

# VARIJABILNOST KOMPONENTI PRINOSA HRVATSKE I AUSTRIJSKE GERMPLAZME PŠENICE

---

**Roksandić, Marina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2010**

*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:151:176801>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-25**



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](#)



# 1. UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

## 1.1. Osobine pšenice

### 1.1.1. Porijeklo pšenice

Pšenica (*Triticum aestivum* L.), kao jedna od najvažnijih poljoprivrednih kultura, koristi se u ljudskoj prehrani već oko 10000 godina, kao stalni pratilac i pomagač razvoja ljudske civilizacije od samog njezinog početka (Gagro, 1997.). Poznato je da se uzgajala prije 6700 prije Krista na području Iraka (neolitsko naselje Jarmo), 5000 – 6000 godina prije Krista na području starog Egipta, Kine i Male Azije, te 4000 – 5000 godina prije Krista na području srednje i istočne Europe (Mađarska, Rumunjska, Poljska, Češka, Slovačka, Bugarska i Rusija). Rimljani su u prvom stoljeću poslije Krista proširili uzgoj pšenice na Njemačku, a potom i u ostale zemlje sjeverne Europe. Godine 1529. prenesena je iz Europe u Južnu Ameriku, zatim 1602. u na područje Sjedinjenih Američkih Država, 1812. godine u Kanadu, te još kasnije u Australiju i Oceaniju (Kovačević i Rastija, 2009.).

Točno podrijetlo i praroditelji pšenice nisu utvrđeni, budući da je pšenica kao vrlo stara kultura s dugom tradicijom uzgoja prošla mnoge promjene kroz prirodnu i umjetnu selekciju (Gagro, 1996.). Postoje tri pretpostavke o mogućem ishodišnim centrima pšenice, kao što navode Kovačević i Rastija (2009.). Prema Flaksbergeru, današnja kulturna pšenica potječe iz srednje Azije, zapadnog Irana i južnog Balkana, gdje je nastao divlji predak iz roda *Triticum*, sličan divljem jednozrncu (*T. monocoides* L.) iz kojeg se razvio kulturni jednozrnac (*T. monococcum* L.), a od njega kulturni dvozrnac (*T. dicoccum* L.). Prema Persivalu, porijeklo pšenice je složeno, iz dvije ili tri vrste roda *Triticum*, a razvila se djelovanjem mutacija, prirodne i umjetne selekcije. Prema Vavilovu, postoji sedam ishodišnih centara podrijetla pšenice. Glavni centri su: centralnoazijski koji obuhvaća Pandžab, Kašmir, Tadžikistan, zapadni Uzbekistan i zapadni Tjan-Šan i domovina je heksaploidnih pšenica; bliskoistočni koji obuhvaća Malu Aziju; Transkavkaz i planinska područja Turkmenistana, gdje se nalazi velik broj *Triticum* vrsta sa 14 i 18 kromosoma, te etiopski centar koji obuhvaća Etiopiju i Eritreju, gdje pripadaju pšenice s 28 kromosoma (Martinčić i sur., 1996.). Ostali potencijalni ishodišni centri su Peru, Bolivija, srednja Amerika, jugozapadna Azija i Indija (Kovačević i Rastija, 2009.). Prema Harlanu, heksaploidna krušna pšenica (*T. aestivum* L.) nastala je

uključivanjem germplazme *Aegilops squarrosa* L. u tetraploidne pšenice (*T. turgidum*, *T. tauschii*) nakon što su one već bile kultivirane.<sup>1</sup>

### 1.1.2. Sistematika pšenice

Rod *Triticum* L. pripada podtribusu *Triticinae* skupa s rodovima *Aegilops* L., *Secale* L., *Agropyron* Gaertn., *Haynaldia* Schur., unutar tribusa *Triticeae* koji pripada potporodici *Pooideae* (klasaste trave) porodice *Poaceae* / *Gramineae* – trave (Martinčić i sur., 1996.) koje opet ubrajamo u red *Poales*, podrazred *Commelinidae*, razred *Liliopsida* / *Liliatae* / *Monocotyledonae* (jednosupnice) koje pripadaju pododjeljku *Magnoliophytina* (kritosjemenjače), odjeljku *Spermatophyta* (sjemenjače), podcarstvu *Cormophyta* / *Embryophyta* (stablašice), carstvu *Plantae* (više biljke), te nadcarstvu *Eucaryota* (mnogostaničari), prema Knežević, 2007. Do danas su poznate i opisane 22 kulturne i divlje vrste iz roda *Triticum* L. s mnogo podvrsta i varijeteta. Kriteriji klasifikacije su: genetska struktura (broj kromosoma, razina poliploidije), razina kultiviranosti, morfološka i biološka svojstva. Postoji 13 važećih klasifikacija, od kojih je najvažnija McKey-ova iz 1988. godine, koja dijeli pšenice s obzirom na genetsku strukturu (Kovačević i Rastija, 2009.) i prikazana je u tablici 1.

Na osnovu kultiviranosti vrste roda *Triticum* podijeljene su na divlje, koje imaju svojstva prilagodbe samostalnom održavanju u prirodi (lomljivo klasno vreteno, malo i pljevičasto zrno, česta je dlakavost i jako busanje biljke), primitivne (ekstenzivnog izgleda u usporedbi s pravim kultiviranim pšenicama – klasno vreteno se lomi pod pritiskom, zrelo zrno obavijeno pljevicama) te kultivirane ili "prave" kultivirane vrste, koje su proizvod duge evolucije uz djelovanje prirodne i umjetne selekcije, karakterizira ih vrlo čvrsto i pod pritiskom nelomljivo klasno vreteno, a zrno je golo (Martinčić i Marić, 1996.).

