

BIOLOŠKE I AGROEKOLOŠKE OSNOVE PROIZVODNJE PŠENICE

Goran Jacimovic¹, Vladimir Acin², Jovan Crnobarac¹, Dragana Latkovic¹

¹Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

E-mail: jgoran@polj.uns.ac.rs

Rad primljen: 08.03.2017.

Prihvacen za štampu: 15.03.2017.

Izvod

Pored porekla, istorijata gajenja, geografske rasprostranjenosti, te opšteg prirodnog i ekonomskog znacaja proizvodnje pšenice, u cilju dobrog poznavanja njene tehnologije gajenja neophodno je upoznati se sa njenom fenologijom i osnovnim biološkim zahtevima. Realizacija biološkog potencijala pšenice zavisi od brojnih agro-ekoloških faktora, te je za ostvarenje visokih prinosa i stabilne proizvodnje neophodno poznavanje njenog odnosa prema agroekološkim cinio-cima, narocito po pojedinim fazama rasta i razvica. Ovo je bitan preduslov kako za uspešno gajenje pšenice, u smislu pravilnog određivanja i planiranja pojedinih tehnoloških operacija i pravaca selekcije, tako i za realno planiranje i prognozi-ranje visine prinosa. U radu je posebno dat akcenat na agro-klimatskim faktori-ma u proizvodnji pšenice: potrebama za toplotom i odnosu prema temperaturnim ekstremima, te potrebama prema vodi i odnosu prema zemljišnoj i vazdušnoj suši.

Ključne reci: pšenica, fenologija, biološke osobine, uslovi uspevanja.

UVOD

Pšenica (*Triticum sp.*) spada među najznacajnije biljne vrste i jedna je od naj-ranije domestikovanih i gajenih žitarica. Vodi poreklo iz Starog sveta, gde se da-nas nalaze zemlje koje leže uz obale istocnog Mediterana, odnosno, u basenima reka Eufrata i Tigra i u delti Nila: Turska, Sirija, Liban, Izrael, Jordan, Irak, Ku-vajt i Egipat. S obzirom da je pšenica jedna od prvih biljnih vrsta koja je bila po-godna za gajenje na vecim površinama i da se njeno zrno usled niskog sadržaja vlage moglo cuvati duži vremenski period, ona je predstavljala ključni faktor za nastanak prvih gradova-država u ovoj oblasti, ukljucujuci Vavilonsko i Asirsko carstvo (Shewry, 2009).

Pocetak sakupljanja plodova cerealija vezuje se za period oko 19.000 godina p.n.e. na teritoriji Bliskog istoka, dok se zaceci poljoprivrede javljaju između 10.500 i 9.500 godina p.n.e. u oblasti jugoistocne Turske i severne Sirije, gde se divlji srodnici pšenice (divlji jednozrnac i dvozrnac) gaje i danas (Lev-Yadun et al., 2000). Širenje pšenice izvan oblasti „*Plodnog polumeseca*“ na zapad i istok pocelo je oko 9.000 godina p.n.e., tako da je glavni put ka Evropi išao preko

Anadolije do Grčke i Kipra (oko 8.000 god. p.n.e.), a zatim na sever preko Balkanskog poluostrva do Dunava (oko 7.000 god. p.n.e.) i preko Italije, Francuske i Španije (oko 7.000 god. p.n.e.) do Engleske i Skandinavije (oko 5.000 g. p.n.e.) (Feldman, 2001). Na teritoriji današnje Srbije, niže evolucione forme pšenice, pir jednozrnac i pir dvozrnac, počele su da se gaje pre 4.000–4.500 g. p.n.e. Ovo ukazuje da je pšenica bila jedna od osnovnih sirovina za spravljanje najvažnijeg i najviše korišćenog proizvoda u ishrani – hleba i na našim prostorima. Od tih prapocetaka gajenja pa do danas pšenica i kod nas pripada grupi dominantnih poljoprivrednih vrsta (Dencic i sar., 2009).

Iako nije najstarija gajena biljna vrsta, obična pšenica poseduje veliku genetsku varijabilnost i formira preko 25.000 tipova, koji se dele na dve osnovne forme – ozime i jare, što joj omogućava odličnu prilagodljivost različitim klimatskim uslovima i gajenje u mnogim delovima sveta. Izuzev toplog tropskog pojasa, pšenica je dobro prilagodena različitim vremenskim uslovima koji preovladuju u poljoprivrednim oblastima u svetu (Pena, 2002), tako da je na severnoj hemisferi proizvodnja pšenice skoncentrisana između 30° i 60° s.g.š., a na južnoj polulopti od 27° do 40° j.g.š.

Upravo zbog svoje agronomске adaptabilnosti i širokog areala gajenja, kao i mogućnosti lakog skladištenja i dugog čuvanja zrna, pšenica zajedno sa pirincem predstavlja najvažnije osnovno hranivo za najveći deo čovečanstva i najznačajniji je izvor ugljenih hidrata u većini zemalja (Curtis, 2002). Po svom značaju u ukupnoj agrarnoj proizvodnji, pšenica spada u grupu strateških proizvoda i kao takva ima poseban tretman. Ona je nezaobilazni deo međunarodnih trgovinskih odnosa, a u pojedinim periodima predstavljala je i instrument za postizanje određenih političkih ciljeva (Simic i Sakovic, 2008).

Pšenica se najviše koristi u ljudskoj ishrani i to oko 53% od ukupne proizvodnje u razvijenim zemljama i oko 85% u zemljama u razvoju (Pena, 2007), takođe se koristi kao stocna hrana i nešto manje u industrijske svrhe. U poslednjih nekoliko godina pšenica se koristi i za dobijanje bioetanola, ali se radi o simboličnim količinama. Što se tiče ishrane, postoji veliki broj finalnih proizvoda od pšeničnog brašna ali se globalno u svetu pšenično brašno koristi za spravljanje fermentisanog hleba (Evropa, Amerika i Australija), nefermentisanog, bezkvasnog hleba (Indija, Meksiko, delovi Afrike) i kao kuvano testo, tj. nudle (Kina i Japan) (Dencic i sar., 2009). Od ukupne proizvodnje pšenice oko 10% otpada na durum pšenicu od koje se prave paste, tj. špagete, makarone i ostale testenine. Proizvodi od pšenice, u najvećoj meri hleb, predstavljaju neizostavnu komponentu u svakodnevnoj ishrani velikog dela (oko 70%) ljudske populacije. Hlebom se obezbeđuje više hranljivih materija od bilo kog drugog pojedinačnog izvora hrane, te je osim skroba vrlo važan izvor vlakana, proteina, masti, vitamina B i E, minerala, antioksidanasa i dr. Najznačajniji pokazatelj kvaliteta pšenice je količina i kvalitet proteina u zrnu, koji varira u zavisnosti od regiona gajenja (klime, zemljišta), ali i primenjenih agrotehničkih mera, naročito dubrenja (Jacic-movic, 2012; Acin i sar., 2016).

Pšenica ima i veliki agrotehnicki znacaj, jer kao rani predusev predstavlja odlicnu predkulturu za kukuruz i mnoge druge industrijske biljke. Kao gustoredi usev, ostavlja zemljište cistim od korova i u dobrom strukturnom stanju, na koje se u uslovima navodnjavanja mogu sejati postrni usevi i usevi druge žetve.

PROIZVODNJA PŠENICE U SVETU I SRBIJI

Površine pod pšenicom su vece u odnosu na bilo koji drugi usev koji se gaji u svetu i ona predstavlja jedan je od najvažnijih izvora hranljivih materija za ljude u mnogim oblastima. Po ukupnim površinama koje zauzima u svetu, pšenica se nalazi na prvom mestu sa oko 220 miliona ha, a zatim slede kukuruz, pirinac i jecam (Faostat; prosek 2009-2014). Medutim, sa ukupnom proizvodnjom od preko 680 miliona tona, uz prosecan prinos od 3,12 t ha⁻¹, nalazi se na trecem mestu, iza kukuruza i pirinca. U Evropi se pšenica gaji na oko 58 mil. ha, sa prosecnim prinosom od 3,7 t ha⁻¹, što daje ukupnu proizvodnju od preko 215 mil. tona. Najveci proizvođaci pšenice u svetu su Kina, Indija, SAD, Rusija, Francuska, dok su najveci Evropski proizvođaci Rusija, Francuska, Nemacka, Ukrajna i Velika Britanija.

