

# Utjecaj oplemenjivanja na promjene u morfologiji klasa heksaploidne pšenice

---

**Tomić, Marijan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:740491>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-27**



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 J.J. STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Marijan Tomić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo

**UTJECAJ OPLEMENJIVANJA NA PROMJENE U MORFOLOGIJI KLASA  
HEKSAPLOIDNE PŠENICE**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2015.**

SVEUČILIŠTE J.J. STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Marijan Tomić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo

**UTJECAJ OPLEMENJIVANJA NA PROMJENE U MORFOLOGIJI KLASA  
HEKSAPLOIDNE PŠENICE**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2015.**

SVEUČILIŠTE J.J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Marijan Tomić

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo

**UTJECAJ OPLEMENJIVANJA NA PROMJENE U MORFOLOGIJI KLASA  
HEKSAPLOIDNE PŠENICE**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof.dr.sc. Sonja Marić, predsjednik
2. doc.dr.sc. Sonja Petrović, mentor
3. doc.dr.sc. Andrijana Rebekić, član

**Osijek, 2015.**

**Istraživanje u ovom diplomskom radu obavljeno je u sklopu Ustavno istraživačkog projekta br. 2000 financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost.**

## **Sadržaj:**

<b>1. Uvod</b>	1
1.1. Cilj istraživanja	2
<b>2. Pregled literature</b>	3
2.1. DUS ispitivanje sorti ozime pšenice	3
2.2. Geni koji utječu na morfologiju klasa pšenice	4
2.3. Utjecaj prisutnosti osja na svojstva klasa	5
2.4. Istraživanja vezana za morfologiju klasa	6
2.5. Utjecaj morfologije klasa na otpornost na bolesti	7
<b>3. Materijali i metode</b>	8
3.1. Biljni materijal	8
3.2. Metode rada	19
3.2.1. Poljski pokus i klimatski uvjeti	19
3.2.2. Ocjenjivanje morfoloških svojstava klasa prema UPOV-om tehničkom vodiču za DUS ispitivanje pšenice	21
3.3. Statistička obrada podataka	28
<b>4. Rezultati</b>	29
<b>5. Rasprava</b>	37
<b>6. Zaključak</b>	41
<b>7. Popis literature</b>	42
<b>8. Sažetak</b>	46
<b>9. Summary</b>	47
<b>10. Popis tablica</b>	48
<b>11. Popis slika</b>	49
<b>12. Popis grafikona</b>	51

**TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**BASIC DOCUMENTATION CARD**

## 1. Uvod

Pšenica je jednogodišnja biljka ozimog i jarog tipa. Prema genetskoj strukturi vrste roda *Triticum* svrstavaju se u tri osnovne skupine: diploidnu ( $2n=14$ ), tetraploidnu ( $2n=4x=28$ ) i heksaploidnu ( $2n=6x=42$ ) (Martinčić i Kozumplik, 1996.). Stabljika pšenice je gola, glatka, šuplja, člankovita, cilindrična s četiri do pet internodija, visine 50 do 120 cm, na čijem se vrhu nalazi klas.

Veličina klasa, broj klasića i broj plodnih cvjetova ovise o sorti i uvjetima okoline. Stare domaće pšenice imale su znatno manji broj klasića od novostvorenih sorti. Pšenica stvara prosječno oko 22 klasića, od kojih je u starijih sorti klasić pri dnu i pri vrhu klasa najčešće neplodan, dok su u suvremenih sorti 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.).

Klasići su sjedeći, naizmjenično poredani na nodijima klasnog vretena, a formiraju se početkom vlatanja. Klasanje je pojava klasa iz rukavca gornjeg lista. Klas se formira puno ranije, u početku busanja čim se završi stadij jarovizacije. Na nedovoljno plodnim tlima formiranje klasa je usporeno i klas ne dostiže normalnu veličinu, što je osobito izraženo u nedostatku ishrane dušikom.

Cvjetovi pšenice su dvospolni i obavijeni s dvije pljevice, obuvencom i košuljicom. Obuvenac se produžuje u os, naročito na vršnim klasićima. Unutar obuvenca nalaze se cvjetni organi: tučak s dvostruko rasperjanom njuškom, tri prašnika i dvije lodikule. Lodikule se za vrijeme cvatnje pune vodom, bubre i tako otvaraju pljevice. Smještene su na peteljci cvijeta pri dnu plodnice. Tučak se sastoji od plodnice, vrata i njuške, a prašnici od drške, i dvije poluantere, koje imaju dvije polenovnice.

Jedan od ciljeva oplemenjivanja pšenice u Republici Hrvatskoj je stvaranje novih sorti 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 čvrstoću stabljike visine 90-100 cm, radi povećanja ukupne biomase u povećanju žetvenog indeksa (Bede i sur., 1993.).

Morfološke osobine mogu biti kontrolirane epistatičnim i pleijotropnim efektom gena (Sonmezoğlu i sur., 2012.). Prednosti morfološke evaluacije su lakši način promatranja i ocjenjivanja, moguće je ocijeniti veliki broj svojstava, kao i to što je za dio svojstava prisutna mala interakcija genotip x okolina (Rukavina i sur., 2013.).

Martinčić i Mađarić (1970.) primjenili su prilagođenu rekurentnu selekciju na duljinu klasa i u ranim generacijama došlo je do povećanja klasa u odnosu na klas roditelja, s tim da je veličina klasa u kasnijim generacijama stalno opadala.

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.). Zapravo je prinos je rezultat komponenti prinosa i okoline, među kojima su visina stabljike, fotosintetska površina, svojstva klasa, svojstva sjemena, kapacitet korijena i dr. Vrlo je važno poznavati specifičnosti interakcije genotip x vanjska sredina, radi izbora agroekoloških uvjeta u kojima genotip može ostvariti genetički potencijal za prinos i komponente prinosa (Kuburović i Knežević, 1996.; Agoston i Pepo, 2005.) imajući u vidu da nepovoljni ekološki činitelji mogu biti ograničavajući za ostvarivanje stabilnih i visokih prinosa.

Evans (1981.) tvrdi da je neophodno poboljšati kapacitet klasa u cilju učinkovitijeg usvajanja asimilata čija je uloga sve veća u periodu poslije cvjetanja kada listovi koji su fotosintetski važni počinju brzo stariti.

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

Desheva (2014.) navodi da je granica biološke produktivnosti pšenice gotovo dostignuta i da je posljednjih godina značajno porasla potreba za novim sortama i novom genetskom osnovom. Morfološka svojstva često se koriste za identifikaciju genotipa i sorata te za utvrđivanje različitosti germplazme pšenice (Rukavina i sur., 2013.).

### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj ovog istraživanja je utvrditi razlike u morfologiji klasa s obzirom na korištenje različitih oplemenjivačkih ciljeva i metoda.



## **2. Pregled literature**

### **2.1. DUS ispitivanje sorti ozime pšenice**

DUS ispitivanje novih biljnih sorti ozime pšenice provodi se sukladno Pravilniku o postupku utvrđivanja različitosti, ujednačenosti i postojanosti novih biljnih sorti (NN 63/01), te sukladno UPOV-im i CPVO-im tehničkim vodičima. Za utvrđivanje kriterija različitosti i postojanosti sve ocjene svojstava treba dati na 20 biljaka ili dijelova biljaka. DUS ispitivanja u pokusnom polju i laboratoriju izvodi Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo. Kolekciju sorti koje se nalaze u DUS ispitivanju ozime pšenice treba podijeliti u grupe kako bi se olakšalo utvrđivanje različitosti. Pogodna svojstva za grupiranje sorti su ona koja ne variraju ili vrlo malo variraju unutar sorte. Najbolja svojstva za grupiranje sorti u DUS ispitivanju ozime pšenice su: debljina stijenke slame na poprečnom presjeku vlati, boja klasa, prisutnost osja ili produžetak pljevica te sezonalni tip (Rukavina i sur., 2008.). U DUS ispitivanja uključene su nove sorte, sorte referentne kolekcije i sorte primjeri. Sorta je definirana svojim svojstvima koja su osnova za izvođenje DUS ispitivanja, a kojih prema CPVO-om tehničkom vodiču ima 25.

Rukavina i sur. (2013.) obavljali su istraživanja morfoloških svojstava klasa koja su korištena za utvrđivanje genetske različitosti heksaploidne ozime pšenice porijeklom iz Hrvatske. Ocjene su provedene na 13 svojstava klasa koja se koriste u DUS ispitivanju. Na temelju provedenog istraživanja genetske različitosti morfoloških svojstava klasa hrvatske germplazme pšenice, utvrdili su visoku različitost između ispitivanih sorata.

Kundakčić i sur. (2014.) također su istraživali različitost morfoloških svojstava klasa pšenice. U provedenom istraživanju analizirano je 15 sorti pšenice (podrijetlom iz Hrvatske i iz inozemstva). Ocjenjivanje morfoloških svojstava klasa napravili su prema UPOV TG 3/11 (1996.) vodiču za pšenicu. Analizirano je sedam morfoloških svojstava klasa pšenice: voštanost, forma klasa u profilu, gustoća klasa, duljina klasa, prisutnost osja /produžetaka pljevica, duljina osja /produžetaka pljevica na vrhu klasa i boja klasa. Rezultati su pokazali varijabilnost analiziranih svojstava i značajnu različitost ispitivanih sorata u pogledu svojstava klasa. U skupini hrvatskih pšenica zabilježili su različitost u svim mjerenim svojstvima osim u svojstvu boje klasa.

## 2.2. Geni koji utječu na morfologiju klasa pšenice

U krušne pšenice (*Triticum aestivum* L.,  $2n = 6x = 42$ , AABBDD genomi) nalaze se tri glavna gena koji znatno utječu na morfologiju pšenice: Q, C i S. Pretpostavlja se da bi razlika u morfologiji klasa u durum pšenice mogla biti i zbog drugih gena osim Q, C i S jer su u dosadašnjim istraživanjima svojstava klasa pšenice pronađeni geni koji utječu na kompaktnost klasa na gotovo svim kromosomima pšenice (Faris i sur., 2014.).

U posljednjih nekoliko godina prepoznata je važnost različitosti germplazme i genetskih izvora za budući razvoj poljoprivredne proizvodnje i održivost ekoloških sustava. Uočeno je i sužavanje genetske različitosti kod krušne i durum pšenice kao rezultat korištenja konvencionalnih metoda oplemenjivanja.

### Svojstva Q gena

Gen Q gen se nalazi na kromosomu 5AL i ima plejotropni utjecaj ne samo na duljinu i oblik klasa nego i na sposobnost vršidbe zrna, otpornost pljeve, lomljivost i visinu biljke, te vrijeme formiranja klasa. Nadalje, gen Q se smatra glavnim genom domestikacije te regulatorom rasta (Faris i sur., 2014.). Geni koji određuju morfologiju klasa u krušnih pšenica više su istraživani za razliku od onih u durum pšenice. Sve sorte durum pšenice nose Q alel, ali nemaju C ili S gen koji utječu na formiranje svojstava klasa kod krušne pšenice. Oba ova gena nalaze se na D genomu koji durum kao tetraploid s A i B genomima ne posjeduje.

Gen Q je u velikoj mjeri odgovoran za rasprostranjenost uzgoja pšenice jer prenosi svojstvo slobodne vršidbe. Navedeni gen također utječe plejotropno na mnoga druga svojstva domestikacije kao što su oblik i čvrstoća pljeve, krhkost članka klasa, duljina klasa, visina biljke, te vrijeme formiranja klasa (Simons i sur., 2006.).

Veće i manje mutacije u genima odgovornim za čvrstoću klasa sudjelovale su evoluciji heksaploidne pšenice (*Triticum aestivum*). Glavni geni ili gen Q, koji se nalazi na dugom kraku kromosoma 5A inhibira speltoidnost ali također ima plejotropne učinke na krhkost članaka i čvrstoću pljeve.

Stoga, Q gen se smatra glavnim genom i regulatorom razvoja. Kloniranje Q gena otkrilo je da je on dio klase AP2 transkripcijskog faktora, te da je uključen u razvoj biljaka (Simons i sur., 2006.).

## Svojstva C gena

Gen C leži na kromosomu 2D (Johnson i sur. 2008.) i definira podvrstu heksaploidne pšenice poznati kao *T. aestivum ssp. compactum* (Host) Mac Key koji ima karakteristični kompaktni klas zbog dominantnog alela C. Lokus C, sa svojim djelovanjem na kompaktnost klasa, morfologiju članka, veličinu i broj sjemena također utječe na prinos. To može objasniti svoju prisutnost u kultiviranim oblicima heksaploida.

