

Razlike u duljini i masi izdanaka genotipova pšenice u ranim fazama rasta

Stubičar, Laura

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:387998>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-23**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Laura Stubičar

Sveučilišni prijediplomski studij Poljoprivreda

Modul Hortikultura

**Razlike u duljini i masi izdanaka genotipova pšenice u ranim
fazama rasta**

Završni rad

Osijek, 2024.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Laura Stubičar

Sveučilišni prijediplomski studij Poljoprivreda

Modul Hortikultura

**Razlike u duljini i masi izdanaka genotipova pšenice u ranim
fazama rasta**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Sonja Petrović, mentor
2. prof. dr. sc. Sonja Vila, članica
3. prof. dr. sc. Andrijana Rebekić

Osijek, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Završni rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Prijediplomski sveučilišni studij Poljoprivrede, modul hortikultura

Laura Stubičar

Razlike u duljini i masi izdanaka genotipova pšenice u ranim fazama rasta

Sažetak: Pšenica (*Triticum* sp.) jedna je od najznačajnijih i najrasprostranjenijih ratarskih kultura. Duljina i masa izdanaka u ranim fazama rasta komponente su pod utjecajem početnog vigora koji utječe na razvoj pšenice i buduće prinose. Cilj rada je utvrditi varijabilnost duljine i mase izdanaka hrvatskih, njemačkih, austrijskih i francuskih genotipova pšenice. U pokusu je izabrano 10 genotipova pšenice. Rezultati mjerenja i statistička obrada podataka utvrdili su veliku varijabilnost između odabranih genotipova u oba mjerena svojstva.

Gljučne riječi: pšenica, duljina izdanaka, masa izdanaka,

20 stranica, 3 tablice, 2 grafikona, 10 slika, 19 literaturnih navoda

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

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

BSc Thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Undergraduate university study Agriculture, module Horticulture

Laura Stubičar

Differences in the length and mass of wheat genotype shoots during the early stages of growth

Summary: Wheat (*Triticum* sp.) is one of the most important and widespread cereal crops. The length and mass of shoots in the early stages of growth are components influenced by initial vigor, which affects wheat development and future yields. The aim of this study was to determine the variability in the length and mass of shoots among Croatian, German, Austrian, and French wheat genotypes. Ten wheat genotypes were selected for the experiment. The results revealed significant variability of both measured traits among the selected genotypes,

Key words: wheat, shoot length, mass shoot,

20 pages, 3 tables, 2 charts, 10 figures, 19 references

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

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	2
2. MATERIJAL I METODE.....	4
2.1. Biljni materijal.....	3
2.2. Uzgoj klijanaca.....	4
2.3. Mjerenje duljine i mase izdanaka.....	9
2.4. Statistička obrada podataka.....	11
3. REZULTATI I RASPRAVA.....	12
4. ZAKLJUČAK.....	18
5. LITERATURA.....	19

1. UVOD

Pšenica je jedna od tri najznačajnijih i najrasprostranjenijih ratarskih usjeva uz rižu i kukuruz, nezamjenjiva je u ishrani ljudi te je izvor jednog od osnovnih prehrambenih proizvoda: brašna, tjestenine te najviše kruha kojim se hrani oko 70 % svjetske populacije (Kovačević i Rastija, 2019.). Kao najveći proizvođači ističu se Rusija, SAD, Kina, Indija, Kanada, a najviši prinosi se ostvaruju u europskim zemljama kao što su Ukrajina, Njemačka i Francuska (www.fao.org). U Hrvatskoj se u 2021. pšenica uzgajala na 144 000 ha, dok je prosječni prinos bio 6,7 t/ha (www.dzs.hr).

Pšenica je samooplodna vrsta, pripada porodici Poaceae (trave), rod *Triticum*. Podjela roda *Triticum* temelji se na kultiviranosti vrsta odnosno koje se dalje dijele na divlje, primitivne i kultivirane. Kultivirane vrste odlikuje čvrsto, nelomljivo klasno vreteno, a zrno golo, koje ispada iz pljevica tijekom žetve, nije sraslo s pljevicama (Martinčić i Marić, 1996.).

Prema načinu uzgoja pšenicu dijelimo na jare, ozime i fakultativne tipove. Ozime pšenice imaju dužu vegetaciju, siju se u jesen na područjima umjerene kontinentalne klime, dok se jara pšenica sije u proljeće na manje povoljnim, sjevernijim područjima te ima puno kraću vegetaciju (Kozumplik i Martinčić, 1996.). Sistematika pšenice se nadalje temelji na broju genoma i broju kromosoma te tako razlikujemo prema McKey-u diploidnu skupinu pšenica (Monococcon) genoma A, $2n=14$, tetraploidnu skupinu (Dicococcidea) genoma AB, $2n=28$ i heksaploidnu skupinu (Speltoidea) genoma ABD, $2n=42$ kromosoma (Kovačević i Rastija, 2009.).

Uzgoj pšenice zahtjeva puno znanja na područjima ratarstva, sjemenarstva, genetike, skladištenja, ekonomike poljoprivrede, organizacije i proizvodnje itd. Pšenica je kultura kontinentalne klime te ima široki areal rasprostranjenosti radi svoje prilagodljivosti različitim uvjetima. Najpovoljnija za uzgoj pšenice je blaga i umjereno kontinentalna klima. Pšenica uspijeva na područjima s vrlo različitom količinom i rasporedom oborina, no najbolje se uzgaja na područjima $30 - 50^\circ$ sjeverne geografske širine, ali proizvodnja je moguća i na području $16 - 60^\circ$ (Pospišil, 2010.). Vrlo je važno poznavati svojstva i potrebe sjemena te okolišne čimbenike koji utječu na klijanje kao što su voda, temperatura, svjetlost, kisik, koncentracija soli te pH vrijednost tla. Stoga klijavost sjemena ovisi o velikom broju činitelja kao što su vlaga zrna, temperatura klijanja, dužina skladištenja, temperatura i vlaga zraka tijekom skladištenja sjemena, starost sjemena te njegova veličina (Orkić, 2022.).