U Srbiji se pšenica gaji na prosečnoj površini od oko 520 hiljada ha (RZS; prosek 2009-2014), sa prosecnim prinosom od 3,99 t ha⁻¹ i ukupnom proizvodnjom od oko 2,1 miliona tona, dok Vojvodina pšenicu gaji na površini od oko 260 hiljada ha, sa prosecnim prinosom od 4,50 t ha⁻¹ i ukupnom proizvodnjom od oko 1,2 mil. tona.

Po visini ostvarenih prinosa Srbija se nalazi medu boljim proizvođacima u svetskim razmerama (32 mesto od 124 zemlje), medutim, u odnosu na zemlje Evrope (rang 22/38) prinosi pšenice u Srbiji mogu se okarakterisati kao niski (Jacimovic, 2012). Uzimajuci u obzir zavidan geografski položaj i agroekološke uslove (narocito Vojvodine), neminovno se namece pitanje uzroka niskih prinosa. Pored toga, u našoj zemlji uoceno je i veliko medugodišnje variranje prinosa pšenice, što ukazuje da su prinosi, a time i proizvodnja, još uvek u velikoj zavisnosti od vremenskih uslova tokom godine (Dencic i sar., 2009; Jacimovic i sar., 2015). Prema navedenim autorima, uzroke niskih prinosa pre svega treba tražiti u neadekvatnoj agrotehnici, ciji je zadatak da ublaži limitirajuće faktore spoljne sredine. Autori isticu da u daljim nastojanjima za povecanjem proizvodnje pšenice, covek na raspolaganju ima dva faktora: *sortu*, kao biološko sredstvo, i *tehnologiju gajenja*, kao tehnološko rešenje koje omogućuje razlicit stepen ekspresije genetskog potencijala sorte.

BIOLOŠKE OSOBINE PŠENICE – RAST I RAZVICE

Pšenica, kao i ostale biljke, prolazi kroz odredene faze rastenja, koje nazivamo fenofaze i kroz odredene faze razvica, ili etape organogeneze generativnih organa. Drugim recima, i pšenica ima svoju vegetativnu i generativnu fazu, koje se manifestuju unutrašnjim promenama, kojima su potrebni odgovarajuci uslovi spoljne sredine (Acin, 2016).

Pšenica prolazi kroz nekoliko faza *rasta i razvica*, a koje se odvijaju strogo određenim redosledom (Hay and Kirby, 1991). Najvažniji stadijumi u razvicu su *jarovizacija* (vernalizacija) i *svetlosni stadijum* (fotoperiod), pri čemu u prvom biljke imaju izražene zahteve prema nižim temperaturama (0-12 °C u trajanju 10-60 dana, zavisno od sorte), a u drugom prema svetlosti (>14 h osvetljenosti u toku dana). Oba faktora daju biljkama fiziološki nadražaj za prelazak u generativnu fazu razvica. *Fenološke faze* kroz koje pšenica prolazi u svom životnom ciklusu su klijanje, nicanje, ukorenjavanje, bokorenje, vlatanje, klasanje, cvetanje i oplodnja, formiranje, nalivanje i sazrevanje zrna. Svaka od ovih faza manifestuje se vidljivim morfološkim promenama (*rast*), ali se u biljkama istovremeno dešavaju i bitne unutrašnje promene (*razvice*), od kojih zavisi ekspresija potencijala za prinos. Faze razvica generativnih organa označavaju se kao *etape organogeneze* i prate se kao promene na vegetativnoj kupi.

U zrnu pšenice klica (embrio) se nalazi u latentnom stanju. Mogućnost reprodukcije (klijavost) zavisi od uslova u kojima se zrno čuva. Pri normalnim uslovima čuvanja zrna, životne funkcije su svedene na minimum, a da bi otpočeo intenzivni život biljke, neophodni su odgovarajuća vlažnost, toplota i pristup vazduha, odnosno kiseonika (Spasojević i sar., 1984).

Klijanje i nicanje. Pšenica može da klija i pri temperaturi od 1 °C ali proces tada teče jako sporo. Zapaženo je čak da pšenica može da klija i među komadicima leda na temperaturi oko 0 °C. Međutim, optimalna temperatura za klijanje je 15-20 °C, a maksimalna 35 °C. Proizvodni optimum za klijanje pšenice je 6-12 °C. Da bi zrno klijalo, treba da upije 45-50% vlage od svoje težine. Vlažnost zemljišta značajno utiče na brzinu bubrenja i klijanja zrna pšenice. Pri vlažnosti zemljišta od 60-90% od punog vodnog kapaciteta, klijanje je brže nego pri manjoj vlažnosti. Pri optimalnim uslovima temperature i vlage, zrno za 2-3 dana nabubri i spremno je za klijanje.

U nabubrelom zrnu otpocinju složeni biohemijski procesi koji su povezani sa aktiviranjem fermentata, što izaziva razlaganje skroba, belancevina i masti na prostije oblike, koje klica može da usvaja, te pocinje da raste. Prvo se pojavljuju klicini korenci, a zatim klicino stabaoce. Klicino stabaoce je zaštićeno klicinim listićem (koleoptilom). Kada se stabaoce pojavi na površini zemljišta, klicin listić se otvara i iz njega izbija prvi pravi zeleni list, što se naziva **nicanje**. Pri porastu ka površini zemljišta, klicino stabaoce stvara kolenca, iz kojih će se kasnije razviti sekundarni korenovi. Pri povoljnim uslovima, nicanje nastupa za 6 do 8 dana posle setve, pri srednjim dnevnim temperaturama od 15-17 °C. Ako srednje dnevne temperature padnu ispod 5 °C, nicanje nastupa tek u proleće, jer je biološki minimum za nicanje 4-5 °C. Brzina nicanja pšenice zavisi dakle od temperature zemljišta, ali i pristupacne vlage u zemljištu, dubine setve i sorte. Ukoliko je srednja dnevna temperatura veća, uz dovoljno pristupacne vlage i optimalnu dubinu setve, period od setve do nicanja biće kraći i obrnuto.

Ukorenjavanje je međufaza koja predstavlja porast i razvica žila i žilica korenovog sistema. Posle nicanja, primarni korenovi rastu brže od nadzemnog de-

la. U fazi 3-4 lista klicini korenovi, pri optimalnoj vlažnosti, dostižu dubinu oko 60 cm. U daljem razvoju biljke pocinje razvoj sekundarnog korena iz cvora bokorenja, koji se formira u fazi tri stalna lista. Primarni koren rastu više u dubinu (dostižu do 150-200 cm) i u nepovoljnim uslovima za formiranje sekundarnog korena oni jedino ostaju do kraja života biljke. Međutim, i posle formiranja sekundarnog korena, primarni koren se i dalje razvijaju i ostaju aktivni do kraja života biljke. Najveći deo korenovog sistema pšenice formira se u oranicnom sloju (oko 70% u sloju 0-40 cm). Kolicina korena u dubljim slojevima zavisi od nacina obrade i dubrenja. U dubljem oranicnom sloju i pri nedovoljnoj kolicini padavina u toku vegetacije, veća masa korena razvija se u dubljim slojevima. Opšte prodiranje korena u dubinu vezano je za obradu, dubrenje i stanje vlage u zemljištu.

