

# Optimizacija gnojidbe ozimog ječma dušikom u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji

---

**Martinović, Vilim**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:270323>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-19**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Vilim Martinović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Agroekonomika

**Optimizacija gnojidbe ozimog ječma dušikom u održivoj  
poljoprivrednoj proizvodnji**

Završni rad

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Vilim Martinović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Agroekonomika

**Optimizacija gnojidbe ozimog ječma dušikom u održivoj  
poljoprivrednoj proizvodnji**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. Izv. Prof. dr. sc. Boris Đurđević, mentor
2. Prof. dr. sc. Irena Jug, član
3. Prof. dr. sc. Brigita Popović, član

Osijek, 2022.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij, smjer Agroekonomika

Završni rad

Vilim Martinović

### Optimizacija gnojidbe ozimog ječma dušikom u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji

#### Sažetak:

Na raspoloživost dušika u tlu utječe mnogo različitih čimbenika, a prihrana dušikom često se izvodi „napamet“ bez analize i detaljnog izračuna doza dušika. Takvim načinom možemo negativno utjecati na okoliš (prekomjerne doze) ili prinos (nedostatak dušika). Zbog toga cilj ovog završnog rada je utvrditi optimalnu dozu dušika za prihranu ozimog ječma koja će se temeljiti na analizi tla i izračunu doze naprednim gnojidbenim kalkulatorom. Za izračun doze dušika primijenjena je N-min metoda i N-min kalkulator. Prosječna vrijednost nitrata u analiziranim uzorcima tla iznosila je 3,34 mg/kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i 4,45 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Izračunata doza dušika za prinos od 6,0 t/ha iznosila je 68 kg/ha N. Rezultati N-min metode pokazali su se vrlo korisnim i uvelike su pomogli odrediti količinu potrebnih hranjiva koja su biljci nedostajala.

**Ključne riječi:** dušik, analiza tla, N-min metoda, ozimi ječam

23 stranice, 3 slike, 3 tablice, 31 literaturni navod

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Agroecconomics

BSc Thesis

### Optimization of nitrogen fertilization of winter barley in sustainable agricultural production

#### Summery:

The availability of nitrogen in the soil is influenced by many different factors, and nitrogen supplementation is often performed "by heart" without analysis and detailed calculation of nitrogen doses. In this way, we can negatively affect the environment (excessive doses) or yield (lack of nitrogen). Therefore, the goal of this work is to determine the optimal dose of nitrogen for winter barley, which will be based on soil analysis and calculation of the dose with an advanced fertilization calculator. The N-min method and the N-min calculator were used to calculate the nitrogen dose. The average nitrate value in the analyzed soil samples was 3.34 mg/kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and 4.45 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. The calculated dose of nitrogen for a yield of 6.0 t/ha was 68 kg/ha N. The results of the N-min method proved to be very useful and greatly helped to determine the amount of necessary nutrients that the plant lacked.

**Key words:** nitrogen, soil analysis, N-min method, winter barley

23 pages, 3 figures, 3 tables, 31 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. PODRIJETLO I UZGOJ JEČMA .....	3
2.1. Ozimi ječam .....	4
2.2. Uzgoj ozimog ječma.....	6
2.3. Karakteristike i vrste ječma .....	7
2.4. Gnojdba ozimog ječma dušikom u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji .....	9
3. PRIMJENA DUŠIKA I NJEGOV UTJECAJ NA OKOLIŠ.....	11
4. MATERIJAL I METODE RADA.....	13
4.1. Uzorkovanje tla .....	13
4.2. N-min metoda.....	14
4.2.1. Određivanje nitratnog dušika brzom test metodom.....	14
4.2.2. Određivanje amonijskog dušika po Nessleru .....	14
4.3. N-min kalkulator .....	15
5. REZULTATI I RASPRAVA .....	17
5.1. Rezultati analize tla .....	17
5.2. Gnojdba i prihrana ozimog ječma .....	18
6. ZAKLJUČAK .....	20
7. POPIS LITERATURE .....	21

# 1. UVOD

Dušik ima poseban položaj u grupi neophodnih elemenata. Podrijetlom je iz atmosfere, ali se usvaja u mineralnom obliku i svrstava u grupu mineralnih elemenata. Sastavni je dio proteina, nukleinskih kiselina, fotosintetskih pigmenata, amina, amida i drugih spojeva koji čine osnovu života stoga se kemija ovog elementa opravdano smatra najvažnijim dijelom agronomije, odnosno ishrane bilja. Za prevođenje molekularnog oblika dušika do amonijaka ili nitrata, u kojem ga obliku biljke usvajaju, potrebna je ogromna količina energije (946 kJ), a s druge strane se vrlo lako vraća u molekularno stanje u kojem i je najstabilniji pa se stoga lako gubi iz tla gdje se njegova količina procjenjuje na ukupno  $4 \times 10^{14}$  tona.

Za biljke je neophodno da u čitavom vegetacijskom periodu budu opskrbljene sa dovoljno dušika i da se tako prevenira da se dušik gubi u oraničnom djelu tla, stoga se danas nastoji pronaći dušična gnojiva koja imaju produženo djelovanje i koja su niže cijene (Đurđević, 2018.).

Dušik tla dijelimo na organske i anorganske spojeve. Humus i nepotpuno razloženi životinjski i biljni ostatci predstavljaju organske spojeve dok mineralni dio, koji je potpuno raspoloživ za usvajanje, samo je mali dio ukupnog dušika tla, uglavnom u količini koja je nedovoljna za dobru ishranu poljoprivrednih biljnih vrsta. Ukupna količina dušika u poljoprivrednim tlima je 0,1-0,3% , od čega je za ishranu bilja pristupačno tijekom jedne vegetacijske sezone samo 1 do 3%. Stoga možemo zaključiti da je primjena dušika gnojidbom nezamjenjiva agrotehnička mjera u suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji zato što pristupačne količine dušika u tlu uglavnom nedovoljne za postizanje visokih prinosa.

Gnojiva koja se danas najviše koriste su dušična gnojiva. Ono što dušična gnojiva stavlja ispred kalijevih i fosfornih gnojiva jest što je njihovom primjenom moguće značajno povisiti prinose poljoprivrednih biljaka.

Da bi se dobila pravilna gnojidbena preporuka prvo je potrebno izvršiti analizu tla jer dušik koji se nalazi u tlu lako prelazi u oblike u kojima ga biljke neće moći usvojiti.

Ozimi ječam ima dug period vegetacije i specifičan biološki razvoj i iz toga razloga nužno je da se prihrana obavlja u više navrata. Najzahtjevnije su faze busanja i vlatanja u kojima treba osigurati dovoljno dušika kako bi se ostvario dostatan i očekivan prinos (Marjanović, 2017.).