Zbroj svih svojstava sjemena koje određuju razinu aktivnosti svojstava ili partije sjemena tijekom klijanja i nicanja u različitim okolišnim uvjetima naziva se vigor (ISTA, 2009). Vigor sjemena se odražava na početni porast biljke, sposobnost klijanja sjemena u različitim okolišnim uvjetima i ujednačenost usjeva (Finch-Savage i Bassel, 2015.). Sarojini i sur. (2020.) u svojem istraživanju dokazali da vigor sjemena pokazuje visoku genetsku varijabilnost i nasljednost uz druge komponente te da su te svojstva kontrolirana aditivnim djelovanjem gena. Također, došli su do zaključka da vigor sjemena zajedno s ostalim činiteljima igra veliku ulogu u oplemenjivanju pšenice za povećanje prinosa. Početni vigor smatra se važnom komponentom kod razvoja usjeva i biljaka pod utjecajem okolišnih čimbenika. Veliku ulogu imaju količina vode, temperatura, svjetlost, kisik i pH. Biljni usjevi s dobrim početnim vigorom uspijevaju maksimalno iskoristiti raspoloživu vodu u tlu što rezultira povećanim nakupljanjem suhe tvari i poboljšanim prinosima (Awan i sur, 2014.).

Wani i sur. (2013.) u svom istraživanju provedenom zaključuju kako je svojstvo vigora sjemena pod snažnom genetskom kontrolom te da ima veliki potencijal kao svojstvo od interesa u oplemenjivačkim programima pšenice kao selekcijski parametar za procjenu otpornosti na stres. Tako su Zhao i sur. (2019.) u istraživanju utvrdili da se odabirom većeg sjemena vigor može poboljšati za 4 % u prosjeku ili čak 16 % odabirom sjemena od biljaka s većim listovima u vlažnijim godinama.

Cilj je ovog rada utvrditi razlike u duljini i masi izdanaka genotipova pšenice u ranim fazama rasta. Rad se temelji na istraživanju provedenom na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Biljni materijal

Urod i kvaliteta zrna najvažnija su kvantitativna svojstva pšenice. Na njihovu izražajnost u velikoj mjeri utječu okolišni uvjeti, što je uzrok širokog raspona varijacija kvantitativnih svojstava (Drezner i sur., 2006.).

Genotipovi pšenice korišteni u ovom istraživanju dio su gen kolekcije žitarica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Istraživanje je odrađeno u Laboratoriju za biljnu genetiku i biotehnologiju u travnju 2024. godine.

U istraživanje uključeno je deset genotipova pšenice porijeklom iz Hrvatske (4), Njemačke (2), Austrije (2) i Francuske (2). Odabir genotipova temeljio se na specifičnim agronomskim svojstvima, svojstvima kvalitete zrna te zastupljenosti u proizvodnji (Tablica 1).

Tablica 1. Popis genotipova te zemlja porijekla

	Genotip	Zemlja porijekla
1.	Achat	Austrija
2.	Alidos	Njemačka
3.	Antonius	Austrija
4.	Dekan	Njemačka
5.	Divana	Hrvatska
6.	Ilirija	Hrvatska
7.	Katarina	Hrvatska
8.	Renan	Francuska
9.	Soissons	Francuska
10	Srpanjka	Hrvatska

U istraživanje uključene su dvije Francuske sorte: Renan i Soissons. Renan je vrlo kvalitetna sorta izrazito otporna na zimu te ju karakterizira odlično busanje. Visina joj varira između 90 i 95 cm, a optimalni rokovi sjetve su od 1. do 15. listopada (RWA, Katalog sjemena, 2012). Austriju predstavljaju također dvije sorte, Achat i Antonius. Antonius je visoko kvalitetna sorta pšenice poznata po velikom udjelu proteina i otpornosti na stres (Jurcut i sur., 2022.). Njemačke sorte izabrane za istraživanje su Alidos i Dekan koje se najčešće koriste u prehrambenoj industriji.

U istraživanju sudjelovalo je i četiri sorte porijeklom iz Hrvatske: Divana, Ilirija, Katarina te Srpanjka. Sorta Divana koristi se u prehrambenoj industriji, no Srpanjka je najraširenija sorta u proizvodnji u Hrvatskoj. Tolerantna je prema niskim temperaturama te prema rasprostranjenim bolestima. Srpanjka je najranija sorta ozime pšenice iz oplemenjivačkog programa Poljoprivrednog instituta Osijek (<https://www.poljinos.hr/psenica/>). Divana je jedna od najkvalitetnijih sorata ne samo u Hrvatskoj već i u Europi, odnosno poboljšivač sa sadržajem proteina u zrnju oko 17%, no ostvaruje nešto niže prinose (Samobor i sur., 2005.). Sorta Katarina je srednje rana sorta s genetskim potencijalom za rodnost od 11t/ha te pripada u kategoriju krušnih sorata (<https://www.poljinos.hr/psenica/>).

2.2. Uzgoj klijanaca

Priprema uzoraka za naklijavanje i rast biljaka trajao je dva tjedna, a započeo je u travnju 2024. godine. Prvi korak u pripremi sjemena je bio provjera zdravstvenog stanja samoga sjemena potapanjem u toplu vodu na 8 do 10 minuta. Šturo i prazno sjeme ubrzo je isplivalo na površinu, a ono koje je palo na dno je odabrano za sjetvu.