Bokorenje predstavlja specifični način podzemnog grananja biljke svojstven žitima iz tzv. *cvora bokorenja*. Cvor bokorenja se razvija ispod površine zemlje, i to na kolencu koje je najbliže do površine zemlje, na dubini 2-2,5 cm, mada se može stvoriti i više cvorova bokorenja. U pazuhu listova, na kolencu stabla stvaraju se pupoljci iz kojih izbijaju nova stabla. Cvor bokorenja pocinje da se formira posle pojave prvog lista, a u fazi tri lista već je formiran i tada pocinje bokorenje. Pri povoljnoj vlažnosti i temperaturi vazduha od 15 do 17 °C, bokorenje nastupa 14-15 dana po nicanju. Na nižim temperaturama bokorenje se usporava, a ako temperatura padne ispod 6 °C, bokorenje prestaje. Isto tako, ono se prekida ako temperatura pređu 20 °C. Pri kasnoj setvi, period od nicanja do bokorenja se produžava čak do proleca i može dostići i 120 dana. Kod optimalnih rokova setve, uz dovoljno prisustvo vlage i hranljivih materija, bokorenje je veoma intenzivno u jesenjem periodu, tako da se po svakoj biljci može formirati 3-5 normalnih izdanaka. U uslovima kasne setve, bokorenje se isključivo obavlja u prolece, ali je ono znatno slabije i daje manji broj izdanaka. Zakasnelo bokorenje u prolece prouzrokuje i kasnije vlatanje i klasanje.

Vlatanje (kolencenje). Stablo sa kratkim clancima formira se još u periodu bokorenja. Oni su u to vreme vrlo mali, njihova dužina ne prelazi prečnik stabla. Pojava prvog kolenca na stablu iznad površine zemljišta naziva se vlatanjem ili kolencenjem. Za normalan prolaz ove faze potrebni su povoljna vlažnost, optimalna mineralna ishrana i temperatura od najmanje 15 °C.

Ovoj fenološkoj fazi prethode unutrašnje promene vezane za formiranje generativnih organa, a to su **stadijumi jarovizacije i svetlosni stadijum**. Stadijum jarovizacije kod ozime pšenice prolazi na temperaturama od 0-10 °C, a svetlosni stadijum pri uslovima od 14 i više časova osvetljenosti u toku dana. Prolazak pšenice kroz stadijum jarovizacije i svetlosni stadijum omogućavaju joj da pređe iz vegetativne u generativnu fazu (odnosno da donese klas i plodove), tj. po učenju *F. M. Kupermanove* (cit. Spasojević i sar., 1984), da prođe kroz odgovarajuće etape organogeneze generativnih organa. Svaka etapa organogeneze se odlikuje određenom morfologijom generativnih organa, kao i kompleksom faktora koji uslovljavaju rast i razvice organa na toj etapi. Početne etape organogeneze

(I, II i III) vezane su za prve stadijume razvica, tj. za stadijum jarovizacije kada pšenica formira samo vegetativnu masu. U stadijumu jarovizacije proticu fenofaze: klijanje, nicanje, ukorenjavanje i bokorenje. U svetlosnom stadijumu nastupa generativna faza: diferenciranje konusa rasta na segmente, tj. zacetke clanaka klasa. Dalji razvoj i formiranje klasaka nastupa tek po prelazu svetlosnog stadijuma.

Po *Kupermanovoj*, postoji 12 etapa formiranja plodonosnih organa kod pšenice (etapa organogeneze): I etapa odlikuje se nediferenciranim konusom rasta, II etapa – ubrzanim diferenciranjem zacetaka kolenaca stabla i clanaka i zacetaka lisnih rukavaca, III etapa – izduživanjem konusa rasta sa istovremenim diferenciranjem segmenata na donjem delu konusa rasta. Ova se etapa karakteriše vec kao generativna faza, IV etapa odlikuje se formiranjem zacetaka klasaka u klasu, V etapa odlikuje se pocetkom formiranja elemenata klasaka i cvetova, VI etapa – formiranjem sporogenih tkiva (prašnika i tucka), VII etapa odlikuje se izduživanjem clanaka vretena klasa i porastom osja, VIII etapa – klasanjem, IX etapa – cvetanjem, X etapa – oplodnjom sa formiranjem zigota, XI etapa – formiranjem klice i endosperma i XII etapa – sazrevanjem. Na dužinu trajanja pojedinih etapa organogeneze generativnih organa utice veliki broj cinioca, kao što su rokovi setve, voda, mineralna ishrana, osvetljenost, sorta i dr.

Od uslova pod kojima prolaze pojedine etape zavisi dalji razvoj biljaka i prinos. Poznavanje etapa organogeneze i uslova pod kojima one prolaze omogućava primenu pojedinih mera, a posebno pravilnu ishranu, a to, nadalje, omogućava da se sa vecom sigurnošcu utice na velicinu prinosa. Pojedine etape su vezane za prolaz kroz odredene fenofaze, a posebno IV i V etapa, koje se poklapaju sa fenološkom fazom vlatanja. Stoga se, na osnovu uocljivih fenofaza, zaključuje u kojoj se etapi biljka nalazi, a u vezi s tim i odgovarajuca agrotehnicka mera. Posle fenološke faze vlatanja nastupa intenzivan porast stabla i formiranje lisne površine. Vrlo je znacajno da se stvori što veca lisna površina i da se što duže sacuva fotosinteticka aktivnost lišca. Dužina perioda od vlatanja do klasanja iznosi 20-45 dana. U tom periodu prolaze IV, V, VI i VII etapa organogeneze.

Klasanje i cvetanje. Klasanje je fenofaza u kojoj klas izlazi iz vršnog lisnog rukavca. **Cvetanje** nastupa odmah posle klasanja, a manifestuje se rasprskivanjem prašnih kesica i oprašivanjem, posle cega prašnici izlaze izvan cveta. Ovakav nacin cvetanja obezbeduje samooprašivanje i samooplodnju, stoga je pšenica samooplodna biljka. Do delimicne stranooplodnje dolazi, ali najčešće u nepovoljnim uslovima. Za vreme klasanja, cvetanja i oprašivanja treba da vlada umereno toplo vreme i umerena vlažnost vazduha. Niske temperature ometaju cvetanje i oprašivanje, a jako niske oko i ispod 0 °C prouzrokuju propadanje cvetova. Pšenici u doba cvetanja najviše odgovaraju nocne temperature od 11 °C, a dnevne do 25 °C.

U povoljnim uslovima posle oprašivanja (6-12 casova) dolazi do **oplodnje**, a odmah zatim pocinje razvoj klice, endosperma i omotaca i kao rezultat toga ob-

razuje se zrno. Pri temperaturi 20-25 °C i umerenoj relativnoj vlažnosti vazduha, posle 4-5 dana iza oplodnje, klica je već formirana sa svim delovima i sposobna je da reprodukuje biljku. U istom vremenu, donji deo zrna je formiran i pocinje da se ispunjava skrobom. Na kraju mlecnog stanja sve celije endosperma sadrže skrob izuzev aleuronskog sloja. Židak i mek sadržaj semena u vreme mlecnog stanja objašnjava se time što u endospermu još nisu formirane celijske opne. Sa procesom formiranja klice, endosperma i omotaca ide i nakupljanje suvih materija, i to jedinjenja pepela, ugljenih hidrata, belancevina, masti i dr. Ugljeni hidrati su predstavljeni, pre svega, skrobom.

Formiranje zrna pocinje od oplodnje i traje do mlecnog stanja. Na kraju ove etape zrno je postiglo konacnu dužinu, još je zeleno, sadrži 95-80-65% vode i još nije ispunjeno organskim materijama. Konzistencija zrna je želatinozno-žitka. Ova etapa traje oko 20 dana.

Nalivanje zrna pocinje od pocetka mlecnog stanja i traje do pocetka voštane zrelosti. Ovoj etapi odgovaraju dve faze razvica zrna i to: a) *Mlecno stanje*, koje pocinje pri 65, a završava se sa 50% vode u zrnu. Zrno je spolja zeleno, konzistencija žitko-mlecna, a klica primetna. Biljke su još zelene, mada donji listovi pocinju da žute i odumiru. Trajanje ove faze je 10-12 dana. b) *Testasto stanje zrna* – pocinje pri 50, a završava se sa 40% - 38% vode u zrnu i traje 6-10 dana. Zrno je krupno, sjajno, sa ledne strane žuckasto, testaste ili siraste konzistencije. Pritiskom na zrno sadržaj se istiskuje. Zelena boja se još nalazi po brazdici i u predelu klice. Biljke su žute, mada u povoljnim godinama zelenu boju još imaju vršni listovi, clanci stabla i pleve. Nalivanje zrna se još produžava, ali usporeno. Za vreme ove faze razvica vrši se najintenzivnije nakupljanje suve materije zrna, pa zbog toga žetva u to vreme ne dolazi u obzir, jer bi dovela do niskih prinosa.

