

# Usporedba fenotipskih razlika u građi biljke različitih vrsta roda *Triticum*

---

Vukoja, Mirko

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

*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:151:294561>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**



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

Mirko Vukoja

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**Usporedba fenotipskih razlika u građi biljke različitih vrsta roda  
*Triticum***

Završni rad

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mirko Vukoja

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**Usporedba fenotipskih razlika u građi biljke različitih vrsta roda  
*Triticum***

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu rada:

1. prof.dr.sc. Sonja Petrović
2. prof.dr.sc. Sonja Vila
3. doc.dr.sc. Sunčica Kujundžić

Osijek, 2022.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Bilinogojstvo

Završni rad

Mirko Vukoja

### Usporedba fenotipskih razlika u građi biljke različitih vrsta roda *Triticum*

**Sažetak:** Pšenica (*Triticum* sp.) je jedna od tri najznačajnije ratarske kulture. Pšeničnim kruhom hrani se oko 70% stanovništva svijeta. Pšenica se prilagodila zahtjevima tržišta u smislu nutritivnih vrijednosti, visine prinosa, a sve to je postignuto radom oplemenjivača. Visina biljke pšenice je kvantitativno svojstvo pod utjecajem minor gena i okoliša te je zbog toga vrlo varijabilno. Cilj rada bio je utvrditi fenotipske razlike između divljih srodnika pšenice i današnjih modernih sorti. Pšenica je praćena u svim fazama razvoja tijekom kojih su prikupljeni agronomski i morfološki podaci. Nakon provedenih mjerenja te statističke obrade podataka zaključeno je da je busanje kod divljih srodnika puno slabije i manji je broj vlati u odnosu na moderne sorte koje se jako dobro busaju i stvaraju puno bočnih izdanaka. Visina biljke divljih srodnika pšenice viša u odnosu na moderne sorte dok su klasovi s manjim brojem plodnih klasića i manjim brojem zrna te manjim prinosom zrna.

#### Ključne riječi:

Pšenica, divlji srodnici, moderne sorte, fenotipske razlike  
24 stranice, 3 tablice, 19 slika, 29 literaturnih navoda, 2 grafikona  
Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agricultural Biotechnology Sciences Osijek  
Undergraduate University Study Agriculture, course Plant production

BSc Thesis

Mirko Vukoja

### Comparison of phenotypic differences in plant structure of different species of *Triticum* genus

**Summary:** Wheat (*Triticum* sp.) is one of the three most important agricultural crops. About 70% of the world's population is using wheat bread. Wheat has adapted to the demands of the market in terms of nutritional value, yield, and all this was achieved by breeders. Wheat plant height is a quantitative trait influenced by minor genes and environmental conditions, and is therefore highly variable. The aim of this thesis was to determine the phenotypic differences between wild relatives of wheat and today's modern varieties. Wheat was monitored in all stages of development during which data were collected. After the measurements and statistical analysis of data, it was concluded that the rooting of the wild relatives is much weaker and the number of leaves is smaller compared to the modern varieties, which are very well rooted and produce a lot of side shoots. The height of wild relatives of wheat is much higher compared to modern varieties. Ears with a smaller number of fertile ears and a smaller number of grains and lower yield.

#### Keywords:

Wheat, wild relatives, modern variety, phenotypic variation  
24 pages, 3 tables, 19 figures, 29 references, 2 charts  
BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agricultural Biotechnology Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. MATERIJALI I METODE .....	2
2.1. Biljni materijal.....	2
2.2. Metode rada.....	10
2.3 Statistička obrada podataka.....	13
2.3.1 Aritmetička sredina .....	13
2.3.2 Standardna devijacija .....	13
2.3.3. Koeficijent varijacije .....	14
3. REZULTATI I RASPRAVA .....	15
3.1. Varijabilnost morfoloških svojstava.....	15
3.2. Varijabilnost agronomskih svojstava .....	17
4. ZAKLJUČAK .....	21
5. POPIS LITERATURE .....	22

## 1. UVOD

Pšenica (*Triticum spp.*) je jednogodišnja biljka i postoje dva tipa iste, a to su ozimi i jari tip. Ozime pšenice podnose umjerene zime i uzgajaju se u dijelu umjerenoga pojasa, a jare pšenice se uglavnom uzgajaju na većim nadmorskim visinama i u suhim kontinentalnim krajevima. S obzirom na genetsku predispoziciju postoje tri osnovne skupine vrste roda *Triticum*: diploidna ( $2n = 14$ ), tetraploidna ( $2n = 28$ ) i heksaploidna ( $2n = 42$ ) skupina. Glavna obilježja biljke pšenice se odnose na morfologiju stabljike koja je gola, glatka, šuplja, člankovita, cilindrična s četiri do pet internodija, visine 50 do 120 cm, na čijem se vrhu nalazi klas (Martinčić i Kozumplik, 1996.). Veličina klasa, broj klasića i broj plodnih cvjetova ovise o genotipu i uvjetima okoline. Stari domaći kultivari pšenice imali su znatno manji broj klasića od novostvorenih modernih kultivara. Pšenica stvara prosječno oko 22 klasića, od kojih je kod starijih kultivara klasić pri dnu i pri vrhu klasa najčešće neplodan, dok su kod suvremenih kultivara svi ili skoro svi klasići plodni. Glavna os je člankovita i sastoji se iz kratkih nodija i internodija. Oblikovanje vretena počinje predvlatanjem (Martinčić i Kozumplik, 1996.). Cvjetovi pšenice su dvospolni i obavijeni s dvije pljevice, obuvencom i košuljicom. Obuvenac se produžuje uz os, a u njemu se nalaze cvjetni organi: dvije lodikule, tučak s dvostruko rasperjanom njuškom i tri prašnika. Klasići su sjedeći, naizmjenično poredani na nodijima klasnog vretena, a formiraju se početkom vlatanja.