Postoji nekoliko podjela vrsta pšenice koja koje uzimaju u obzir morfološka svojstva. S praktičnog stajališta razlikujemo prave pšenice, koje imaju nelomljivo klasno vreteno i golo zrno koje im prilikom obične vršidbe ispada iz pljevica, te pirevite, koje karakterizira lomljivo klasno vreteno i obuvano zrno koje se može ovršiti jedino uz upotrebu dodatnog trenja (Kovačević i Rastija, 2009.).

---

<sup>1</sup> Martinčić, J. i sur.: Oplemenjivanje bilja: teorija i metode, ratarske kulture, Poljoprivredni fakultet Osijek, Agronomski fakultet Zagreb, 1996., 120. str.

Tablica 1: Sistematika pšenice prema McKey-u, 1988. (izvor: Kovačević i Rastija, 2009.)

	Diploidna skupina (Monococcon)	Tetraploidna skupina (Dicoccoidea)	Heksaploidna skupina (Speltoidea)
BROJ KROM.	2n = 14	2n = 28	2n = 42
GENOM	A	AB	ABC
DIVLJI OBLICI			
OBUVENO ZRNO	<i>T. urartu</i>  <i>T. monococcum</i> ssp. <i>boeoticum</i>  <i>var. aegilopoides</i>	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicoccoides</i>  <i>T. timopheevii</i> ssp. <i>armeniacum</i>	nema predstavnika
KULTURNI OBLICI			
OBUVENO ZRNO	<i>T. monococcum</i>  ssp. <i>monococcum</i>	<i>T. turgidum</i>  ssp. <i>georgicum</i>	<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>  <i>T. aestivum</i> ssp. <i>macha</i>  <i>T. aestivum</i> ssp. <i>vavilovi</i>
GOLO ZRNO	nema predstavnika	<i>T. turgidum</i> ssp. <i>turgidum</i>  <i>conv. turgidum</i>  <i>conv. durum</i>  <i>conv. polonicum</i>  ssp. <i>carthlicum</i>  ssp. <i>dicoccum</i>	<i>T. aestivum</i>  ssp. <i>aestivum</i> ( <i>vulgare</i> )  ssp. <i>compactum</i>  ssp. <i>sphaerococcum</i>  <i>T. zhukovsky</i>

Gospodarski značajne vrste su *T. aestivum* ssp. *aestivum/vulgare* (meka pšenica) i *T. turgidum* var. *durum* Desf. (tvrda pšenica). Svojstva mekih pšenica: klas s osjem ("brkulje"), koje je lepezasto, iste dužine ili kraće, i bez osja ("golice", "šišulje"), srednje zbijen ili rastresit, s neravnom bočnom stranom, cilindričnog, ponekad vretenastog oblika, prednje strane šire od bočne, uzdužno naborane pljeve, relativno kratko zrno, okruglo u poprečnom presjeku, izražene bradice s dugim dlačicama, duboke i široke brazdice, sitno do krupno, više ili manje brašnaste konzistencije okrugle i široke klice, uglavnom se lagano vrši, osrednje kakvoće; slama (stabljika) je šuplja, postoje ozime i jare forme, veliki prirodi. Svojstva tvrdih pšenica su: prizmatičan klas, pravokutnog poprečnog presjeka, zbijen, ravne bočne strane, klasno vreteno nije vidljivo s prednje strane klasa, prednja strana klasa je uža od bočne, osje je većinom prisutno, paralelno postavljeno, duže od klasa, pljeve su glatke, zrno je izduženo, vrlo krupno, u poprečnom presjeku uglato, staklaste konzistencije, bolje kvalitete (viši sadržaj

kvalitetnih bjelančevina), klica je izdužena i ispupčena, bradica je jedva primjetna s kratkim dlačicama, brazdica je plitka i uska; vršidba je dosta teško izvediva, slama je ispunjena parenhimom u vršnom internodiju, duži i širi listovi, zastupljene samo jare forme, nešto manji prirodi u odnosu na meke pšenice, prikladnija za toplo i suho podneblje. (Kovačević i Rastija, 2009., Gagro, 1997.). Na majim lokalitetima uzgajaju se još engleska pšenica (*T. turgidum*) koju karakterizira nelomljivo klasno vreteno, klas s izrazito dugim, paralelnim osjem, kožastim pljevama s jako izraženim grebenom, golo, kratko i debelo zrno srednje kvalitete, zastupljenost ozimih formi, te kulturni dvozrnac ili krupnik (*T. dicoccum*) s lomljivim klasnim vretenom, zbijenim i spljoštenim osjatim ili golim klasom dugačkog i paralelnog osja, kožastih pljeva s ostrim zupcem, pljevičastim zrnom, šuplje ili na vrhu ispunjene slame, samo jare forme. Važne su samo za genetička istraživanja (Miladinović i sur., 1974.).