Gnojidba se uvijek mora prilagoditi specifičnostima i potrebama pojedinačne ozime žitarice, a također prilikom gnojidbe mora se voditi računa o stanju usjeva. Gnojidba isto tako mora biti provedena prema zahtjevima tržišta i zahtjevima kultivara (Agroklub, 2014.).

Zbog toga je cilj ovoga završnog rada utvrditi optimalnu dozu dušika za prihranu ozimog ječma koja će se temeljiti na analizi tla i izračunu doze naprednim gnojidbenim kalkulatorom.

## 2. PODRIJETLO I UZGOJ JEČMA

Ječam je žitarica iz porodice trava (lat. Poaceae) i zauzima peto mjesto u svjetskoj proizvodnji žitarica (Gagro, 1997.).



Slika 1. Ječam

Izvor: autor

Ječam (lat. *Hordeum vulgare*) dijeli se na pet konvarijeteta:

1. Dvoredni ječam (lat. *Hordeum vulgare* convar. *distichum*), koji najčešće služi za proizvodnju piva
2. Višeredni ječam (lat. *Hordeum vulgare* convar. *hexastihum*)
3. Prijelazni ječam (lat. *Hordeum vulgare* convar. *intermedium*)
4. Nepotpuni ječam (lat. *Hordeum vulgare* convar. *deficiens*)
5. Labilni ječam (lat. *Hordeum vulgare* convar. *labile*)



Jari ječam i njegove varijante dolaze iz Eritreje i Etiopije, dok je u Istočnoj Aziji najprije pronađen višeredni ječam, a u Palestini i Siriji divlji dvoredni ječam. Ječam je vrlo otporna kultura sa širokim arealom uzgoja od 10° do 70° sjeverne širine. Njegov uzgoj može biti uspješan i na visokim nadmorskim visinama (Gagro, 1997.).

Prije 1980. prosječni prinosi bili su iznimno niski te su iznosili oko 2 t/ha, ali su se povećali između 1980. i 1984 na 2,5 do 3 t/ha (Gagro, 1997.) Prosječni prinosi ječma u RH porasli su u spomenutom razdoblju zbog uvođenja novih produktivnijih sorti i suvremenije agrotehnike.

U suvremenoj prehrani ljudi ječam se rijetko koristi, osim u zemljama u kojima teže uspijeva pšenica, odnosno u planinskim područjima, jer je ječmeni kruh tvrd, zbijen, sladunjav, lošeg mirisa i okusa. Dodatkom pšeničnog i raženog brašna kakvoća ječmenog kruha se znatno poboljšava.

## **2.1. Ozimi ječam**

Sorte zimskog ječma obično zahtijevaju razdoblje izloženosti niskim temperaturama (jarovizacija) kako bi započele cvatnju, a također moraju biti otporne na hladnoću. Neke sorte ne zahtijevaju jarovizaciju, ali su otporne na niske temperature pa se mogu sijati u jesen ili u proljeće.

Ozimi ječam daje potencijalno veći prinos od jarog ječma, u područjima kojima je prilagođen. Međutim, sorte ozimog ječma općenito nisu toliko tolerantne na hladnoću kao druge ozime žitarice. Tolerancija ječma na hladnoću je karakteristika koju je teško poboljšati konvencionalnim metodama uzgoja.

Otpornost na zimu može se definirati kao sposobnost preživljavanja tijekom cijele zime. Zbog širokog raspona stresnih uvjeta koje biljka može doživjeti tijekom hladne sezone, otpornost na zimu je složena osobina. Temperatura smrzavanja najrelevantniji je čimbenik stresa, iako se mogu pojaviti i druge stresne situacije, poput anoksije zbog viška vode ili fotoinhibicije zbog kombinacije svjetla i niske temperature.

Prilagodba na hladnu klimu može se postići ili razvojem snažne sposobnosti otpornosti na mraz ili ograničavanjem životnog ciklusa na kratku ljetnu sezonu.

Kod ječma je prisutna osjetljivost prema niskim temperaturama. Ako su niske temperature kratkog trajanja, ječam može izdržati do -20 °C, a ako se minusi zadrže duži period ječam može izdržati na temperaturi -12 °C. Jari ječam ima izdržljivost do 8 stupnjeva ispod nule. Kad proces

kaljenja nije proveden ispravno ili kod brze izmjene visokih i niskih temperatura javit će se veća osjetljivost ječma što može rezultirati pojavom žutih listova, stradavanjem listova.

Na toplinu ječam nije specijalno osjetljiv. Kod klijanja potrebna minimalna temperatura je 1–2 °C, a optimalna oko 20 °C (Kovačević i Rastija, 2005.).

U umjerenim područjima prednost se daje zimskim kultivarima, kad god je to moguće, budući da imaju veći prinos od jarih oblika, a identifikacija novih izvora gena za otpornost na mraz još uvijek je važan zadatak za poboljšanje ječma. Sustavna procjena otpornosti na mraz provedena s velikim brojem kultivara ječma dovela je do zaključka da:

- Ozimi ječam općenito je manje otporan od odgovarajućih kultivara pšenice ili raži;
- Zimske sorte su tolerantnije na mraz od proljetnih;
- Raznolikost otpornosti na mraz može se pronaći među zimskim kultivarima.

Kling (2004.) da unatoč činjenici da je uočena i genetska raznolikost za otpornost na smrzavanje neaklimatiziranih biljaka ječma, sposobnost biljaka koje prezimljuju da izdrže hladnoću uglavnom se temelji na adaptivnom odgovoru, poznatom kao privikavanje na hladnoću ili otvrdnjavanje, aktivira se tijekom rasta na niskim temperaturama bez smrzavanja. Otpornost na mraz može se procijeniti terenskim metodama procjene, iako je ova strategija prilično neučinkovita zbog neredovitog pojavljivanja prirodnih uvjeta koji zadovoljavajuće diferenciraju genotipove. Kao posljedica toga, istraživači su razvili testove umjetnog smrzavanja kao što su postotak preživljavanja nakon stresa, LT50 (temperatura na kojoj 50% populacije umire), postotak vlažnosti krune, cjelovitost staničnih membrana nakon smrzavanja itd.

Jari ječam ima sposobnost podnošenja mraza od -4°C do -5°C, a ponekad i do -8°C bez da će ta temperatura prouzročiti štetu na mladim biljkama. Međutim, on teže podnosi temperature ispod minusa od npr. pšenice. Veliku štetu biljkama će donjeti mraz od -10°C do -12°C (Popadić, 2019.).