Najrasprostranjenija i najvažnija vrsta roda *Triticum* je *Triticum aestivum*, koja se naziva obična ili meka pšenica. Oko 70% stanovništva svijeta se prehranjuje pšeničnim kruhom, zbog toga je pšenica najvažnija žitarica. Među vrlo važne pšenice pripada i tvrda pšenica *Triticum durum* (tjestenina). U svijetu se još uzgajaju *Triticum monococcum* (jednozrnac), *Triticum dicoccum* (dvoznac) i *Triticum spelta* (pir, krupnik). Jedan od ciljeva oplemenjivanja pšenice u Republici Hrvatskoj je stvaranje novih kultivara s genetskim potencijalom rodosti od 15 t/ha zrna. Postizanje tako visokog prinosa zrna po jedinici površine moguće je ostvariti znanstveno-istraživačkim programima usmjerenim na genetičke promjene klasa (duljina 10-15 cm, sa 23-25 klasića i 4-5 zrna u klasiću), skraćivanje stabljike do 70 cm, te većim brojem i masom zrna po klasu, odnosno, čvrstoće stabljike, visine 90-100 cm, radi povećanja ukupne biomase u povećanju žetvenog indeksa (Bede i sur., 1993.).

Cilj ovog istraživanja je utvrditi fenotipske razlike (veličina i dužina stabljike, lista i klasa) različitih kultivara pšenice u svim fenofazama razvoja.

## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. Biljni materijal

Genotipovi pšenice korišteni u istraživanju su dio poljskoga pokusa posijanog na pokušalištu Tenja Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, u sklopu podmjere 10.2. „Potpora za očuvanje, održivo korištenje i razvoj genetskih izvora u poljoprivredi« u okviru Nacionalnog programa očuvanja i održive uporabe biljnih genetskih izvora za hranu i poljoprivredu u Republici Hrvatskoj. Genotipovi pšenice su posijani u dva ponavljanja, u studenom 2021. godine, a veličine parcele je iznosila 2,5 m<sup>2</sup>.



Slika 1. Poljski pokus faza busanja pokušalište „Tenja“ (Foto original: M. Vukoja)

Odabir genotipova proveden na temelju fenotipskog izgleda tijekom vegetacije i na temelju podrijetla pri čemu je odabran isti broj primki divljih srodnika i priznatih kultivara. Istraživanje je provedeno na 10 genotipova pšenice, pri čemu su pet genotipova predstavnici divljih srodnika roda *Triticum* i pet kultivara ozime pšenice podrijetlom iz Hrvatske, Srbije, Mađarske, Sjedinjenih američkih država (SAD) i Italije (tablica 1.).

Divlji srodnici pšenice su domestikacijom dovedeni do današnjih modernih sorti i to na temelju visine biljke, duljine klasa, broja zrna po klasiću i po klasu, nutritivnih svojstva u zrnu te lomljivosti klasnog vretena. Selekcija se radila u cilju poboljšanja uzgoja, većeg prinosa i bolje kvalitete zrna, brašna i kruha. Prijašnjim selekcijama je u cilju bilo stvoriti kultivar koji je imao visoki potencijal rodnosti. Kao sve ostale kulture, pšenicu pogađa promjena klime i sve više

zbog klimatskih promjena i pojavnosti dugotrajnih sušnih razdoblja daje se sve veći naglasak na selekciju kultivara tolerantnih ili otpornih na abiotski i biotski stres.

Tablica 1. Genotipovi pšenice i podrijetlo

<b>Genotip</b>	<b>Podrijetlo</b>
<i>Triticum monococcum</i> L.	Divlji srodnik
<i>Triticum dicoccoides</i> L.	Divlji srodnik
<i>Triticum sphaerococcum</i> L.	Divlji srodnik
<i>Triticum compactum</i> L.	Divlji srodnik
<i>Triticum spelta</i> L.	Divlji srodnik
Zlata	Hrvatska
Bambi	Srbija
MV Suveges	Mađarska
WWMCB2	SAD
Gemini	Italija

Divlji srodnici tako mogu biti izvor poželjnih gena u stvaranju novih kultivara koji će biti tolerantniji na sušu i bolesti. Najuočljivije razlike divljih srodnika i modernih kultivara pšenice su u visini stabljike, veličini lista, obliku i veličini zrna i lomljivosti klasnog vretena zbog lakše žetve (Brown i sur., 2009.; Kovačević i Rastija, 2009.). Divlji srodnici odnosno stare domaće pšenice u odnosu na današnje sorte imale su znatno manji broj klasića. Pšenica ima prosječno oko 22 klasića, kod modernih sorti svi ili skoro svi klasići su plodni dok kod starijih sorti klasić pri dnu i pri vrhu klasa je najčešće neplodan, (Martinčić i Kozumplik, 1996.). Današnje su sorte polupatuljaste visokoprinosne kraće skoro za polovicu od divljih srodnika. Zbog ovih genetskih promjena došlo je do povećanja žetvenog indeksa. Divlji srodnici se upotrebljavaju u selekciji zbog visokog sadržaja proteina, otpornosti na bolesti, tolerantnosti na sušu, lakše i bolje probavljivosti. Ova svojstva su moderne sorte izgubile kroz selekciju.