Prije same sjetve obavljena je dezinfekcija sjemena. Površinska dezinfekcija sjemena podrazumijeva ispiranje sjemena od svih površinskih nečistoća i patogenih mikroorganizama koji se nalaze na sjemenom omotaču kako bi se spriječila zaraza sjemena prilikom naklijavanja. Važan preduvjet za sjetvu je priređivanje optimalnog sjetvenog sloja koji ima povoljan vodozračni odnos te povoljnu strukturu. Klijanje pšenice započinje bubrenjem već kod temperatura od oko 1°C, koja je minimalna temperatura klijanja, praktična temperatura je oko 4 °C na kojoj pšenica klija znatno brže. Optimalna temperatura je puno viša te iznosi 25 °C, tada pšenica najbrže klija i niče (Kovačević i Rastija, 2014.). Sjeme pšenice, prije same sjetve i postavljanja pokusa, pripremljeno je za naklijavanje. Sjeme prethodno nije bilo tretirano prije skladištenja te je čuvano u komori za čuvanje sjemena, pri temperaturi od 4°C.

Metode pripreme sjemena za naklijavanje provedene su na sljedeći način. Sjeme je ručno očišćeno od zaostalih pljevica i nečistoća te se stavljeno u laboratorijsku staklenu čašu. Staklene laboratorijske čaše su označene je brojevima od 1 do 10 sukladno broju i nazivu genotipova, kao što je navedeno u tablici 1. U svaku čašu odvagano je 15 g sjemena (Slika 1).



Slika 1. Priprema sjemena za dezinfekciju (Foto original: L. Stubičar)

Površinska dezinfekcija sjemena provedena je na sljedeći način. U svaku je čašu odvagano 15 g sjemena koje je onda preliveno destiliranom vodom. Sjeme je miješano na magnetnoj miješalici u trajanju od 5 minuta (Slika 2). Opisani postupak ponavljan je dva puta, a prilikom trećeg ponavljanja umjesto destilirane vode korištena je autoklavirana (sterilizirana) voda.

Završetkom dezinfekcije, sjeme iz staklene laboratorijske boce prebačeno je u sterilne staklenke. Staklenke su prekrivene mrežicom koja je dodatno pričvršćena gumicom kako sjeme ne bi ispalo prilikom izlivanja vode. Staklenke su potom bočno položene na plastičnu posudu kako bi se eventualni višak vode mogao iscijediti (Slika 3). Korak ocjeđivanja viška vode je iznimno važan jer u suprotnom može doći do stvaranja plijesni, patogenih mikroorganizama i truljenja sjemena. Po završetku pripreme, staklenke su pohranjene u zatamnjenju bez doticaja svjetlosti u kojoj je sjemen ostavljeno 48 sati. Nakon određenog vremena sjeme je počelo bubriti, a potom i klijati. Tijekom razdoblja naklijavanja sjeme je dodatno vlaženo dodavanjem destilirane vode radi osiguravanja potrebne količine vlage pri čemu je višak vode ponovo ocijeđen.



Slika 2. Miješanje sjemena na magnetnoj miješalici (Foto original: L. Stubičar)



Slika 3. Sjeme pripremljeno za naklijavanje (Foto original: L. Stubičar)

Nakon koraka naklijavanja slijedila je sjetva. Sjetva je također obavljena u Laboratoriju za biljnu genetiku i biotehnologiju na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Sjeme je posijano 16. travnja 2024. godine u dva ponavljanja. Veličina posuda korištena za sjetvu bila je 50 cm u dužinu i 20 cm u širinu (Slika 4).

Svaka posuda uz pomoć metra podijeljena je na četiri jednaka dijela te je u svaki dio veličine 25 cm x 10 cm posijan je po jedan genotip pšenice, nakon postavljanja sjemena ono je bilo prekriveno tankim slojem supstrata (Slika 5.). Ukupno je posijano 50 zrna po ponavljanju, odnosno 100 sjemenki od svakog genotipa po danu mjerenja. Ukupno je posijano 300 sjemenki svakog genotipa pšenice što bi značilo da je za sva tri dana mjerenja, 6., 8. i 10., ukupno posijano 3000 zrna



Slika 4. Sjetva sjemena pšenice (Foto original: L. Stubičar)



Slika 5. Sjeme pripremljeno za komoru (Foto original: L. Stubičar)



Slika 6. Klijanje sjemena u komori (Foto original: L. Stubičar)

Posijana pšenica, stavljena je u komoru za uzgoj biljaka. Temperatura u komori je namještena je na 20 °C, dok je svjetlosni režim podrazumijevao kontroliranu izmjenu svjetla koje je trajalo 10 sati i tame koja je trajala 14 sati (Slika 6). Pšenica je zalijevana destiliranom vodom svaki dan s 40 mL po ponavljanju kako bi se održala dostatna količina vlage potrebna za rast izdanaka (Slika 7).



Slika 7. Zalijevanje izdanaka (Foto original: L. Stubičar)

2.3. Mjerenje duljine i mase izdanaka

Mjerenja duljine izdanaka i mase listova genotipova pšenice provedena sukladno sjetvi, šesti, osmi i deseti dan. Genotipovi su posijani 16. travnja 2024. godine. Prvo mjerenje etapa mjerenja je obavljena je 22. travnja 2024. godine, druga 24. travnja, a treća 26. travnja 2024. godine. U svakoj etapi izmjerena su oba ponavljanja od svakog genotipa, što čini ukupno po 100 zrna. Visina izdanka mjerena je uz pomoć metra koji je prethodno bio postavljen na stol za mjerenje u Laboratorijskom praktikumu za fenotipska mjerenja i vodni stres u biljnoj proizvodnji. Nakon mjerenja visine izvagane su mase listova (izdanaka) uz pomoć laboratorijske digitalne vage. Obavljeno 2000 mjerenja u sva tri dana, odnosno je obavljeno 6000 mjerenja ukupno.