Sazrevanje zrna pocinje od pocetka voštane i traje do pune zrelosti. Zbog toga ono uopšteno obuhvata 2 faze razvica zrna i to:

Voštanu zrelost koja traje 6-8 dana, a pocinje sa 40-38% vode u zrnu i završava se sa 20%. Pošto je ovo veliki raspon u sadržaju vode, te je pravilno, radi boljeg i tacnijih odredivanja rokova žetve ovu fazu podeliti na tri perioda: a) *Pocetak voštane zrelosti* u kojoj zrno nema zelene boje, krupno je i sjajno, lako se reže noktom, endosperm se ne istiskuje i lako se valja u lopticu. Sadržaj vode u zrnu se kreće od 40-36%. U to vreme žetva još ne dolazi u obzir. b) *Sredina voštane zrelosti* se karakteriše belim endospermom, brašnavim ili staklastim presekom, endosperm se ne valja u kuglice i još uvek se može rezati noktom. Sadržaj vode u zrnu se kreće od 36-25%. Ni u ovoj fazi ne treba žuriti sa ranom žetvom. c) *Kraj voštane zrelosti* se karakteriše normalnom velicinom i bojom zrna koje se više ne može rezati noktom, ali trag nokta ostaje na omotacu zrna. Biljke su žute, listovi izumiru, stabla su elastična, a zrna još ne ispadaju iz klasa. Ukupna dužina voštane zrelosti zavisi od vremenskih uslova, tako u sušnim i toplim periodima može da se skрати na svega 3-4 dana, a u vlažnim da se produži na 20 i više dana. Kraj voštane zrelosti je najidealniji period za žetvu pšenice, uz veštačko dosušivanje, pri čemu se sadržaj vode u zrnu kreće od 25-20%.

Puna zrelost obuhvata period od 20-18% vode u zrnu (pocetak pune zrelosti). Zrna su tvrda i na njima ne ostaje trag nokta, a kad se vlaga smanji na 17-15% vode, to je puna zrelost. Biljke su slamno žute, a zrna u klasu se slabije drže. Ukoliko se do tog vremena ne obavi žetva, zrna se brzo suše, pri čemu vlaga često iznosi ispod 10%, klas se lomi, zrna lako ispadaju iz klasa, pri kombajniranju dolazi do velikog loma zrna, što je faza prezrelosti pšenice.

Dužina perioda od klasanja do sazrevanja pšenice zavisi od visine temperature, vlažnosti zemljišta, relativne vlažnosti vazduha i intenziteta duvanja vetra. Visoke temperature vazduha, preko 25-30 i više °C, u vreme formiranja i nalivanja zrna, skraćuju period od klasanja do sazrevanja na 25-28 dana umesto 45 i više dana. Relativno niska temperatura ispod 20 °C produžava period nakupljanja suve materije na preko 45-50 dana, što se veoma povoljno odražava na visinu i kvalitet prinosa. Povećana količina padavina u periodu od klasanja do pune zrelosti, i pored dovoljno dugog trajanja, nepovoljno utiče na visinu prinosa pšenice zbog većeg napada bolesti i poleganja useva.

Pored klasičnog opisa fenoloških faza, postoji i nekoliko numeričkih sistema za opis i identifikaciju faza rasta žita, od kojih se najčešće koriste Zadoks, Feekes i Haun skale (Wilhelm and McMaster, 1995), a u novije vreme i BBCH-skala (Witzenberger et al., 1989; Lancashire et al., 1991). Trajanje, odnosno proticanje pojedinih faza je različito i uslovljeno je uticajem faktora spoljne sredine, ali može biti značajno modifikovano i primenom odgovarajuće mineralne ishrane (Acevedo et al., 2002; Jacimovic, 2012). Poznavanje faza rasta i razvika pšenice takode je važno pri identifikovanju perioda većeg rizika (*kritični periodi*) od nepovoljnih klimatskih uslova ili u pogledu primenjene agrotehnike. Tako, na primer, *formiranje polena* i faze između *cvetanja* i *sazrevanja* su naročito osetljive na visoke temperature, a taj negativan efekat će biti jace ispoljen u kombinaciji sa vodnim stresom (Satorre and Slafer, 1999). Takode, zbog izuzetno visokog intenziteta stvaranja organske materije u periodu *oplodnja - puna zrelost*, od velikog su značaja dobra snabdevenost biljaka vodom, prisustvo dovoljnih količina i dobra izbalansiranost N, P i K, zatim da dnevne temperature ne prelaze 25-26 °C a noćne 11-12 °C, što veći broj suncanih sati, da listovi i klas budu zdravi, bez prisustva patogena i štetocina, da nema korovske flore, da nema poleganja useva, ali da je on na ivici poleganja (Halvorson et al., 1987; Malešević i sar., 1998) itd.

USLOVI USPEVANJA PŠENICE

U odnosu na druge grane ljudske delatnosti, posebno na industriju, ratarska proizvodnja se karakteriše specifičnom složenosti i zavisnošću od velikog broja prirodnih činilaca, naročito zemljišnih i klimatskih uslova lokaliteta. Kako biljna proizvodnja protiče u "datim" agroekološkim uslovima određenog reona, prilikom planiranja agro-tehnoloških operacija neophodno je svesno prilagodavanje tim klimatskim uslovima, što znači i određenu borbu za ublažavanje efekata nepovoljnih vremenskih prilika (Marinkovic i sar., 2008; Malešević et al., 2011).

Klima se, kao limitirajući faktor u poljoprivredi, ispoljava narocito pojavom ekstrema nekog cinioca, pri cemu veliki problem predstavlja nemogućnost da se predvide njihova odstupanja od normalnog toka. *Agrotehnika* ima ulogu da omogući nesmetani rast i razvica strnim žitima, kao i da ublaži negativne uticaje klimatskih cinilaca na biljku (Malešević i sar., 2008).

Prema navedenim autorima, najmoćnije agrotehnicke mere u ovom smislu su optimalni rok setve, prilagođen sistem obrade i pripreme zemljišta za setvu, pravilan izbor sistema dubrenja, sorte, optimalnog vegetacionog prostora za svaku biljku, kvalitetno i blagovremeno izvođenje mera nege tokom vegetacije, zaštita od štetocina, korova i bolesti itd. Prema istim autorima, ako se primenjuje potpuna agrotehnika strnih žita, uticaj godine se može korigovati za 10-20%.

Realizacija biološkog potencijala (prinosa) pšenice zavisi, dakle, od brojnih agro-ekoloških faktora, te je za ostvarenje visokih prinosa i stabilne proizvodnje neophodno poznavanje njenog odnosa prema agroekološkim ciniocima, narocito *po pojedinim fazama rasta i razvica* (Acevedo et al., 2002). Ovo je bitan preduslov kako za uspešno gajenje pšenice, u smislu pravilnog određivanja i planiranja pojedinih tehnoloških operacija i pravaca selekcije, tako i za realno planiranje i prognoziranje visine prinosa.

AGRO-KLIMATSKI FAKTORI U PROIZVODNJI PŠENICE

Potrebe ozime pšenice za toplotom i odnos prema temperaturnim ekstremima. Poznato je da su temperature i neravnomerni raspored padavina glavni faktori varijabilnosti prinosa pšenice u našem agroekološkom području (Jevtić i Labat, 1985; Dencić et al., 2000). Celokupna životna aktivnost biljaka tesno je vezana s temperaturom okružujuće sredine, pri cemu je ona jedan od najznačajnijih faktora za regulaciju brzine razvica i proticanje faza životnog ciklusa biljaka (McMaster, 1997). Optimalna temperatura za rast pšenice je oko 25 °C, sa minimalnim i maksimalnim temperaturama rasta od 3-4 °C, odnosno 30-32 °C (Briggle and Curtis, 1987). Smanjenje temperature ispod biološkog minimuma (5 °C), kao i porast temperatura iznad optimalnih vrednosti, dovode do usporavanja ili zaustavljanja procesa rasta i razvica. Takode i izraženo variranje temperatura tokom zime i proleca utice na lošije prezimljavanje i bokorenje pšenice. Niske temperature imaju i niz indirektnih uticaja na uspešnost prezimljavanja, preko pratećih štetnih pojava u toku zimskog perioda kao što su podlubljanje, formiranje ledene kore i ugušivanje biljaka (Martin et al., 2006).

