijante ostvarile su statistički značajno veći prinos u poređenju sa tretmanima N30 i kontrolom (N0). Kod obe sorte dolazilo je do povećanja prinosa zrna sa povećanjem gustina setve. Kod sorte NS Litos najveći prinos dobijen je pri gustini od 400 klijavih zrna/m², dok je kod sorte NS Talos uočena tendencija povećanja prinosa do najveće gustine setve. Međutim, pri gustinama od 500, 400 i 300 klijavih zrna/m² nisu dobijene statistički značajne razlike u prinosu. Optimalna gustina setve u pogledu visine prinosa zrna za obe analizirane sorte nalazila se u rasponu između 300 i 400 klijavih zrna/m².

KLJUČNE REČI: Ječam, prihranjivanje azotom, gustina setve, sortna specifičnost

Uvod

Ječam (*Hordeum vulgare* L.) spada među najznačajnije ratarske vrste iz grupe žitarica. Posедуje širi areal gajenja u odnosu na sva druga žita zahvaljujući velikom polimorfizmu, te postojanju ozimih i jarih formi (Aćin i sar., 2015). Prema zastupljenim površinama, u svetu je rangiran na četvrto mesto među žitima, nakon pšenice, kukuruza i pirinča. Prema podacima FAOSTAT-a, ječam se u desetogodišnjem periodu (2012-2021. godine) u svetu prosečno proizvodio na površini od 49,5 miliona ha. Godišnja svetska proizvodnja ječma iznosila je oko 146 miliona t, sa prosečnim prinosom zrna od 2,98 t ha⁻¹. Oko polovina ukupno požnjevene površine nalazi se u Evropi. Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku (RZS), u istom desetogodišnjem periodu prosečna površina pod ječmom u Srbiji iznosila je 94.512 ha, godišnja proizvodnja zrna 379.938 t, a prosečan prinos 4,02 t ha⁻¹.

Rod *Hordeum* obuhvata 31 vrstu, od kojih je najvažnija *Hordeum vulgare* L., a koja se upotrebljava za ishranu ljudi, domaćih životinja i za industrijsku preradu. Dalja sistematska podela ječma zasniva se na osobinama zrelog klasa (Kovačević i Rastija, 2014; Paunović i Madić, 2011). Specifičnost građe klasa ječma odlikuje se postojanjem tri klasa na svakom kolencu vretena klasa. Međutim, ne razvija se uvek svaki klasak i ne donosi plod. Na osnovu toga, podvrste ječma izdvojene su prema broju redova, odnosno broju plodnih klasića na pojedinim etažama klasa. Sve kulturne forme ječma dele se na tri podvrste: *H. vulgare* ssp. *vulgare* (*hexastichum*) - višeredi (šestoredi) ječam (sva 3 klasića su plodna); *H. vulgare* ssp. *distichum* - dvoredi ječam (samo je jedan, centralni klasić plodan, dok su bočni sterilni) i *H. vulgare* ssp. *intermedium* - prelazni ječam (sa 1-3 plodna klasića).

Ječam se upotrebljava u različite svrhe i ima višestruku primenu. Prema nameni razlikuju se stočni (krmni) i pivski ječmovi. Krmni su najčešće višeredi ozimi ječmovi koji se koriste za ishranu stoke; većinom kao zrno, ali i u vidu cele biljke za seno, silažu, zelenu masu ili slamu (Gill et al., 2013). Pivski ječam koristi se za proizvodnju zrna, odnosno slada u pivarskoj i industriji alkoholnih pića; i tu spadaju najčešće dvoredi, većinom jari ječmovi. U novije vreme, oplemenjivačkim radom stvoreni su i ječmovi za dvostruku namenu. U ljudskoj ishrani ječam se manje koristi, pretežno u obliku ječmene kaše, griza i pahuljica, ili kao surogat za kafu (Kovačević i Rastija, 2014; Paunović, 2001). Značajna je i upotreba ječma u industriji špiritusa, u proizvodnji sladnog ekstrakta za farmaceutsku industriju i u poslastičarstvu. Kvalitet zrna ječma zavisi prvenstveno od namene, i razlikuje se kod krmnog i pivskog ječma.

Pivski ječam predstavljen je uglavnom jarim sortama dvoredog ječma, ali se koriste i ozimi dvoredi ječmovi koji daju veće prinose. Važna uloga ječma ogleda se i u njegovom agrotehničkom značaju. Kao i druga strna žita, zauzima važno mesto u plodoredima, pošto predstavlja odličan predusev za mnoge ratarske biljke. Poseban značaj imaju rane sorte, koje omogućavaju da se nakon njihove žetve zasnuje uspešna proizvodnja postrnih useva.

U agrotehnici ječma nema značajnijih razlika u odnosu na pšenicu. Principi obrade zemljišta i zaštite useva od korova, bolesti i štetočina, kao i žetva, gotovo su identični kao za pšenicu. U našim agroekološkim uslovima, optimalni rok setve ozimog ječma je od poslednje dekade septembra do oko 20. oktobra, uz normu setve od oko 350-400 klijavih zrna/m² (ozimi višeredi), odnosno 400-450 klijavih zrna/m² (ozimi dvoredi ječma). Setvu jarog ječma treba obaviti krajem februara i početkom marta, uz sklop od 400-500 kl. zrna/m² (Paunović i Madić, 2011).

Gajenje ječma za dvostruku namenu postalo je popularno poslednjih godina, posebno u regionima gde postoje ograničenja u proizvodnji stočne hrane. Bez obzira na rastuću popularnost, još uvek nisu precizno utvrđene odgovarajuće količine azota (N) i gustine setve za gajenje ovih tipova ječma. S obzirom na kontinuirani porast cena semena i đubriva širom sveta, optimizacija gustine setve i đubrenja azotom su od suštinskog značaja za gajenje ječma za dvostruku namenu (Ertekin, 2022). Adekvatna gustina setve i primena đubriva su važni faktori pri gajenju ječma, a njihove optimalne vrednosti uglavnom su povezane sa genetskim faktorima, uslovima životne sredine, kao i primenom agrotehničkih mera (Paunović, 2001; Lalic et al., 2006; Paunovic et al., 2007). Aćin i sar. (2015) ističu da osim genotipa, na prinos i kvalitet zrna ogroman uticaj ima i pravilno izbalansirana mineralna ishrana (naročito azotom) koja je prilagođena prirodnoj plodnosti zemljišta i potrebama ječma, kao i gustina setve, kojom se obezbeđuje optimalni vegetacioni prostor za biljke.

Pravilna primena odgovarajuće količine azota ključna je za postizanje visokog prinosa ječma sa odgovarajućim sadržajem proteina. Azot je esencijalni element za biljke i potrebne su odgovarajuće doze za njihov intenzivni i bujan vegetativni razvoj (Preiti et al., 2021). On stimuliše bokorenje, te ječam reaguje na ranije unošenje N formiranjem više izdanaka po biljci i većom stopom njihovog preživljavanja. Pažljiv monitoring primene đubriva, posebno azota, efikasan je i u sprečavanju poleganja (Tehulie and Eskezia, 2021). Stoga je potrebno razviti odgovarajuće programe đubrenja, sa primenom azota u različito vreme, a uzimajući u obzir i uslove sredine i tip zemljišta (Aghdam and Samadiyan, 2014).

