

OPLEMENJIVANJE PŠENICE I JEČMA I OČUVANJE GENETIČKIH RESURSA U POLJOPRIVREDI

*Desimir Knežević¹, Aleksandar Paunović², Milomirka Madić²,
Danijela Kondić³, Mirjana Menkovska⁴*

Izvod: Oplemenjivanjem pšenice i ječma ima značajan doprinos u ostvarivanju visokih prinosa, boljeg kvaliteta i većoj adaptivnoj vrednosti sorti u različitim ekološkim uslovima gajenja. Povećanje kapaciteta sorti ima doprinos u povećanju proizvodnje hrane i zadovoljavanju zahteva za proizvodima različite namene u ishrani, industrijskoj preradi. Važni izvori gena za određeno svojstvo su divlji srodnici, autohtodne sorte, stare sorte, koje postoje u prirodnim uslovima ili se njihovo seme čuva u Bankama biljnih gena. Za uspeh u oplemenjivanju je značajno očuvanje germ plazme u Bankama biljnih gena ili u zaštićenim predelima u prirodi. U uslovima globalne promene klime, oplemenjivači imaju zadatak da stvore sorte adaptivne na uslove stresa sušom, kao i druge biotičke i abiotičke faktore stresa u cilju održanja i povećanja produktivnosti i kvaliteta sorti i povećanja proizvodnje hrane. Istovremeno je neophodno razvijanje prilagodjenih tehnologija gajenja novih sorti u uslovima klimatskih promena.

Ključne reči: pšenica, ječam oplemenjivanje, genetički resursi, biljna banka gena

Uvod

Strna žita, od kojih prvenstveno pšenica i ječam, su osnovne biljne vrste koje se koriste u ishrani u većem delu sveta. Ove žitarice su u grupi najranije pripitomljenih biljaka. U regionu Bliskog Istoka, ranije od 9000 godina pre nove ere su pripitomljeni jednozrnici (monokokumi) u Cafer Höyük u Turskoj (Wilcox, 1991), ječam u Ain Ghazal u Jordanu, (Rollefson i sar., 1985). Pšenica i ječam nisu se koristili samo kao izvor za hranu. Ječam, je korišćen i za pravljenje drvnog piva. Poznavanje piva je verovatno staro koliko je staro i pripitomljavanje ječma, samo što je tadašnja tehnologija bila jednostavnija i ukus piva nešto drugačiji. Prvi podaci o pivarstvu potiču iz 4. milenijuma pre nove ere iz južne Mesopotamije, gde su Sumeri koristili fermentaciju ječma za dobijanje hleba i slada. Raž i ovas su prvobitno bili loši korovu u polju pšenice i ječma i odomaćeni su mnogo kasnije od pšenice i ječma. Pored ovih biljnih vrsta u stablu *Triticeae*, postoje i brojne višegodišnje, jednogodišnje, efemerne i korovske biljke koje su važne kao krmne biljke ili biljni pokrivač zemljišta. Izraženi diverzitet predstavlja veliki potencijal izvora gena u oplemenjivanju, a usko rasprostranjene rodove neophodno je zaštititi.

Poljoprivredne površine zauzimaju oko 40% svetske teritorije. Veličina obradivih površina je varirala u zavisnosti od vremena. Od 1700 godine poljoprivredne površine čine oko 3,5% od ukupne površine a na početku 21 veka obradive površine zauzimaju 27% od ukupne teritorije. U ukupnoj proizvodnji pšenice oko 40% količine se proizvodi

¹ Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kosovska Mitrovica - Zubin Potok – Lešak, Kopaonika bb, 38219 Lešak, Kosovo i Metohija, Srbija, (deskoa@ptt.rs);

² Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija;

³ Univerzitet u Banja Luci, Poljoprivredni fakultet, Bul. Vojvode P. Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, Republika Srpska, BiH;

⁴ Univerzitet Cirilo i Metodije, Institut za stočarstvo, Departman Tehnologija hrane i Biotehnologija, Skopje, Makedonija.

na oko 20% obradivih površina na kojima se postižu najveći prinosi. Prinosi pšenice i ječma variraju u zavisnosti od sorte, plodnosti zemljišta i primene đubriva. (roka, doze i fenofaze biljke) što utiče pozitivno na rast prinosa (Paunović i sar., 2007; Zecevic i sar., 2010; Madic i sar. 2015) i kvaliteta (Zecevic i sar., 2014).