Slika 1: Građa biljke tipične krušne pšenice ([www.caliban.mpiz-koeln.de](http://www.caliban.mpiz-koeln.de))

Vrste, sorte i linije pšenice razlikuju se po morfološkim, biološkim i uporabnim karakteristikama: obliku (buzdovast, vretenast, cilindričan), poprečnom presjeku (kvadratni i pravokutni) i dužini klasa, tipu busa (*erectum-uspravan*, *prostratum-polegnut*, *semierectum*,

semiprostratum), obliku zrna (jajast i ovalan, izdužen i skraćen/bačvast), širini i boji lista, prosječnoj visini stabljike, otpornosti na polijeganje, boji klasa, osjatosti, prosječnom broju klasića po klasu i broju zrna u klasiću, obliku, staklavosti, veličini i boji zrna (bijelozrne, crvenozrne), dubini i veličini brazdice, osjetljivosti na visoke i niske temperature (ozime, jare, fakultativne), osjetljivosti na bolesti i štetnike, apsolutnoj i hektolitarskoj masi zrna, dužini vegetacije (rane, srednje rane, kasne), kvaliteti brašna (osnovne, krušne, poboljšivači; kvalitetne razredi A1-A2, B1-B2, C1-C2), prinosu kruha, sjetvenoj normi i optimalnom roku sjetve (Kovačević i Rastija, 2009., Martinčić i sur., 1996.).

### 1.1.3. Rasprostranjenost pšenice

Pšenica je jednogodišnja zeljasta biljka širokog areala rasprostranjenosti (euritopna) zbog izraženog polimorfizma koji uvjetuje dobru prilagodljivost različitim ekološkim uvjetima. Visoku plastičnost uvjetovana je kompleksnošću njezina genoma (Petrović i sur., 2009.). Prema Gagro, 1997., visinska granica uzgoja u Europi je iznad 1500 m, u Africi do 2750 m, u Sjevernoj Americi do 2800 m, u Južnoj Americi do 3800 m, a u Aziji do 4000 m nadmorske visine. Forme (tipovi) pšenice su ozime, koje se siju u jesen (10.-25.10. u Hrvatskoj) i prezimljuju u stadiju od nicanja do busanja te se žanju u ljeto, jare (proljetne) koje se siju u proljeće i poluozone (fakultativne).

Ozima pšenica uzgaja se na području od 16<sup>0</sup> do 60<sup>0</sup> sjeverne geografske širine, optimum od 30<sup>0</sup> do 50<sup>0</sup> N (Zapadna i Srednja Europa, veći dio SAD-a, Hrvatska), na manjim nadmorskih visinama (do 1100 m u Europi). Karakteriziraju je veći i stabilniji prinosi po godinama, veća otpornost na niske temperature, dulje trajanje vegetacije (oko 270 dana), jače busanje, duži stadij s nižim temperaturama (0-10 °C u tijekom 10 do 35 dana) jarovizacije i svjetlosni stadij. Potencijal rodosti u prosjeku iznosi oko 10 t/ha (Kovačević i Rastija, 2009., Gagro, 1997.). s

Poluozone pšenica je manje otporna na niske temperature od ozime, može se uzgajati u uvjetima blaže zime, ali u pravilu najbolje uspijeva sjevernije na sjevernoj hemisferi i južnije na južnoj gdje u stadiju jarovizacije prevladavaju temperature za jaru pšenicu (Martinčić i sur., 1996.).

Jara pšenica ima znatno kraću vegetaciju od ozime (oko 130 dana), bolje podnosi sušu i visoke temperature, otpornija je na polijeganje i osipanje zrna te na neke bolesti. Jarovizaciju prolazi na 5-10 °C tijekom 7-12 dana i daje kvalitetnije zrno od ozime pšenice. Uzgaja se u

manje povoljnima uvjetima za ozimu pšenicu. Zbog kratke vegetacije moguć je uzgoj i u područjima s vrlo niskim zimskim temperaturama (koje ozima pšenica ne bi mogla podnijeti) u toplom dijelu godine, također i na većim nadmorskim visinama. Uzgojno područje je od 45<sup>0</sup> do 67<sup>0</sup> sjeverne geografske širine (Norveška, Baltik, bivši SSSR, sjeverni i istočni dio Rusije), a na južnoj hemisferi uzgaja se do krajnjih granica uzgoja Australije, Afrike i Južne Amerike. Potencijal rodosti iznosi prosječno oko 5-6 t/ha. (Kovačević i Rastija, 2009., Gagro, 1997.).

## 1.2. Važnost pšenice

### 1.2.1. Upotreba pšenice

Pšenica je najznačajnija ratarska kultura koja zauzima blizu jedne četvrtine obradivih površina u svijetu (Kovačević, 2009.). Prema Martinčiću i sur., 1996., osigurava 20 % ukupnih kalorija za ljudsku ishranu. Zrno meke pšenice (*T. aestivum* L. ssp. *vulgare*) je osnovna sirovina u mlinarstvu, gdje se zrno melje u brašno iz kojeg se proizvodi kruh koji je bogat vitaminima B-kompleksa, lako probavljiv i povoljnog kemijskog sastava (15-17 % proteina, 78 % ugljikohidrata, 1,3 % masti), navode Kovačević i Rastija, 2009., te predstavlja osnovnu hranu za 35 % svjetske populacije, prema Martinčiću i sur., 1996. Pšenično brašno se također koristi kao sirovina u konditorskoj industriji i pekarstvu (keksi, kolači, slastice, peciva, tjestenina (tvrda pšenica – *Triticum durum*), industriji škroba te za proizvodnju dječje hrane (griz), navode Martinčić i sur., 1996. Poluproizvodi u meljavi (krupica, mekinje) upotrebljavaju se za proizvodnju dijetalne hrane.