Prema Lalić i sar. (2011) mnogo značajnije od srednjih temperatura vazduha za određenu oblast jesu učestalost i prosečan datum pojave ekstremnih temperatura. Za poljoprivredu, na primer, najopasnijim se smatraju rani jesenji i kasni prolećni mrazovi, kada biljke nisu zaštićene snežnim pokrivačem, tako da njihova temperatura može da se spusti ispod 0 °C ili čak ispod kritične temperature za biljke. Mnogi usevi su u određenim fazama osetljivi na visoke temperature, a što dodatno komplikuje stvari – temperaturni stres može da se dogodi u vrlo kratkom periodu, npr. samo u određenom delu dana (Challinor et al., 2005).

Pšenica može određeno vreme da izdrži prisustvo i ponavljanje niskih temperatura ispod -20 do -25 °C (što je sortna specifičnost) u zavisnosti od debljine snežnog pokrivača (Jevtic, 1992). Međutim, njena otpornost prema niskim temperaturama zavisi od kompleksnog dejstva i drugih faktora - kaljenja (pripreme biljaka za zimu), faze razvika, vlažnosti zemljišta, intenziteta zračenja itd. (Kastori, 1993). U zavisnosti od visine niskih temperatura i dužine njihovog trajanja, može doći do smanjenja broja biljaka po jedinici površine i redukcije lisne površine u manjoj ili većoj meri. Prema navodima Jevtic i Labat (1985), prosečno smanjenje broja biljaka po jedinici površine usled niskih temperatura u uslovima vojvodanskog crnozema iznosi 15-20%; što se, međutim, pri uobičajenoj agrotehnici ne odražava znatnije na prinos, jer se proredenost useva pšenice nadoknađuje produktivnim bokorenjem.

Na povećanje otpornosti pšenice prema mrazu može se delimično uticati određenim agrotehničkim merama, pre svega vremenom setve i adekvatnim *aubrenjem*. Pravilan odnos elemenata mineralne ishrane omogućava veće nakupljanje organskih materija u ćelijskom soku i povećanu otpornost na zimu (Kastori, 1993). Optimalne količine *fosfora* povećavaju sadržaj belancevina i ugljenih hidrata u biljnom tkivu, a time i otpornost prema mrazu. *Kalijum* povećava sadržaj šećera u svim organima pšenice a time i koncentraciju ćelijskog soka, što zajedno utiče na povećanje otpornosti (Kastori i Maksimović, 2008). Međutim, preobilna ishrana *azotom* u jesen dovodi do povećanog sadržaja belancevina, ali i smanjenja rastvorljivih ugljenih hidrata u organskoj materiji, što utiče na smanjenje otpornosti pšenice na niske temperature.

Znatan uticaj na prinos ozime pšenice imaju i visoke (iznad 25 °C), odnosno vrlo visoke temperaturne vrednosti (iznad 30 °C). Temperaturni i sušni stres najčešće se javljaju uporedo, i jedan su od najznačajnijih faktora sredine koji limitiraju *prinos* (Gibson and Paulsen, 2003). Pad prinosa kao reakcija na visoke temperature uglavnom je uočljiv u kasnijim fazama rasta, kao što su cvetanje, oplodnja, formiranje i nalivanja zrna (Rosenzweig et al. 2000). Visoke temperature smanjuju akumulaciju suve materije u zrnu, trajanje nalivanja zrna i broj zrna u klasu, a uobičajeni rezultat je niži prinos (Herzog, 1986). Visoke temperature pre cvetanja smanjuju broj zrna po klasu i masu 1000 zrna. Nakon cvetanja se negativni uticaj ovog faktora odražava na sve komponente prinosa (Wardlaw and Moncur, 1995). Visoke temperature tokom nalivanja zrna često imaju negativan uticaj i na kvalitet zrna (Asseng et al., 2002). Veoma visoke temperature vazduha u zavisnosti od vrste i faze razvika biljke mogu dovesti do povećanja intenziteta disanja i transpiracije, ometanja nalivanja zrna i prevremenog zrenja (Otošević, 1980). Visoke temperature u fazi nalivanja zrna i u voštanoj zrelosti dovode do prekida vegetacije, naglog gubljenja zelene boje, prestanka procesa fotosinteze i prisilnog zrenja (Malešević, 2008).

Povećanje temperature pojačava intenzitet nakupljanja suve materije, ali veoma skraćuje trajanje faza formiranja i nalivanja zrna i smanjuje broj i veličinu zrna pšenice (Malešević i sar., 2008). Pri tome je ubrzanje dinamike vegetacije

odredene kulture često povezano i sa ubrzanim razvojem odgovarajućih bolesti, štetcina i različitih korovskih vrsta (Lalic i sar., 2011).

Povećanje srednje godišnje temperature za 5 °C iznad višegodišnjeg proseka može redukovati ukupan prinos do 25% (Wiegand, 1981), dok niže temperature produžavaju nalivanje zrna obezbeđujući veći ukupni prinos. Najproduktivnije nalivanje zrna je pri dnevnoj temperaturi od 21, a noćnoj 16 °C, dok se povećanjem ovog odnosa na 30/25 °C skraćuje period nalivanja zrna sa 36 na 22 dana (Sofield et al., 1977), što može redukovati ukupan prinos i do 25%.

Uticao visokih i vrlo visokih temperatura odražava se na formiranje generativnih organa i smanjenje prinosa naročito u konstelaciji sa smanjenom relativnom vlažnošću vazduha, a posebno u prisustvu suvih vetrova. U agroekološkim uslovima Vojvodine, nepovoljno dejstvo visokih temperatura najčešće je povezano sa deficitom zemljišne vlage i niskom relativnom vlažnošću vazduha (Jevtic i Labat, 1985). U takvim uslovima pšenica zaustavlja rast vegetativnih organa, ali se procesi razvika često nastavljaju, te u zavisnosti od faze razvika u kojoj su se javili ekstremni uslovi, dolazi do redukcije osnovnih elemenata prinosa - broja klasaka u klasu, broja zrna u klasku ili mase zrna (Shanahan et al., 1984).

Potrebe pšenice prema vodi i odnos prema zemljišnoj i vazdušnoj suši. Sva strna žita su veliki potrošaci vode, naročito ovas i pšenica (Malešević i sar., 2008). Iako oko tri četvrtine površine zemljišta na kojima se uzgaja pšenica dobija u proseku između 375 i 875 mm godišnjih padavina, ona može da se uzgaja u gotovo svim sredinama gde količine padavina iznose od 250 do 1750 mm, pod uslovom njihovog ravnomernog rasporeda (Briggle and Curtis, 1987).

Učešće vode neophodno je u svim životnim funkcijama biljaka i bez nje se ne može odvijati sinteza organskih materija. U nedostatku vode usporava se ili prestaje rast, sa kojim je vezana ukupna masa biljaka i prinos. Voda u biljku ulazi preko korenovog sistema, te je raspored korenove mase u zemljištu i prisustvo korenovih dlacica važan element za snabdevanje vodom (Malešević i sar., 2008), pri čemu su dubina i gustina ukorenjivanja pod uticajem sadržaja vode, hranljivih materija i kiseonika u zemljištu. Pšenica usvaja vlagu skoro isključivo iz zemljišta. Stoga nakupljanje dovoljnih količina i čuvanje (konzervacija) vlage u zemljištu predstavlja odlučujući faktor u snabdevanju biljaka vodom. Iako ne utiče neposredno na proticanje stadijuma razvika, povoljna vlažnost zemljišta indirektno obezbeđuje i bolje iskorišćavanje svetlosti, toplote i hranljivih materija od strane biljaka.