Đubrenje ječma prvenstveno zavisi od namene (krmni ili pivski ječam). Generalno, ječam se đubri sa manje azota nego pšenica, ali se te razlike smanjuju kod visokorodnih i hibridnih sorti (Kovačević i Rastija, 2014; Preiti et al., 2021). Usled nežnije građe stabla i lakšeg poleganja, ječam ne podnosi veće količine N. Pri đubrenju treba voditi računa i o tome da ječam ima slabije razvijen korenov sistem i da je kraće vegetacije u odnosu na pšenicu, odnosno da brže prolazi pojedine fenološke faze (Miroslavljević et al., 2018; 2023). Pivski ječam se đubri sa manje azota, a više fosfora (P) i kalijuma (K), dok se za stočni preporučuje intenzivnije đubrenje azotom. Visok sadržaj proteina (iznad 12%) u zrnu ječma razlog je da se isti ne može koristiti za proizvodnju slada u pivskoj industriji (Paunović i Madić, 2011). Usled teškoća koje prate balansiranje između postizanja maksimalnih prinosa i relativno niskog nivoa proteina, prilično je teško predvideti optimalne količine N đubriva za proizvodnju sladnog ječma, a ne uzimajući u obzir dostupnost azota u zemljištu i potrebe biljaka (McKenzie et al., 2005). Veća sklonost ječma prema poleganju u odnosu na pšenicu takođe zahteva veću opreznost prilikom đubrenja ječma azotom. U prethodnim istraživanjima dokazano je da relativno visoki nivoi N povećavaju poleganje (Spaner et al., 2001). Poleganje može nepovoljno uticati na prinos i kvalitet ječma, kao i povećati kontaminaciju mikotoksinima (Nakajima et al., 2008). Prema Todorović i Komljenović (2003), za pivski ječam gajen nakon đubrenih okopavina prosečne količine hraniva treba da iznose 40-80 kg N ha⁻¹, 60-100 kg P₂O₅ ha⁻¹ i 80-120 kg K₂O ha⁻¹, dok za stočni treba primeniti 60-100 kg ha⁻¹ N, 50-80 kg ha⁻¹ P₂O₅ i 40-80 kg ha⁻¹ K₂O. Način unošenja đubriva je isti kao kod pšenice, s tim što prihranu azotom treba obaviti nešto ranije.

S obzirom na značaj đubrenja azotom i gustine setve u proizvodnji svih žitarica, a naročito ječma (usled specifičnosti njegove namene kao pivskog i/ili stočnog), kao i na sve učestalije izveštaje o nastupajućim klimatskim promenama, ovim agrotehničkim merama treba posvećivati konstantnu pažnju. Naročito stalnim napretkom selekcije i oplemenjivanja, te konstantnim uvođenjem u proizvodnju novih - prinostnijih i intenzivnijih sorti, otpornijih na prezimljavanje i poleganje i tolerantnijih prema oscilacijama agroekoloških uslova i najvažnijim patogenima; ispitivanja mineralne ishrane i gustina setve postaju presudna za iskorišćavanje genetičkog potencijala sorti ječma.

Cilj rada bio je da se u proizvodnoj 2021/22. godini ispita uticaj rastućih doza azota u prihranjivanju, u interakciji sa gustinama setve, na prinos zrna dve novije sorte ozimog dvoredog ječma dvostruke namene: NS Litos i NS Talos. Očekuje se iznalaženje optimalnih doza azota i optimalne gustine setve za obe analizirane sorte.

Materijal i metod rada

Istraživanje je izvedeno na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, na Rimskim šančevima, u proizvodnoj 2021/2022. godini; u okviru ogleda koji se kontinuirano izvodi u cilju ispitivanja zahteva novih sorti ječma prema specifičnim agrotehničkim merama. Ogled je izveden na zemljištu tipa černoze (podtip černoze na lesu i lesolikim sedimentima, varijetet karbonatni, forma srednje dubok), a osmišljen je kao trofaktorijalni, po sistemu podeljenih parcelica (split-split-plot dizajn), u tri ponavljanja, sa randomiziranim rasporedom varijanti đubrenja i gustina setve.

Predusev ječmu bila je soja. Žetveni ostaci soje su zaorani, pri čemu su jesenja osnovna obrada i predsetvena priprema zemljišta obavljani istovremeno za sve varijante ogleda. Na osnovu prethodno izvršene agrohemijske analize zemljišta, utvrđeno je da je na parceli bilo neophodno primeniti 90 kg P₂O₅ ha⁻¹ i 0 kg K₂O ha⁻¹, te je stoga u jesen, pred osnovnu obradu, na celoj oglednoj parceli upotrebljeno dvojno NP mineralno đubrivo MAP (12:52:0). Zemljište je pripremljeno klasičnom obradom (oranje na 25 cm - multitiler - setvospremač). Setva ozimih ječmova je obavljena 20. oktobra 2021. godine, specijalnom oglednom sejalicom na rastojanje između redova od 10 cm, sa rastućim gustinama setve. Kao objekat ispitivanja, posejano je pet novih sorti ječma stvorenih u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. U radu su analizirane dve sorte ozimog ječma - NS Litos i NS Talos. U proleće (početkom marta meseca) obavljeno je jedno prihranjivanje na celoj oglednoj parceli, predviđenim količinama azota prema metodici ogleda, pri čemu je upotrebljeno mineralno đubrivo KAN (27% N). Žetva je izvršena specijalnim kombajnom za žetvu malih oglednih parcelica, 21. juna 2022. godine. Veličina osnovne parcelice za žetvu iznosila je 5 m². Prinosi zrna po parcelicama svedeni su na standardni procenat vlage (13%) i preračunati u tonama po hektaru (t ha⁻¹).

Dizajn ogleda i ispitivani faktori

Ogled je izveden kao trofaktorijalni, po sistemu podeljenih parcelica, odnosno prema split-split-plot dizajnu, u tri ponavljanja, sa rasporedom tretmana po slučajnom blok sistemu, pri čemu su ispitivani sledeći faktori:

1) **Faktor A: Đubrenje azotom u prihranjivanju** (sa 4 tretmana): 0 kg N ha⁻¹ (N0) - kontrolna varijanta (bez dodavanja azota u prihrani), 30 kg N ha⁻¹ (N30), 60 kg N ha⁻¹ (N60) i 90 kg N ha⁻¹ (N90).