Rao (1972.) obavlja citogenetski-bazirana istraživanja na C genu na dugom kraku kromosoma 2D.

Johnson i sur. (2008.) nakon izolacije i evaluacije gena, C gen smještaju na kromosom 2D. C lokus je u potpunosti povezan s markerima smještenih u dva različita mjesta koje omeđuju centromere.

## Svojstva S gena

Gen S na kromosomu 3D definira još jednu podvrstu poznat kao *T. aestivum ssp. sphaerococcum* (Percival) Mac Key ili sličnu pšenici, koji je karakterističan po okruglom sjemenu, okruglim pljevama i kratkom gustom klasu (Sears, 1947.). *Aestivum* pšenice imaju genotip QcS, *compactum* pšenica QCS, *sphaerococcum* pšenica Qcs i *spelta* pšenica qcS (Faris i sur., 2014.).

### 2.3. Utjecaj prisutnosti osja na svojstva klasa

U većem broju istraživanja proučavan je utjecaj osja na prinos i komponente prinosa kod pšenice. Tako su McNeal i sur. (1969.) (prema Lovrić i sur., 2014.) izvjestili o značajno manjoj masi zrna i hektolitarskoj masi u populacijama jare pšenice bez osja. Suprotno tome McKenzie (1972.) (prema Lovrić i sur., 2014.) je utvrdio viši prinos zrna na linijama bez osja (golicama) u uvjetima s navodnjavanjem i bez navodnjavanja. Razlike u prinosu zrna između linija jare pšenice s osjem (brkulja) i onih bez osja (golica) bile su nedosljedne među lokacijama u Kanadi (Knott, 1986.).

Proučavajući prinos i druga agronomska svojstva u F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub> i F<sub>5</sub> generacijama triju križanja pšenice Roger i sur. (1994.) (prema Lovrić i sur., 2014.) su kod jednog križanja utvrdili

značajno manji prinos zrna kod golica nego kod brkulja, dok su kod sva tri križanja golice imale manju hektolitarsku masu. U jednom križanju autori su utvrdili dulje klasove i veći broj zrna kod golica u usporedbi s brkuljama. Pozitivan utjecaj osja na prinos zrna i masu zrna utvrdili su Motzo i sur. (2002.) u populaciji izogenih linija durum pšenice.

Lovrić i sur. (2014.) su usporedili prosječnu vrijednost i varijabilnost svojstava klasa između potomstava golica i brkulja u F<sub>6</sub> generaciji nakon križanja sorte pšenice, koje su se razlikovale u svojstvu osjatosti, gdje su golice u F<sub>6</sub> generaciji imale znatno veće prosječne vrijednosti za duljinu klasa, broj klasića u klasu te broj zrna u klasu. Prisutnost osja utjecala je također i na varijabilnost svojstava kao i na jačinu korelacije između pojedinih svojstava.

#### **2.4. Istraživanja morfološke varijabilnosti klasa**

Ispitivanjem različitosti morfoloških svojstava klasa pšenice bavili su se Desheva (2014.), Rukavina i sur. (2013.), Tasnuva i sur. (2010.), Aliu i Fetahu (2010.) te su sukladno provedenim istraživanjima utvrdili različitost ispitivanih materijala i različitu distribuciju ocjena oblika svojstava klasa.

Kumbhar i sur. (1983.) ističu da dužina klasa ima indirektan utjecaj na prinos zrna, i to preko broja klasića, broja zrna po klasiću i broja zrna po klasu sa kojima je povezana.

Denčić i Borojević (1990.), ističu da izvor za povećanje asimilata treba tražiti u germplazmi koja još nije dovoljno iskorištena, kao što su kod roda *Triticum* dugački i razgranati klasovi, s ciljem dobijanja rekombinacije sa vrlo plodnim klasovima normalne forme.

Janković i sur. (2003.) zaključuju da će dužina klasa biti izraženija kod hibrida F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> generacije ako roditelji imaju ovo svojstvo jače izraženo. Ispitujući genetičke parametre dužine klasa u F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> generaciji Sherifi (1990.) nalazi da se ona prosečno nasljeđuje parcijalnom dominacijom, dok Krishna i Dwivedi (1994.) nalaze da se u F<sub>2</sub> generaciji dužina klasa nasljeđuje dominantno.

Istraživanja morfologije klasa pšenice i kompaktnosti otkrili su da kompaktnosti lokusa kvantitativnih svojstava tj. QTL-a (quantitative trait locus) obično podudaraju s QTL-om za duljinu klasa za razliku od broja klasića po klasu.

Sourdille i sur. (2000.) ocjenjuju populaciju heksaploidne pšenice i objašnjavaju QTL za duljinu klasa na 1A, 2B, 2D, 4A, i 5A, koji su se povezani QTL-om za kompaktnost klasa. Svi QTL-ovi povezani s duljinom klasa također su povezani s kompaktnosti klasa. Međutim, tri QTLa povezana s brojem klasića po klasu, dva na kromosomima 2A i 5A nisu se podudarala s QTL-om za kompaktnost. Samo QTL na kratkom kraku 2B je povezan sa sva tri svojstva; brojem klasića po klasu, duljinom klasa i kompaktnosti klasa.

Kobiljski i sur. (2002.) su proveli istraživanja u svrhu procjene hibridne snage pšenice. Genotipovi pšenice razlikovali su se u morfologiji klasa (normalan, tetrastichon i razgranati), križanjem  $F_1$  i  $F_2$  generacije analizira se broj plodnih klasića po klasu, broj zrna po klasu i težina zrna po klasu.  $F_1$  i  $F_2$  potomstva, imali su manji broj plodnih klasića po klasu u usporedbi s boljim roditeljem. U križanju genotipova s normalnim i razgranatim klasom,  $F_1$  i  $F_2$  potomstva formiraju znatno manje zrna po klasu. S druge strane,  $F_1$  od križanja između genotipova s normalnim i tetrastichon klasom pokazali su značajan stupanj heterozisa s obzirom na broj zrna po klasu.

## **2.5. Utjecaj morfologije klasa na otpornost na bolesti**

Španić (2010.) tvrdi da agronomska i morfološka svojstva kao što je morfologija klasa, povezuju se otpornosti na fuzarijsku palež klasa. Istražujući reakcije genotipova na fuzarijsku palež klasa, Mesthazy, (1995.), je utvrdio da različita morfološka i agronomska svojstva mogu utjecati na razvoj fuzarijske paleži klasa na biljkama u poljskim uvjetima, smatra da su genotipovi s patuljastim rastom i genotipovi s osjem više osjetljivi od viših genotipova, kao i od onih bez osja. Parry i sur. (1995.) utvrdili da i genotipovi koji imaju duže internodije ispod klasa bivaju manje inficirani. Rudd i sur. (2001.), smatraju da kraći genotipovi s dužim nalijevanjem zrna, kao i oni s kompaktnim klasom, općenito bivaju više zaraženi, nego viši genotipovi, koji imaju brže nalijevanje zrna i rastresit klas.

### 3. Materijali i metode

#### 3.1. Biljni materijal

Istraživanje je provedeno na dvadeset sorata ozime pšenice (*Triticum aestivum* spp. *vulgare* L.) koje su priznate u razdoblju od 1929. do 2006. godine. Sorte su odabrane na temelju godine priznavanja, zastupljenosti u proizvodnji i području uzgoja (tablica 1). Od 20 sorata, pet sorata su divlji srodnici, četiri sorte su iz Hrvatske, po dvije sorte iz Srbije i Austrije, te po jedna sorta iz Tibeta, Kine, Amerike, Japana, Indije, Poljske i Koreje. Od četiri sorte pšenice iz Hrvatske, dvije su kreirane na Poljoprivrednom institutu u Osijeku, jedna na Bc institutu, Zagreb, te jedna sorta u Agrigenetics d.o.o, Osijek.

Tablica 1. Godina priznavanja, podrijetlo i pedigre hrvatskih sorata ozime pšenice

Sorta	Godina	Podrijetlo	Pedigre	Ploidnost
1. <i>T. compactum</i>	-	Divlji srodnik	-	6n=42
2. <i>T. dicoccoides</i>	-	Divlji srodnik	-	4n=28
3. <i>T. monococcum</i>	-	Divlji srodnik	-	2n=14
4. <i>T. spelta</i>	-	Divlji srodnik	-	6n=42
5. <i>T. sphaerococcum</i>	-	Divlji srodnik	-	6n=42
6. Chinese spring	populacija	Kina	LV/Sichuan	6n=42
7. Akakomughi	1929.	Japan	LV/FUKUI	6n=42
8. Thatcher	1930.	SAD	Marquis/Yumillo//Marquis /Kanred	6n=42
9. Suwon 92	1934.	Korea	-	6n=42
10. U1	1936.	HR/PIO	Carlotta Strampeli/Marquis	6n=42
11. Tom Thumb	1962.	Tibet	Tibetan Land Variety Selection	6n=42
12. Hira	1970.	Indija	E 5477/Sonora 64	6n=42
13. Sana	1983.	HR/BC	Mura / CI 14123 // Zg 2413-72	6n=42
14. Žitarka	1985.	HR/PIO	Osk.6.30 20/Slavonka/3/Eph. M68/Osk.154 -19/ Kavkaz	6n=42
15. Almo	1989.	Poljska	MAH-5560-8- 2/SALVO//MAH- 2607/MAH-2982	4n=28
16. Mura	2001.	HR/AG	No 2/88A / Žitarka	6n=42
17. Bambi	2004.	Srbija	<i>T.aestivum</i> ssp. <i>compactum</i> /S. Banatka	6n=42
18. Nirvana	2004.	Srbija	-	6n=42
19. Lunadur	2006.	Austrija	-	4n=28
20. Coradur	2006.	Austrija	-	4n=28

Svih dvadeset sorata je fotografirano i u nastavku prikazano, zbog toga da se vidi razlika u morfologiji klasa. Slike su poredane po brojevima od 1 do 20 i uz svaku sliku napisan je naziv genotipa/sorte.



Slika 1. U1 (foto original; M. Tomić )



Slika 2. Žitarka (foto original; M. Tomić )



Slika 3. Sana (foto original; M. Tomić )



Slika 4. Mura (foto original; M. Tomić )





Slika 5. Bambi (foto original; M. Tomić )



Slika 6. Nirvana (foto original; M. Tomić)



Slika 7. Akakomughi (foto original; M. Tomić)



Slika 8. Tom Thumb (foto original; M. Tomić)



Slika 9. Suwon 92 (foto original; M. Tomić)



Slika 10. Hira (foto original; M. Tomić)



Slika 11. Thatcher (foto original; M. Tomić)



Slika 12. Chinese spring (foto original; M. Tomić)



Slika 13. *T. compactum* (foto original; M. Tomić)



Slika 14. *T. dicoccoides* (foto original; M. Tomić)



Slika 15. *T. monococcum* (foto original; M. Tomić)



Slika 16. *T. spelta* (foto original; M. Tomić)



Slika 17. *T. sphaerococcum* (foto original; M. Tomić)



Slika 18. Lunadur (foto original; M. Tomić)



Slika 19. Coradur (foto original; M. Tomić)



Slika 20. Almo (foto original; M. Tomić)



## 3.2. Metode rada

### 3.2.1. Poljski pokus i klimatski uvjeti

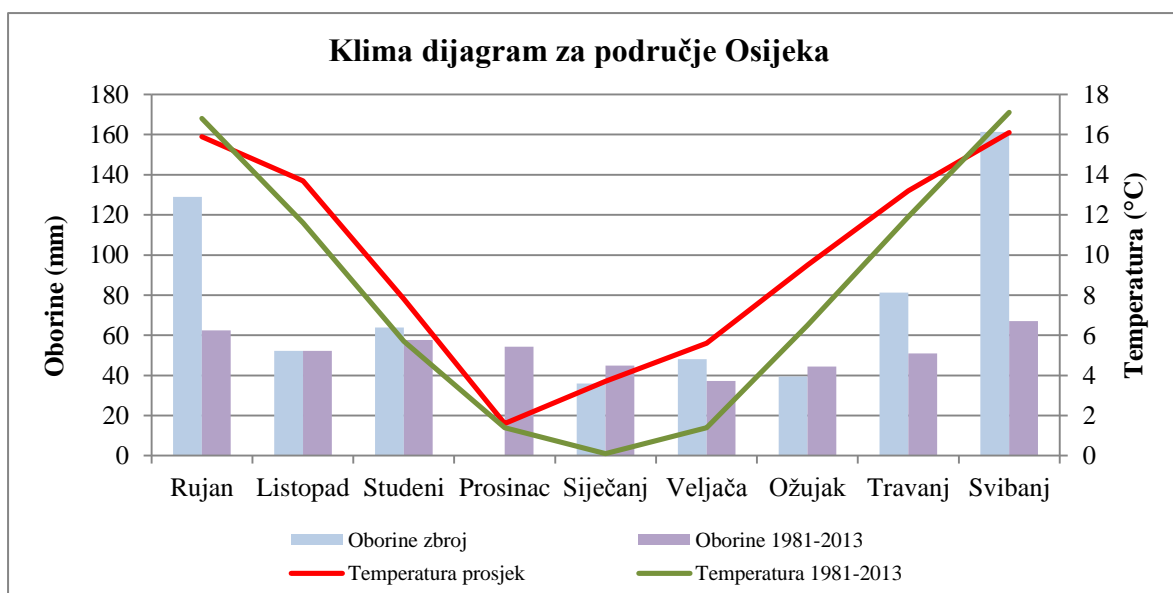
Sorte pšenice odabrane za istraživanje posijane su u poljski pokus u sklopu Uspostavno istraživačkog projekta br. 2000 tijekom vegetacijske godine 2013./2014. (slika 21). Pokus je postavljen na lokaciji Nemetin kod Osijeka. Provedena je standardna agrotehnika za pšenicu. Pokus je zasijan 15. listopada 2013. godine.



