

Kako postići visok prinos i dobru kvalitetu pšenice?

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Uvođenjem prošle, 2015. godine u RH „Kodeksa otkupa žitarica i uljarica“ izazvalo je kod proizvođača pšenice niz nedoumica, kao i velik broj pitanja vezanih uz tehnologiju proizvodnje, od izbora sorte, obrade, rokova sjetve, zaštite, pa sve do gnojidbe, posebice N-prihrane. Budući da kvalitetu pšenice određuju tri glavne skupine faktora: *botanička* (vrsta i sorta), *fizička* i *kemijska svojstva*, pri čemu botanička svojstva u velikoj mjeri utječu na kemijska i fizička, što se često zaboravlja nakon desetljeća inzistiranja na što većem prinosu, bez obzira na kvalitetu zrna.

Analitičke metode kojima se utvrđuje kvaliteta uroda u RH određuje Pravilnik „O mjeriteljskim i tehničkim zahtjevima za infracrvene analizatore za mjerenje sadržaja proteina u zrnju poljoprivrednih vrsta“ (NN 107/15) koji propisuje korištenje *IC analizatora* (blisko infracrveno područje) s dopuštenom greškom $\pm 0,3$ % proteina. Budući da je utvrđivanje vlage i proteina IC analizatorom brzo, posredno, ali i dovoljno pouzdano uz ispravno umjeravanje uređaja, pravilnik propisuje i postupak kalibracije instrumenta.

Ukupnu kvalitetu zrna pšenice čini barem dvostruko više pokazatelja od onih utvrđenih *Kodeksom za otkup žitarica u uljarica* (Tablica 1.). Naime, osim agrotehnike, uključujući sortu, gnojidbu i zaštitu, na kvalitetu zrna pšenice utječe žetva, transport i skladištenje, te su parametri kvalitete zrna unutarnji (*intrinzični*): *vlaga*, *hektolitar* (gustoća; masa zrna $\text{kg}/100 \text{ dm}^3$), *konc. proteina*, *konc. ulja*, *vijabilnost zrna* (životna snaga), *meljivost*, *boja*, *miris*, te vanjski (*ekstrinzični*): *primjese*, *slomljena ili oštećena zrna*, *lomljivost*, *prisustvo mikotoksina* (npr. *aflatoksin*), *insekata* i *plijesni*.

Tablica 1. Parametri kvalitete pšenice

Parametri	I klasa	II klasa	III klasa
Proteini u %	>14	12,5-14	10,5-12,4
Hektolitar kg/hl	80	78	74
Vlaga u %	13,5	13,5	13,5
Primjese (crna) u %	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Ukupna primjese u %	≤ 5	≤ 5	≤ 5

Međutim, članak 10. *Kodeksa o otkupu žitarica i uljarica*, dio koji se odnosi na pšenicu, propisuje da se prilikom prodaje primjenjuju samo pet kriterija za razvrstavanje u tri razreda kvalitete krušne pšenice (Tablica 1.), a navodi se i da pšenica mora biti zdrava, svojstvene boje i mirisa bez prisutnosti živih štetnika.

Odredba o klasiranju pšenice u RH ponešto se razlikuje od standardizacije pšenice iz EU Uredbe 265/2014., a

koja je donesena zbog sprječavanja špekulacija pri uvozu pšenice izvan područja EU. Naime, prema toj EU Uredbi prva klasa pšenice mora sadržavati najmanje 14,0 % proteina, specifičnu težinu $\geq 77,0 \text{ kg/hl}$ i $\leq 1,5$ % primjese, srednja kvaliteta respektivno $\geq 11,5$ %, $\geq 74,0 \text{ kg/hl}$ i $\leq 1,5$ % primjese, dok za nisku kvalitetu pšenice nema parametara. Također, dopušteno je odstupanje za proteine -0,7, za hektolitar -0,5, a postotak nečistoće +0,5.