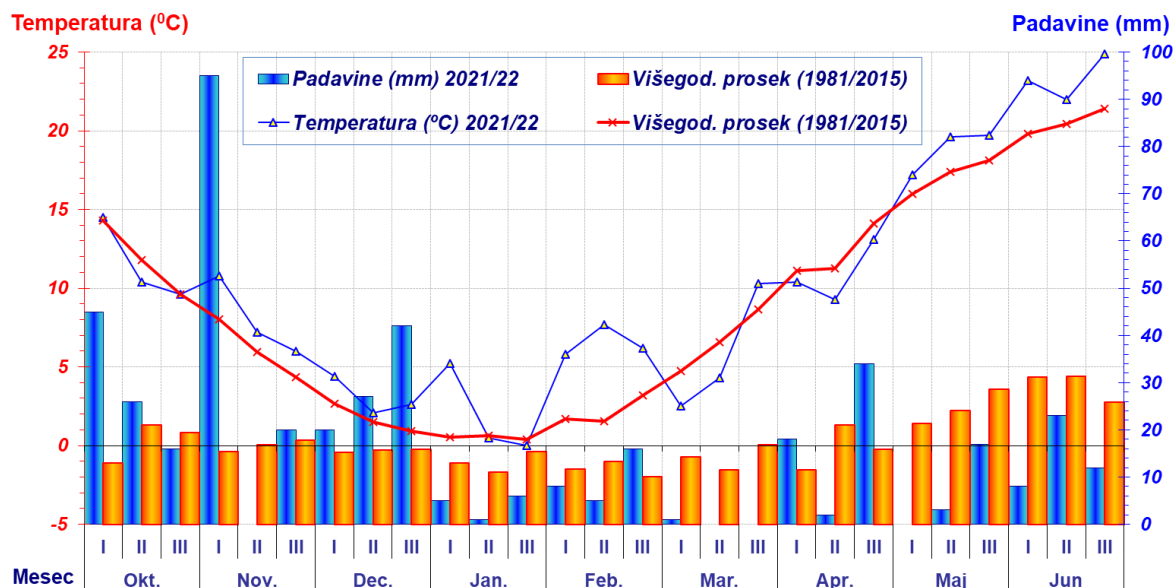
2) **Faktor B: Sorte ječma** - u proizvodnoj 2021/22. godini posejane su sledeće sorte: NS Litos, NS Talos (ozimi dvoredi ječmova dvostruke namene), NS Asteriks (ozimi dvoredi pivski), NS Parip i NS Atos (ozimi šestoredi ječmova). Kao objekat ispitivanja, u ovom radu su odabrane NS Litos i NS Talos - sorte ozimog dvoredog ječma; vrlo adaptabilne, koje ostvaruju visoke i stabilne prinose, a izdvojile su se u mreži makroogleda na osnovu rekordnih prinosa. Pogodne su za dvostruku namenu - za proizvodnju slada i stočne hrane.

3) **Faktor C: Gustine setve** (sa 4 tretmana): svaka sorta posejana je sa rastućim količinama semena, odnosno sa 200, 300, 400 i 500 klijavih zrna po m².

Efekte analiziranih faktora (A - đubrenje azotom u prihranjivanju, B - sorte i C - gustine setve) kao i njihovih interakcija na visinu prinosa zrna, obrađeni su analizom varijanse trofaktorijalnog ogleda izvedenog po split-split-plot dizajnu sa slučajnim rasporedom varijanti, pomoću softvera „GenStat for Windows 12th ed.“. Statistička značajnost razlika sredina tretmana određena je testom najmanje značajne razlike (LSD) na pragu značajnosti od 5%. Regresiona analiza uticaja primenjenih doza azota u prihranjivanju i rastućih gustina setve na prinos zrna ječma obrađena je u statističkom programu „OriginPro v.8.“. Rezultati istraživanja prikazani su tabelarno, a radi preglednosti efekata ispitivanih faktora pojedini rezultati dati su i u vidu grafičkih prikaza, pri čemu vertikalne linije (barovi) na stubićima predstavljaju odgovarajuće LSD_{0,05} vrednosti za analizirane faktore i njihove interakcije.

Vremenski uslovi u proizvodnoj 2021/2022. godini

Jesenji deo vegetacije (prvenstveno XI i XII) obeležile su temperature za 1-3 °C više od prosečnih za ovo doba godine (Graf. 1). U oktobru je zabeleženo nekoliko dana sa temperaturama nižim od prosečnih, pri čemu je česta pojava padavina početkom meseca ometala i odlagala setvu. Stabilizacija vremena u drugoj polovini meseca i dobra obezbeđenost oraničnog sloja vlagom omogućili su nesmetano izvođenje i dobar kvalitet osnovne obrade, pripreme zemljišta i setve. Topao XI bio je praćen i velikom količinom padavina početkom meseca, usled čega se povećala obezbeđenost vlagom i dubljih slojeva zemljišta. Ovakvi uslovi su pogodovali rastu poniklog ječma. Period toplog i vlažnog vremena se nastavio i tokom XII, što je doprinelo dodatnoj akumulaciji zimske vlage. Januar i februar 2022. godine obeležile su više temperature uz znatno manje padavina od uobičajenih. Ipak, povremene manje količine padavina održavale su povoljnu vlažnost zemljišta pred početak prolećnog dela vegetacije. Mart je, za razliku od prethodnog dela vegetacije bio hladniji i gotovo u potpunosti bez padavina, što je dovelo do smanjenja sadržaja vlage u površinskom sloju zemljišta, mada su zemljišne rezerve i dalje bile na solidnom nivou zahvaljujući padavinama iz prethodnog perioda.



Grafikon 1. Temperature i sume padavina po dekadama, u periodu od oktobra 2021. do kraja vegetacije ozimog ječma u 2022. godini (lokalitet Rimski šančevi).

Figure 1. Temperatures and precipitation totals per decade, from October 2021 until the end of the winter barley growing season in 2022 (locality Rimski šančevi).

Period temperatura nižih od prosečnih nastavio se i tokom aprila. Početkom meseca usevi ozimih žita ulaze u fazu vlatanja, tj. započinju intenzivan porast, te je optimalna obezbeđenost zemljišta vlagom od velike važnosti za pravilan razvoj biljaka. Količina padavina u IV bila je na nivou prosečnih vrednosti, što u sprezi sa nižim temperaturama nije dovelo do preteranog porasta biljaka i izraženijeg trošenja zimskih zaliha vlage. Maj je bio za 1-2 °C topliji i znatno sušniji u odnosu na višegodišnji prosek. Kao posledica viših temperatura i nedostatka padavina, te intenzivnog porasta i značajne količine formirane biomase biljaka, zimske rezerve vlage su krajem meseca bile na vrlo niskom nivou. Deficit padavina i više temperature (za 2-4 °C) od uobičajenih za jun pratile su završne faze nalivanja i sazrevanja zrna.

Dakle, proizvodnju ozimog ječma u 2021/22. godini pratila je izrazita varijabilnost vremenskih činilaca, koja se ogledala kroz topao jesenji period, blagu zimu, određeni deficit padavina tokom prolećnog dela vegetacije i relativno visoke temperature u završnim fazama sazrevanja zrna. Međutim, za razliku od ozime pšenice i tritikalea, ječam u Panonskoj niziji obično ima kraći vegetacioni period i relativno je otporniji na sušnije uslove i toplotne talase tokom završetka perioda nalivanja zrna (Miroslavljević et al., 2023). Zbog toga se ozimi ječam kod lokalnih poljoprivrednika često prepoznaje kao najstabilniji usev među strnim žitima.

Rezultati i diskusija

F-test iz analize varijanse (Tab. 1) pokazao je da su na ukupnu varijansu prinosa zrna u ogledu, statistički visoko značajan efekat ispoljili đubrenje azotom u prihranjivanju (A) i gustine setve (C) ($F_{pr} < 0,001$), dok su efekti sorti, kao i dvojnih i trojne interakcije faktora izostali. Na osnovu procentualnog udela pojedinih izvora varijacije u ukupnoj sumi kvadrata totala, može se zaključiti da je na varijabilnost prinosa zrna dominantan uticaj imalo đubrenje azotom (42,2%), a manji, ali statistički takođe visoko značajan gustine setve (29,5%), dok je udeo sorti i interakcija faktora bio zanemarljiv.