## 2.2. Uzgoj ozimog ječma

Uzgoj ozimog ječma karakterizira visoka rodnost i visoka otpornost na proljetnu sušu. Ova žitarica je vrlo osjetljiva na neregulirani pH. Optimalni pH tla treba biti u rasponu pH 6,5 - 7,2. Prenizak pH tla ometa raste biljaka i posljedično, može smanjiti otpornost na zimu i prinos (Gagro, 1997.).

Ozimi ječam je biljka koja uspijeva na raznim tlima, a najbolji predusjevi za ozimi ječam su ozima uljana repica, grašak, rani krumpir ili smjese mahunarki namijenjene za sjeme. S druge strane, ne preporuča se uzgoj ozimog ječma u monokulturi, što može pridonijeti povećanju zaraze gljivičnim bolestima. Ozimi ječam jedna je od najzahtjevnijih žitarica, te je stoga potrebna pažljiva obrada. Posliježetvenu i predsjetvenu kultivaciju treba obaviti pravodobno (Gagro, 1997.).

U jesen gnojdbu ozimog ječma dušikom treba provoditi samo ako je potrebno, odnosno u slučaju manje plodnih tala ili lošeg predusjeva. Predsjetvena doza ne smije biti veća od 20 kg N po hektaru, a ako je tlo u dobrom stanju, jesenska gnojdba nije potrebna. Višak dušika mogao bi ubrzati rast biljaka, što se posebno ne preporučuje u slučaju rane sjetve. To bi moglo pridonijeti pogoršanju zimske otpornosti. Optimalna količina dušika u tlu potiče biljke na razvoj korijenskog sustava, što je temelj boljeg prezimljavanja, a time i povećanja prinosa.

Fosfor i kalij su među osnovnim makroelementima koje treba koristiti prije sjetve ozimog ječma. Fosfor je odgovoran, između ostalog, za brz i pravilan rast korijenskog sustava. Dobro razvijen korijenski sustav može uzeti više vode i hranjivih tvari iz tla. Biljke dovoljno opskrbljene fosforom počinju rasti rano u proljeće i snažnije su. Fosfor također pojačava cvatnju i bolje zrnatost klasova, što se odražava i na veći prinos.

Kalij je, s druge strane, komponenta koju ozimi ječam troši u velikim količinama i ispunjava mnoge vrlo važne funkcije u ishrani bilja. Kontrolira ravnotežu vode, čime se povećava otpornost na sušu, regulira zatvaranje i otvaranje puči i zgušnjava stanične sokove, zahvaljujući čemu poboljšava prezimljavanje biljaka. Također određuje učinkovitost gnojdbu dušikom, a to može značajno smanjiti troškove gnojdbu ovom komponentom.

Doza fosfornih i kalijevih gnojiva ovisi o mnogim čimbenicima. Prije svega, treba voditi računa o hranidbenim potrebama biljke, ovisno o planiranom prinosu, sadržaju asimilirajućih oblika fosfora i kalija u tlu, te o gnojivnoj vrijednosti koju daju žetveni ostaci ili prirodna gnojiva unesena u tlo.

Nakon što se utvrde potrebe za gnojidbom, potrebno je odabrati gnojivo i datum njegove primjene. U uzgoju ozimog ječma mogu se koristiti i višekomponentna i jednostruka gnojiva. Prilikom odabira gnojiva ne zaboravite uzeti u obzir ne samo njegovu cijenu, već i kemijski oblik komponente koja se nalazi u gnojivu, jer su oni vrlo često slabo topljivi u vodi, a time i nedostupni biljkama. Međutim, kada je u pitanju vrijeme korištenja fosforno-kalijeve gnojidbe, preporuča se izvršiti prije sjetve za sjetveno oranje. Gnojiva se mogu primijeniti i nakon oranja, ali tada treba imati na umu da se predsjetvena obrada mora obaviti na veću dubinu kako bi se gnojivo dobro izmiješalo sa zemljom (Vukadinović, 2011.).

### **2.3. Karakteristike i vrste ječma**

Uzgajan u različitim okruženjima, ječam je četvrta najviše uzgajana žitarica u svijetu, nakon pšenice, riže i kukuruza. Ječam se obično koristi u kruhu, juhama, varivima i zdravstvenim proizvodima, iako se prvenstveno uzgaja kao stočna hrana i kao izvor slada za alkoholna pića, osobito pivo.

Ječam nalazimo kao dvije vrste, koje se razlikuju po broju redova cvjetova na cvjetnom klasu.

U istočnoj Aziji se višeredni ječam najprije pojavio. Naziv je dobio jer mu šiljak ima šest zrnatih redova, na obrubu od baze šiljka nalaze se tri plodne šiljke koje su u potpunosti razvijene. Sa druge strane, u srednjoj Aziji se pojavio dvoredni ječam koji je godišnja kultura, ima proljetne i zimske sorte. On može biti žute, smeđe boje i crne boje, visok je do pola metra, uspravan.

Agrotehničke mjere uzgoja ječma uključuju:

Plodored- uzgoj ječma monokulturom će dovesti do niskih prinosa i stoga je preporučljiv uzgoj u ploredu.

Osnovnu obradu tla koju je nužno obaviti u vremenskom periodu između dva i tri tjedna pred sjetvu. Osnovna obrada tla ovisit će, između ostalog, i o pretkulturi.

Gnojidba-nju je nužno izvršiti više puta. Preporučena je osnovna i predsjetvena gnojidba, kao i prihrana ječma

Odabir ječmene sorte- Kako bismo odabrali ječmenu sortu, mi primarno moramo znati koja će joj biti namjena, da li za industrijsku preradu npr. ili nešto drugo.

Sjetva ječma- Ječam se sije u dubini koja iznosi između 3 i 5 cm u redovima sa razmacima koji iznose između 8 i 10 cm.

Posljednji korak uključuje žetvu koja se prakticira kad je vlaga zrna manja od 14 posto kako ne bi došlo do sušenja (Gagro, 1997.).

Vrste ječma :

Najpoznatije sorte ječma su: dvoredni, ozimi ili pivski ječam (najčešće se upotrebljava kao stočna hrana i u proizvodnji piva), višeredni ječam, nepotpuni ječam, prijelazni ječam i labilni ječam.

Načini na koje još možemo razlikovati ječam su je prema vrsti upotrebe:

1) Oljušteni ječam je pokriveni ječam koji je minimalno obrađen kako bi se uklonila samo žilava nejestiva vanjska ljuska. Izazovno je pažljivo ukloniti ljusku kako se dio mekinja ne bi izgubio – ali to je ono što se mora učiniti da bi se ječam u pokrivenom obliku smatrao cjelovitim zrnom.

2) Ječmeni griz/krupica dobije se kada se zrna ječma grubo samelju, postaju griz.

