

**UNIVERZITET METROPOLITAN
BEOGRAD**

FAKULTET ZA PRIMENJENU EKOLOGIJU „FUTURA”

Seddiq Mohamed Ahmed el Musafah

**KARAKTERISTIKE KLIJANJA I RASTA ZRNA KAO KRITERIJUM
SELEKCIJE ZA TOLERANCIJU
NA SALINITET I SUŠU KOD HLEBNE PŠENICE**

Doktorska disertacija

Beograd, 2022. godine

KOMISIJA ZA OCENU I ODBRANU DOKTORSKE DISERTACIJE

MENTOR:

Prof. dr Snežana Janković, naučni savetnik,
Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, mentor

ČLANOVI KOMISIJE:

Prof. dr Mirjana Bartula, vanredni profesor,
Univerzitet Metropolitan, Beograd
Fakultet za primenjenu ekologiju "Futura", član

Dr Danijela Sikuljak, naučni savetnik,
Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd, član

DATUM JAVNE ODBRANE DOKTORSKE DISERTACIJE: _____

ZAHVALNICA

KARAKTERISTIKE KLIJANJA I RASTA ZRNA KAO KRITERIJUM SELEKCIJE ZA TOLERANCIJU NA SALINITET I SUŠU KOD HLEBNE PŠENICE

REZIME

Predmet istraživanja bilo je proučavanje uticaja vodnog režima i saliniteta zemljišta na početne fenofaze pšenice, i to vitalnost i sposobnost klijanja semena i nicanja biljaka, kao i faze početnog porasta biljaka. Istraživanja su izvedena u ogledima u laboratoriji, a predmet proučavanja bilo je 12 genotipova obične pšenice (*Triticum aestivum ssp. vulgare*) od kojih su devet introdukovanih u poljoprivrednu proizvodnju u Libiji, a tri selekcionisane i introdukovane u poljoprivrednu proizvodnju u Srbiji. Značaj ovih istraživanja ogleda se u činjenici da se eksperimentalnim ogledima pronađu metode za brzi skrining osetljivosti genotipova pšenice na nedostatak vode i povećan salinitet, kako za uslove poljoprivrednih predela Libije, tako i Srbije i sveta.

Laboratorijska ispitivanja izvedena su tokom 2021. godine u Institutu za kukuruz Zemun polje, Srbija u tri ponavljanja. Seme sorti tokom faza klijanja, nicanja i početnog porasta biomase bilo je izloženo stresu suše i povećanog saliniteta. Korišćen je tretman sa različitim koncentracijama polietilen-glikola PEG 6000, i to 0% (kontrola), 5%, 10% i 15% i sledećim koncentracije natrijum-hlorida 0 (kontrola), 3000ppm, 6000ppm i 9000ppm NaCl. U svaku varijantu dodat je hranljivi rastvor Hoagland.

U celini, proučavani tretmani su ispoljili značajan uticaj na početne fenofaze merene dužinom nadzemnih i podzemnih organa, zatim prinomom sveže i suve biomase po biljci i odnosom nadzemne biomase i korenova. Variranja između sorata u uslovima suše bila su manja nego u uslovima povećanog saliniteta sredine. I pored činjenice da je pšenica biljna vrsta poreklom iz humidnijih predela koja najbolje uspeva na slabo kiselim i neutralnim zemljištima, rezultati istraživanja su pokazali da su pojedine sorte ispoljile veću tolerantnost na proučavane abiotičke faktore. Tako su genotipovi Ashtar, Zemunska rosa i NS Vljajna bili tolerantniji na sušu, a na povećani salinitet Marshosh poreklom iz Maroka. Ubuduće bi trebalo povećati poljoprivredne površine pod ovim sortama, posebno u aridnim predelima i na zemljištima povećanog saliniteta. Pored toga, one bi bile dobar selekциони materijal u daljim postupcima oplemenjivanja pšenice. Dobijeni rezultati pokazali su da se pojedine sorte mogu uspešno introdukovati u aridne predele,

ne samo Libije, već i u druga područja koja su sve više izložena negativnom uticaju klimatskih promena.

Na osnovu sveukupne analize merenih parametara klijanja (obrađeni ANOVA), procenat i indeks klijanja se izdvajaju kao najpouzdaniji parametri za definisanje osetljivosti ispitivanih genotipova pšenice na nedostatak vlage i prisustvo soli. Parametri dužina izdanka i korena, a posebno odnos dužina korena/dužina izdanka, adekvatni su za definisanje nivoa tolerantnosti/osetljivosti genotipova pšenice na uslove stresa.

Ključne reči: obična pšenica, sorte, tolerancija na salinitet i sušu, početne faze porasta biljaka

Germination and Seedling characteristics as selection criteria for salinity and drought tolerance in bread wheat

A B S T R A C T

The objective of the research was the study of the Impact of the drought and soil salinity on the vitality and ability of wheat seed to germinate and on seedling stage. Laboratory experiments were conducted on 12 genotypes of common wheat (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*). Nine were introduced from Libyan agricultural production and three were selected from Serbian agricultural production. The importance of this research is reflected in the fact that experimental methods have been found for rapid screening of the sensitivity of the genotype to water deficiency and salinity increase, both for the conditions of agricultural regions in Libya, Serbia and the world.

The experiments were conducted during 2021 at the Zemun Polje Maize Institute, Serbia in three repetitions. The seeds of the varieties in the phases of germination and seedling growth were exposed to drought stress and increased salinity. Treatments with different concentrations of polyethylene glycol PEG 6000 were used, namely 0% (control), 5%, 10% and 15% to test drought stress, as well for concentrations of NaCl 0(control), 3000ppm, 6000ppm i 9000 ppm to evaluate salinity. Hoagland nutrient solution was added to each variant.

Studies and treatments showed a significant impact, initially measured by the length of above-ground and underground organs, then by the yield of fresh and raw biomass per plant and the ratio of above-ground biomass and roots. Variations between cultivars in drought conditions were less than that salinity conditions. Despite the fact that wheat is a plant species that originates from wetter regions and thrives better in weakly acidic and neutral soils, the results of the research showed that the same cultivar showed greater tolerance to abiotic factors. some cultivars exhibited a lower tolerance to a biotic factors. Also, the genotypes Ashtar, Zemunska rosa and NS Vljajna are more drought tolerant, the cultivar Marshosh, which is originally from Morocco, exposed more resistance to salinity. In the future, the cultivation areas for these varieties should be increased, especially in arid regions and on soils with increased salinity. In addition, it will be a good selection material in other wheat breeding procedures. The obtained results showed that certain varieties can be successfully introduced in arid areas, not only in Libya, but also in other areas that are more exposed to the negative effects of climate change.

Based on the overall analysis of the measured germination parameters (processed by ANOVA), the germination percentage and index are singled out as the most reliable parameters for defining the sensitivity of the examined genotypes to water stress and the presence of salt. The parameter length of shoot and root, and especially the ratio of length of root/length of shoot, is adequate as defined by the level of tolerance/sensitivity of genotypes to certain stress conditions

Ključne reči: Wheat, varieties, salinity and drought tolerance, initial growth stages

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Biološke osobine pšenice	10
2.1. Opis biljke	15
2.2. Životni ciklus	16
3. Predmet i značaj istraživanja	19
4. Ciljevi istraživanja	21
5. Pregled literature	23
5.1 Radovi vezani za stres kao posledicu suše	24
5.2 Radovi vezani za stres uzrokovan povišenim salinitetom	29
6. Materijal i metode istraživanja	34
7. Rezultati istraživanja i diskusija	38
7.1. Procenat klijanja	39
7.2. Parametri klijanja	44
7.3. Morfološki parametri osetljivosti na sušu i prisustvo soli	55
8. Zaključak	80
9. Prilozi	83
10. Literatura	88

U V O D

Pšenicu većina naroda naziva kraljica žita. Ona predstavlja najvažnije hlebno žito u svetu čiji osnovni proizvod hlebkoristi oko 70% stanovništva planete. Hleb, proizveden od pšeničnog brašna, visoke je hranljive vrednosti jer sadrži 77-78% prehrambenih ugljenih hidrata (pretežno skroba), 16-17% ukupnih proteina, 1,2-1,5% ulja, 0,5-0,8% mineralnih soli - pepela (sa najviše soli kalcijuma, fosforaigvožđa). Bogat je vitaminima grupe B (B₁-tiamin, B₂-riboflavin i B₃ - niacin+nikotinamid) i velikeje energetske vrednosti, koja iznosi 8.500-9.400 džula. Pored hleba, brašno se koristi za izradu drugih prehrambenih proizvoda, kao što su testenine (makaroni i rezanci), keksi i brojni poslastičarski proizvodi. Postupkom složenog mlevenja dobijaju se krupica (griz) koja se koristi kao dečja hrana, kao i drugi, sporedni proizvodi. Važan sporedni proizvod su pšenične klice, jer su bogate lako svarljivim proteinima i kvalitetnim jestivim uljem u kome se nalaze vitamini. One se najčešće koriste za izradu raznovrsnih poslastičarskih proizvoda.

Prema podacima FAOSTAT (2020), proizvodi od pšeničnog brašna su osnovna hrana za 40% svetske populacije na četiri kontinenta (Australija, veći deo Evrope, severna Azija i severna Afrika). Drugi, takođe značajan sporedni proizvod su mekinje, koje, zajedno sa sitnim i polomljenim zrnima, predstavljaju stočno brašno visokokoncentrovanu hranu za domaće životinje. Stočno brašno ima veliku hranljivu i energetska vrednost, bogato je proteinima, ugljenim hidratima, uljima, mineralnim solima i celulozom.

U porodici žita (fam. Poaceae) pšenica je najvažnija, ali i najstarija gajena vrsta. To je biljna vrsta koja predstavlja sinonim života kod mnogih naroda starog sveta. U sve tri vodeće svetske religije (hrišćanstvo, islam i judaizam) uzimaju je kao božanski simbol (*kada je pšenica u polju sveci su uz nju; ko svoju pšenicu seje, veruje u boga*). Pšenica se često spominje u brojnim pripovetkama, poslovicama i pesmama. Od svih vrsta roda *Triticum* najvažnija je meka ili obična pšenica (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare* (Host) M. Key). Ona je najzastupljenija u proizvodnji, a samim tim i u prehrambenoj industriji.

Prema arheološkim istraživanjima pšenica je poreklom sa evroazijskog prostora (starog sveta). Bliži lokalitet je područje Bliskog istoka i Mesopotamije koje se naziva *Plodni polumesec*.

Na osnovu dosadašnjih detaljnih istraživanja naučnici su zaključili da su ljudi počeli gajiti pšenicu pre oko 10.000 godina, odnosno na samom početku mlađeg kamenog doba (*Neolita*).

U odnosu prema agroekološkim faktorima pšenica je tipična euritopna biljka, što znači da se odlikuje velikim arealom rasprostranjenosti. Euritopnost je rezultat velikog polimorfizma pšenice, što znači da postoji veliki broj vrsta, podvrsta, varijeteta i genotipova koji su podeljeni na dva osnovna ekotipa tipa - ozime i prolećne (jare) forme. Drugi činilac velike zastupljenosti pšenice u svetskoj poljoprivredi jeste činjenica da je tehnologija proizvodnje jednostavna i celokupna agrotehnika se može obaviti standardnom poljoprivrednom mehanizacijom.

Ozimim formama pšenice su za rastenje i razviće neophodni povoljniji klimatski uslovi tokom vegetacionog perioda. Ovaj ekotip se gaji na severnoj polulopti između 16° i 60° , a na južnoj zastupljen je u proizvodnji do krajnjih južnih granica Afrike i Australije, odnosno u predelima temperaturnih amplituda od 3°C do 32°C . Iako je skoro 75% površina pod pšenicom u područjima prosečnih godišnjih padavina 375-875 mm, ona se može gajiti i u predelima sa sumom padavina 250-1750 mm (Enghiad i sar., 2017). Tolerantnost biljaka na ovako širok interval godišnjih padavina rezultat je velikog broja gajenih vrsta u okviru roda *Triticum*, kao i raznovrsnog sortimenta specifičnih proizvodnih osobina i tolerantnosti na sušu ili povećanu vlažnost.

Sorte prolećnog ekotipa pšenice mogu uspevati i u nepovoljnijim agroekološkim uslovima tako da su u proizvodnji zastupljene većinom izvan optimalnog područja gajenja ozimih. Krajnje severne tačke gajenja prolećne pšenice su do 67° severne geografske širine (Norveška), a krajnje južne granice su ostrvo Ognjena zemlja u Južnoj Americi. U pogledu nadmorske visine, pšenica se u Aziji gaji na visini do 4.000 m, u Južnoj Americi do 3.800 m a u Evropi do 1.700 m.

Selekcija i uvođenje savremenih sorti pšenice različitih proizvodnih osobina i tolerantnosti na varijabilne agroekološke uslove početkom 1960-ih uticali su na pojavu takozvane Zelene revolucije, koju je kreirao Norman Borlaug. U periodu od 25 godina primenom novih agrotehničkih metoda svetska proizvodnja žita povećana je za 160%. Ovakom porastu prinosa doprinele su nove sorte polupatuljastih stabala, sa krupnim semenom i visoko tolerantnim na

abiotički stres. Savremenim pristupom i stvaranjem slobodnog i neograničenog globalnog sistema naučna istraživanja su zasnovana na razmeni germplazme među svetskim naučno-istraživačkim centrima.

Uvođenjem visokoproduktivnih sorti u proizvodnju povećana su i ulaganja u agrotehniku. Prvi korak bilo je iznalaženje optimalnog sistema dopunske ishrane biljaka prilagođeno sorti i agroekološkim uslovima, sledeći usavršavanje sistema obrade zemljišta, zatim integralna zaštita useva i navodnjavanje u periodima kritičnim za vodu. Najzad, kako ističu Pingali i Raney (2005), uspehu zelene revolucije doprinela je snažna politička volja u zemljama u razvoju da se postigne samodovoljnost hranom, zajedno sa pravilno definisanom poljoprivrednom politikom. U periodu između 1961. i 1994. godine, prinosi pšenice su u svim zemljama u razvoju rasli po prosečnoj godišnjoj stopi od više od 2%, tako da su u svetu prosečni prinosi porasli sa 1.089 kg ha⁻¹ u 1961. na 3.087 kg ha⁻¹ u 2020. godini ili za 284% (FAOSTAT).

Po zasejanim površinama, koje iznose oko 219.007.000 ha ili približno 22% svetskih obradivih površina, pšenica zauzima prvo, po ukupnoj proizvodnji zrna drugo, po prosečnom prinosu treće mesto, a po ukupnoj trgovini žitima na prvom mestu (Tabela 1).

Tabela 1. Proizvodnja pšenice u svetu, po kontinentima
(FAO, *World Wheat, Corn and Rice Production*, 2020)

Kontinent	Površina		Proizvodnja 1.000 tona	Prosečan prinos, kg ha ⁻¹
	100 ha	%		
Evropa	61.643	27.1	138.137	4.137
Azija	101.618	45.4	255.019	3.424
Južna Amerika	10.416	4.8	29.956	2.876
Severna Amerika	24.889	11.2	84.874	3.410
Cen. i Ant. Amerika	564	0.3	29.888	5.300
Afrika	9.968	4.6	25.233	2.532
Australija i Okeanija	9.909	4.3	14.934	1.507
Ceo svet	219.007	100.0	760.926	3.087

Najveće površine u svetu su u zemljama severne geografske širine, iako se u proteklim decenijama ona sve više gaji i u Australiji i Argentini. Prema FAO podacima za 2020. godinu svetska proizvodnja pšenice skoncentrisana je u šest, po ukupnim poljoprivrednim površinama, najvećih zemalja. To su Indija (31.357.000 ha), zatim Rusija (28.864.312 ha), Kina (23.380.000 ha), SAD (21.383.800 ha), Kazahstan (12.057.071 ha) i Kanada (10.017.400 ha). Sa proizvodnjom od 134,25 miliona tona, Kina je u 2020. godini bila najveći proizvođač pšenice.

Iako se skoro 20% zrna godišnje proizvodnje izvozi, pšenica se najviše potroši u zemlji u kojoj se gaji. Na osnovu statističkih podataka USDA (2022) svetska trgovina pšenicom procenjena je na 155 miliona tona u 2021. godini. U protekloj deceniji najveći izvoznici pšenice bili su Rusija, EU, Australija, Kanada, SAD, Argentina i Indija. Treba istaći da se u značajne izvoznike, prema veličini poljoprivrednih površina ubraja se i Srbija sa preko 1,114 milion tona zrna. Na svetsku trgovinu pšenicom u protekle tri decenije uticali su vremenski uslovi u poljoprivrednim područjima, zatim domaća i međunarodna politika, kao i variranja globalnih cena pšenice. I pored toga, ukupni trgovinski tokovi su porasli tokom ovog vremenskog perioda.

U navedenom periodu, kao i u 2021. godini najveći uvoznici pšenice bile su zemlje u razvoju. Zbog značajnog povećanja broja stanovnika, ove zemlje su nastavile da uvoze sve veće količine pšenice. U današnje vreme one kupuju skoro dve trećine svih tržišnih viškova. Danas je najveća potražnja za pšenicom u zemljama Severne i Subsaharske Afrike, zatim Bliskog istoka, Južne, Istočne i Jugoistočne Azije, (USDA, 2022). Države nabrojanih geografskih područja su najveći uvoznici pšenice u svetu. U godišnjem prometu one su uvezile proteklih trideset godina (1991-2020.) skoro 90% ukupne ponude na svetskom tržištu. Najveći uvoznik pšenice i proizvoda od pšeničnog brašna je Turska (10,25 miliona tona), zatim Indonezija (9,3 miliona tona), Alžir (8,2 miliona tona), Iran (8,0 miliona tona), Filipini (6,865 miliona tona) i tako dalje. Egipat je takođe značajan uvoznik sa 6 miliona tona godišnje.

Pšenica čini približno 24% prehrambenih proizvoda koje uvoze zemlje u razvoju. Mnoge od ovih zemalja plaćaju subvencije za stabilizaciju ili smanjenje cena hrane kako bi potrošači bili u mogućnosti da zadovolje prehrambene potrebe i, na kraju, povećaju nivo sigurnosti ishrane svog domaćinstva (Ortiz, 2008).

Da bi se smanjila nestabilnost tržišta, mnogi trgovinski sporazumi primoravaju zemlje da smanje tarife i otvore tržište za međunarodnu trgovinu. Međutim, takvi sporazumi nisu uvek u potpunosti uspešni ili efikasni, jer mnoge zemlje ograničavaju uvoz nametanjem necarinskih barijera, uključujući uvozne dozvole i ograničenja kvaliteta (Frieden, 1996).

Sa povećavanjem broja ljudi na planeti povećava se potrošnja pšenice, koja je u protekle tri decenije rasla po prosečnoj stopi od 1,6% godišnje. Kao rezultat povećane proizvodnje pšenice, trgovina ovim žitom je takođe porasla u proteklih nekoliko decenija. Prema predviđanjima naučnika do 2050. godine se očekuje da će svetska populacija dostići 9 milijardi ljudi i potražnja za pšenicom na više od 900 miliona tona. Povećanje broja stanovnika zajedno sa nepovoljnim klimatskim promenama koje utiču na ograničenja proizvodnje (učestale suše usled nepovoljnog rasporeda padavina, degradacija zemljišta, povećana cena repromaterijala, sve veća potražnja za skupljim biogorivima, pojava novih virulentnih bolesti i štetočina i tako dalje) pred proizvođače stavlja nove izazove. U izmenjenim uslovima za proizvodnju pšenice i očuvanje genetičkih resursa, treba pronalaziti nove agrotehničke metode da bi se povećala proizvodnja pšenice i ishranila sve veća svetska populaciju uz očuvanje baze prirodnih resursa (Tilman i sar., 2002; Foley i sar., 2011).

Kako ističe Alkhammas (2017), od celokupne površine državne teritorije Libije samo oko 2.150.000 hektara, ili 1,2% pripada obradivim površinama (oranice i voćnjaci). Poljoprivredna područja se nalaze uglavnom u uskom mediteranskom pojasu i na ravnicama i vrhovima severozapadnih i istočnih planina, zatim u delovima sa stalnim navodnjavanjem i u oazama pustinskih oblasti. Pod ratarskim usevima i jednogodišnjim povrćem je oko 1,82 miliona hektara, dok je pod višegodišnjim zasadima oko 330.000 hektara. Pod pašnjacima ekstenzivnog tipa je oko 13,3 miliona hektara. Libija leži u aridnim i poluaridnim predelima sa oskudnim prirodnim resursima za poljoprivrednu proizvodnju.

Porast biljne proizvodnje horizontalnim širenjem suočen je sa više različitih vrsta faktora stresa. Među biotičke faktore ubrajaju se patogene bolesti, štetočine (u prvom redu glodari i ptice),

a u abiotičke nepovoljan vodni režim manifestovan čestim sušama, zatim visok salinitet i mala plodnost zemljišta, u pojedinim godinama i mraz.

Pšenica je za Libiju veoma značajna ratarska vrsta jer proizvodi od pšeničnog brašna učestvuju sa 80% u dnevnoj ishrani stanovništva. Prema najnovijim istraživanjima koja se odnose na oblast ishrane ljud, libijski građanin godišnje potroši u ishrani oko 182 kg pšeničnog brašna dobijenog mlevenje meke (obične) pšenice, što je daleko više u odnosu na druge ratarske vrste.

Država je izdvojila visoke budžete tokom proteklih nekoliko decenija kako bi smanjila veliki jaz između proizvođača i potrošača, ali iz mnogih razloga nije postigla željene ciljeve, od kojih su najvažniji prirodni resursi i stresovi koji su kontraproduktivni za proizvodnju, naročito suša i salinitet. Zbog toga, i u svetlu globalnih klimatskih promena koje se sada dešavaju, i kako bi se ublažila razlika između proizvodnje i potrošnje, mora se ozbiljno razmišljati o povećanju proizvodnje kroz horizontalno širenje povećanjem površina namenjenih za gajenje pšenice, i usvajanjem pristupa vertikalnog širenja, kako bi se povećala stopa produktivnost po jedinici površine primenom savremenih tehnologija i gajenjem savremenih sorti prilagođenih lokalnim agroekološkim uslovima.

U proteklom desetogodišnjem periodu (2011-2020), prema proceni FAOSTAT prosečne površine pod pšenicom u Libiji bile su 224.703 hektara. Uz prosečni prinos od 772 kg ha⁻¹ nezvanična prosečna proizvodnja zrna bila je 173.464 tone.

Tabela 2. Desetogodišnja proizvodnja pšenice u Libiji (FAOSTAT, 2020)

Godina	Površina, ha	Prinos, kg ha ⁻¹	Ukupno, tona
2011.	214.745	773	165.998
2012.	254.596	786	200.112
2013.	254.783	785	200.005
2014.	258.888	773	200.120
2015.	208.819	766	159.955
2016.	263.598	759	200.071
2017.	183.245	764	139.999
2018.	258.631	773	198.376
2019.	181.250	772	139.925
2020.	168.497	772	130.080
Prosek	224.703	772	173.464

Variranja u zasejanim površinama bila su značajna. Najmanje površine pod pšenicom bile su u 2020. godini, 168.497 ha, a najveće u 2016. godini 263.598 hektara. Prosečni prinosi zrna bili su dosta ujednačeni, od 764 kg ha⁻¹ (2017), do 786 kg ha⁻¹ (2012), dok je ukupna proizvodnja zavisila od požnjevenih površina. Ova, procenjena vrednost ukupne proizvodnje, kako ističu Abagandura i sar., 2021. može da podmiri 10-12 % domaćih potreba. Stoga je Libija prinuđena da uveze 1,4 do 1,7 miliona tona pšenice. Ovaj trend se povećava iz godine u godinu usled sve većeg broja stanovnika (natalitet i velike migracije iz ostalih predela Afrike), ali i postepenog smanjivanja setvenih površina.

Poređenjem prosečnih prinosa zrna sa svetskim prosekom (3.087 kg ha⁻¹) evidentno je da su oni četiri puta manji. U odnosu na genetički potencijal rodosti današnjih sorti (8.000-10.000 kg ha⁻¹) farmeri u poljoprivrednim predelima Libije ostvaruju samo dvanaesti deo prinosa. Najveći uticaj na ovako male (i ujednačene prinose zrna) imaju izuzetno nepovoljni klimatski i zemljišni uslovi. Od klimatskih uslova najveći uticaj imaju padavine čije količine i raspored po fazama rastenja pšenice nisu povoljni (Tabela 3).

Tabela 3. Analiza vodnog režima u Libiji i uslovno-optimalnih potreba pšenice*, mm

Mesec	Potrebe**	Tripoli	Bayda	Benghazi
Oktobar	66	47	38	18
Novembar	48	58	55	30
Decembar	41	68	121	65
Januar	48	62	121	67
Februar	40	32	105	42
Mart	50	30	58	29
April	55	14	25	9
Maj	70	5	9	4
Ukupno	418	254	532	264

*Podaci o mesečnom rasporedu padavina preuzeti iz disertacije Alkhammas (2017.)

**Uslovno-optimalne potrebe biljaka za period oktobar-maj, mm

U tabeli su prikazani ukupne količine i mesečni raspored padavina i poređeni sa uslovno-optimalnim potrebama biljaka po fenofazama. U severozapadnim i severnim predelima sume padavina tokom vegetacionog perioda pšenice manje su za 44-45% od potreba biljaka za vodom, dok su severoistočne oblasti znatno vlažnije, ali najveće količine padavina su u period decembar-februar, kad biljke najmanje vode troše za svoje životne funkcije.

U uslovima nepovoljnog vodnog režima i na zemljištima povećane alkalnosti pšenica u uslovima bez navodnjavanja daje male prinose zrna. Uz činjenicu da za setvu jednog hektara pšenice treba obezbediti oko 250 kg ha⁻¹ semena, a ostvaruje se proizvodnja od 772 kg ha⁻¹. Sa približno 500 kg neto dobijenog zrna ne mogu se podmiriti troškovi ulaganja u proizvodnju ovog hlebnog žita.

Salinitet je jedan od najvažnijih faktora stresa na životnu sredinu, koji negativno utiče na biljnu proizvodnju i produktivnost. Taj abiotički faktor nije karakterističan samo za Libiju, već pogađa više od 20% površina pogodnih za obradu širom sveta. Veliki procenat zemljišta u svetu sadrži povišene nivoe soli, koji se razlikuju od jednog mesta do drugog. Mnoge studije i izveštaji

pokazuju da visok salinitet utiče na 7% svetske poljoprivredne površine, što iznosi 930 miliona hektara (Begum, Lvaraju, Venudevan, 2013).

Moguće je primetiti negativni uticaj povećane koncentracije soli na rastenje i razviće useva kroz uticaj saliniteta na biljku od ćelije do nivoa cele biljke (Ljubić i sar., 2021). Salinitet zemljišta utiče na zrno na dva načina, bilo kroz osmotski pritisak ili jonskim trovanjem, s obzirom da klijanje nije moguće bez vode, tako da se glavni negativni uticaj soli na zemljište ogleda u stvaranju osmotskih potencijala koji sprečavaju seme i pupoljke da apsorbuju dovoljno vode (Bahrani i Haghjoo, 2012).

Interakcija biljke sa povećanjem saliniteta zemljišta manifestuje se u zaustavljanju ili smanjenju prosečne brzine i vremena trajanja vegetativnog rasta i porasta listova, što posledično utiče na snagu i veličinu fotosinteze. Porast saliniteta takođe utiče na brzinu apsorpcije ugljen-dioksida uopšte, kao rezultat pada propustljivosti pukotina, što smanjuje koncentraciju CO₂ koja je potrebna za fotosintezu (Alam, Abu Hasan, Qing-Feng, 2016).

Suša (nedostatak vode) jedan je od najvažnijih abiotičkih stresova koji uveliko ograničava porast pšenice i predstavlja ozbiljan problem u svetu, posebno u zoni stepskih polaridnih predela, koji zauzimaju do 37% površina za gajenje pšenice. Mala vlažnost sredine je faktor koji ograničava produktivnost useva ograničavajući proces fotosinteze, posebno u periodu nalivanja zrna. U takvim uslovima smanjenje prinosa ogleda se u maloj apsolutnoj i zapreminskoj masi zrna.

Voda je takođe izuzetno uticajan faktor u periodu setve jer utiče na klijanje. Kako ističe Ahmad (2016), ova faza porasta je veoma važna za kasniji nastavak porasta i razvića biljaka, kao i za produktivnosti useva. Faze klijanja semena i nicanja biljaka ubrajaju se među osnovne pokazatelje kvaliteta zrna, njegove održivosti i stepena tolerancije na biotičke i abiotičke stresove, kroz koje se mogu odabrati sorte koje u ovim uslovima daju dobru produktivnost.

Ukoliko bismo hteli da u takvim agroekološkim uslovima ostvarimo ekonomičnu proizvodnju pšenice, trebalo bi značajno povećati prinose zrna. Prvo bi trebalo primeniti agrotehničke mere kojima bi se iskoristili postojeći zemljišni potencijal i klimatski uslovi. Pri

izboru sortimenta opredeliti se za selekcije koje su tolerantnije na stres uslovljen abiotičkim faktorima, zatim gajiti pšenicu u plodoredu posle leguminoznih biljaka i povrća, sistem dopunske ishrane biljaka prilagoditi potrebama sorte i uslovima zemljišta, primeniti sistem meliorativne obrade zemljišta kojim će se izgubiti najmanje vode evaporacijom i smanjiti količina soli u zoni korenovog sistema, suzbijanje korova koji su veliki potrošači vode i navodnjavati useve u fazama nalivanja i sazrevanja semena u mesecima kad ovi predeli više nemaju padavina (april i maj). Sledeći koraci bili bi pravovremena i kvalitetna žetva, kao i skladištenje i čuvanje zrna do momenta prerade. Primenom navedenih agrotehničkih i meliorativnih mera značajno bi se povećali prinosi zrna što bi ovu proizvodnju učinilo rentabilnijom i smanjilo količine koje država treba da uvozi.