U prethodni 5 decenija ukupna proizvodnja pšenice u svetu je povećana u proseku za 2,18% godišnje (222,4-750 mil tona u periodu 1961-2015 godine). U periodu od 1961 do 1990 proizvodnja pšenice je povećana prosečno za 3,4% godišnje a površine u proizvodnji pšenice su povećavana za 0,43% a prosečno povećanje prinosa bilo je 2,95%. Proizvodnja pšenice posle 1990 god., povećana za 0,67% godišnje a proizvodne površine za 0,23% a prosečno povećanje prinosa bilo je 0,90%. Proizvodnja pšenice nije ravnomerno zastupljena u svetu. U Kina i Indija se proizvodi preko 30% ukupne svetske proizvodnje pšenice u 2015. U prvih 5 zemalja u kojima se proizvodi pšenica se ostvaruje preko 50% od ukupne proizvedene količine pšenice, a u samo 10 zemlje se proizvodi oko 70% ukupne svetske proizvodnje. Proizvodnja pšenice nije uspela da održi korak sa povećanjem svetske populacije (1,87% godišnje u periodu 1961-1990) i pored usporavanja rasta svetske populacije koja je uvećavana za 1,35% godišnje u prethodnih 25 godina. Proizvodnja pšenice po glavi stanovnika je bila najveća 1990 (112kg) a danas oko 90kg. Imajući u vidu da je usporen rast proizvodnje pirinča, kukuruza i soje, neophodno je intenzivirati oplemenjivanje sorti za pojedine regione.

Cilj rada je ocena kapaciteta oplemenjivanja pšenice i značaj banke biljnih gena kao izvora gena u stvaranju sorti sa većom adaptivnosti na uslove stresa sušom i drugim abiotičkim faktorima.

Oplemenjivanje i genotipska varijabilnost

U oplemenjivanju biljaka su osnovni zadaci stvaranje novih sorti sa poboljšanim agnonskim osobinama od kojih su visok prinos, odličan kvalitet i povećana otpornost na biotičke i abiotičke faktore (Knezevic i sar., 2015a; 2015b). Zahvaljujući razvoju nauke, identifikovani su brojni geni koji kontrolišu nasledjivanje i ekspresiju osobina prinosa (*Rht*, *Vrn*, *Ppd*), kvaliteta (*Gli-1*-1A, 1B, 1D, *Gli-2* -6A, 6B, 6D, *Glu-1* -1AL, 1BL, 1DL, *Glu-3*) i adaptivnosti: *Dhn* na 3H, 4H i 5HL, 6H, *Cor* – 2A,5A, *Lr*, *Pm* (Galiba i sar., 2001; Menkovska i sar., 2002).

Izučavanja su pokazala da ukupan prinos zavisi od dostupnosti vode sposobnosti biljke da usvaja vodu (Vadez i sar., 2014). Efikasnost usvajanja vode utiče na formiranje prinosa, ali nema uvek pozitivnu korelaciju sa prinosom (Tardieu, 2012). Visoka efikasnost usvajanja vode i efikasnost transpiracije može imati značaj u obezbeđenju vode u kritičnim fazama razvika, posebno u fazi nalivanja zrna (Vadez i sar., 2014). Svaki dodatni mililitar usvojene vode iz zemljišta u fazi nalivanja zrna ima efekat povećanja prinosa od 55-59kg ha⁻¹ (Manschadi i sar., 2006; Kirkegaard i sar., 2007).

Različiti su fiziološki mehanizmi koji doprinose povećanoj otpornosti pšenice na sušu. Sa ovim svojstvom su povezane morfološke osobine korena, semena, rast i razvike stable pšenice u periodu pre cvetanja, osobinama lista koje su vezane za smanjenje transpiracije i intenziteta fotosinteze (kutikula lista, broj stoma, smanjenje hlorofila), kao i osobine povezane sa efikasnosti usvajanja vode i visok žetveni indeks (Reynolds i

sar., 2005). Osobine povezane sa rastom biljaka i ukupnim prinosom su izučavane u genetičkom istraživanju otpornosti pšenice i ječma na sušu (Araus i Cairns, 2014).