Slika 21. Poljski pokus tijekom nicanja pšenice (foto; I. Ravlić)

Svaka sorta posijana je na osnovnu parcelu dužine 5 m, širine 1,25 m, s površinom od 6,25 m<sup>2</sup>. Razmak između redova bio je 12,5 cm.

Klimatski podatci o srednjim mjesečnim temperaturama i oborinama za razdoblje od rujna 2013. do svibnja 2014. godine te 32-godišnji prosjek dobiveni su iz Državnog hidrometeorološkog zavoda i prikazani su u grafikonu 1.



Grafikon 1. Klima dijagram za područje Osijeka tijekom vegetacijske godine 2013./2014. i višegodišnji prosjek (1981.-2013.)

Tijekom vegetacijske godine 2013./2014. srednje mjesečne temperature zraka nisu odstupale od višegodišnjeg prosjeka u rujnu, prosincu i svibnju, dok su u ostalim mjesecima tijekom vegetacije pšenice temperature bile više za 2 do 3°C. U veljači su temperature zraka bile više za 4°C od višegodišnjeg prosjeka što je dovelo do ranijeg vlatanja i klasanja.

Veća količina oborina zabilježena je u predsjetvenom razdoblju, u rujnu, kada je palo dvostruko više oborina od višegodišnjeg prosjeka, 129 mm. U sjetvi pšenice količina oborina nije odstupala od višegodišnjeg prosjeka, dok je u prosincu zabilježen potpuni nedostatak oborina. U travnju je palo 30 mm, a u svibnju čak 94 mm više oborina od višegodišnjeg prosjeka što je potaknulo razvoj bolesti i polijeganje pšenice. Agronomsko svojstvo visine biljke mjereno je tijekom pune zriobe na 25 slučajno odabranih biljaka iz sredine parcele. Mjerenje je obavljeno 12. lipnja 2014. godine.

Tijekom žetve, sorte su uvezane u buketiće i označene brojem parcele na kojem se sorta nalazila (slika 22), radi lakšeg rukovanja i kasnijeg ocjenjivanja.



Slika 22. Žetva, vezanje i izgled buketića (foto original; M. Tomić )

### 3.2.2. Ocjenjivanje morfoloških svojstava klasa prema UPOV-om tehničkom vodiču za DUS ispitivanje pšenice

Nakon žetve i formiranja buketića na polju, u laboratoriju na Zavodu za sjemenarstvo i rasadničarstvo u Osijeku, provedeno je sortiranje i ocjenjivanje klasova pšenice. Kako bi ocjenjivanje bilo učinkovito, iz buketića su uzeti klasovi, obrađuju se ovisno o vrsti ispitivanja, stavljaju se u manje posudice označene s brojem sorte (slika 23).



Slika 23. Posudice s označenim brojem sorte (foto original; M. Tomić)

Različnost sorata ispitivana je na temelju trinaest morfoloških svojstava klasa (tablica 2). Na temelju opisa svojstava iz tablice 2 daju se prikladne ocjene, koje se dalje obrađuju statističkom analizom.

Tablica 2. Morfološka svojstva klasa prema UPOV-om tehničkome vodiču za DUS ispitivanje pšenice

Br. UPOV	Svojstvo	Opis	Ocjena
7.	Klas: voštanost	Odsutna ili vrlo slaba	1
		Slaba	3
		Srednja	5
		Jaka	7
		Vrlo jaka	9
11.	Klas: forma u profilu	Piramidalan	1
		Paralelan	2
		Polučunjast	3
		Čunjast	4
		Vretenast	5
12.	Klas: gustoća	Rijedak do srednje gust	1
		Srednje gust	3
		Srednje gust do gust	5
		Gust	7
		Jako gust	9
13.	Klas: duljina (bez osja ili produžetka pljevica)	Vrlo kratak	1
		Kratak	3
		Kratak do srednji	5
		Srednji	7
		Dug	9
14.	Osje ili produžetak pljevica: prisutnost	Oboje odsutno	1
		Prisutne pljevice	2
		Prisutno osje	3
15.	Osje ili produžeci pljevica na vrhu klasa: duljina	Vrlo kratko	1
		Kratko	3
		Srednje	5
		Dugo	7
		Jako dugo	9
16.	Klas: boja	Bijela	1
		Obojena	2

Tablica 2a. Morfološka svojstva klasa prema UPOV tehničkom vodiču za DUS ispitivanje pšenice

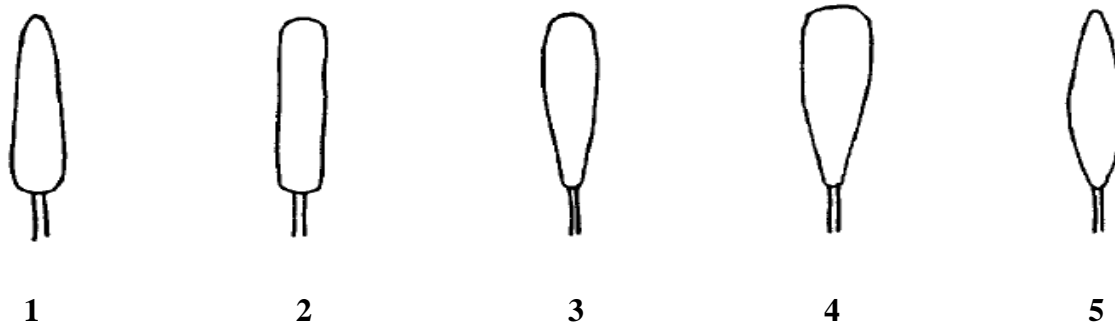
Br. UPOV	Svojstvo	Opis	Ocjena
17.	Apikalni članak klasa: dlakavost konveksne površine	Odsutan ili jako slab	1
		Slab	3
		Srednje	5
		Jako	7
		Vrlo jako	9
18.	Donja pljeva: širina ramena (klasić u srednjoj trećini klasa)	Odsutna ili vrlo uska	1
		Uzak	3
		Srednji	5
		Širok	7
		Vrlo široko	9
19.	Donja pljeva: oblik ramena (kao za 18.)	Nagnut	1
		Blago nagnut	3
		Ravan	5
		Uzdignut	7
		Jako uzdignut na drugom vrhu	9
20.	Donja pljeva: duljina vrha (kao za 18.)	Vrlo kratak	1
		Kratak	3
		Srednje dug	5
		Dug	7
		Jako dug	9
21.	Donja pljeva: oblik vrha (kao za 18.)	Ravan	1
		Blago zakrivljen	3
		Srednje zakrivljen	5
		Jako zakrivljen	7
		Pod oštrim kutom	9
22.	Donja pljeva: stupanj unutrašnjih dlačica (kao za 18.)	Slab	3
		Srednji	5
		Jak	7

**Primjeri ocjenjivanja morfoloških svojstava klasa prema UPOV-om tehničkom vodiču za DUS ispitivanje pšenice kod 20 sorata pšenice**

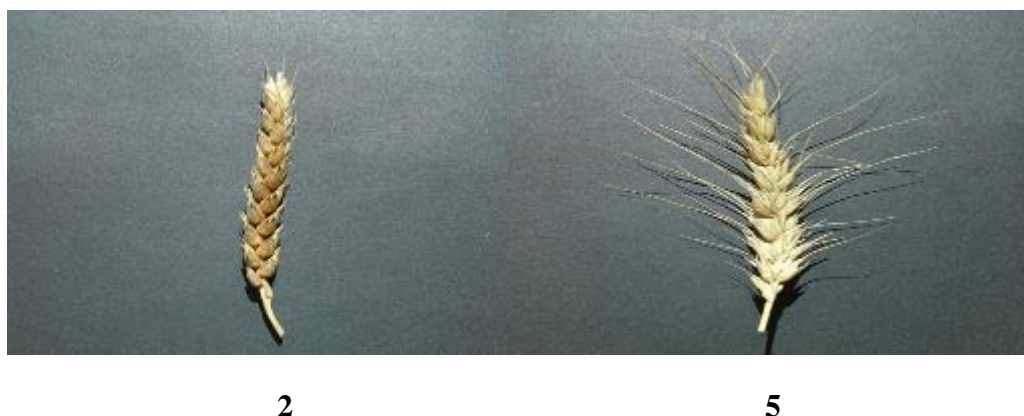
**a) Ocjenjivanje klasa, forme u profilu**

Tablica 3. Ocjenjivanje klas: forma u profilu, UPOV 2010.

Br. UPOV	Svojstva	Opis	Ocjena
11.	Klas: forma u profilu	Piramidalan	1
		Paralelan	2
		Polučunjast	3
		Čunjast	4
		Vretenast	5



Slika 24. Ocjene koje opisuju klas: formu u profilu, UPOV 2010.



Slika 25. Paralelan oblik, ocjena 2

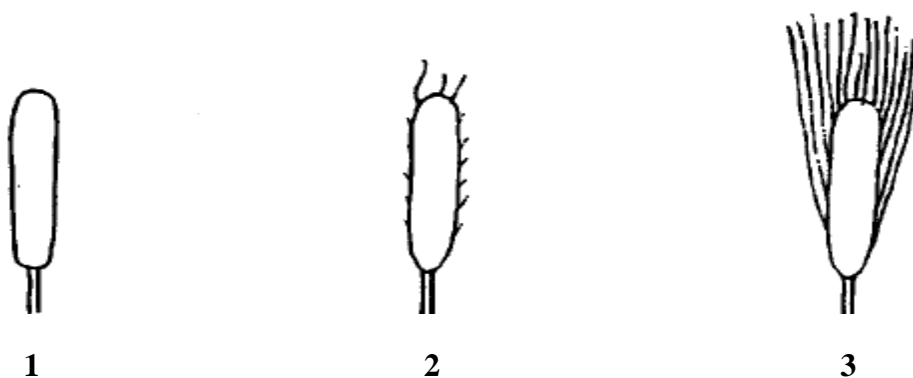
Slika 26. Vretenast oblik, ocjena 5

(foto original; M. Tomić)

## b) Ocjenjivanje prisutnosti osja

Tablica 4. Ocjenjivanje prisutnosti osja ili produžetak pljevica, UPOV 2010.

Br. UPOV	Svojstva	Opis	Ocjena
14.	Osje ili produžetak pljevica: prisutnost	Oboje odsutno	1
		Prisutne pljevica	2
		Prisutno osje	3



Slika 27. Ocjene koje opisuju prisutnost osja, UPOV 2010.

Sorte na (slika 28, 29 i 30) su poredane po ocjenama od 1 do 3.



Slika 28. *T. sphaerococcum*

Slika 29. Thatcher

Slika 30. U1

(foto original; M. Tomić)

### c) Ocjenjivanje boje klasa

Tablica 5. Ocjenjivanje boje klasa, UPOV 2010.