Za ishranu stoke također se koriste poluproizvodi i otpad pri meljavi: mekinje, posije (loša reološka svojstva), polomljena i sitna zrna. Kao krmna kultura zbog nema veliko značenje zbog niskog sadržaja sirovih proteina i vlakana, bez obzira na visok sadržaj lako iskoristivih ugljikohidrata. Upotrebljava se sama ili u smjesi s leguminozama, u svježem (voluminozna krma), osušenom (sijeno) ili konzerviranom stanju (silaza), prema Kovačeviću i Rastiji, 2009., Gagro, 1997. Slama se još koristi u papirnoj industriji, kao ogrjev (briketirana), za proizvodnju ukrasnih predmeta i modnih dodataka (Gagro, 1997.). Pšenične klice se upotrebljavaju u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji, te u uljarstvu. Pšenični slad našao je svoju primjenu u industriji alkohola i piva (manje zastupljeno).

Pšenica ima strateško značenje za svaku državu, važan je artikl na svjetskom tržištu, budući da se njome osigurava dovoljna količina hrane za stanovništvo vlastitom proizvodnjom ili uvozom (Kovačević i Rastija, 2009.).

Prema Gagro, 1997., agrotehnička važnost pšenice očituje se u tome što zauzima velike uzgojne površine, dobra je predkultura za većinu ratarskih kultura jer se rano žanje, ne ostavlja puno žetvenih ostataka, što omogućuje kvalitetnu obradu i predsjetvenu pripremu tla i sjetvu, moguće je zaoravanje zelene mase i slame, uglavnom nema zajedničkih bolesti i štetnika s ostalim skupinama kultura, većinom se koristi istovrsna mehanizacija kao i za druge kulture te je proizvodni proces potpuno mehaniziran.

### 1.2.2. Kvaliteta pšenice

Kvaliteta zrna pšenice je nasljedno svojstvo pod jakim utjecajem vanjskih čimbenika, primjerice suha stepska klima za razliku od vlažnije kontinentalne pozitivno utječe na kvalitetu zrna, dok vlažno i kišovito vrijeme tijekom zriobe zrna nepovoljno utječe na to svojstvo. U istraživanju kvalitete zrna postoje brojni problemi, kao što su male količine zrna, nepostojanje prikladnih metoda testiranja genotipova u ranim generacijama, te negativan utjecaj vanjskih čimbenika tijekom selekcije. Tada se uzimaju u obzir samo posredni pokazatelji kvalitete. Pravi uvid u svojstva zrna, osobine mljevenja, kvalitetu brašna i pecivost kruha dobiva se tek na kraju procesa selekcije, navode Martinčić i sur., 1996.

Razlikujemo trgovačku, tehnološku (mlinarsku i pekarsku) i hranidbenu vrijednost zrna pšenice (Martinčić i sur., 1996.). Trgovačka vrijednost: čista (I. klasa – najviše 2 % stranih primjesa) i zdrava pšenica, sjaj, boja (sjajno, svijetle i ujednačene boje), krupnoća, oblik (krupno, okruglasto, ujednačeno, ispunjeno) i konzistencija zrna (caklavo), hektolitarska (I. klasa prosjek 82 kg, II. klasa 78 kg, III. klasa 76 kg), apsolutna (30-38 g) i specifična (1,32-1,42) masa trebaju biti na visini (Kalinović, 1997.). Na temelju veličine navedenih parametara određuje se prodajna cijena pšenice.

Komponente tehnološke vrijednosti zrna pšenice su pecivost, mješavinska vrijednost (sposobnost miješanja kvalitetne sorte s nekvalitetnom da bi se dobio proizvod zadovoljavajuće kakvoće) i izmeljavanje (sposobnost da se iz 100 kg zrna dobije odgovarajuća količina brašna). Izravni pokazatelji kvalitete kruha su: prinos kruha (u g/100 g brašna), prinos volumena kruha (u ml/100 g brašna), vrijednosni broj (bodovanje organoleptičkih svojstava – boja, veličina i broj pora, elastičnost sredine kruha, debljina i



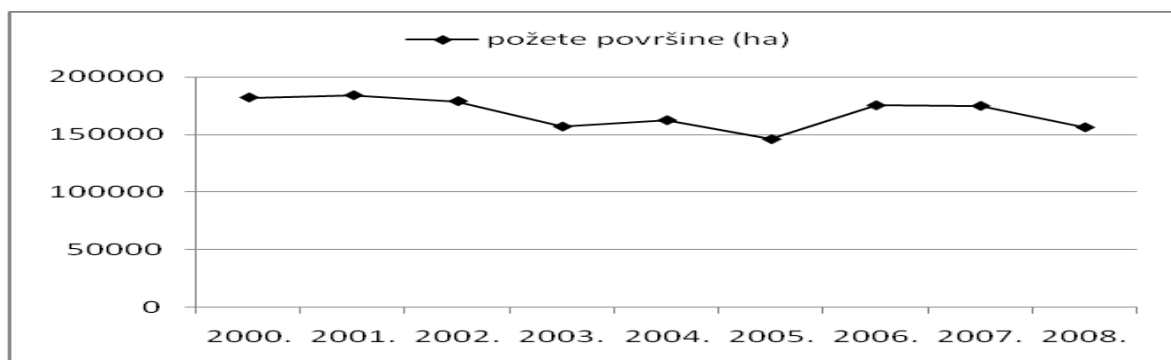
hrskavost kore) i panigramski koeficijent elastičnosti (postotni odnos stišljivosti i elastičnosti sredine kruha). Utvrđuju se probnim pečenjem. Neizravni pokazatelji kvalitete kruha su: sadržaj bjelančevina (topivih i netopivih) (%), sedimentacijska vrijednost (mL), sadržaj maltoze (%), moć upijanja vode (%), farinografski kvalitetni broj, fizička i kemijska svojstva zrna: hektolitarska, apsolutna i specifična masa, krupnoća, oblik, boja, konzistencija, miris, okus, zdravstveno stanje, čistoća, oštećenost zrna (Kovačević i Rastija, 2009.). Prema Martinčiću i sur., 1996., sedimentacijska vrijednost pokazuje kvalitetu ljepka, sadržaj ukupnih bjelančevina i sadržaj vlažnog i suhog glutena. Također je važna i granulacija čestica brašna (meka i oštra) i sadržaj mineralnih tvari (tip brašna). Važna su organoleptička (miris, okus, boja, onečišćenje nametnicima), kemijska (vlaga, pepeo, količina i kakvoća ljepka, kiselost) i fizikalna svojstva brašna (farinografski i ekstenzografski pokazatelji), prema Kalinović, 1997. Na brašnu dobivenom izmeljavanjem ispituju se reološka svojstva tijesta putem farinograma (moć apsorpcije vode/stupanj hidratacije (%)) (I. klasa 66-69 %, II. klasa 60-62 %, III. klasa 56-59 %), razvoj tijesta (min.), stabilnost (min.), rezistencija (min.), stupanj omekšanja (FJ), kvalitetni broj, kvalitetna grupa) i ekstenzograma (energija (cm<sup>2</sup>), otpor (EJ), rastezljivost (mm), otpor/rastezljivost). Kvaliteta sorte, uz njegovu determinaciju, može se odrediti i pomoću elektroforeze, kojom se, po principu izdvajanja, utvrđuje sadržaj i sastav ukupnih bjelančevina (Martinčić i sur., 1996.).