BIOLOŠKE OSOBINE PŠENICE

Pšenica (*Triticum* sp.) je jednogodišnja monokarpna biljka koja pripada porodici trava fam. Poaceae (Tabela 4).

Tabela 4. Botanička klasifikacija pšenice

Kingdom	Plantae
Subkingdom	Tracheobionta
Phylum	Spermatophyta
Class	Magnoliophyta
Order	Poales (Glumiflorae)
Family	Poaceae (Gramineae)
Subfamily	Pooideae
Tribe	Triticeae
Subtribe	Triticinae
Genus	<i>Triticum</i>
Species	<i>Triticum aestivum</i> L.

Pleme Triticeae sastoji se od 15 rodova i 300 vrsta. Pored pšenice jednogodišnje vrste porodice trava su ječam (*Hordeum vulgare* L.), ovas (*Avena sativa* L.), raž (*Secale cereale* L.),

tritikale (*Tritikale* sp.), kukuruz (*Zea mays* L.), sirak (*Sorghum* sp.), prosa (*Panicum* sp.) i riža (*Oryza sativa* L.). Vrste roda *Triticum* imaju različit broj hromozoma, tako da su podjeljene na diploidne (binarni) ($2n = 2x = 14$), tetraploidne (kvarterne) ($2n = 4x = 28$) i heksaploidne ($n = 6x = 42$). Triticeae čine grupu porodice Gramineae (Poaceae), koje imaju složeni klas, a nedavno su plemenu dodatei vrste sa osnovnim brojem hromozoma 7 ($x = 7$), koje imaju zbijene klasove.

Pšenice iz sve tri hromozomske grupe imaju gajene vrste, dok samonikle pripadaju samo diploidnoj i tetraploidnoj grupi (Balint, 2000). Tako gajena diploidna pšenica (*T.monococcum* L.) ima jednu osnovnu grupu hromozoma, dok tetraploidna (*T.turgidum* L.) ima dve osnovne grupe, a heksaploidna (*T. aestivum*L.) tri grupe. Svaka grupa se sastoji od 7 parova hromozoma (grupa A je zajednička svim diploidnim, tetraploidnim i heksaploidnim vrstama), dok grupu B imaju tetraploidne i heksaploidne vrste. D grupa hromozoma nalazi se samo u vrsta heksaploidne pšenice (McFadden i Sears, 1946).

Diploidne vrste ($2n = 14$), na primer *T.monococcum*L. imaju jednu osnovnu grupu hromozoma genom AA. Tetraploidne ($2n = 28$), na primer *Triticum dicoccum*, *Triticum turgidum*, *Triticum durum*, *Triticum polonicum* i *Triticum persicum* imaju dve osnovne grupe hromozoma, AA i BB genom. Heksaploidne pšenice ($2n=42$) imaju tri osnovne grupe hromozoma, AA BB DD genom. Ovoj grupi pripadaju *Triticum compactum*, *Triticum spelta* i *Triticum aestivum*.

Tri osnovna genoma obične pšenice (ABD) delimično su međusobno povezani, odnosno homologni su, pa se gubitak jednog hromozoma može nadoknaditi prisustvom homologa. Diploidne vrste iz roda *Aegilops* odigrale su važnu ulogu u evoluciji poliploidnih vrsta iz roda *Triticum*, budući da su poliploidne vrste pšenice verovatno evoluirale poliploidijom, odnosno kroz poliploidno ukrštanje vrsta *Triticum* i *Aegilops*, nakon čega je došlo do udvostručavanja broja hromozoma. Evolucija vrsta pšenice je možda započela diploidnim arhetipom koji više ne postoji, ali je, odvajanjem diploidne linije, dovela do predaka diploidnih vrsta oba roda *Triticum* i *Aegilops* (Kerby i Kuspira, 1987).

Pšenica je bila jedna od prvih domestifikovanih biljaka, tako da se počeci gajenja vezuju za početak istorije čovečanstva. Početak poljoprivrede obično se vezuje za gajenje pšenice. Prema

navodima Feldmana (2001), postupci oplemenjivanja i introdukcije pšenice u biljnu proizvodnju odvijali su se kroz sledeće periode:

Prvi. Tehnička zemljoradnička revolucija, koja je započela tokom paleolita (13.000-10.300 godina p.n.e.) u društvu koje se još uvek bavilo lovom i sakupljanjem plodova;

Drugi. Revolucija domestikacije tokom prekeramičkog neolitskog perioda (10.300-7.500 godina p.n.e.);

Treći. Ekspanzija poljoprivrede, uglavnom tokom neolitskog perioda ili perioda keramike (7.500-6.200 godina p.n.e).

Veruje se da je osnovno razdvajanje između vrsta *Triticeae* nastupilo oko 15.000 godina pre nove ere (pleistocen, odnosno glacijalna epoha), kada su velike klimatske promene počele na istočnoj obali Sredozemlja. Hladni i suvi klimatski uslovi zamenili su toplije i vlažnije i omogućili su širenje korova (MacKey, 2005).

Paleobiološke studije i drugi pokazatelji pokazuju da je od oko 11.500 godina p.n.e. klima istočnomediteranskog (levantskog) područja postala suva i hladna i da su velike razlike u padavinama i temperaturi između godina i godišnjih doba primorale biljnu vegetaciju da izvrši važne promene u životnom ciklusu kako bi se prilagodila novim ekološkim uslovima. Verovatno se u tom periodu povećao sistem samooplodnje većine vrste trava kao osnovni mehanizam za obezbeđivanje reprodukcije (Takebayashi, 2001).

Specifičan porast biljaka na godišnjen nivou, kao i mirovanje semena u plitkom sloju zemljišta tokom perioda nepovoljnih klimatskih uslova omogućio je opstanak većine vrsta. Ponovni procesi klijanja semena i nicanja biljaka nastupali su u periodu godine kad su uslovi za životne funkcije bili povoljni. Prema dosadašnjim saznanjima klimatski uslovi povoljni za jednogodišnji životni ciklus trava vladali su na području Plodnog polumeseca (Bliski istok do Mesopotamije). Prvi doseljenici na ovo područje lovci-sakupljači su ubirali plodove zrna samoniklih žita, kao i korenje drugih biljaka. Istovremeno, počeli su i da seju deo skupljenog

semena i odabiraju ona najkrupnija sa većom hranljivom vrednošću i tako počeli da gaje biljke, kako ističe Harlan,1981.

Pretpostavlja se da je Natufsko pleme, čiji su pripadnici živeli oko planine Karmel, u današnjoj Palestini možda prvo pokazalo napredne znakove aklimatizacije na novonastale klimatske promene i počeli da se bave biljnom proizvodnjom. Međutim, Heun (1997) ističe da su prvi ratari verovatno bili stanovnici planinske oblasti Karakadag na jugoistoku današnje Turske. Ovu pretpostavku potkrepljuju istraživanja studije koja su pokazala da u ovom regionu jedna samonikla vrsta pšenice sadrži diploidne pretke na identičnom genetičkom otisku savremene gajene pšenice. Budući da su žene bile zadužene za sakupljanje plodova biljaka u društvima lovaca i sakupljača, pretpostavlja se da su možda one posejale prvo seme (Royo, 2016).

Diploidni pir jednozrnac, tetraploidni dvozrnac i heksaploidni krupniksu najstarije gajene vrste i često se nazivaju „stara“ pšenica (Abdel-Aal,1998). Prvi tragovi gajenja jednozrnca pronađeni su u periodu prekeramičkog neolita ili 10.300–9.500 godina pre nove ere. Na kraju ovog perioda već su zasnovane osnovne biljne proizvodnje (MacKey, 2005). Odabrana semena prvih formi predstavljala su početak oplemenjivanja koje je uticalo na stvaranje prvih gajenih populacija pšenice. Proizvodnja jednozrnca, započeta na planina Karakadag, proširila se prvo na sever, a zatim na jug. Među naučnicima postoji opšta saglasnost da je oplemenjivanje pšenice počelo 9.500–7.500 godina pre nove ere (prekeramički neolit). U tom periodu spontanom ukrštanjem među jednogodišnjim travama stvorene su prve vrste pšenica. Pripitomljavanje samoniklih biljaka bilo je motivisano potrebom da obezbedi što više hrane i da se smanji rizik u ishrani vezan za lov divljih životinja (Gowayed,2009).

Domestifikacija pšenice uslovila je značajne morfološke, fiziološke i adaptivne promene biljaka. Većina promena nastala je radom čoveka, kao primer uzima se činjenica da je vreteno klasa u samoniklih vrsta bilo lomljivo u fazi zrelosti na klasiće sa semenom koje je vetar rasejavao po okolnom prostoru. Prvi ratari su zapazili da neke forme imaju kompaktnije klasove sa žilavim vretenom klasa i krupnijim semenom koje se manje osipa. Gajenjem takvih jedinki omogućili su da dobiju veći prinos nego skupljanjem samoniklih vrsta. Danas je u najvećem broju gajenih vrsta vreteno klasa žilavo (savitljivo), tako da se seme u fazi sazrevanja ne osipa. Sve današnje sorte pšenice, bilo koje vrste, imaju velike klasove sa puno krupnih semena, najčešće golih, bogatih

hranljivim supstancama, bez štetnih jedinjenja. Tokom sazrevanja biljaka semena se ne osipaju što omogućava sigurniju berbu.

Zbog gubitka mogućnosti samorasejavanja semena gajena pšenica je zavisila od ljudi koji su počeli usavršavati tehnologiju proizvodnje ovog žita. Tokom domestikacije pšenice semena su polako izgubila dormantnost, kao i bolju zaštitu semena plevama i plevicama kako navode Dubkovsky i Dvorak (2007).

Počeci gajenja biljaka na prostoru Levanta i u susjednim regijama bio je postepen evolucionni proces koji se odvijao nekoliko vekova. Današnja istraživanja, koja imitiraju različite tehnike žetve samonikle pšenice gajene u gustim usevima, ukazuju da je u to vreme bilo moguće dobiti 300-700 kg ha⁻¹ zrna, što je svakako doprinosilo velikom napretku civilizacije i porastu stanovništva (Harlan, 1990). U keramičkom ili grnčarskom neolitu proizvodnja pšenice se širila sa zapadne strane Plodnog polumeseca u jugoistočnu Evropu preko Kavkaza, stigavši na Balkansko poluostrvo i u Grčku oko 8.000 godina pre nove ere. Zrno pšenice je transportovano brodovima duž mediteranske obale u Italiju i Španiju (7.000 godina pre nove ere) i južno od Gibraltara. Pšenica je, takođe donesena u Egipat iz Palestine i Jordana. U centralnoj Evropi najraniji podaci pokazuju da su se *T. aestivum*, *T. dicoccon* i *T. monococcum* gajile u od 4.600 do 3.800 godina pre nove ere (Royo, 2016).

Nakon što je pšenica donesena u određeno područje, postepeno se prilagođavala izmenjenim uslovima nove sredine. Istovremeno je razvijana nova tehnologija proizvodnje adaptirana na lokalne agroekološke uslove, a sve u cilju dobijanja što većeg prinosa i kvaliteta zrna. Šireći proizvodnju pšenice po mediteranskom basenu, poljoprivrednici su donosili i usavršavali svoju agrotehniku, ali i početnu tehnologiju prerade zrna i spremanje hrane, u prvom redu hleba i drugih pekarskih proizvoda.

Proces migracije, kao prirodne i stručne selekcije omogućili su otvaranje specifičnih proizvodnih područja koja su bila adaptirana na različite agroekološke uslove. Ove dinamičke grupe sa izrazitim identitetima genetički su raznovrsnije od trenutno gajenih sorti. Pokazujući lokalno prilagođavanje i povezanost sa tradicionalnim poljoprivrednim sistemima, od 16. veka pšenica je prenesena u Novi svet, prvo u Ameriku, a zatim u Australiju (Balfourier, 2018).

Opis biljke

Zrela biljka je vrhunac ontogeneze, odnosno rastenja i razvića pšenice. To je period kad su biljke formirale sve vegetativne (korenov sistem, stabla i listove) i generativne organe (klasove, plodove i seme), Kirby (2002).

Pšenica obrazuje žiličast korenov sistem koji čine primarni (klicini) i sekundarni (stablovi) korenovi koji izbijaju iz čvora bokorenja. Stablo je uspravno, člankovito i sastoji se iz 6-8 članaka (internodije) koji su omeđeni kolencima (nodusi) iz kolenaca izbija ukupno 6-8 listova. Oni su jednostavne građe sa dugim lancetastim liskama, glatkim ili obraslim sitnim maljama. Najveći je vršni list koji se naziva zastavičar. Stablo je u sredini prazno, a na najdužem vršnom članku formira se složena cvast klas. Cvast ima člankovito i žilavo vreteno. Na svakom useku vretena razvija se po jedan klasić ili klasak koji predstavlja jednostavnu cvast. Klasić je obavijen čvrstim plevama između koji se nalazi 1-7 dvopolnih cvetova. Svaki cvet ima tri prašnika (muški polni organi) i tučka sa dva perasta žiga. Tučak je ženski polni organ. Cvetovi u klasićima na središnjem delu klasa obično prvi procvetaju, posle toga nastupa oplodnja sopstvenim polenom koji pada iz prašnika na žigove tučka. U sorti obične pšenice najčešće su potupno razvijena tri cveta. Na klasu se razvija do 20 klasića, odnosno 30-40 jedno semenih plodova zrna (Dubcovsky i Dvorak, 2007).

Korenov sistem: Pšenica ima snažno razijen korenov sistem čije pojedine žile prodiru i do jedan metar u dubinu zemljišta. Prvo se obrazuju primarni ili klicini korenovi koji se formiraju iz korenka i obična pšenica najčešće razvija 4-6 ovih korenova koji prepoznaju po tome što nemaju korenske dlačice. U fazi ukorenjavanja javljaju se sekundarni korenovi obrasli dlačicama kojim čvrsto pripijaju čestice zemlje. Većinom su u orničnom sloju (do 30 cm) koji je najbogatiji biljnim asimilativima. Ovi korenovi rastu tokom celog životnog ciklusa biljke.

Sekundarna stable: Pored primarnog stabla koje se razvija iz klicinog stablaoceta (plumula), pšenica obrazuje i sekundarna. Ova stabla se formiraju u fenološkoj fazi bokorenja i razvijaju se iz čvora bokorenja. Njihov broj zavisi od vrste pšenice, zatim od sorte, kao i od agrokoloških uslova i prmenjene agrotehnike. Ukoliko se na sekundarnim stablima obrazuju klasovi, takvo

bokorenje je produktivno, ono je poželjno jer biljke daju veći prinos. Savremene sorte razvijaju 2-3 produktivna sekundarna stabla (Fowler, 2018).

Listovi: Pšenica formira sedeće listove koji imaju skraćen lisni rukavac (lamina) i izduženu lisku koja je obavijena nežnim omotačem, najčešće zelene boje. Na mestu izbijanja liske iz rukavca nalazi se vezica (ligula), a na krajevima dva maljava roščića (aurikule). Veličina i položaj listova zavise od mesta na stablu. Donji listovi su sitniji izduženi i pod ostrim uglom su prema stablu, naredni su krupniji i pod većim uglom su u odnosu na stablo. Na vrhu je najkrupniji list sa ovalno-izduženom liskom i najčešće je uspravan. Naziva se list zastavičar i ima veoma važnu ulogu u formiranju gotovo 50% prinosa. Sazrevanjem biljaka listovi se suše, ali ne otpadaju.

Klas: Složena cvast klas se u fenofazi klasanja pojavljuje iz omotača lista zastavice. Sastoji se od klasića (spikelets), koji su, zapravo, cvetovi pšenice. Sastoji se od para opni ili membrana (glumes), u podnožju klasića, i tri ili više cvetova. Unutar svakog cveta nalaze se prašnici (stamens), koji su muški organ i sastoje se od tri celine, i tučkovi (carpels), koji su ženski organ koji prima zrnca polena. Prvo cvetaju cvetovi u klasićima na sredini klasa (Kirby, 2002).

Plod, seme: Pšenica ima jednosemeni suvi plod koji se u poljoprivrednom smislu naziva zrno. Po površini se razlikuju lična strana sa udubljenjem ili brazdicom i leđna ispupčena u donjem delu gde je smeštena klica. Na glavi se nalazi dlakava ćubica. Plod je ovalno izdužen ili bokast od svetlo, do tamno crvene boje. Sastoji se iz dvoslojnog omotača, dvoslojnog endosperma i klice. Biološki najvažniji deo ploda je klica koja ima začetak stabla (plumula), klicin korenak i tri listića. Prvi listić je skutelum, drugi koleoptila i treći začetak pravog lista (Fowler, 2018).

Životni ciklus

Vegetacioni period ozime pšenice traje 245-260 dana, a prolećne oko 120 dana. Tokom životnog ciklusa od semenado biljke prolaze kroz dva stadijuma – toplotni i svetlosni. U toplotnom stadijumu odvijaju se sledeće faze rastenja biljaka (fenofaze): klijanje, nicanje, ukorenjavanje i bokorenje. Drugi stadijum razvića pšenice odvija se na dnevnoj svetlosti dužoj od 12 časova i

naziva se svetlosni stadijum. U ovom stadijumu biljke prolaze kroz sledeće faze rastenja: vlatanje (porast u stablo), klasanje, cvetanje, oplodnja i zametanje ploda i četiri faze zrelosti (mlečna, testasta, voštana i puna zrelost).

1. Klijanje je prva faza rastenja, koja se prepoznaje po pojavi klicinih korenčića. Oni nastaju razrastanjem klicinog korenka. Razrastanje klicinog stabaceta počinje čim se pojave klicini (primarni) korenčići. Klijanje je aeroban proces za koji su, pored kiseonika, neophodni voda i toplota. Fenofaza započinje kada seme upije 25-50% vode od svoje ukupne mase i pri minimalnoj temperaturi od 1°C, ali se odvija sporo. Optimalna temperatura za klijanje je 25°C, a proizvodni (praktični) optimum je 6-12°C. U ovoj fazi pšenica se hrani heterotrofno trošeći rezerve složenih organskih jedinjenja endosperma koje enzimi u štitiću razlažu do jednostavnih i transportuju ih u klicu.

2. Nicanje je faza u kojoj se na površini zemljišta pojavljuje prvi pravi list. On izbija iz otvorenog klicinog listića (porast epikotilom). Prvi pravi list pšenice je zelen. Dužina perioda od setve do nicanja zavisi od temperature i vlažnosti zemljišta i od dubine na kojoj je seme posejano.

3. Ukorenjavanje je obrazovanje sekundarnog korenovog sistema iz čvora bokorenja, odnosno iz kolenca na podzemnom delu stabla koje je najbliže površini zemljišta. U ovoj fazi porasta razvijaju se i primarni korenovi, koji predstavljaju dubinske žile, dok se sekundarni korenovi većinom raspoređuju u orničnom sloju zemljišta. Na jačinu ukorenjavanja utiču vodno-vazdušni režim zemljišta, dopunska ishrana biljaka i temperatura zemljišta.

4. Bokorenje je specifično podzemno grananje primarnog stabla pšenice i formiranje sekundarnih stabala iz čvora bokorenja. Ovaj proces odvija se u predzimskom periodu pri temperaturama između 6°C i 20°C, počinje 2-3 nedelje posle setve pšenice, a nastavlja se i posle zimskog perioda. Na intenzitet bokorenja utiču ishrana biljaka, gustina i vreme setve i osobina genotipa da obrazuje sekundarne izdanke. Razlikuje se ukupno (opšte) i produktivno bokorenje pod kojim se podrazumeva broj razvijenih sekundarnih stabala po jednoj biljci koja imaju klas.

5. Vlatanje je fenofaza porasta biljaka u stablo koje je obrazovano još u bokorenju, ali sa vrlo skraćenim člancima. Prema tome, ova faza predstavlja izduživanje članaka kao rezultat deobe ćelija interkalarnog meristema koji je u donjem delu svakog članka. Tokom vlatanja nadzemni organi biljke značajno uvećavaju svoju masu i lisnu površinu. Za optimalno odvijanje faze vlatanja neophodni su sledeći uslovi: temperatura vazduha iznad 15°C, optimalna vlažnost zemljišta (oko 70% od maksimalnog vodnog kapaciteta, MVK) i optimalna snabdevenost biljaka glavnim elementima ishrane (azot, fosfor i kalijum).

6. Klasanje počinje kad biljke dostignu maksimalnu visinu, a uočava se pojavom klasova u pazusima listova zastavičara. Obrazovanje klasova počinje još u fazi bokorenja. Ukoliko su uslovi spoljne sredine i ishrane biljaka povoljniji u proteklim fenofazama, formiraće se duži klasovi sa većim brojem klasića. Na broj klasića u klasu, kao i broj plodnih cvetova u klasiću, povoljno utiče optimalna snabdevenost zemljišta biljnim asimilativima, posebno fosforom.

7. Cvetanje se manifestuje rasprskavanjem prašnih kesica i prosipanjem polena po žigovima tučka, a zatim se cvetovi otvaraju što je osobina pšenice i ostalih samooplodnih žita. Ova fenofaza traje kratko, do 7 dana uz optimalne temperature vazduha (noćne iznad 11°C i dnevne oko 25°C).

8. Oplodnja i zemetanje ploda nastupaju 6-7 časova pošto polenova zrnca oprašuje žigove tučka. Prvo se formiraju se klica, zatim endosperm i omotači ploda. Optimalne temperature za ovu fazu porasta su 20-25°C. Nalivanje ploda, odnosno endosperma organskim supstancama počinje prvo u donjem delu.

9. Faze zrelosti. Potpuno formiran plod pšenice u prvoj fazi zrelosti još je neispunjen, sadrži 80-65% vode i pod pritiskom ispušta beličastu tečnost. Ovaj potperiod naziva se mlečna zrelost, traje desetak dana i odlikuje se punom fotosintetskom aktivnošću biljaka. Posle mlečne zrelosti u plodovima se naglo smanjuje količina slobodne vode, na 50%. Potperiod u kom je plod dostigao svoj konačni oblik i dimenzije, a stabla su još uvek delimično fotosintetski aktivna, naziva se faza testa. Dinamika nakupljanja hranljivih supstanci opada i počinju procesi sinteze složenih organskih jedinjenja iz jednostavnijih koja su prenesena iz zelenih delova biljke. U ovoj fazi primećuju se

značajne morfološke promene na plodu koji dobija prepoznatljivu boju i sjaj. Sadržaj endosperma nije više tečan, već je testaste ili siraste konzistencije. Količina vode u plodu na kraju testaste zrelosti smanjuje se na 40%. Ovaj potperiod u povoljnim uslovima traje 5-10 dana. Treći deo potperioda zrelosti je voštana zrelost. Ona nastupa 16-20 dana posle oplodnje. Plodovi dobijaju žutu boju i imaju još oko 30% slobodne vode uz nastavak njenog ispuštanja. U voštanoj zrelosti prestaje nalivanje ploda rezervnim hranljivim supstancama jer je prestala fotosintetska aktivnost biljaka. U četvrtom potperiodu, odnosno u punoj zrelosti, plodovi ubrzano gube slobodnu vodu, dostižu svoju normalnu veličinu, boju i hemijski sastav. Stabla i listovi su već osušeni i imaju slamastožutu boju. U većine sorti sa punom zrelošću nastupa i fiziološka, dok u nekih seme ulazi u ovaj potperiod posle kraćeg ili dužeg mirovanja u povoljnim uslovima.

PREDMET I ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA

Predmetom istraživanja ove disertacije obuhvaćene su sledeće dve osnovne oblasti: teorijska i operacionalna istraživanja. Osnovni predmet eksperimentalnih istraživanja bilo je proučavanje uticaja vodnog režima i saliniteta zemljišta na početne fenofaze pšenice, i to vitalnost i sposobnost klijanja semena i nicanja biljaka, kao i faze početnog porasta biljaka. Istraživanja su izvedena u ogledima u laboratoriji, a predmet proučavanja bilo je 12 sorti pšenice od kojih su devet introdukovanih u poljoprivrednu proizvodnju u Libiji, a tri selekcionisane i introdukovane u poljoprivrednu proizvodnju u Srbiji.

Značaj istraživanja je u činjenici da se poljoprivredna proizvodnja, pa i gajenje pšenice odvija u poluaridnim i aridnim predelima gde su gajene biljke izložene različitim ekološkim stresovima, u prvom redu stresu suše i povećanog saliniteta. Ova dva abiotička činioca direktno i indirektno ograničavaju proizvodnju pšenice, uticajem na smanjenje prinosa i ekonomičnost u proizvodnji pšenice. Kako se procesi zaslanjivanja poljoprivrednih zemljišta u Libiji, a i svetu šire evidentno je smanjenje obradivih površina, koje je posebno izraženo od devedesetih godina dvadesetog veka kada se beleže i sve veći i dugotrajniji sušni periodi kao posledica nepovoljnih klimatskih promena. Za Libiju pšenica predstavlja usev od velikog značaja jer u ishrani najvećeg dela stanovništva proizvodi od zrna predstavljaju osnovnu hranu. Pronalaženje načina da se

zaustavi trend opadanja prinosa i ukupne proizvodnje u manje povoljnim klimatskim i zemljišnim uslovima veliki je zadatak naučnih radnika.

Značaj ovih istraživanja ogleda se u činjenici da se eksperimentalnim ogledima pronadu metode za brzi skrining osetljivosti genotipova pšenice na nedostatak vode i povećan salinitet kako za uslove poljoprivrednih predela Libije, tako i Srbije i sveta. Rešavanjem pitanja kako povećati prinose po jedinici površine i kvalitet zrna u navedenim uslovima povećala bi se ukupna proizvodnja pšenice i Libija bi smanjila uvoz pšenice.

S obzirom na ograničenost obradivih površina koje se odlikuju većim proizvodnim potencijalom, kao i smanjivanje poljoprivrednih površina u proteklom decenijama, veliki je izazov kako povećati biljnu proizvodnju u celini. Samo intenzivnijom proizvodnjom i većim prinosima po jedinici površine može se obezbediti više hrane i smanjiti zavisnost od uvoza. Hrana u složenim međunarodnim odnosima u protekloj deceniji postaje važan strateški proizvod, posebno danas u uslovima svetske krize kada zemlje izvoznici povećanjem cena ove robe i drugim netržišnim potezima dovode u vrlo nezavidan položaj zemlje u razvoju.

Za Libiju, koja je u južnom mediteranskom basenu i celokupnom teritorijom nalazi se u poluaridnim i aridnim klimatskim uslovima pod snažnim uticajem polupustinjske klime, neophodno je pronalaziti rešenja kako povećati proizvodnju pšenice u uslovima izraženog stresa od nedostatka vode i povećanog saliniteta. Poznato je da u uslovima sve većih klimatskih promena koje se manifestuju povećanjem temperature vazduha i neredovnim padavinama, poljoprivredne površine su sve više ugrožene povećanjem saliniteta.

Pšenica je vrsta koja je u manjem stepenu tolerantna na ove agroekološke promene, i na nepovoljne uslove spoljne sredine, reaguje značajnim smanjenjem prinosa i kvaliteta zrna. Rešavanje pitanja uspeha proizvodnje pšenice u sve nepovoljnijim uslovima treba tražiti u iznalaženju genotipova koji su najbolje adaptirani na abiotički stres. Uz primenu otpornih genotipova i izmenjene tradicionalne agrotehnike, koju treba prilagoditi specifičnim uslovima aridne klime i na slanim zemljištima, može se održati proizvodnja i bolje iskoristiti zemljišni

resursi. Povećanje prinosa i kvaliteta zrna za poljoprivredne proizvođače, kao i za državu u celini, predstavlja značajan korak u obezbeđenju potrebnih količina hrane sopstvenog stanovništva.

Stoga se značaj ovog istraživanja zasniva na naučnom istraživanju sorti meke pšenice introdukovanih u Libiji i najnovijih novostvorenih sorti iz Srbije, koje bi mogle predstavljati genetičku bazu za stvaranje najnovih hibrida posrednih za gajenje u specifičnim klimatskim i zemljišnim uslovima semiaridne i aridne klima, kako u uslovima bez navodnjavanja, tako i u zalivnom sistemu. Istraživanja mogu poslužiti za izradu nacionalnog programa, ne samo za gajenje pšenice, već i za ostala prava žita koja su interesantna za farmere i prehrambenu industriju Libije, Srbije i sveta u uslovima klimatskih promena.

Dobijeni rezultati istraživanja, takođe predstavljaju jednu od prvih studija koja naučno objašnjava pitanje tolerantnosti pšenice, u celini, posebno na abiotički stres. Za sadašnje, ali i proizvođače, koji bi se ubuduće posvetili gajenju pšenice, rezultati mogu biti polazna osnova za bolje poznavanje pitanja celokupnog tehnološkog procesa u agrotehnici pšenice u specifičnim agroekološkim uslovima poljoprivrednih predela. Na kraju, treba naglasiti da dobijeni rezultati u ovoj disertaciji mogu poslužiti za buduće programe istraživanja vezanih za ovu oblast poljoprivrede.

CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Urađena doktorska disertacija ima naučni, stručno-aplikativni, ali i društveni značaj. Naučni značaj je u činjenici da rezultati istraživanja daju odgovor na pitanje koliko su sorte, koje su bile predmet ovih istraživanja, pokazale tolerantnost na abiotičke faktore, preovlađujuće u poljoprivrednoj proizvodnji Libije. Dobijeni rezultati mogu poslužiti kao preporuka za uvođenje u poljoprivrednu proizvodnju kako bi se povećao obim proizvodnje pšenice s ciljem da se obezbedi stanovništvo osnovnom hranom biljnog porekla. Stručno-aplikativni značaj ovih istraživanja proizilazi iz činjenice da bi se proučavane sorte mogle iskoristiti kao dobar selekcioneri materijal u stvaranju genotipova tolerantnijih na sušu i povećani salinitet zemljišta. Novostvorene sorte bile bi interesantne za gajenje u mnogim oblastima u svetu, a ne samo u predelima semiaridne klime i

na zemljištima povećanog sadržaja soli u orničnom sloju zemljišta. Društveni značaj istraživanja je u činjenici da pruža mogućnost projektovanja i razvoja efikasnijeg sistema povećanog obim biljne proizvodnje, kao i očuvanja i remedijacije zemljišta.

Glavni ciljevi istraživanja ove doktorske disertacije proistekli su potrebu da se odredi stepen tolerantnosti nekoliko današnjih sorti pšenice na tolerantnost najčešćih oblika abiotičkog stresa tokom vegetacionog perioda ove biljne vrste. Rezultati istraživanja mogu da posluže kao naučni pristup uvođenja novih sorti pšenice i primeni agrotehničkih mera, najbolje prilagođenih gajenju ovog hlebnog žita. Saznanja, stečena na osnovu eksperimenata izvedenih u laboratorijskim uslovima mogu se primeniti u Libiji, ali i u Srbiji jer se negativan uticaj klimatskih promena sve više manifestuje i u poljoprivrednim predelima umerene klimatske zone.

Taksativno navedeni ciljevi istraživanja mogu se prikazati u osam osnovnih oblasti, i to:

1. Doprinos povećanju ukupnog prinosa od ovog strateškog useva u Libiji kako bi se smanjila razlika između proizvođača i potrošača;
2. Procena novih sorti meke pšenice, usmerena na početne faze porasta, i to klijanje i nicanje i praćenje njihove tolerantnosti na sušu i salinitet, budući da su biljke u početnim fenofazama najosetljivije na povećanu koncentraciju soli i manjak vode;
3. Brzi skrining i selekcija sorti i sojeva pogodnih za gajenje na osnovu njihove tolerancije na sušu i salinitet;
4. Određivanje ključnih osobina povezanih sa prinosom i na koje najviše utiču salinitet i suša;
5. Unapređenje genetičke baze linija meke pšenice radi korišćenja u budućim programima gajenja i stvaranja novih sorti;

6. Doprinos usmeravanju nacionalnog programa na polju gajenja ovoguseva, u uslovima suše i povećanog saliniteta;

7. Preporuka gajenja sorti pšenice u Libiji i Srbiji koje su pokazale toleranciju na sušu i povećan salinitet u ovim istraživanjima;

8. Pomoć u smanjenju ekonomskih gubitaka uzrokovanih stresom suše i povećanog saliniteta.

PREGLED LITERATURE

Pšenica, kao jedna od najstarijih gajenih biljaka, koja je u istoriji čovečanstva odigrala značajnu ulogu, i danas je predmet brojnih proučavanja, posebno u zemljama velikim proizvođačima ovog žita. Iako je ovo jedna od najstarijih gajenih biljaka, pšenica je krajem dvadesetog veka stavljena na listu najvažnijih prehrambenih biljaka. Najveći broj dosadašnjih istraživanja bio je vezan za rešavanje pitanja najracionalnije tehnologije proizvodnje, zatim za izbor sortimenta najbolje prilagođenog lokalnim agroekološkim uslovima, kao i na usavršavanje postupaka oplemenjivanja u cilju dobijanja genotipova poboljšane nutritivne vrednosti. U današnje vreme istraživanja su sve više usmerena u pravcu izbora sorti i agrotehnike koja bi ublažila opadanje prinosa i kvaliteta zrna u uslovima sve evidentnijih nepovoljnih promena klime.

Klimatske promene, koje se manifestuju globalnim zagrevanjem planete, uslovljene povećanjem štetnih gasova u atmosferi, u prvom redu ugljendioksida i metana, pred naučnike postavljaju zadatak kako u izmenjenim agroekološkim uslovima održati ili čak i povećati proizvodnju pšenice (i drugih useva). Sve veća potražnja za hranom rezultat je velikog prirodnog prirasta stanovništva planete, ali i povećane potrošnje po glavi stanovnika. U protekle dve decenije pažnja istraživača usmerena je na iznalaženje najpodesnijih metoda gajenja pšenice u uslovima kad su biljke gotovo celog vegetacionog perioda izložene stresu abiotičkih činilaca, u prvom redu smanjenim količinama i neujednačenim rasporedom padavina, kao i sve većoj zaslanjenosti zemljišta koja je posledica vodnog režima, ali i primene neodgovarajuće tehnologije proizvodnje.

Citirani radovi, koji su korišćeni za izradu ove disertacije, prema oblastima proučavanja, podeljeni su u dve manje celine.

U prvoj grupi naučnih radova naučnici su proučavali biološke i proizvodne osobine različitih sorti pšenice u uslovima stresa kao posledice nepovoljnog rasporeda padavina prateći dinamiku potrošnje vode po fenofazama. Rezultatima istraživanja određeni su potrebe biljaka u vodi, tolerantnost na sušu po fazama i reakcija različitih sorti na ovaj abiotički stres.

Druga celina je vezana za rešavanje pitanja tolerantnosti genotipova na stres izazvan povećanom zaslanjenošću zemljišta. Većina autora istakla je da pšenica, iako ne podnosi alkalna zemljišta, pokazuje određenu tolerantnost zahvaljujući stvaranju novijih genotipova koji se fiziološkim procesima u biljci bore protiv viška nepoželjnih soli.

1. Radovi vezani za stres kao posledicu suše

Deficit vode je ozbiljan ekološki stres i glavno ograničenje produktivnosti biljaka sa evidentnim uticajem na rast biljaka. Cilj ovog rada bio je da se prouče klijanci većeg broja genotipova roda *Triticum* (15) i samonikle roda *Aegilops* (tri) koji se razlikuju u reakciji na stres od suše na fiziološkom i molekularnom nivou. Identifikacija rezistentnih i osetljivih genotipova je prvo bila zasnovana na merenju relativnog sadržaja vode (RSV). Dalja podela genotipova koji su kontrastni u njihovom odgovoru na ovaj abiotički stres izvršena je na fiziološkom nivou određivanjem RSV, brzine gubitka vode (BGV) i sadržaja slobodnog prolina nakon različitog vremena dehidratacije. Tim istraživača zaključio je da tolerantnost na sušu u biljkama reguliše pet dehidrinskih gena čija aktivnost nije izražena u uslovima optimalne obezbeđenosti biljaka vodom. Aktivnost ovih gena bila je jača u samoniklih genotipova tako da naučnici Rampino i sar. (2006) ističu kako bi u budućem radu na oplemenjivanju pšenice, pored povećanog prinosa, trebalo usmeriti istraživanja u pronalaženju načina prenošenja ovih gena u gajene vrste.

Rauf i sar. (2007) su proučavali toleranciju na sušu koristeći 16 lokalnih sorti pšenice iz Pakistana. Biljke u ogledima su tretirali različitim koncentracijama polietilen-glikola PEG 6000, i to 0 (kontrola), 15, 20, 25%. Predmet ispitivanja bio je uticaj povećanih koncentracija preparatana osnovne biološke i morfološke osobine sorti u početnim fazama rastenja. Merenjem i analizom dobijenih parametara, a to su ukupna klijavost i energija klijanja, zatim dužina biljaka i korenova,

masa suvih stabala i korenova, kao i odnos nadzemne i podzemne biomase došli su do sledećih rezultata: proučavane sorte su se razlikovale prema stepenu tolerancije na stres uslovljen sušom. U oglelima sorta PK-18199 imalaje maksimalni procenat klijavih semena, sorta PK-18175 je ispoljila najveću tolerantnost na stres od suše, a sorta FJ0399 je imala najpovoljniji odnos dužine korena i staba. Sorte AS-2002 i KC033 pokazale su najbolje biološke rezultate u početnim fenofazama. Najmanju tolerantnost na stres suše ispoljila je sorta WAFaq 2001, dok je sorta PK-18199 imala najnepovoljniji odnos dužine korena i stabla u uslovima pojačanog nedostatka vode.

Analizirajući proizvodnju pšenice u dvadesetogodišnjem periodu na teritoriji Republike Srbije i vodnog režima tokom ontogeneze Denčić i sar. (2009) zaključuju da su vrednosti prinosa po jedinici površine značajno varirale. Amplituda variranja bila je od 2,3 t ha⁻¹, do 4,6 t ha⁻¹. Pod pretpostavkom da se agrotehnika i sortiment nisu mnogo menjali u proučavanom periodu, osnovni razlog neujednačenih godišnjih prinosa bili su količine i raspored padavina u fenofazama kad pšenica usvaja najviše vode što je potkrepljeno i prikazom meteoroloških uslova za za ovaj period (1988-2008. godina).

Na teritiriji Vojvodine Marković i Jovanović (2011) su analizirali proizvodnju pšenice i kukuruza u tridesetogodišnjem vremenskom periodu. Autori su obradili meteorološke podatke na osam lokaliteta Bačke, Banata i Srema i dobijene vrednosti poredili sa ostvarenim prinosisima zrna na ovim eksperimentalnim jedinicama. Zaključili su da je na visinu prinosa po godinama i lokalitetima najveću uticaj imao vodni režim, i to za pšenicu količina i raspored padavina u aprilu i maju, odnosno u vreme najveće potrošnje vode od strane biljaka.

Almaghrabi (2012) je u Saudijskoj Arabiji, proučavao procenu tolerancije osam sorti pšenice *Triticum aestivum* na stres izazvan sušom u fazi klijanja i nicanja. Za ova istraživanja korišćene su različite koncentracije supstance polietilen-glikola (PEG) 6000, u sledećim odnosima: 0 (kontrola), 60, 120, 180, 240, 300 (g/l). Nakon analize postignutih rezultata, utvrđeno je da pet sorti imaju povišenu tolerantnost na sušu u početnim fenofazama, dok su ostale tri sorte bile slabo otporne na povećanje koncentracije ove supstance, odnosno na sušu.

Istražujući tolerantnost pšenice *Triticum aestivum* L. na stres izazvan sušom Mushtak i sar. (2013) u Pakistanu su postavili oglede u kontrolisanim uslovima. Predmet proučavanja bilo je 40 sorti. Pre setve u sudove tretirane su supstancom PEG 6000 u sledećim koncentracijama 0

(kontrola), 7,5, 15 i 22,5%. Rezultati istraživanja kod svih sorata pokazali su da se sa povećanjem koncentracije polietilen-glikola smanjivale su se sve ispitivane biološke osobine, a to su procenat klijanja, dužina klijanaca i korenova. Istovremeno, evidentirano je i da su sorte ispoljile značajna variranja tolerantnosti na stres uzrokovan sušom. Tako je sorta Lyalpur-73 imala najbolju klijavost semena (87,5%). Sorte C-591 imale su najveći indeks klijavosti (2,4). U sorti pšenice Pasban 90 i WC-18 zabeležena je najveća dužina korenova (9,9 cm), kao i održivost klijanaca (7,4). Maksimalnu dužinu stabla (8,3 cm) imala je sorta Auqab-2000. Procenat klijavih semena i energija klijavosti u svim ispitivanim sortama imali su pozitivnu korelaciju u poređenju sa ostalim proučavanim osobinama.

Dodig i sar. (2013) su laboratorijskim eksperimentima, čija istraživanja su trajala 25 dana, proučavali uticaj suše na biljke pšenice u početnim fazama rasteanja (klijanje i nicanje). Predmet istraživanja bilo je 96 sorti pšenice koje su tretirane sledećim koncentracijama PEG 6000: 0 (kontrola), zatim -0,2, -0,4 i -0,6 MPa. Proučavani su procenat klijavih semena, prosečno vreme klijanja, dužina biljaka i intenzitetporasta. Rezultati su pokazali da se efekat stresa od suše najbolje može utvrditi u varijanti sa -0,4 Mpa, jer su variranja među sortama bila statistički značajna. Istovremeno, naučnici su zaključili da se povećanjem koncentracije PEG 6000 (intenziteta suše) u svih sorti smanjuje biološka aktivnost što se registrovalo njihovim pogoršanjem morfoloških osobina.

Koristeći različite koncentracije polietilen glikola (Polyethylene Glycol) Chachar i sar. (2014) istraživali su koliko koncentracije PEG 6000, od nula (kontrola) do 0,75 MPa utiču na početni porast šest odabranih genotipova pšenice. Tolerantnost na sušu proverena je posmatranjem sledećih parametara: ukupna klijavost i energija klijanja semena, zatim brzina nicanja pšenice, broj razvijenih biljaka, prosečna visina biljke, dužina korenova, kao i prosečna masa sveže i suve biljke. Kao odgovor na povećanje koncentracija PEG 6000 proučavane sorte imale su trend smanjenja ispitivanih osobina, ali su i uočene i razlike među njima. Tako su genotipovi pšenice DH-3/48 i Chakwal-86 imali najveći procenat klijalih semena (80,0% i 77,30%) prinajvišem osmotskom pritisku vode (0,75 MPa). Najduža stabla i najduže korenove imala je sorta Khirman, a sortaobrazovala je najveću prosečnu masu stabla (0,11 g). Maksimalna suva masa korena bila je u genotipa Chakwal-86,(0,14 g), i to najvećem nedostatku vode. Prema zaključcima ovih autora

genotipovi Khirman i DH-3/48 pokazali su najbolje rezultate u ogledima i mogli bi se gajiti u uslovima aridnih (suvljih) područja.

Stojiljković i sar. (2014) su analizirajući vremenske uslove u poljoprivrednom području Leskovca zaključili da vremenski uslovi tokom vegetacionog perioda pšenice imaju najveći uticaj na formiranje prinosa pšenice. Nedostatak padavina, kao i njihov nepovoljan raspored, odnosno suša u kritičnim periodima za vodu uz visoke toplotne vrednosti i temperaturna kolebanja značajno umanjuju prinos zrna. U uslovima sve evidentnijih klimatskih promena mehanizam odbrane od nepovoljnih vremenskih uslova pred naučnike postavlja zadatak kako se adaptirati na novonastale klimatske uslove. Prvi korak je u oplemenjivanju, odnosno stvaranju sorti koje su tolerantnije prema suši. Novi genotipovi treba da su što kraćeg vegetacionog perioda, patuljastog porasta i kseromorfne građe kako bi što manje vode ispuštali transpiracijom. Drugi korak je iznalaženje najpodesnije agrotehnike za uslove redovnih suša tokom celog vegetacionog perioda.

El-Ravi i Hassan (2014) su u Egiptu, testirali tolerantnost na sušu sedam sorti pšenice *Triticum aestivum* L. U ogledima su primenjene sledeće koncentracije supstance (PEG) 6000: 0 (kontrola), 5, 10, 15 i 20%. Rezultati istraživanja pokazali su da je samo jedna sorta imala visok stepen tolerancije na stres od suše i u povećanim koncentracijama PEG 6000. Ostale sorte su ispoljile malu tolerantnost ili su bile osetljive na stres od suše.

Saha i sar. (2017) su u laboratorijskim uslovima ispitali uticaj stresa suše na 100 sorti pšenice sa različitim nivoima nedostatka vode tokom početnih faza porasta biljaka. Da bi se simulirali nivoi nedostatka vode koristili su različite koncentracije polietilen glikola (PEG 6000), i to kontrola (0), zatim 15 i 25%. Tokom prvih fenofaza registrovani su podaci o energiji klijanja i ukupnoj klijavosti izraženi u procentima, zatim suvoj masi stabala i korenova, stepenu aerisanosti i indeksu biološke aktivnosti. Dobijeni i statistički obrađeni rezultati pokazali su da je sa povećanjem koncentracije PEG nastupilo relativno smanjenja energije klijanja i ukupne klijavosti, stepena aerisanosti i indeksa biološke aktivnosti kod svih ispitivanih sorti pšenice. Međutim, i u laboratorijski izazvanom stepenu suše (15% i 25% PEG) metabolička efikasnost semena u pojedinih sortii bila je značajno veća u poređenju sa kontrolnim uslovima. Od ukupnog broja sorti, koje su bile predmet istraživanja, autori su izdvojili sledećih devet sorti BD-480, BD-498, BD-

501, BD-513, BD-514, BD-519, BD-592, BD-618 i BD-633, kao podesne za gajenje u uslovima suše koja bi nastupila u periodu setva – nicanje biljaka.

Da bi se opredelili za sorte koje su najtolerantnije na stres suše u početnim fenofazama Nariman i sar. (2017) su obavili laboratorijska istraživanja na sledećih sedam lokalnih sorti pšenice - Adana, Aras, Azadi, Maxipak, Rizgari, Sham 4 i Sham6. Sorte su testirane različitim negativnim osmotskim rastvorima – 0 (kontrola), 0,5; 1 i 1,5 Mpa. Korišćen je preparat PEG 6000. Ocenjujući tolerantnost sorti na stres uzrokovan sušom autori su zaključili na osnovu proučavanih parametara da je sorta Azadi pokazala najbolje rezultate u uslovima povećanog nivoa stresa od suše. Ispoljila je najbolje osobine vezane za klijanje i nicanje, kao i za kasniji porast biljne mase pri kraju faze nicanja i u početku ukorenjavanja. Na superiornost sorte Azadi uticao je odličan odabir linija roditeljskih komponenti koje su oplemenjivači iskoristili uzevši početni selekcionni materijal nastao u prirodnoj selekciji u polusušnim uslovima lokalne sredine. Prema tolerantnosti na sušu drugo mesto zauzela je sorta Rizgari. Njeni klijanci su imali dobre osobine za kasniji porast u uslovima suše. Ostale sorte su manje-više ispoljile određenu tolerantnost na stres izazvan sušom. Primenjena metoda može se primeniti u brzom otkrivanju genotipova podesnijih na sušu u velikoj populaciji, jer su manji troškovi i manje učešće radne snage nego kad bi se ocena tolerantnosti izvodila u uslovima komercijalne proizvodnje.

Mansour i sar. (2019) su proučavali uticaj povećanog nivoa nedostatka vode na klijanje semena tri genotipa pšenice *Triticum aestivum* L. Predmet istraživanja bile su sorte Condor, Seri i T.R. čije seme je u procesu klijanja bilo izloženo na četiri nivoa dehidracije (0,3; 0,6; 0,9 i 1,2 MPa). Step en suše poređen je se sa kontrolnom varijantom (0 MPa). Za simulisanje nivoa nedostatka vode, odnosno stvaranje stresnih uslova suše, korišćen je polietilen glikol (PEG6000). U laboratorijskim uslovima u periodu od 14 dana svakodnevno je evidentiran broj klijavih semena. Parametri klijanja su bili prosečno vreme klijanja, procenat iskljalih semena i energija klijanja. Kao pokazatelji bioloških (morfoloških) osobina bili su prosečna visina stabla i dužina korenova, zatim, sveža i suva masa, nadzemnih organa i korenova, kao i ukupan broj stabala i korenova obrazovanih u fazi nicanja. Komparativnim poređenjem ovih činilaca između ove tri sorte autori su došli do zaključka da je najviša vrednost najvećeg broja ispitivanih činilaca bila kod sorte T.R., druga je bila Seri. Naučnici su, takođe zaključili da je u uslovima najniže koncentracije PEG 6000 seme sve tri sorte imalo zadovoljavajuću klijavost. Međutim, sa povećanjem

koncentracije polietilen glikola svi proučavani parametri vezani za početni porast biljaka značajno su smanjivani.

2. Radovi vezani za stres uzrokovan povišenim salinitetom

Proučavajući tolerantnost na rastuće koncentracije soli NaCl na biljke ječma Seydi i sar. (2003) su postavili laboratorijske oglede sa osam odabranih genotipova. Korišćenjem Hoaglandovog rastvora u 5 različitih koncentracija natrijum hlorida NaCl (3,4;5,9; 133,3; 216,6 i 314,5 Mm), naučnici su pratili procenat klijalih semena, porast biljke i korenova i suhu masu biljke i korenova, ocenjujući njihovu toleranciju na sol. Rezultati su pokazali da su genotipovi Erginel-90 i Wbelt-10 pokazali visok nivo tolerancije na povećanu zaslanjenost, Anadolu-86, Koral-97 i Karatay-94 su imali srednji nivo tolerancije, dok su Tokak-157/37 i Hamidiye-85 bili su najosetljiviji na NaCl. Ove zaključke potvrđuju istraživanja koja su izveli Malesevic i sar. (2010) gde su u semiaridnim predelima Srbije sorte ječma različito reagovala na povećani salinitet.

Proučavajući uticaj povećanih količina natrijum-hlorida (NaCl) na klijavost i početak nicanja pet genotipova pšenice *Triticum aestivum* L. Datta i sar. (2009) u Indiji zaključili su sledeće: povećanje količine NaCl, od 25, 50, 75, 100, 125, do 150 mmol, ispoljilo je značajan uticaj početne fenofaze biljaka. Sa povećanjem koncentracije soli statistički su značajno opadali počenta klijanja, kao i dužina korenova i visina klijanaca (stabala). Nivo variranja zavisio je i od genotipa, tako da autori ističu da se pravilnim izborom sorte mogu ublažiti štetne posledice povišene zaslanjenosti zemljišta.

Ispitujući tolerantnost pet domaćih sorti pšenice *Triticum aestivum* L. povećani salinitet zemljišta u kontrolisanim uslovima na ogledima u Iranu Khaiatnezhad i sar. (2010) iz Irana, zaključili su da su sorte, većinom, osetljive na veće koncentracije soli. Sorte, predmet ovih istraživanja bile su izložene koncentraciji natrijum-hlorida u koncentracijama od nula (0), 2, 4, 8, do 10 bara. U uslovima ovako visokog saliniteta samo jedna sorta je uspevala da klija, niče i nastavlja dalji porast, dok su ostale četiri ispoljile variranja od umerenih do niskih tolerancija.

Proučavajući u laboratorijskim uslovima uticaj sedam sorti pšenice *Triticum aestivum* L. na stres izazvan povećanom koncentracijom soli (od 0,02, zatim 2, 4, 6 do 8 ds/m) Zahir Muhammad i sar. (2012) su u Pakistanu došli do sledećih rezultata: procenat klijavih semena ispoljio je značajna variranja između sorti u interakciji sa koncentracijom soli, dok razlike utvrđene između različitih koncentracija soli nisu bile statistički značajne; dalji porast biljaka (nicanje i pojava prvih listova) značajno je zavisio od interakcije sorte i upotrebljenih količina soli, dok koncentracije upotrebljenih soli nisu ispoljile variranja.

Proučavajući u laboratorijskim uslovima uticaj stresa pri povećanoj alkalnosti sredine (2, 4, 6, 8, 10, 12 i 14 dS m⁻¹ NaCl) na jedanaest vrsta obične pšenice (*Triticum aestivum* L.) Kandil, i sar. (2012) su zaključili da tolerantnost na ovaj abiotički stres značajno zavisi od bioloških osobina sorte. Proučavane sorte pšenice su različito reagovala na zaslanjenost sredineu procentu ukupno klijalih semena, energiji klijanja, zatim prema prosečnoj visini biljke, dužini korenova, masi sveže biljke (nadzemni deo i korenovi, kao i ukupnoj suvoj masi biljke). Povećanje koncentracije saliniteta od nule na 14 dS m⁻¹ ispoljilo je trend smanjenja proučavanih osobina u svih sorti tako da je interakcija između sorte i stepena zaslanjenosti bila statistički značajna. I pored ovakog trenda pogoršavanja bioloških i morfoloških osobina autori su izdvojili dve koje su ispoljile veću tolerantnost u fazi klijanja i nicanja na povećani alkalitet. To su Sakha93 i Sakha94. Zahvaljujući pokazanim rezultatima istraživanja ove dve sorte mogle bi da budu odgovorkako rešavati pitanje gajenja pšenice na zaslanjenim zemljištima. Sorte bi trebalo uvesti u sitem komercijalne proizvodnje u Egiptu, ali koristiti i za dalji program oplemenjivanja pšenice gde bi one poslužile kao donor gena koji utiču na povećanu tolerantnost u uslovima stresa uzokovanog zaslanjenosti poljoprivrednih površina kao posledice sve učestalijih suša.

Istraživački tim na čelu sa Bahranjem (Bahrani i sar., 2012) proučavao je uticaj povišenog saliniteta na porast pšenice u početnim fazama klijanju i nicanju biljaka. U ovim laboratorijskim ispitivanjima autori su uvrstili 15 sorti obične pšenice (*Triticum aestivum* L) radi proučavanja uticaja tri koncentracije saliniteta rastvora natrijum hlorida (4, 8, 16 dS m⁻¹) i destilovanu vodu kao kontrolnu varijantu. Tokom početnih faza porasta evidentirani su ukupan broj klijalih semena, zatim prosečna visina biljaka i dužina korenova u fazi nicanja, kao i masa svežih biljakamasa suvih nadzemnih organa i korenova. Rezultati do kojih su autori došli, pokazali su da je sa povećanjem koncentracije NaCl u svih ispitivanih sorti smanjen procenat klijalih semena, zatim biljke su

obrazovale niže stabla i kraće korenove i smanjena je prosečna masa sveže i suve biljke. Vrednosti bioloških i morfoloških osobina počele su da opadaju sa povećanjem saliniteta do vrednosti od 8 dS m⁻¹ NaCl, dok su biljke obrazovale kraće korenove u svim varijantama sa NaCl u odnosu na kontrolu, posebno sorta Yavarous. Najmanju tolerantnost na povećani salinitet imala je sorta Dez, zatim slede Vinak, Cross Adl i Star. S druge sorte Inia, Kavir i Chamran bile su najtolerantnije na povećanu zaslanjenost. Na kraju ovaj tim istraživača je preporučio da se odabrane tolerantnije sorte na stres uslovljen povećanim salinitetom, uvode u proizvodnju na zemljištima ugroženim povećanom alkalnošću zemljišta. Istovremeno, one bi mogle poslužiti u oplemenjivačkom radu kao donor povoljnih gena pri stvaranju novih, tolerantnijih sorti.

Proučavajući uticaj povišene zaslanjenosti na biološke i morfološke osobine riže Fogliatto i sar. 2014 su izveli niz eksperimenata na sledeće dve vrste Baldo i CL80. U cilju iznalaženja tolerantnosti ovih sorti riže za povećanu zaslanjenost koristili su sledeće koncentracije rastvora soli NaCl 0 (kontrolna varijanta), zatim 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 Mm. Proučavajući efekte ovih koncentracija soli na klijanje semena i nicanje i početni porast biljaka zaključili su sledeće: rezultati istraživanja pokazali su statistički značajno smanjenje procenta klijalih semena, kao i brzinu klijanja. U fazi nicanja i početnog porasta biljke su, u uslovima povećane zaslanjenosti obrazovale manju nadzemnu biomasu i kraće korenove. i dužine stabljike sa povećanjem stope koncentracije rastvora NaCl. Manji procenat klijavih semena u svim varijantama bio je manji u sorte CL80. Međutim, morfološke osobinevisina biljke, kao i dužina korenova u obe sorte su bili bez značajnih variranja, i prema mišljenju ovih istraživača, one su bile relativno tolerantne na povećani alkalitet.

El Goumi i sar. (2014) postavili su oglede kako bi ispitali uticaj različitih koncentracija saliniteta na klijavost i neke fiziološke osobine tri sorte ječma Arig 8, Asni i Tamelalt poreklom iz Maroka. Za tretiranje je korišćeno pet različitih koncentracija zaslanjenosti (0, 5, 10, 15, 20 g/L) uz kontrolu (0 g/L). Sorte su pokazale statistički značajna variranja koja su izazvana stresom povećane koncentracije soli na početne fenofaze rastenja ($p < 0,001$). Povećanje koncentracije NaCl značajno je smanjilo sve proučavane vrednosti bioloških osobina u svim sortama, a to su ukupni procenat klijanja, dužina korena i izdanaka, sveža i suva biomasa, relativni sadržaj vode i indeks tolerancije na soli. Prema rezultatima najosetljivija sorta na stres izazavan povećanom alkalnošću

bila je Asni (42,75%), nešto više tolerantna Arig 8 (47,66%), dok je najtolerantnija bila sorta Tamelalt (59,77%).

Al Naggar i sar. (2015) proučavajući reakciju većeg broja sorti na povišeni sadržaj soli postavili su laboratorijske oglede po sistemu randomiziranog bloka u tri ponavljanja. U istraživanjima su bile sledeće koncentracije natrijum-hlorida 0 (kontrola), 3000, 6000, 9000 ppm NaCl. U svaku varijantu dodat je hranljivi rastvor Hoagland. Povećanjem koncentracije natrijum hlorida kod nekih sorti je postepeno, a kod drugih značajno smanjena tolerantnost na stres zaslanjenosti sredine. Smanjenje tolerantnosti ogledalo se u produženju srednjeg vremena klijanja (SVK), posebno na nivou koncentracija od 6000 i 9000 ppm, zatim formiranoj suvoj masi stabala, već na nivou 3000 ppm i odnosu korena i stabla(K/I) na nivou od 9000 ppm NaCl. U varijantama na najvišem nivou saliniteta (9000 ppm NaCl), sorte su merene na osnovu indeksa tolerancije na salinitet (STI), gde su autori zaključili da je Sakha-93 sorta najtolerantnija na zaslanjenost sredine.