Ječam (*Hordeum vulgare*) je vrsta koju karakteriše dobra tolerantnost na sušu i salinitet. Genom ječma je jednostavan i diploidan (H genom u kome je $n=7$ hromozoma) čije izučavanje je predstavljeno u publikaciji The International Barley Genome Sequencing Consortium 2012. Genom pšenice (*Triticum aestivum*) je složen, heksaploidan je i sastoji se od A, B i D genom. Mapiranje genoma pšenice je obiman posao, ali može doprineti efikasnijoj identifikaciji gena koji su vezani za otpornost na sušu.

I ječam i pšenica imaju veliku divergentnost genotipova kao i autohtone genotipove koji su prilagodjeni semiaridnim uslovima. Kako smo prethodno naveli ove vrste su odomaćene pre deset hiljada godina u oblasti Jordana, jugoistočne Turske, kao i Izraela i Iraka, što je uticalo na smanjenje alelogenske varijabilnosti, uključujući i alelogene vezane za otpornost na biotičke i abiotičke faktore stresa. Tako da značajni izvori gena za poboljšanje otpornosti na uslove stresa na sušu, salinitet i patogene (Kosová i sar., 2009) su divlji srodnici (*Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*, *Triticum monococcum*, *Triticum dicoccum* ssp. *dicoccoides*).

Izvori gena i čuvanje genofonda

Divlje vrste su jedinstveni genetički resursi, posebno za srodne gajene vrste, ali i generalno važne i za filogenetski udaljene vrste kao dobri donori gena za željene osobine. Genetičari i oplemenjivači, kao i naučnici u Bankama biljnih gena treba da sortiraju svoje resurse prema njihovoj vrednosti za gajenje. Koncept genofonda (fonda gena) je usvojen da bi se pri karakterizaciji ustanovila bliskost vrsta i gajili usevi na osnovu njihove kompatibilnosti. Bolje razumevanje genetičke osnove, omogućava da se vrste premeštaju iz jednog u drugi genski izvor. Tako da jedan genski izvor može biti namenjen material za gajenje (autohtone sorte-landraces) a drugi izvor obuhvata stare sorte sa homologim i homeologim genomom i druge sorte. Ovaj koncept je malo zastareo, jer metodama genetičkog inženjeringa, rekombinantne DNK, biotehnologije, mogu lako da se prenesu geni iz filogenetski udeljenih vrsta, kao i iz srodnih. Jednogodišnje bliske po srodnosti vrste, uglavnom *Aegilops* spp., i *Hordeum spontaneum* su se u istoriji široko koristile u poboljšanju žitarica. Međutim, drugi rodovi i vrste su nedovoljno iskorišćeni a jedan od razloga je njihova niska dostupnost. Ova iskustva ukazuju na značajnu ulogu banke gena, u cilju sakupljanja biljnih vrsta, njihove preliminarne ocene i da sabrane vrste budu uključene u kolekciju germplazme.

Konzervacija germ plazme u bankama gena, ima cilj da se sačuva sakupljni genofond. Posebno je značajno da se sprovede karakterizacija i oceana (evaluacija) svih uzoraka u uslovima u koji obezbeđuju genetičku stabilnost odnosno da ne dodje do promene genetičkog materijala ili erozije genetičkog materijala (genetički drift). Pored toga, konzervacija germ plazme omogućava da se biljni materijal može koristiti u programu oplemenjivanja i za istraživanje, kao i svrhu očuvanja retkih vrsta, što je ujedno važnije kod odomaćenih biljnih vrsta ili sorti. Sakupljeni genotipovi se identifikuju prema morfološkim, fenološkim, biohemijskim i genetičkim osobinama, na osnovu čega se mogu koristiti kao izvori gena u programima oplemenjivanja. *Ex situ* konzervacija ili čuvanje u bankama biljnih gena nam omogućava podatke o broju,

osobinama genotipova i rasprostranjenosti, kao i izvor za razmenu i korišćenje u naučnim istraživanjima. Za svaku biljnu vrstu je karakteristično vreme čuvanja i obnavljanje uzoraka sa vijabilnim semenom. Osim čuvanja semena, u bankama gena, brojne biljne vrste se čuvaju u herbarijumima prema mestu porekla, pri čemu ti primerci imaju veliki značaj u identifikaciji u slučaju pomešanosti novih uzoraka ili provere pogrešne identifikacije, kao i u identifikaciji pojave nekih fenotipskih promena.