EU Uredba 265/2014. donesena je ponajviše zbog uvoza kvalitetne američke pšenice (*poboljšivača*) iz SAD koji imaju šest razreda kvalitete pšenice (1. *HRV* - tvrda crvena ozima, 2. *HRS* - tvrda crvena jara, 3. *SRV* - meka crvena ozima, 4. *HWW* - tvrda bijela ozima, 5. *SWW* - meka bijela ozima i 6. *Durum*), što je posve različito u odnosu na EU. Dakle, SAD klasifikacija se temelji na vremenu sjetve i žetve što zapravo ovisi od geografskog područja, tla, klime i agrotehnike, a kvaliteta se unutar svakog razreda utvrđuje obzirom na tvrdoću, boju i oblik zrna. Svaki razred ima slična svojstva pšenice koja se odnose na mljevenje, pečenje i druge nutritivne vrijednosti. Također, važno je istaći da je prema dugoročnim studijama u SAD u državi Oklahomi (71 god. istraživanja) gnojidba odgovorna za 40 % prinosa pšenice, u državi Missouri (100 god. istraživanja) za 62 % prinosa itd. Dakle, nedostatna gnojidba dušikom može značajno ograničiti prinos pšenice pri čemu meke pšenice, koje sadrže i manje proteina zahtijevaju manje N u odnosu na tvrde i ozime crvene pšenice.

Nažalost, visok prinos pšenice i visoka koncentracija bjelančevina veoma često su kod pšenice (kao i većine drugih usjeva) obrnuto povezani, odnosno teško je istovremeno oboje postići (kod nekih usjeva, npr. lucerne, taj negativni odnos se uvelike može izbjeći). Negativnu povezanost visine prinosa i koncentracije proteina u zrnju pšenice ipak je moguće u velikoj mjeri ublažiti pravilnom agrotehnikom, posebice izborom sorte i ispravnom N-gnojidbom, ali vrlo velik utjecaj imaju i vremenske prilike tijekom vegetacije na koje se ne može utjecati.

Izbor sorte, ne samo kod pšenice, oduvijek je bilo od prvorazrednog značaja, ali se tom problemu desetljećima pristupalo uglavnom s aspekta kako postići što viši prinos, a kvaliteta je bila u drugom, ili trećem planu. Takav pristup proizvodnji rezultirao je selekcijom visokoprinosnih sorti (niže kvalitete uroda), a problemi vezani uz zaštitu (korove, štetnike i bolesti) i postali su ključni segment „industrijskog načina poljoprivredne proizvodnje“ pa su tako troškovi zaštite dostigli razinu ulaganja u gnojidbu, a ukupni troškovi proizvodnje, bez obzira na sve manje uloženog rada, narasli su toliko da je u RH profitabilnost poljoprivrede mala, ili često ispod granice isplativosti. Važno je naglasiti da pravilna i pravovremena zaštita usjeva ima zadaću očuvanja postignutog prinosa ostalim agrotehničkim mjerama i da ni na koji način ne utječe na povećanje prinosa. Također, proizvođači su nepotrebno opterećeni izborom i primjenom zaštitnih sredstava jer se na tržištu agresivno nudi niz neprovjerenih pesticida i njihovih formulacija, naravno sve uz „točnu recepturu“ kako, koliko i kada ih primijeniti u konkretnom agroekološkom području, za razinu i sustav proizvodnje pojedinih usjeva i nasada, a svi ostali načini zaštite, npr. *biološki, mehanički, pravilna plodosmjena, sjetva postrnih usjeva* i dr., u zanemarivom obimu se primjenjuju.

Trend sve veće ponude jeftinih poljoprivrednih proizvoda u EU, kao i na globalnom tržištu, zahtijeva brzu transformaciju naše poljoprivredne proizvodnje prema visokoj kvaliteti proizvoda, posebice onih koje tržište traži. U tome bi sigurno pomogla i stimulativna politika progresivnih cijena svih poljoprivrednih proizvoda, posebice onih kojih imamo dovoljno. Npr., ako je trenutno prosječna otkupna cijena pšenice 1 kn/kg, tada bi 3. klasa pšenice trebala imati prosječnu otkupnu cijenu 0,75 kn, 2. 1,00 kn, a 1. klasa 1,50 kn/kg. Kada bi se i drugi parametri kvalitete na sličan način vrednovali, dobili bi puno stimulativniji model otkupa pšenice, kao i svih drugih proizvoda, koji bi poticao kvalitetu i uzgoj proizvoda koje traži suvremeno tržište. Naravno, utvrđivanje kvalitete poljoprivrednih proizvoda mora biti potpuno objektivno, neovisno i dobro nadzirano, a proizvođači, kao i vlasnici poljoprivrednog zemljišta (bez obzira jesu li to OPG, udruge i veliki sustavi) ne bi smjeli imati nikakav vlasnički udio u firmama za kontrolu kvalitete. Svakako bi koristilo i osnivanje neovisnog instituta za testiranje sorti za pojedina agroekološka područja i sustave biljne proizvodnje koji bi odgovorno i objektivno savjetovao poljoprivredne proizvođače koju sortu izabrati, kakvu agrotehniku primijeniti, uključujući i zaštitu usjeva. Takva pomoć poljoprivrednim proizvođačima zaustavila bi agresivnu i neobjektivnu reklamnu bujicu selekcijskih kuća, proizvođača gnojiva, zaštitnih sredstava i drugih proizvoda magičnog i svemogućeg učinka (po principu: *rješavamo sve probleme uz nisku cijenu*).