Br. UPOV	Svojstva	Opis	Ocjena
16.	Klas: boja	Bijela	1
		Obojena	2

Bijeli klas je na (slika 31) i ocjenjen s 1, a obojeni klas je na (slika 32) i ocjenjen s 2.



1

2

Slika 31. Akakomughi

Slika 32. Tom Thumb

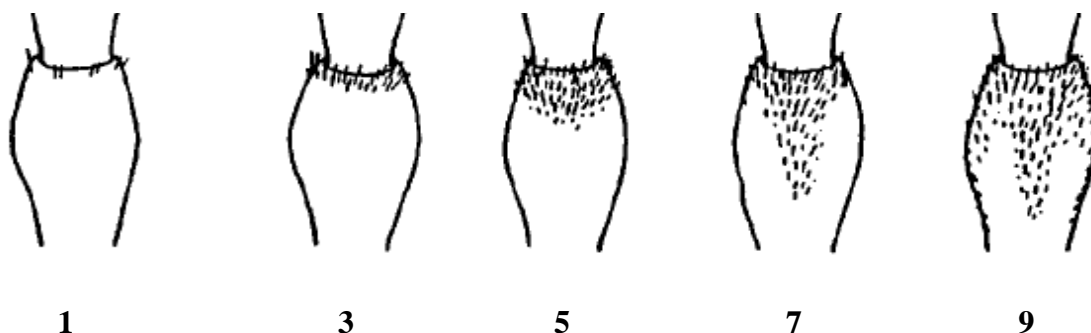
(foto original; M. Tomić)



#### d) Ocjenjivanje dlakavosti konveksne površine apikalnog članka klasa

Tablica 6. Ocjenjivanje dlakavosti konveksne površine apikalnog članka klasa, UPOV 2010.

Br.	Svojstva	Opis	Ocjena
UPOV			
17.	Apikalni članak klasa: dlakavost konveksne površine	Odsutan ili jako slab Slab Srednje Jako Vrlo jako	1 3 5 7 9



Slika 33. Ocjene koje opisuju dlakavost konveksne površine apikalnog članka klasa, UPOV 2010.

Priprema za ocjenjivanje dlakavosti prikazan je na slici 34. Nakon toga pod mikroskopom se ocjenjuje dlakavost. Pogled iz mikroskopa prikazuje vrlo jaku dlakavost (slika 35).



Slika 34. Priprema klasa za ocjenjivanje



Slika 35. Izgled vrlo jake dlakavosti

(foto original; M. Tomić)

### **3.3. Statistička obrada podataka**

Na temelju podataka o ocjenama morfoloških karakteristika klasa u programu MS Excel napravljen je dijagram paralelnih koordinata. Dijagram paralelnih koordinata pripada skupini multivarijantnih metoda za vizualizaciju podataka u kojoj je svaka opservacija (u ovom slučaju kultivar) prikazana jednom linijom. Osim toga, sva ocijenjena morfološka svojstva su prikazana na osi x. Ovakav način prikazivanja omogućuje da na jednom prikazu vidimo varijabilnost unutar ispitivane skupine kultivara za sva ispitivana morfološka svojstva klasa.

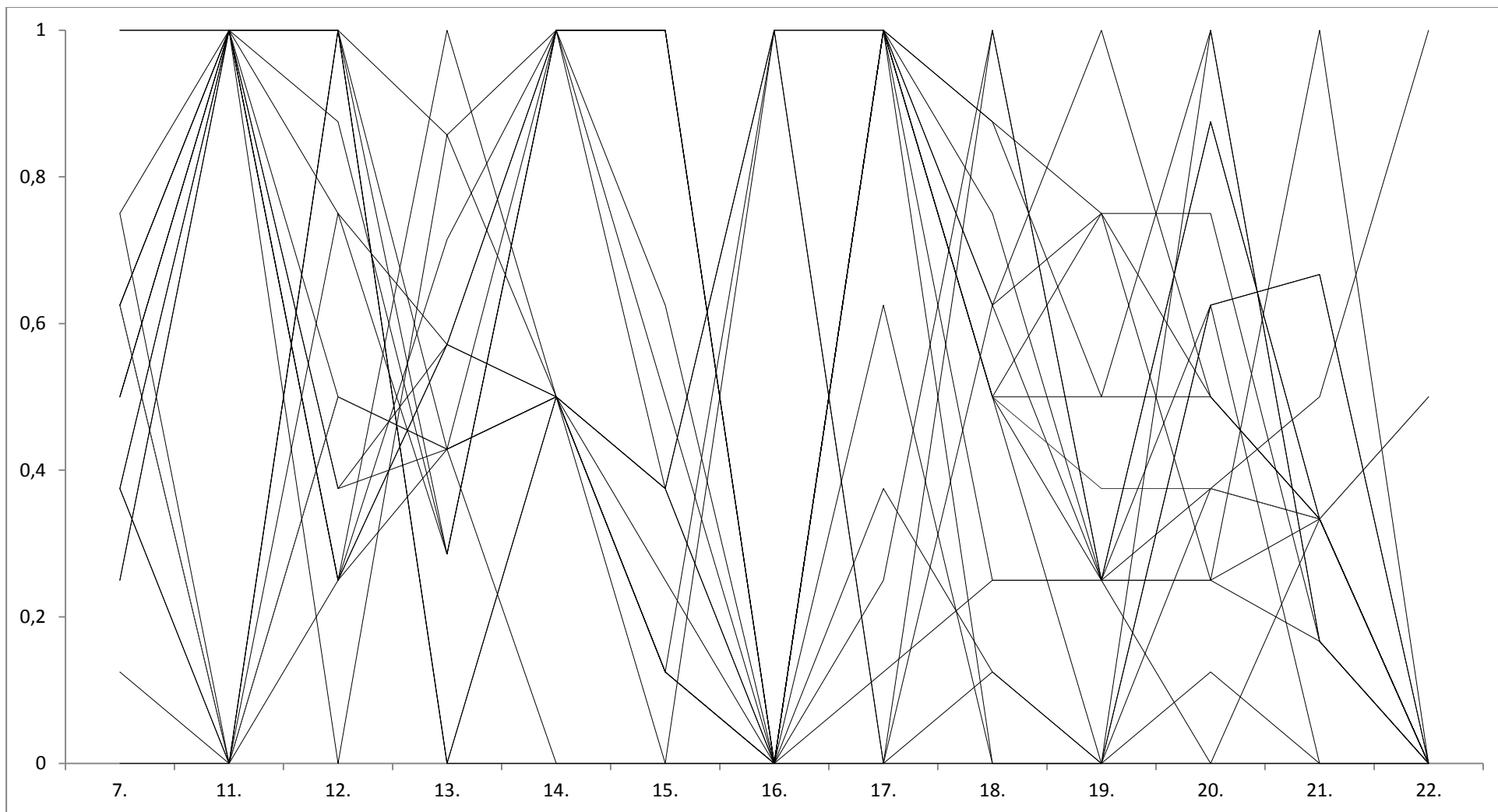
## 4. Rezultati

### Ocjene 20 sorata pšenice obzirom na morfološka svojstva klasa

Na osnovu načina ocjenjivanja morfoloških svojstava klasa prema UPOV-om tehničkom vodiču za DUS ispitivanje pšenice, ocjenjeno je 20 sorata pšenice (tablica 7).

Tablica 7. Ocjenjene sorte na osnovi morfoloških svojstava klasa prema UPOV tehničkom vodiču za DUS ispitivanje pšenice

OCJENE, UPOV 2010.													
	7.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
SORTE													
1. U1	3	5	3	6	3	9	1	2	3	3	3	7	3
2. Žitarka	6	2	5	4	2	4	1	9	5	1	4	4	7
3. Sana	6	5	5	4	2	4	1	9	6	3	4	3	5
4. Mura	6	2	5	4	2	2	1	9	5	4	4	3	5
5. Bambi	4	2	9	1	2	3	1	3	9	3	1	3	3
6. Nirvana	5	5	3	8	2	2	2	1	9	3	3	2	3
7. Akakomghi	2	2	7	3	3	4	2	9	1	1	6	5	3
8. Tom Thumb	3	5	4	5	2	2	1	9	8	5	5	3	3
9. Suwon 92	4	5	4	4	2	4	2	9	5	3	8	3	3
10. Hira	5	5	3	5	3	6	1	9	5	5	9	2	3
11. Thatcher	6	5	3	5	2	2	1	9	5	7	7	2	3
12. Chinese spring	4	2	3	4	1	1	1	9	3	3	6	5	3
13. <i>T. compactum</i>	5	5	9	1	2	2	1	1	2	1	2	1	3
14. <i>T. dicoccoides</i>	4	5	7	5	3	9	1	9	8	7	3	3	3
15. <i>T. monococcum</i>	1	2	9	3	3	9	1	1	6	9	5	3	3
16. <i>T. spelta</i>	9	5	1	7	2	1	1	9	6	7	5	3	3
17. <i>T. sphaerococcum</i>	7	5	9	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3
18. Lunadur	7	2	9	4	3	9	1	4	2	1	9	2	3
19. Coradur	9	5	8	3	3	9	1	9	7	3	8	3	3
20. Almo	6	5	9	7	3	5	1	6	1	1	6	1	3



Grafikon 2. Dijagram paralelnih koordinata za svojstva klasa 20 sorti pšenice

Na grafikonu 2 su prikazane ocjene svojstava klasa 20 sorata pšenice. Za voštanost klasa (7) ocjene su se kretale od 1 (voštanost odsutna ili je vrlo slaba) za *Triticum monococcum* do vrlo jake voštanosti s ocjenom 9 u *Triticum spelta* i sorte Coradur. U prosjeku sorte srednje do srednje jake voštanosti klasa su prevladavale.

Za svojstvo profil klasa (11), uočeno je da su sorte podjeljene između vretenastog i paralelnog oblika klasa, od 20 ispitivanih sorata 13 sorata je imalo je vretenast klas dok je 7 sorata imalo paralelan oblik klasa.

Za gustoću klasa (12) ocjene su se kretale od 1 (rijedak do srednje gust klas) za *Triticum spelta* do jako gustog klasa s ocjenom 9 za sorte Bambi, *Triticum compactum*, *Triticum monococcum*, *Triticum sphaerococcum*, Lunadur i Almo. U prosjeku sorte su srednje do guste gustoće klasa.

Za duljinu klasa (13) ocjene su se kretale od 1 (vrlo kratka duljina klasa) za Bambi, *Triticum compactum*, *Triticum sphaerococcum* do srednje dugog klasa s ocjenom 8 za sorte Nirvana, *T. spelta*, Almo.

Za prisutnost osja ili produžetak pljevica (14) ocjene su se kretale od 1 (oboje odsutno) za sorte Chinese spring, *Triticum sphaerococcum* do prisutnog osja s ocjenom 3 za sorte U1, Akakomughi, Hira, *Triticum dicoccoides*, *Triticum monococcum*, Lunadur, Coradur i Almo.

Za duljina osja ili produžetak pljevica na vrhu klasa (15) ocjene su se kretale od 1 (vrlo kratko) za sorte *Triticum spelta*, Chinese spring, *Triticum sphaerococcum* do jako dugog osja ili produžetaka pljevica na vrhu klasa s ocjenom 9 za sorte U1, *Triticum dicoccoides*, *Triticum monococcum*, Lunadur, Coradur.

Za obojenost klasa (16), uočeno je grupiranje između bijelog i obojenog klasa. Od 20 ispitivanih sorata, 16 sorata je bilo bijele boje dok je četiri sorte (Nirvana, Akakomughi, Suwon 92, *T. sphaerococcum*) bilo obojano.

Za dlakavost konveksne površine apikalnog članka klasa (17) ocjene su se kretale od 1 (odsutne ili jako slabe dlakavosti konveksne površine) za sorte Nirvana, *Triticum compactum*, *Triticum monococcum*, *Triticum sphaerococcum* do vrlo jake dlakavosti s ocjenom 9 za sorte Žitarka, Sana, Mura, Akakomughi, Tom Thumb, Hira, Thatcher, Chinese spring, *Triticum dicoccoides*, *Triticum spelta*, Coradur.

Za širinu ramena donje pljeve (18) ocjene su se kretale od 1 (odsutne ili vrlo uska širina ramena donje pljeve) za sorte Akakomughi, *Triticum sphaerococcum*, Almo do vrlo širokog ramena donje pljeve s ocjenom 9 za sorte Bambi i Nirvana.