Kolekcije biljnih vrsta bi trebalo da obezbede najveću potencijalnu genetičku različitost. U Srbiji je neophodni oživeti rad na formiranju kolekcija, tako što će se sprovesti sakupljanje sa velikog broja lokaliteta na kojima su prisutne ciljne biljne vrste. Pri sakupljanju je važno poznavati rasprostranjenost, geografsku specifičnost lokaliteta i izolovanost neke biljne vrste. Neke vrste u izolovanim terenima, mogu biti specifično genetički različite zbog dugovremene izolovanosti i važno ih je sakupiti u cilju povećanja genetičke varijabilnosti u daljem korišćenju za stvaranje novih sorti i hibrida.

Sakupljeni material u bankama gena predstavlja izvor genotipova za umnožavanje ili regeneraciju biljnih vrsta. Tako da u kolekcijama funkcionalnih Banki biljnih gena, postoje: samooplodne (*Triticum*), fakultativno stranooplodne (*Aegilops longissimi*, poreklom iz Izraela, Palestine, Jordana) i autoinkompatibilne (napr. *Amblyopyrum muticum* u Jermeniji). Za umnožavanje stranooplodnih i fakultativno stranooplodnih je potrebno obezbediti izolaciju useva. *In situ* čuvanje ima određenih prednosti sa aspekta očuvanja lokaliteta (interakcija genotip/ekosistem) kao i dalji razvoj međusobnih odnosa sa patogenima. Čuvanje *in situ* predstavlja održavanje prirodnih izvora, a što je posebno važno za retke i ugrožene vrste i divlje srodnike pšenice i drugih biljnih vrsta. Ovaj način čuvanja se može posebno iskoristiti u stalnom praćenju biljne vrste i zapažanju potrebe da se izvrši određeni tretman staništa i vrste, u cilju održavanja uspostavljene stabilnosti i sprečavanja neželjene sukcesije. *In situ* konzervacija divljih srodnika u regionima visoke divergentnosti može se iskoristiti kao prirodna banka gena.

Stvaranje genotipova adaptivne na promenu eko-klimatskih uslova

Za uspešno kreiranje genotipova, koji će biti adaptivni na ekstremne uslove, neophodno je poznavanje biljnih vrsta koje su nosioci gena za specifičnu adaptivnost u uslovima njihove rasprostranjenosti. Neke biljne vrste se mogu naći na staništima sa različitim ekološkim uslovima, kako na humidnim tako i na aridnim predelima. Neke vrste mogu da izdrže određeni period u plavnim predelima pored reka, napr. pasja trava - *Elymus caninus* (*Agropyron caninus* u Velikoj Britaniji, Oregon u SAD). Druge vrste se mogu naći u predelima koje plave slane vode, kao što je *Leymus mollis* u Kaliforniji, na Kamčatki, dok druge vrste ovog roda imaju različitu sposobnost prilagodjavanja na visok osmotski pritisak što uslovljava i njihovu raspostranjenost (Holubec, 2005). U oblasti Sredozemnog mora na stenovitoj podlozi živi vrsta *Hordeum spontaneum* (tip rasta stable prostratum) na čijim listovima se mogu videti kristali soli. Neke vrste mogu da rastu na zaslanjenim podlogama i otporne su na visoke koncentracije soli. Ove vrste su značajne jer su često pionirske vrste koje započinju sukcesiju u ekstremnim životnim uslovima. Tako je nadjeno da *Leymus villosissimus* raste na netakutoj lavi vulkana na Kamčatki, a druga *Leymus racemosus* raste na obodima pustinje Gobi (Mongolija) i doprinosi sprečavanju raznošenja peska i stabilizaciji pešćanih nanosa (dine). Takodje

jednogodišnje trave iz rodova *Heterantherium*, *Eremopyrum*, *Taeniatherum* su deo polupustinjske vegetacije u Centralnoj Aziji i na Biskom Istoku. Takodje, ireverzibilno oštećeno zemljište, pašnjake i napuštena polja nastanjujuju jednogodišnje biljke, uglavnom *Aegilops crassa*, koje se duže mogu održati u uslovima dužeg trajanja sušnog perioda, koji ograničava pojavu višegodišnjih biljnih vrsta.