Za razliku od dobijenih rezultata, u istraživanju efekata đubrenja rastućim količinama azota i gustina setve na prinos zrna pet sorti ozimog ječma, Aćin i sar. (2015) su na osnovu analize varijanse utvrdili statistički značajan uticaj sva tri analizirana glavna faktora i njihovih međusobnih interakcija na ukupnu varijabilnost prinosa zrna u ogledu. Takođe, analizirajući pet komercijalnih sorti pivskog ječma u uslovima centralne Srbije, Paunovic et al. (2007) su zabeležili značajne efekte genotipa, gustina setve i prihrane azotom na komponente prinosa ječma.

Različita značajnost efekata analiziranih agrotehničkih mera mogla bi se objasniti uticajem genetskih faktora, odnosno sortnim razlikama, različitim klimatskim i zemljišnim uslovima lokaliteta, kao i primenjenom agrotehnikom u različitim istraživanjima.

Tabela 1

Pokazatelji analize varijanse (ANOVA) prinosa zrna ječma u ogledu

Table 1

Indicators of the analysis of variance (ANOVA) for barley grain yield in the experiment

Izvori varijacije	d.f.	Prinos zrna		
		s.s. (%)	F-test	F-pr.
Ponavljjanja	2	0,3	0,40	-
A (Đubrenje azotom)	3	42,2	38,93**	<0,001
B (Sorte)	1	0,5	1,25 ^{nz}	0,267
C (Gustine setve)	3	29,5	27,24**	<0,001
AxB	3	0,8	0,70 ^{nz}	0,555
AxC	9	2,5	0,78 ^{nz}	0,638
BxC	3	1,0	0,92 ^{nz}	0,438
AxBxC	9	0,8	0,25 ^{nz}	0,984
Pogreška	62	22,4	-	-
Total	95	100	-	-

d.f. - stepeni slobode; s.s. - sume kvadrata (u % od totala); F-pr. - verovatnoća F-testa iz analize varijanse

** Statistički značajno na nivou $p < 0,01$; ^{nz} nije statistički značajno

Prosečan prinos ječma u ogledu bio je veoma visok u odnosu na višegodišnji prosek za uslove Srbije i Vojvodine i iznosio je 9,35 t ha⁻¹ suvog zrna. U proseku za obe sorte i sve četiri primenjene gustine setve, sa povećanjem doza azota (A) dolazilo je do povećanja prinosa (Tab. 2); odnosno uočena je tendencija povećanja prinosa zrna ječma sa povećanjem količina azota u prihranjivanju do najveće doze. Tako je najveći prinos zrna ostvaren pri đubrenju sa 90 kg N ha⁻¹ (10,04 t ha⁻¹), pri čemu međutim nije zabeležena statistički značajna razlika u poređenju sa varijantom đubrenja sa 60 kg N ha⁻¹ (9,82 t ha⁻¹). Obe ove varijante ostvarile su statistički značajno veći prinos u poređenju sa tretmanima N30 i kontrolnim - neđubrenim tretmanom (N0). Takođe, pri đubrenju sa 30 kg N ha⁻¹ dobijen je značajno veći prinos zrna (9,27 t ha⁻¹) u odnosu na kontrolu (8,27 t ha⁻¹). Slične rezultate kao u našem istraživanju dobili su Terefe et al. (2018), koji su izvestili da povećanje unosa azota do određenih količina dovodi do posledičnog povećanja prinosa zrna ječma.

Tabela 2Uticaj đubrenja azotom u prihranjivanju pri rastućim gustinama setve na prinos zrna ječma (t ha⁻¹)**Table 2**The effect of N-fertilization in top-dressing at increasing sowing densities on barley grain yield (t ha⁻¹)

Đubrenje azotom (A)	Sorte (B)	Gustine setve (C)				Prosek (AxB)	Prosek (A)
		200	300	400	500		
N0	NS Litos	7,15 ⁿ	8,19 ^{k-m}	8,96 ^{g-l}	9,00 ^{f-k}	8,32 ^D	8,27 ^C
	NS Talos	7,20 ^{mn}	7,96 ^{l-n}	8,58 ^{g-l}	9,09 ^{e-k}		
	Prosek (AxC)	7,17^E	8,08^D	8,77^{CD}	9,04^C	-	
N30	NS Litos	8,58 ^{h-l}	9,33 ^{b-j}	10,07 ^{a-e}	9,98 ^{a-f}	9,49 ^{BC}	9,27 ^B
	NS Talos	8,42 ^{i-l}	8,80 ^{g-l}	9,46 ^{a-i}	9,55 ^{a-h}		
	Prosek (AxC)	8,50^{CD}	9,07^{BC}	9,77^{AB}	9,77^{AB}	-	
N60	NS Litos	8,48 ^{i-l}	10,26 ^{ab}	10,36 ^a	10,38 ^a	9,87 ^{AB}	9,82 ^A
	NS Talos	9,17 ^{d-k}	9,59 ^{a-g}	10,25 ^{a-c}	10,10 ^{a-e}		
	Prosek (AxC)	8,82^C	9,93^A	10,30^A	10,24^A	-	
N90	NS Litos	9,05 ^{f-k}	10,33 ^{ab}	10,47 ^a	10,16 ^{a-d}	10,00 ^A	10,04 ^A
	NS Talos	9,25 ^{c-j}	10,42 ^a	10,37 ^a	10,28 ^{ab}		
	Prosek (AxC)	9,15^{BC}	10,38^A	10,42^A	10,22^A	Prosek (B)	
Prosek (BxC)	NS Litos	8,31^C	9,53^{AB}	9,97^A	9,88^A	9,42^A	Prosek ogleda
	NS Talos	8,51^C	9,20^B	9,66^{AB}	9,75^A	9,28^A	
Prosek (C)		8,41^C	9,36^B	9,81^A	9,82^A	-	9,35

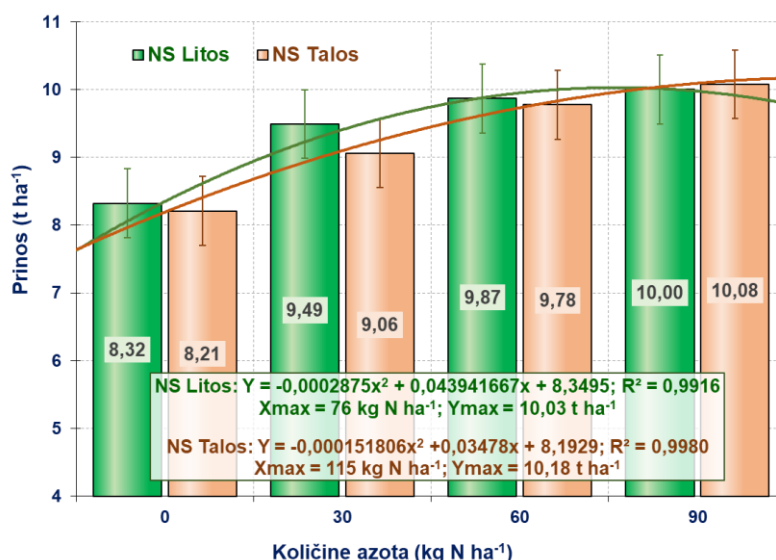
Sredine tretmana obeležene različitim slovnim oznakama u indeksu ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika ($p \leq 0,05$; LSD-test)

Poređenjem sorti (B) u proseku za sve tretmane đubrenja azotom i gustine setve, utvrđeno je da između analiziranih sorti nije bilo statistički značajnih razlika u prinosu zrna; iako se može zapaziti da je sorta NS Litos ostvarila neznatno veći prinos ($9,42 \text{ t ha}^{-1}$) u odnosu na sortu NS Talos ($9,28 \text{ t ha}^{-1}$).