Prije svakog mjerenja, izdanci su pripremljeni te očišćeni od viška zemlje i svih nečistoća. Svaki odjeljak posude u kojoj je smješteno po jedno ponavljanje i čije mjerenje je predviđeno za taj dan mjerenja izvađen je zajedno sa zemljom (Slika 8). Laganim pokretima razdvajano je korijenje i sjeme izdanaka kako se ne bi uništili i pokidali izdanci. Zatim je svaki izdanak ručno očišćen od ostataka zemlje.



Slika 8. Priprema izdanaka za mjerenja (Foto original: L. Stubičar)

Svaki izdanak postavljen je na laboratorijski stol uz metar (Slika 9). Izdanci su mjereni od donjeg dijela, odnosno baze izdanka pa do vrha lista.



Slika 9. Mjerenje duljine izdanaka (Foto original: L. Stubičar)

Nakon izmjerene duljine izdanaka, svakom izdanku pojedinačno određena je i masa lista. Mjerenje mase lista obavljano je uz pomoć laboratorijske digitalne vage kako bi se dobila prosječna masa svakog izdanaka. Laboratorijska vaga je prije svakog vaganja tarirana na 0,00g, a svaki očišćeni izdanak pojedinačno stavljen na vagu (Slika 10).



Slika 10. Mjerenje mase izdanaka (Foto original: L. Stubičar)

2.4. Statistička obrada podataka

Rezultati koji su dobiveni mjerenjem duljine i mase izdanaka korišteni su za izračunavanje srednje vrijednosti, standardne devijacije te koeficijenta varijacije u svrhu utvrđivanja varijabilnosti visine i mase izdanaka ispitivanih genotipova pšenice.

Aritmetička sredina je mjera koja je korištena za prosječne vrijednosti duljine izdanaka te mase listova. Izračunava se tako da se zbroje vrijednosti pojedinih varijanata, odnosno da se izračuna njihova suma te podijeli s brojem istih.

$$\text{Formula aritmetičke sredine: } \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$\sum x$ – suma svih varijanata

n – broj svih varijanata

Standardna devijacija je mjera kojom uspoređujemo raspone te razlike između dobivenih rezultata. Standardna devijacija služi kao standard za mjerenje varijabilnosti rezultata, uz njenu pomoć možemo vrlo uspješno predvidjeti u kojem se rasponu kreću praktički svi rezultati (Rebekić, 2017.).

$$\text{Formula standardne devijacije: } s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}}$$

$\sum x^2$ – zbroj kvadrata svih mjerenja

$(\sum x)^2$ – kvadrat zbroja svih mjerenja

n – broj mjerenja

Koeficijent varijacije je mjera koja je korištena kako bi se utvrdila odstupanja te razlike između dobivenih rezultata. Predstavlja postotni udio standardne devijacije u odnosu na aritmetičku sredinu.

$$\text{Formula koeficijenta varijabilnosti: } KV = \frac{s \times 100}{\bar{x}}$$

s – standardna devijacija

\bar{x} – aritmetička sredina

3. REZULTATI I RASPRAVA

Duljina izdanaka te masa lista mjerljiva su kvantitativna svojstva. Kvantitativna svojstva proučavaju se u sklopu kvantitativne genetike, polje genetike koje se bavi proučavanjem i istraživanjem nasljeđivanja kvantitativnih i kompleksnih svojstava. Kvantitativna svojstva kod biljaka su visina, duljina, masa i mnoga druga. Ona pokazuju kontinuirano fenotipsku varijabilnost (www.genetika.biol.pmf.hr). Masa klasa je također kvantitativno svojstvo te ovisi o duljini klasa, broju klasića te razvijenih zrna na klasiću i masi zrna, pri čemu može doći do znatnog variranja rezultata izmjere mase (Bede i sur, 1997.).

Duljina izdanka mjerena je od baze izdanka do vrha lista te se izražava u centimetrima. Masa lista mjerena je uz pomoć laboratorijske vage, a izražena u gramima. Prije oba mjerenja izdanci su očišćeni od zaostalih klica, zemlje te svih nečistoća kako bi podatci bili što točniji i precizniji.

Tablica 2 prikazuje srednje vrijednosti, standardnu devijaciju i koeficijent varijabilnosti duljine izdanaka svih genotipova 6., 8. i 10. dana mjerenja. Za izračun korišteni su podatci iz oba ponavljanja svake sorte. Duljina izdanka je varirala ovisno o genotipu. Najmanje srednje vrijednosti šestog dan mjerenja zabilježene su u tri genotipa: Dekan (8,29 cm), Divana (8,48 cm) te Katarina (8,5 cm). Najveća srednju vrijednost utvrđene su u dva genotipa: Antonius (10,9 cm) i Soissons (10,77 cm). Kod svih genotipova duljine su gotovo proporcionalno rasle osmi i deseti dan mjerenja. Deseti dan mjerenja najmanju srednju vrijednost imao je genotip Katarina (14,68 cm), kao i šesti dan mjerenja. Iduću najmanju srednju vrijednost imalo je genotip Antonius (16,7 cm). Genotip Antonius je šesti dan mjerenja imao je najviši izdanak što bi značilo da mu se početni vigor smanjio te je na kraju istraživanja grupirala među genotipove s najnižom visinom izdanka. Najveću srednju vrijednost deseti dan mjerenja pokazivala je sorta Soissons (22,08 cm), kao i šesti dan mjerenja, te Ilirija (20,91 cm) koja je šesti dan mjerenja bila među genotipova blizu prosječne visine izdanaka.

Prosjek duljine izdanaka ispitivanih uzoraka šesti dan mjerenja iznosio je 9,58 cm, osmi dan mjerenja 14,82 cm, a deseti dan mjerenja iznosio je 18,39 cm.