Ova i proširena znanja nam pomažu da efikasnije sprovodimo program oplemenjivanja i stvaranja sorti otpornih na sušu. Stres sušom se ne može jednostavno definisati kao posledica fizičke ili fiziološke suše, jer nedostatak padavina ne odgovara uvek i pojavi fiziološke suše i obrnuto, zbog toga što biljke sa razvijenim korenovim sistemom mogu absorbovati vodu iz dubljih slojeva zemljišta. Takodje, delovanje stresnih faktora (suša i temperature) ne deluju nezavisno, niti imaju podjednak udeo u ukupnom efektu stresa, zavisno od lokacije, sezone, faze razvića biljaka (Mittler, 2006). Negativan efekat stresa sušom ispoljava se: a) usled nedostatka vode pre cvetanja izražen u regionu Južne Amerike; b) u fazi nalivanja zrna, prisutan u oblasti Mediterana i Australije c) usled kontinuiranog deficit vode karakteriše regione južne Azije (Reynolds i sar., 2005).

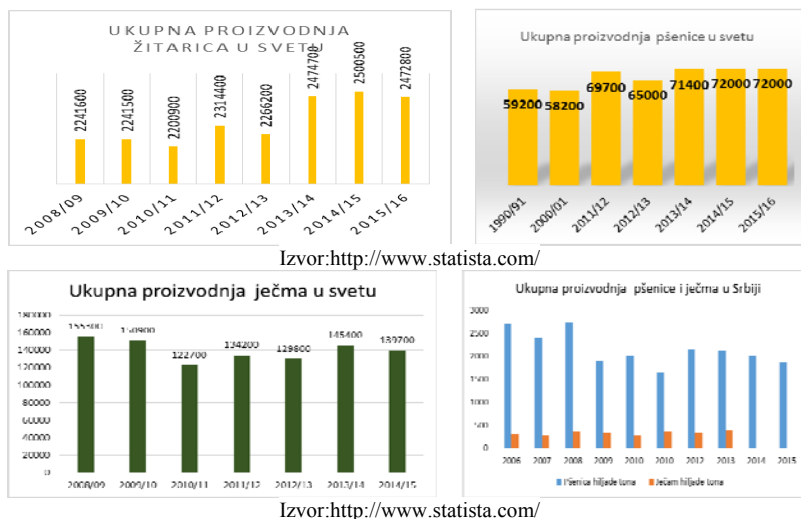
Biljke se na različite načine prilagođavaju uslovima nedostatka vode (Chaves et al., 2003). Ovo nam ukazuje da je u oplemenjivanju značajno postići skraćivanje životnog ciklusa, koji će biti prilagodjen boljem preživljavanju biljke u uslovima suše ili postići promenu metabolički aktivnog stanja biljke (povećanje kapaciteta korena, promena transpiracionog koeficijeta biljke itd).

Ova dva tipa prilagođavanja sušnim uslovima su osnova za otpornost na sušu, a što se bazira na minimiziranju dehidracije tkiva odnosno održavanju visokog potencijala vode u biljnim ćelijama u uslovima ograničene količine vode. Održavanje visokog potencijala vode u ćelijama biljke mogu postići maksimalnom apsorpcijom vode korenom i smanjenim odavanjem vode preko listova, što predstavlja adaptaciju fizioloških funkcija u uslovima ograničene količine vode. Kod žitarica otpornost na sušu se bazira na održavanju visokog potencijala vode u ćeliji. Odavanje vode se reguliše u procesu evapotranspiracije nadzemnog dela biljke. Transpiracija predstavlja pasivni proces koji nastaje usled razlike u potencijalu vode između citoplazme ćelija lista i okolnog vazduha. Na transpiraciju biljke utiče morfologija lista, gradnja epidermalnih slojeva, kao što su kutikula i gustina zatvorenost i otvorenost stoma.

Poljoprivredna proizvodnja pšenice i ječma

Pšenice (*Triticum aestivum* L.) i ječma (*Hordeum vulgare* L.) predstavljaju najvažnije žitarice u svetu čija proizvodnja je ozbiljno ograničena sušom u mnogim oblastima proizvodnje. Procenjuje se da je od ukupnih proizvodnih površina pšenice oko 65 miliona hektara pogodjeni sušom (FAO 2013). Za gajenje useva u sušnim uslovima neophodno je u oplemenjivanju usmeriti selekciju otpornih genotipova (Cattivelli i sa., 2008; Passioura i Angus 2010). Trend proizvodnje pšenice i ječma u svetu varira u zavisnosti od godine i finansijske podrške nauke i prakse u poljoprivredi. Uspehi u poljoprivrednoj proizvodnji su vezani za finansijska ulaganja u poljoprivredna istraživanja i razvoj. Najbolji rezultati su zemljama u kojima je najveće ulaganje u istraživanje a ostvaruju se u 6 zemalja u kojima su se troši za poljoprivredna istraživanja preko 50% u odnosu na ukupna troškove u 130 zemalja, koji realizuju za istraživanja u