Posmatrajući efekte rastućih gustina setve (C) na prinos zrna ječma (u proseku za sva četiri tretmana N-đubrenja i obe analizirane sorte), može se zapaziti tendencija povećanja prinosa sa porastom gustina. Najveći, i gotovo identični prinosi dobijeni su pri gustinama setve od 500 i 400 klijavih zrna/m² ($9,82$; odnosno $9,81 \text{ t ha}^{-1}$). Pri obe navedene gustine, prinos zrna ječma bio je statistički značajno veći u poređenju sa manjim gustinama setve. Takođe, pri gustini od 300 klijavih zrna/m² dobijen je značajno veći prinos u poređenju sa gustinom od 200 kl. zrna/m².

Razmatrajući interakciju AxB (odnosno poređenjem analiziranih sorti u okviru istih tretmana đubrenja azotom, a u proseku za sve gustine setve), utvrđeno je da ni pri jednom tretmanu đubrenja nije bilo statistički značajnih razlika u prinosu zrna između sorti (Tab. 2; Graf. 2). Na kontrolnom i tretmanima N30 i N60, sorta NS Litos je ostvarila nešto veće prinose u odnosu na NS Talos; dok su na tretmanu đubrenja sa 90 kg N ha^{-1} obe sorte dale gotovo identične prinose.

Efekat rastućih količina azota u prihranjivanju na prinos zrna analiziranih sorti ječma (prosečno za sve gustine setve) imao je oblik kriva kvadratne regresije (Graf. 2), pri čemu bi se kod sorte NS Litos na osnovu jednačine regresije prikazane na grafikonu, teoretski (regresiono uprosečeni) maksimalni prinos zrna od $10,03 \text{ t ha}^{-1}$ mogao ostvariti đubrenjem, odnosno prihranjivanjem sa 76 kg N ha^{-1} . Kod sorte NS Talos, za gotovo istovetan prinos ($10,18 \text{ t ha}^{-1}$), a na osnovu jednačine kvadratne regresije, bila je potrebna znatno veća količina N (115 kg ha^{-1}). Međutim, kako je u proseku sorti i svih gustina setve (Tab. 2) utvrđeno da je najveći i statistički podjednak prinos dobijen na varijantama đubrenja sa 90 i 60 kg N ha^{-1} (bez statistički značajnih razlika), kao najracionalnija za postizanje visokog i ekonomski opravdanog prinosa zrna može se preporučiti količina N u prihranjivanju od 60 kg ha^{-1} .



Grafikon 2. Efekat rastućih količina azota u prihranjivanju na prinos zrna sorti ječma.

Figure 2. The effect of increasing N amounts in top-dressing on the grain yield of barley varieties.

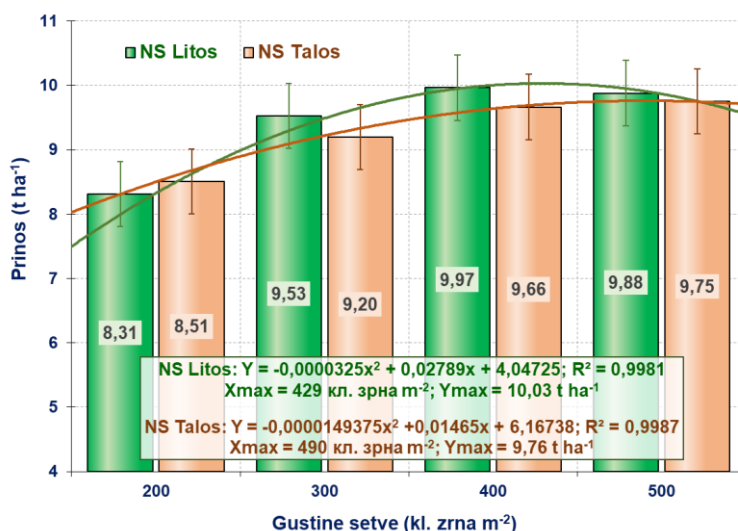
Usled pojačanog bokorenja pri većim količinama azota, za ječam je, posebno pri gustoj setvi karakteristična pojava poleganja (O'Donovan et al., 2011), te je svaki jači vetar praćen obilnijim padavinama pretnja koja uslovljava niži prinos. U vlažnoj godini, interakcija prihrane sa N90 i guste setve ($400-500 \text{ kl. zrna/m}^2$) verovatno ne bi dala najveći prinos usled poleganja, što bi se vrlo verovatno potvrdilo u višegodišnjem proseku godina, koji bi dao pouzdaniju preporuku optimalne doze đubrenja (prihranjivanja) azotom (Pržulj et al., 2015; Ertekin, 2022). Aćin i sar. (2015) zaključuju da su najveći uticaj na efekat ispitivanih faktora (prihranjivanje azotom, sorte i gustine setve) na prinos ozimog ječma imali specifični vremenski uslovi godine; navodeći da to ukazuje na potrebu višegodišnjeg testiranja genotipova u cilju dobijanja prave slike o delovanju analiziranih faktora na prinos. Rezultati Pržulj et al. (2015) su pokazali da je uticaj godine, genotipa i njihove interakcije na prinos zrna ječma bio značajan. Meteorološke promenljive značajno su varirale iz godine u godinu, pri čemu je efekat godina objasnio najveći procenat varijacije ispitivanih parametara. Da prinos zrna ozimog ječma u Panonskoj niziji pokazuje visoku među-godišnju varijabilnost ističu i Miroslavljević et al. (2018). Pored visoke varijabilnosti između vegetacionih sezona, proizvodnja ozimog ječma u velikoj meri zavisi od primenjene količine, dostupnosti azota i njegovog usvajanja (Miroslavljević et al., 2020).

Iako poljoprivrednici obično primenjuju manje azota za proizvodnju ječma nego za pšenicu, primena N đubriva ima značajan uticaj na proizvodnju biomase i determinisanje prinosa zrna (Plaza-Bonilla et al., 2021). O'Donovan et al. (2011) takođe ističu značaj preispitivanja agronomskih mera poput gustine setve i đubrenja azotom na prinos i kvalitet ječma, kao i relativni odgovor različitih sorti na ove faktore, posebno u rasponu varijabilnih edafskih i klimatskih uslova u određenom lokalitetu.