Za oblik ramena donje pljeve (19) ocjene su se kretale od 1 (nagnuti oblik ramena donje pljeve) za sorte Žitarka, Akakomughi, *Triticum compactum*, Lunadur, i Almo do jako uzdignutog ramena donje pljeve s ocjenom 9 za sortu *Triticum monococcum*.

Za duljinu vrha donje pljeve (20) ocjene su se kretale od 1 (vrlo kratka duljina vrha donje pljeve) do jako duge duljine donje pljeve s ocjenom 9 za sorte Hira i Lunadur.

Za oblik vrha donje pljeve (21) ocjene su se kretale od 1 (ravan oblik vrha donje pljeve) za sorte *Triticum compactum*, *Triticum sphaerococcum* i Almo do jako zakrivljenog oblika vrha donje pljeve s ocjenom 7 za sortu U1.

Za stupanj unutrašnjih dlačica donje pljeve (22) od 20 ispitivanih sorata, 17 sorata je imalo slab stupanj unutrašnjih dlačica donje pljeve, dok je samo jedna sorta (Žitarka) imala jak stupanj unutrašnjih dlačica donje pljeve.

## Ocjena svojstava heksaploidnih sorata

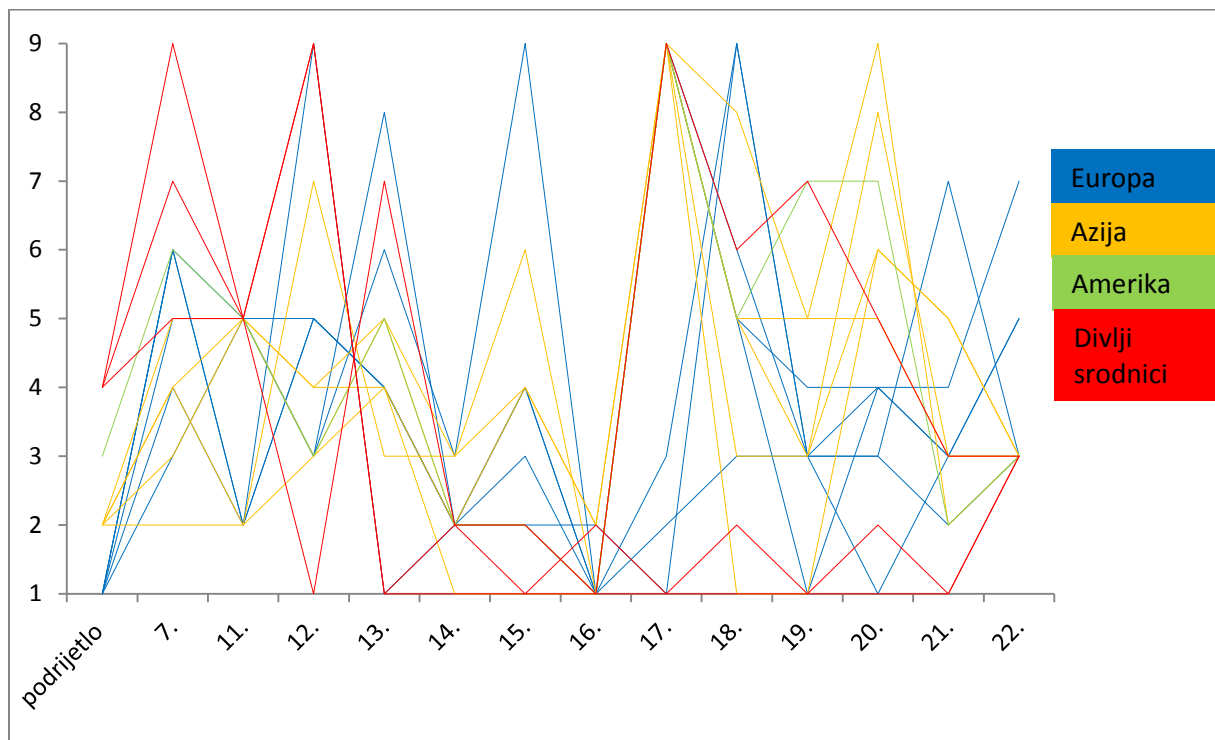
Od dvadeset ispitivanih sorata, petnaest sorata su heksaploidi. Na temelju ocjena iz tablice 8 ispitivane su razlike heksaploida s obzirom na godinu priznavanja i podrijetlo.

Tablica 8. Ocjena svojstava klasa heksaploidne pšenice

SORTE	SVOJSTVA												
	7.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
1. U1	3	5	3	6	3	9	1	2	3	3	3	7	3
2. Žitarka	6	2	5	4	2	4	1	9	5	1	4	4	7
3. Sana	6	5	5	4	2	4	1	9	6	3	4	3	5
4. Mura	6	2	5	4	2	2	1	9	5	4	4	3	5
5. Bambi	4	2	9	1	2	3	1	3	9	3	1	3	3
6. Nirvana	5	5	3	8	2	2	2	1	9	3	3	2	3
7. Akakomughi	2	2	7	3	3	4	2	9	1	1	6	5	3
8. Tom Thumb	3	5	4	5	2	2	1	9	8	5	5	3	3
9. Suwon 92	4	5	4	4	2	4	2	9	5	3	8	3	3
10. Hira	5	5	3	5	3	6	1	9	5	5	9	2	3
11. Thatcher	6	5	3	5	2	2	1	9	5	7	7	2	3
12. Chinese spring	4	2	3	4	1	1	1	9	3	3	6	5	3
13. <i>T. compactum</i>	5	5	9	1	2	2	1	1	2	1	2	1	3
14. <i>T. spelta</i>	9	5	1	7	2	1	1	9	6	7	5	3	3
15. <i>T.sphaerococcum</i>	7	5	9	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3

## Ocjena svojstava s obzirom na podrijetlo

Na osnovu ocjena svojstava klasa napravljen je dijagram paralelnih koordinata prema podrijetlu sorata. S obzirom na podrijetlo heksaploidnih sorata svrstane su u četiri grupe. Prva grupa su europske sorte (U1, Žitarka, Sana, Mura, Bambi, Nirvana) druga grupa su azijske sorte (Akakomughi, Tom Thumb, Suwon 92, Hira, Chinese spring), treća grupa je američka sorta (Thatcher) i četvrta grupa su divlji srodnici (*T.compactum*, *T.spelta*, *T. sphaerococcum*).



Gafikon 3. Dijagram paralelnih koordinata svojstava heksaploidne pšenice s obzirom na podrijetlo sorata

Na temelju ocjena iz tablice 8 od šest europskih heksaploidnih sorata koje čine 40% uzorka uočena je varijabilnost u većini ispitivanih svojstava osim u svojstvu boje klasa gdje su sve sorte osim Nirvane imale bijelu boju klasa. Od hrvatskih sorata uočeno je da su sorte Žitarka, Sana i Mura imale ista svojstva za voštanosti klasa, gustoća klasa, duljina klasa, prisutnost osja ili produžetak pljevica, dlakavost konveksne površine apiklanog članka klasa, stupanj unutrašnjih dlačica donje pljeve.

Od pet azijskih heksaploidnih sorata koje čine 30% uzorka uočena je razlika u većini ispitivanih svojstava osim u svojstvima dlakavosti konveksne površine apiklanog članka klasa

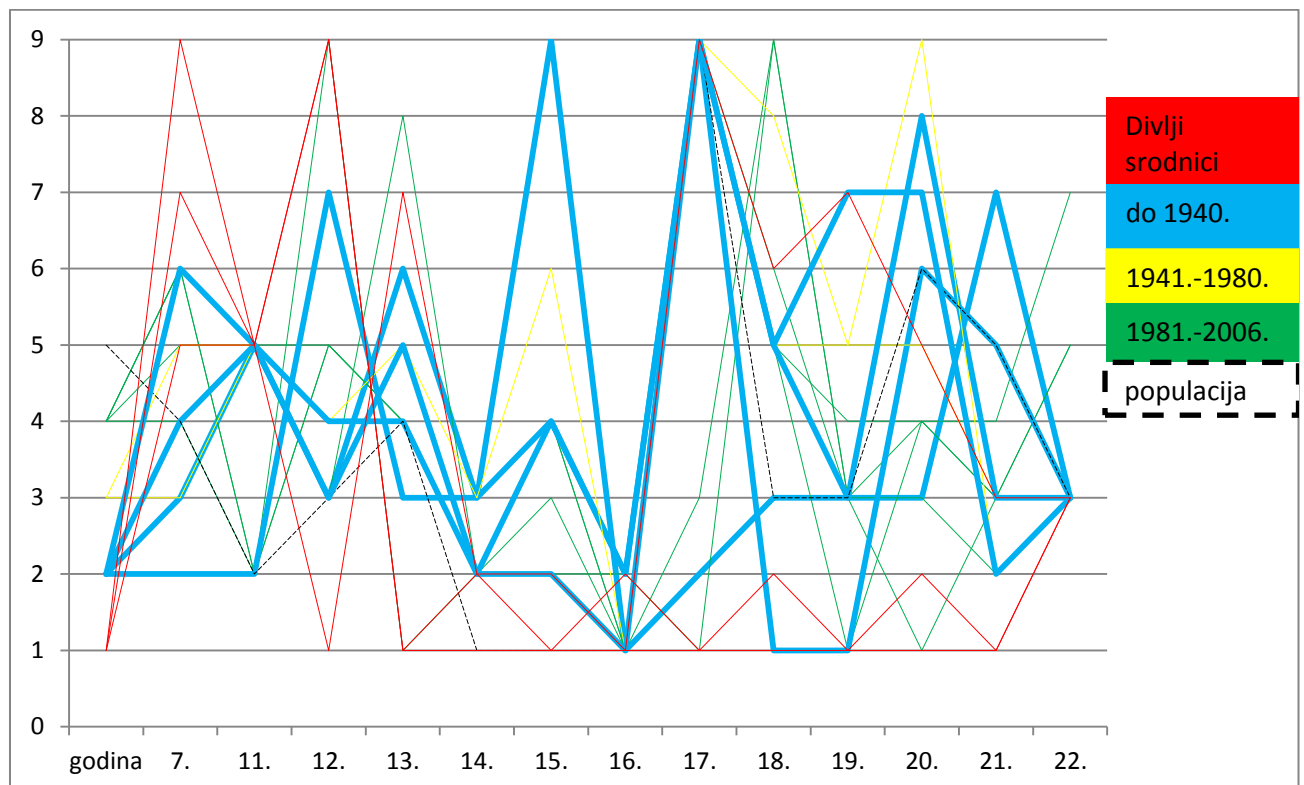


kod kojeg su sve sorte imale vrlo jaku dlakavost i stupanj unutrašnjih dlačica donje pljeve kod kojeg su sve sorte imale slab stupanj unutrašnjih dlačica.

Od tri divlja srodnika heksaploidnih sorata koji čine 20% uzoraka uočena je razlika u većini ispitivanih svojstava osim u svojstvima oblika klasa kod kojeg su sve sorte imale vretenast oblik i stupnju unutrašnjih dlačica donje pljeve kod kojeg su sve sorte imale slab stupanj unutrašnjih dlačica.

### Ocjena svojstava s obzirom na godinu priznavanja

Na osnovu ocjena iz tablice 8 napravljen je dijagram paralelnih koordinata u kojem su sorte grupirane s obzirom na godinu priznavanja. Petnaest sorata heksaploidne pšenice je podijeljeno u pet grupa. Prva grupa su divlji srodnici (*T. compactum*, *T. spelta*, *T. sphaerococcum*), druga grupa su sorte koje su priznate do 1940. godine (U1, Akakomughi, Suwon 92, Thatcher), treća grupa su sorte koje su priznate od 1941.-1980. godine (Tom Thumb, Hira), četvrta grupa su sorte koje su priznate od 1981.-2006. godine (Žitarka, Sana, Mura, Bambi, Nirvana) a peta grupa je populacija (Chinese spring).



Grafikon 4. Dijagram paralelnih koordinata svojstava heksaploidne pšenice s obzirom na godinu priznavanja sorata

U skupini sorata priznatih do 1940. godine uočena je razlika u većini ispitivanih svojstava osim u svojstvu stupanj unutrašnjih dlačica donje pljeve kod koje su sve sorte imale slab stupanj unutrašnjih dlačica. Sve sorte su imale vretenast oblik klasa osim sorte Akakomughi koja je imala paralelan oblik klasa. Vrlo jaku dlakavost konveksne površine apikalnog članka klasa imale su sve sorte osim sorte U1 koja je imala jako slabu dlakavost.