poljoprivredi. Visoka finansijska izdvajanja su u SAD oko 16%, a takodje je značajan napredak u poljoprivrednoj proizvodnji ostvaren u zemljama Kini i Indiji, paralelno sa povećanjem ulaganja u istraživanja u poljoprivredi oko 29%. S druge strane u državama južno od Sahare smanjena ulaganja sa 18% na 12% na kraju 20. i početku 21. veka ima za posledicu smanjenu proizvodnju.



Grafikon 1. Proizvodnjapšenice i ječma - *Wheat and barley production*

Zaključak

Glavni ciljevi u oplemenjivanju biljaka za povećanje prinosa, kvaliteta i otpornosti na sušu, kao i povećanje prinosa i kvaliteta u stresnim uslovima je moguće ostvariti na osnovu znanja o ekološkim uslovima lokaliteta (osobinama zemljišta: plodnost, poroznost, mrvičasta struktura, vodni kapacitet, vodni režim) i životnom ciklusu biljne vrste. Na osnovu ovih znanja se može ostvariti koncept ideotipa za ciljne regione. Neophodno je intenzivnije istraživanje pšenice i drugih žitarica u cilju poboljšanja produktivnosti. Usporavanje produktivnosti pšenice je rezultat smanjene stope rasta istraživanja i razvoja u brojnim zemljama sveta i smanjeno ulaganje u istraživanje i razvoj i sve manja orjentisanost poljoprivrednih proizvođača na rezultate istraživanja i razvijanje istraživanja. Neophodno je ojačati povezanost nauke i poljoprivredne prakse u cilju ostvarivanja većih prinosa i zadovoljenja rastućih potreba obezbeđenja hrane. Jačanje ove veze se može ostvariti u povećanom ulaganju u istraživačko razvojne projekte i investicije u poljoprivredi koristeći iskustva iz prošlosti i savremena iskustva u ekonomski razvijenim zemljama.

Napomena

Istraživanja su finansirana u okviru projekta TR 31092 od strane Ministarstvo Prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Araus J.L., Cairns J.E. (2014). Field high-throughput phenotyping: the new crop breeding frontier. *Trends in Plant Science*, 19, 52-61.
- Cattivelli L., Rizza F., Badeck F.W., Mazzucotelli E., Mastrangelo A.M., Francia E., Marè C., Tondelli A., Stanca A.M. (2008). Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*, 105, 1-14.
- Chaves M.M., Maroco J.P., Pereira J.S. (2003). Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*, 30, 239-264
- FAO (2013). *World Food and Agriculture. Statistical Yearbook. Food & Agric. Org. USA, Rome.*
- Galiba G., Kerepesi I., Vagujfalvi A., Kocsy G., Cattivelli L., Dubocovsky J., Snape J.W. (2001). Mapping of genes involved in glutathione, carbohydrate and COR14b cold induced protein accumulation during cold hardening in wheat. *Euphytica*, 119, 173-177.
- Holubec V. (2005). *Triticeae Biodiversity and Conservation, a "Genebanker" View.* *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 41, 118-121.
- Kirkegaard J.A., Lilley J.M., Howe G.N., Graham J.M. (2007). Impact of subsoil water use on wheat yield. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58, 303-315.
- Knezevic D., Radosavac A., Zelenika M., (2015a). Variability of grain weight per spike of wheat grown in different ecological conditions. *Acta Agriculturae Serbica*, XX, 39, 85-95.
- Knezevic D., Kondic D., Srdic S., Paunovic A., Madić M. (2015b). Harvest index and components of yield in winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). In: *Proc. Sixth Int. Sci. Symp.* (ed. D. Kovačević) "*Agrosym Jahorina 2015*" pp.368-372.
- Kosová K., Chrpová J., Šíp V. (2009). Cereal resistance to Fusarium head blight and possibilities of its improvement through breeding. *Czech J. of Genetics and Plant Breeding*, 45, 87-105.
- Madić M., Đurović D., Paunović A., Jelić M., Knežević D., Govedarica B. (2015): Effect of nitrogen fertilizer on grain weight per spike in triticale under conditions of central Serbia. In: *Proc. Sixth Int. Sci. Symp.* (ed. D. Kovačević) "*Agrosym Jahorina 2015*". pp.483-487.
- Manschadi A.M., Christopher J., Devoil P., Hammer G.L. (2006). The role of root architectural traits in adaptation of wheat to water-limited environments. *Funct. Plant Biol.*, 33, 823-837
- Menkovska M., Knežević D., Ivanoski M. (2002). Protein allelic composition, dough rheology, and baking characteristics of flour mill streams from wheat cultivars with known and varied baking qualities. *Cereal Chemistry*, 79 (5), 720-725.
- Mittler R. (2006). Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends in Plant Sci.*, 11, 15-19.
- Passioura J.B., Angus J.F. (2010). Improving productivity of crops in water-limited environments. In: Sparks D.L. (ed.): *Advances in Agronomy.* Academic Press, Burlington, 106, 37-55.
- Paunovic A., Madić M., Knezevic D., Bokan N. (2007). Sowing density and nitrogen fertilization influences on yield components of barley. *Cereal Res. Commun.*, 35(2), 901-904.
- Reynolds M.P., Mujeeb-Kazi A., Sawkins M. (2005). Prospects for utilizing plant-adaptive mechanisms to improve wheat and other crops in drought- and salinity-prone environments. *Ann. Appl. Biol.*, 146, 239-259
- Tardieu F. (2012). Any trait or trait-related allele can confer drought tolerance: just design the right drought scenario. *Journal of Experimental Botany*, 63, 25-31.