Poređenjem gustina setve u okviru istih tretmana đubrenja azotom, a u proseku sorti (tj. analizom interakcije A×C), generalno se pri svim nivoima đubrenja mogla zapaziti tendencija povećanja prinosa ječma sa povećanjem gustina setve (Tab. 2). Tako je na kontrolnom (N0) tretmanu najveći prinos zrna (9,04 t ha⁻¹) dobijen pri gustini setve od 500 kl. zrna/m², međutim nije utvrđena statistički značajna razlika u odnosu na gustinu od 400 kl. zrna/m². Takođe, ni između gustina sa 400 i 300 kl. zrna/m² nije postojala značajna razlika; a sve tri navedene gustine ostvarile su značajno veći prinos u poređenju sa najmanjom gustinom setve (200 kl. zrna/m²). Na tretmanu N30, najveći i identični prinosi zrna (9,77 t ha⁻¹) dobijeni su pri gustinama setve od 400 i 500 kl. zrna/m², međutim bili su statistički značajno veći samo u poređenju sa najmanjom gustinom. Pri đubrenju sa 60 i 90 kg N ha⁻¹ najveći prinosi ostvareni su sa 400 kl. zrna/m² (10,30; odnosno 10,42 t ha⁻¹), pri čemu u oba slučaja nisu zabeležene značajne razlike u poređenju sa gustinama od 500 i 300 kl. zrna/m²; a prinos zrna pri sve tri navedene gustine setve bio je značajno veći u odnosu na 200 kl. zrna/m². Najveći prinos (10,42 t ha⁻¹) ostvaren je na tretmanu N90 pri 400; a najmanji (7,17 t ha⁻¹) na kontrolnom tretmanu pri 200 kl. zrna/m².

Na osnovu napred navedenog, moglo bi se zaključiti da se, u pogledu visine prinosa zrna, optimalna gustina setve ječma nalazila u rasponu od 300 do 400 kljavih zrna/m². Međutim, na tretmanu bez primene azota (N0) za visok prinos bilo je potrebno primeniti veću setvenu normu (bližu 400 kl. zrna/m²), dok je kod svih đubrenih varijanti ogleda, a naročito pri većim dozama azota (N60 i N90) za statistički opravdan prinos zrna bila dovoljna manja gustina setve (300 kl. zrna/m²).

Posmatrajući interakciju B×C (poređenje različitih gustina setve u okviru iste sorte; a u proseku za sve doze azota), uočava se da je kod obe sorte dolazilo do povećanja prinosa zrna sa povećanjem gustina setve (Tab. 2; Graf. 3). Kod sorte NS Litos najveći prinos zrna (9,97 t ha⁻¹) dobijen je pri gustini setve od 400 kl. zrna/m², pri čemu nisu zabeležene statistički značajne razlike u poređenju sa gustinama od 500 i 300 kl. zrna/m² (9,88; odnosno 9,53 t ha⁻¹). Pri sve tri navedene gustine ostvaren je statistički značajno veći prinos u odnosu na najmanju gustinu setve (200 kl. zrna/m²). Kod sorte NS Talos, sa svakim pojedinačnim povećanjem gustina setve dolazilo je do istovremenog povećanja prinosa zrna, odnosno postojala je tendencija povećanja prinosa do najveće gustine setve. Najveći prinos zrna dobijen je pri gustini od 500 kljavih zrna/m² (9,75 t ha⁻¹), međutim nije zabeležena značajna razlika u poređenju sa gustinom setve od 400 kl. zrna/m² (9,66 t ha⁻¹). Takođe, nije dobijena značajna razlika ni između gustina od 400 i 300 kl. zrna/m². Kao i kod prethodne sorte, pri sve tri navedene gustine setve dobijen je statistički značajno veći prinos zrna u odnosu na gustinu od 200 kl. zrna/m². Dakle, slično kao i pri poređenju rastućih gustina setve po pojedinim tretmanima đubrenja azotom, i na osnovu ove analize može se zaključiti da optimalnu gustinu setve kod obe analizirane sorte treba tražiti u rasponu između 300 i 400 kljavih zrna/m². Međutim, sorti NS Litos je za statistički opravdan prinos zrna (9,53 t ha⁻¹) bila dovoljna manja setvena norma (300 kl. zrna/m²) dok je sorti NS Talos, za neznačajno veći prinos (9,66 t ha⁻¹) bila potrebna veća gustina setve (400 kl. zrna/m²).



Grafikon 3. Efekat rastućih gustina setve na prinos zrna sorti ječma.

Figure 3. The effect of increasing sowing densities on the grain yield of barley varieties.

Na osnovu regresione analize (Graf. 3), utvrđeno je da je (u proseku za sve nivoe đubrenja azotom), uticaj rastućih gustina setve na prinos zrna obe sorte ječma pratio oblik kriva kvadratne regresije. Na osnovu jednačina ovih regresija (prikazanih na grafikonu), dobijeno je da bi se kod sorte NS Litos teoretski, regresioni maksimalni prinos zrna od 10,03 t ha⁻¹ mogao ostvariti pri gustini setve od 429 klijavih zrna/m². Međutim, kako je napred konstatovano, najveći i statistički podjednak prinos zrna dobijen je pri gustinama setve od 400, a zatim pri 500 i 300 kl. zrna po m², pri čemu između ovih gustina nije bilo značajnih razlika (Tab. 2). Kod sorte NS Talos, za neznatno manji regresiono uprosečeni maksimalni prinos zrna (9,76 t ha⁻¹) bila je potrebna znatno veća gustina setve - 490 klijavih zrna/m². Međutim, i kod ove sorte najveći i statistički podjednak prinos zrna dobijen je pri gustinama setve od 500 i 400 klijavih zrna po m² (Tab. 2; Graf. 3). Na osnovu prethodno iznetog, kao najoptimalnija gustina setve za postizanje racionalnog i ekonomski opravdanog prinosa zrna, kod sorte NS Litos može se preporučiti gustina setve u rasponu od 300 do 400 kl. zrna po m², dok je kod sorte NS Talos preporučena gustina bliža većoj setvenoj normi, odnosno 400 klijavih zrna po m².

U ogledu koji su izveli Aćin i sar. (2015) sa primenom azota u prihranjivanju (0-120 kg ha⁻¹) pri gustinama setve od 150, 250, 350, 450 i 550 kl. zrna/m², u proseku za pet sorti ozimog ječma najveći prinos zrna ostvaren je pri gustini setve od 450 kl. zrna m⁻², međutim nije zabeležena značajna razlika u odnosu na setvu sa 350 kl. zrna m⁻². Pri većim dozama N, prinos zrna je opadao sa porastom gustina setve usled poleganja ječma na gustim i obilno đubrenim tretmanima. U mediteranskim uslovima južne Italije, Preiti et al. (2021) su proučavali efekte gustina setve (150, 225 i 300 kl. zrna/m²) i đubrenja azotom u prihranjivanju (80 i 120 kg ha⁻¹) kod dve hibridne i tri konvencionalne sorte ječma. Autori su uočili značajno povećanje produkcije zrna povećanjem gustine sa 150 na 225 kl. zrna/m², nakon čega je došlo do smanjenja pri gustini od 300 kl. zrna/m². O'Donovan et al. (2011) su ispitivali efekte gustina setve (200 i 400 kl. zrna/m²) i nivoe đubrenja azotom (0-120 kg ha⁻¹) kod pivskog ječma u uslovima zapadne Kanade. Rezultati su pokazali su da su težina, ispunjenost zrna i sadržaj proteina bili manji pri većoj setvenoj normi; sazrevanje je bilo ranije, a zrna su bila ujednačenija. Istovremeno, sa povećanjem doza N, prinos, masa zrna i broj izdanaka po biljci su se povećavali, vreme do sazrevanja i sadržaj proteina su takođe rasli, dok su punoća i ujednačenost zrna opadale. Autori preporučuju da bi, u cilju povećanja verovatnoće da će ječam biti prihvatljiv za proizvodnju slada, proizvođači trebalo da biraju sorte sa niskim sadržajem proteina, seju ih pri relativno većim gustinama i ograniče primenu azota. Budući da je prekomeran sadržaj proteina glavni faktor odbijanja ječma za slad, slične preporuke daju i McKenzie et al. (2005), navodeći da bi proizvođači trebalo da seju sorte koje održavaju visoke prinose i relativno nizak sadržaj proteina kao odgovor na primenu N.