*Triticum monococcum* L. poznatija kao jednozrna pšenica, smatra se jednom od prvih udomaćenih pšenica i praroditeljem ostalih tetraploidnih pšenica (slika 2). Posjeduje tanku stabljiku, male glume koje su spojene sa zrnom. Otporna je na bolesti i štetočine zbog čvrstih ljušaka koje obavijaju zrno i ima sposobnost podnošenja suše. Manje prinosa, ali zato je vrlo



visokih nutritivnih svojstava u zrnu, ne zahtjeva velika ulaganja i povećan je interes za njom u ekološkoj poljoprivredi (Békés i sur. 2017.).



Slika 2. *Triticum monococcum* L. u fazi klasanja (Foto original: M. Vukoja)

*Triticum dicoccoides* je jednogodišnja vrsta (slika 3), koja ima veliki izduženi klas slično durum pšenici. Ima dva homologna seta kromosoma (BBAA), koji su se pojavili zbog spontane hibridizacije dviju diploidnih vrsta: *Triticum urartu* (AA) te *Aegilops speltoides* (BB) (Duba i sur., 2018.). Otporna je na žutu ili prugastu hrđu (*Puccinia striiformis* West.) i žitnu hrđu (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) (Peng i sur., 2000.). Divlja pšenica emer (*Triticum dicoccoides*) bila je jedna od prvih žitarica udomaćenih prije 10 do 12 tisuća godina. *Triticum dicoccoides*, praotac je modernih tetraploidnih i heksaploidnih kultiviranih pšenica (Peng i sur., 2003.).



Slika 3. *Triticum dicoccoides* L. u fazi vatanja (Foto original: M. Vukoja)



Slika 4. *Triticum sphaerococcum* L. u fazi vlatanja (Foto original: M. Vukoja)

*Triticum sphaerococcum* je heksaploidna pšenica (AABBDD,  $2n = 6x = 42$ ), porijeklom s Indijskog potkontinenta, ime je dobila po sferičnom obliku gluma (slika 4). Specifične kratke i jake stabljike, poluloptasti oblik zrna s plitkim naborima, sadrži nešto veći sadržaj bjelančevina, ali ima niži prinos u usporedbi s krušnom pšenicom. Otporna je na sušu i bolesti, ali posebno



na žutu hrđu uzrokovanu od *Puccinia striiformis*. Zrno nije povezano s glumama i lako se odvaja te je zbog toga olakšana žetva (Josekutty, 2008.).



Slika 5. *Triticum compactum* L. u fazi vlatanja (Foto original: M. Vukoja)

*Triticum compactum* ili patuljasta pšenica je heksaploidna pšenica, specifičnog oblika klasa po kojemu je i dobila ime (slika 5). Niskog je rasta, jake stabljike prosječne visine oko 60 cm.



Slika 6. *Triticum spelta* L. u fazi vlatanja (Foto original: M. Vukoja)

*Triticum aestivum* ssp. *spelta* ili pravi pir (krupnik) je heksaploidna pšenica te uz *T. monococcum* i *T. dicoccum* jedna od najstarijih vrsta žitarica. Stvaranjem modernih

visokorodnih kultivara gotovo se prestaje proizvoditi. S obzirom da su glume srasle sa zrnom teško se ljušti. Ova podvrsta pšenice ima vrijedna nutritivna svojstva, čak pri niskoj razini gnojidbe, s većim sadržaj proteina (16-17%), hranjivih tvari i minerala u usporedbi s običnom pšenicom. Stabljika je šuplja, tanka i cilindrična sastavljena od 5-6 koljenca i međukoljenaca. Raste u visinu do 1,5 metara zbog čega je sklona polijeganju te je ovo najveći nedostatak ove žitarice (Ugrenović, 2013). Nakon žetve ostaju klasići koji najčešće sadrže dva zrna čvrsto spojena s pljevama (Mlinar i Ikić, 2012.).



Slika 7. Kultivar krušne pšenice Zlata (Foto original: M. Vukoja)

Zlata rani je visokoproduktivan hrvatski kultivar pšenice kreiran na Poljoprivrednom institutu Osijek. Ima karakterističnu tanku i elastičnu stabljiku prosječne visine oko 65cm, otporna na polijeganje. Tolerantna je na bolesti i umjerenu sušu te ima stabilan prinos, a genetski potencijal rodosti od 11 t/ha ([www.poljinos.hr](http://www.poljinos.hr))





Slika 8. Kultivar Bambi



Slika 9. Kultivar MV Suveges

(Foto original: M. Vukoja)

Bambi je kultivar pšenice koji potječe iz države Srbije i spada u podvrstu *Triticum compactum*. Bambi je kasnozreli kultivar ima nisku, debelu stabljiku, kratki te zbijeni klas bez osja i okruglo zрно. Radi se o namjenskoj pšenici pogodnoj za organsku proizvodnju te u konditorskoj industriji (Denčić i sur., 2007.). MV Suveges je mađarski kultivar ozime pšenice priznat 2002., ima rastresit klas s osjem. Karakteristične svijetlo zelene boje listova i stabljike u klasanju.