U skupini sorata priznatih od 1941. do 1980. godine utvrđena je sličnost u svojstvima za vretenast oblik klasa, kratak do srednji dug klas, bijela boja klasa, vrlo jaku dlakavost konveksne površine apiklanog članka klasa, ravan oblik ramena donje pljeve te slab stupanj unutrašnjih dlačica donje pljeve dok je za ostala svojstva uočena razlika.

Od 1981.do 2006. godine na temelju pet ispitivanih uzoraka uočena je razlika za većinu ispitivanih svojstava osim svojstva prisutnosti osja ili pljevica kod koje su sve sorte imale prisutne pljevice. Za svojstvo boje klasa sve sorte su bile bijele boje osim sorte Nirvana koja je bila obojana.

## 5. Rasprava

Prema genetskoj strukturi vrste roda *Triticum* svrstavaju se u tri osnovne skupine diploidnu ( $2n=14$ ), tetraploidnu ( $4n=28$ ) i heksaploidnu ( $6n=42$ ). Diploidna skupina ima genom A, tetraploidna genome AB i AG i heksaploidna genome ABD ili ABG. Stabljika pšenice je gola, glatka, šuplja, člankovita, cilindrična s četiri do pet internodija, visine 50 do 120 cm, na čijem se vrhu nalazi klas.

Veličina klasa, broj klasića i broj plodnih cvjetova ovisi o sorti i uvjetima okoline. Stare domaće pšenice imale su znatno manji broj klasića od novostvorenih sorti. Pšenica stvara prosječno oko 22 klasića, od kojih je u starijih sorti klasić pri dnu i pri vrhu klasa najčešće neplodan, dok su u suvremenih sorti svi ili skoro svi klasići plodni (Martinčić i Kozumplik, 1996.). Današnje polupatuljaste visokoprinosne sorte su kraće skoro za polovicu od ranije selekcioniranih. Posljedica ove genetske promjene je i povećanje žetvenog indeksa. Borojević (1990.) navodi da se povećanjem genetskog potencijala za prinos pšenice može ostvariti povećanjem žetvenog indeksa na 50% i više. Iz rezultata i fotografija je uočeno da se s godinama smanjila veličina klasa i klas je sve zbijeniji.

Od dvadeset ispitivanih sorata petnaest sorata su bili heksaploidi i na temelju heksaploida su proučavani ciljevi u oplemenjivanu. U ocjenama petnaest heksaploida uočene su razlike u svim ispitivanim svojstvima heksaploida, dok su kod pet ostalih sorata svojstva bila ista za prisutnost osja, bijelu boju klasa te za slab stupanj unutrašnjih dlačica donje pljeve.

Na temelju kultiviranosti vrste su podijeljene na divlje, primitivne i kultivirane vrste. Divlje vrste prilagođene su samostalnom održavanju u prirodi (lomljivo klasno vreteno, mali klas, pljevicama obavijeno zrno, česta dlakavost i snažno busanje). Na temelju ocjena iz tablice 8 utvrđeno je da su divlji srodnici imali mali klas, prisutne pljevice i dlakavost. Uočeno je da su divlji srodnici za neka svojstva imali veliku razliku u ocjenama što bi se moglo pripisati utjecaju okoline odnosno prirode, koja je stvorila npr. mali ili veliki klas i upravo su divlji srodnici utjecali na poboljšanje oplemenjivačkih ciljeva.

Primitivne vrste spadaju među kultivirane biljke, ali u usporedbi s pravim kultiviranim pšenicama su ekstenzivnog izgleda (lomljivo klasno vreteno i obuveno zrno). Kultivirane vrste su rezultat napretka pod utjecajem selekcije prirode i čovjeka, a karakterizira ih čvrsto klasno vreteno i zrno koje se prilikom vršidbe lako oslobađa iz pljevica.

Poznati aloploid je *T. monococcum*. Autopoliploidija je igrala važnu ulogu u pojavi novih vrsta pšenica. Upravo je iz *T. monococcum* nastala heksaploidna pšenica. Usporedbom svojstava *T. monococcum* sa heksaploidnim sortama uočena je veća voštanost i dužina klasa za heksaploidne sorte, dok su približno ista svojstva imali za bijelu boju klasa, vrlo jaku dlakavost koveksne površine apikalnog članka klasa i slab stupanj unutrašnjih dlačica.

Pozitivan utjecaj osja na prinos zrna i masu zrna utvrdili su Motzo i sur. (2002.) u populaciji izogenih linije durum pšenice. Lovrić i sur. (2014.) su usporedili prosječne vrijednosti i varijabilnost svojstava klasa između potomstva golica i brkulja u F<sub>6</sub> generaciji. Utvrdili su da golice imaju znatno veće prosječne vrijednosti za duljinu klasa, broj klasića u klasu te broj zrna u klasu. Usporedbom ocjena duljine klasa i prisutnosti osja nisu potvrđena gore navedena istraživanja jer su golice pokazale različitost ispitvanih svojstava za duljinu klasa.

Proučavanje spontanih mutanata započelo je prije 1940. godine. Osobito su bile ispitivane speltoidne forme klasa. Od obične pšenice *spelta* se morfološki razlikuje po dugom i rahlom klasu, te tankim, visokim vlatima, sklonim polijeganju. Udio pljeva i pljevica u ukupnoj masi plodova je 25% do 35% (Medović, 2003.). Prinosi zrna su manji nego kod obične pšenice (Rimle, 1995.).

Po uzoru na tog divljeg srodnika stvorena je novija sorta Nirvana. Nirvana je kasna sorta pšenice *Triticum spelta*, vrlo otporna na zimu sa obuvenim zrnom. Usporedbom se vidi da novija sorta Nirvana u usporedbi sa *T. spelta* ima dosta zajedničkih svojstava ali neka svojstva su različita što se može pripisati ciljevima oplemenjivača kao i zahtjevima tržišta koja sve više preferira takvu vrstu pšenice. Ovaj tip pšenice se koristi za proizvodnju kruha koji se znatno brže probavi u odnosu na običnu pšenicu.

Nirvana zbog svojih bioloških osobina, kao i prehrambenih i medicinskih karakteristika zrna postaje sve zanimljivija za uzgajanje. Potrošnja proizvoda od zrna ove pšenice u ishrani ljudi konstantno se povećava (Zielinski i sur., 2008.). Hranjiva vrijednost zrna, kako navode Nikolić (1998.) i Ruibal-Mendieta i sur. (2002.), je u visokom sadržaju ukupnih proteina (do 19%) sa većim sadržajem esencijalnih aminokiselina osim toga sadrži dosta prehrambenih vlakana, vitamina B-kompleksa, polisaharida, koji stimuliraju rad imunološkog sustava većim sadržajem ulja i minerala.

Mutacije su nastale na kromosomu 5A na lokusu Q. Veće i manje mutacije u genima odgovornim za čvrstoću klasa sudjelovale su evoluciji heksaploidne pšenice (*Triticum*

*aestivum*). Glavni geni ili gen Q, koji se nalazi na dugom kraku kromosoma 5A inhibira speltoidnost ali također ima plejotropne učinke na krhkost članaka i čvrstoću pljeve.

C ili S gen utječu na formiranje svojstava klasa kod krušne pšenice. Gen C leži na kromosomu 2D (Johnson i sur. 2008.) i definira podvrstu heksaploidne pšenice poznati kao *T. aestivum ssp. compactum* (Host) Mac Key koji ima karakteristični gusti klas zbog dominantnog alela C.

Gen S na kromosomu 3D definira još jednu podvrstu poznat kao *T. aestivum ssp. sphaerococcum* (Percival) Mac Key ili sličnu pšenici, koji je karakterističan po okruglom sjemenu, okruglim pljevama i kratkim gustim klasom (Sears, 1947.). *Aestivum* pšenice imaju genotip QcS, *compactum* pšenica QCS, *sphaerococcum* pšenica Qcs i *spelta* pšenica qcS (Faris i sur., 2014.). Usporedbom rezultata *compactum*, *sphaerococcum* i *spelta* pšenice, vidljivo je da Q gen inhibira speltoidnost jer je *T. compactum* i *T. sphaerococcum* koji nose Q gen imaju različite ocjene u odnosu na *T. spelta*. Iz rezultata je uočena i tvrdnja da je gen C tj. *T. compactum* odgovoran za gusti klas, jer ima najveću ocjenu upravo za to svojstvo. Isto tako je potvrđena tvrdnja da *T. sphaerococcum* koji posjeduje gen S koji je odgovoran za kraću duljinu klasa ima upravo u tom svojstvu najmanu ocjenu.

Iako je rad na oplemenjivanju pšenice počeo prije 1940. godine, na prve sorte pšenice trebalo je dugo čekati. To je sasvim logično kada se uzme u obzir da je prvo trebalo skupiti korisnu germplazmu, analizirati varijabilnost, definirati metode selekcije i mnoge druge radnje koje prethode procesu stvaranja sorte.

Unaprijeđenje poljoprivredne proizvodnje nametnuo je i pred oplemenjivače zadatak da se stvore nove sorte koje će svojim karakteristikama osigurati više i stabilnije prinose, koji su do sredine 50-tih godina jedva bili oko 1 t/ha. Nije se moglo očekivati da se ovaj problem riješi domaćim materijalima, te se pristupilo testiranju stranih genotipova pšenice. Sredinom 50-ih definiran je program prema kome je trebalo stvoriti sorte koje će imati potencijal rodnosti od oko 10 t/ha. Na temelju tablice porijekla uočava se na temelju ocjena svojstava klasa kako iz raznih zemalja možemo križati sorte s našim sortama za svojstva koja nam treba. Uočavamo da azijske sorte imaju visoke ocjene za svojstva dlakavosti konveksne površine apikalnog članka klasa dok američka sorta ima visoke ocjene za dlakavosti konveksne površine apikalnog članka klasa i oblik ramena donje pljeve. Svojstva koja nisu prisutna u našim sortama možemo pomoću gen banaka iz drugih zemalja koristiti u oplemenjivanju kako bi poboljšali željena svojstva u budućim istraživanjima. Od hrvatskih sorata uočeno je da su sorte Žitarka, Sana i Mura imale ista svojstva za voštanosti klasa, gustoća klasa, duljina klasa,

prisutnost osja ili produžetak pljevica, dlakavost konveksne površine apiklanog članka klasa, stupanj unutrašnjih dlačica donje pljeve, dok se sorta U1 koja je najstarija hrvatska ispitivana sorta razlikovala u većini svojstava u odnosu na ostale sorte.

Martinčić i Mađarić (1970.) primjenili su prilagođenu rekurentnu selekciju na temelju poboljšanja oplemenjivačke populacije u odnosu na visinu stabljike, veličinu klasa i broju zrna po klasu. Autori su zapazili da je u potomstvu došlo do smanjenja stabljike. Dužina klasa u ranijim generacijama došlo je do povećanja klasa u odnosu na klas roditelja, s tim da je veličina klasa u kasnijim generacijama stalno opadala. Iz tog razdoblja na temelju ocjena vidljivo je da su sorte bile kraće i imale vretenast oblik klasa.

Sourdille i sur. (2000.) ocjenjuju populaciju heksaploidne pšenice i objašnjavaju QTL za duljinu klasa na 1A, 2B, 2D, 4A, i 5A, koji su se povezani QTL-om za kompaktnost klasa. Svi QTL-ovi povezani s duljinom klasa također su povezani s kompaktnosti klasa. Iz rezultata je uočeno da najduži klasovi imaju vretenast oblik klasa, što može upućivati na gore navedenu tvrdnju da su QTL za duljinu i kompaktnost klasa povezani.

Kasnije tijekom 80-tih i 90-tih godina prinos ostaje kao konstantan cilj u stvaranju novih sorti s tim što su pristupi različiti. Borojević (1990.) zagovara izbalansiranost komponenti prinosa i povećanu adaptabilnost, dok Denčić (1992.) mogućnost povećanja potencijala za prinos vidi u promjeni morfologije klasa pšenice. Na temelju rezultata uočeno je da su sve sorte iz tog razdoblja imale prisutne pljevice te da bez obzira na godinu priznavanja, sorte imaju različite ocjene za duljinu klasa, što se može tumačiti da duljina klasa često nije bila ključni faktor prinosa i da su oplemenjivači kroz godine zapravo kombinirali razne vrste i svojstva klasa kako bi dobili idealnu sortu pšenice.