Budući da je moje uže područje gnojidba (ishrana bilja) i da sam pitanja vezana uz gnojidbu (uključujući i pšenicu) cijeli život istraživao, navest ću tek ukratko neke važne činjenice o gnojidbi. Vrhunski prinosi i dobra kakvoća uroda postižu se samo korištenjem kombiniranog učinka, odnosno optimiziranjem cjelokupne agrotehnike i prakse upravljanja, pa samo gnojidba, ma kako ona bila važna, nije dovoljna za dobivanje visokih prinosa dobre kakvoće. Također, pristup poljoprivrednoj proizvodnji veoma često se temelji na subjektivnim procjenama pa je u gnojidbi, ali i ukupnoj agrotehnici, suviše zabluda i mitova. Stoga ne treba uzimati „zdravo za gotovo“ opće upute, pravila i savjete koji nisu utemeljeni na dobrom poznavanju lokalnih biljnih, zemljišnih klimatskih indikatora produktivnosti.

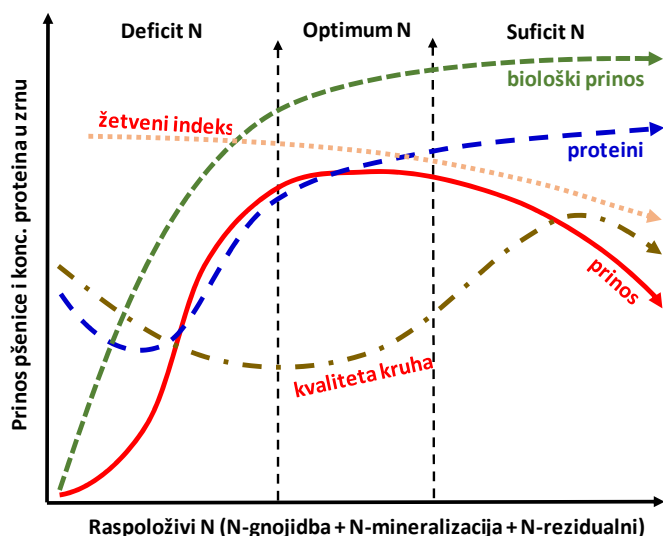
Suvremeni okolišni i socioekonomski problemi naglasak stavljaju na potrebu boljeg razumijevanja uloge i sudbine dušika (N) u sustavima biljne proizvodnje. Dušik je nutrijent koji najčešće limitira rezultate biljne proizvodnje pa njegova pravilna primjena može rezultirati značajnim ekonomskim efektima. Međutim, suviše N u tlu najčešće rezultira ekonomskim gubitkom, negativnim utjecajem na okoliš i predstavlja značajan rizik za ljudsko zdravlje. Dakle, ponašanje dušika u sustavu biljka–tlo veoma je složeno, pa razumijevanje procesa kruženja dušika u tlu mora biti temelj učinkovitog programa N–managementa.

Dušik je vitalna komponenta svih živih stanica i bez njega nemoguć je bilo koji oblik života. Atmosfera ga sadrži u ogromnoj količini (78 %) , ali u tom, molekularnom obliku (N₂) neupotrebljiv je za većinu biljaka i životinja. Budući da je N ključna komponenta *klorofila* koji u procesu fotosinteze obavlja pretvorbu ugljičnog dioksida (CO₂) i vode (H₂O) uz pomoć sunčeve svjetlosti u šećere koji se zatim koriste za ishranu, odnosno rast i razvitak biljaka. Dušik je također ključni element nukleinskih kiselina, uključujući genetski materijal (DNA) koji omogućava regulaciju svih životno važnih procesa, odnosno rast, razvitak i razmnožavanje.