Awan i sur. (2014.) proveli su slično istraživanje na deset genotipova te također pratili svojstvo visine izdanaka u ranim fazama rasta. Najveću vrijednost dobili su za sortu Kohistan 97 koja je na početku istraživanja iznosila 6,28 cm, a na kraju 18,20 cm. Sorta

Bhakkar 2002 na početku 6,15 cm, a na kraju istraživanja 17,94 cm. Visina sorte Chakwal 97 na kraju istraživanja iznosila je 17,80 cm.

Najmanja odstupanja u mjerenjima šesti dan imala je sorta Achat (1,09), a najveća sorte Ilirija (2,01) i Srpanjka (1,97). Kod većine genotipova standardna devijacija se u osmom i desetom danu mjerenja povećavala. Izuzetak je sorta Ilirija kod koje je standardna devijacija bila najveća šesti dan mjerenja (2,01), a najmanja deseti dan (1,79). Sorta Antonius najveću standardnu devijaciju imala je osmi dan mjerenja (2,32), kao i sorta Srpanjka (2,15), dok je Soissons imala najmanju devijaciju osmi dan mjerenja (1,14). Posebno bih istaknula sortu Renan, kojoj je standardna devijacija sva tri dana bila oko 1,44.

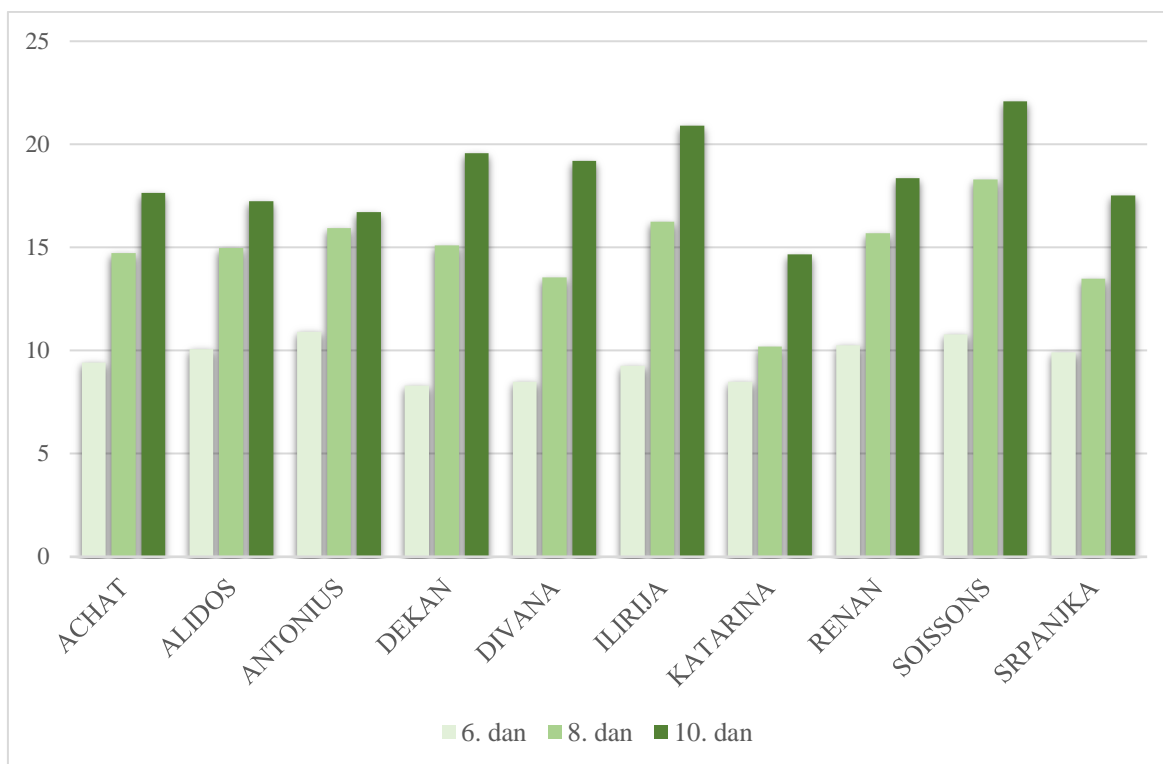
Koeficijent varijacije prikazuje između svih genotipova izračunat je za sve tri etape mjerenja.

Tablica 2. Srednja vrijednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije duljine izdanaka ispitivanih genotipova pšenice tijekom tri etape rasta i razvoja

GENOTIP	\bar{x} 6. dan	s 6. dan	\bar{x} 8. dan	s 8. dan	\bar{x} 10. dan	s 10. dan
ACHAT	9,43	1,09	14,73	1,27	17,64	1,35
ALIDOS	10,07	1,38	14,97	1,56	17,23	1,62
ANTONIUS	10,9	1,55	15,93	2,32	16,7	1,91
DEKAN	8,29	1,32	15,1	1,48	19,56	1,76
DIVANA	8,48	1,76	13,54	1,25	19,2	1,42
ILIRIJA	9,25	2,01	16,25	1,83	20,91	1,79
KATARINA	8,5	1,24	10,2	1,69	14,68	1,71
RENAN	10,25	1,41	15,68	1,47	18,36	1,45
SOISSONS	10,77	1,63	18,3	1,14	22,08	1,27
SRPANJKA	9,9	1,97	13,49	2,15	17,52	2,05
\bar{x}	9,58	1,536	14,82	1,616	18,39	1,633
KV (%)	16,033		10,90		8,88	

Koeficijent varijacije najveći je šesti dan mjerenja te iznosi 16,033 %. Osmi dan mjerenja iznosi 10,90, a deseti dan mjerenja koeficijent varijacije iznosi 8,88 %. Njegova vrijednost gotovo proporcionalno se smanjivala jer je početni vigor sjemena biljke bio najveći na početku istraživanja te su šesti dan mjerenja razlike između genotipova puno veće nego deseti dan mjerenja. Primarna prednost svojstva početnog porasta (ranog vigora) biljke

pšenice se očituje u povećanoj proizvodnji biomase rano tijekom vegetacijske sezone što dovodi do brzog zatvaranja liste mase biljaka u busanju te kasnije u vlatanju, što može smanjiti isparavanje vode iz tla čime je omogućena povećana dostupnost vode (Condon i sur., 2004.).