U novije vrijeme znanstvenici intenzivno razvijaju i upotrebljavaju nove biotehničke metode kao što su kultura tkiva, kultura antera, fuzija protoplasta i manipulacija genima ili genetski inženjering. Kao izvor genetičke varijabilnosti služi različiti genetski materijal pšenice stvoren vlastitim oplemenjivačkim i selekcijskim radom pojedinih oplemenjivača. Ti su materijali odlični izvori genetske varijabilnosti za pojedina svojstva, osobito ako se tijekom selekcije pojave i odaberu genotipovi nastali transgresivnim cijepanjem.

## 6. Zaključak

Na temelju ocjena dobivenih DUS ispitivanjem različitih heksaploidnih sorti zaključak je sljedeći:

1. Divlji srodnici imali su visoke ocjene za neka bitna svojstva u oplemenjivanju čime su utjecali na daljnja poboljšanja u oplemenjivačkim procesima.
2. Bez obzira na godinu priznavanja, sorte imaju različite ocjene za duljinu klasa, što se može tumačiti da duljina klasa često nije bila ključni faktor prinosa i da su oplemenjivači kroz godine zapravo kombinirali razne oblike i svojstva klasa kako bi dobili idealnu sortu pšenice.
3. Usporedbom ocjena *compactum*, *sphaerococcum* i *spelta* pšenice, vidljivo je da Q gen inhibira speltoidnost jer je *T. compactum* i *T. sphaerococcum* koji nose Q gen imaju različite ocjene u odnosu na *T. spelta*. Rezultati upućuju na točnost tvrdnje da je gen C tj. *T. compactum* odgovoran za gusti klas, jer ima najveću ocjenu upravo za to svojstvo. Isto tako je potvrđena tvrdnja da *T. sphaerococcum* koji posjeduje gen S koji je odgovoran za kraću duljinu klasa ima upravo u tom svojstvu najmanu ocjenu.
4. Iz rezultata je uočeno da najduži klasovi imaju vretenast oblik klasa, što može upućivati na tvrdnju da su QTL za duljinu i kompaktnost klasa povezani.
5. Dobiveni rezultati ukazuju na mogućnost odabira roditeljskih parova udaljenih po porijeklu s različitim svojstvima klasa za razvoj nove oplemenjivačke populacije i daljnji razvoj genetske varijabilnosti germplazme heksaploidne pšenice.

## 7. Popis literature

1. Agoston, T., Pepo, P. (2005.). Effects of genetic and ecological factors on yield formation in winter wheat production. *Cer. Res. Communications* 33 (1):37-40.
2. Aliu, S., Fetahu, S. (2010.). Determination on Genetic Variation for Morphological Traits and Yield Components of New Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines. *Not Sci Biol* 2 (1) 2010, 121-124.
3. Bede, M., Drezner, G., Martinč J., Hackenberger, D., Krnjak, A. (1993.) Genetska osnova novih osječkih linija ozime pšenice. *Poljoprivredne aktualnosti* 29 (93) 3-4, str.467-472.
4. Borojević, S. (1990.) Genetski napredak u povećanju prinosa pšenice. *Savremena poljoprivreda*, 38, 1-2.
5. Denčić, S. i Borojević (1992.): Harvest index and spike index in crosses between wheat genotypes with different spike architecture. *Plant breeding*, 109, 151-158.
6. Desheva, G. (2014.). Morphological and agronomical characterization of common wheat landraces (*Triticum aestivum* L.) from the National Wheat Collection of Bulgaria *Emir. J. Food Agric.* 26 (2): 164-169.
7. Endo TR., Gill BS. (1996.) The deletion stocks of common wheat. *JHered* 87:295–307.
8. Evans, L.T. (1981.). Yield improvement in wheat empirical or analytical. In: L.T. Evans & W.J. Peacock (Eds). *Wheat Sci. Today & Tomorrow*. Cambridge Univ. Press, 203-222.
9. Faris, J., Zhang Z., Garvin D.F., Xu S.S. (2014.). Molecular and comparative mapping of genes governing spike compactness from wild emmer wheat. *Mol Genet Genomics* 289: 641-651.
10. Faris, JD., Fellers, JP., Brooks, SA., Gill, BS. (2003.) A bacterial artificial chromosome contig spanning the major domestication locus Q in wheat and identification of a candidate gene. *Genetics* 164:311–321.
11. Faris, JD., Gill, BS. (2002.) Genomic targeting and high-resolution mapping of the domestication gene Q in wheat. *Genome* 45:706–718.
12. Janković, S., Protić, R., Davidović, M. (2003.) Nasljeđivanje dužine klasa kod pšenice F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> i povratnih generacija. *J. Agric. Sci.* 64: 71-79.



13. Jantasuriyarat, C., Vales, MI., Watson, CJW., Riera-Lizarazu, O. (2004.) Identification and mapping of genetic loci affecting the freethreshing habit and spike compactness in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor Appl Genet* 108:261–273.
14. Johnson, EB., Nalam, VJ., Zemetra RS., Riera-Lizarazu. (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.
15. Kobiljski, B., Querrie, S., Denčić, S., Kirby, J., Ivegeš, M. (2002.): Genetic diversity of the Novi Sad wheat core collection revealed by microsatellite. *Cellular & Molecular Biology Letters* 7: 685-694.
16. Krishna, R., Dwivedi KD (1994.). Genetics of yield traits in wheat. *Genetika*, 26: 13-20.
17. Kuburović, M., Knežević, D. (1996.). The quantitative traits of wheat cultivars grown in different locations. *Annual Wheat Newsletter*, 42, 185-188.
18. Kumbhar, MB., Larik, AS., Hafiz, HMI., Rind, MJ. (1983.). Interrelationship of polygenic traits affecting grain yield in *Triticum aestivum* L. *Wheat Inf. Serv.* 57: 42-45.
19. Knott, D.R. (1986.). Effect of genes for photoperiodism, semidwarfism, and awns on agronomic characters in wheat cross. *Crop Sci.* 26: 1158-1162.
20. Kundakčić, B., Marić, S., Petrović, S., Rukavina, I., Guberac, V., (2014.). Različnost morfoloških osobina klasa germplazme pšenice.
21. Kuspira, J., Unrau, J. (1957.). Genetic analysis of certain characters in common wheat using whole chromosome substitution lines. *Can J Plant Sci* 37:300–326.
22. Lovrić, A., Maretić, R., Dujmić, D., Ikić, I., Maričević, M., Bukan M., Jukić K., Barić M., Šarčević, H. (2014.). Utjecaj prisutnosti osja na neka svojstva klasa i zrna u F<sub>6</sub> generaciji pšenice.
23. Madić, M., Knežević, D., Paunović, A., Đurović, D., Jelić, M. (2010.). Inheritance of stem height and primary spike length in barley hybrids. *Proceedings of 45th & 5th International Symposium on Agriculture*, pp. 456-460.
24. Martinčić, J. i Kozumplik, V. (1996.): *Oplemenjivanje bilja*. Zagreb, 1996.
25. Martinčić, J. i Mađarić, Z. (1970.): *Primjena rekurentne selekcije na temelju cikličkog poboljšanja oplemenjivačke populacije*- Arhiva Poljoprivrednog instituta u Osijeku, Odjel za oplemenjivanje strnih žita, Osijek.
26. McKenzie, H., (1972.). Adverse influence of awns on yield of wheat. *Can. J. Plant Sci.* 52 :81-87.

27. McNeal, F.H., Baldrige, D.E., i Berg, M.A. (1969.). Agronomic and quality characteristics of awned and awnletted wheat populations of spring wheat. *Crop Sci.* 9: 333-335.
28. Medović, A., (2003.). Čuruški krupnik iz 4. veka – u čvrstom zagrljaju njivskog poponca i njivskog vijušca. *Rad muzeja Vojvodine*, Vol 51: 147-157.
29. Mesterhazy, A. (1995.). Types and components of resistance to *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Breeding* 114:337-386.
30. Motzo, R. i Giunta, F. (2002.). Awnedness affects grain yield and kernel weight in nearisogenic lines of durum wheat. *Australian Journal of Agricultural Research* 53: 1285-1293.
31. Nikolić, Z. (1998.). *Predelova in upotraba pire*. Pira, Ljubljana, 22-27.
32. 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.
33. Parry, DW., Jenkinson, P., McLeod, L. (1995.). *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals-a review. *Plant Pathol* 44:207-238.
34. 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.
35. 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.
36. Rao, MVP., (1972.). Mapping of the compactum gene C on chromosome 2D of wheat. *Wheat Inf Serv* 35:9.
37. Rudd, JC., Horsley, RD., McKendry, AL., Elias, EM. (2001.). Host Plant Resistance Genes for *Fusarium* Head Blight: Sources, Mechanisms and Utility in Convetional Breeding Systems. *Crop Sci* 41:620-627.
38. Rukavina i sur. (2008.). DUS ispitivanje novih sorti ozime pšenice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2008. godine.
39. Ruibal-Mendieta, N. L., Delacroix, M. (2002): Acomparative analisis of free, bound and total lipid content on spelt and winter wheat wholemeal. *Jurnal of Cereal Science*, 35, 337-342.
40. Rukavina, I., Marić, S., Čupić, T., Guberac, V., Petrović, S. (2013.). Različnost hrvatske germplazme pšenice na osnovi svojstava klasa. *Poljoprivreda* 19(1): 3-10.
41. Rimle, R. (1995.): *Agronomische und morphologische Charakterisierung von Weizen*

(*Triticum aestivum* L.) und Dinkel (*Triticum spelta* L.) sowie von spezifischen Weizen/Dinkel-F (-Hybriden und deren F olgegenerationen von der F<sub>2</sub> bis zur F<sub>s</sub>).  
Diss.Eth Nr.11242, ETHZ, Zurich.

42. Sears, ER. (1952.). Misdivision of univalents in common wheat. *Chromosoma* 4:535–550.
43. Sears, ER. (1954.). The aneuploids of common wheat. *Missouri Agric Exp Stn Res Bull* 572:59.
44. Sherifi, E. (1990.) Kombinacione sposobnosti nekih sorata pšenice za dužinu i broj klasića po klasu. *Savremena poljoprivreda* 38: 273-280.
45. Shushi, P., Anping, C., Liang, X., Chunxiang, C., Jingyun, F., Ranga, B., Jorge, E., Compton, J. (2011.) Recent change of vegetation growth trend in China.
46. Sigurbjorson, B. and Micke, A. (1974.). Philosophy and accomplished of mutation breeding.
47. Simons, KJ., Fellers, JP., Trick, HN., Zhang, ZC., Tai, YS., Gill, BS., Faris, JD. (2006.). Molecular characterization of the major wheat domestication gene Q. *Genetics*. 172:547–555.
48. Sonmezoğlu, O.A., Bozmaz, B., Yildirim, A., Kandemir, N., Aydin, N. (2012.). Genetic characterization of Turkish bread wheat landraces based on microsatellite markers and morphological characters. *Turk J Biol* 36: 589-597.
49. Sourdille, P., Tixier, MH., Charmet, G., Gay, G., Cadalen, T., Bernard, S., Bernard, M. (2000.). Location of genes involved in ear compactness in wheat (*Triticum aestivum*) by means of molecular markers. *Mol Breed* 6:247–255 276.
50. Španić, V. (2010.). Varijabilnost genotipova pšenice (*T. aestivum*) obzirom na FHB otpornost i genetsku divergentnost.
51. Tasnuva, S., Hasanuzzaman, M., Faruq ,G., Sharmeen, F., Arifuzzaman, M. (2010.) Study on differentiation of wheat varieties through morphological and molecular approaches. *Int. J. Sustain.able Crop Prod.* 5(3): 29-34.
52. UPOV (1996.) Guideline for the distinctness, uniformity and stability wheat (*Triticum aestivum* L.). TG/3/11.
53. Zielinski, H., Ceglinska, A., Michalska, A. (2008.). Bioactive compounds in spelt bread. *Eur. Food Res. Technol.* Vol 226: 537-544.