3) Ječmene pahuljice dobivene kuhanjem zrna na pari, valjanjem i sušenjem. Kao i kod ječmene krupice, pahuljice se mogu napraviti od cjelovitog zrna ječma ili od bisernog ječma, pri čemu se samo prvi smatra cjelovitim zrnom. Ječmene pahuljice brže se kuhaju jer su lagano kuhane na pari ali i zbog veće površine.

4) Ječmeno brašno koristi se u pekarskim proizvodima i kao zgušnjivač za juhe, variva i umake. Ječmeno brašno se u pečenju pekarskih proizvoda kombinira se pšeničnim brašnom kako bi se tijesto dovoljno diglo što je nužno da bi se proizvod dobro ispekao. Naime, korištenjem isključivo ječmenog brašna tijesto se ne može dovoljno dići.

5) Biserni ječam je poliran ili "perliran" kako bi se uklonio dio ili sav vanjski sloj mekinja zajedno s ljuskom. Ako je lagano perlaran, biserni ječam bit će žutosmeđe boje, ako je jako perlano, ječam će biti prilično bijel. Većina ječma koji se nalazi u tipičnom supermarketu je biserni ječam. Iako je tehnički rafinirana žitarica, puno je zdravija od ostalih rafiniranih žitarica.

6) Brzi ječam je vrsta ječmenih pahuljica koje se kuhaju za oko 10 minuta, jer su djelomično skuhane i osušene tijekom procesa valjanja pahuljica. Iako ječmene pahuljice mogu biti od cjelovitog zrna i tehnički bi bilo izvedivo napraviti brzi ječam od cjelovitog zrna (slično brzom

zobi, koja je cjelovito zrno), brzi ječam koji je danas komercijalno dostupan napravljen je od bisernog ječma i stoga nije cjelovito zrno (Gal, 2019.).

#### **2.4. Gnojidba ozimog ječma dušikom u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji**

Održiva poljoprivredna proizvodnja osigurava konstantnu proizvodnju, uz uporabu dozvoljenih kemikalija koje nemaju veći štetni utjecaj na zdravlje ljudi i prirodu, primarnih poljoprivrednih proizvoda. Takva poljoprivredna proizvodnja osigurava ogrjev, hranu i vlakna poštivajući načela održivog razvoja. Ona uvažava društvena i ekonomska ograničenja kako bi se osigurala održivost proizvodnje u kojoj je velika važnost usmjerena na ekološku djelotvornost, a manja na gospodarsku učinkovitost. Onečišćenje tla, zraka i vode pokušava se smanjiti ili u potpunosti izbjeći sa svim agrotehničkim mjerama u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji za razliku od intenzivne poljoprivrede koja je sve veći rizik za okoliš (Medved, 2019.).

Za bolje i veće prinose najvažnija je gnojidba žitarica i krmnih kultura anorganskim ili organskim gnojivima. Dušična gnojiva uvelike se koriste za proizvodnju žitarica te čine oko 40% povećanja proizvedene hrane po glavi stanovnika u zadnjih 50 godina. Dušična gnojiva opskrbljuju do 40% svjetskog prehrambenog proteina, a procjenjuje se da će se ovisnost povećati u budućnosti. Također su dušikovi spojevi poznati po potencijalnim štetnim utjecajima za ljudsko zdravlje i okoliš (Keeney i Hatfield, 2008.).

Gnojidbu ječma moguće je obaviti organskim ili mineralnim gnojivima. Ako koristimo isključivo mineralna gnojiva treba pripaziti koja gnojiva koristimo za koju vrstu gnojidbe. Osnovnu gnojidbu potrebno je obaviti s mineralnim gnojivima koja imaju povećan sadržaj P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O, primjer takvih gnojiva su NPK 7:20:30, 10:30:20. Za predstjetvenu gnojidbu koriste se startna gnojiva s jednakim sadržajem hraniva kao što su NPK 15:15:15, 18:18:18. U prihrani ječma koristimo se izričito dušičnim gnojivima (KAN) (Tominić, 2019.).

Osim analize tla, kod planiranja gnojidbe bitna je informacija o plodosmjerni i predkulturi, kao i podatak o zaostalim dijelovima predkulture na obradivom tlu. Izračuni za optimalno kvalitetno tlo, sa optimalnim stupnjem kiselosti od 6,5 do 7,1 pH.

Količine gnojiva za prinos od 5 tona/ha ozimog ječma:

-110 do 120 kg N (dušika)

-70 do 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

-100 do 120 kg K<sub>2</sub>O

Količine gnojiva potrebne za svakih 100 kg zrna ozimog ječma:

-2,3 do 3,0 kg N

-1,1 do 1,2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

-2,2 do 2,9 kg K<sub>2</sub>O

Gnojidba po fazama proizvodnje i pripreme tla

Osnovna gnojidba sa gnojivima s povišenim sadržajem P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O (NPK 7:20:30, 0:30:20, 6:18:36 i sl.)

- Predsjetvena gnojidba s gnojivima izbalansiranog sadržaja N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O (NPK 15:15:15, i sl.)
- Prihrana dušičnim gnojivima u prvoj prihrani pri početku kretanja proljetne vegetacije sa 40 do 50 kg/ha dušika
- Prihrana dušičnim gnojivima početkom vlatanja ozimog ječma sa maksimalno 20 do 30 kg/ha dušika (N)
- Kod proizvodnje jarog ječma prihrana se obavlja samo jednom sa do 50 kg/ha N u fazi busanja (Medved, 2022.).

Tablica 1. Primjer gnojidbe ozimog dvorednog ječma

Vrsta gnojiva	Osnovna gnojidba	Predsjetvena gnojidba	Prihrana
NPK 7:20:30	250 kg/ha		
NPK 15:15:15		300 kg/ha	
KAN			150 kg/ha
UREA			

Izvor: pinova.hr

### 3. PRIMJENA DUŠIKA I NJEGOV UTJECAJ NA OKOLIŠ

Gnojiva su temelj našeg modernog društva, bez kojih ne bismo mogli prehraniti i održati većinu svjetskog stanovništva. Od glavnih makronutrijenata potrebnih za poljoprivredu, koji uključuju dušik (N), fosfor (P) i kalij (K), dušik je neophodan za zdrav rast biljaka, vitalan je za proizvodnju aminokiselina i proteina. Iz tog razloga, dušična su gnojiva daleko najviše primjenjivana u cijelom svijetu, općenito u obliku uree i amonijevih soli, kao i putem organskih gnojiva kao što su stajnjak, kompost i digestat .

Međutim, usprkos dobrobitima dušičnih gnojiva za čovječanstvo, bilo je i nekih značajnih negativnih učinaka izazvanih primjenom dušičnih gnojiva, osobito ekoloških. Najčešće se radi o zakiseljavanje tla, eutrofikaciju, zagađenje voda, smanjenu biološku raznolikost i značajne emisije stakleničkih plinova (Vukadinović i Vukadinović, 2015.).