Rabiul i sar. (2016) postavili su eksperiment za procenu 20 sorti pšenice da bi ispitali stepen njihove tolerancije na povećan sadržaj soli u fazama klijanja semena i početnog porasta biljaka. Seme ovih sorti je stavljeno u Petrijeve posude u koje je tokom 10 dana dodavana sol natrijum-hlorid u sledećim koncentracijama 0 (kontrola), 4, 6, 8, 10 dS m⁻¹. Dobijeni rezultati su pokazali da dodata sol ima snažan uticaj na ukupnu klijavost i energiju klijanja, a u sledećoj fenofazi na dužinu primarnih korenova, na visinu izniklih biljaka, kao i na suhu masu nadzemnih i podzemnih biljnih organa. Indeks tolerancije soli (STI) suve mase biljaka ispoljio je značajnu pozitivnu interakciju sa ukupnom klijavošću i energijom klijanja, kao i sa prosečnom visinom biljaka i dužinom korenova. Variranja ovih parametara zavisila su i od sorti obuhvaćenim istraživanjima, što ukazuje da se ovi rezultati mogu koristiti kao kriterijumi odabira za skrining genotipova pšenice protiv stresa soli. Sveobuhvatnim posmatranjem osobina klijanja i početnog porasta biljaka autori su istakli da su genotipovi pšenice BAW1189, BAW 1186, Gom, Bari, Gourab, Shatabdi, Bijoy ispoljili veću toleranciju prema soli u odnosu na ostale sorte.

U Turskoj su Fatih Oner i sar. (2018) proučavali stepen tolerantnosti sedam domaćih sorti pšenice *Triticum aestivum* L. na povećani salinitet zemljišta dodavanjem različitih količina natrijum hlorida u destilovanu vodu da bi dobili koncentracije (0, 25, 50, 100, 150 ml). Nakon sprovedenih eksperimenata i merenja, bilo je evidentno da je porast koncentracije soli negativno

uticao na klijanje semena i porast biljaka. Stepen tolerantnosti je opadao sa povećanjem koncentracije soli u rastvori, ali su variranja bila neravnomerna što pokazuje da neke sorte bolje podnose zaslanjenu reakciju, dok su druge na ovaj stres bile osetljivije. Ovi rezultati su potvrdili činjenicu da se daljim radom na oplemenjivanju i stvaranju tolerantnijih sorti treba nastaviti, jer je to jedno od rešenja borbe protiv stresa koji uzrokuje visok salinitet zemljišta.

Istraživači Zine El Abidine Fellahi i sar. (2019) proučavali su u poljoprivrednim područjima Alžira tolerantnost dvadeset sorti pšenice (*Triticum aestivum*) koje su u kontrolisanim uslovima bile tretirane u fazama klijanja i nicanja različitim koncentracijama natrijum-hlorida (NaCl), to 0, 50, 100, 150 ml. Rezultati su pokazali da su rastuće koncentracije natrijum-hlorida značajno uticale na procenat klijavosti i porasta biljaka u fazi nicanja. Koncentracije NaCl od 100 i 150 ml ispoljile su najveći negativan uticaj na početne fenofaze. Istovremeno, sorte, koje su bile predmet istraživanja pokazale su različitu tolerantnost za zaslanjivanje zemljišta i naučnici su ih podelili na tri grupe koje su definisali kao tolerantne, umereno tolerantne i osetljive na povećanu zaslanjenost. Kao najtolerantnije izdvojene su sledeće četiri sorte: Fellahi, Zaghoudi, Boutalbi i Hannachi.

Istraživači Ehtaiwesh i sar. (2019) su proučavali uticaj saliniteta na 12 lokalnih sorti pšenice, gde je u laboratorijskim uslovima seme, posle setve osam dana tretirano sa tri koncentracije natrijum-hlorida, i to 50, 100, 150 Mm NaCl. Radi poređenja tolerantnosti na stres uzorkovan povećanim salinitetom postavljena je i kontrolna varijanta (0 Mm NaCl). Na kraju eksperimenta izračunati su konačni procenat klijavih semena, energija klijanja, prosečna dnevna klijavost, zatim na kraju prosečna dužina stabla i korena, masa svežegi osušenog uzorka. Rezultati ovih istraživanja pokazali su da se problem zaslanjenosti zemljišta može rešavati iznalaženjem najpovoljnijeg sortimenta pšenice, jer su sorte Sabha i Makkawi ispoljile umerenu tolerantnost na povišeni salinitet u fazi klijanja, dok su ostale bile slabo ili netolerantne na ovaj abiotički stres.

El Sabagh i grupa od 20 naučnih radnika i velikog broja zemalja (2021) ističu da pšenica, pored riže i kukuruza, ima ključnu ulogu za obezbeđivanje sigurnosti ishrane stanovništva. U izmenjenim klimatskim uslovima na globalnom nivou proteklih decenija brzo rastući salinitet obradivog zemljišta, posebno u aridnijim područjima, postaje ozbiljan problem i pretnja održivoj proizvodnji pšenice i većine drugih ratarskih useva, jer negativno utiče na porast i razviće biljaka,

a to rezultira znatnim smanjenjem prinosa i kvaliteta zrna. Autori ističu da pšenica koristi niz fizioloških, biohemijskih i molekularnih mehanizama da se prilagodi stresu saliniteta na nivou ćelije, tkiva kao i cele biljke. Poznavanje mehanizama koji utiču na tolerantnost biljaka na stres uzrokovan visokim salinitetom važno je za programe selekcije i oplemenjivanja i zadatak selekcionera je da iskoriste ove mehanizme u procesu dobijanja novih genotipova. Pored stvaranja genotipova novije generacije, koji ispoljavaju povećanu tolerantnost na povećanu zaslanjenost, autori ističu da se ovo pitanje treba rešavati i drugim agrotehničkim merama. Posebno naglašavaju folijarnu primenu antioksidanata i regulatora rasta radi održavanja odgovarajućeg nivoa vode u listovima kako bi se pospešilo prilagođavanje osmotskog pritiska kojim bi se ublažio neželjeni efekat povećanog saliniteta na biljke pšenice. Pored toga, autori zaključuju i da bi na globalnom planu trebalo pristupiti hidromeliorativnoj popravci zaslanjenih zemljišta, na primer izradom drenažnih sistema, zatim ispiranjem soli, izborom mineralnih hraniva koja ne povećavaju zaslanjenost zemljišta i tako dalje.

Pored značajnog negativnog uticaja povećanog alkaliteta (zaslanjenosti) na životne funkcije pšenice i ostalih pravih žita, većina ratarskih useva ispoljava malu tolerantnost na ovaj abiotički stres. Smanjenje životnih funkcija u biljkama, što na kraju, rezultira malim prinosisima, a ponekad i izostanku obrazovanja plodova, posebno ukoliko su vodni i toplotni reži tokom porasta biljaka nepovoljni. Rezultati koje navode Ikanovic i sar. (2010), Glamočlija i sar. (2010), Jankovic i sar. (2011), Matović i sar. (2013) i Glamočlija i sar. (2015), ispitujući proizvodne osobine pojedinih ratarskih vrsta, pokazuju da u većini poljoprivrednih predela Srbije problem zaslanjenosti postaje sve više izražen, posebno u područjima semiaridne kontinentalne klime (oblasti severa i severoistoka Republike).

MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanjima je obuhvaćeno 12 sorti obične pšenice (*Triticum aestivum* L.). Od ovog broja u Libiji se gaji devet sorti sa setvom u različitim vremenskim periodima, uključujući vrlo stare autohtone sorte, zatim selekcionisane sorte, kako one starije, tako i najnoviji genotipovi (Shreidi et al., 2015). Tri sorte su poreklom iz Srbije (tabela 5).

Tabela 5. Sorte pšenice, predmet istraživanja

Redni broj	Oznaka u ogledu	Naziv sorte	Poreklo
1.	G1	Abu Al Khir	ACSAD
2.	G2	Ashtar	Maroko
3.	G3	Slambo	Tunis
4.	G4	Acsad 901	ACSAD
5.	G5	Khrise	Libija
6.	G6	Bhoth 306	Francuska
7.	G7	Abu Al Jud	Francuska
8.	G8	Bhoth 208	Meksiko
9.	G9	Marshosh	Maroko
10.	G10	Zemunski rosa	Srbija
11.	G11	NS Vljajna	Srbija
12.	G12	NS Rani otkos	Srbija

Abu Al-Khir je savremena sorta, poreklom iz Arapskog centra za proučavanje aridnih zona i suvih zemljišta (Center for the Studies of Arid Zones i Dry Lands - ACSAD). Gaji se u predelima aridne klime i u različitim sistemima ratarske proizvodnje. Prosečna visina stabala je do 75cm. Klasovi su kupastog oblika, tamnožute boje, osje kratko i smeđe, a zrno je ovalno izduženo i smeđe obojeno.

Ashtar je stara sorta, poreklom iz Maroka. Podesna je za gajenje u humidnijim predelima. Visina biljaka je do 90 cm. Stabla su smeđe boje, klasovi su vretenastog oblika tamnožuti, a zrno je ovalno izduženo i svetlo žuto.

Slambo, stara sorta poreklom iz Tunisa. Pretežno se gaji na površinama sa stalnim ili povremenim navodnjavanjem. Prosečna dužina biljaka je do 85 cm. Klas je osjast vretenastog oblika i bele boje, dok je osje srednje dugo i crno. Plod je ovalno izdužen i žute boje.

Acsad 901 je sorta nove generacije stvorena u Centru ACSAD. Gaji se na zemljištima gde postoje sistemi za stalno ili povremeno zalivanje. Prosečna visina biljaka je oko 85 cm. Plod je okruglog bokastog oblika.

Khrise je autentična lokalna sorta (landras) koja se gaji u oazama na jugu Libije, kao i u zapadnim planinskim predelima. Biljke imaju viša stabla, kupaste smeđe klasove sa vrlo dugim crnim osjem. Plod je ovalno izdužen i svetložute boje.

Bhoth 306 je stara sorta poreklom iz Francuske. Gaji se u predelima većih količina padavina, kao i u sistemima za navodnjavanje. Prosečna visina biljaka je do 90 cm. Odlikuje se kupastim klasom tamnožute boje i dugim smeđim osje. Plod je ovalno izdužen žute boje.

Abu Al-Jud je sorta novije generacije poreklom iz Francuske. Može se gajiti u svim poljoprivrednim predelima u Libiji, kako u uslovima prirodnog vodnog režima, tako i u sistemima za navodnjavanje. Prosečna visina biljaka je do 84 cm. Klas je cilindričan i smeđe je boje, osje je kratko i žuto. Plodovi su ovalno izduženi smeđe boje.

Bhoth 208 je starija selekcionisana u CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center) u Meksiku. Gaji se na područjima sa stalnim i dopunskim navodnjavanjem. Prosečna visina biljaka je do 83 cm. Odlikuje se klasom cilindričnog oblika tamne boje sa žutim srednje dugim osjem. Plod je okruglog (bokastog) oblika i žute boje.

Marshosh je stara sorta poreklom iz Maroka. Podesna je za gajenje u humidnijim predelima. Biljke su prosečne visine do 85 cm. Klasovi su vretenasti, smeđi, a osje kratko i žuto. Plod je okrugao (bokast) i smeđe boje.

Istraživanje je trajalo tridesetosam dana, koliko je bilo potrebno da se izvede proces ispitivanja vitalnosti i sposobnosti klijanja i obezbedi početni porast biljaka (fenofaza nicanja). Dinamika ovih istraživanja bila je sledeća: U prvoj fazi izveden je test kojim su utvrđeni energija klijanja i ukupna klijavost semena. Test je izveden u četiri ponavljanja za svaku sortu sa po 25 semena koja su stavljena u Petrijevu šolju. Ukupno je posejano po 100 semena svake sorte. Za

utvrđivanje ovih vrednosti semena bilo je potrebno 12 dana. Prvo brojanje klijalih semena izvedeno je nakon 4 dana. Tom prilikom je svako seme, proklijalo prirodnim putem uklonjeno iz posude. Drugo brojanje obavljeno je nakon 4 dana. Rezultati prvog i drugog brojanja poslužili su za izračunavanje procenta ukupne klijavosti.

U drugoj fazi sorte, obuhvaćene istraživanjima iskorišćene su i za testiranje njihove tolerantnosti na nedostatak vode (sušu) i povećan salinitet. Testiranje na nedostatak vode (sušu) obavljeno je tretiranjem sa 100 ml polietilen glikola (Polyethylene Glycol), u različitim koncentracijama: 0%, 5%, 10%, 15%, a prema sledećim koracima:

Korišćen je randomizovani eksperimentalni dizajn u tri seta ponavljanja za svaki postupak po sledećem redosledu (Yahia i sar., 2013):

Tretman 1 - Kontrola ili bez stresa: Destilovana voda + Hoagland rastvor

Tretman 2 - Polietilen glikol 5% + Hoagland rastvor

Tretman 3 - Polietilen glikol 10% + Hoagland rastvor

Tretman 4 - Polietilen glikol 15% + Hoagland rastvor

Takođe, sorte obuhvaćene istraživanjima iskorišćene su i za testiranje njihove tolerantnosti na povećan salinitet. Korišćen je randomizovan eksperimentalni dizajn u tri seta ponavljanja za svaki postupak po sledećem redosledu:

Tretman 1. Kontrola ili bez uslova stresa: Destilovana voda + Hoagland rastvor

Tretman 2. Fiziološku rastvor 3000 ppm NaCl + Hoagland rastvor

Tretman 3. Fiziološku rastvor 6000 ppm NaCl + Hoagland rastvor

Tretman 4. Fiziološku rastvor 9000 ppm NaCl + Hoagland rastvor (Bahrani i sar., 2012).

Seme je stavljanom u komoru na $20 \pm 2^\circ\text{C}$ i 12 sati svetlo tamnog perioda. Pojava klica je merena svaki dan (10 dana). Seme je smatrano proklijalim vizuelno (radikulum 1mm). Nakon 14 dana kod biljaka su merene vrednosti ispitanih osobina u svežem stanju, zatim su biljke odlagane u sušaru i nakon tri dana merene su težine suvih uzoraka i izračunavana prosečna vrednost po jednoj biljci.

Za procenu tolerancije na salinitet i susu merene su i izračunate sledeće osobine: procenat klijanja (PK), indeks klijanja (IK), prosečno dnevno klijanja (SDK), prosečno vreme klijanja (SVK), koeficijent brzine klijanja (KBK), koeficijent variranja klijanja (KV),), dužina izdanka (DI), dužina korena (DK), masa svežeg izdanka (SMI) masa svežeg korena (SMK), masa suvog

izdanka (SSMI), masa suvog korena (SSMK). Izračunati su i odnos dužime korena i dužine izdanka, (DK/DI), odnos sveže mase korena i sveže mase izdanaka (SMK / SMI), odnos suve mase korena i suve mase izdanaka (SSMK / SSMI).

Dobijeni rezultati su obrađeni analizom varijanse (ANOVA), i T-testom (Statistics 7).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Pšenica je osnov ishrane čoveka. Zbog toga, u vreme velikih klimatskih promena, proizvodnja pšenice zahteva pažnju selekcionera i poljoprivrednih proizvođača. Danas se ona uzgaja u više od 43 zemlje Sveta (Raza, 2005), a zbog promena temeperature, padavina i pojačanog zaslanjivanja zemljišta uspeh same proizvodnje zapada u krizu (Lobell i Gourджи, 2012). Efekat staklene baste, rast koncentracije ugljen dioksida i drugih gasova godišnje povećava temperaturu za 0,03 °C (Magan i sar., 2011). Na osnovu toga se predviđa da će do 2050. godine preko 50% obradivih površina sadržati značajne količine soli (Hande i sar., 2018; Bouthour i sar., 2015; Shrivastava i sar., 2015). Imajući to u vidu, selekcioneri duži niz godina popravljaju otpornost sorti pšenice na sušu i prisustvo soli, a nauka ispituje različite parametre kojima bi obavila brz skrining otpornosti proizvedenih sorti. Zna se da biljke pšenice u uslovima stresa trpe štetu u različitim fazama razvoja (posebno faza klijanaca) što se svakako reflektuje na prinos (Pessarakli, 1999; Fang i Xiong, 2015).

Suša i salinitet zauzimaju vodeće mesto među faktorima sredine koji mogu izazvati stres i smanjiti prinose u biljnoj proizvodnji (Boyer, 1982; Perry, 1984; Grewel, 2010). Takođe, važan faktor predstavlja i interakcija navedenih faktora sa semenom (genetikom) gajenih biljaka (Perry, 1984).

Soli u poljoprivrednom zemljištu vode poreklo od primenjenih sredstava za negu useva (đubriva), evaporacije i navodnjavanja (Sarmugam i Worsley, 2014) a veoma utiču na dostupnost potrebne vlage. Iako su travne vrste semi-tolerantne na sušu i srednje tolerantne na prisustvo soli (Tester i sar., 2003) pšenica se izdvaja kao tolerantnija vrsta u odnosu na druge (durum pšenica, kukuruz, Sorghum bicolor) (Fita i sar., 2015). Bez obzira na tu činjenicu tolerantnost useva pšenice

na sušu pretstavlja fažan faktor koji određuje stabilnost za postizanje visokih prinosa (Hafiz i sar., 2022).

Procenat klijanja

Rezultati ispitivanja ukupne klijavosti semena 12 proučavanih sorti pšenice pokazali su da je ova vrednost bila iznad 92%, što zadovoljava standarde semenskog materijala (tabela 6).

Tabela 6. Ukupna klijavost semena ispitivanih sorti

Oznaka u ogledu	Sorta	Ukupna klijavost, %	Klasa
C1	Abu Al Khir	92	Druga
C2	Ashtar	92	Druga
C3	Slambo	92	Druga
C4	Acsad 901	96	Prva
C5	Khrise	93	Druga
C6	Bhoth 306	97	Prva
C7	Abu Al Jud	92	Druga
C8	Bhoth 208	93	Druga
C9	Marshosh	92	Druga
C10	Zemunski rosa	96	Prva
C11	NS Vlajna	97	Prva
C12	NS Rani otkos	97	Prva

Analizirajući osobine klijavosti po sortama evidentno je da je pet genotipova bilo u prvoj semenskoj klasi. To su sorte NS Rani otkos, NS Vlajna, Both 306, Zemunski rosa i Acsad 901 (ukupna klijavost 96-97%). U ostalih sedam sorti klijavost je bila do 93% i pripadale su drugoj semenskoj klasi. Treba istaći da se sortama visoke klijavosti može ostvariti veći procenat iskljalih semena u uslovima abiotičkog stresa, jer one imaju i veću energiju klijanja.

Na osnovu činjenice da suša i salinitet utiču na seme pšenice (Almansouri i sar., 2001) u izvedenim istraživanjima se pošlo od hipoteze da se neki genotipovi pšenice mogu gajiti u

uslovima gde postoji značajan združeni efekat nedostatka padavina i velikih koncentracija soli. Tolerantnost/osetljivost genotipova je praćen na osnovu sledećih pokazatelja: procenti i parametri klijanja, dužina izdanka i korene, njihova sveža i suva masa i međusobni odnosi.

Prethodna istraživanja su potvrdila da salinitet (Vujkovic i sar., 2001; Agnihotri i sar., 2006; Bahrani i Joo, 2011; Akbarimoghaddam i sar., 2011; Alom i sar., 2016) i suša utiču na njih (Kocheva i Georgiev, 2003; Gholami i sar., 2009; Vujkovic i sar., 2011; Ji i sar., 2014; Kizilgeci i sar., 2017).

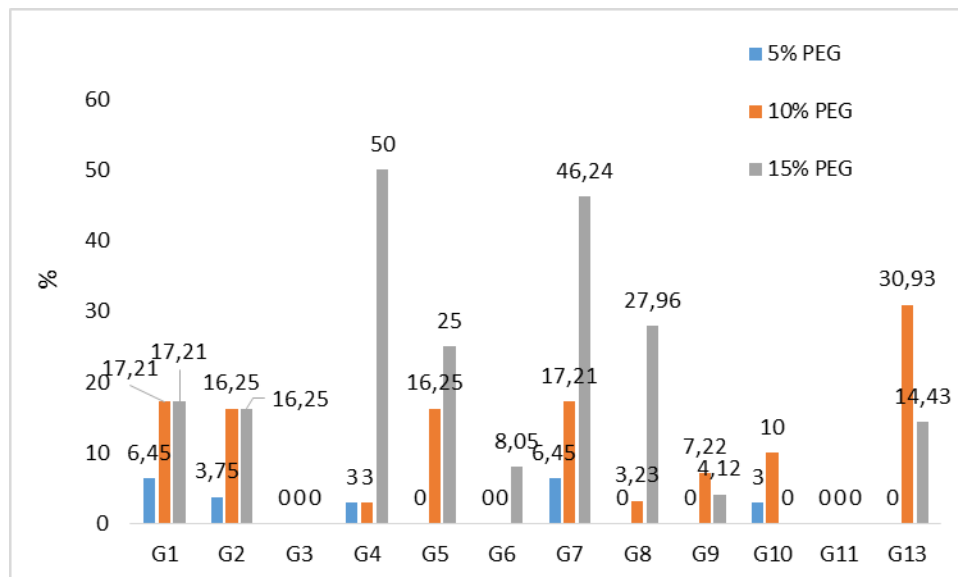
Koristeći navedene parametre istraživači su ustanovili tolerantnost/osetljivost različitih biljnih vrsta na sušu i salinitet pšenice (Jovović i sar., 2018), kukuruza (Yao i sar., 2016; Dani i Siswoyo, 2019), zatim pirinča (Negm i sar., 2019), lucerke (Niemi i sar., 1992) i drugi. Jovović i saradnici (2018) su pratili efekat suše i prisustva soli na osnovu procenta klijavih semena i energije klijanja. Konstatovali su da se porastom koncentracije NaCl i manitola smanjuje procenat klijavih semena pšenice (suša: 95%, NaCl: 69%). Ova istraživanja potvrđuju zaključke dobijene u ovoj disertaciji.

Na grafiku 1 se vidi da visoke koncentracije PEG kao i na grafiku 2 da visoke koncentracije NaCl inhibiraju klijanje semena proučavanih genotipova pšenice. Detaljna analiza je pokazala da i najmanje prisustvo agenasa (5% PEG, 3000 ppm NaCl) ometa proces klijanja semena: 5% PEG kod: G1, G2, G4, G7 (genotipova introdukovanih u poljoprivrednu proizvodnju u Libiji -libijski) i G10 (genotipova selekcionisanih u Srbiji - srpski) do 7% (grafik 1) a 3000 ppm NaCl kod svih ispitivanih genotipova do 13,3% (osim kod G4; grafik 2). Međutim, statistička analiza (ANOVA) je pokazala da razlike u odnosu na kontrolu nisu bile značajne (tabele 7 i 8) što se može objasniti činjenicom da male količine izazivaju inicijalni stres koje će biljke kasnije u dobrim uslovima nege useva prevazići.

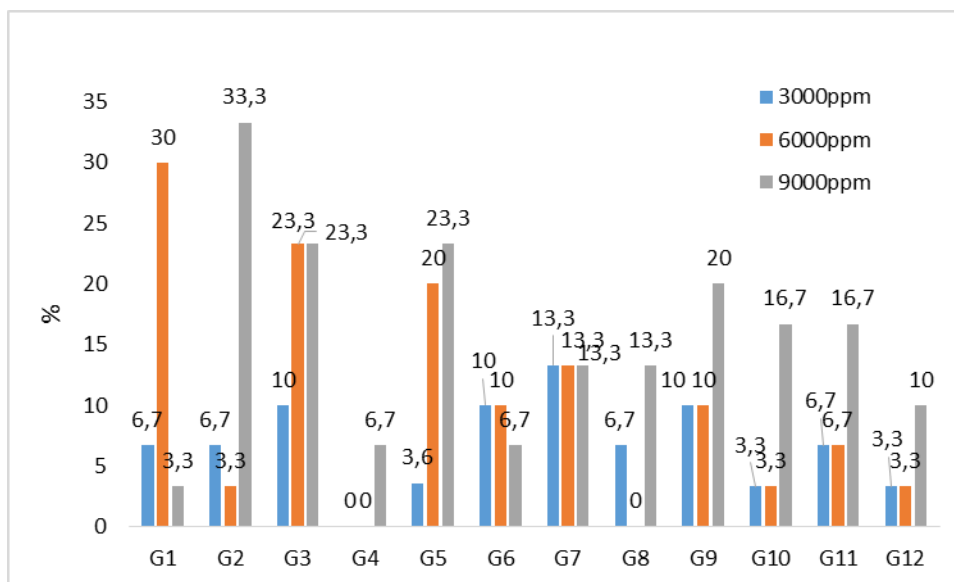
Suprotno ovome, veće ispitivane količine PEG su značajno inhibirale klijavost ispitivanih genotipova: 10% PEG \leq 10% klijavost genotipova G4, G8, G9 (libijski) i G10 (srpski); <20% genotipova G1, G2, G5 i G7 (libijski) i 30,93% genotipa G12 (srpski) (grafik 1). Najveća inhibicija klijanja konstatovana je nakon primene 15% rastvora PEG: kod G4 (50%) i G7 (46,24%) (libijski)

(grafik 1). Takođe, može se konstatovati da rastvori PEG nisu uticali na proces klijanja genotipova G3, G6 (libijski) i G11 (srpski) (grafik 1) što potvrđuje mogućnost korišćenja srpskog varijeteta na području Libije.

Veće ispitivane koncentracije NaCl su ispoljile značajan efekat na proces klijanja semena pšenice: 6000 ppm NaCl je inhibirala $\leq 10\%$ klijanje genotipova G2, G6, G7, G9 (libijski) i svih srpskih G10, V11 i V12 (srpski) i 20-30 % libijskih genotipova G1, G3 i G5 (grafik 2). Međutim, efekat soli na proces klijanja nije zabeležen kod libijskih genotipova G4 i G8 (grafik 2), što potvrđuje mogućnost uspešnog gajenja na zaslanjenim površinama u Libiji.



Grafik 1. Inhibicija klijanja semena pšenice u različitim koncentracijama PEG



Grafik 2. Inhibicija klijanja semena pšenice u različitim koncentracijama NaCl

Analiza rezultata je pokazala da je inhibicija klijanja bila veća pod uticajem suše (nakon primene 15% PEG): na libijske sorte (G4 = 50% i G7 = 46,24%) i manja na srpsku G12 =14,43% (grafik 1) u poređnju sa efektom NaCl (9000 ppm): G2 = 33,3% (libijski) i srpske G10 i G11 =16,7% (grafik 2). Poređenje klijanja ovih genotipova u kontroli je pokazalo da oni imaju visok procenat klijanja (G4=100%, G7=93%, G10=90%, G11=93% i G12=97%, osim G2=83%).

Ispitivani genotipovi su na osnovu sveukupne analize klijanja (u PEG i NaCl) klasifikovani u tri kategorije: slaba klijavost (<80%): G2, G3, G5 i G7 u uslovima saliniteta, u ovoj kategoriji osetljivih na sušu nema; srednja (80-90%): G1, G2, G3, G5, G6, G7, G9 i G11 u uslovima suše i G1, G4, G8 i G12 u uslovima saliniteta i dobra klijavost (>90%): G4, G8, G10 i G12 u uslovima suše i G6, G9, G10 i G11 u uslovima saliniteta. Posmatrano u oba uslova stresa istovremeno može se konstatovati da G1 ima srednju, a G10 dobru klijavost.

Nivo razlika između ispitivanih genotipova definisan je t-testom: u uslovima suše: G3 vs G4 $p=0.028^*$, G4 vs G7 $p=0.007^{**}$, G6 vs G7 $p=0.016^*$ i G7 vs G12 $p=0.025^*$ i u uslovima saliniteta G1 vs G3 $p=0.019^*$, G1 vs G11 $p=0.019^*$, G2 vs G3 $p=0,044^*$ i G2 vs G11 $p=0,044^*$. Uspešno razdvajanje genotipova pšenice na osnovu procenta klijanja semena u rastvoru NaCl

dobili su Hande i sar. (2018) i Bahrani i Joo (2011). Klijavost semena turskih genotipova pšenice u rastvoru NaCl (200 mM) se kretala u interval 18-38% (Hande i sar., 2018). Takođe, autori ističu da je pšenica najosetljivija u fazi klijanja i da se efekat odražava na masu zrna nakon žetve.

Grupa autora Rahman i sar. (2017) i Hasan i sar. (2018) naglašava da se uticaj saliniteta negativno odražava na proces klijanja u smislu njegovog odlaganja. Miazek i sar. (2001) u svojim istraživanjima pokazuju da u uslovima suše seme pšenice klija u intervalima. Konstatuju da različiti genotipovi kličaju u prvih četiri dana (97-100%) nakon čega, petog dana, procenat klijanja drastično opada na 50%. Sličan trend klijanja je konstatovan i u izvedenim ogledima disertacije. Sva semena su počela da kličaju drugog dana od postavljanja u rastvor NaCl i PEG različitih koncentracija a nagli prekid nastupa petog dana. Miazek i sar. (2001) efekat suše na proces klijanja objašnjavaju činjenicom da se koleoptil petog dana nalazi u kritičnoj fazi u pogledu potreba za vlagom sa čime se slažu Wiedenroth i sar. (1990). Autori ukazuju da drugog dana od početka klijanja nastupa faza intenzivne deobe i diferencijacije ćelija, a trećeg dana faza intenzivnog razvoja koleoptila koja zahteva dosta vlage (sa maksimumom petog dana).