Slika 10. Kultivar WWMCB2



Slika 11. Kultivar Gemini

(Foto original: M. Vukoja)

Kultivar WWMCB2 ima visoku stabljiku prosječne visine oko 70 cm, rastresit klas s kratkim osjem i okruglim zrnom. Kultivar Gemini je pšenica prosječne visine oko 60 cm, ima jaku stabljiku otpornu na polijeganje, rastresit klas bez osja, a zрно izduženo. Karakteristične je svijetlo zelene boje u klasanju. Kultivar Gemini je jedan od najčešće korištenih u selekciji pšenice u Hrvatskoj (Drezner, 1995.).



## 2.2. Metode rada

Obilježavanje pokusa obavljeno je 06.04.2022. kako bi se moglo pratiti i bilježiti stanje genotipa u svim fazama rasta i razvoja (slika 12). Ocjenjivana su i praćena morfološka svojstva biljaka pšenice: visina biljke, duljina klasa, te duljina i širina lista te agronomska svojstva: broj klasića po klasu, broj zrna po klasu i prinos.



Slika 12. Obilježavanje parcela poljskog pokusa (Foto original: M. Vukoja)

Prvi morfološki pregled pokusnih parcela obavljen je u fazi busanja 24.03.2022. Busanje je fenološka faza u kojoj se žitarice granaju iz podzemnih nodija stabljike. Busanje započinje u čvoru busanja kada pšenica ima 3-4 lista (Kovačević i Rastija, 2014.). Razlikovali smo dva osnovna tipa busanja i to *prostratum* tip, *semiprostratum* i *erectum* tip busanja. Uočili smo velike razlike u gustoći busanja između divljih srodnika i modernih kultivara (slika 13. i slika 14.)



Slika 13. Prostratum tip busanja *T. dicoccoides* (Foto original: M. Vukoja)



Slika 14. Busanje moderne sorte (Foto original: M. Vukoja)

U fazi vlatanja 4.05.2022. obavljen je drugi pregled pokusnih parcela pri čemu je praćeno svojstvo povijenosti lista zastavićara, boja, duljina i širina lista. Vlatanje u žitarica (slika 15) je faza naglog izduživanje stabljike i obićno traje 30 – 45 dana, a zapoćinje kada moćemo opipati prvo koljence stabljike u rukavcu gornjeg lista i pri temperaturama iznad 15 °C (Kovaćević i Rastija, 2014.). Pri kraju fenofaze vlatanja moćemo uoćiti zaćetak klasića.





Slika 15. *Triticum spelta* L. u fazi vlatanja (Foto original: M. Vukoja)

Mjerenja visine stabljike i duljine klasa obavljena su 14.06.2022. nasumičnim odabirom 25 biljaka na svakoj pokusnoj parceli, izmjereno je ukupno 250 biljaka od toga 125 biljaka divljih srodnika i 125 biljaka modernih sorti (slika 16).



Slika 16. Mjerenje dužine klasa i visine stabljike (Foto original: M. Vukoja)

Mjerenje je obavljeno s drevnim metrom koji na sebi ima centimetarsku i milimetarsku podjelu, koji se postavi pokraj biljke na tlo. Biljka ne smije biti polegnuta nego mora biti uspravna i nalaziti se uz štap. Mjerenje broja klasića i broja zrna u klasu obavljeno je 17.06.2022. Od svakog genotipa je odabrano 10 klasova te je za svaki klas pojedinačno izbrojen broj klasića i broj zrna po klasu. Tijekom mjerenja broja klasića i broja zrna uočene su razlike u građi klasova, u gustoći klasa, odnosno zbijenosti, pri čemu smo razlikovali rastresit klas i zbijeni klas te klas s osjem ili bez osja.

### 2.3 Statistička obrada podataka

Za sva morfološka i agronomska svojstva izračunati su statistički parametri ne temelju kojih smo utvrdili razlike u građi biljaka između ispitivanih genotipova. Statistička obrada podataka je obavljena u programu Microsoft Excel gdje su uneseni svi podaci koji su zabilježeni tijekom mjerenja.

#### 2.3.1 Aritmetička sredina

Aritmetička sredina ( $\bar{x}$ ) predstavlja sumu svih podataka podijeljenim s ukupnim brojem podataka (Rebekić, 2017.). To je jedna od mjera centralne tendencije i pripada mjerama opisne statistike poznate kao prosjek ili srednja vrijednost svojstva

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$\sum x$  – zbroj svih pojedinačnih mjerenja

$n$  – broj pojedinačnih mjerenja

#### 2.3.2 Standardna devijacija

Standardna devijacija ( $s$ ) služi kao standard za mjerenje odstupanja od aritmetičke sredine, pomoću nje predviđamo u kojem rasponu se kreću gotovo svi rezultati (Rebekić, 2017.). Također mjera opisne statistike, mjera prosječnog odstupanja rezultata od aritmetičke sredine, a koristi se jedino uz aritmetički sredinu kao mjera raspršenja rezultata na uzorku ili populaciji.