Hranidbena vrijednost pšenice se odnosi na kaloričnu vrijednost (oko 9000 J, prema Gagro, 1997.), koja je u pozitivnoj korelaciji s prinosom te sadržaj i aminokiselinski sastav bjelančevina, vitamine i minerale (Martinčić i sur., 1996.). Prema Mađariću, 1985., pšenica sadrži 15 puta manje lizina i šest puta manje metionina i treonina nego mlijeko. Bjelančevina kazein iz mlijeka je puno kvalitetnija od bjelančevina pšenice. Također je omjer proteina i ugljikohidrata u kruhu preširok (1 : 8 umjesto optimalnog 1 : 4).

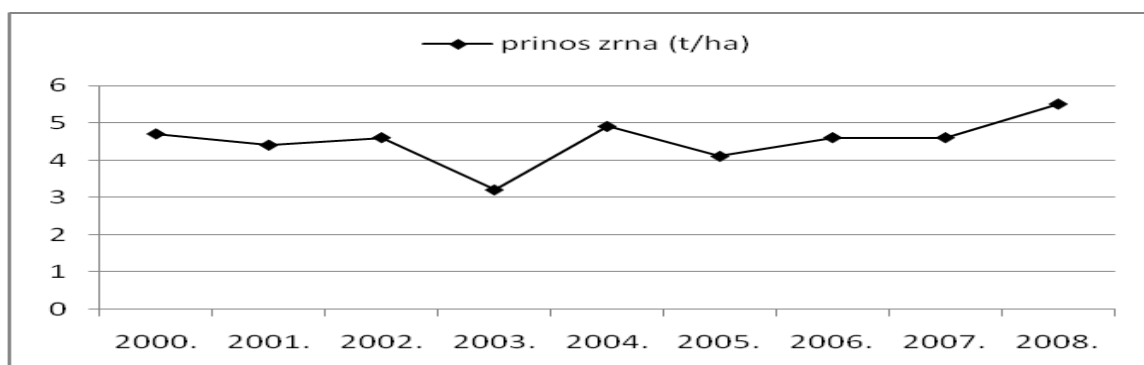
Geni koji kontroliraju sintezu glutenina u heksaploidnih pšenica nalaze se na kromosomima 1A, 1B i 1D, velike su molekularne mase i smješteni na lokusima *Glu-A1*, *Glu-B1* i *Glu-D1*. Većina austrijskih sorata visoke pekarske kvalitete (BQG 9, 8 i 7) posjeduje gluteninske podjedinice *Glu-B1* 7+9 i *Glu-D1* 5+9, slično njemačkim i hrvatskim sortama, dok sorte srednje i niske pekarske kvalitete imaju kombinacije 6+8 i 5+10 respektivno, 5+8 i 2+12 respektivno i 7+8 i 2+12, navode Oberforster i Werteker, 1995. Prema Martinčiću i sur., 1996., sastav rezervnih bjelančevina je genetski uvjetovano svojstvo, potpuno neovisno o vanjskim čimbenicima.