Količine padavina u predsetvenom periodu i mesecu setve (u našim uslovima u septembru i oktobru) vrlo često imaju presudni značaj za formiranje prinosa ozime pšenice (Malešević, 1989). Klijanje zrna se usporava i gotovo prekida kada je sadržaj vode u zemljištu ispod 30% od poljskog vodnog kapaciteta (Spasojević i sar., 1984). Nedostatak ili nedovoljna količina padavina u vreme setve utiče na otežanu osnovnu obradu, predsetvenu pripremu i kvalitet setve, što produžava vreme nicanja i ukorenjavanja i dovodi do slabijeg razvoja i pripreme biljaka za zimu (Dencić i sar., 2000; Malešević i sar., 2008). Ako je vlažnost

zemljišta u zoni setve ispod optimalne, klijanje i nicanje semena ce se smanjiti, što dovodi do sporijeg, odloženog i neujednacenog nicanja, a što ima negativnih posledica i u ostatku vegetacione sezone, kao i u konacnom prinosu. Medutim, i preobilne, katkad pljuskovite padavine u septembru i oktobru (narocito na težim tipovima zemljišta) mogu cesto da odlažu setvu pšenice van optimalnih rokova, te se pozitivan efekat takvih padavina umnogome smanjuje, pošto ih pšenica ne može racionalno iskoriscavati.

Kao cestu pojavu, karakteristicnu za region Vojvodine, Jevtic i Labat (1985) navode male kolicine padavina *u zimskom periodu*, što katkad izaziva pravu zimsku sušu, koja ometa normalno razvice pšenice zbog odsustva zaštitnog snežnog pokrивaca i, što je cesto važnije – ne daje mogucnost nakupljanja rezervi zimske vlage.

Najveci prinos ozime pšenice u Vojvodini obicno se dobija pri obilnijim aprilskim padavinama i umerenim padavinama u maju i junu mesecu (Jevtic i Labat, 1985). U pogledu *padavina u kasnijem delu vegetacije ozime pšenice*, narocito junskih, cesto se, zbog njihovog olujnog i pljuskovitog karaktera znatan deo tih padavina ne iskoristi od strane biljaka. Pored toga, vece kolicine majsko-junskih padavina cešce štete ozimnoj pšenici, jer mogu izazvati masovno poleganje ili jacu pojavu bolesti, narocito kod useva obilnije dubrenih azotom (Maleševic i sar., 2008; Jevtic i sar., 2010). Na taj nacin, kolicina padavina koja odgovara srednjoj kolicini za region Vojvodine (550-650 mm), zahvaljujuci neodgovarajucem rasporedu po fazama rasta i razvica, u velikoj meri gubi svoj pozitivni znacaj. Duži kišni periodi, sa puno oblacnosti, mogu da smanje transpiraciju i pogoršaju transport asimilativa u zrno (Maleševic i sar., 1990). U uslovima obilnih padavina u fazama sazrevanja i punoj zrelosti dolazi i do promena u tehnološkom kvalitetu pšenice (Uric i sar., 2010). Takode se navodi, da ukoliko su kiše u tom periodu u obliku pljuskova, najveći gubici nastaju usled osipanja zrna, a ukoliko se u više navrata javljaju dugotrajne kiše slabog intenziteta, gubici nastaju usled aktiviranja fizioloških procesa u zrnu (Mladenov i sar., 2011).

Nedostatak vlage za biljke u letnjim mesecima posledica je visokih temperatura vazduha, niske relativne vlažnosti, vrlo visoke evapotranspiracije i nedovoljne kolicine padavina (Rajic, 2003). Dakle, da bi se dobila realnija slika odnosa izmedu kolicina padavina i prinosa, moraju se uzeti u obzir ne samo kolicine padavina i njihov raspored, vec i temperaturni (isparavanje) i zemljišni uslovi, odnosno mora se odrediti bilans vlage u zemljištu po mesecima vegetacije. Nadalje, treba imati u vidu da se uslovi u pogledu zemljišne vlage koju ce ozima pšenica koristiti pripremaju još od leta prethodne godine – u julu, avgustu i septembru (Maleševic, 1989). Ako se ovome dodaju i uticaji nekih nepovoljnih preduseva koji ostavljaju neznatne rezerve vlage ili potpuno isušen oranicni i setveni sloj zemljišta (npr. suncokret), ovo ce se najverovatnije negativno odraziti na prinos ozime pšenice u narednoj godini (Maleševic i sar., 2008). Analize zemljišta na sadržaj lakopristupacnog azota (NO_3^- i NH_4^+ - N), koje se primenjuju pred prihranjivanje pšenice, jasno su pokazale i jak uticaj preduseva na mineralnu

ishranu (Bogdanovic, 1985). Ovaj uticaj bio je direktan, preko sadržaja i distribucije mineralnog N, ali i indirektan, preko bilansa vlage u profilu zemljišta.

Poljoprivredna suša se javlja pri dugotrajnom nedostatku padavina i visokim temperaturama, kada prvo nastupa vazдушna, a potom i zemljišna suša. Usled velikog deficita zemljišne vlage, dolazi do znatne nesrazmere između potreba biljaka za vodom i raspoložive vlage u zemljištu. Step en ove nesrazmere odražava intenzitet suše. Po vremenu nastupanja, u odnosu na rast i razvoj ozime pšenice Jevtic i Labat (1985) razlikuju jesenju, prolećnu i prolećno-letnju sušu. *Jesenja suša* dovodi do isušavanja površinskih i dubljih slojeva zemljišta, a kao rezultat ozima pšenica u jesen kasni sa nicanjem, ono je sporo i neujednaceno, a neretko se javlja i „provokativno nicanje“. Usled toga, usev se proređuje, što se odražava na prinos preko njegovih osnovnih komponenti – broja klasova po jedinici površine i produkcije zrna po klasu. *Prolećna suša* se odlikuje visokim temperaturama, niskom relativnom vlažnošću vazduha i često jakim i suvim vetrovima (najčešće u toku marta). Ako duže potraje, vodi isušavanju površinskog sloja zemljišta, pogoršava uslove rasta, bokorenja i ukorenjivanja kasnije ponikle pšenice, dok se razvica i diferencijacija konusa rasta nastavljaju. Usled toga se smanjuje broj zacetih klasova i asimilaciona površina, što utice na prinos čak i pri kasnijem dovoljnom vlaženju. *Prolećno-letnja suša* (april-jun) se odlikuje visokim temperaturama, niskom vlažnošću vazduha i povećanim ispravanjem. Nanosi velike štete pšenici, jer pogoršava uslove za oplodnju, formiranje, nalivanje i sazrevanje zrna, smanjuje ozrnljenost klasa i težinu zrna, koje postaje šturo, sa znatno pogoršanim hlebno-pekarskim svojstvima.

Pšenica ima različite potrebe za uslovima vlažnosti u određenim fazama rasta i razvica, te je smanjenje prinosa usled suše određeno time u kojoj fazi razvitka suša deluje na biljke (McMaster et al., 2005) i shodno tome, preko koje od komponenti prinosa će izazvati njegovo smanjenje. Tako, ako se nedostatak vlage u zemljištu javi na kraju bokorenja, kada se završava formiranje klasaka, to će se ispoljiti u umanjenoj dužini klasa i manjem broju plodnih klasaka. Nedostatak vlage u fazi vlatanja (intenzivni porast) je kritičan ne samo usled znatnije potrošnje vode, već i zbog toga što se u ovoj fazi remeti odnos između lisne površine i aktivno upijajuće površine korena (Malešević i sar., 2008). Nedostatak vlage u zemljištu u vreme klasanja i cvetanja još više uvecava broj neplodnih klasaka, a smanjuje i broj klasova po biljci, dužinu klasova i broj zrna po klasu. Period od *cvetanja do sazrevanja* (samim tim i nalivanje zrna) je takode kritičan za prinos i kvalitet pšenice. Vodni deficit u periodu formiranja prinosa (formiranje i nalivanje zrna) rezultira manjom masom zrna, a topli, suvi i jaki vetrovi u kombinaciji sa deficitom vode u ovom periodu izazivaju smežuranje i dobijanje šturih zrna. Vodni deficit (posebno ako je u kombinaciji sa visokim temperaturama) uzrokuje i značajno pogoršanje vitalnosti polena i oplodnju i formiranja zrna (GAMP, 2010).