Dušik je bitna karika svih proteina i nužan je za sve oblike života. On zauzima 80% atmosfere u Zemlji u  $N_2$  obliku, kao anorganski plin. Međutim u tom obliku nije dostupan, a time ni koristan biljkama, njima su nužni dušikovi spojevi, u obliku aminokiselina, nitritnog, nitratnog i amonijevog iona, koji nastaju pretvorbom atmosferskog dušika. Dušik je velik trošak u poljoprivredi jer se najviše koristi kod prehrane biljaka, stoga se radi o možda ključnom ulaganju u poljoprivredi. Također, pošto mu se kemijski sastav i oblik često mijenjaju potrebna je vještina kako bi se uz njegovu primjenu izvela pravilna gnojidba (Folnović, 2016.).

Do 2050. godine očekuje se intenziviranje i povećanje poljoprivredne proizvodnje do čak 100% te bi s povećanjem proizvodnje trebale rasti i potrebe za dušičnim (N) gnojivima (Walling i Vaneckhaute, 2020.).

Međutim, unatoč njihovoj nužnosti, naša ovisnost o dušičnim gnojivima dovela je do mnogih štetnih i dugotrajnih okolišnih i ekoloških posljedica. Godišnje se na poljoprivredne površine primijeni gotovo 120 milijuna tona dušika (FAOSTAT, 2017.). Ovo, u usporedbi s prirodnom biološkom fiksacijom dušika od oko 190 milijuna tona N godišnje (Brady i sur., 2008.), pokazuje širinu utjecaja čovječanstva na ciklus dušika.

Mnoge zemlje u razvoju, osobito u Africi, morat će značajno povećati (za gotovo 1000%, pod pretpostavkom da Afrika dosegne očekivane razine od oko 2,4 milijarde stanovnika do 2050.) svoju potrošnju dušičnih gnojiva, ako žele dostići standarde razvijenog svijeta.

Utjecaj prekomjerne primjene dušika može se osjetiti na svim razinama, utječući na kvalitetu zraka, vode i tla, kao i glavni doprinos globalnom zatopljenju, destabilizirajući i potencijalno



uništavajući cijele ekosustave. Navedeni učinci očituju se u povećanoj emisiji stakleničkih plinova (GHG), eutrofikaciju vodotoka, zakiseljavanje tla i vode, eroziju tla i iscrpljivanje hranjivih tvari, uništavanje staništa, gubitak bioraznolikosti, kao i ozbiljne ekonomske i društvene posljedice povezane s ovim pojavama .

Veliku pažnju u poljoprivrednoj proizvodnji treba posvetiti održavanju ravnoteže hranjivih tvari koje su neophodne za ishranu bilja kako se tlo ne bi iscrpilo. Uz održavanje te ravnoteže ujedno se izbjegava akumulacija viška hranjiva u okoliš, posebice fosfora i dušika (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2020.).

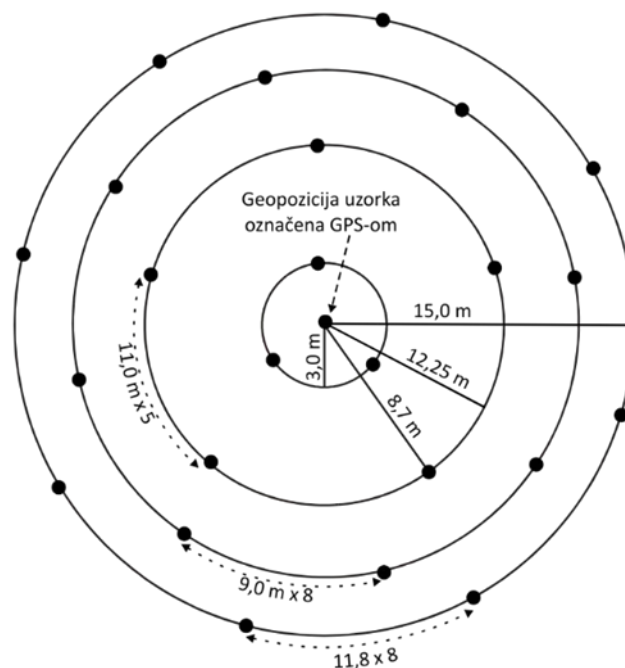
## 4. MATERIJAL I METODE RADA

Za potrebe izrade završnog rada uzorci tla su prikupljeni s poljoprivrednog zemljišta koje je u vlasništvu gospodarstva Opg Srijem, vlasnik: Vilim Martinović. Geografska pozicija zemljišta je N 45°13'40,25", E 19°9'11,93". Zemljište je veličine 2,74 ha u katastarskoj općini Lovas koja se nalazi u Vukovarsko-srijemskoj županiji.

Na površini od 2,74 ha uzorkovano je sveukupno 12 uzoraka (6 uzoraka na dubini 0-30 cm i 6 uzoraka na dubini 30-60 cm).

### 4.1. Uzorkovanje tla

Uzorci tla su uzimani agrokemijskom, prosječno s 25 uboda po uzorku, a dubina uzimanja uzoraka iznosila je 0-30 cm i 30-60 cm. Geografska pozicija svakog pojedinog uzorka i nadmorska visina (apsolutna) određena je GPS uređajem. Primijenjena je metoda referentnog uzorka koja je pogodna za uzimanje uzoraka s većih površina (Slika 2) (Đurđević, 2014.).



Slika 2. Način izuzimanja referentnog uzorka tla

Izvor: Đurđević, 2014.

## 4.2. N-min metoda

N-min metodom se utvrđuje količina dušika (raspoloživi N), prije sjetve za proljetne kulture, a pred busanje i vlatanje za ozima žita, u zoni do koje dopire trenutno korijenov sustav, jer je količina mineralnog dušika određena prethodnim usjevom (gnojenje, rezidualni dušik, žetveni ostateci), zemljišnim i klimatskim prilikama. Stoga, umjesto pojedinačnog utvrđivanja, N-min metoda predstavlja sintezu svih djelujućih čimbenika raspoloživosti dušika (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Nakon uzorkovanja tla u svježim uzorcima analiziran je sadržaj nitratnog i amonijskog dušika.

### 4.2.1. Određivanje nitratnog dušika brzom test metodom

Nitratni dušik tla ( $\text{NO}_3^-$ ) ekstrahira se otopinom natrijevog klorida ili kalijevog klorida iz nativnog tla (svježi uzorak tla).