### 1.2.3. Proizvodnja pšenice

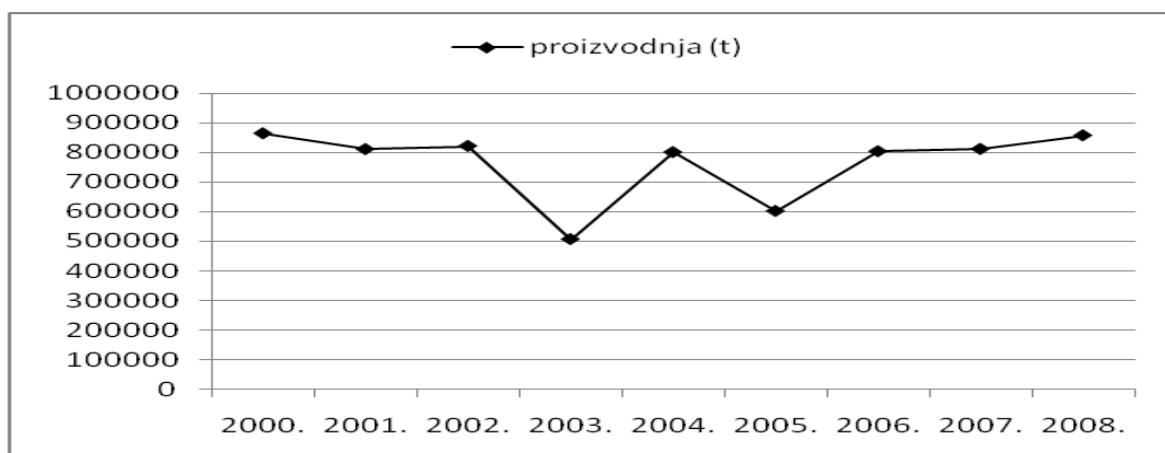
U zadnjih pedesetak godina došlo je do naglog povećanja prinosa zrna pšenice i proizvodnje po jedinici površine, kako u Hrvatskoj, tako i u cijelom svijetu, što je rezultat unaprijeđenja agrotehnike (uređenje tla agro- i hidromelioracijama, primjene kemijskih sredstava u zaštiti usjeva od bolesti, štetnika i korova, mehaniziranje radnih procesa, razvoj visokorodnih sorata). Stvaranje visokorodnih sorata započelo je 1943. godine financiranjem meksičkog programa oplemenjivanja pšenice od strane fondacije Rockefeller. Tijekom 1960-tih godina proširile su se na velike površine u svijetu ("zeleno revolucija"). Svoj genetički potencijal mogu ostvariti samo uz primjene intenzivne agrotehnike, tvrde Kovačević i Rastija, 2009. Prema Mađariću, 1985., prinos pšenice u Hrvatskoj se povećao s 12-15 dt/ha (između dva svjetska rata i 15 godina poslije Drugog svjetskog rata) na 30-40 dt/ha (1980 –te). Veličinu požetih površina u hektarima, prinos zrna u tonama po hektaru i opseg proizvodnje pšenice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2008. godine prikazuju grafikoni 1, 2 i 3.



Grafikon 1: Požete površine pod pšenicom u Republici Hrvatskoj od 2000. do 2008. godine (izvor: [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr))



Grafikon 2: Prinos zrna pšenice u Republici Hrvatskoj od 2000. do 2008. godine ( izvor: [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr))



Grafikon 3.: Opseg proizvodnje pšenice u Republici Hrvatskoj od 2000 do 2008. godine (izvor: [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr))

Tablica 2 prikazuje proizvodnju pšenice u svijetu u razdoblju od 2000. do 2009. godine kroz veličinu požetih površina u hektarima, prosječan prinos u tonama po hektaru i ukupnu proizvodnju u milijunima tona.

Tablica 2: Proizvodnja pšenice u svijetu od 2000. do 2009. godine (izvor: [www.ers.usda.gov](http://www.ers.usda.gov).)

Godina	Požete površine (milijuni ha)	Prinos (t/ha)	Proizvodnja (milijuni tona)
2000.	218,027	2,67	582,969
2001.	215,404	2,71	583,259
2002.	214,826	2,64	568,193
2003.	209,923	2,64	554,604
2004.	217,605	2,88	626,522
2005.	219,687	2,82	619,054
2006.	213,261	2,79	595,912
2007.	217,908	2,8	611,019
2008.	225,562	3,03	683,13
2009.	225,62	3,01	679,98

Tablica 3 prikazuje pet najvećih svjetskih proizvođača pšenice u 2008. i 2009. godine s obzirom na veličinu požetih površina u milijunima hektara, prosječan prinos u tonama po hektaru i ukupnu proizvodnju u milijunima tona.

Tablica 3: Najveći svjetski proizvođači pšenice u 2008. i 2009. godini (www.fas.usda.gov)

Država	Požete površine (mil. ha)	Prinos (t/ha)	Proizvodnja (mil. t)
SAD	22,54	3,02	68,02
KINA	23,62	4,76	112,46
INDIJA	28,15	2,79	78,57
RUSIJA	26,65	2,39	63,7
EU-27	26,99	5,59	157

#### 1.2.4. Prinos pšenice

Prinos (urod) zrna pšenice je složeno kvantitativno svojstvo, niske do srednje heritabilnosti, kontrolirano od strane minor i major gena, prvenstveno onih s aditivnim učinkom, na čiju izražajnost znatno utječu vanjski čimbenici (vremenske prilike, agrotehnika, prisutnost i intenzitet napada/brojnost bolesti i štetnika, svojstva tla). Osnovne komponente prinosa su broj klasova po jedinici površine, broj zrna po klasu i masa zrna (apsolutna, hektolitarska), tvrde Martinčić i sur., 1996. Za prinos zrna važne su i visina vlati i osobine klasa: dužina klasa, broj klasića po klasu, te masa zrna jednog klasića. Produljenje klasa i povećanje broja klasića u klasu ima izravno djelovanje na prinos, koje se očituje u povećanju broja zrna u klasu, a neizravno u povećanju fotosintetske aktivnosti preko povećanog intenziteta fotosinteze zbog većeg broja pljeva i pljevica klasa (Marić, 1998.). U oplemenjivanju pšenice na navedena svojstva ne poboljšavaju se samo jedno svojstvo zbog njihove međusobne ovisnosti, jer u tom bi slučaju došlo bi do pogoršanja nekog drugog svojstva. Stoga je važno utvrditi njihove kolerativne veze da bi se utvrdile mogućnosti poboljšanja i najbolji odnos pojedinih svojstava, navodi Marić, 1998. Stvarna rodnost nekog genotipa utvrđuje se u preliminarnim i sortnim pokusima tijekom više godina i na različitim lokacijama s različitim agroekološkim uvjetima (Martinčić i sur., 1996.). U različitim okolinama (stresnim i nestresnim) različiti geni kontroliraju razvoj (fenotipsku ekspresiju) svojstva ili različiti aleli istog genetskog sustava imaju pozitivne ili negativne učinke na urod ovisno o okolini, zaključili su Barić i Šarčević, 1998. Drezner i sur., 2010., utvrdili su značajne interakcije genotip i godina, genotip i lokacija, godina i lokacija i genotip i godina i lokacija te za svojstva uroda zrna, hektolitarske mase i mase 1000 zrna.