Dejstvo deficita vode na fenologiju pšenice je prilično dobro proučeno. Generalno, vodni deficit mora biti umereno jak da bi doveo do značajnih prome-

na u fenologiji pšenice u ranijim fazama rasta, do oko pojave lista zastavicara. Za kasnije faze rasta, kao što su klasanje, cvetanje i fiziološka zrelost, međutim, vodni deficit će dovesti do ranijih pojava ovih faza.

Kod pšenice, kao i kod svih žita, najveće potrebe za vodom su u periodima najintenzivnijeg porasta, od bokorenja do klasanja. Ukoliko u tom periodu nastupi nedostatak vlage obrazovani klasovi bice slabo ispunjeni zrnom. Ovi najosetljiviji periodi u životu biljaka pšenice obeleženi su kao *kritični periodi*. Prema većini gore navedenih autora, kritični periodi pšenice za vlagom, kada je najveće smanjenje prinosa usled suše, su periodi setve i nicanja, kraj bokorenja i početak izduživanja stabla – vlatanja, zatim klasanje i formiranje i nalivanje zrna. Nedostatak vlage je daleko manje štetan ako nastupi u fazi bokorenja ili u fazama početka voštane zrelosti i zrenja.

Nepovoljan efekat suše dakle narocito je izražen kada se ona pojavi u kritičnim periodima ili fenofazama razvoja biljaka. Međutim, veoma često se citav period vegetacije može smatrati kritičnim periodom, jer je biljkama neophodan stalni priliv lakopristupacne vode u sloju aktivne rizosfere zemljišta.

Ukoliko je zemljište suvo, zbog manje pristupacnosti i usvajanja vode smanjuje se i usvajanje i translokacija mineralnih hraniva (Crnobarac i sar., 2006). Povećane temperature i smanjeno snabdevanje vodom smanjuju prinose biljaka, ali i njihovu reakciju na primenjeni azot (Bogdanovic i Malešević, 2009). Više temperature povećavaju evapotranspiraciju (ET) pri niskoj snabdevenosti azotom, ali je smanjuju pri dovoljno N dubriva. Primenom odgovarajućih doza i odnosa NPK hraniva nepovoljan efekat suše se može ublažiti (Jacimovic, 2012), jer je uoceno da harmonična mineralna ishrana smanjuje transpiracioni koeficijent biljaka.

Za rešavanje problema u borbi sa sušom i preduzimanje preventivnih mera za ublažavanje njenih negativnih efekata, neophodna su kompleksna zajednička istraživanja timova agronoma, agrometeorologa, klimatologa, fiziologa i pedologa. Agronomski pristup problemu govori da je ovo je moguće u uslovima savremene tehnologije gajenja: navodnjavanjem, ekonomski postavljenim plodoredom, pravilnim sistemom dubrenja, racionalnom (konzervacijskom) obradom zemljišta, setvom visokoproduktivnih sorti sa visokim kvalitetom semena, efikasnijom borbom sa korovima i primenom kompleksa mera u borbi sa štetcinama i bolestima (Milošev i sar., 2009).

LITERATURA

- Acevedo, E., Silva, P., Silva, H. (2002): Wheat growth and physiology. In: Bread Wheat: Improvement and Production (Eds. Curtis, B.C., Rajaram, S., Macpherson, G.H.). FAO Plant Production and Protection Series No. 30, Rome, Italy. 39-70.
- Acin, V. (2016): Rokovi i gustine setve u funkciji prinosa ozime pšenice u dugotrajnom poljskom ogledu. Doktorska isertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.

- Acin, V., Jacimovic, G., Dencic, S., Jevtic, R., Jockovic, B., Miroslavljevic, M. (2016): Efekti rastucih doza azota i gustina setve na prinos sorti ozime pšenice u 2014/15. godini. V Simpozijum Sekcije za oplemenjivanje organizama. Društvo Geneticara Srbije, Beograd. 27-31.05.2016., Kladovo. Knjiga apstrakata, 54-55.
- Asseng, S., Bar-Tal, A., Bowden, J.W., Keating, B.A., Van Herwaarden, A., Palta, J.A., Huth N.I., Probert, M.E. (2002): Simulation of grain protein content with APSIM-Nwheat. *Eur. J. Agron.*, 16:25-42.
- Bogdanovic, D. (1985): Dinamika mineralnog azota u cernozemu pod pšenicom. *Zemljište i biljka*, 1, 63-76.
- Bogdanovic, D., Malešević, M. (2009): Naucna saznanja i adaptibilnost N-min metode klimatskim i zemljišnim uslovima Srbije. *Letopis naucnih radova, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*, 33: 58-68.
- Briggle, L.W., Curtis, B.C. (1987): Wheat worldwide. In: *Wheat and Wheat Improvement* (ed. Heyne, E.G.), Second edition. *Agronomy No. 13*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, 4-31.
- Challinor, A.J., Wheeler, T.R., Slingo, J.M., Craufurd, P.Q. (2005): Simulation of the impact of high temperature stress on annual crop yields. *Agric. For. Meteorol.*, 135(1-4):180-189.
- Crnobarac, J., Škoric, D., Dušanic, N., Miklic, V., Balalic, I., Jovic, S. (2006): Znacaj, biološke osobine, sortiment i tehnologija proizvodnje suncokreta. *Biljni lekar*, XXXIV (4-5): 285-298.
- Curtis, B.C. (2002): Wheat in the world. In: Curtis B.C., Rajaram S., Gomez Macpherson H. (eds) *Bread wheat improvement and production*. *FAO plant production and protection series*, Rome 2002, no. 340.
- Dencic, S., Kastori, R., Kobiljski, B., Duggan, B. (2000): Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica*. 113(1):45-52.
- Dencic, S., Kobiljski B., Mladenov N., Pržulj N. (2009): Proizvodnja, prinosi i potrebe za pšenicom u svetu i kod nas. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 46(2): 367-377.
- Uuric, V., Mladenov, N., Hristov, N., Kondic-Špika, A., Racic, M. (2010): Uticaj pada vina na kvalitet pšenice u žetvi 2009. godine. *Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res.* 47: 335-340.
- Feldman, M. (2001): Origin of cultivated wheat. In: Bonjean AP, Angus WJ, eds. *The world wheat book: a history of wheat breeding*. Paris, France: Lavoisier Publishing, 3-56.
- GAMP (2010): *Guide to Agricultural Meteorological Practices (GAMP)*, 2010 Edition (WMO-No.134).
- Gibson, L.R., Paulsen, G.M. (2003): Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth. *Agron. J.*, 95: 266-274.
- Halvorson, A.D., Alley, M.M., Murphy, L.S. (1987): Nutrient Requirements and Fertilizer Use, In: *Wheat and Wheat Improvement*, E.G. Heyne (Ed), *Agronomy series*, Second edition. *Agronomy No. 13.*, Madison, Wisconsin, USA, 345-383.
- Hay, R.K.M., Kirby, E.J.M. (1991): Convergence and synchrony – a review of the coordination of development in wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, 42: 661-700.
- Herzog, H. (1986): *Source and Sink During the Reproductive Period of Wheat: Development and its Regulation with Special Reference to Cytokinins*. Berlin, Paul Parey Press.