Preiti et al. (2021) navode da je u uslovima dobre plodnosti zemljišta poželjno smanjiti unos azota, ne samo radi smanjenja troškova, već i kako bi se izbegli gubici N putem ispiranja i doprinelo očuvanju životne sredine. Spaner et al. (2001) su sprovedli četvorogodišnje istraživanje u cilju ispitivanja uticaja gustine setve i količine N u prihrani na komponente prinosa i prinos zrna šestoredog ječma. Povećanje gustine setve sa 200 na 380 kl. zrna/m² nije uticalo na prinos zrna ni u jednoj godini. Povećanje količine N u prihrani od 0 do 60 kg ha⁻¹ povećalo je broj klasova po m² u žetvi, rezultirajući linearnim povećanjem prinosa zrna u svim godinama. Najveće količine N dovele su do velikog poleganja useva u dve godine. Na osnovu rezultata, autori za istočni Newfoundland (Kanada) preporučuju gustinu setve od 250 ± 50 kl. zrna/m², sa prihranom u rasponu od 30-60 kg N ha⁻¹. I druga istraživanja su pokazala da je količina N đubriva glavni faktor koji utiče na prinos i kvalitet pivskog ječma (McKenzie et al., 2005), što može rezultirati smanjenjem punoće zrna i povećanjem sadržaja proteina.

Za razliku od naših rezultata, Wade and Froment (2003) navode da gustina setve nije imala značajan uticaj na prinos zrna, te da su i mnoga druga agronomska istraživanja u Kanadi takođe izvestila o malom ili nikakvom uticaju gustina na prinos ječma. Autori navode da su se prinos zrna i broj izdanaka po biljci povećavali sa porastom doza N, ali i da je došlo do povećanja poleganja. Efekti primenjenog N na poleganje bili su izraženiji pri većoj gustini, kada su doze N bile iznad 60 kg ha⁻¹. U istraživanju izvedenom od strane Ertekin (2022), u cilju praćenja efekata različitih doza N (0-180 kg ha⁻¹) i gustina setve (450, 550 i 650 biljaka/m²) na ječam za dvostruku namenu, prinos i komponente prinosa zrna nisu bile pod značajnim uticajem doza N ili gustina setve. Međutim, vremenski uslovi godina su uticali na pojedine karakteristike povezane sa prinosom.

Uticaj agronomskih mera naglašen je i u istraživanju Wade and Froment (2003) sprovedenom u Velikoj Britaniji, gde je utvrđeno da je agrotehnika ječma (gustina setve, nivo N, izbor sorte i dr.) glavni faktor koji utiče na prinos i kvalitet pivskog ječma. Pored ovih mera, za prinos i kvalitet zrna bitno je i vreme setve. Miroslavljević et al. (2018) su sprovedli ispitivanje sa po šest sorti ozimog dvoredog ječma i pšenice, pri različitim datumima setve. Istraživanje je pokazalo da su sve posmatrane osobine varirale između vrsta, sorti i vremena setve. U dva vegetaciona perioda, biomasa u fazi cvetanja i prinos zrna opadali su skoro linearno sa odlaganjem datuma setve; pri čemu nije bilo jasne prednosti prinosa zrna pšenice u odnosu na ječam u uslovima kasnije setve.

Zaključci

Na kontrolnom i tretmanima N30 i N60, sorta NS Litos je ostvarila nešto veći prinos zrna u odnosu na NS Talos, dok su na tretmanu sa 90 kg N ha⁻¹ obe sorte imale gotovo identične prinose. Međutim, ni pri jednom tretmanu đubrenja azotom nisu zabeležene značajne razlike između sorti. Na osnovu kvadratne regresione analize, kod sorte NS Litos teoretski, regresiono uprosečeni maksimalni prinos zrna mogao bi se ostvariti đubrenjem sa 76 kg N ha⁻¹, dok je kod sorte Talos za gotovo istovetan prinos bila potrebna znatno veća količina azota (115 kg). Međutim, kako je u proseku za obe sorte i sve gustine setve utvrđeno da je statistički podjednak prinos dobijen na varijantama đubrenja sa 90 i 60 kg N ha⁻¹, kao najracionalnija za postizanje visokog i ekonomski opravdanog prinosa zrna može se preporučiti količina N u prihranjivanju od 60 kg ha⁻¹. Kod obe sorte dolazilo je do povećanja prinosa sa povećanjem gustina setve. Međutim, optimalna gustina setve u pogledu visine prinosa zrna obe analizirane sorte nalazila se u rasponu između 300 i 400 klijavih zrna/m². Na osnovu jednačina kvadratne regresije, dobijeno je da bi se kod sorte Litos regresiono uprosečeni maksimalni prinos zrna mogao ostvariti pri gustini od 429 kl. zrna/m². Kod sorte Talos, za nešto manji regresioni maksimalni prinos bila je potrebna znatno veća gustina setve. Kao najoptimalnija gustina setve za postizanje racionalnog i ekonomski opravdanog prinosa zrna, kod sorte NS Litos može se preporučiti gustina setve u rasponu od 300 do 400 kl. zrna po m², dok je kod sorte NS Talos preporučena gustina bliža većoj setvenoj normi (400 klijavih zrna po m²).

Zahvalnica

Sredstva za realizaciju istraživanja obezbeđena su od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovori 451-03-47/2023-01/200032 i 451-03-47/2023-01/200117) i Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost Autonomne pokrajine Vojvodine (Br. projekta: 142-451-3505/2023-01 i 142-451-3063/2023-01).