Neki istraživači potrebe za vlagom objašnjavaju putem metabolize šećera koji su potrebni za održavanje integriteta membrane (Hoekstra i sar., 1997.) kao i za uspeh faza elongacije, diferencijacije i rasta ćelija (Wu i sar., 1993), sa čime se slažu Kiani i sar. (1998). Kiani i sar. (1998) ukazuju da se nedostatak vlage reflektuje na provodljivost semena, odnosno na fluidnost i sintezu proteina koji redukuju klijanje (Almasouri i sar., 2001). Suština efekta suše i saliniteta je da dolazi do smanjenja osmotskog pritiska (Heikal i sar., 1981; Carden i sar., 2003, Wakeel i sar., 2011).

Mehanizam osetljivosti/tolerantnosti genotipova pšenice nije samo prosto vezan za prisustvo vode. Voda zajedno sa drugim faktorima: genotip, trajanje suše, faza razvoja biljke, faktori sredine itd. utiče na reakciju semena (Rihzsky i sar., 2002; Chaves i sar., 2003). Sa druge strane, negativan efekat saliniteta odražava se na dostupnost vlage (posebno u uslovima suše), pokretljivost hranljivih materija u semenu i strukturnu organizaciju proteina (Mujeeb i sar., 2008; Temel i sar., 2015). Takođe, neki autori smatraju da postoje variranja u reakciji jedinki iste vrste

ili između vrsta na prisustvo soli (Velagaleti i sar., 1990; Rogers i sar., 1995) i da mehanizam koji objašnjava nivo osetljivosti nekih vrsta nije sasvim razjašnjen (Khajen-Hosseini i sar., 2003).

Parametri klijanja

Iako se procenat klijanja smatra značajnim parametrom za procenu tolerančnosti genotipova na sušu i prisustvo soli (Moud i Maghsoudi, 2008; Khatun i sar., 2013) istraživanja su pokazala da su parametri klijanja: prosečno dnevno klijanja (SDK), prosečno vreme klijanja (SVK), koeficijent variranja klijanja (KV), indeks klijanja (IK) i koeficijent brzine klijanja (KBK) takođe, pogodni parametri za definisanje tolerantnosti/osetljivosti (Almaghrabi, 2012; Hussain i sar., 2013) kao i morfološki parametri: DI (dužina izdanka), DK (dužina korena), sveža i suva masa izdanka (SMI, SSMI), sveža i suva masa korena (SMK, SSMK) i odnos između korena i izdanaka (odnosno odnos između sveže mase korena i sveže mase izdanka- SMK/SMI , odnos između suve mase korena i suve mase izdanka- $SSMK/SSMI$, i odnos između dužine korene i dužine izdanka- DK/DI).

Statistička analiza osetljivosti/tolerantnosti ispitivanih genotipova na osnovu procenta i drugih parametara klijanja prikazana je u tabelama 7 i 8. Ona je pokazala da su promene u uslovima suše statistički bile značajne u odnosu na kontrolu kod genotipova: G4, G7 i G8 (libijski) nakon primene 15% PEG i kod G12 (srpski) nakon primene 10% PEG (tabela 7) a u uslovima saliniteta kod: G1 i G3 (libijski) nakon primene 6000 ppm NaCl i G2, G3, G5, G9 (libijski), G11 i G12 (srpski) nakon primene 9000 ppm NaCl (tabela 8). Na osnovu procenta klijanja može se konstatovati da su ispitivani genotipovi: libijski G1, G2, G3, G5 i G9 i srpski G11 tolerantni na sušu, a genotipovi: libijski G4, G7 i G8 tolerantni na prisustvo soli (tabele 7 i 8). Takođe, na osnovu ovog parametra izdvajaju se varijeteti V6 (libijski) i V10 (srpski) koji mogu da kličaju u uslovima suše i nedostatka vlage, istovremeno.

Ovi rezultati potvrđuju rezultate dobijene na osnovu inhibicije klijanja prikazanih na graficima 1 i 2. Istraživanja drugih autora o osetljivosti genotipova pešnice na nedostatak vlage i prisustvo soli su slična našim. Saboora i Kiarostamin (2006) su na osnovu procenta klijanja

klasifikovali ispitivane iranske genotipove pšenice na: NaCl-tolerantne, srednje tolerantne i NaCl-osetljive. Uvećanje koncentracije NaCl (75-375 mM) je uticalo na smanjenje klijavosti semena u intervalu 3,33-81,67%. Na isti način Mahpara i sar. (2022) su razdvojili turske genotipove pšenice na: osetljive, delimično osetljive i tolerantne. Sadat Asilan (2009) i Salehi (2010) u svojim istraživanjima zaključuju da nedostatak vlage izrazito smanjuje energiju klijanja semena lucerke i pasulja.

Međutim, Khan (1980.) smatra da se otpornost na sušu putem procesa klijanja definiše kao sposobnost klijanja u istom procentu i onda kada se intezitet suše pojačava. Efekat saliniteta su Bagwasi i saradnici (2020.) pratili kod semena pšenice i ječma. Konstatovali su da sa porastom procenta soli u intervalu od 7 dana opada procenat klijavih semena obe vrste, posebno ječma. Praćenje otpornosti gajenih biljaka na abiotske faktore stresa, uključujući i prisustvo soli, je važno zbog toga što prinosi mogu biti umanjeni i do 50% (Acquaah, 2007).

Prisustvo soli izaziva osmotski stres, odnosno remeti Na⁺/K⁺ odnos preko procesa apsorpcije (Arif i sar., 2020). Biljke razvijaju toleranost na višak soli putem morfoloških promena lista i stable, što je važan podatak prilikom stvaranja tolerantnih genotipova pšenice (Nassar i sar., 2020). Takođe, istraživanja su pokazala da genotipovi pšenice bogati antocijanom poseduju veću tolerantnost na uslove saliniteta i stvaraju veću produkciju suve materije (Mbarki i sar., 2018). El Sabagh i sar. (2019, 2020) smatraju da prisustvo soli odlaže početak klijanja semena, što u izvedenim ogleđima disertacije nije konstatovano.

Tabela 7. Prosečne vrednosti za parametara klijanja različitih genotipova u uslovima suše

	PK (%)	SDK (dan)	SVK (dan)	KV (%)	IK	KBK
G1						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
sredina	83.33	3.05	0.33	38.33	3.11	33.08
SD	14.35	0.30	0.03	7.51	0.62	3.29

G2						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
sredina	72.50	2.95	0.35	45.47	2.57	34.72
SD	14.85	0.47	0.06	9.67	0.66	5.81
G3						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	0.03*↓	NS	NS	0.03*↓
K vs 15%	NS	0.033*↑	0.03*↓	NS	NS	0.03*↓
sredina	78.33	2.89	0.36	42.52	2.85	35.78
SD	16.97	0.51	0.07	7.33	0.67	7.28
G4						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	0.011*↓	NS	NS	NS	0.004**↓	NS
sredina	85.83	2.63	0.38	36.42	3.79	38.59
SD	26.78	0.33	0.05	13.76	0.84	4.96
G5						
K vs 5%	NS	NS	NS	0.013*↑	NS	0.034*↑
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
sredina	71.67	2.81	0.37	50.80	2.52	36.74
SD	18.01	0.51	0.07	18.07	0.73	6.81
G6						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
sredina	90.83	2.72	0.37	39.70	3.59	37.06
SD	11.64	0.26	0.03	12.19	0.61	3.54
G7						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	0.022*↓	NS	NS	NS	0.009**↓	NS
sredina	76.67	2.97	0.34	41.18	2.7	34.53
SD	23.48	0.48	0.06	21.23	0.91	6.33
G8						

K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	0.011*↓	NS	NS	NS	0.042*↓	NS
sredina	85.83	2.68	0.37	41.99	3.42	37.58
SD	14.43	0.23	0.03	14.40	0.61	3.20
G9						
K vs 5%	NS	NS	NS	0.03*↑	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	0.028*↑	0.008**↓	0.019*↑	0.011*↓	0.008**↓
sredina	95.00	2.71	0.38	37.02	3.70	38.13
SD	7.98	0.52	0.07	14.59	0.78	7.02
G10						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	NS	NS	0.03*↑	NS	NS
sredina	96.67	2.64	0.39	31.24	3.98	2.50
SD	8.88	0.44	0.06	14.23	0.68	1.17
G11						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	0.037*↑	0.04*↓	NS	NS	0.037*↓
sredina	95.83	2.88	0.35	36.34	3.49	35.03
SD	6.68	0.25	0.03	11.00	0.43	3.20
G12						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	0.003**↓	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
sredina	86.67	3.80	0.32	33.55	2.87	32.08
SD	15.57	0.43	0.05	11.87	0.52	4.64

SDK-prosečno dnevno klijanje, SVK-prosečno vreme procesa klijanja, KV-koeficijent variranja, IK-indeks klijanja, KB-koeficijent brzine klijanja, ↓-manje vrednosti u odnosu na kontrolu, ↑- veće vrednosti u odnosu na kontrolu, K-kontrola

Tabela 8. Prosečne vrednosti za parametre klijanja različitih genotipova u uslovima saliniteta

	PK (%)	SDK (dan)	SVK (dan)	KV (%)	IK	KBK
G1						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	0.000**↓	NS	NS	NS	0.005**↓	NS
K vs 15%	NS	0.013*↓	0.008**↑	0.047*↑	NS	0.011*↓
sredina	90	0.33	3.05	39.22	3.34	33.62
SD	12.79	0.06	0.54	14.28	0.62	5.74
G2						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	0.0004**↓	NS	NS	NS	0.003**↓	NS
sredina	89.17	0.33	3.05	35.81	3.18	33.33
SD	15.05	0.04	0.42	11.68	0.62	4.49
G3						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	0.029*	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	0.029*	NS	NS	NS	NS	NS
sredina	85.83	0.37	2.74	33.55	3.23	36.73
SD	13.79	0.03	0.26	9.78	0.54	3.46
G4						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
sredina	98.33	0.37	2.75	30.71	3.91	37.08
SD	5.77	0.05	0.49	9.31	0.53	5.00
G5						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	0.026*↑	NS	NS
K vs 15%	0.043*↓	NS	0.024*↑	0.004**↑	0.046*↓	0.049*↓
sredina	88.33	0.34	3.02	36.34	3.32	33.9
SD	14.67	0.05	0.47	11.23	0.75	5.43
G6						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS

K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	0.018*↓	0.041*↑	NS	NS	0.023*↓
sredina	92.5	0.36	2.79	34.98	3.62	36.19
SD	8.66	0.04	0.33	13.57	0.41	4.10
G7						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
sredina	90	0.35	2.83	34.52	3.49	35.59
SD	10.44	0.03	0.26	11.12	0.51	3.24
G8						
K vs 5%	NS	0.002**↓	0.001**↑	0.011*↑	0.03*↓	0.0009**↓
K vs 10%	NS	0.011*↓	0.013*↑	NS	NS	0.007**↓
K vs 15%	NS	0.008**↓	0.008**↑	0.026*↑	0.018*↓	0.005**↓
sredina	95	0.35	2.89	28.44	3.53	34.87
SD	10.00	0.03	0.27	6.17	0.45	3.49
G9						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	0.001**↓	0.002**↑	NS	0.016*↓	NS
K vs 15%	0.041*↓	NS	NS	NS	0.024*↓	NS
sredina	90	0.38	2.62	26.78	3.67	38.45
SD	11.28	0.04	0.27	7.97	0.57	3.64
G10						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 15%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
sredina	94.17	0.31	3.24	28.99	3.24	31.52
SD	11.64	0.05	0.53	7.09	0.75	4.81
G11						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	0.04*↓
K vs 15%	0.046*↓	0.0002**↓	0.0000**↑	NS	0.0006**↓	0.0001**↓
sredina	92.5	0.36	2.85	28.4	3.57	36.07
SD	9.65	0.06	0.52	5.52	0.72	5.90
G12						
K vs 5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K vs 10%	NS	NS	NS	NS	NS	NS

K vs 15%	0.017*↓	NS	0.033*↑	0.0006**↑	NS	0.047*↓
sredina	95.83	0.33	3.04	28.57	3.41	33.28
SD	5.15	0.04	0.36	10.5	0.43	3.97

SDK-prosečno dnevno klijanje, SVK-prosečno vreme procesa klijanja, KV-koeficijent variranja, IK-indeks klijanja, KBK-koeficijent brzine klijanja, ↓-manje vrednosti u odnosu na kontrolu, ↑- veće vrednosti u odnosu na kontrolu, K-kontrola

Na osnovu parametara klijanja prikazanih u tabelama 7 i 8 (osim procenta klijanja) nije dobijena jasna slika o osetljivosti ispitivanih genotipova na sušu i prisustvo NaCl. Zbog toga je klasifikacija osetljivosti posmatrana na osnovu pojedinačnih parametara ili nekih uzajamno povezanih (prosečno dnevno klijanje vs prosečno vreme klijanja). Parametri prosečno dnevno klijanje i prosečno vreme klijanja se koriste za determinisanje brzine klijanja u funkciji vremena (vremensko širenje klijanja). Generalno, ako se klijanje produžava (rast prosečnog vremena klijanja) dolazi do samnjenja prosečnog dnevnog klijanja i obrnuto (Mohammadi i Mojaddam, 2014).

Analiza rezultata u oledima disertacije pokazala je da postoji statistički značajno uvećanje parametra prosečno dnevno klijanje istovremeno sa statistički značajnim opadanjem parametra prosečno vreme klijanja (u uslovima suše) pri čemu se promene parametra procenat klijanja ne beleže kod nekih genotipova: G3 i G9 (libijski) i G11 (srpski) (nakon primene 15% PEG, tabela 2). Koeficijent korelacije između parametara prosečno dnevno klijanje i prosečno vreme klijanja jasno potvrđuje obrnutu zavisnost navedenih parametara (-0,99 do -1). Nezavisnost parametara procenat klijanja sa promenama parametara prosečno dnevno klijanje i prosečno vreme klijanja ukazuju da se proces klijanja, iako je bio različit u odnosu na kontrolu, odvijao u prvih pet dana. Najveće prosečno dnevno klijanje (dnevno klijanje) u najvećoj ispitivanoj koncentraciji PEG se beleži kod genotipova: libijski G2 (3,47) i srpski G11 (3,37) u skladu sa najmanjim vrednostima prosečno vremena klijanja (G2=0,29; G11=0,31). Nešto veće vrednosti prosečnog dnevnog klijanja (u interval 4,58 - 4,91) u 15% PEG i ujednačene vrednosti prosečnog vremena klijanja (oko 1,20) kod egipatskih genotipova su izmerili Hussain i sar. (2013).

Isti nivo promena prosečnog dnevnog klijanje i prosečnog vreme klijanja se beleži kod semena koje je klijalno u rastvoru 9000 ppm NaCl (tabela 8), libijski genotipovi G1, G5, G6, G8 i G9 i svih srpskih (G10-G12). Koeficijentom korelacije je potvrđena zavisnost vrednosti parametara prosečnog dnevnog klijanje i prosečnog vremena klijanja (-0,99 do -1). Najveće prosečno dnevno klijanje u najvećoj ispitivanoj koncentraciji NaCl se beleži kod genotipova: libijski G2 (3,71) i srpski G10 (3,64) u skladu sa najmanjim vrednostima prosečnog vremena klijanja kod oba genotipa (0,21).

Promene parametara prosečno dnevno klijanje i prosečno vreme klijanja u poređenju sa kontrolom u uslovima stresa (suša i salinitet) nisu zabeležene kod genotipova: libijskih G2, G4, G7 i srpski G10 što ukazuje da su oni pogodni za gajenje u klimatskim uslovima Libije i njoj sličnih područja gde su izraženi nedostatak vlage i povećane koncentracije soli.

Često definicija i kalkulacija prosečnog vremena klijanja (koristi se za poređenje grupa/parova koji su povezani sa energijom semena) može uticati na objektivnost u proceni parametra procenat klijanja (Soltani i sar., 2015). Ponašanje semena prilikom klijanja zavisi od prirode semena (dormantnost, hranljive rezerve, procenat vlage u semenu i dr.) koja je formirana tokom sazrevanja pre žetve (Brugging i sar., 1999) i od dobro sprovedenog programa selekcije (Husain i sar., 2021). Ova činjenica objašnjava da seme jedne individue ili populacije može imati isti procenat klijanja ali različitu brzinu klijanja u različitim fazama prekidanja dormantnosti (Baskin i Baskin, 2014). Neki istraživači smatraju da i uslovi tokom skladištenja semena (posebno pšenice, ječma, luka i kupusa) mogu uticati na pojavu obrnute zavisnosti između prosečnog dnevnog klijanja i ukupnog procenta klijavih semena (Ellis i Roberts, 1981).

U istraživanjima smo konstatovali negativnu korelaciju procenat klijanja i prosečno dnevno klijanje (osim kod G7 i G12) i manju od 5 kod genotipova G3=-0,2; G4=-0,31 i G7=+0,25 u uslovima suše. U uslovima saliniteta negativnu korelaciju (osim kod G1, G2 i G8). U uslovima oba stresna faktora korelacija je bila manja od 5 kod genotipova G3 (-0,13), G6 (-0,31) i G7 (-0,12) nakon primene najvećih koncentracija (15% PEG, 9000 ppm NaCl).

Razlike u osetljivosti ispitivanih genotipova na osnovu parametara prosečno dnevno klijanje i prosečno vreme klijanja (nakon primene najvećih koncentracija PEG i NaCl) su definisane t-testom. Analiza je pokazala da u uslovima suše postoje razlike u osetljivost između: G2 vs G6 i G8, G3 vs G8 i G8 vs G9 na nivou $p \geq 0,01^*$ i u uslovima saliniteta G1 vs G9, G5 vs G9, G9 vs G11 i G12 na nivou $p \leq 0,01^{**}$ i G2 vs G9, G5 vs G6 i G8, G6 vs G9, G11 i G12, G7 vs G9, G8 vs G9 i G11 na nivou $p \geq 0,01^*$. Iako nije uočena pravilnost, može se konstatovati da se genotipovi više razlikuju u pogledu osetljivosti/tolerančnosti u uslovima suše, nego na uslove saliniteta. Ovakav zaključak se dovodi u vezu sa različitom biologijom semena (npr. starost) što može uticati (uz uslove stresa) na promene parametra prosečno vreme klijanja (Gray, 1984; Soltani i sar., 2009).

Nešto preciznije promene u osetljivosti genotipova na uslove stresa se mogu postići praćenjem parametara: koeficijent variranja i koeficijent brzine klijanja. Kao i prilikom analize drugih parametara i ovde se mora uzeti u obzir i biologija semena koja utiče na koeficijent variranja (Wang i sar., 2003).

Analiza dobijenih vrednosti za parametar koeficijent variranja je pokazala da se najveće vrednosti u uslovima suše (15% PEG) beleže kod genotipova: G8=55,64 (libijski) i G10=46,76 (srpski), a najmanje kod G1=38,21 (libijski) i G11=36,80 (srpski). Međutim, najveće promene parametra koeficijent variranja u uslovima saliniteta (9000 ppm NaCl) se beleže kod genotipova: G1=52,63 (libijski) i G12=44,11 (srpski), a najmanje kod G9=27,29 (libijski) i G10=25,33 (srpski). Visoka korelacija promena parametra koeficijent variranja kod istih genotipova u uslovima suše i saliniteta je konstatovana: pozitivna kod G1, G6 (libijski) i G11 (srpski) a negativna kod G2, G4, G5, G8 i G9 (libijski).

Za parametar koeficijent brzine klijanja, analiza dobijenih vrednosti je pokazala da se najveće vrednosti u uslovima suše (15% PEG) beleže kod genotipova: G8=39,00 (libijski) i G10=33,36 (srpski) a najmanje kod G2=28,87 (libijski) i G12=30,62 (srpski). Promene parametra koeficijent brzine klijanja u uslovima saliniteta (9000 ppm NaCl) se beleže kod ispitivanih genotipova: G9=40,00 (libijski) i G10=29,00 (srpski) a najmanje kod G1=27,20 (libijski) i G10=27,59 (srpski). Visoka korelacija promena parametra koeficijent brzine klijanja kod istih

genotipova u uslovima suše i saliniteta je konstatovana: pozitivna kod G1, G2, G3, G7, G8 (libijski) i G11(srpski) a negativna kod G4 (libijski).

Razlike u osetljivosti između ispitivanih genotipova su definisane t-testom na osnovu parametara: koeficijent variranja između G5 vs G1, G4, G11 i G12; G2 i G3 vs G10 i G12 i koeficijent brzine klijanja između genotipova G2 vs G6 i G8, G3 vs G8 i G8 vs G9 u uslovima suše. U uslovima saliniteta t-test je pokazao razlike između genotipova G1 vs G2, G8, G9, G10 i G11, G2 vs G5 i G12, G5 vs G9 i G11, G8 vs G12, G9 vs G12 i G11 vs G12 za parametre koeficijent variranja i između varijeteta G1 vs G9, G2 vs G9, G5 vs G6, G8 i G9, G6 vs G9, G11 i G12, G7 vs G9, G8 vs G9 i G11 i G9 vs G10, G11 i G12 za parametar koeficijent brzine klijanja.

Promene u odnosu na kontrolu konstatovane su kod genotipova: G9 (libijski) i G10 (srpski) u uslovima suše i G1, G5, G8 (libijski) i G12 (srpski) u uslovima saliniteta za parametre koeficijent variranja, a za parametre koeficijent brzine klijanja u uslovima suše kod: G3, G9 (libijski) i G11 (srpski) a u uslovima saliniteta kod: G1, G5, G6, G8 (libijski), G11 i G12 (srpski) (Tabele 7 i 8).

Takođe, na osnovu statističke analize (ANOVA) za parametre koeficijent variranja i koeficijent brzine klijanja, može se konstatovati da su genotipovi G1, G2, G4, G6, G7, G8 i G12 otporni na sušu (razlike nisu bile statistički značajne) (Tabela 7) a genotipovi: G2, G3, G4, G7, G9 i G10 (Tabela 8) otporni na prisustvo NaCl.

Na osnovu iznetog zaključuje se da se genotipovi G2, G4 i G7 (libijski) mogu gajiti u uslovima suše i saliniteta (Tabele 7 i 8). Slično našim rezultatima Qadir (2018) je u svojim istraživanjima klasifikovao osetljivost iračkih genotipova pšenice na osnovu koeficijenta brzine klijanja. Kod osetljivih genotipova koeficijent brzine klijanja se smanjivao u odnosu na vrednosti u kontroli što ukazuje da je klijanje usporeno zbog suše. Autor je u svojim istraživanjima koristio i parametar indeks klijanja na osnovu kog su klasifikovani naši ispitivani genotipovi. Uspešno razdvajanje egipatskih genotipova pšenice na osnovu indeksa i nekih parametara klijanja u uslovima saliniteta dobili su Selim i sar. (2022).

Prema indeksu (IK) klijanja ispitivani genotipovi u uslovima suše su klasifikovani od najosetljivijeg do najotpornijeg: G5 (IK=2,36), G2, G7, G12, G3, G1, G8, G11, G9, G4, G6 i G10

(IK=3,82) (tabela 9), ali su statistički značajne promene nakon primene 15% PEG (IK manji od kontrole) zabeležene samo kod libijskih genotipova: G4, G7, G8 i G9 (tabela 7), što potvrđuje njihovu osetljivost.

Rangiranost genotipova na osnovu indeksa klijanja u uslovima saliniteta je pokazala potpuno drugi nivo osetljivosti ispitivanih genotipova. Genotipovi su klasifikovani od najosetljivijeg do najotpornijeg: G1 i G2 (IK=3,16), G5, G3, G7, G8, G10, G11 i G12, G9, G6 i G4 (IK=3,86) (Tabela 9). Statistički značajno smanjenja indeksa klijanja u odnosu na kontrolu u uslovima saliniteta (9000 ppm NaCl) je konstatovana kod: libijskih G2, G5, G8 i G9 i srpskog G11 genotipa (Tabela 8).

Posmatrajući genotipove na osnovu indeksu klijanja u oba uslova stresa, a na osnovu koeficijenta korelacije, konstatuje se da su genotipovi G4, G6, G7, G9 i G11 osetljivi. Takođe, koeficijent korelacije (0,9-1) je pokazao visoku zavisnost procenta klijanja i indeksa klijanja: u uslovima suše kod: G1, G2, G3, G6, G7, G8 i G12, a u uslovima saliniteta kod: G2, G4, G5, G6, G7, G8 i G11.

Tabela 9. Vrednosti indeks klijanja različitih genotipova pšenice u uslovima stresa

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12
PEG	2.93	2.49	2.80	3.58	2.36	3.60	2.51	3.37	3.50	3.82	3.46	2.77
NaCl	3.16	3.16	3.21	3.86	3.18	3.54	3.31	3.37	3.44	3.38	3.40	3.40

Na osnovu sveukupne analize merenih parametara klijanja (obrađeni ANOVA), procenat i indeks klijanja se izdvajaju kao najpouzdaniji parametri za definisanje osetljivosti ispitivanih genotipova pšenice na nedostatak vlage i prisustvo soli.

Klimatske promene utiču na razvoj biljaka. Kao najosetljivija fenofaza smatra se vreme klijanja semena jer se dobrim razvojem klijanaca obezbeđuje dalji razvoj biljke i visok prinos. Poznato je da su potrebe za vodom najveće u fazi klijanja semena i svako kašnjenje tog procesa značajno limitira rast korena i izdanka (Shekari i sar., 2000). Potrebe za vodom rastu zavisno od biljne vrste i uslova proizvodnje (Rauf i sar., 2007; Bayoumi i sar., 2008). U uslovima nedostatka

vlage klica korenka se pojavljuje pre drugih organa biljke (Duman, 2006). Uticaj suše u poljoprivrednoj proizvodnji više ima značaja u aridnim i semi-aridnim oblastima pogotovo združeno sa efektom saliniteta (Nerd i Pasternak, 1992). U takvim uslovima efekat soli je izraženiji, jer utiče na proces usvajanja vode, odnosno na osmotski potencijal ćelija (Ferrante i sar., 2011) i stvaranje reaktivnih radikala koji oštećuju makromolekule i membrane u ćelijama (Parvanova i sar., 2004).

Tuna i sar. (2008) ističu da se negativan efekat soli odražava na relativni sadržaj vode i proizvodnju suve supstance, odnosno otežava sintezu prolina, hormona, karbohidrata kao i funkciju jonskih pumpi (K^+/Na^+) (Munns, 2002). Zbog svega navedenog ozbiljni poljoprivredni proizvođači vrše odabir tolerantnih genotipova pšenice za gajenje, a selekcioneri kada stvaraju nove genotipove teže ka poboljšanju ovih osobina. Selekcioni se bave genetikom i testiranje kvaliteta se obavlja preko morfoloških parametara kao što su dužina izdanka i korena, sveža i suva masa klijanaca, procenat klijavih semena i drugih.

Dhanda i sar., (2004), Jain i sar., (2010), Chloupek i sar., (2010), Mahpara i sar., (2022.) ističu kao posebno interesantan parametar koji prati odnos pojedinačnih kvantitativnih vrednosti korena i izdanka. To su odnos: sveža/suva masa korena; sveža/suva masa izdanka, dužina korena/dužina izdanka i dr. Mohammed i sar. (1997.) zaključuju da se prilikom donošenja zaključaka o osetljivosti/tolerantnosti ne može usko posmatrati samo jedan parametar. U svojim istraživanjima ukazuju da dužina izdanka (maksimum) klijanaca može biti više uslovljen dužinom trajanja klijanja nego nedostatkom vlage. Sa ovim zaključkom se slažu Faheed i sar. (2005). Ovi autori naglašavaju da visoki sadržaj soli kod većine gajenih biljaka značajno odlaže/redukuje proces klijanja.

Morfološki parametri osetljivosti na sušu i prisustvo soli

Nedostatak vlage tokom razvoja biljaka pšenice redukuje prinos zbog negativnog efekta na razviće biljke i produkciju semena (Zhao i Dai, 2017). S druge strane, prisustvo soli utiče na razvoj i izduživanje listova, posebno travnih vrsta (Delan i sar., 1982). Veliki broj istraživanja upućuje da se jasna slika o osetljivosti/tolerantnosti na stres dobija u fazi klijanaca pšenice. Analiza

parametara kao što su: dužina, sveža i suva masa izdanka/korena obezbeđuju dobru osnovu za definisanje razlika između genotipova u uslovima suše i prisustva soli (Moud i Maghsoudi, 2008; Akbarimoghaddam i sar., 2011).