- Jacimovic, G. (2012): Optimiranje mineralne ishrane pšenice u zavisnosti od vremenskih uslova godine. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
- Jacimovic, G., Marinkovic, B., Latkovic, D., Crnobarac, J., Acin, V. (2015): Krizne tacke u proizvodnji pšenice. Naucno-strucno savetovanje „Dobar dan domacine“, 22. januar 2015. godine, Novi Sad. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo. Tematski zbornik radova, 16-32.
- Jevtic, S., Labat, A. (1985): Agroekološki uslovi gajenja pšenice i kukuruza u Vojvodini. Nolit, Beograd.
- Jevtic, S. (1992): Posebno ratarstvo (udžbenik), Nauka, Beograd.
- Kastori, R. (1993): Fiziologija biljaka, IV izdanje, Nauka, Beograd.
- Kastori, R., Maksimovic, I. (2008): Ishrana biljaka. Vojvodanska akademija nauka i umetnosti, Novi Sad, 2008, 1-237.
- Lalic, B., Mihailovic, D.T., Podračanin, Z. (2011): Buduce stanje klime u Vojvodini i ocekivani uticaj na ratarsku proizvodnju. Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res. 48 (2011), 403-418.
- Lancashire, P.D., Bleiholder, H., Langeluddecke, P., Stauss, R., van den Boom, T., Weber, E., Witzgen-Berger, A. (1991): An uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. Ann. Appl. Biol., 119 (3): 561-601.
- Lev-Yadun, S., Gopher A., Abbo S. (2000): The cradle of agriculture. Science 288(5471): 1602-1603.
- Maleševic, M. (1989): Znacaj temperatura i padavina za odredivanje optimalne kolicine azota i njihov uticaj na visinu prinosa ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.). Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, 1-211.
- Maleševic, M., Spasojevic, B., Momcilovic, V, Jovicevic, Z. (1990): Optimalna azotna ishrana u funkciji formiranja prinosa novih genotipova ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.), Savremena poljoprivreda, 38, 507-514.
- Maleševic, M., Bogdanovic, D., Starcevic, Lj. (1998): Functional link between soil and fertilizer nitrogen in small grains production. Proceed. of 2nd Balkan Sympos., Novi Sad, vol. 2, 347-353.
- Maleševic, M. (2008): Mineralna ishrana strnih žita u sistemu integralnog ratarenja. Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 45, 179-193.
- Maleševic, M., Jacimovic, G., Babic, M., Latakovic, D. (2008): Upravljanje proizvodnjom ratarskih kultura. Organska poljoprivreda, Monografija, Tom I, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 153-226.
- Maleševic, M., Acin, V., Jacimovic, G., Hristov, N., Bogdanovic, D., Marinkovic, B., Latkovic, D. (2011): Sowing dates and densities of winter wheat in long-term trials. 22nd International Symposium „Food safety production“, Trebinje, Bosnia and Herzegovina, 19-25 June, 2011. University of Novi Sad, Serbia, Faculty of Agriculture. Proceedings, 314-317.
- Marinkovic, B., Crnobarac, J., Marinkovic, D., Jacimovic, G., Mircov, D.V. (2008): Weather conditions in the function of optimal corn yield in Serbia and the Vojvodina province. International scientific conference „Ist Scientific Agronomic Days“, Nitra, Slovak Republic, Proceedings, CD (ISBN 978-80-552-0125), 15-19.
- Martin, J.H., Waldren, R.P., Stamp, D.L. (2006): Principles of field crop production. 4th ed., Pearson Prentice Hall™, Pearson Education, USA.

- McMaster, G.S. (1997): Phenology, development, and growth of the wheat (*Triticum aestivum* L.) shoot apex: a review. *Adv. Agron.*, 59: 63-118.
- McMaster, G.S. (2005): Phytomers, phyllochrons, phenology and temperate cereal development. *J. Agric. Sci.*, 143: 137-150.
- Milošev, D., Šeremešić, S., Ualovic, I., Jacimovic, G. (2009): Znacaj agrotehnickih mera u ublažavanju posledica od suše. *Agroznanje*, 10 (3), 107-118.
- Mladenov, N., Hristov, N., Uuric, V., Jevtic, R., Jockovic, B. (2011): Uticaj padavina u vreme žetve na prinos ozime pšenice. *Zbornik referata sa 45. Savetovanja agronoma Srbije*, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 27-31.
- Otorepec, S. (1980): *Agrometeorologija*, Nolit, Beograd, 1-230.
- Pena, R.J. (2002): Wheat for bread and other foods. In: Curtis B.C., Rajaram S., Gomez Macpherson H. (eds) *Bread wheat improvement and production*. FAO plant production and protection series, Rome 2002, no. 340.
- Pena, R.J. (2007): Current and future trends of wheat quality needs. In: Buck, H.T., Nisi, J.E., Salomon, N. (Eds.). *Wheat production in stressed environments*. Springer, 411-424.
- Rajic, M. (2003): Deficit vode u vodnom bilansu zemljišta Vojvodine. *Letopis naučnih radova*, 27 (1), 160-168.
- Rosenzweig, C., Iglesias, A., Yang, X.B., Epstein, P.R., Chivian, E. (2000): *Climate Change and U.S. Agriculture: The Impacts of Warming and Extreme Weather Events on Productivity, Plant Diseases, and Pests*. Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School, Boston, MA 02115; 1-47.
- Satorre, E.H., Slafer, G.A. (1999): *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination*. The Haworth Press Technology & Industrial, New York, 1-503.
- Shanahan, J.F., Smith, D.H., Welsh, J.R. (1984): An analysis of post-anthesis sink-limited winter wheat grain yields under various environments. *Agron. J.*, 76: 611-615.
- Shewry P.R. (2009): *Wheat*. *J. Exp. Bot.* 60(6): 1537-1553.
- Simic, R., Sakovic V. (2008): Aktuelna kretanja u proizvodnji i trgovini pšenice. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, Novi Sad, 45: 33-45.
- Sofield, I., Evans, L.T., Cook, M.G., Wardlaw, I.F. (1977): Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.*, 4, 785-797.
- Spasojevic, B., Stanacev, S., Starcevic, Lj., Marinkovic, B. (1984): *Posebno ratarstvo I (Uvod, žita i zrnene mahunjace)*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, OOUR Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 1984.
- Wardlaw, I.F., Moncur, L. (1995): The response of wheat to high temperature following anthesis. I. The rate and duration of kernel filling. *Aust. J. Plant Physiol.*, 22: 391-397.
- Wiegand, C.L., Cuellar, J.A. (1981): Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop Sci.*, 21: 95-101.
- Wilhelm, W.W., McMaster, G.S. (1995): Importance of the Phyllochron in Studying Development and Growth in Grasses. *Crop Sci.*, 35: 1-3.
- Witzenberger, A., Hack, H., van Den Boom, T. (1989): *Erläuterungen zum BBCH-Dezimal-Code für die Entwicklungsstadien des Getreides – mit Abbildungen*". *Gesunde Pflanzen*, 41: 384-388.

Abstract
**BIOLOGICAL AND AGRO-ECOLOGICAL BASICS OF
WHEAT PRODUCTION**

Goran Jacimovic¹, Vladimir Acin², Jovan Crnobarac¹, Dragana Latkovic¹

¹University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad

²Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

E-mail: jgoran@polj.uns.ac.rs

In addition to the origin, history of breeding, geographical distribution and economic importance of wheat, it is also necessary to get acquainted with its phenology and basic biological requirements in order to develop optimal production technology. The realization of biological potential of wheat depends of a numerous agro-ecological factors and in order to achieve high yields and stable production it is crucial to determine its relation to agro-ecological factors, especially at certain stages of growth and development. This is an important prerequisite for successful production of wheat, in terms of proper planning and determination of technological operations and directions of breeding, as well as for realistic yield forecasting. In this paper, special emphasis is on agro-climatic factors in wheat production e.g. heat and water requirements as well as its reaction to temperature extremes and relation with the soil and air drought.

Key words: wheat, phenology, biological properties, growing conditions

**TRULEŽI KORENA I PRIZEMNOG DELA STABLA PŠENICE –
PROUZROKOVACI I MERE ZAŠTITE**

**Nemanja Stošić¹, Radivoje Jevtić², Mirjana Lalošević², Vesna Župunski²,
Stevan Maširević³**

¹Agro Zdravlje, Orašac

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

³Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

E-mail: nemanjastosic87@gmail.com

Rad primljen: 04.04.2017.

Prihvacen za štampu: 07.04.2017.

Izvod

Kompleks patogena koji prouzrokuju trulež korena i prizemnog dela stabla pšenice pricinjava značajne gubitke u prinosu i kvalitetu, narocito pri intenzivnoj pojavi usled povoljnih ekoloških faktora. Na našim prostorima utvrđena je domi-