- Vadez V., Kholova J., Medina S., Kakkera A., Anderberg H. (2014). Transpiration efficiency: new insights into an old story. *J. of Experimental Botany*, DOI: 10.1093/jxb/eru040
- Rollefson G., Simmons A., Donaldson M., Gillespie W., Kafafi Z., Kohler-Rollefson I., McAdam E., Ralson S., Tubb K. (1985). Excavations at the pre-pottery Neolithic B village of Ain Ghazal (Jordan) 1983. *Mitteilungen des Deutschen Orient-Gesellschaft zu Berlin*, 117, 69-116.
- Zecevic V., Knezevic D., Boskovic J., Micanovic D., Dozet G., (2010). Effect of nitrogen fertilization on winter wheat quality. *Cereal Research Communications*, 38(2), 243-249.
- Zecevic, V., Boskovic, J., Knezevic, D., Micanovic, D. (2014): Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. *Chilean Journal of Agriculture Research (CJAR)*, 74(1), 23-28
- Wilcox G. (1991). Cafer Höyük (Turquie): Les Charbons de bous néolithiques. *Cahiers de l'Euphrate*, 5-6, 139-150.

BREEDING OF WHEAT AND BARLEY AND PRESERVATION OF GENETIC RESOURCES IN AGRICULTURE

*Desimir Knežević¹, Aleksandar Paunović², Milomirka Madić²,
Danijela Kondić³, Mirjana Menkovska⁴*

Abstract

Breeding of wheat and barley has a significant contribution to the achievement of high yields, better quality and greater adaptive values of cultivars in different ecological conditions of cultivation. Increasing the capacity of the cultivars have a contribution in increasing food production and satisfying the demands for the products of different purposes for nutrition and industrial processing. Important sources of genes for a particular trait are wild relatives, autohottne varieties, old varieties, which exist in natural conditions or as conserved seeds in the plant genetic banks. For success in breeding a significant conservation of germ-plasma in plant genetic banks or in protected areas in nature. In terms of global climate change, oplemenjivanjivači have the task to create a cultivars that adaptive to drought stress conditions and other biotic and abiotic stress factors in order to maintain and increase the productivity and quality of cultivars and increasing food production. At the same time it is necessary to develop adapted technologies in breeding new cultivars under climate change conditions.

Key words: wheat, barley, breeding, genetic resources, plant gene bank

¹ University of Priština, Faculty of Agriculture, Kosovska Mitrovica - Zubin Potok – Lesak, Kopaonicka bb, 38219 Lesak, Kosovo i Metohija, Srbija, (deskoa@ptt.rs);

² University of Kragujevac, Faculty of Agriculture, Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija;

³ University of Banja Luka, Faculty of Agriculture, Bul. Vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka;

⁴ Ss. Cyril and Methodius University, Inst.of Animal Sci., Dept. Food Techn.&Biotechn, Skopje, Macedonia.