Tabela 10. Statistička analiza (ANOVA) dužine izdanka i korena u različitim koncentracijama PEG

G	K-5%	K-10%	K-15%	sredina	SD	K-5%	K-10%	K-15%	sredina	SD	K/I
1	NS	0.027*	0.008**	12.51	4.72	NS	0.0002**	0.0002**	16.51	7.96	1.32
2	NS	0.007**	0.0007**	11.03	5.09	NS	0.006**	0.0001**	16.47	6.62	1.49
3	NS	0.0023**	0.0002**	11.16	6.21	NS	0.034*	0.0008**	15.34	7.82	1.37
4	NS	0.026*	0.0000**	14.53	6.24	NS	NS	0.0001**	18.38	7.56	1.26
5	NS	0.001**	0.0000**	13.25	6.69	NS	NS	0.0004**	17.47	7.56	1.32
6	NS	0.015*	0.0001**	16.47	4.31	NS	NS	0.0008**	20.47	5.51	1.24
7	NS	0.0005**	0.0000**	12.25	7.29	NS	0.0000**	0.0000**	16.27	9.76	1.33
8	NS	NS	0.0005**	13.52	6.06	NS	0.009**	0.0004**	19.38	7.43	1.43
9	NS	0.005**	0.0000**	13.46	6.24	NS	NS	0.0000**	21.52	7.92	1.61
10	NS	0.0011**	0.0000**	15.97	4.18	NS	NS	0.034*	22.01	5.06	1.38
11	NS	0.005**	0.0000**	18.05	6.86	NS	NS	NS	19.54	4.9	1.08
12	NS	0.001**	0.0000**	14.43	7.13	NS	0.0000**	0.0000**	14.82	7.81	1.31

K-kontrola, K/I odnos dužine korena i izdanka, 5, 10 i 15% koncentracije PEG, p<0,01**, p<0,05*, 1-12 genotipovi pšenice, ns-razlike nisu značajne

Tabela 11. Statistička analiza (ANOVA) dužine izdanka i korena u različitim koncentracijama NaCl

G	K- 3000ppm	K- 6000ppm	K- 9000ppm	sredina	SD	K- 3000ppm	K- 6000ppm	K- 9000ppm	sredina	SD	K/I
1	NS	0.0012**	0.0007**	12.28	3.26	NS	0.0000**	0.0000**	21.19	5.46	1.72
2	NS	0.046*	0.0004**	12.49	3.85	NS	0.0004**	0.0000**	17.97	8.03	1.44
3	NS	0.0003**	0.0002**	11.58	4.95	0.007**	0.0000**	0.0002**	15.43	6.66	1.33
4	NS	0.044*	0.0019**	14.92	4.14	NS	0.008**	0.0002**	19.93	6.91	1.33
5	NS	0.009**	0.0008**	16.43	3.95	0.024*	0.0003**	0.0000**	19.83	6.91	1.21
6	NS	0.004**	0.0001**	15.03	2.64	0.026*	0.0022**	0.0006**	21.82	5.88	1.45
7	NS	0.006**	0.002**	13.57	4.13	NS	0.0029**	0.0009**	17.65	5.90	1.30
8	0.008**	0.0008**	0.0002**	13.42	3.12	0.0012**	0.0002**	0.0000**	19.79	6.11	1.47
9	NS	NS	0.018*	13.70	4.43	0.044*	0.0005**	0.0003**	20.63	7.46	1.50
10	NS	NS	0.003**	14.33	4.31	NS	0.041*	0.0002**	22.51	6.51	1.57
11	NS	0.004**	0.0002**	18.26	3.75	NS	0.0002**	0.0000**	21.22	7.50	1.16
12	NS	0.0000**	0.0000**	15.22	3.27	NS	0.0007**	0.0001**	19.27	5.85	1.27

K-kontrola, K/I odnos dužine korena i izdanka, 3000, 6000 i 9000 ppm koncentracije NaCl, $p < 0,01$ **, $p < 0,05$ *, ns-razlike nisu značajne, 1-12 genotipovi pšenice

Rezultati ispitivanja efekta suše i soli na dužinu izdanka i korena pšenice prikazani su u tabelama 10 i 11. U optimalnim uslovima porasta dužina izdanka genotipova iz Libije bila je kraća, 15,65-20,28 cm u odnosu na srpske 18,44-23,13 cm. Sa druge strane, dužina korena u optimalnim uslovima kod svih ispitivanih genotipova bila je slične dužine 23,09-28,10 cm (libijski) i 24,06-26,81 cm (srpski).

Najmanja ispitivana koncentracija PEG (5%) nije ometala porast korena i izdanka (tabela 10), nasuprot statistički značajnim promenama u dužini korena nakon primene 3000 ppm NaCl (osim kod genotipova G1, G2, G4, G7, G10, G11 i G12, tabela 11). Suprotno ovome veće ispitivane koncentracije PEG i NaCl uticale su na statistički značajne promene dužine korena i izdanka (tabele 10 i 11). Khayantnezhad i Gholamin (2010) beleže veći efekat NaCl na dužinu korena nego na dužinu izdanka. Poređenje genotipova na osnovu dužine izdanka i korena (koeficijent korelacije) u uslovima suše i saliniteta pokazalo je da su dužine u visokoj korelaciji: dužina izdanka 0,8 i dužina korena 0,74.

Međutim, korelacija između odnosa koren/izdanak u uslovima suše i u uslovima povećanog saliniteta pokazala je nizak nivo korelacije 0,47. Analiza odnosa dužina korena/dužina izdanka u uslovima suše je pokazala da je od genotipova introdukovanih u Libije najosetljiviji G9 dužina korena/dužina izdanka =1,61 a najtolerantniji G6 dužina korena/dužina izdanka =1,24, a od srpskih najosetljiviji je G10 dužina korena/dužina izdanka =1,38, dok je najtolerantniji G11 dužina korena/dužina izdanka =1,08 (tabela 10). U uslovima saliniteta kao najosetljiviji genotip introdukovan u Libiji se izdvojio G1 dužina korena/dužina izdanka =1,72 i selekcionisanih u Srbiji G10 dužina korena/dužina izdanka =1,57, a kao najtolerantniji libijski G5 dužina korena/dužina izdanka =1,21 i srpski G11 dužina korena/dužina izdanka =1,16 (tabela 11). Na osnovu vrednosti parametra odnosa dužina korena/dužina izdanka konstatuje se da je genotip G11 najtolerantniji na uslove suše i saliniteta.

Promene u dužini korena i izdanka u uslovima suše mogu se objasniti pojavom jonskog disbalansa uzrokovanim dehidratacijom (Zhu, 2001). Seme u uslovima suše smanjenjem porasta čuva rezerve ugljenih hidrata za održivi metabolizam u stresnim uslovima (Bartels i Sunkar, 2005). Neka istraživanja su pokazala da suša limitira porast korena, a naglo prekida porast izdanka (Lipiec

i sar., 2013). Na osnovu odnosa dužina korena/dužina izdanka u našim istraživanjima je konstatovana veća dužina korena u poređenju sa dužinom izdanka u uslovima stresa (tabele 10 i 11), što se objašnjava činjenicom da klijanci pokušavaju da nadoknade nedostatak vlage. Suprotno ovome Hussain i sar. (2016) i O`nen i sar. (2018) smatraju da se povećanjem dužine korena neće nadoknaditi potrebna vlaga jer je u supstratu nema dovoljno što je konstatovano u obavljenim istraživanjima ove disertacije (dužina korena u uslovima saliniteta bila je veća nego u uslovima suše) (tabele 10 i 11).

Slično su dobili Lee i sar. (2020). Autori konstatuju da su vrednosti odnosa dužina korena/dužina izdanka u uslovima suše manje nego u uslovima saliniteta kod istog genotipa. Takođe, smatraju da visoke koncentracija NaCl mogu umanjiti efekte suše. Suprotno našim rezultatima Khayatnezhad i Gholamin (2010) kod nekih genotipova pšenice mere veći efekat soli na dužinu korena nego na dužinu izdanka. Efekat suše na odnos dužina korena/dužina izdanka konstatovali su Ghanifathi i sar. (2011) kao i Dranda i sar. (2004). Takođe, t-testom je potvrđen veći efekat saliniteta, odnosno konstatovano je više variranja između ispitivanih genotipova (Tabele 12, 13 i 14), posebno G3 u odnosu na druge.

Tabela 12. Nivo razlika (t-test) između genotipova pšenice na osnovu dužine izdanka nakon primene PEG

	10% PEG			15% PEG		
	sredina	SD	p	sredina	SD	p
G2	8.43	2.02	0.017*	5.09	2.49	0.037*
G6	16.16	2.75		10.41	1.64	

p<0,01**, p<0,05*, G-genotipovi pšenice

Tabela 13. Nivo razlika (t-test) između genotipova pšenice na osnovu dužine korena nakon primene PEG

	10% PEG			15% PEG		
	sredina	SD	p	sredina	SD	p
G6	19.07	2.03	0.005**	13.21	2.93	0.012*
G7	10.88	1.63		3.99	2.18	
G6	19.07	2.03	0.001**	13.21	2.93	0.032*
G12	8.07	1.02		6.86	1.75	
G7	10.88	1.63	0.021*	3.99	2.18	0.008**
G10	20.24	4.06		16.91	4.09	
G11	18.42	4.98	0.024*	14.88	3.51	0.024*
G12	8.07	1.02		6.86	1.75	

p<0,01**, p<0,05*, G-genotipovi pšenice

Tabela 14. Nivo razlika (t-test) između genotipova pšenice na osnovu dužine izdanka nakon primene NaCl

	6000 ppm			9000 ppm		
	sredina	SD	p	sredina	SD	p
G1	9.62	2.43	0.049*	9.12	0.68	0.041*
G6	13.99	1.21		11.6	1.28	
G1	9.62	2.43	0.031*	9.12	0.68	0.006**
G11	16.6	2.79		13.59	1.29	
G3	7.6	0.97	0.006**	6.95	3.64	0.041*
G11	16.6	2.79		13.59	1.29	

p<0,01**, p<0,05*, G-genotipovi pšenice

Na osnovu prikazanog može se konstatovati da su parametri dužina izdanka i korena, a posebno odnos dužina korena/dužina izdanka adekvatni za definisanje nivoa tolerantnosti/osetljivosti genotipova pšenice na uslove stresa.

Često se koristi i parametar (Dhanda i sar., 2004; Shahbazi, 2012) promene mase izdanka i korena pod uticajem različitih faktora: herbicidi (rezistentnost, letalne doze), abiotiski faktori (temperatura), kvaliteta zemljišta itd. Tokom istraživanja ove disertacije praćene su promene navedenih parametara sa ciljem definisanja tolerantnosti ispitivanih genotipova pšenice introdukovanih u Libiji i selekcionisanih u Srbiji na uslove suše i saliniteta. U tabelama 15 i 16 prikazane su prosečne vrednosti merenih parametara u različitim koncentracijama PEG i NaCl.

Tabela 15. Prosečne vrednosti morfoloških parametara u uslovima suše

	DI	DK	SMI	SMK	SSMI	SSMK
G1						
K	17,65	24,51	0,147	0,032	0,015	0,007
5% PEG	13,95	22,97	0,098	0,019	0,012	0,007
10% PEG	10,31	9,19	0,068	0,010	0,009	0,004
15% PEG	8,16	9,36	0,047	0,009	0,006	0,003
V2						
K	15,71	22,56	0,133	0,034	0,012	0,006
5% PEG	14,89	21,29	0,094	0,024	0,011	0,007
10% PEG	8,43	14,27	0,061	0,015	0,006	0,004
15% PEG	5,09	7,75	0,026	0,009	0,004	0,004
G3						
K	17,17	21,74	0,134	0,028	0,012	0,006
5% PEG	15,86	21,05	0,123	0,029	0,012	0,007
10% PEG	7,78	13,52	0,029	0,012	0,006	0,005
15% PEG	3,84	5,06	0,022	0,009	0,003	0,003
G4						
K	20,37	23,12	0,150	0,031	0,016	0,007
5% PEG	17,23	24,55	0,110	0,022	0,013	0,008
10% PEG	15,31	18,81	0,092	0,017	0,012	0,007
15% PEG	5,2	7,07	0,024	0,007	0,004	0,003
G5						
K	19,33	21,85	0,137	0,019	0,019	0,004

5% PEG	18,87	23,51	0,104	0,014	0,01	0,005
10% PEG	9,93	18,2	0,071	0,012	0,008	0,004
15% PEG	4,86	6,34	0,021	0,004	0,003	0,001
G6						
K	20,73	23,46	0,187	0,036	0,02	0,009
5% PEG	18,59	26,14	0,155	0,025	0,028	0,008
10% PEG	16,16	19,07	0,114	0,023	0,014	0,008
15% PEG	10,41	13,21	0,061	0,017	0,009	0,007
G7						
K	20,34	23,49	0,189	0,040	0,018	0,008
5% PEG	16,13	26,71	0,134	0,034	0,015	0,009
10% PEG	10,12	10,88	0,076	0,013	0,009	0,005
15% PEG	2,41	3,99	0,015	0,009	0,002	0,003
G8						
K	17,79	24,68	0,158	0,035	0,019	0,009
5% PEG	18,25	26,6	0,156	0,039	0,018	0,012
10% PEG	13,05	16,17	0,097	0,028	0,014	0,009
15% PEG	4,98	10,07	0,027	0,012	0,005	0,005
G9						
K	18,42	26,18	0,159	0,037	0,015	0,007
5% PEG	18,11	28,55	0,138	0,032	0,014	0,008
10% PEG	13,33	21,59	0,082	0,022	0,01	0,007
15% PEG	3,99	9,75	0,024	0,012	0,004	0,003
G10						
K	20,37	24,98	0,157	0,036	0,018	0,008
5% PEG	18,39	25,93	0,134	0,031	0,016	0,009
10% PEG	14,89	20,24	0,096	0,032	0,012	0,008
15% PEG	10,24	16,90	0,063	0,031	0,008	0,008
G11						
K	24,56	21,60	0,145	0,022	0,016	0,005
5% PEG	22,64	23,27	0,122	0,025	0,014	0,007

10% PEG	16,38	18,42	0,084	0,02	0,011	0,005
15% PEG	8,65	14,88	0,046	0,012	0,007	0,005
G12						
K	18,19	22,66	0,139	0,034	0,013	0,005
5% PEG	17,21	21,71	0,116	0,024	0,013	0,005
10% PEG	7,49	8,07	0,045	0,012	0,006	0,003
15% PEG	2,83	6,86	0,015	0,006	0,003	0,003

DI-dužina izdanka, DK-dužina korena, SMI-sveža masa izdanka, SMK-sveža masa korena, SSMI-suva masa izdanka, SSMK-suva masa korena, 1-12 genotipovi pšenice

Tabela 16. Prosečne vrednosti morfoloških parametara u uslovima saliniteta

	DI	DK	SMI	SMK	SSMI	SSMK
G1						
3000 ppm NaCl	15,25	25,04	0,074	0,009	0,013	0,007
6000 ppm NaCl	9,62	16,79	0,041	0,008	0,007	0,005
9000 ppm NaCl	9,12	15,69	0,05	0,006	0,008	0,006
G2						
3000 ppm NaCl	15,11	22,72	0,080	0,010	0,011	0,007
6000 ppm NaCl	12,18	15,19	0,063	0,012	0,008	0,006
9000 ppm NaCl	7,07	7,26	0,03	0,008	0,004	0,002
G3						
3000 ppm NaCl	14,32	17,33	0,066	0,028	0,01	0,006
6000 ppm NaCl	7,60	8,79	0,037	0,012	0,006	0,003
9000 ppm NaCl	6,95	11,17	0,032	0,013	0,006	0,004
G4						
3000 ppm NaCl	16,41	23,77	0,08	0,03	0,012	0,007
6000 ppm NaCl	14,26	18,37	0,08	0,025	0,012	0,006
9000 ppm NaCl	9,87	11,12	0,05	0,024	0,008	0,005
G5						
3000 ppm NaCl	17,27	22,68	0,064	0,016	0,009	0,004
6000 ppm NaCl	15,23	15,89	0,061	0,013	0,007	0,003

9000 ppm NaCl	12,00	12,20	0,048	0,017	0,006	0,003
G6						
3000 ppm NaCl	17,37	22,83	0,102	0,013	0,014	0,007
6000 ppm NaCl	13,99	18,66	0,085	0,020	0,012	0,007
9000 ppm NaCl	11,60	16,22	0,076	0,022	0,01	0,005
G7						
3000 ppm NaCl	17,49	22,74	0,124	0,027	0,016	0,009
6000 ppm NaCl	10,61	13,56	0,095	0,013	0,008	0,005
9000 ppm NaCl	9,44	11,46	0,069	0,022	0,009	0,006
G8						
3000 ppm NaCl	13,79	20,82	0,085	0,022	0,012	0,007
6000 ppm NaCl	11,88	18,23	0,069	0,024	0,010	0,007
9000 ppm NaCl	10,30	12,16	0,067	0,027	0,011	0,006
G9						
3000 ppm NaCl	17,54	23,72	0,100	0,025	0,013	0,014
6000 ppm NaCl	11,29	14,97	0,064	0,025	0,009	0,007
9000 ppm NaCl	9,34	13,82	0,051	0,019	0,007	0,006
G10						
3000 ppm NaCl	17,61	25,27	0,092	0,022	0,014	0,008
6000 ppm NaCl	14,38	23,07	0,076	0,026	0,011	0,008
9000 ppm NaCl	8,47	13,08	0,041	0,023	0,006	0,005
G11						
3000 ppm NaCl	21,14	27,74	0,091	0,023	0,015	0,008
6000 ppm NaCl	16,60	17,32	0,070	0,019	0,010	0,006
9000 ppm NaCl	13,59	11,72	0,061	0,019	0,009	0,004
G12						
3000 ppm NaCl	17,70	23,33	0,092	0,033	0,014	0,007
6000 ppm NaCl	13,17	15,71	0,067	0,018	0,010	0,006
9000 ppm NaCl	11,33	12,57	0,060	0,028	0,009	0,005

DI-dužina izdanka, DK-dužina korena, SMI-sveža masa izdanka, SMK-sveža masa korena, SSMI-suva masa izdanka, SSMK-suva masa korena, 1-12 genotipovi pšenice

Analiza prosečnih vrednosti sveže mase izdanka i sveže mase korena, u uslovima kontrole, pokazala je da genotipovi G6 i G7 imaju najveću svežu i suhu masu izdanka i klijane kao i da promena najmanjih ispitivanih koncentracija PEG i NaCl nisu izazvale značajnije promene sveže mase izdanka i sveže mase korena kod svih ispitivanih genotipova (Tabele 15 i 16), što je potvrđeno ANOVA analizom (Tabela 17 i 18). Takođe, korelaciona analiza pokazuje da su promene sveže mase izdanka bile slične nakon primene PEG i NaCl (koeficijent korelacije = 0,86), nasuprot različitim reakcijama u svežoj masi korena (koeficijent korelacije=0,63). Najveća ispitivana koncentracije PEG (15%) je statistički značajno uticala na smanjenje sveže mase izdanka i sveže mase korena kod svih genotipova (osim kod G10 za svežu masu korena), Tabela 17. Međutim, najveća ispitivana količina NaCl (9000 ppm), pored značajnog smanjenja sveže mase izdanka, nije imala efekta na svežu masu korena kod skoro polovine ispitivanih genotipova: G4, G5, G7, G11 i G12 (Tabela 18). Jovović i sar. (2018) i Hande i sar. (2018) su, takođe, došli do sličnih zaključaka.

Na osnovu analize dobijenih vrednosti konstatuje se da su svi testirani genotipovi (na osnovu parametra sveža masa izdanka) osetljivi na uslove suše i prisustvo soli, a da na osnovu parametra sveža masa korena postoje razlike u osetljivosti. Na osnovu sveže mase korena izdvajaju se tolerantni genotipovi: G10 (srpski) na sušu (Tabela 17) i na prisustvo soli G4, G5 (libijski) i G11 (srpski) (Tabela 18).

Takođe, klasifikacija osetljivosti/tolerantnosti genotipova, urađena na osnovu odnosa sveže mase korena/sveže mase izdanka, je pokazala da su u uslovima suše srednje vrednosti sveže mase korena i sveže mase izdanka ujednačene kod ispitivanih genotipova (Tabela 17). Odnos parametara je pokazao da su vrednosti kod G8 i G10 bile najveće, odnos sveže mase korena/sveže mase izdanka = 0,3 u poređenju sa dobijenim vrednostima odnos sveže mase korena/sveže mase izdanka= 0,1 kod G5 i G6 (zbog mase izdanka kod G6). Prema odnosu sveže mase korena/sveže mase izdankau uslovima suše konstatuje se da su genotipovi slične osetljivosti/tolerantnosti (Tabela 17).

Tabela 17. Statistička analiza (ANOVA) sveže mase izdanka i korena u različitim koncentracijama PEG

G	Sveža masa izdanka SMI					Sveža masa korena SMK					SMK/SMI
	K-5%	K-10%	K-15%	sredina	SD	K-5%	K-10%	K-15%	sredina	SD	
1	0.047*	0.005**	0.001**	0.09	0.04	0.0008**	0.0000**	0.0000**	0.02	0.01	0.2
2	0.034*	0.002**	0.0001**	0.08	0.04	0.03*	0.0011**	0.0002**	0.02	0.01	0.2
3	NS	0.0000**	0.0000**	0.08	0.05	NS	0.001**	0.0003**	0.02	0.01	0.2
4	0.018*	0.0025**	0.0000**	0.09	0.05	0.036*	0.005**	0.0002**	0.02	0.01	0.2
5	NS	0.004**	0.0001**	0.08	0.05	NS	0.027*	0.001**	0.01	0.01	0.1
6	NS	0.0013**	0.0000**	0.13	0.05	0.008**	0.004**	0.0004**	0.02	0.01	0.1
7	0.003**	0.0000**	0.0000**	0.1	0.07	NS	0.0002**	0.0001**	0.02	0.01	0.2
8	NS	0.016*	0.0002**	0.11	0.06	NS	NS	0.001**	0.03	0.01	0.3
9	0.04*	0.0000**	0.0000**	0.1	0.06	NS	0.016*	0.001**	0.02	0.01	0.2
10	NS	0.0004**	0.0000**	0.11	0.04	NS	NS	NS	0.03	0.004	0.3
11	NS	0.002**	0.0000**	0.09	0.04	NS	NS	0.012**	0.02	0.01	0.2
12	NS	0.0000**	0.0000**	0.08	0.05	0.026*	0.0003**	0.0000**	0.02	0.01	0.2

1-12 genotipovi pšenice, $p < 0,01$ **, $p < 0,05$ *, ns-razlike nisu značajne, K-kontrola, SMI-sveža masa izdanka, SMK-sveža masa korena, G-genotipovi pšenice

Tabela 18. Statistička analiza (ANOVA) sveže mase izdanka i korena u različitim koncentracijama NaCl

G	Sveža masa izdanka SMI					Sveža masa korena SMK					SMK/SMI
	K- 3000ppm	K- 6000ppm	K- 9000ppm	sredina	SD	K- 3000ppm	K- 6000ppm	K- 9000ppm	sredina	SD	
1	0.007**	0.0001**	0.0003**	0.07	0.03	0.0000**	0.0000**	0.0000**	0.01	0.01	0.1
2	NS	0.033*	0.0008**	0.06	0.03	0.09**	0.017*	0.0039**	0.01	0.007	0.2
3	0.0002**	0.0000**	0.0000**	0.06	0.04	0.04*	0.001**	0.012**	0.02	0.014	0.3
4	0.004**	0.003**	0.0002**	0.08	0.03	NS	NS	NS	0.03	0.005	0.4
5	0.009**	0.006**	0.001**	0.07	0.02	NS	NS	NS	0.01	0.003	0.1
6	0.022*	0.001**	0.0004**	0.09	0.02	0.001**	0.005**	0.007**	0.02	0.013	0.2
7	NS	NS	0.007**	0.10	0.03	NS	0.015	NS	0.02	0.008	0.2
8	0.0001**	0.0000**	0.0000**	0.09	0.03	0.001**	0.002**	0.007**	0.03	0.01	0.3
9	NS	0.01*	0.004**	0.08	0.03	NS	NS	0.035	0.03	0.009	0.4
10	NS	0.028*	0.0004**	0.08	0.03	0.001**	0.003**	0.001**	0.03	0.01	0.4
11	NS	0.002**	0.0004**	0.08	0.02	NS	NS	NS	0.02	0.004	0.2
12	0.0000**	0.0000**	0.0000**	0.09	0.03	NS	0.004	NS	0.03	0.008	0.3

1-12 genotipovi pšenice, p<0,01**, p<0,05*, ns-razlike nisu značajne, K-kontrola, SMI-sveža masa izdanka, SMK-sveža masa korena, G-genotipovi pšenice

Analiza osetljivosti genotipova u uslovima saliniteta (na osnovu odnosa sveže mase korena/sveže mase izdanka) pokazuje da se ispitivani genotipovi više razlikuju: tolerantni su G4, G9 (libijski) i G10 (srpski), a osetljiviji G1 i G5 (libijski) (Tabela 22). Koeficijent korelacije na osnovu odnosa sveže mase korena/sveže mase izdanka za libijske genotipove pokazuje da su oni različito osetljivi u uslovima suše i uslovima saliniteta (koeficijent korelacije=0,45) nasuprot visokom (koeficijent korelacije=0,87) za genotipove selekcionisane u Srbiji (isto se ponašaju u različitim uslovima). Preciznije poređenje osetljivosti/tolerantnosti genotipova je obavljeno t-testom (Tabele 19-22). Prema analizi za parametar sveža masa izdanka konstatuju se razlike između sorti introdukovanih u Libiji, libijskih i srpskih kao i između srpskih nakon primene većih ispitivanih količina PEG i NaCl (Tabele 19 i 20).

Tabela 19. Nivo razlika (t-test) između genotipova nakon primene PEG na osnovu sveže mase izdanka

G	10% PEG			15% PEG		
	sredina	SD	p	sredina	SD	p
2	0.10	0.02	0.022*	0.02	0.01	0.034*
6	0.11	0.02		0.10	0.01	
2	0.10	0.02	0.041*	0.02	0.01	0.025*
10	0.11	0.01		0.10	0.01	
3	0.03	0.02	0.006**	0.02	0.01	0.008**
6	0.11	0.02		0.10	0.01	
3	0.03	0.02	0.009**	0.02	0.01	0.005**
10	0.10	0.01		0.10	0.01	
6	0.11	0.02	0.014*	0.10	0.01	0.002**
12	0.04	0.02		0.01	0.005	
10	0.10	0.01	0.023*	0.10	0.01	0.001**
12	0.04	0.02		0.01	0.005	

p<0,01**, p<0,05*, G-genotipovi pšenice

Tabela 20. Nivo razlika (t-test) između genotipova nakon primene NaCl na osnovu sveže mase izdanka

G	6000 ppm NaCl			9000 ppm NaCl		
	sredina	SD	p	sredina	SD	p
1	0.04	0.010	0.008**	0.05	0.007	0.028*
6	0.08	0.010		0.08	0.010	
1	0.04	0.010	0.014*	0.05	0.007	0.029*
8	0.06	0.005		0.07	0.004	
3	0.04	0.007	0.003**	0.03	0.012	0.009**
6	0.08	0.011		0.08	0.010	
3	0.04	0.007	0.003**	0.03	0.012	0.009**
8	0.07	0.005		0.07	0.004	
3	0.04	0.007	0.027*	0.03	0.012	0.022*
11	0.07	0.015		0.06	0.006	
3	0.04	0.007	0.002**	0.03	0.012	0.018*
12	0.07	0.001		0.06	0.005	
5	0.06	0.006	0.036*	0.05	0.006	0.017*
6	0.08	0.011		0.08	0.010	

p<0,01**, p<0,05*, G-genotipovi pšenice

Poređenje osetljivosti/tolerantnosti (t-test) na osnovu promena sveže mase korena je pokazalo da postoje veća variranja između ispitivanih genotipova (Tabele 21 i 22). ANOVA analiza je pokazala da se genotipovi razlikuju na osnovu sveže mase korena i sveže mase izdanka (u uslovima suše i saliniteta) i da se u uslovima saliniteta (na osnovu sveže mase korena) izdvajaju tolerantni genotipovi G4, G5, G7 (libijski) i srpski G11 i G12 (Tabela18).

Tabela 21. Nivo razlika (t-test) između genotipova nakon primene PEG
na osnovu sveže mase korena

G	10% PEG			15% PEG		
	sredina	SD	p	sredina	SD	p
1	0.01	0.003	0.0005**	0.01	0.005	0.008**
10	0.03	0.002		0.03	0.01	
2	0.01	0.001	0.0000**	0.01	0.005	0.008**
10	0.03	0.001		0.03	0.01	
3	0.01	0.005	0.004**	0.01	0.004	0.007**
10	0.03	0.002		0.03	0.01	
4	0.02	0.002	0.001**	0.01	0.004	0.004**
10	0.03	0.002		0.03	0.01	
5	0.01	0.003	0.007**	0.004	0.002	0.022*
6	0.02	0.003		0.02	0.01	
5	0.01	0.003	0.005**	0.004	0.002	0.023*
9	0.02	0.002		0.01	0.003	
5	0.01	0.003	0.0004**	0.004	0.002	0.0021**
10	0.03	0.002		0.03	0.01	
6	0.02	0.003	0.009**	0.02	0.01	0.044*
10	0.03	0.002		0.03	0.01	
6	0.02	0.003	0.015*	0.02	0.01	0.026*
12	0.01	0.004		0.005	0.001	
7	0.01	0.002	0.0002**	0.01	0.005	0.008**
10	0.03	0.002		0.03	0.01	
9	0.02	0.002	0.002**	0.01	0.003	0.007**
10	0.03	0.002		0.03	0.01	
9	0.02	0.002	0.014*	0.01	0.003	0.023*
12	0.02	0.004		0.005	0.001	
10	0.03	0.002	0.022*	0.03	0.01	0.006**
11	0.02	0.010		0.01	0.001	

10	0.03	0.002	0.001**	0.03	0.01	0.0021**
12	0.01	0.004		0.005	0.001	

p<0,01**, p<0,05*, G-genotipovi pšenice

Tabela 22. Nivo razlika (t-test) između genotipova nakon primene NaCl na osnovu sveže mase korena

G	6000 ppm NaCl			9000 ppm NaCl		
	sredina	SD	p	sredina	SD	p
1	0.008	0.0006	0.007**	0.006	0.002	0.012*
4	0.02	0.006		0.024	0.007	
1	0.008	0.0006	0.023*	0.006	0.002	0.035*
5	0.012	0.002		0.017	0.007	
1	0.008	0.0006	0.004**	0.006	0.002	0.005**
6	0.02	0.003		0.021	0.004	
1	0.008	0.0006	0.011*	0.006	0.002	0.0000**
8	0.02	0.006		0.027	0.0005	
1	0.008	0.0006	0.007**	0.006	0.002	0.04*
10	0.026	0.006		0.023	0.009	
1	0.008	0.0006	0.009**	0.006	0.002	0.008**
11	0.019	0.004		0.019	0.004	
1	0.008	0.0006	0.012*	0.006	0.002	0.0001**
12	0.018	0.004		0.028	0.001	
2	0.012	0.003	0.028*	0.008	0.006	0.039*
4	0.024	0.005		0.024	0.007	
2	0.012	0.003	0.033*	0.008	0.006	0.037*
6	0.02	0.003		0.021	0.004	
2	0.012	0.003	0.04*	0.008	0.006	0.006**
8	0.023	0.006		0.027	0.0005	
3	0.012	0.003	0.044*	0.013	0.008	0.041*

8	0.024	0.006		0.027	0.0005	
5	0.013	0.002		0.017	0.006	
			0.048*			0.041*
8	0.024	0.006		0.027	0.0005	

p<0,01**, p<0,05*, G-genotipovi pšenice

Jednako pouzdani parametri za definisanje osetljivosti/tolerantnosti na uslove suše i saliniteta su se pokazali suva masa izdanka i suva masa korena. Najveće vrednosti prosečne sveže i suve mase imali su genotipovi G6 i G7 (libijski). Bez obzira na ovu činjenicu, parametar odnos sveža masa korena/sveža masa izdanka za izdvojene genotipove je pokazao sličan nivo osetljivosti kao i ostali genotipovi u uslovima suše. Međutim, u uslovima saliniteta njihova osetljivost je bila veća u poređenju sa drugim libijskim G4 i G9 i srpskim G10 genotipovima (Tabele 17 i 18).