Broj klasova po jedinici (gustoća sklopa) površine nije svojstvo, nego odnos nekih svojstava biljke i vanjskih čimbenika. Najpovoljniji sklop na određenoj površini moguće je postići gušćom sjetvom povećavanjem broja biljaka, ili većim nabusavanjem koje se postiže ovisno o svojstvima sorte i vanjskim čimbenicima (vegetacijski prostor, gnojidba), navode Martinčić i sur., 1996. Hladnija i vlažnija klima, uz višu gnojidbu i zaštitu omogućuje gušći sklop (800 klasova/m<sup>2</sup>), što ne vrijedi za uzgoj u suhim i toplim područjima, gdje inducira povećanje transpiracije te je pšenicu potrebno sijati rjeđe (600 klasova/m<sup>2</sup> optimum), tvrde Kovačević i Rastija, 2009. Prema Barić i Šarčević, 1998., proučavanje nasljednosti provodi se uvijek u rijetkom sklopu zbog slabe konkurencijske sposobnosti visokorodnih sorata pšenice. U suprotnom, zbog konkurencije među genotipovima, dolazi do promjena aditivne i dominantne komponente varijance te je procijenjena nasljednost za sva svojstva znatno manja.

Broj zrna po klasu je nasljedno svojstvo pod velikim utjecajem vanjskih čimbenika. U negativnoj je korelaciji s brojem klasova po jedinici površine. Gušći sklop uvjetuje smanjenje broja zrna po klasu, ali ne i mase zrna. Što je manji broj zrna po klasu, težina (krupnoća) zrna je veća (Martinčić i sur., 1996.). Broj potencijalnih zrna smanjuje se od cvatnje smanjenjem broja realiziranih cvjetova. Za stvaranje klasa s većim brojem zrna odgovara postupan porast temperature u proljeće pri čemu se preferiraju ispodprosječne vrijednosti. Stvaranju klasa prethodi stvaranje začetaka članaka klasnoga vretena, začetaka klasića u klasu i cvjetova u klasićima, stoga je važna prihrana u busanju i vlatanju. Klas sa 40-50 klasića zadovoljava zahtjeve za povećanim prinosom (Kovačević i Rastija, 2009.).

Masa zrna je nasljedno svojstvo pod manjim utjecajem vanjskih čimbenika. Što je veći broj zrna u klasu, veće je variranje u masi pojedinog zrna (Martinčić i sur., 1996.). Najčešće se promatra masa 1000 zrna, koja ovisi o trajanju i intenzitetu nalijevanja zrna (najintenzivnije od 10. do 25. dana nakon cvatnje). Apsolutna masa od 50 g pokazatelj je visokog prinosa zrna (Kovačević i Rastija, 2009.).

Optimalni uvjeti za razvoj svih komponenti prinosa su ponuda vode, hraniva i svjetlosti, plodored obrada tla i zaštita usjeva od bolesti i štetnika. U optimalnim uvjetima najmanje je odumiranje stvorenih sekundarnih vlati (veći koeficijent busanja), začetaka klasića i cvjetova. Također je važno trajanje određenih faza vegetacije ovisno o klimi područja i vremenskim prilikama tijekom vegetacije. Često na visoke prinose pozitivno djeluje hladnije vrijeme i sporo odvijanje faza vegetacije (Kovačević i Rastija, 2009.).

Neizravno na prinos zrna utječu morfološka i fiziološka svojstva: visina i čvrstoća stabljike (otpornost na polijeganje), snošljivost i otpornost (prilagodljivost) na nepovoljne vanjske čimbenike – abiotski i biotski stres (niske temperature, bolesti, štetnici), dužina vegetacije, ranozrelost, žetveni indeks, te razvijenost korijenovog sustava (sposobnost usvajanja hraniva), tvrde Martinčić i sur., 1996.

Svojstva visokorodnih sorata su: otpornost na polijeganje (kratka i čvrsta stabljika, manja sklonost busanju, razgranat debeo korijen, kopljasto postavljeni listovi), povoljan žetveni indeks (velik udio klasa naspram vegetativnog dijela biljke), dobro podnošenje gušćih sklopova i većih količina dušika, veći broj fertilnih cvijetova u klasu te veće potrebe za hranivima (Kovačević i Rastija, 2009.).