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}}$$

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

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

$n$  – broj pojedinačnih mjerenja

### 2.3.3. Koeficijent varijacije

Koeficijent varijacije (KV) standardna je devijacija izražena u postocima od aritmetičke sredine (Rebekić, 2017.). Služi za uspoređivanje nekoliko skupova rezultata, mjera koja nam govori koliko neko svojstvo varira u istom genotipu ili koje svojstvo najviše varira u nekoj populaciji.

$$KV = \frac{s \cdot 100}{\bar{x}}$$

$S$  predstavlja standardnu devijaciju, a  $\bar{x}$  predstavlja aritmetičku sredinu.

### 3. REZULTATI I RASPRAVA

Godinama genetičari i oplemenjivači su pomnom selekcijom stvorili visokoproduktivne sorte. Najviše su radili na prinosu i nutritivnim vrijednostima pšenice. Prinos je složeno genetički determinirano svojstvo koje se pokazuje u konkretnim agroekološkim uvjetima i koje zavisi od genotipa i njegove interakcije sa uvjetima sredine (Paunović i sur., 2008.; Petrović i sur. 2008.). U komponente prinosa ubrajamo broj klasova po jedinici površine, masa i broj zrna po klasu i apsolutna masa odnosno masa 1000 zrna.

Rukavina i sur. (2013.) navodi da se morfološka svojstva često koriste za identifikaciju genotipa i sorata te za utvrđivanje različitosti germplazme pšenice. Prve razlike koje su uočene bile su u fazi busanja. Moderne sorte su imale jači čvor busanja, busale su iz puno jačeg korijena s više izdanaka, široki listovi izražene zelene boje. Kod divljih srodnika korijen je bio slab, a samim time i slabije busanje, listovi mali, slabo razvijeni.

Iduće razlike koje su uočene su u zakrivljenosti, dužini i širini lista zastavičara. Razlike su uočene i u boji vlati. Moderne sorte su izražene tamne zelene do plave boje dok kod divljih srodnika je boja vlati svijetlo zelena. Lisna površina kod modernih sorti je puno veća u odnosu na divlje srodnike, samim time je i veći prinos modernih sorti. List zastavičar kod modernih sorti je širi i u većini slučajeva kraći u odnosu na list zastavičar kod divljih srodnika gdje je on izdužen i uzak.

#### 3.1. Varijabilnost morfoloških svojstava

Visina biljke je pod kontrolom seta major *Rht* (*Reduced Height Genes*) gena koji su raspoređeni na svakom kromosomu genoma pšenice (Borojević i Borojević, 2005.). Današnje moderne sorte su niske, te su otporne na polijeganje. Negativna strana niske stabljike je olakšani pristup patogena klasu. Smanjenom visinom je postignut učinkovitiji žetveni indeks, odnosno biljka tako osigura više hranjiva za klas, odnosno zrno.

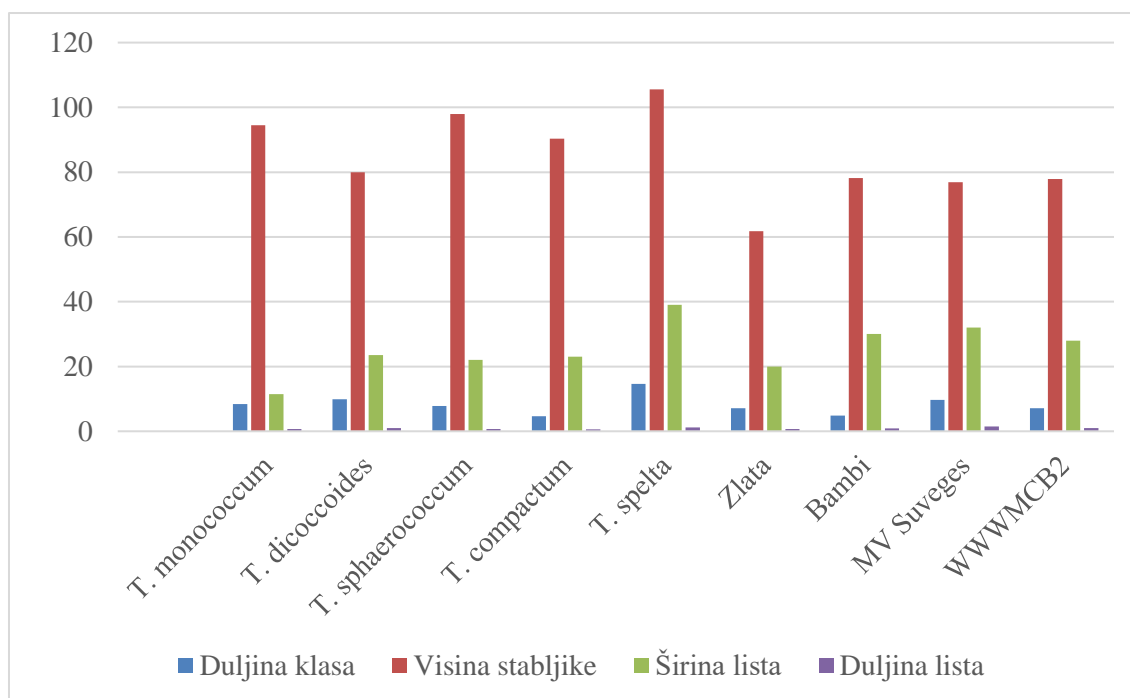
Mjerenjem agronomskih svojstava kod 25 nasumično odabranih biljaka utvrđeno je da divlji srodnici imaju dužu, ali tanju stabljiku srednje vrijednosti visine 93,8 cm, sklonu polijeganju, duži, ali tanji klas prosječne dužine 9,6 cm s sitnijim zrnom (Tablica 2). Najveća varijacija svojstava iznosila je za visinu biljaka 13,69%. Moderne sorte su niže, srednje vrijednosti visine 69,8 cm, jače stabljike, kraćeg klasa prosječne duljine 8,2 cm s većim brojem zrna i lomljivim