Biljke ne mogu koristiti *inertni molekularni dušik* iz atmosfere (N₂) te on mora biti transformiran uz pomoć mikroorganizama u reaktivne, dakle kemijski aktivne oblike (*amonijak*: NH₃, *amonij*: NH₄⁺, *nitril*: NO₂, *nitrat*: NO₃⁻, *dušikove okside*: NO_x i *dušikov oksid*: N₂O). Izvor dušika za ishranu bilja je pretežito tlo u kome se on nalazi organski vezan u različitim spojevima, ali i u mineralnom obliku (amonijak i nitrat). Nažalost, 95 - 99 %

potencijalno dostupnog N u tlu su organski oblici, zapravo biljni i životinjski ostaci, humus i živi organizmi kao što su bakterije i gljivice. Budući je samo mali dio organskog dušika tla u spojevima koji se lako i brzo razgrađuju, nastaje problem raspoloživog N kojeg biljke mogu odmah usvojiti, obzirom na gubitke iz tla, kao i veoma čest disbalans u odnosu ponuda : potražnja. Oba problema mogu se i moraju riješiti isključivo pravilnom gnojidbom uvažavajući potrebe i stanje usjeva, vremenskih okolnosti i profitabilnost, kao i efikasnost N–primjene koja je kod pšenice prosječno 40 - 50 %. Naime, gubitak dušika iz tla može nastati na više različitih načina, od ispiranja nitrata u podzemne vode, sapiranja površinom za vrijeme jačih oborina, denitrifikacijom nitrata u kiselim tlima ili volatizacijom amonija u alkalnim tlima pa do biološke, kemijske ili fizikalne imobilizacije, što znatno varira ovisno o tlu, obradi, vremenskim uvjetima i gnojdbenoj praksi.

Zbog dinamičnosti u promjeni oblika N u tlu, kako po vremenu tako i dubini profila, izrada precizne gnojdbene preporuke veoma je kompleksna i sadrži određeni rizik pogreške obzirom na probleme koji mogu nastati tijekom vegetacije (npr. suša, suvišak vode, niska ili visoka temperatura, pojava bolesti, štetočina i



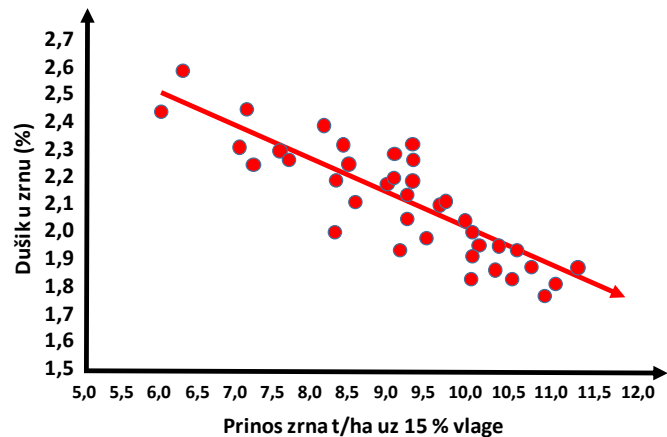
Slika 1. Utjecaj rastuće N–doze na prinos pšenice, proteine i kvalitetu kruha (prema: M.J. Hawkesford, 2014.)

standardno za šećernu repu), mora pored kemijske analize tla uvažiti i druge, dopunske informacije (o tlu, klimi, predusjevu i njegovom prinosu, žetvenim ostacima, sorti, organskoj gnojdbi, uređenju tla, prosječnim prinosima i dr.). Dakle, dobra gnojdbena preporuka mora se temeljiti na poznavanju velikog broja zemljišnih, klimatskih, agrotehničkih i biljnih (genetskih) parametara, kao i velikom iskustvu stečenog kroz pokusni rad i kompleksnu statičku analizu rezultata agronomske prakse. Naravno, bez obzira na sve, dušik će imati mali utjecaj na prinos i kvalitetu usjeva, ako su prisutni i drugi faktori ograničenja.