Literatura

- Aćin, V., Denčić, S., Hristov, N., Jocković, B., Miroslavljević, M., Jaćimović, G. 2015. Uticaj različitih doza azota i gustina setve na prinos ozimog ječma u proizvodnoj 2013/14. VIII naučno - stručni skup iz selekcije i semenarstva "Genetički resursi, oplemenjivanje i semenarstvo u poljoprivredi Srbije - stanje i perspektive". Privredna komora Srbije, Beograd. Društvo selekcionera i semenara R. Srbije. Zbornik apstrakata, 52-53.
- Aghdam, S.M., Samadiyan, F. 2014. Effect of nitrogen and cultivars on some of traits of barley (*Hordeum vulgare* L.). Int. J. Adv. Biol. Biomed. Res. 2: 295-299.
- Ertekin I. 2022. Influence of nitrogen dose and plant density on the yield and quality properties of dual purpose barley grown under the Mediterranean climatic conditions. J. Elem. 27(1): 113-126.
- FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> - pristupljeno 15.10.2023.
- Gill, K.S., Omokanye, A.T., Pettyjohn, J.P., Elsen, M. 2013. Evaluation of Forage Type Barley Varieties for Forage Yield and Nutritive Value in the Peace Region of Alberta. J. Agric. Sci. 5: 24-36.
- Kovačević, V., Rastija, M. (2014): Žitarice (Udžbenik). Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 2014.
- Lalic, A., Kovacevic, J., Drezner, G., Novoselovic, D., Babic, D., Dvojkovic, K. 2006. Response of winter barley genotypes to Croatian environments - yield, quality and nutritional value. Cereal Research Communications 34(1): 33-436.
- McKenzie, R.H., Middleton, A.B., Bremer, E. 2005. Fertilization, seeding date, and seeding rate for malting barley yield and quality in southern Alberta. Can. J. Plant Sci. 85: 603-614.
- Miroslavljević, M., Momčilović, M., Denčić, S., Mikić, S., Trkulja, D., Pržulj, N. 2018. Grain number and grain weight as determinants of triticale, wheat, two-rowed and six-rowed barley yield in the Pannonian environment. Span J Agric Res. 16(3): e903.
- Miroslavljević, M., Momčilović, V., Dražić, T., Mikić, S., Aćin, V., Pržulj, N., Jaćimović, G. 2023. Effect of sowing date on dry matter and nitrogen partitioning and its translocation in winter barley. Cereal Research Communications 51: 749-760.
- Miroslavljević, M., Momčilović, V., Maksimović, I., Putnik-Delić, M., Pržulj, N., Hristov, N., Mladenov, N. 2018. Pre-anthesis development of winter wheat and barley and relationships with grain yield. Plant Soil Environ. 64(7): 310-316.
- Miroslavljević, M., Momčilović, V., Mikić, S., Trkulja, D., Brbaklić, L., Zorić, M., Abičić, I. 2020. Changes in stay-green and nitrogen use efficiency traits in historical set of winter barley cultivars. Field Crops Res. 249: 107740.
- Nakajima, T., Yosida, M., Tomimura, K. 2008. Effect of lodging on the level of mycotoxins in wheat, barley, and rice infected with the *Fusarium graminearum* species complex. J. Gen. Plant Pathol. 74: 289-295.
- O'Donovan, J.T., Turkington, T.K., Edney, M.J., Clayton, G.W., McKenzie, R.H., Juskiw, P.E., Lafond, G.P., Grant, C.A., Brandt, S., Harker, K.N., Johnson, E.N., May W.E. 2011: Seeding Rate, Nitrogen Rate, and Cultivar Effects on Malting Barley Production. Agronomy Journal 103(3): 709-716.

- Paunovic, A., Madić, M., Knežević, D., Bokan, N. 2007. Sowing density and nitrogen fertilization influences on yield components of barley. *Cereal Research Communications* 35(2): 901-904.
- Paunović, A. 2001: Genotipska variranja prinosa i kvaliteta zrna jarog ječma u zavisnosti od ishrane azotom i gustine setve. Doktorska disertacija. Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku.
- Paunović, A., Madić, M. 2011. Ječam (Monografija). Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku. Svetlost, Čačak, 2011.
- Plaza-Bonilla, D., Lampurlanés, J., Fernández, F.G., Cantero-Martínez, C. 2021. Nitrogen fertilization strategies for improved Mediterranean rainfed wheat and barley performance and water and nitrogen use efficiency. *Eur J Agron.* 124: 126238.
- Preiti, G., Calvi, A., Romeo, M., Badagliacca, G., Bacchi, M. 2021. Seeding Density and Nitrogen Fertilization Effects on Agronomic Responses of Some Hybrid Barley Lines in a Mediterranean Environment. *Agronomy* 11(1942): 1-13.
- Pržulj, N., Miroslavljević, M., Čanak, P., Zorić, M., Boćanski, J. 2015. Evaluation of Spring Barley Performance by Biplot Analysis. *Cereal Research Communications* 43(4): 692-703.
- RZS - Republički zavod za statistiku Srbije: <https://www.stat.gov.rs/> - pristupljeno 15.10.2023.
- Spaner, D., Todd, A.G., McKenzie D.B. 2001. The effects of seeding rate and nitrogen fertilization on barley yield and yield components in a cool maritime climate. *J. Agron. Crop Sci.* 187: 105-110.
- Tehulie, N.S., Eskezia, H. 2021. Effects of Nitrogen Fertilizer Rates on Growth, Yield Components and Yield of Food Barley (*Hordeum vulgare* L.): A Review. *J. Plant Sci. Agric. Res.* 5: 46.
- Terefe, D., Desalegn, T., Ashagre, H. 2018. Effect of Nitrogen Fertilizer Levels on Grain Yield, N Uptake and N Use Efficiency of Malt Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties at Wolmera District, Central Highland of Ethiopia. *Int. J. Res. Stud. Agric. Sci.* 4: 9-21.
- Todorović, J., Komljenović, I. 2003. Posebno ratarstvo. Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet Banja Luka. Grafomark - Laktaši, 2003.
- Wade, A., Froment, M.A. 2003. Barley quality and grain size homogeneity for malting. Vol. I. Agronomic effects on varieties. Project Rep. no. 320. Home Grown Cereals Authority, Stoneleigh Park, Kenilworth, Warwickshire, UK.

Response of barley to nitrogen fertilization and sowing density

Vladimir Aćin^a, Milan Mirosavljević^a, Ljiljana Brbaklić^a, Bojan Jocković^a, Mihajlo Ćirić^a,
Tanja Dražić^a, Goran Jaćimović^{b*}

^a Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

^b University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Field and Vegetable Crops, 21000 Novi Sad, Serbia

* Corresponding author: jgoran@polj.uns.ac.rs

ABSTRACT

One of the important tasks for establishing recommendations for cultivating new barley varieties is the examination of varietal agronomy, i.e., determining the response of individual varieties to various agronomic operations. These studies are conducted to evaluate the productivity and adaptability of new varieties, and at the same time, they can enable savings in basic inputs, such as the quantity of mineral fertilizers, seeds, etc., contributing to the reduction of production costs. The aim of the study was to investigate the impact of increasing nitrogen doses in top dressing, in interaction with sowing densities, on the grain yield of two winter barley varieties: NS Litos and NS Talos. The research was conducted at the experimental field of the Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad, at Rimski Šančevi. On average, for both varieties and four applied sowing densities, the highest grain yield was achieved when fertilizing with 90 kg N ha⁻¹; however, no statistically significant difference was recorded compared to the variant of fertilizing with 60 kg N ha⁻¹. Both of these variants achieved a statistically significant higher yield compared to the N30 and the control treatment (N0). For both varieties, there was an increase in grain yield with increasing sowing densities. In the NS Litos variety, the highest yield was obtained at a density of 400 germinated seeds/m², while for the NS Talos, there was a tendency of increasing yield up to the highest sowing density. However, at densities of 500, 400, and 300 germinated seeds/m², no statistically significant differences in yield were observed. The optimal sowing density in terms of grain yield for both analyzed varieties was in the range between 300 and 400 germinated seeds/m².

KEY WORDS: Barley, nitrogen fertilization, seeding densities, varietal specificity.