Dobiveni ekstrakt tla služi za mjerenje koncentracije nitrata uz pomoć specijaliziranog uređaja (npr. Reflectoquant). U ekstrakt uranja se štapić za nitratni test, a uređaj automatski očitava koncentraciju nitrata mjerenjem intenziteta boje koja se razvila na aktivnim reakcijskim površinama štapića za brzi nitratni test. Testne trakice imaju dvije reakcijske zone koje sadrže reagens za redukciju nitrata do nitrita i reakciju nitrita s Griessovim reagensom. U reakciji nitrata s reagensima testne trakice nitrati se reduciraju u nitrite koji reagiraju s Griessovim reagensom gdje kao krajnji produkt nastaje azo-spoj crvenkaste boje određenog intenziteta (Đurđević, 2014.).

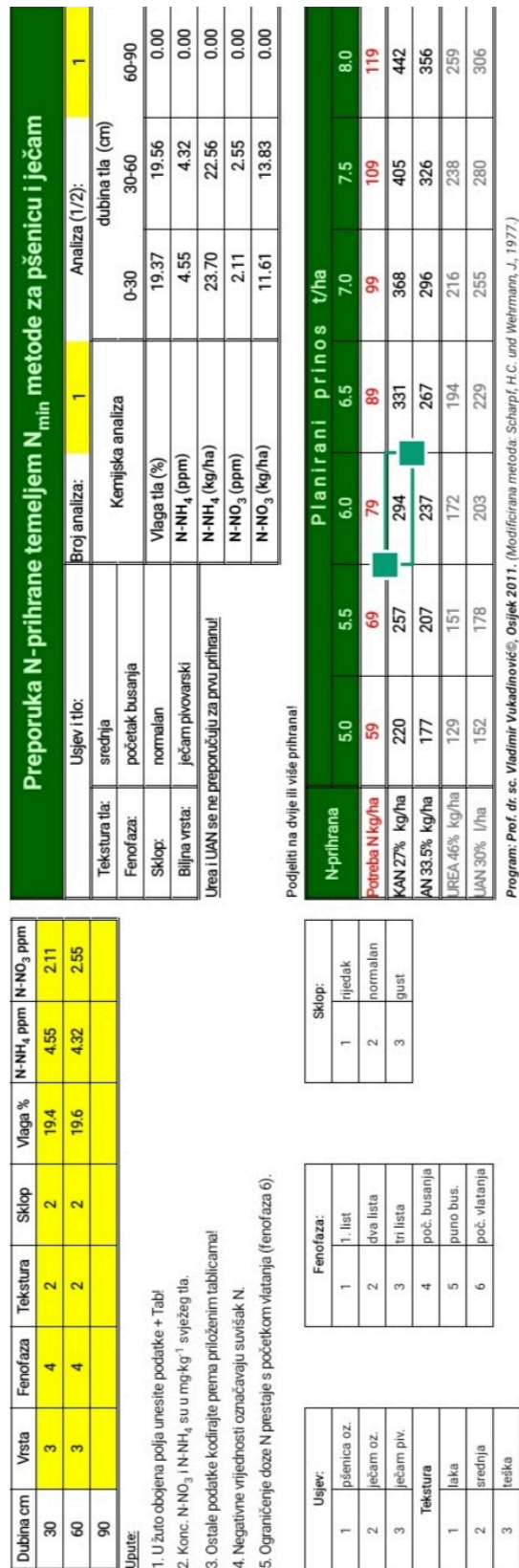
### 4.2.2. Određivanje amonijskog dušika po Nessleru

Amonijski oblik dušika nalazi se djelomično u vodenoj fazi tla, a većim dijelom je adsorbiran na koloide tla. Zbog te činjenice za ekstrakciju koristi se otopina KCl jer se  $\text{K}^+$  zamjenjuje s  $\text{NH}_4^+$  na površini koloida tla i unutar kristalne rešetke, ovisno o tipu sekundarnog minerala. Dokazivanje ovog kationa vrši se karakterističnom reakcijom s Nesslerovim reagensom uz razvijanje kompleksa žute boje (Đurđević, 2014.).

### **4.3. N-min kalkulator**

N-prihrani i N-startnoj gnojidbi ozimih žitarica, šećerne repe i kukuruza namijenjen je N-min kalkulator. Kompjuterski model uzima u obzir sve potrebne parametre kao što su vlaga tla, vrijeme uzimanja uzorka, teksturu tla i sadržaj mineralnih oblika N u tlu za procjenu N-doze.

Metoda je izmjenjena u odnosu na originalnu verziju (Scharpf i Whermann, 1977.) jer je eksperimentalno utvrđeno otežano usvajanje amonijevog dušika zimi za agroekološke uvjete istočne Hrvatske, te se učinkovitost njegovog usvajanja prilagođava ovisno o teksturi, a također se korigira i potreba N ovisno o fenofazi i sklopu ozimih žita (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). U kalkulator unosimo koncentraciju nitratnog i amonijačnog dušika, postotak vlage tla, teksturu klasa, fenofazu žitarice, sklop usjeva, i vrstu usjeva. Kalkulator automatski izračunava dozu dušika koja je u skladu s održivim poljoprivredom , nakon unosa podataka, obzirom na planirani usjev te korisniku preračunava dozu u količine mineralnog gnojiva koje je najčešće dostupno na tržištu (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).



Slika 3. N-min kalkulator

Izvor: Vukadinović, 2011.

## 5. REZULTATI I RASPRAVA

Uspješna poljoprivredna proizvodnja započinje sa zdravim tlom. Tlo je jedno od najvažnijih poljoprivrednih dobara. Usjevima osigurava vrijedan rezervoar vode i hranjivih tvari. Svaka vrsta tla ima svoja svojstva. Tekstura tla ne može se promijeniti, ali poljoprivrednici uvijek mogu poboljšati kvalitetu tla upravljanjem razinama hranjivih tvari i pH tla. Jedan od najvažnijih čimbenika u upravljanju kvalitetom tla je redovita analiza tla.

Analiza daje vrijedne informacije, bitne za poboljšanje kvalitete tla. Prateći točnu količinu hranjivih tvari u tlu, poljoprivrednik može lako prilagoditi gnojidbu u skladu sa zahtjevima tla i usjeva. Korištenjem softvera za upravljanje farmom, poljoprivrednici mogu iskoristiti prednost dobivanja preporuka za gnojivo na temelju podataka koji povećavaju rast biljaka za optimalan prinos. Klima, vegetacija, topografija terena, matični supstrat i starost tla su samo neki od čimbenika koji utječu na ukupnu količinu dušika u tlu.

### 5.1. Rezultati analize tla

Prosječna vrijednost nitrata u analiziranim uzorcima tla iznosila je niskih 3,34 mg/kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, te u prosjeku također niskih 4,55 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Vlaga u tlu iznosila je u prosjeku 18,28 s malim koeficijentom varijacije (Tablica 2).