Adekvatna opskrba N je bitna da se postigne visok prinos pšenice uz željenu razinu proteina (Slika 1.). Kako je potencijal rodnosti naših sorti pšenice često je u domeni fantastike, odluka koliko i kada primijeniti dušik mora se temeljiti na realno očekivanoj visini prinosa, odnosno potrebama usjeva i količini raspoloživog N u tlu tijekom vegetacije pšenice. Naime, moji izračuni pokazuju da je realan potencijal prinosa pšenice za agroekološko područje ist. Slavonije ispod 10,0 t/ha suhog zrna. Prinos bi mogao biti i veći uz navodnjavanje, jer fotosintetska radijacija Sunca (FAR) to dopušta. Međutim, kod prosječne količine padavina od 650 mm/god., prosječan transpiracijski koeficijent je 500 (potreba u kg vode za kg suhe tvari pšenice) i žetveni indeks 50 % (koliko zrna toliko i slame), ne može se niti približno dosegnuti > 10 t/ha zrna pšenice. Također, pravilna gnojdba pšenice dušikom, vrijeme i način N primjene izuzetno su važni kako bi hranjive tvari bile dostupne kada je to potrebno usjevu, ali i da se smanji potencijalno štetni učinci na okoliš, kao što su prekomjerne ispiranje nitrata. Kad je analizom tla utvrđena raspoloživa količina N_{min} treba se pridržavati izračunate N–doze i vremena prihrane, a u suprotnom, kad nije poznata raspoloživa količina N u tlu, posebice ako postoji sumnja o potrebi za dušikom, treba pšenicu odmah prihraniti. Naime, svako kašnjenje s N–prihranom uzrokovat će pad prinosa, a zasigurno i kvalitete.

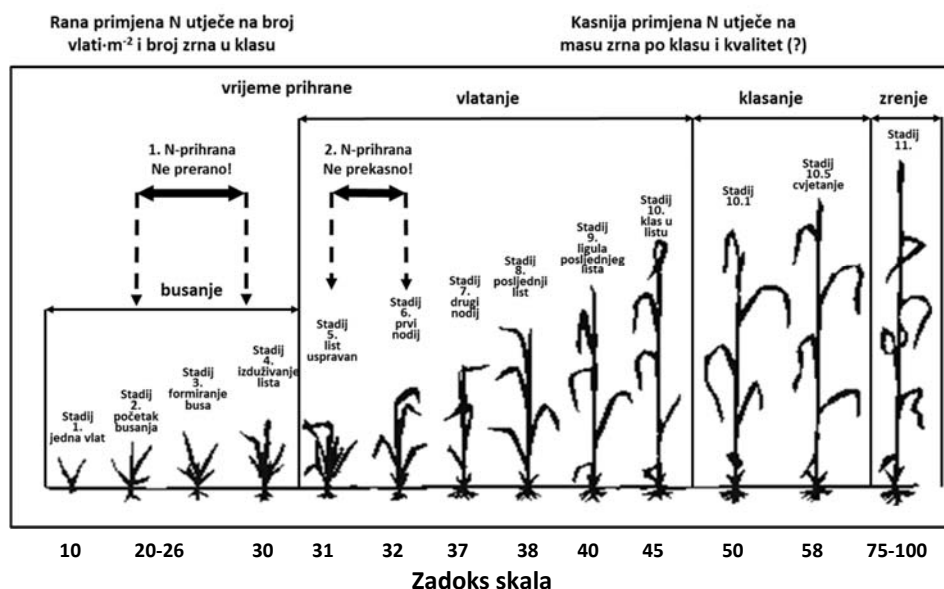
Rast i razvitak ozimih žita uglavnom je pod utjecajem temperature, svjetla i količine oborina pa ako se ta tri vanjska čimbenika ne nalaze u poželjnim granicama, njihov štetan učinak ne može se u značajnoj mjeri kompenzirati uporabom gnojiva. U određenoj mjeri primjena dušika može utjecati na povećavanje broja vlati (*nabusavanje*) i to kad vegetacije „krene“ (tzv. proljetno kretanje vegetacije). Stoga učinkovita N–prihrana mora biti izvedena prema trenutnom stanju ozimih žita, odnosno stadiju razvića, raspoloživosti dušika u tlu i mogućnosti njegovog usvajanja. Pretjerana N–primjena može također potaknuti jaču pojavu bolesti i formiranje suviše velikog broja neproduktivnih vlata zbog pregustog sklopa. Također, veoma je značajno da porastom prinosa zrna pšenice pod utjecajem visokih doza dušika neizostavno dovodi do pada konc. proteina u zrnu (Slika 2.)