Grafikon 1. Varijabilnost duljine izdanaka ispitivanih sorata pšenice izraženih u centimetrima

U grafikonu 1 prikazana je usporedba duljine izdanaka svih deset genotipova. Vidljivo je da najdulje izdanke šesti dan mjerenja imaju genotipovi Antonius i Soissons, dok najkraće imaju Dekan i Katarina. Osmi dan mjerenja genotip Soissons je znatno izraso u usporedbi s ostalima te je zadržao isti trend rasta i deseti dan mjerenja, dok je genotip Katarina ostala najniža i osmi i deseti dan mjerenja. Također, iz grafikona je vidljivo da su genotipovi Dekan, Ilirija i Divana imali najveći porast duljine izdanaka između šestog i desetog dana mjerenja. Genotipovi Antonius i Renan su imali najmanji porast izdanaka između šestog i desetog dana mjerenja.

Tablica 3. prikazuje srednje vrijednosti, standardnu devijaciju i koeficijente varijacije mase izdanaka svih deset genotipova 6., 8. i 10. dan mjerenja. Mase izdanaka genotipova međusobno su sličnijih vrijednosti u usporedbi s visinom izdanaka jer su manje razlike u

masi. Šesti dan mjerenja najveća masa zabilježena je u genotipa Alidos (0,10 g) što je bilo za očekivati s obzirom na to da je isti dan mjerenja bio među genotipovima s najduljim izdancima (10,07 cm). Najmanju masu izdanaka šesti dan zabilježena je u genotipa Dekan (0,082 g), koja je ujedno imao najkraće izdanke (8,29 cm). Osmi dan mjerenja, genotip s najvećom masom izdanaka je Ilirija (0,123 g), a s najmanjom genotip Srpanjka (0,103 g). Deseti dan mjerenja najveću masu izdanaka imao je genotip Antonius (0,132 g), kao i šesti dan. Najmanju masu izdanaka deseti dan imao je genotip Katarina (0,108 g), koji je ujedno i genotip s najkraćim izdancima (14,68 cm). Genotip Soissons se ističe u ovom istraživanju koji je deseti dan pripadao među genotipove s najmanjom masom izdanaka (0,114 g), ali je po duljini izdanaka pripadao genotipovima s najduljim izdancima (22,08 cm).

Prosjek mase listova ispitivanih uzoraka 6. dan mjerenja iznosio je 0,0935 g, 8. dan mjerenja 0,1117 g, a 10. dan mjerenja iznosio je 0,1224 g.

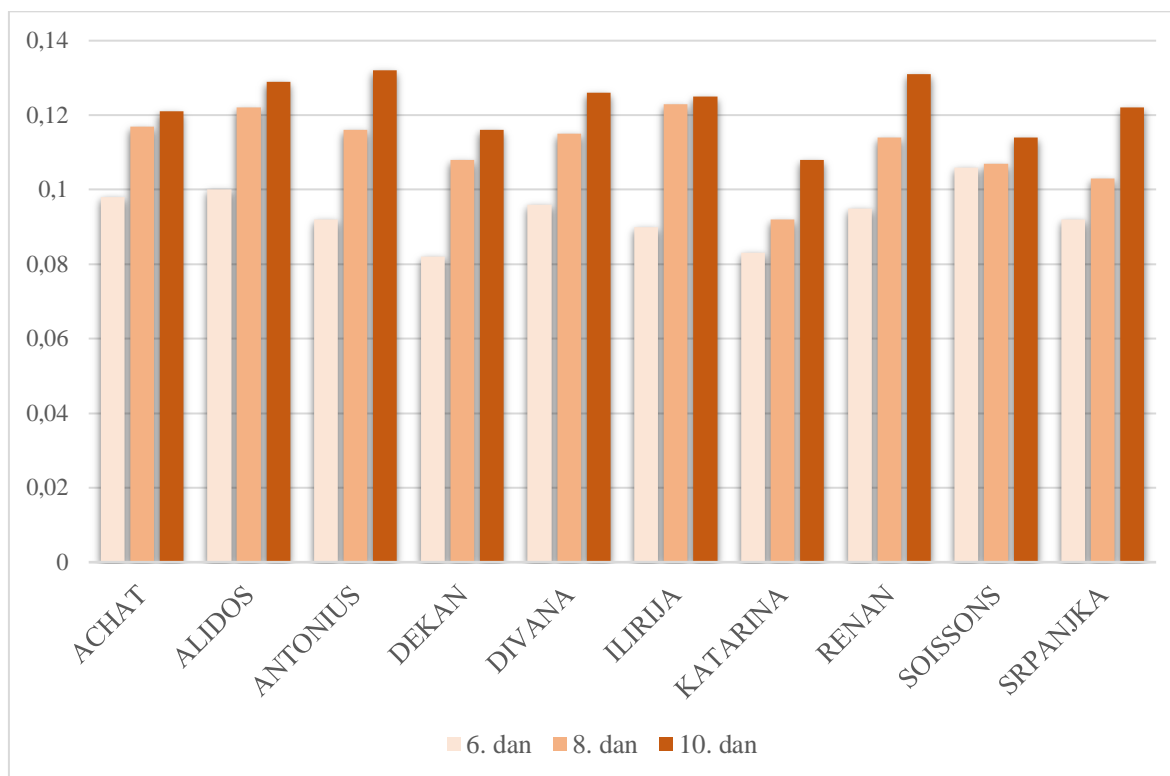
Awan i sur. (2014.) u svom istraživanju također su provodili i mjerenja za masu te je tako sorta Chakwal 97 imala masu od 0,73 g, sorta Bhakkar 2002 0,63 g te sorta 01FJ14 0,70 g te su to ujedno i tri genotipa s najvećim vrijednostima mase izdanaka.