Tablica 2. Rezultati analize tla

Lab. broj	Dubina (cm)	% Vlage u tlu	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/kg (SVJ. TV.)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/kg (SVJ. TV.)
11071	0-30	19,37	2,11	4,55
11072	30-60	19,56	2,55	4,32
11073	0-30	18,46	2,39	4,23
11074	30-60	18,13	4,01	4,52
11075	0-30	17,73	3,17	4,02
11076	30-60	18,41	2,41	4,26
11077	0-30	17,84	4,57	4,74
11078	30-60	18,88	3,70	5,48
11079	0-30	18,45	3,49	5,36
11080	30-60	16,60	4,15	4,26
11081	0-30	17,83	3,73	4,27
11082	30-60	18,15	3,84	4,58
	<b>Min</b>	<b>16,6</b>	<b>2,11</b>	<b>4,02</b>
	<b>Max</b>	<b>17,83</b>	<b>4,57</b>	<b>5,48</b>

<b>Prosjek</b>	<b>18,28</b>	<b>3,34</b>	<b>4,55</b>
----------------	--------------	-------------	-------------

Za prihranu ozimog ječma na obzirom na nizak koeficijent varijacije za izračun doze dušika uzete su prosječne vrijednosti. Nakon unesenih vrijednosti, u N-min kalkulatoru određena je vrstu usjeva, fenofaza u kojoj se biljka nalazi, okvirna teksturu tla i gustoću sklopa. Nakon odabira parametara kalkulator automatski izračunava potrebne doze dušika ovisno o prinosu (od 5 t/ha do 8 t/ha) te prikazuje ukupnu količinu potrebnog dušika kao i preračun na najzastupljenija dušična gnojiva (Tablica 3).

Tablica 3. Izračun potrebe N kg/ha za željeni prinos

N-prihrana	Planirani prinos t/ha						
	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
<b>Potreba N kg/ha</b>	<b>48</b>	<b>58</b>	<b>68</b>	<b>78</b>	<b>88</b>	<b>98</b>	<b>108</b>
<b>KAN 27% kg/ha</b>	117	215	252	289	326	363	400
<b>AN 33.5% kg/ha</b>	143	173	203	233	262	292	322
<b>UREA 46% kg/ha</b>	104	126	148	169	191	213	235
<b>UAN 30% kg/ha</b>	123	149	174	200	225	251	277

## 5.2. Gnojidba i prihrana ozimog ječma

Predsjetvena gnojidba ozimog ječma obavljena je s gnojivom formulacije 15:15:15 u količini 100 kg/ha te je pripremljeno tlo za sjetvu. Sjeme korišteno za sjetvu ozimog ječma je sorte Laureate, a sjetvena norma je preporučena 200 kg/ha.

Nakon dobivenih rezultata računanja potreba dušika odabran je planirani prinos od 6 t/ha te doza dušika raspodijelila u dvije prihrane. Količina gnojiva od 252 kg/ha raspoređena je na sljedeći način:

1. Prva prihrana - 140 kg/ha KAN 27% N
2. Druga prihrana – 112 kg/ha KAN 27% N

Prva prihrana obavljena je na samom početku proljetne vegetacije kako je i preporučeno kod ozimih kultura. Druga prihrana se prema preporuci početkom vlatanja.

Kada je temperatura 0 °C ili viša ječmam akumulira hraniva osobito nitrata. Kod tako niskih temperatura usvajanje se vrši najvećim dijelom iz vodene faze tla. Obzirom na poznatu varijabilnost dušika u tlu u vidu ispiranja uslijed velike vlažnosti tla i izostanak mineralizacije u zimskom periodu dušik trebamo dodavati tijekom vegetacije u više navrata tj. prihrana. Kako

bi mogli ostvariti visoke prinose potrebna je pravilna i pravovremena mineralna ishrana i to od I – V etape organogeneze odnosno od nediferenciranog rasta vegetacijskog vrha do faze formiranja cvjetnih zametaka. Prva prihrana mora biti usklađena s kapacitetom akumulacije biljaka, uzrastom biljke, klimatskim prilikama i fizikalnim svojstvima tla. U početku proljetnog kretanja pšenici je neophodna visoka koncentracija nitrata u tlu od 20 – 30 ppm što se postiže prvom prihranom pšenice. Obzirom na vrlo lako ispiranje nitrata iz površinskog sloja tla prihrana se ne smije napraviti prerano. Također pretjerana doza dušika može imati značajne posljedice na prinos pšenice. Uslijed porasta koncentracije iona u vodenoj fazi tla, uz nizak intenzitet metabolizma korijena kod niskih temperatura tla, zaustavlja se usvajanje vode tj. dolazi do fiziološke suše. Primjenu čistog amoniskog ili amidnog oblika dušika (UREE, i UAN) treba izbjegavati u prvoj prihrani pšenice, jer je kod niske razine metabolizma nedovoljna produkcija keto kiselina koje su potrebne u procesu vezanja reduciranih oblika dušika. Druga prihrana određuje se na temelju stanja usjeva i to u trenutku zametanja klasića,. Pravilna ishrana dušikom u navedenom momentu sprečava kasnije sterilnost klasića i značajno utječe na broj plodnih cvjetića kojih može biti tri ili više po klasiću (Đurđević, 2014.; Vukadinović 2011.).

Ozimi ječma sorte Laureate, na gospodarstvu Opg Srijem, sazrio je u trećoj dekadi mjeseca lipnja. Žetva je obavljena modernom mehanizacijom uz minimalno rasipanje sjemena. Kako je navedeno, željeni prinos na kojem se i temeljila prihrana ječma je iznosila 6 t/ha. Međutim, s obzirom da druga prihrana nije popraćena većim količinskim oborinama (slabije topljenje granula gnojiva), željeni prinos nije mogao biti ostvaren. Prinos ozimog ječma na gospodarstvu u prosjeku je iznosio 5,3 t/ha.



## 6. ZAKLJUČAK

Uzgoj ozimog ječma karakterizira visoka rodnost i visoka otpornost na proljetnu sušu, ali također ga karakterizira niža otpornost na niske temperature. Gnojidba ječma može se obaviti gnojivima organskog podrijetla no za potrebe ovog rada primijenjeno je dušično mineralno gnojivo KAN 27%. Dušik je sastavni dio proteina, nukleinskih kiselina, fotosintetskih pigmenata, amina, amida i drugih spojeva koji čine osnovu života. Iz tog razloga možemo reći i da su dušik i dušična gnojiva neizostavni u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji.

Prosječna vrijednost nitrata u analiziranim uzorcima tla iznosila je 3,34 mg/kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, i 4,55 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Izračunata doza dušika za prinos od 6,0 t/ha iznosila je 68 kg/ha N.