klasnim vretenom. Najvišu stabljiku i najdulji klas je zabilježen kod *Triticum spelta* čije je visine stabljike iznosila 105,6 cm, a duljina klasa 14,64 cm, dok je u modernih sorti najvišu stabljiku imao kultivar Bambi od 78,2 cm, a najdulji klas je izmjereno u kultivara MV Suveges od 9,68 cm. Zorovski i sur. (2018.) su u svojem istraživanju također utvrdili višu visinu u divljih srodnika pri čemu su najviše stabljike imali genotipovi vrste *T. monococcum* - 90,73 cm, zatim za *T. dicoccum* - 83,12 cm i *T. spelta* - 81,87 cm. Širina lista kod divljih srodnika se kreće od 0,6 cm *Triticum compactum* do 1,2 cm *Triticum spelta*, a kod modernih kultivara 0,7 cm je izmjereno u kultivara Zlata dok je u kultivara MV Suveges izmjerena širina od 1,5 cm. Duljina lista se kretala kod divljih srodnika od 11,5 cm u *T. monococcum* do 39 cm u *Triticum spelta*, a kod modernih kultivara od 20 cm (Zlata) do 32 cm (MV Suveges).

Tablica 2. Genotip, visina, duljina klasa, širina i dužina lista zastavičara

Genotip	Visina (cm)	Duljina klasa (cm)	Širina lista (cm)	Duljina lista (cm)
<i>T. monococcum L.</i>	94,48	8,4	0,7	11,5
<i>T. dicoccoides L.</i>	80	9,84	1	23,5
<i>T. sphaerococcum L.</i>	97,92	7,8	0,7	22
<i>Triticum compactum L.</i>	90,36	4,64	0,6	23
<i>Triticum spelta L.</i>	105,6	14,64	1,2	39
Zlata	61,8	7,12	0,7	20
Bambi	78,2	4,84	0,9	30
MV Suveges	76,92	9,68	1,5	32
WWWMCB2	77,84	7,12	1	28
Gemini	62,72	8,56	1,4	26
KV(%)	13,69	2,7	0,27	7,07

Iz grafikona 1 je vidljivo da je u *T. spelta* izmjerena najviša stabljika, širina i duljina lista, dok su u modernih kultivara najviše vrijednosti svih morfoloških svojstava izmjereno u kultivara Mv Suveges.



Graf 1. Razlike u duljini klasa i visine stabljike ispitivanih genotipova

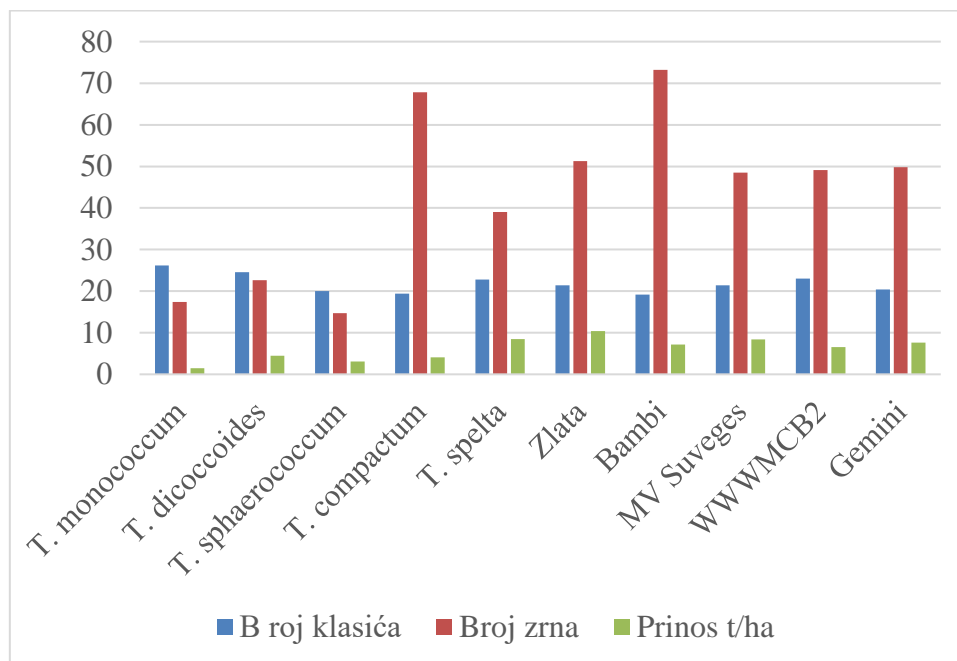
### 3.2. Varijabilnost agronomskih svojstava

Poznavanje genetičke prirode mase klasa i drugih osobina klasa, vrlo je značajno u odabiranju početnog materijala u selekciji, znajući da svojstva klasa predstavljaju važne komponente prinosa (Okuyama, 2005.).