Najmanja odstupanja u mjerenjima mase šesti dan zabilježen je u genotipa Soissons (0,012), a najveća u genotipa Ilirija (0,021) (Tablica 3). Kod većine genotipova standardna devijacija se osmi i deseti dan mjerenja se povećavala. Izuzetak su genotipovi Alidos, kojemu je standardna devijacija deseti dan mjerenja bila manja (0,015) nego šesti dan (0,017), te genotip Ilirija, kojemu je standardna devijacija deseti dan iznosila 0,020, a šesti 0,021. Genotip Divana je osmi dan mjerenja imao najmanju standardnu devijaciju (0,013), dok je šesti i deseti dan mjerenja bila veća (0,019 i 0,018).

Šesti dan mjerenja koeficijent varijacije bio je najveći te je njegova vrijednosti 17,45 %. osmi dan mjerenja njegova vrijednost se smanjila te iznosi 15,31 %, dok je deseti dan mjerenja vrijednost koeficijenta varijacije bila najmanja, 14,46 %.

Tablica 3. Srednja vrijednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije mase izdanaka ispitivanih genotipova pšenice tijekom tri etape rasta i razvoja

GENOTIP	\bar{x} 6. dan	s 6. dan	\bar{x} 8. dan	s 8. dan	\bar{x} 10. dan	s 10. dan
ACHAT	0,098	0,016	0,117	0,017	0,121	0,017
ALIDOS	0,10	0,017	0,122	0,017	0,129	0,015
ANTONIUS	0,092	0,016	0,116	0,020	0,132	0,021
DEKAN	0,082	0,014	0,108	0,015	0,116	0,014
DIVANA	0,096	0,019	0,115	0,013	0,126	0,018
ILIRIJA	0,09	0,021	0,123	0,020	0,125	0,020
KATARINA	0,083	0,013	0,092	0,017	0,108	0,016
RENAN	0,095	0,016	0,114	0,016	0,131	0,018
SOISSONS	0,106	0,012	0,107	0,015	0,114	0,016
SRPANJKA	0,092	0,019	0,103	0,021	0,122	0,022
\bar{x}	0,0934	0,0163	0,1117	0,0171	0,1224	0,0177
KV (%)	17,45		15,31		14,46	



Grafikon 2. Varijabilnost mase listova ispitivanih sorata pšenice izraženih u gramima

Grafikon 2 prikazuje usporedbu mase izdanaka svih deset genotipova 6., 8. i 10. dan mjerenja. Iz grafikona vidljivo je da se u genotipa Antonius masa izdanaka gotovo proporcionalno povećavala te je sva tri dana bila među genotipovima s najvećom masom izdanaka. Također je genotipova Dekan, Divana i Renan zabilježen proporcionalni rast mase izdanaka, dok genotip Soissons imao najslabije rezultate mjerenja sva tri dana nakon čega je vidljivo da je masa izdanaka stagnerala, odnosno zabilježena je manja razlika u vremenu rasta od osmog do desetog dana. U grafikonu je vidljivo da razlike između masa izdanaka između genotipova nisu toliko velike, kao što nisu niti razlike između 6. i 10. dana mjerenja.

Singh i sur. (2023.) provodili su istraživanje u laboratoriju na sveučilištu u Indoneziji. Istraživanje su provodili na trideset genotipova u tri ponavljanja te testirali kvalitetu sjemena i klijavost, te su mjerili duljinu i širinu sjemena, duljinu izdanaka, duljinu korijena te težinu svježe i suhe sjemenke. Također su pratili i indeks vigora-I i indeks vigora-II. Indeks vigora-I pokazao im je fenotipsku povezanost s duljinom izdanaka i duljinom korijena. Indeks vigora-II pokazao je pozitivnu genotipsku povezanost s duljinom korijena.

U oplemenjivačkim programima tijekom selekcije svojstva klijanja, vigor sjemena te duljine koleoptile se smatraju kao preduvjeti za povoljna rast biljke i koriste se kao indikatori tolerantnosti na stresne uvjete (Dhanda i sur., 2004.; Bilgili i sur. (2019.)).

4. ZAKLJUČAK

Istraživanjem su utvrđene srednje vrijednosti, standardne devijacije te je utvrđena varijabilnost svojstava duljine izdanaka i mase izdanaka između deset genotipova pšenice u ranim fazama rasta.

Francuski genotip Soissons istaknuo se duljinom izdanaka, dok je prosječna masa izdanaka bila mala. Genotip Soissons je 10. dan nakon klijanja imao najdulje izdanke (22,08 cm) u usporedbi s ostalim sortama, no istovremeno i najmanje prosječne mase (0,114 g). Austrijski genotip Antonius posebno se istaknuo sa svojom duljinom izdanaka (10,07 cm) i masom od 0,132 g 10. dan nakon klijanja.

U hrvatskih genotipova su 6. dan nakon klijanja zabilježeni najkraći izdanci, dok su 10. dan mjerenja svrstane među genotipove s najduljim izdancima. Genotip Divana je 6. dan nakon klijanja imao je duljinu od 8,48 cm, a 10. dan čak 19,2 cm. Izdanak genotipa Ilirija je 6. dan nakon klijanja iznosio 9,25 cm, a 10. dan mjerenja 20,91 cm. Mase izdanaka genotipova Divana i Ilirija (0,126 g i 0,123 g) istaknule su se kao sorte s najvećom masom listova.