Potpuno druga slika se dobija na osnovu parametra odnos suva masa korena/suva masa izdanka. Konstatuje se njihova veća osetljivost u odnosu na G9 (libijski), G10 i G11 (srpski) genotipove u uslovima suše i u uslovima saliniteta u odnosu na G1, G2, G3, G8 i G9 (libijski) i G10 (srpski) (Tabele 23 i 24). Bahrani i Valley (2013) ističu da rast parametra odnos suva masa korena/suva masa izdanka i smanjenje veličine listova ukazuju na mogućnost smanjenja prinosa pšenice u uslovima povećanog saliniteta. Ghanifathi i sar. (2011) u svojim istraživanjima nalaze da suša nije uticala na raspored suve mase u korenu niti na vrednosti odnosa suva masa korena/suva masa izdanka.

Sa druge strane Baalabaki i sar. (1999) smatraju da je odnos suva masa korena/suva masa izdanka dobar parametar za determinisanje tolerantnosti biljaka pšenice na uslove suše i da veće vrednosti odnosa suva masa korena/suva masa izdanka ukazuju da je raspored suve materije u korist izdanka. Suprotno, Salim (1991) zaključuje da rast odnosa suva masa korena/suva masa izdanka ukazuje da je masa izdanka više afektovana nego korena u uslovima saliniteta. Begum i sar. (1992) promene u rasporedu suve materije objašnjavaju poremećajem transporta Na⁺ od korena ka izdanku i smanjenjem koncentracije K⁺ u semenu i korenu sa porastem NaCl.

ANOVA analiza je pokazala da najmanja ispitivana koncentracija PEG (5%) nije uticala na promene suve mase izdanka i suve mase korena kao i najmanja koncentracija NaCl (3000 ppm) na suhu masu izdanka (tabele 23 i 24), ali jeste na suhu masu korena (tabela 24) sa čime se slažu Jovović i sar. (2018) naglašavajući da male koncentracije nemaju negativan uticaj na suhu masu korena, već da imaju blagi stimulatívni efekat.

Sa druge strane veća ispitivana koncentracija PEG (10%) je uticala na statistički značajne promene suve mase izdanka, a najveća na oba ispitivana parametra (Tabela 23). Suprotno ovome, obe veće ispitivane koncentracije NaCl (6000 i 9000 ppm) su uticale na statistički značajne promene suve mase izdanka i suve mase korena u odnosu na kontrolu (Tabela 24), sa čime se slažu Machado i sar. (2004).

Takođe, na osnovu promena suve mase korena može se konstatovati da su genotipovi G2 (libijski), G10 i G11 (srpski) tolerantni na uslove suše, a G9 (libijski) na uslove saliniteta (tabele 23 i 24). Tolerantnost na uslove saliniteta objašnjava se većom produkcijom energije u ćelijama (više ATP-adenozin tri fosfata) (Miquel i sar., 2005). Esehie (1995) ističe da je negativan efekat soli izražen zbog činjenice da se biljke seju u sloju od 10 cm, gde je koncentracija i najveća. Takođe, smatra da je efekat na zimske genotipove pšenice veći jer u tim slojevima zemlje koncentracija soli može biti velika zbog izraženije evaporacije tokom leta.

Poređenje osetljivosti ispitivanih genotipova (t-test) je pokazalo da si njihova osetljivost u stresnim uslovima najviše razlikuju na osnovu suve mase korena (Tabele 25, 26 i 27).

Tabela 23. Statistička analiza (ANOVA) suve mase izdanka i korena različitim koncentracijama PEG

G	Suva masa izdanka SSMI					Suva masa koren SSMK					SSMK/SSMI
	K-5%	K-10%	K-15%	sredina	SD	K-5%	K-10%	K-15%	sredina	SD	
1	NS	0.048*	0.008**	0.01	0.004	NS	0.04*	0.014*	0.005	0.002	0.5
2	NS	0.008**	0.001**	0.01	0.004	NS	NS	NS	0.005	0.001	0.5
3	NS	0.007**	0.0003**	0.01	0.004	NS	NS	0.005**	0.005	0.002	0.5
4	NS	NS	0.0001**	0.01	0.004	NS	NS	0.01*	0.01	0.002	0.5
5	NS	0.03*	0.0001**	0.01	0.004	NS	NS	0.005**	0.004	0.001	0.4
6	NS	NS	0.02*	0.02	0.01	NS	NS	0.01*	0.01	0.001	0.4
7	NS	0.0003**	0.0000**	0.01	0.01	NS	0.002**	0.0000**	0.01	0.003	0.5
8	NS	NS	0.0003**	0.01	0.01	NS	NS	0.046*	0.01	0.003	0.6
9	NS	0.001**	0.0000**	0.01	0.004	NS	NS	0.005**	0.01	0.002	0.6
10	NS	0.0002**	0.0000**	0.01	0.004	NS	NS	NS	0.01	0.001	0.6
11	NS	0.03*	0.0005**	0.01	0.004	NS	NS	NS	0.005	0.001	0.4
12	NS	0.002**	0.0001**	0.01	0.005	NS	0.01*	0.01*	0.004	0.001	0.4

1-12 genotipovi pšenice, p<0,01**, p<0,05*, ns-razlike nisu značajne, K-kontrola

Tabela 24. Statistička analiza (ANOVA) suve mase izdanka i korena nakon rasta u različitim koncentracijama NaCl

G	Suva masa izdanka SSMI					Suva masa koren SSMK					SSMK/SSMI
	K- 3000ppm	K- 6000ppm	K- 9000ppm	sredina	SD	K- 3000ppm	K- 6000ppm	K- 9000ppm	sredina	SD	
1	NS	0.0013**	0.006**	0.01	0.003	0.028*	0.0002**	0.0018**	0.007	0.002	0.7
2	NS	NS	0.002**	0.008	0.003	NS	NS	0.003**	0.006	0.003	0.7
3	NS	0.001**	0.001**	0.008	0.003	0.005**	0.0001**	0.0005**	0.006	0.002	0.7
4	NS	NS	0.002**	0.011	0.003	0.025*	0.0039**	0.0003**	0.007	0.002	0.6
5	NS	0.036*	0.007**	0.008	0.002	NS	0.007**	0.001**	0.004	0.001	0.5
6	NS	0.02*	0.004**	0.013	0.003	0.004**	0.002**	0.0001**	0.007	0.002	0.5
7	NS	0.02	NS	0.012	0.004	NS	0.013*	NS	0.007	0.002	0.6
8	0.019*	0.004**	0.002**	0.011	0.003	0.015*	0.015*	0.002**	0.008	0.002	0.7
9	NS	NS	0.017*	0.01	0.004	NS	NS	NS	0.009	0.006	0.9
10	NS	NS	0.0004**	0.011	0.003	0.014*	0.009**	0.0002**	0.008	0.002	0.7
11	NS	0.002**	0.0004**	0.012	0.003	NS	0.0003**	0.0000**	0.006	0.002	0.5
12	0.017*	0.0000**	0.0000**	0.012	0.002	0.0005**	0.0000**	0.0000**	0.007	0.001	0.6

1-12 genotipovi pšenice, p<0,01**, p<0,05*, ns-razlike nisu značajne, K-kontrola

Tabela 25. Nivo razlika (t-test) između genotipova nakon primene PEG na osnovu suve mase izdanka

10% PEG			15% PEG			
G	sredina	SD	p	sredina	SD	p
2	0.01	0.002	0.005**	0.004	0.002	0.006**
6	0.01	0.001		0.010	0.001	
2	0.01	0.002	0.013*	0.004	0.002	0.022*
10	0.01	0.001		0.010	0.001	
3	0.01	0.003	0.016*	0.003	0.001	0.001**
6	0.01	0.001		0.010	0.001	
3	0.01	0.003	0.039*	0.003	0.001	0.003**
10	0.01	0.001		0.010	0.001	
5	0.01	0.003	0.035*	0.003	0.002	0.003**
6	0.01	0.001		0.010	0.001	
6	0.01	0.001	0.015*	0.010	0.001	0.011*
9	0.01	0.001		0.004	0.002	
6	0.01	0.001	0.008**	0.01	0.001	0.0013**
12	0.01	0.002		0.003	0.001	
10	0.01	0.001	0.019*	0.010	0.001	0.006**
12	0.01	0.002		0.003	0.001	

p<0,01**, p<0,05*, G-genotipovi pšenice

Tabela 26. Nivo razlika (t-test) između genotipova nakon primene PEG na osnovu suve mase korena

10%			15%			
G	sredina	SD	p	sredina	SD	p
2	0.004	0.001	0.018*	0.004	0.002	0.023*
10	0.010	0.001		0.010	0.001	
3	0.005	0.002	0.048*	0.003	0.001	0.004**
6	0.010	0.0004		0.010	0.001	

5	0.004	0.001	0.0018**	0.001	0.001	0.002**
6	0.010	0.0004		0.010	0.001	
5	0.004	0.001	0.017*	0.001	0.001	0.042*
9	0.010	0.001		0.004	0.001	
5	0.004	0.001	0.015*	0.001	0.001	0.0007**
10	0.010	0.001		0.005	0.001	
6	0.010	0.0003	0.0029**	0.010	0.001	0.0081**
7	0.005	0.001		0.002	0.001	
6	0.010	0.0004	0.035*	0.007	0.001	0.037*
11	0.005	0.001		0.005	0.001	
6	0.01	0.0004	0.0003**	0.01	0.001	0.007**
12	0.003	0.001		0.003	0.001	
7	0.005	0.001	0.027*	0.002	0.001	0.0037**
10	0.01	0.001		0.01	0.001	
10	0.01	0.001	0.004**	0.01	0.001	0.0033**
12	0.003	0.001		0.003	0.001	

p<0,01**, p<0,05*, G-genotipovi pšenice

Tabela 27. Nivo razlika (t-test) između genotipova nakon primene NaCl na osnovu suve mase korena

G	6000 ppm			9000 ppm		
	sredina	SD	p	sredina	SD	p
4	0.006	0.001	0.021*	0.005	0.001	0.031*
5	0.003	0.001		0.003	0.0003	
5	0.003	0.001	0.026*	0.003	0.0003	0.007**
6	0.007	0.001		0.005	0.0007	
5	0.003	0.001	0.032*	0.003	0.0003	0.006**
8	0.007	0.002		0.006	0.0009	
5	0.003	0.001	0.029*	0.003	0.0003	0.01*

11	0.005	0.0003		0.004	0.0003	
5	0.003	0.001	0.032*	0.003	0.0003	0.0007**
12	0.005	0.0004		0.005	0.0003	

p<0,01**, p<0,05*, G-genotipovi pšenice

Koeficijent korelacije je pokazao da je osetljivost genotipova G2 i G3 (libijski) u uslovima suše i saliniteta slična na osnovu parametara sveže mase izdanka i suve mase izdanka a G1 na osnovu promena sveže mase korena i suve mase korena (tabela 28). Na osnovu vrednosti koeficijenta koleracije može se konstatovati da promene sveže i suve mase korena i izdanka nisu parametri koji daju uniformne odgovore o osetljivosti/tolerantnosti genotipova pšenice na uslove stresa. Posebno se uočava kod visoke negativne korelacije za parametre sveža i suva masa korena (tabela 28).

Tabela 28. Koeficijent korelacije za promene sveže i suve mase izdanka i korena u prisustvu PEG i NaCl

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12
KK za SMI u uslovima suše (PEG) i saliniteta (NaCl)											
1	0.93	0.73	0.18	-0.15	-0.57	-1	-0.8	0.38	0.63	-0.45	-0.64
KK za SSMI izdanka u uslovima suše (PEG) i saliniteta (NaCl)											
0.46	0.92	0.9	-0.35	1	-0.13	-0.3	-0.66	0.38	0.9	-0.61	-0.01
KK za SMK u uslovima suše (PEG) i saliniteta (NaCl)											
0.8	0.76	-0.44	0.26	-0.28	-0.99	-0.99	-0.75	0.27	-0.07	-0.56	-0.99
KK za SSMK u uslovima suše (PEG) i saliniteta (NaCl)											
0.72	0.59	0.55	-0.04	-0.21	1	-0.58	-0.6	0.63	-0.02	0.31	-0.97

SMI-sveža masa izdanka, SMK-sveža masa korena, SSMI-suva masa izdanka, SSMK-suva masa korena

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata proučavanja osobina klijanja semena i porasta biljaka kao kriterijuma selekcije obične pšenice na tolerantnost prema abiotičkom stresu povećanog saliniteta i suše mogu se izvesti sledeći zaključci:

Na seme različitih genotipova pšenice, koje je u eksperimentima tokom klijanja i nicanja biljaka bilo izloženo stresu povećanog saliniteta i suše veći negativni uticaj imala je inhibicija povećanih količina soli (NaCl).

Uslovi suše (prisustvo PEG) nisu ispoljili značajan uticaj na klijanje semena genotipova Slambo (G6) i Bhoth 306 (G11) i srpskog NS Vljajna (G11) što ukazuje na mogućnost korišćenja ove sorte u poljoprivrednoj proizvodnji na području Libije.

Genotipovi Acsad 901 (G4) i Bhoth 208 (G8) bili su najtolerantniji na povećane koncentracije natrijum-hlorida (NaCl). Zahvaljujući ovoj osobini bili bi podesni za gajenje na zaslanjenim površinama u Libiji.

Na osnovu parametra procenat klijavih semena izdvajaju se genotipovi Abu Al Khir (G1), Ashtar (G2), Slambo (G3), Khrise (G5), Marshosh (G9) i NS Vljajna (G11) kao tolerantniji na sušu, dok su Acsad 901 (G4), Abu Al Jud (G7) i Bhoth 208 (G8) tolerantni na prisustvo povećanog saliniteta. Francuski genotip G6 (Bhoth 306) i srpski G10 (Zemunski rosa) su najpodesniji za gajenje u uslovima suše i povećane zaslanjenosti zemljišta.

Proučavani genotipovi su se generalno više razlikovali u pogledu tolerantnosti na stres uzrokovan sušom nego povećanim salinitetom.

Na osnovu koeficijenka korelacije za parametre indeks klijanja može se zaključiti da su najosetljiviji genotipovi Acsad 901 (G4), Bhoth 306 (G6), Abu Al Jud (G7), Marshosh (G9) i srpski NS Vljana (G11).

Rezultati ANOVA analize pokazali su da se parametri procenat klijanja i indeks klijanja izdvajaju kao najpouzdaniji za definisanje osetljivosti genotipova pšenice na uslove stresa.

Kvantitativne vrednosti parametra odnos dužine korena/dužine izdanka izdvajaju srpski genotip NS Vljana (G11) kao najtolerantniji na uslove suše i saliniteta.

Na osnovu ispitivanja i ANOVA analize zaključak je da su morfološki parametri dužina izdanka i dužina korena, kao i odnos dužina korena/dužina izdanka pouzdani za definisanje osetljivosti genotipova pšenice na uslove stresa.

Koeficijent korelacije je pokazao da je parametar sveža masa korena definisao jasnije razlike između ispitivanih genotipova u uslovima stres. Analiza odnosa sveža masa korena/sveža masa izdanka je pokazala da su ispitivani genotipovi slične osetljivosti u uslovima suše.

Na osnovu sveže mase izdanka i sveže mase korena (u uslovima povećanog saliniteta i suše) izdvojili su se kao tolerantni genotipovi introdukovani u poljoprivrednu proizvodnju Libije G4, G5, G7 i srpski G11 i G12.

Na osnovu suve mase korena tolerantni genotipovi u uslovima suše bili su Ashtar (G2) introdukovan iz Maroka i srpski Zemunska rosa (G10) i NS Vljana (G11). U uslovima povećanog saliniteta najtolerantniji genotip bio je Marshosh (G9) poreklom iz Maroka.

Koeficijent korelacije je pokazao da parametri sveža i suva masa korena i izdanka nisu parametri koji daju jasne odgovore o osetljivosti genotipova pšenice u uslovima stresa.

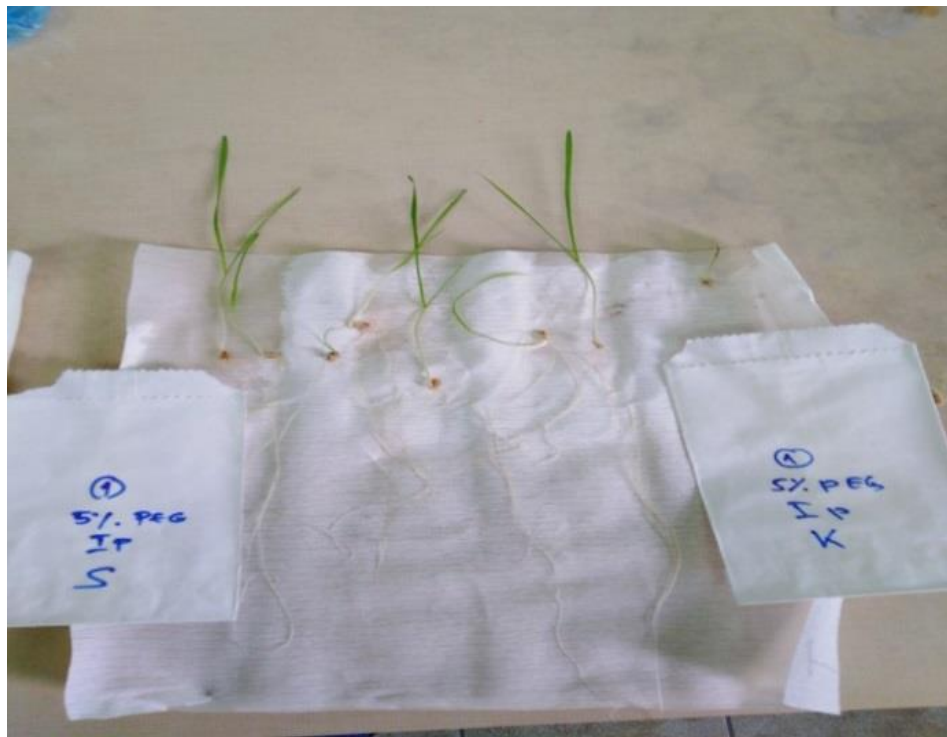
Rezultati ovih laboratorijskih istraživanja pokazali su da su današnje sorte obične pšenice, u celini, osetljive na stres izazavan sušom i povećanim salinitetom zemljišta. U budućem periodu

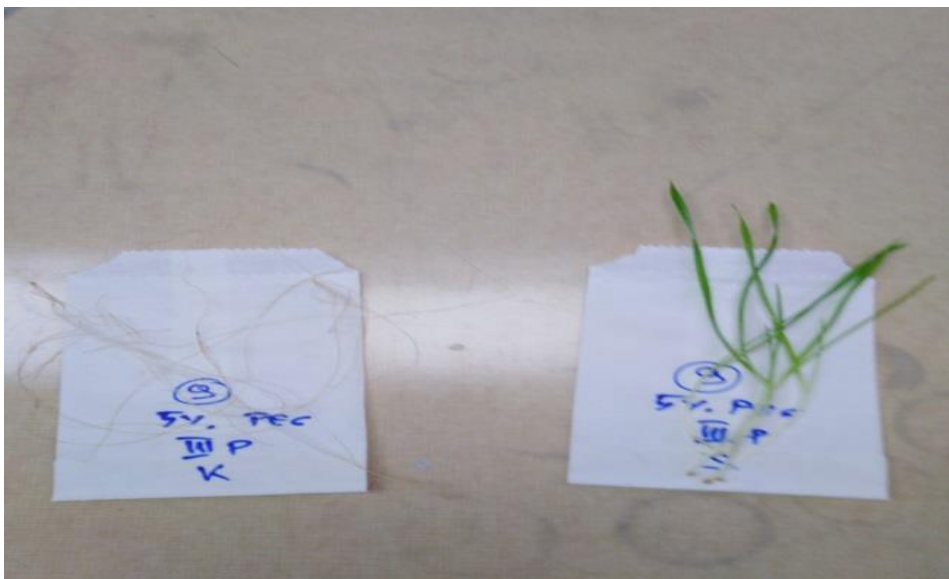
u cilju prevazilaženja ovih nepovoljnih osobina obične pšenice, biljke poreklom iz humidnijih predela, trebalo bi intenzivirati rad na stvaranju novih, tolerantnijih genotipova. U uslovima manje povoljnih agroekoloških osobina (klimatskih činilaca i osobina zemljišta) u proizvodnju bismo mogli uvesti druge gajene vrste roda *Triticum* koje pokazuju veću tolerantnost prema ovim abiotičkim činiocima. Stvaranje sorti interspecijes ukrštanjima, takođe bi značajno doprinelo rešavanju pitanja proizvodnje pšenice kao najvažnijeg hlebnog žita u svetu.

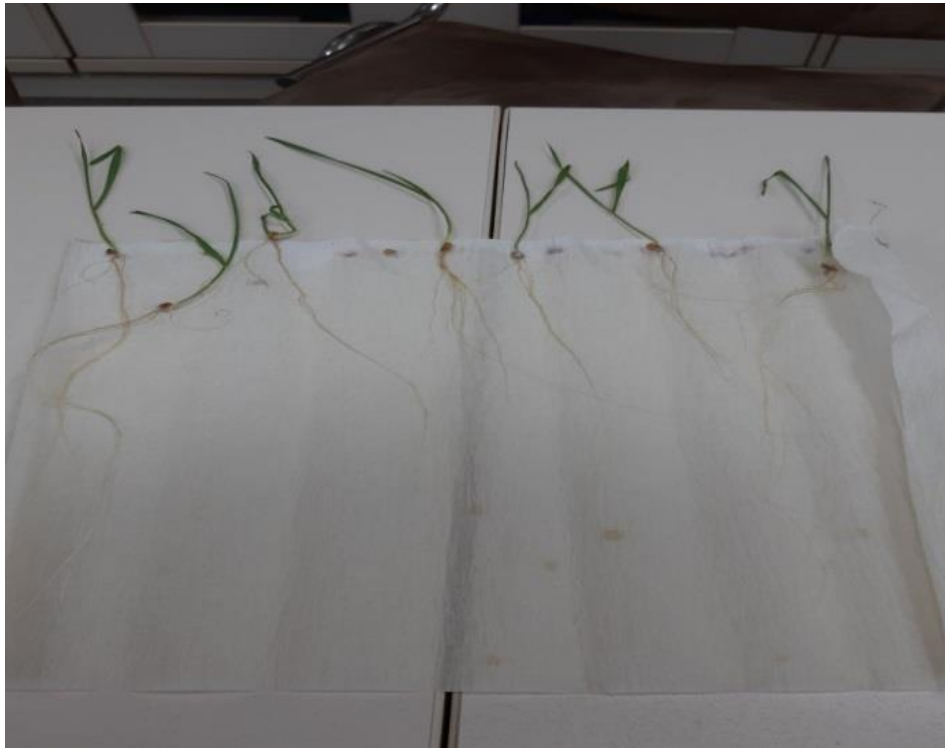
PRILOZI

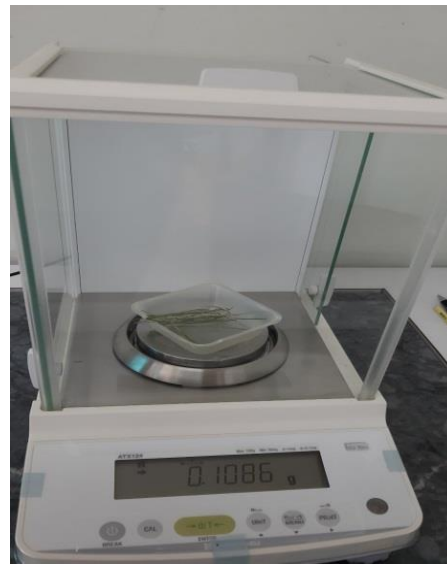
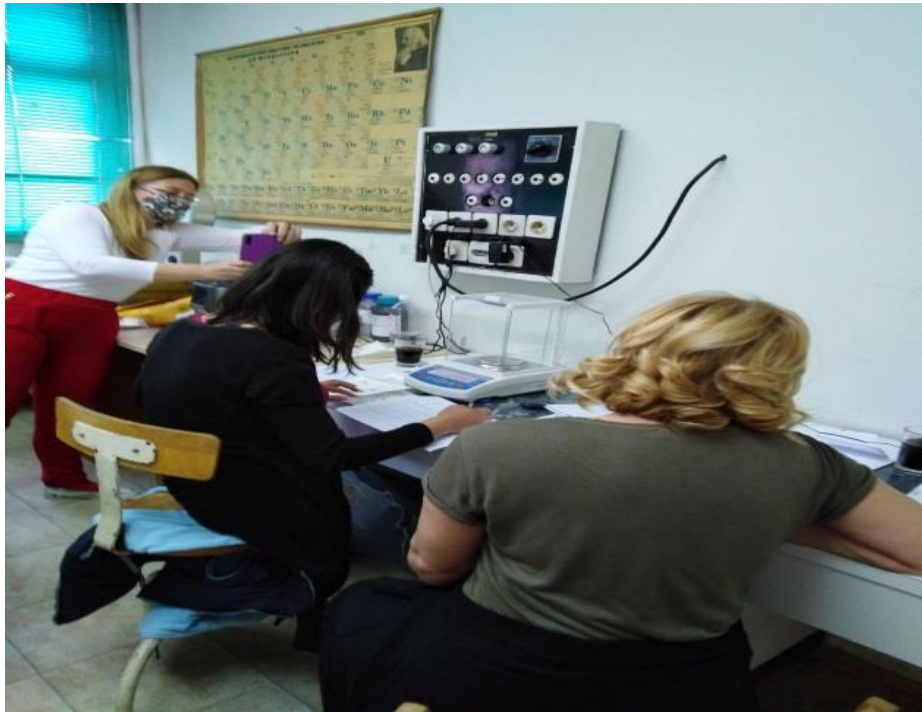
Izvođenje oglada











LITERATURA

Acquaah, G. (2007): Principles of plant genetics and breeding. Oxford, UK: Blackwell, pp. 385.

Agnihotri, R.K., Palni, L.M.S., Pandey, D.K. (2006): Screening of land races of rice under cultivation in Kumaun Himalayan for salinity stress during germination and early seedling growth. Indian Journal of Plant Physiology, 11(30), pp. 262-272.

Ahmad, N. (2016): Genetics of drought tolerance in wheat(*Triticum aestivum* L). PhD thesis, Faisalabad Univ., pp. 3-4.

Akbarimoghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari, A., Panjehkeh, N. (2011): Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. Trakia journal of Sciences, 9(1), pp. 43-50.

Al-Azab, Kh. (2013): Improving wheat for drought tolerance by using hybridization and mutation breeding procedures. PhD thesis, Cairo Univ., pp. 1-266.

Alkhammas, A.O. (2017): Uticaj agroekoloških i zemljišnih uslova Podunavlja i Posavine na morfološke i proizvodne osobine korasan pšenice i mogućnost introdukcije u Libiji. Doktorska disertacija, Beograd, pp. 1-104.

Almansouri, M., Kinet, J.M., Lutts, S. (2001): Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant Soil., 231, 243–254.

Almaghrabi, A.O. (2012): Impact of drought stress on germination and seedling growth parameters of some wheat cultivars. Life Science Journal, 9(1), pp. 590-598.

Al-Naggar, A., Atta, M., Sabry, S., Abd El-Aleem, O. (2015): Tolerance of wheat doubled haploids to elevated levels of NaCl at germination and seedling stages. *International journal of plant and soil science*, 5(5), pp. 249-267.

Alom, R., Hasan, M.A., Islam, M.R. and Wang, Q.F. (2016): Germination characters and early seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under salt stress conditions. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 19(5), pp. 383-392.

Arif, Y., Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., Hayat, S. (2020): Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 145, pp. 64-77.

Aspinall, D., Paleg, L.G. (1981): Proline accumulation, physiological aspects. In: *The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants* (Paleg, L. G., Aspinall, D., eds.), NY, USA, Academic Press, pp. 206–240.

Baalabaki, R.Z., Zurayk, R.A., Bleik, M.M., Talhouk, S.N. (1999): Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. *Seed Science & Technology*, 27, pp. 291-302.