U osnovnoj gnojidbi ozimih žita mudro je primijeniti manji dio potrebnog dušika u amidnom obliku za ostvarenje visokog prinosa, te ureu treba odmah zaorati jer gubici isparavanjem (*volatizacija*) po toplom vremenu i na karbonatnim tlima mogu biti veoma visoki, nakon 10 dana i do 50 %. Dušik primijenjen u jesen smanjuje rizik njegovog nedostatka u vremenskim okolnostima kada N–prihranu nije moguće obaviti na vrijeme, uglavnom zbog visoke vlažnosti tla ili snježnog pokrivača.



Slika 2. Prinos pšenice 47 sorti (*Rothamsted*, 2004.-2012.)

Procjena raspoloživosti dušika prije prve N–prihrane najtočnije se obavlja uz pomoć N_{min} metode kojom se neposredno prije *proljetnog kretanja vegetacije* (kraj tzv. *kriptovegetacije*) i prije početka vlatanja (odmah nakon sunčeve ravnodnevnice - *ekvinocija*, krajem ožujka ili početkom travnja). N_{min} pokazuje raspoloživu količinu oba oblika mineralnog dušika ($N-NO_3$ i $N-NH_4$) u zoni do koje je dospio korijen (u busanju 0-60 cm, a pred početak vlatanja 60-90 cm).



Slika 3. Etape razvitka pšenice

Prihranu pšenice, obzirom na etape razvoja, mora se uskladiti s fiziološkom aktivnošću pšenice i raspoloživosti dušika tla. Prihranu dušikom treba obaviti u trenutku kada započinje meristemska aktivnost umnožavanja vegetacijskih organa (*busanje*) i kod zametanja komponenti klasa (*početak vlatanja*). *Prva prihrana* je važna za sve pšenice i u svim slučajevima (treći i četvrti list, Slika 3.) jer se tada izdužuje i segmentira budući klas. Ona utječe na koncentraciju klorofila u listu (boja usjeva), intenzivniju fotosintezu i na brži rast biljaka u vlatanju. *Druga prihrana* obavlja se u trenutku zametanja klasića (4. etapa razvoja, Slika 3.) koja pada u početku vlatanja. Taj trenutak određuje se isključivo na temelju stanja razvoja usjeva pšenice bez obzira na

"kalendar", odnosno pšenicu treba najkasnije prihraniti kad se zametak klasa primjetno odvoji od čvora busanja (~2 cm). Treća prihrana u klasanju, ili pred oplodnju ima malo značenje za visinu priroda, ali često utječe na porast hektolitarske mase i veći sadržaj dušika u zrnu. Međutim, mnogi istraživači smatraju da treća prihrana nema značajan utjecaj na kvalitetu zrna jer se tada pretežno akumuliraju niskomolekularni oblici dušika.

U Osijeku, srpnja 2016. god.

Literatura:

Vladimir Vukadinović i Vesna Vukadinović (2011.): Ishrana bilja, III izdanje. Sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, http://tlo-i-biljka.eu/gnojidba/Ishrana_bilja_2011.pdf

Vladimir Vukadinović i Blaženka Bertić (2013.): Filozofija gnojidbe. Autorska naklada, http://tlo-i-biljka.eu/gnojidba/Filozofija_gnojidbe.pdf

Ministarstvo poljoprivrede (2014.): Kodeks otkupa žitarica i uljarica. <http://www.mps.hr/UserDocImages/POLJ%20I%20TRZ/Kodeks%2011%20studenog.pdf>

Vladimir Vukadinović, Irena Jug, Boris Đurđević (2014.): Ekofiziologija bilja. NSS, Osijek, http://tlo-i-biljka.eu/gnojidba/Ekofiziologija_bilja.pdf

Vladimir Vukadinović i Vesna Vukadinović (2016.): Tlo, gnojidba i biljka. Autorska naklada, e-knjiga, http://tlo-i-biljka.eu/gnojidba/eKnjiga_Tlo-gnojidba-prinos.pdf

Vladimir Vukadinović (2016.): Principi gnojidbe ozimih žita. Autorski tekst, http://tlo-i-biljka.eu/gnojidba/Principi_gnojidbe_ozimih_zita.pdf

Vladimir Vukadinović (2016.): Učinkovitost i ekonomičnost gnojidbe (2016.): Autorski tekst, http://tlo-i-biljka.eu/tekstovi/Suvremena_gnojidba.pdf

Službeni list Europske unije (2015.): Uredba L 76/26 (2015), <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0265&from=ENs>