Koeficijent varijacije za svojstvo duljine izdanaka šesti dan mjerenja je bio najviši 16,033%, dok je deseti dan iznosio 8,88%. Koeficijent varijacije za svojstvo mase izdanaka prve etape mjerenja (6. dan) iznosio je 17,45%, a 14,46% u trećoj etapi mjerenja (10. dan).

Iako genotipovi pripadaju istoj kulturi, pšenici, razlike su prisutne zbog početnog vigora. Početni vigor većinom je genotipski kontroliran no pod značajnim utjecajem okoline kao što su voda, svjetlost, temperatura, kisik, pH i salinitet tla. Energija klijanja i standardna klijavost su vrlo bitni pokazatelji kvalitete vigora sjemena, te su jedan od najvažnijih pokazatelja zdravstvene ispravnosti sjemena te genetskog potencijala za početni vidor, a samim time i neizostavni u planiranju norme sjetve. Navedeno istraživanje bi se trebalo nastaviti uključujući veći broj genotipova s praćenjem većeg broja morfoloških i fizioloških svojstava sjemena pšenice u kontroliranim uvjetima te u uvjetima abiotskog stresa pri čemu bi se nedvojbeno izdvojili genotipovi adaptabilni na stresne uvjete.

5. POPIS LITERATURE

1. Bede, M., Martinčić, J., Marić, S. (1997.). Genetska varijabilnost komponenti uroda zrna AG-kultivara ozime pšenice. Zbornik radova XXXIII znanstvenoga skupa hrvatskih agronoma, Pula 25./28.02.:37.
2. Bigili, D., Atak, M., Mavi, K. (2019.). Effects of Peg-inuced drought stress on germination and seedling performance of bread weath genotypes, *YYU Journal of agricultural sience*, 29 (4): 765-771.
3. Condon A. G., Richards R. A., Rebetzke G. J., Farquhar G. D. (2004). Breeding for high water-use efficiency. *J. Exp. Bot.* 55:407.
4. Dhanda, S. S., Sethi, G. S., Behl, R. K. (2004.). Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth, *Journal od Agronomy and Crop Science*, 190 (1):6-12.
5. Drezner ,G., Dvojković, K., Horvat, D., Novoselović, D., Lalić, A., Babić, D., Kovačević, J. (2006). Grain yield and quality of winter wheat genotypes in different environments. *Cereal Research Communications*, 34: 457-460.
6. Finch-Savage, W.E., Bassel, G.W.(2015). Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. *J Exp Bot* 67 (3): 567-591
7. ISTA (2009). International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Switzerland
8. Jay Singh, Rishabh Gupta, Ajeet Kumar Gupta, S. C. Vimal, Shivangi Negi, Govind Mishra (2023.). Studies on genetic variability and seed quality of wheat (*Triticum aestivum* L.) under laboratory condition. *Scientist*|ISSN: 08903670|NAAS: 6.85
9. Jurcut, R., Imbrea, F., Botos, L., Batrina, S. (2022.). Comparison study about the resistance of wheat germs exposed and controlled hydric stress. *Research Journal of Agricultural Science*, 54 (4)
10. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.). *Žitarice*, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.
11. Martinčić, J., Kozumplik, V. (1996.). Oplemenjivanje bilja, Poljoprivredni fakultet Osijek, Agronomski fakultet Zagreb.
12. Orkić, V. (2022): Varijabilnost svojstava sjemena hrvatske germplazme pšenice.. Doktorska disertacija. Fakultet agrobiotehničkih znansoti Osijek.
13. Pospišil, A. (2010.). Ratarstvo I. dio, ZRINSKI d. d., Čakovec.

14. Rebekić, A. (2017.). Opisna statistika, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek, 77.
15. Samobor, V., Vukobratović, M., Ivanek-Martinčić, M., Jošt, M. (2005.).
Oplemenjivanje pšenice na visoku pekarsku kakvoću. Sjemenarstvo 22, 1-2 str. 5-11
16. Sarojini, M., Narayan, R., Naidu, V. (2020.). An evaluation of genetic variability in seedling vigour in wheat (*Triticum aestivum* L.). African Journal of Agriculture and Food Security ISSN 2375-1177 Vol. 8 (9), pp. 001-003.
17. Awan, S.I., Niaz, S., Anwar Malik M. A., Ali, S. (2014.). Analysis of Variability and Relationship among Seedling Traits and Plant Height in Semi-Dwarf Wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal Of Agriculture & Social Sciences. 1813–2235/2007/03–2–59–62
18. Wani, B. A., Ram, M., Abrar Yasin. B, Majid Ali, Ashiq Pandith, Raouf A. Mir (2013.): Seedling vigour in wheat (*Triticum aestivum* L.) as a source of genetic variation and study of its correlation with yield and yield components. African Journal of Agricultural Research 8 (4): 370-372
19. Zhao, Z., Rebetzke, G. J., Zheng, B., Chapman, S. C., Wang, E. (2019.). Modelling impact of early vigour on wheat yield in dryland regions. Journal of Experimental Botany, Vol. 70, No. 9 pp. 2535–2548.
20. Državni zavod za statistiku: www.dzs.hr
21. B.C, Curtis: Wheat in the world (1996.), Food and Agriculture Organization of the United Nations, <https://www.fao.org/4/y4011e/y4011e04.htm>
22. Mrežni udžbenik iz genetike: <https://www.genetika.biol.pmf.hr/docs/sadrzaj/18-poglavlje/kvantitativna-genetika/>
23. Poljoprivredni institut Osijek: <https://www.poljinos.hr/sorte/srpanjka/>
24. RWA, Katalog sjemena jesen (2012): <https://rwa.hr/wp-content/uploads/2012/02/psenica.pdf>