Bagwasi, G., Agenbag, A.G., Swanepoel, A.P. (2020): Effect of salinity on the germination of wheat and barley in South Africa. *Crop, Forage and Turfgrass Management*, 6(1), <https://doi.org/10.1002/cft2.20069>.

Bahrani, A. (2013): Effect of Salinity on growth, ions distribution, accumulation and chlorophyll concentrations in two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *American-Eurasian J. Agric and Environ. Sci.*, 13(5), pp. 291-302.

Bahrani, A., Haghjoo, M. (2012): Response of some wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes to salinity at germination and early seedling growth stage. *World Applied Sciences Journal*, 16(4), pp. 599-609.

Bahrani, A., Joo, M.H. (2011): Response of some wheat genotypes to salinity at germination and early seedling growth stages. *World Applied Science Journal*, 13(4), pp. 887-897.

Bartels, D., Sunkar, R. (2005): Drought and salt tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 24, pp. 23–28.

Baskin, C.C., Baskin, J.M. (2014): *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. 2nd edition, Elsevier/Academic Press: San Diego, CA, pp. 150-162.

Bayoumi, T.Y., Eid, M.H., Metwali, E.M. (2008): Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. *African J Biotechnol.*, 7, pp. 2341–2352.

Begum, F., Selvaraju, P., Venudevan, B. (2013): Saline stress on seed germination. *Scientific Research and Essays*, 30(8), pp. 1420-1423.

Begum, F., Armoker, J.L., Fattah, Q.A., Maniruzzaman, A.F.M. (1992): The effect of salinity on germination and its correlation with K, Na and Cl accumulation in germinating seeds of *Triticum aestivum* cv. Akbar., *Plant Cell Physiol.*, 33, pp. 1009-1014.

Bouthour, D., Kalai, T., Chaffei, H.C., Goui, H., Corpas, J. (2015): Differential response of NADP-dehydrogenases and carbon metabolism in leaves and roots of two durum wheat (*Triticum durum* Desf. SMcultivars (Karim and Azizi) with different sensitivities to salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 179, pp. 56-63.

Boyer, J.S. (1982): Plant productivity and environment. *Science*, 218(4571), pp. 443-448.

Bruggink, G.T., Ooms, J.J.J., Vander Toorn, P. (1999): Induction of longevity in primed seeds. *Seed Sci. Res.*, 9, pp. 49-53.

Carden, D.E., Walker, D.J., Flowers, T.J., Miller, A.J. (2003): Single-cell measurements of the contributions of cytosolic Na⁺ and K⁺ to salt tolerance. *Plant Physiol.*, 131, pp. 676-683.

Chaves, M.M., Maroco, J.P., Pereira, J.S. (2003): Understanding plant responses to drought - from genes to the whole plant. *Funct. Plant Biol.*, 30, pp. 239–264.

Chloupek, O., Dosta'1, V., Středa, T., Psota, V., Dvořa'čkova', O. (2010): Drought tolerance of barley varieties in relation to their root system size. *Plant Breed.*, 129, pp. 630–636. doi: 10.1111/j.1439-0523.2010.01801.x

Curtis, B.C., Rajaram, S., Macpherson, H.G. (2002): Bread wheat and productions. FAO Rome, pp. 1-15.

Dani, A., Siswoyo, T. (2019): Impact of Drought Stress during Germination on Antioxidant Capacities and Antioxidant Enzymes Activities of Madura Local Maize (*Zea mays*) Seeds. *Agricultural Sciences*, 10, pp. 1506-1516. doi: 10.4236/as.2019.1011111.

Datta, J.K., Nag, S., Banerjee, A., Mondal, N.K. (2009): Impact of salt stress on five varieties of Wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.*, 13(3), pp. 93 - 97.

Delan, R., Greenway, H., Munns, R., Gibbs, J. (1982): Ion concentration and carbohydrate status of the elongation leaf tissue of *Hordeum vulgare* growing at high external NaCl. 1. Relationship between solute concentration and growth. *J. Exp. Bot.*, 33, pp. 557-573.

Denčić, S., Kobiljski, B., Mladenov, N., Pržulj, N. (2009): Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 46(2), pp. 367-377.

Dhanda, S.S., Sethi, G.S., Behl, R.K. (2004): Indices of Drought Tolerance in Wheat Genotypes at Early Stages of Plant Growth. *J Agron Crop Sci.*, 190, pp. 6–12.

Dodig, D., Zorić, M., Jović, M., Kandić, V., Stanisavljević, R., Šurlan-Momirović, G. (2014): Wheat seedlings growth response to water deficiency and how it correlates with adult plant tolerance to drought. *Journal of Agricultural Science*, 153(3), pp. 466-480.

Duman, I. (2006): Effects of Seed Priming with PEG or K₃PO₄ on Germination and Seedling Growth in Lettuce. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, pp. 9., 10.3923/pjbs.2006.923.928.

El-Rawy, M.H., Hassan, M.O. (2014): A Diallel analysis of drought tolerance indices at seedling stage in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Breed. Biotech.*, 2(3), pp. 276-288.

El Sabagh, A., Hossain, A., Islam, M.S., Barutcular, C., Hussain, S., Hasanuzzaman, M., et al. (2019): Drought and salinity stresses in barley: consequences and mitigation strategies. *Austral. J. Crop Sci.*, 13, pp. 810., doi: 10.21475/ajcs.19.13.06.p1286

El Sabagh, A., Hossain, A., Barutcular, C., Iqbal, M.A., Islam, M.S., Fahad, S. et al. (2020): Consequences of salinity stress on the quality of crops and its mitigation strategies for sustainable crop production: an outlook of arid and semi-arid regions. In *Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth* (Eds. A. Fahad, M. Hasanuzzaman, M. Alam, H. Ullah, M. Saeed, I. A. Khan, and M. Adnan), Cham: Springer, pp. 503–533. doi: 10.1007/978-3-030-49732-3_20

El Sabagh, Ayman, Islam, S.M., Skalicky, M., Raza, A.M., Singh, K., Hossain, A.M. et al. (2021): Salinity Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Changing Climate: Adaptation and Management Strategies. REVIEW article *Sec. Plant-Soil Interactions*, 3, pp. 1-20, <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.661932>

Ellis, R.H., Roberts, E.H. (1981): The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9, pp. 377-409.

Esechie, H.A. (1995): Partitioning of chloride ion in the germinating seed of two forage legumes under salinity and analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26, pp. 3357-3370.

Fang, Y., Xiong, L. (2015): General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. *Cell Mol Life Sci.*, 72(4), pp. 673–689.

Faheed, F.A., Hassanein, A.M., Azooz, M.M. (2005): Gradual increase in NaCl concentration overcomes inhibition of seed germination due to salinity stress in *Sorghum bicolor* L., *Acta Agronomica Hungarica*, 53, pp: 229-239.

Fellahi, Z., Zaghoudi, H., Boutalbi, W., Hannachi, A. (2019): Assessment of salt stress effect on wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars at seedling stage. *Agric. conspec. sci.*, 84(4), pp. 347-355.

Ferrante, A., Trivellini, A., Malorgio, F., Carmassi, G., Vernieri, P., Serra, G. (2011): Effect of seawater aerosol on leaves of six plant species potentially useful for ornamental purposes in coastal areas. *Sci. Hortic.*, 128, pp. 332–341, doi: 10.1016/j. scienta.2011.01.008

Fita, A., Rodriguez-Burruezo, A., Boscaiu, M., Prohens, J., Vicente, O. (2015): Breeding and domesticating crops adapted to drought and salinity: a new paradigm for increasing food production. *Front. Plant Sci.*, 6, pp. 978.

Glamočlija, Đ., Staletić, M., Ikanović, J., Spasić, M., Đekić, V., Davidović, M. (2010): Possibilities alternative grain production in the highlands area of central Serbia. *International Scientific Meeting: Multifunctional Agriculture and Rural Development (V) II Book*, pp. 71-77.

Glamočlija, Đ., Janković, S., Popović, V., Filipović, V., Ugrenović, V., Kuzevski, J. (2015): Alternativne ratarske biljke u konvencionalnom i organskom sistemu gajenja. *Monografija*, Izdavač, IPN, Beograd.

Ghanifathi, T., Valizadeh, M., Shahryari, R., Shahbazi, H. (2011): Effect of drought stress on germination indices and seedling growth of 12 bread wheat genotypes. *Advances in Environmental Biology*, 5(6), pp. 1034-1039.

Gholami, A., Sharafi, S., Sharafi, A., Ghasemi, S. (2009): Germination of different seed size of pinto bean cultivars as affected by salinity and drought stress. *J Food, Agric Environ.*, 7, pp. 555–558.

Gray, D. (1984): The performance of carrot seeds in relation to their viability. *Ann Appl Biol.*, 104, pp. 559–565. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1984.tb03039.x>

Grewal, H.S. (2010): Water uptake, water use efficiency, plant growth and ionic balance of wheat, barley, canola and chickpea plants on a sodic vertosol with variable subsoil NaCl salinity. *Agricultural Water Management*, 97, pp. 148-156.

Hafiz, G.M.A., Aziz, U., Bhutta, M.A., Bibi, A., Hafeez, R., Farooq, U. (2022): Radar Analysis of Spring Wheat Genotypes at Seedling Stage Against Limited Water Conditions. *Sarhad Journal of Agriculture*, 38(2), pp 548-554.

Hande, B.O., Çeliktaş, V., Duzenli, S., Hossain, A., El Sabagh, A. (2018): Germination and early seedling growth of five durum wheat cultivars (*Triticum durum* DESF.) is affected by different levels of salinity. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, pp. 7746-7757.

Hasan, M.K., Islam, M.S., Islam, M.R., Ismaan, H.N., EL Sabagh, A. (2018): Germination and early seedling growth of mungbean (*Vigna radiata* L.) as influenced by salinity. *Azarian J. Agric.* 5(2), pp. 49-59.

Heikal, M.M., Shaddad, M.A., Ahmed, A.M. (1981): Effect of water stress and gibberellic acid on germination of flax, sesame and onion seed. *Biological Plantarum*, 24(2), pp. 124-129.

Hellal, F., El-Shabrawi, H., Abd El-Hady, M., Khatab, I., El-Sayed, S., Chedly, A. (2018): Influence of PEG induced drought stress on molecular and biochemical constituents and seedling growth of Egyptian barley cultivars. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16(1), pp. 203-212.

Hoekstra, F.A., Wolkers, W.F., Buitink, J., Golow Crowe, J.H., Crowe, L.M. (1997): Membrane stabilization in the dry state. *Comp. Biochem. Physiol.*, 117, pp. 335-341.

Hussain, S., Khaliq, A., Matloob, A., Wahid, A.M., Afzal, I. (2013): Germination and growth response of three wheat cultivars to NaCl salinity. *Soil Environ.*, 32(1), pp. 36-43.

Hussain, M., Farooq, S., Jabran, K., Ijaz, M., Sattar, A., Hassan, W. (2016): Wheat sown with narrow spacing results in higher yield and water use efficiency under deficit supplemental irrigation at the vegetative and reproductive stage. *Agronomy*, 6, pp. 22. <https://doi.org/10.3390/agronomy6020022>

Hussain, M.A., Hoque, T.S., Zaid, A., Wani, S.H., Mostofa, M.G., Henry, R. (2021): "Targeting the ascorbate-glutathione pathway and the glyoxalase pathway for genetic engineering of abiotic stress-tolerance in rice," in *Molecular Breeding for Rice Abiotic Stress Tolerance and Nutritional Quality*, eds M. A. Hossain, L. Hassan, K. M. Iftikharuddaula, A. Kumar A, and R. Henry R (Wiley-Blackwell), pp. 398–427, 10.1002/9781119633174.ch21

Ikanovic, J., Glamoclija, Đ., Maletic, R., Jankovic, S., Tabakovic, M., Zivanovic, Lj. (2010): The genotype traits of forage sorghum, sudan grass and their interspecies hybrid in the conditions of intensive nutrition. *Genetika*, 42(2), pp. 349-358.

Jain, M., Tiwary, S., Plant, R.G. (2010): Sorbitol-induced changes in various growth and biochemical parameters in maize. *Plant, Soil and Environment*, 56(6), pp. 263–267.

Jankovic, S., Glamoclija, Đ., Maletic, R., Rakić, S., Hristov, N., Ikanovic, J. (2011): Effects of nitrogen fertilization on yield and grain quality in malting barley. *African Journal of Biotechnology*, 10(84), pp. 19534-19541.

Ji, H., Liu, L., Li, K., Xie, Q., Wang, Z., Zhao, X., Li, X. (2014): PEG-mediated osmotic stress induces premature differentiation of the root apical meristem and outgrowth of lateral roots in wheat. *J. Exp. Bot.*, 65, pp. 4863–4872.

Jovovic, M., Tunguz, V., Miroslavljević, M., Przulj, N. (2018): Effect of salinity and drought stress on germination and early seedlings growth of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetika*, 50, pp. 285-298, 10.2298/GENSR1801285J.

Kandil, A., Sharief1, A., Elokda, M. (2012): Germination and seedling characters of different wheat cultivars under salinity stress. *Journal of Basic & Applied Sciences*, 8(1), pp. 585-596.

Khajen-Hosseini, M., Powell, A.A., Bingham, I.J. (2003): The Interaction Between Salinity Stress and Seed Vigor During Germination of Soybean Seeds. *Seed Sci Technol.*, 31, pp. 715-725.

Khan, I., Shabbir, G., Akram, Z., Shah, M., Ansar, M., Cheema, N., Iqbal, M. (2013): Character association studies of seedling traits in different wheat genotypes under moisture stress conditions. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 45(3), pp. 458-467.

Khan, A.A. (1980): *The Physiology and Biochemistry of Dormancy and Germination*. Elsevier/North-Holland Biomedical Press; Amsterdam, New York, pp. 447.

Khatun, M., Hafz, M., Hasan, M., Hakim, M., Siddiqui, M. (2013): Responses of wheat genotypes to salt stress in relation to germination and seedling growth. *Int J Bio-resour Environ Agric Sci.*, 4, pp. 635–640.

Khayatnezhad, M., Gholamin, R. (2010): Study of NaCl salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars at germination stage. *American- Eurasian J. Agric and Environ. Sci.*, 9(2), 128-132.

Kiani, M., Bagheri, A., Nezami, A. (1998): The response of lentil genotypes to drought stress resulting from polyethylene glycol 6000 at germination stage. *Journal of Agricultural Science and Industry*, 12, pp. 42– 55.

Kizilgeci, F., Tazebay, N., Namli, M., Albayrak, O., Vildirim, M. (2017): The drought effect on seed germination and seedling growth in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture, Environmental Food Science*, 1, pp. 33-37.

Kocheva, K., Georgiev, G. (2003): Evaluation of the reaction of two contrasting barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in response to osmotic stress with PEG 6000. *Bulg J Plant Physiol.*, pp. 290–294.

Lee, S.G., Sang, G.L., Hyeri, L., Byung, C.L., Hojoung, L., Jun, C.M., Changhyun, C., Namhyun, C. (2020): Effect of sodium silicate on early growth stages of wheat under drought stress. *Appl Biol Chem*, 63, <https://doi.org/10.1186/s13765-020-00532-y>

Lipiec, J., Doussan, C., Nosalewicz, A., Kondracka, K. (2013): Effect of drought and heat stresses on plant growth and yield: a review. *International Agrophysics*, 27(4), pp. 463–477, <https://doi.org/10.2478/intag-2013-0017>

Lobell, D.B., Gourdji, S.M. (2012): The influence of climate change on global crop productivity. *Plant Physiol.*, 160, pp. 1686–1697, <https://doi.org/10.1104/pp.112.208298> PMID: 23054565

Magan, N., Medina, A., Aldred, D. (2011): Possible climate-change effects on mycotoxin contamination of food crops pre-and postharvest. *Plant Pathology*, 60, pp. 150-163.

Mahpara, S., Zainab, A., Ullah, R., Kausar, S., Bilal, M., Latif, I.M., Arif, M., Akhtar, I., Al-Hashimi, A., Elshikh, S.M., Zivcak, M., Zuan, A.T.K. (2022): The impact of PEG-induced drought stress on seed germination and seedling growth of different bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *PLoS ONE*, 17(2), 1-15. e0262937. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262937>.

Malešević, M., Glamoclija, Đ., Przulj, N., Popović, V., Stanković, S., Zivanović, T., Tapanarova, A. (2010): Production characteristics of different malting barley genotypes in intensive nitrogen fertilization. *Genetika*, 42(2), pp. 323-330.

Marković, T., Jovanović, M. (2011): Uticaj količine padavina na prinos pšenice i kukuruza kao proizvodni bazni rizik. *Field Vegetative Crop Research*, 48, pp. 207-212.

Matović, G., Gregorić, E., Glamočlija, Đ. (2013): Agriculture in Serbia and Portugal. Crop production and drought in Serbia in light of climate change (Chapter 12): Recent developments and economic policy implications. Monografija, Ed. Srdjan Redžepagić and Marta C. N. Simões. Coimbra, Portugal, pp. 264-286.

Mbarki, S., Sytar, O., Zivcak, M., Abdelly, C., Cerda, A., Brestic, M. (2018): Anthocyanins of coloured wheat genotypes in specific response to salstress. *Molecules*, 23, pp. 1518. doi: 10.3390/molecules23071518

Miquel, R.C., Taylor, N.L., Giles, L., Busquets, S., Finnega, P.M., Day, D.A., Lambers, H., Medrano, H., Berry, J.A., Flexas, J. (2005): Effects of water stress on respiration in soybean leaves. *Plant Physiol.*, 139, pp. 466-473.

Miazek, A., Bogdan, J., Zagdanska, B. (2001): Effect of water deficit during germination of wheat seeds. *Biologia Plantarum*, 44(3), pp. 397-403.

Mohammadi, N., Mojaddam, M. (2014): The effect of water deficit stress on germination components of grain sorghum cultivars. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 4(4), pp. 284-291.

Mohammed, G., Shroyer, J., Kirkham, M., Paulsen, G. (1997): Wheat Coleoptile and Root Growth and Seedling Survival after Dehydration and Rehydration. *Agronomy Journal - AGRON J.*, pp. 89, 10.2134/agronj1997.00021962008900050017x.

Moud, A.M., Maghsoudi, K. (2008): Salt Stress Effects on Respiration and Growth of Germinated Seeds of Different Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. *World J Agri Sci.*, 4(3), pp. 351-358.

Muhammad, Z.Hussain, F. (2012):Effect of nacl salinity on the germination and seedling growth of seven wheat genotypes.Pak. J. Bot., 44(6), pp. 1845-1850.

Mujeeb, R., Soomro, U., Zahoor-Ul-Haq, M., Gul, S. (2008): Effects of NaCl salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars.World J. Agric. Sci., 4(3), pp. 398-403.

Munns, R. (2002): “Salinity, growth and phytohormones,” in Salinity: EnvironmentPlants-Molecules. eds. A. Läuchli and U. Lüttge (Dordrecht: Springer), pp. 271–290.

Mushtaq, A.,Shabbir, Gh., Minhas, N.,Nawaz, S.M. (2013):Identification of drought tolerant wheat genotypes based on seedling traits. Sarhad J. Agric., 29(1), pp. 21-27.

Nariman, S., Shadia, H., Kareem, S., Kamil, M., Dastan, A. (2017):Early screening of some kurdistan wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under drought stress.Journal of Agricultural Science, 9(2), pp. 88-103.

Nassar, R., Kamel, H.A., Ghoniem, A.E., Alarcón, J.J., Sekara, A., Ulrichs, C., et al. (2020): Physiological and anatomical mechanisms in wheat to cope with salt stress induced by seawater. Plants, 9, pp. 237. doi: 10.3390/plants9020237

Nataša Ljubičić, Vera Popović, Vladimir Ćirić, Marko Kostić, Bojana Ivošević , Dragana Popović, Miloš Pandžić 1, Seddiq El Musafah and Snežana Janković (2021): Multivariate Interaction Analysis of Winter Wheat Grown in Environment of Limited Soil Conditions. Plants 10,604, 3-24. <https://doi.org/103390/plants10030604>

Negm, M., El-Kallawy, W., Hefeina, A. (2019): Comprative study on rice germination and seedling growth under salinity and drought stresses. Environment, Biodiversity and Soil Security, 3, pp. 109-120. 10.21608/jenvbs.2019.11933.1058.

Nerd, A., Pasternak, D. (1992): Growth, ion accumulation, and nitrogen fractioning in Atriplex barclayana grown at various salinities. J. Range Manag., 45, pp. 164-166.

Niemi, T.S., Campbell, W.F., Rumbaugh, M.D. (1992): Response of alfalfa cultivars to salinity during germination and post-germination growth. *Crop Sci.*, 32, pp. 976–980. doi:10.2135/cropsci1992.0011183X003200040029x

Onen, H., Farooq, S., Tad, S., O' zaslán, C., Gunal, H., Chauhan, B.S. (2018): The influence of environmental factors on germination of Burcucumber (*Sicyos angulatus*) seeds: Implications for range expansion and management. *Weed Sci.*, 66, pp. 494–501.

Öner, F., Kirli, A. (2018): Effects of salt stress on germination and seedling growth of different bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2), pp. 191-196.

Pessarakli, M. (1999): Handbook of plant and crop stress. 2nd Ed., NY, Marcel Dekker Inc., pp. 247-259.

Perry, D.A. (1984): Factors influencing the establishment of cereal crops. *Aspects of Applied Biology*, 7, pp. 65-83.

Parvanova, D., Ivanov, S., Konstantinova, T., Karanov, E., Atanassov, A., Tsvetkov, T., et al. (2004): Transgenic tobacco plants accumulating osmolytes show reduced oxidative damage under freezing stress. *Plant Physiol. Biochem.*, 42, pp. 57–63. doi: 10.1016/j.plaphy.2003.10.007

Qadir, S. (2018): Wheat Grains Germination and Seedling Growth Performance under Drought Condition. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, pp. 31. 10.33762/bagsr.2018.160132.

Rabiul, A.Md., Abu, H.Md., Qing-Feng, W. (2016): Germination characters and early seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under salt stress conditions. *J. Crop Sci. Biotech.*, 19(5), pp. 383-392.

Rahman, M., Zahan, F., Sikdar, S., EL Sabagh, A., Barutçular, C., Islam, M.S., Ratnasekera, D. (2017): Evaluation of salt tolerance mungbean genotypes and mitigation of salt stress through potassium nitrate fertilization. *Fresen. Environ. Bull.*, 26, pp. 7218-7226.

Rampino, C., Pataleo, S., Gerardi, C., Mita, G. (2006): Drought stress response in wheat: physiological and molecular analysis of resistant and sensitive genotypes. *Plant, Cell and Environment*, 29, pp. 2143-2152. doi: 10.1111/j.1365-3040.2006.01588.x

Rauf, M., Munir, M., Ul Hassan, M., Ahmad, M., Afzal, M. (2007): Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. *African J. Biotechnol.*, 6, pp. 971–975.

Raza, S.H. (2005) New approach to tackling salinity. <http://DAWN.com>. (Accessed on 24 may 2022).

Rizhsky, L., Hongjian, L., Ron, M. (2002): The Combined Effect of Drought Stress and Heat Shock on Gene Expression in Tobacco1 *Plant Physiology*, 130, pp. 1143–1151.

Rogers, M.E., Noble, C.L., Halloran, G.M., Nicholas, M.E. (1995): The effect of NaCl on germination and early seedling growth of white clover (*Trifolium repens* L.) populations selected for high and low salinity tolerance. *Seed Science Technology*, 23, pp. 277-287.

Saboora, A., Kiarostamin, K. (2006): Salinity (NaCl) tolerance of wheat genotypes at germination and early seedling growth. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(11), pp. 2009-2021.

Sadat, A.K. (2009): The effect of water deficit stress on germination traits of the seeds of tenecotypes of perennial alfalfa. *Iranian Journal of Agriculture* 1, 40(3), pp. 1-8.

Salehi, F.M. (2010):The effect of drought stress on seedling germination and growth in 8 genotypes of bean. The 11th Congress on Iranian Agronomy and Plant Breeding, Shahid Beheshti University.

Salim, M. (1991): Comparative growth responses and ionic relations of four cereals during salt stress. *J. Agronomy and Crop Science*, 166, pp. 204-209.

Sarmugam, R., Worsley, A. (2014): Current levels of salt knowA review of the literature. *Nutrients*, 6, pp. 5534-5559.

Selim, D.A.H., Zayed, M., Ali, M.M.E., Eldesouky, H.S., Bonfill, M., El-Tahan, A.M., Ibrahim, O.M., El-Saadony, M.T., El-Tarabily, K.A., AbuQamar, S.F., Elokkih, S. (2022): Germination, physio-anatomical behavior, and productivity of wheat plants irrigated with magnetically treated seawater. *Front Plant Sci.*, 13:923872. doi: 10.3389/fpls.2022.923872. PMID: 36061769; PMCID: PMC9431559.

Shahbazi, F. (2012): A Study on the Seed Susceptibility of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars to Impact Damage. *J Agr Sci Tech.*, 14(3), pp. 505–512.

Shekari, F., Javanshir, A., Shakiba, M. R., Moghaddm, M., Alyari, H. (2000): Enhancement of canola seed germination and seedling emergence in low water potentials by priming. *Turk. J. Field Crops.*, 5(2), pp. 54-60.

Shreidi, A.S., Zentani, A., Ketata, H. (2015): The history of wheat breeding in Libya. *The world wheat book*, pp. 497-500.

Shrivastava, P., Kumar, R. (2015): Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi J Biol. Sci.*, 22(2), pp. 123-131.

Soltani, E., Ghaderi-Far, F., Baskin, C., Baskin, J. (2015): Problems with using mean germination time to calculate rate of seed germination. *Australian Journal of Botany*, 63. 10.1071/BT15133.

Soltani, E., Galeshi, S., Kamkar, B., Akramghaderi, F. (2009): The effect of seed aging on seedling growth as affected by environmental factors in wheat. *Research Journal of Environmental Sciences*, 3, pp. 184–192.

Stojiljković, J., Biberdžić, M., Pešić, B., Jovanović, I.G. (2014): Uticaj klimatskih uslova područja na prinos pšenice. XIX Savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova, 19 (21), pp. 71-75.

Temel, H.Y., Gol, D., Kahriman, A., Tanyolac, M.B. (2014): Single nucleotide polymorphism discovery through Illumina- based transcriptome sequencing and mapping in lentil. Turk. J. Agric. For., 38, pp. 1–19.

Tester, M., Davenport, R. (2003): Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. Ann Bot., 91, pp. 503–527.

Tuna, A.L., Kaya, C., Dikilitas, M., Higgs, D. (2008): The combined effects of gibberellic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plant growth parameters and nutritional status in maize plants. Environ. Exp. Bot., 62, pp. 1–9. doi: 10.1016/j.envexpbot.2007.06.007

Velagaleti, R.R., Marsh, S., Kramer, D., Fleischman, D., Corbin, J. (1990): Genotypic differences in growth and nitrogen fixation among soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivars grown under salt stress. Trop. Agric., 67, pp. 169-177.

Vujakovic, M., Balašević-Tubić, S., Jovicic, D., Taški-Ajduković, K., Petrovic, D., Nikolic, Z., Đorđević, V. (2011): Viability of soybean seed produced under different agro-meteorological conditions in Vojvodina. Genetika, 43(3), pp. 625 -638.

Zahir, M., Farrukh, H. (2012): Effect of NaCl salinity on the germination and seedling growth of seven wheat genotypes. Pak. J. Bot., 44(6), pp. 1845-1850.

Zhao, T., Dai, A. (2017): Uncertainties in historical changes and future projections of drought. Part II: Model-simulated historical and future drought changes. Clim. Chan., 144, pp. 535–548. doi: 10.1007/s10584-016-1742-x.

Zhu, J.K. (2001): Plant salt tolerance. Trends in Plant Science, 6(2), pp. 66-71. doi: 10.1016/S1360-1385(00)01838-0.

Zulfiqar, A., Abdus, S., Faqir, M., Iftikhar, A. (2007): Genotypic variation in salinity tolerance among spring and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) accessions. South African Journal of Botany, 73, pp. 70–75.

Yao, H.M., Li, Y.S., Zhang, T.Z., Zhao, J., Wang, C., Wang, H.N., Fang, Y.F. (2016): Effects of combined drought and salinity stress on germination and physiological characteristics of maize (*Zea mays*), Ying Yong Sheng Tai Xue Bao., 27(7), pp. 2301-2307, Chinese. doi: 10.13287/j.1001-9332.201607.023. PMID: 29737139.

Yahia, El., Fakiri, M., Lamouri, O., Benchekroun, M. (2013): Salt stress effect on seed germination and some physiological traits in three Moroccan barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. J. Mater. Environ. Sci., 5(2), pp. 625-632.

Wakeel, A., Sumer, A., Hanstein, S., Yan, F., Schubert, S. (2001): In vitro effect of different Na⁺/K⁺ ratios on plasma membrane H⁺ ATPase activity in maize and sugarbeet shoot. Plant Physiology and Biochemistry, 49, pp. 341-345.

Wang, W., Vinocur, B., Altman, A. (2003): Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. Planta, 218, pp. 1-14.

Wiedenroth, E.M., Wernicke, G., Hoffmann, P. (1990): Morphological and anatomical characterization of the coleoptile of *Triticum aestivum* with regard to the evolution of forms with different ploidy levels. Ann. Bot., 66, pp. 531-540.

Wu, L.L., Song, I., Kim, D., Kaufman, P.B. (1993): Molecular basis of the increase in invertase activity elicited by gravistimulation of oat-shoot pulvini. J. Plant Physiol., 142, pp. 179-183.