Tablica 3. Broj klasića po klasu, broja zrna po klasu te prinosa zrna ispitivanih genotipova

Genotip	Broj klasića/klasu	Broj zrna/klasu	Prinos trna (t/ha)
<i>T. monococcum L.</i>	26,2	17,4	1,5
<i>T. dicoccoides L.</i>	24,6	22,6	4,44
<i>T. sphaerococcum L.</i>	20	14,7	3,1
<i>Triticum compactum L.</i>	19,4	67,8	4,08
<i>Triticum spelta L.</i>	22,8	39	8,46
Zlata	21,4	51,3	10,4
Bambi	19,2	73,2	7,14
MV Suveges	21,4	48,5	8,38
WWWMCB2	23	49,1	6,56
Gemini	20,4	49,8	7,64
KV(%)	18,96	2,18	1,5

Prinos zrna pšenice najvažniji je cilj oplemenjivanja. Komponente koje utječu na prinos su broj biljaka po jedinici površine odnosno broj klasova, masa i broj zrna u klasu i hektolitarska masa. Hektolitarska masa je masa volumena u 100 litara tj. jednog hektolitara koja se izražava u kilogramima. Hektolitarska masa je opći pokazatelj kvalitete zrna.



Graf 2. Razlike u agronomskim svojstvima ispitivanih genotipova

Kod divljih srodnika zrna su ravna izdužena, teže se odvajaju od glume, više neplodnih klasića, dok kod modernih sorti zrna su okrugla i debela, lako se odvajaju od gluma i skoro svi klasići su plodni. Najveći broj klasića po klasu kod divljih srodnika imao je *Triticum monococcum*, a kod modernih sorti Zlata (Tablica 3.). Najveća varijacija agronomskih svojstava je zabilježena je za broj klasića i iznosi 18,96%. Broj zrna po klasu je varijabilno svojstvo, jer zavisi od broja klasića po klasu i uspjeha oplodnje, na što ukazuje vrijednost fenotipskog koeficijenta varijacije. Najveći broj zrna kod divljih srodnika imao je *Triticum compactum*, a kod modernih kultivara Bambi. Variranje svojstva broja zrna je vrlo slabo 2,18%. Svojstva klasa, kao što je gustoća klasa, također indirektno utječu na prinos zrna pšenice. Gen C ili S utječu na formiranje svojstava klasa kod krušne pšenice. Gen C se nalazi na kromosomu 2D (Johnson i sur., 2008.) i definira podvrstu heksaploidne pšenice poznati kao *Triticum aestivum ssp. compactum*, koji ima karakteristični zbijeni klas zbog „dominatnog C alela“. Najveći prinos kod divljih srodnika imala je *Triticum spelta* 8,46 t/ha, a kod modernih kutivara je to bila Zlata s prinosom od 10,4 t/ha. Koeficijent varijacije prinosa je vrlo slab i iznosi 1,5%.



Slika 17. *Triticum compactum* L. građa biljke (Foto original: M. Vukoja)



Slika 18. *Triticum spelta* L. građa biljke (Foto original: M. Vukoja)





Slika 19. *Triticum monococcum* L. građa biljke (Foto original: M. Vukoja)

Specifičnosti u građi klasa kod različitih sorti su vidljive i na (slikama 17., 18. i 19.), klas *Triticum compactum* L. je karakteristične građe, kratak, zbijen po čemu je i dobio ime *compactum*, dok je *Triticum spelta* L. klas izdužen i rastresit. *Triticum monococcum* L. ima jednostavni klas, s jednim klasićem sa svake strane klasnog vretena.

#### 4. ZAKLJUČAK

Cilj istraživanja bio je utvrditi fenotipske razlike u morfološkim i agronomskim svojstvima različitih genotipova pšenice u svim fenofazama razvoja. Istraživanje je provedeno na 10 genotipova ozime pšenice, pri čemu su pet divlji srodnici i pet moderni kultivari. U morfoloških svojstava divlji srodnik *Triticum spelta* ima najvišu stabljiku (105,6 cm) i najdulji klas (14,64 cm), dok u modernih kultivara najvišu stabljiku imao je Bambi (78,2 cm), a najdulji klas kultivar MV Suveges (9,68 cm). U agronomskih svojstava najviše klasića po klasu kod divljih srodnika imao je *Triticum monococcum* L (26,2), a kod modernih sorti Zlata i Mv Suveges (21,4). Najveći broj zrna kod divljih srodnika imao je *Triticum compactum* L. (67,8), a kod modernih sorti Bambi (73,2). Najveći prinos divljih srodnika ostvarila je *Triticum spelta* L. (8,46t/ha), a kod modernih sorta Zlata (10,4 t/ha). Najveće varijacije u morfoloških svojstava su iznosile za svojstvo visine stabljike 13,69%, a u agronomskih svojstava za svojstvo broj klasića po klasu 18,96%.