## 8. Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razlike u morfologiji klasa s obzirom na korištenje različitih oplemenjivačkih ciljeva i metoda. Istraživanje je provedeno na 20 sorata koje su priznate u razdoblju od 1929. do 2006. godine. Sorte su odabrane na temelju godine priznavanja, zastupljenosti u proizvodnji i području uzgoja. Od dvadeset sorata, pet sorata su divlji srodnici, četiri sorte su iz Hrvatske, po dvije sorte iz Srbije i Austrije, te po jedna sorta iz Tibeta, Kine, Amerike, Japana, Indije, Poljske i Koreje. Divlji srodnici imali su visoke ocjene za neka bitna svojstva u oplemenjivanju te su prema tome upravo divlji srodnici utjecali na poboljšanje svojstava klasa u tijekom oplemenjivanja. Bez obzira na godinu priznavanja, sorte imaju različite ocjene za duljinu klasa, što može upućivati na to da duljina klasa često nije bila ključni faktor za visinu prinosa. Usporedbom ocjena *compactum*, *sphaerococcum* i *spelta* pšenice, vidljivo je da Q gen inhibira speltoidnost jer je *T. compactum* i *T. sphaerococcum* koji nose Q gen imaju različite ocjene u odnosu na *T. spelta*. Rezultati ukazuju da je gen C tj. *T. compactum* odgovoran za gusti klas, jer ima najveću ocjenu upravo za to svojstvo. Isto tako je uočeno da *T. sphaerococcum* koji posjeduje gen S koji je odgovoran za kraću duljinu klasa ima upravo u tom svojstvu najmanju ocjenu. Iz rezultata je uočeno da najduži klasovi imaju vretenast oblik klasa, što može upućivati na to da su QTL za duljinu i kompaktnost klasa povezani. Dobiveni rezultati ukazuju na mogućnost odabira roditeljskih parova udaljenih po porijeklu s različitim svojstvima klasa za razvoj nove oplemenjivačke populacije i daljnji razvoj genetske varijabilnosti germplazme heksaploidne pšenice.

## 9. Summary

The aim of this research was to determine the differences in the morphology of the ear regarding the use of different breeding aims and methods. The research was conducted on 20 wheat varieties that were recognized between the year 1929 and 2006. The selection of the varieties for inclusion in this research was based on the varieties year of release, their presence in production, and cultivation area. Among twenty varieties, five of them are wild relatives, four varieties are from Croatia, two from Serbia, two from Austria, and one from Tibet, China, America, Japan, India, Poland, and Korea. Wild relatives had high grades in some of the important breeding traits, and according to that wild relatives had significant influence on the improvement of important ear traits in breeding programs. Regardless the year of recognition, the varieties had different grades for the length of the ear. That can be interpreted by the fact that the length of the ear often was not the directly related to grain yield. By comparing the grades of *compactum*, *sphaerococcum* and *spelta* varieties, it can be seen that the Q gene inhibits the influence of the *T. spelta*, because *T. compactum* i *T. sphaerococcum* that carry the Q gene have different grades in comparison to the *T. spelta*. The results confirm the statement that the gene C, i.e. *T. compactum*, is responsible for the thickness of the ear, which might lead to the conclusion that the QLT for the length and the compactness of the ear are connected. The obtained results suggest the possibility of selection of parental material distant by the origin and with different characteristics of the ear for the development of a new breeding population and further development of genetic variability of the germplasm of hexaploid wheat.

## 10. Popis tablica

<b>Br.</b>	<b>Naziv tablice</b>	<b>Str.</b>
	Tablica 1. Godina priznavanja, podrijetlo i pedigre hrvatskih sorata ozime pšenice	8
	Tablica 2. Morfološka svojstva klasa prema UPOV tehničkome vodiču za DUS ispitivanje pšenice	22
	Tablica 2a. Morfološka svojstva klasa prema UPOV tehničkome vodiču za DUS ispitivanje pšenice	23
	Tablica 3. Ocjenjivanje klas: forma u profilu, UPOV 2010.	24
	Tablica 4. Ocjenjivanje prisutnosti osja ili produžetak pljevica, UPOV 2010.	25
	Tablica 5. Ocjenjivanje boje klasa, UPOV 2010.	26
	Tablica 6. Ocjenjivanje dlakavosti konveksne površine apikalnog članka klasa, UPOV 2010	27
	Tablica 7. Ocjenjene sorte na osnovi morfoloških svojstava klasa prema UPOV tehničkom vodiču za DUS ispitivanje pšenice	29
	Tablica 8. Ocjena svojstava klasa heksaploidne pšenice	33

## 11. Popis slika

Br.	Naziv slike	Str.
	Slika 1. U1 (foto original; M. Tomić)	9
	Slika 2. Žitarka (foto original; M. Tomić)	9
	Slika 3. Sana (foto original; M. Tomić)	10
	Slika 4. Mura (foto original; M. Tomić)	10
	Slika 5. Bambi (foto original; M. Tomić)	11
	Slika 6. Nirvana (foto original; M. Tomić)	11
	Slika 7. Akakomughi (foto original; M. Tomić)	12
	Slika 8. Tom Thumb (foto original; M. Tomić)	12
	Slika 9. Suwon 92 (foto original; M. Tomić)	13
	Slika 10. Hira (foto original; M. Tomić)	13
	Slika 11. Thatcher (foto original; M. Tomić)	14
	Slika 12. Chinese spring (foto original; M. Tomić)	14
	Slika 13. <i>T. compactum</i> (foto original; M. Tomić)	15
	Slika 14. <i>T. dicoccoides</i> (foto original; M. Tomić)	15
	Slika 15. <i>T. monococcum</i> (foto original; M. Tomić)	16
	Slika 16. <i>T. spelta</i> (foto original; M. Tomić)	16
	Slika 17. <i>T. sphaerococcum</i> (foto original; M. Tomić)	17
	Slika 18. Lunadur (foto original; M. Tomić)	17
	Slika 19. Coradur (foto original; M. Tomić)	18
	Slika 20. Almo (foto original; M. Tomić)	18
	Slika 21. Poljski pokus tijekom nicanja pšenice (foto; I. Ravlić)	19
	Slika 22. Žetva, vezanje i izgled buketića (foto original; M. Tomić)	21
	Slika 23. Posudice s označenim brojem sorte (foto original; M. Tomić)	21
		49

Slika 24. Ocjene koje opisuju klas: formu u profilu, UPOV 2010.	24
Slika 25. Paralelan oblik, ocjena 2 (foto original; M. Tomić)	24
Slika 26. Vretenast oblik, ocjena 5 (foto original; M. Tomić)	24
Slika 27. Ocjene koje opisuju prisutnost osja, UPOV 2010,	25
Slika 28. <i>T. sphaerococcum</i> (foto original; M. Tomić)	25
Slika 29. Thatcher (foto original; M. Tomić)	25
Slika 30. U1 (foto original; M. Tomić)	25
Slika 31. Akakomughi (foto original; M. Tomić)	26
Slika 32. Tom Thumb (foto original; M. Tomić)	26
Slika 33. Ocjene koje opisuju dlakavost koveksne površine apikalnog članka klasa, UPOV 2010.	27
Slika 34. Priprema klasa za ocjenjivanje (foto original; M. Tomić)	27
Slika 35. Izgled vrlo jake dlakavosti (foto original; M. Tomić)	27



## 12. Popis grafikona

<b>Br.</b>	<b>Naziv grafikona</b>	<b>Str.</b>
	Grafikon 1. Klima dijagram za područje Osijeka tijekom vegetacijske godine 2013./2014. i višegodišnji prosjek (1981.-2013.)	20
	Grafikon 2. Dijagram paralelnih koordinata za svojstva klasa 20 sorti pšenice	30
	Grafikon 3. Dijagram paralelnih koordinata svojstava heksaploidne pšenice s obzirom na podrijetlo sorata	34
	Grafikon 4. Dijagram paralelnih koordinata svojstava heksaploidne pšenice s obzirom na godinu priznavanja sorata	35

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Diplomski rad

Sveučilišni diplomski studij, smjer Oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo

### Utjecaj oplemenjivanja na promjene u morfologiji klasa heksaploidne pšenice

Marijan Tomić

**Sažetak** Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razlike u morfologiji klasa s obzirom na korištenje različitih oplemenjivačkih ciljeva i metoda. Istraživanje je provedeno na 20 sorata koje su priznate u razdoblju od 1929. do 2006. godine. Sorte su odabrane na temelju godine priznavanja, zastupljenosti u proizvodnji i području uzgoja. Od dvadeset sorata, pet sorata su divlji srodnici, četiri sorte su iz Hrvatske, po dvije sorte iz Srbije i Austrije, te po jedna sorta iz Tibeta, Kine, Amerike, Japana, Indije, Poljske i Koreje. Divlji srodnici imali su visoke ocjene za neka bitna svojstva u oplemenjivanju te su prema tome upravo divlji srodnici utjecali na poboljšanje svojstava klasa u tijekom oplemenjivanja. Bez obzira na godinu priznavanja, sorte imaju različite ocjene za duljinu klasa, što može upućivati na to da duljina klasa često nije bila ključni faktor za visinu prinosa. Usporedbom ocjena *compactum*, *sphaerococcum* i *spelta* pšenice, vidljivo je da Q gen inhibira speltoidnost jer je *T. compactum* i *T. sphaerococcum* koji nose Q gen imaju različite ocjene u odnosu na *T. spelta*. Rezultati ukazuju da je gen C tj. *T. compactum* odgovoran za gusti klas, jer ima najveću ocjenu upravo za to svojstvo. Isto tako je uočeno da *T. sphaerococcum* koji posjeduje gen S koji je odgovoran za kraću duljinu klasa ima upravo u tom svojstvu najmanju ocjenu. Iz rezultata je uočeno da najduži klasovi imaju vretenast oblik klasa, što može upućivati na to da su QTL za duljinu i kompaktnost klasa povezani. Dobiveni rezultati ukazuju na mogućnost odabira roditeljskih parova udaljenih po porijeklu s različitim svojstvima klasa za razvoj nove oplemenjivačke populacije i daljnji razvoj genetske varijabilnosti germplazme heksaploidne pšenice.

**Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku**

**Mentor:** doc. dr. sc. Sonja Petrović

**Broj stranica:** 51

**Broj grafikona i slika:** 39

**Broj tablica:** 8

**Broj literaturnih navoda:** 53

**Broj priloga:**

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** heksaploidna pšenica, svojstva klasa, morfologija klasa

**Datum obrane:** 5.11.2015.

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Sonja Marić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Sonja Petrović, mentor
3. doc. dr. sc. Andrijana Rebekić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića  
1d

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agriculture in Osijek  
University Graduate Studies, Plant breeding and seed production

Graduate thesis

### Spike morphology changes in hexaploid wheat by breeding

Marijan Tomić

**Abstract:** The aim of this research was to determine the differences in the morphology of the ear regarding the use of different breeding aims and methods. The research was conducted on 20 wheat varieties that were recognized between the year 1929 and 2006. The selection of the varieties for inclusion in this research was based on the varieties year of release, their presence in production, and cultivation area. Among twenty varieties, five of them are wild relatives, four varieties are from Croatia, two from Serbia, two from Austria, and one from Tibet, China, America, Japan, India, Poland, and Korea. Wild relatives had high grades in some of the important breeding traits, and according to that wild relatives had significant influence on the improvement of important ear traits in breeding programs. Regardless the year of recognition, the varieties had different grades for the length of the ear. That can be interpreted by the fact that the length of the ear often was not the directly related to grain yield. By comparing the grades of *compactum*, *sphaerococcum* and *spelta* varieties, it can be seen that the Q gene inhibits the influence of the *T. spelta*, because *T. compactum* i *T. sphaerococcum* that carry the Q gene have different grades in comparison to the *T. spelta*. The results confirm the statement that the gene C, i.e. *T. compactum*, is responsible for the thickness of the ear, which might lead to the conclusion that the QLT for the length and the compactness of the ear are connected. The obtained results suggest the possibility of selection of parental material distant by the origin and with different characteristics of the ear for the development of a new breeding population and further development of genetic variability of the germplasm of hexaploid wheat.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** doc. dr. sc. Sonja Petrović

**Number of pages:** 51

**Number of figures:** 39

**Number of tables:** 8

**Number of references:** 53

**Number of appendices:**

**Original in:** Croatian

**Key words:** hexaploid wheat, ear properties, morphology ear

**Thesis defended on date:** 5.11. 2015.

**Reviewers:**

1. prof. dr. sc. Sonja Marić, chairman
2. doc. dr. sc. Sonja Petrović, mentor
3. doc. dr. sc. Andrijana Rebekić, member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d