Prihrana dušikom često se izvodi „napamet“ bez analize i detaljnog izračuna doza dušika. Takvim načinom možemo negativno utjecati na okoliš (prekomjerne doze) ili na prinos (nedostatak dušika). Provedba analize tla, odnosno N-min metode uz računalni izračun doze dušika sprečava prekomjernu primjenu (kao i nisku) dušika. Takvim pristupom mogu se ostvariti optimalni ciljani prinosi bez opasnosti od zagađenja okoliša.

## 7. POPIS LITERATURE

- 1.) Stanca, A. M., Romagos, I., Takeda, K., Lundborg, T., Terzi, V., Cattivelli, L. (2003.): Developments in Plant Genetics and Breeding. *Energy*, 7:179-199
- 2.) Bouwman, A. F., Boumans, L. J. M., Batjes, N. H. (2002.): Emissions of N<sub>2</sub>O and NO from fertilized fields: summary of available measurement data. *Global Biogeochemical Cycles*, 16:6-1-6-13
- 3.) Ali, S. A., Tedone, L., De Mastro, G. (2013.): A comparison of the energy consumption of rainfed durum wheat under different management scenarios in southern Italy. *Energy*, 61:308-318
- 4.) Ali, S. A., Tedone, L., De Mastro, G. (2015.): Optimization of the environmental performance of rainfed durum wheat by adjusting the management practices. *Journal of Cleaner Production*, 87:105-118
- 5.) Ali, S. A., Tedone, L., Verdini, L., De Mastro, G. (2017.): Effect of different crop management systems on rainfed durum wheat greenhouse gas emissions and carbon footprint under Mediterranean conditions. *Journal of Cleaner Production*, 140:608-621
- 6.) Brady, N.C., Weil, R.R., Weil, R.R. (2008.): *The nature and properties of soils*. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- 7.) Đurđević, B. (2018.): Održivo gospodarenje tlom, Principi gnojidbe. [http://ishranabilja.com.hr/literatura/Odrzivo\\_gospodarenje\\_tlom/BDJ/03\\_Principi%20gnojidbe.pdf](http://ishranabilja.com.hr/literatura/Odrzivo_gospodarenje_tlom/BDJ/03_Principi%20gnojidbe.pdf) (7.9.2022.)
- 8.) Pelzer, E., Bazot, M., Makowski, D., Corre-Hellou, G., Nudin, C., Al Rifai, M. (2012.): Pea-wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. *European Journal of Agronomy*, 40:39-53
- 9.) Farm-hr.desiguspro.com: Koje su sorte ječma, njihove karakteristike i opis. <https://farm-hr.desiguspro.com/posadka/ogorod/zlaki/yachmen/sorta-ih-harakteristika-i-opisanie.html>. 22.9.2022
- 10.) Folnović, T. Upravljanje dušičnom gnojidbom, 2016. <https://www.agrivi.com/hr/blog/upravljanje-dusicnom-gnojdbom/>, 26.9.2022.

- 11.) Gagro, M. (1997.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva: žitarice i zrnate mahunarke. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb. 202-242
- 12.) Gagro, M. (1997.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva – Žitarice i zrnate mahunarke. Zagreb, <https://www.agroklub.com/sortna-lista/zitarice/jecam-95/>. 24.9.2022
- 13.) Gal, N. Barley: Skip the Pearl and Choose Hulled or Hulless for Whole Grain Goodness. 3.1.2019. <https://blogs.ifas.ufl.edu/marionco/2019/03/01/barley-hulled-or-hulless/>. 18.9.2022.
- 14.) Kling, J. G. (2004.): Winter Barley, Genetics and Breeding. Encyclopedia of Grain Science.
- 15.) Keeney, D.R., Hatfield, J.L. (2008.): Thenitrogen cycle, historical perspective, and current and potential future concerns.
- 16.) Kovačević, V., Kovačević, J. (2011.): Response of malting winter barley to ameliorative NPK-fertilization. <https://www.researchgate.net/publication/229047332> . 26.9.2022.
- 17.) Kovačević, V., Rastija, M. (2009.): Osnove proizvodnje žitarica (interna skripta), Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- 18.) López-Bellido, L. (2012.): Wheat response to nitrogen splitting applied to Vertisols in different tillage systems and cropping rotations under typical Mediterranean climatic conditions. European Journal of Agronomy, 43:24-32
- 19.) Marjanović, M. Obavezno prihranite ozime usjeve. 12.3.2017. <https://www.agronomija.info/ratarstvo/obavezno-prihranite-ozime-usjeve>. 24.9.2022.
- 20.) Medved, I. Što je održiva poljoprivreda? 17.12.2019. <https://www.agroportal.hr/savjeti/33239>. 26.9.2022.
- 21.) Medved, I. Gnojidba ječma. 24.2.2022. <https://www.agroportal.hr/ratarstvo/19309>. 24.9.2022.
- 22.) Mesić, M. Gnojidba dušikom prihvatljiva za okoliš. 23.1.2013. <https://www.agroklub.com/ratarstvo/gnojidba-dusikom-prihvatljiva-za-okolis/8566/>. 15.9.2022.

- 23.) Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, (2020.): Okoliš na dlanu. [https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/publications/2020-06/2020%20Okolis%20na%20dlanu\\_Final\\_Draft%20f.pdf](https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/publications/2020-06/2020%20Okolis%20na%20dlanu_Final_Draft%20f.pdf), 15.9.2022.
- 24.) Popadić, M. Otpornost strnih žitarica na niske temperature. 8.10.2019. <https://www.agroklub.com/ratarstvo/otpornost-strnih-zitarica-na-niske-temperature/54366/>
- 25.) Ziaei, S.M., Mazlounzadeh, S. M., Jabbary, M. (2015.): A comparison of energy use and productivity of wheat and barley. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 14:19-25
- 26.) Abedi, T., Alemzadeh, A., Kazemeini, S. A. (2010.): Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat. Australian Journal of Crop Science, 4:384-389
- 27.) Tominić, D. Agrotehnika proizvodnje ozimog ječma. 4.9.2019. <https://www.savjetodavna.hr/2019/09/04/agrotehnika-proizvodnje-ozimog-jecma-2/>. 26.9.2022.
- 28.) Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet, Osijek.
- 29.) Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2015.): Prednosti i nedostaci mineralnih i organskih gnojiva, Osijek.
- 30.) Liu, Y., Li, Y., Peng, Z., Wang, Y., Ma, S., Guo, L., Lin, E., Han, X. (2015.): Effects of different nitrogen fertilizer management practices on wheat yields and N<sub>2</sub>O emissions from wheat fields in North China. Journal of Integrative Agriculture, 14:1184-1191
- 31.) Walling, E., Vaneeckhaute, C. (2020.): Greenhouse gas emissions from inorganic and organic fertilizer production and use: A review of emission factors and their variability. Journal of Environmental Management, 276:111-121