## 5. LITERATURA

1. Bede, M. (1994). Novi trendovi u oplemenjivanju pšenice. *Sjemenarstvo*, 11(1-2): 5-13.
2. Bede, M.; Drezner, G.; Martinčić, J. (1990). Genetska osnova stvaranja novih sorti ozime pšenice. *Savremena poljoprivreda*, Vol.38(1-2): 131-135.
3. Bede, M.; Martinčić, J.; Drezner, G. (1992). Stanje i daljnji pravci oplemenjivanja pšenice na Poljoprivrednom institutu u Osijeku. *Sjemenarstvo* 9(92): 4-5.
4. Borojević, K., Borojević, K. (2005). The transfer and history of "reduced height genes" (Rht) in wheat from Japan to Europe. *The journal of Heredity*. 96(4): 455–459.
5. Brown, T.A, Jones, M.K, Powell, W. i Allaby, R.G. (2009). The complex origins of domesticated crops in the Fertile Crescent, 24(2): 2103-109.
6. Chebotar, S.V., Korzun, V.N., Sivolap, Yu.M. (2001). Allele Distribution at Locus WMS261 Marking the Dwarfing Gene Rht8 in Common Wheat Cultivars of Southern Ukraine. *Russian Journal of Genetics*. 37: 894–898.
7. Denčić, S., Pržulj, N., Mladenov, N., Kobiljski, B., Hristov, N., Rončević, P., Đurić, V. (2007). Rezultati i dometi novosadskih sorti strnih žita. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 43(1): 5-19.
8. Dimitrijević, M., Petrović, S., Kraljević-Balalić, M., Mladenov, N., Pankovć, L. (2001). Fenotipska varijabilnost visine biljke i mase zrna po klasu u *Triticum* sp. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 35: 155-165.
9. Dimitrijević, M., Petrović, S., Banjac, B., Vukosaljev, M. (2015). Fenotipska varijabilnost svojstava pšenice (*Triticum aestivum* L.) i spontanih srodnika. *Proceedings of 44<sup>th</sup> Croatian & 4<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture*. Opatija, Croatia, 313-316.
10. Kovačević, D., Dolijanović, Ž., Oljača, S., Milić, V. (2009). Prinos nekih alternativnih vrsta pšenice u organskoj proizvodnji., str. 2.
11. Békés, F., Schoenlechner, R., Tömösközi, S. (2017). Ancient Wheats and Pseudocereals for Possible use in Cereal-Grain Dietary Intolerances. Ed: Colin Wrigley, Ian Batey, Diane Miskelly Chapter 4 in *Cereal Grains* (second edition): 353-389
12. Johnson, E.B., Nalam, V.J., Zemetra, R.S., Riera-Lizarazu, O. (2008.). Mapping the compactum locus in wheat (*Triticum aestivum* L.) and its relationship to other spike morphology genes of the Triticeae. *Euphytica* 163:193–201.

13. Josekutty, Puthiyaparambil, C. (2008). Defining the genetic and physiological basis of *Triticum sphaerococcum* Perc. University of Canterbury. Biological Sciences. 2-3.
14. Peng, J., Ronin, Y., Fahima, T., Röder, M., Youchun, L., Eviatar, N., and Korol, A. (2003). Domestication quantitative trait loci in *Triticum dicoccoides*, the progenitor of wheat. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 100(5): 2489-2494.
15. Kovačević V., Rastija. M. (2014): Žitarice. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Osijek 47 – 103.
16. Kumar, C., Kaur, M., (2021). A walk towards wild grasses to unlock the clandestine of gene pools for wheat improvement. *Plant stress* 3: 100048.
17. Martinčić, J. Kozumplik, V. (1996.). Oplemenjivanje bilja. Zagreb, 1996.
18. Mlinar, R., Ikić, I. (2012.). BC Vigor - novi kultivar ozimog pravog pira. *Sjemenarstvo* 29 (1-2).15-23.
19. Okuyama, L.A., Federizzi, L.C., Barbosa N. (2005). Plant traits to complement selection based on yield components in wheat. *Ciencia Rural*, 35(5):1010-1018.
20. Shewry, P.R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*. 60(6): 1537-1553.
21. Paunović, A., Madic, M., Knezevic, D., Biberdzic, M. (2008.). Nitrogen and seed density effects on spike length and grain weight per spike in barley. *Cer.Res.Comm*, 36: 75-78.
22. Petrović, S., Marić, S., Guberac, V., Drezner, G., Eđed A. (2008.). Influence of environmental conditions and sowing rates on winter wheat yield. *Cer.Res.Comm*.36:1307-1310.
23. Pour-Aboughadareh, A., Moradkhani, H., Poczai, P., Kianersi, F. (2021). Potential of Wild Relatives of Wheat: Ideal Genetic Resources for Future Breeding Programs. *Agronomy*.11:1656.
24. Rebekić, A. (2017.): Opisna statistika, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek,77.
25. Reynolds, M., Dreccer, F., Trethowan, R. (2007). Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. 58(2): 177-186.
26. Rukavina, I., Marić, S., Čupić, T., Guberac, V., Petrović, S. (2013.). Različnost hrvatske germplazme pšenice na osnovi svojstava klasa. *Poljoprivreda* 19(1): 3-10.
27. Ugrenović, V.M. (2013.): Uticaj vremena setve i gustine useva na ontogenezu, prinos i kvalitet zrna krupnika (*Triticum spelta* L.). Doktorska disertacija. Univerzitet u beogradu, Poljoprivredni fakultet.

28. Zorovski, P., Popov, V., Georgieva, T. (2018). Growth and development of *Triticum monococcum* L., *Triticum dicoccum* sch. and *Triticum spelta* L. in organic farming conditions. 67(1): 45 – 50.

Internetske stranice

<https://www.agroportal.hr/agro-baza/sortne-liste/ratarske-kulture/psenica-ratarske-kulture/10055> (5.09.2022)