### **1.3. Oplemenjivanje pšenice**

#### **1.3.1. Oplemenjivački ciljevi**

Oplemenjivanje pšenice u Republici Hrvatskoj započelo je na Kraljevskom višem gospodarskom učilištu u Križevcima 1911. godine, radovima Gustava Bohutinskog, koji je individualnom selekcijom izdvojio više kvalitetnih linija pšenice. Godine 1936. Mirko Korić je na Selekcijskoj stanici u Osijeku križanjem talijanske sorte Carlotta Strampelli s kanadskom sortom Marquis stvorio U-1 ili Osječku šišulju, prvu izrazito uspješnu sortu ozime pšenice koja se zadržala u proizvodnji do 60-tih godina 20. stoljeća. Sorte Bankuty 1201 i 1205 (Laslo Baroš) također su zauzimale znatne površine u istočnoj Hrvatskoj. U zapadnoj Hrvatskoj bile su raširene Maksimirske brkulje, M-530 i M-540, izdvojene 1937. na Pokušalištu Maksimir (Alojz Tavčar). Sve domaće sorte koje su se uzgajale do sredine 1950-tih godina bile su ekstenzivnog tipa, visoke vlati i prinosa nešto iznad 1 t/ha. Problem niskih prinosa pokušao se riješiti 1956. godine introdukcijom talijanskih sorata i primjenom agrotehnike prema uputama talijanskih stručnjaka. Nisu se značajnije proširile u proizvodnji zbog nedovoljne prilagođenosti našim agroekološkim uvjetima, ali predstavljaju važan izvor genetičke varijabilnosti u oplemenjivačkim programima. Talijanske polupatuljaste ranozrele sorte (San Pastore, Libellula, Leonardo, Abbondanza) su povećale prinose na 4 t/ha, ali su zbog osjetljivosti na niske temperature imale nestabilne prinose po godinama. Godine 1963. uvezeni su sovjetske sorte (Bezostaja 1, Mironovska 808, Kavkaz i Aurora) vrlo dobre otpornosti na zimu, dobrog produktivnog busanja, visoke tehnološke kvalitete zrna, osjetljive

na pepelnicu i sklone polijeganju. U našim uvjetima redovito su doživljavale toplinski udar jer do pojave visokih ljetnih temperatura ne bi uspjele završiti nalijevanje zrna. Zlatna dolina (1974., Josip Potočanec) bila je prva hrvatska visokorodna sorta u kojoj su ujedinjena svojstva talijanskih (niska vlat, otpornost na polijeganje, ranozrelost, povećana plodnost klasa) i američkih sorata (otpornost na niske temperature, te na lisnu i crnu hrđu, kvaliteta zrna i brašna). U nekim godinama zauzimala je 50 % površina pod pšenicom, ali je bila osjetljiva na pepelnicu. Tu su još i Sava, Novosadska rana, Slavonka i Sava. Općenito govoreći, sortiment pšenice 70-tih godina karakterizira visok prinos i slaba kvaliteta zrna. Sortiment pšenice osamdesetih godina karakterizira visok prinos i poboljšana kvaliteta zrna. Današnje hrvatske sorte ozime pšenice karakterizira potencijal rodosti od oko 10-12 t/ha i više, te visoka pekarska i mlinarska kvaliteta zrna (Srpanjka, Super Žitarka, Golubica, Žitarka, Janica, Lucija, Barbara, Panonka, Renata, Katarina, Alka, Seka, Pipi, Aida, Lela, Ilirija, Zlata, Mihaela, Miranda, Ružica, Vulkan, Felix, Jana, Olimpija, Tihana, Veronika, Mura, Kalista, Gabi, Fiesta, Nika, Matea, Anika, Rapsodija, Kruna, Lara, Lenta, Perla, Astra, Livija, Estera, Prima, Marija, Mihelca, Sana, Adriana, Zdenka, Tina, Bc-Renata, Bc-Lidija, Bc-Mira), prema podacima iz publikacija Poljoprivrednog instituta i Agrigenetics d.o.o. iz Osijeka te Bc-instituta iz Zagreba, iz 2008., 2009. i 2010. godine. Zastupljenost jare pšenice u Hrvatskoj je zanemariva. Gagro, 1997. spominje sljedeće sorte: Planinka, Goranka, Brđanka, Livanjka, Jarka, Neretva, Sivka.

Prvi pravac oplemenjivanja ozime pšenice u Hrvatskoj vodi stvaranju sorata visine vlata 70-75 cm uz istovremeno produljenje i povećanje plodnosti klasa (žetvenog indeksa) kod patuljastih sorata. Drugi pravac je stvaranje sorata više stabljike (90-100 cm), značajno povećane dužine i fertilnosti klasa, što preko povećanja ukupne biomase dovodi do povećanja uroda zrna (Bede, 1998.). Prema Martinčiću i sur., 1996., daljnji rad usmjeren je na stvaranje novih sorata s potencijalom rodosti od 15 t/ha zrna preko promjena osobina klasa (dužina 10-15 cm, 23-25 klasića, 4,5 zrna u klasiću), visoke prirodne otpornosti prema bolestima s ciljem smanjene upotreba pesticida te smanjene potrebe za visokom agrotehnikom (prvenstveno gnojidba dušikom). Visoke prinose u pogledu duljeg klasa i većeg broja klasića u klasu moguće je postići uz nižu sjetvenu normu (400 klijavih zrna/ha), utvrdili su Martinčić i sur., 2003.

Genetička varijabilnost potrebna u oplemenjivanju pšenice može biti prirodna (druge *Triticum* vrste i forme, drugi rodovi iz podtribusa *Triticinae*), gdje se vrste i rodovi spontano križaju

bez poteškoća i umjetna (spontana i inducirana mutageneza, udaljena hibridizacija, hibridizacija unutar vrste, poliploidija i aneuploidija), gdje dolazi do raznih izmjena na setovima kromosoma i pojedinim kromosomima. Nove biotehnoške metode oplemenjivanja pšenice su kultura tkiva i antera, fuzija protoplasta i genetski inženjering. Važan izvor genetičke varijabilnosti za pojedina svojstva je germoplazma iz gen-banaka, stvorena vlastitim ili tuđim oplemenjivačkim radom (Martinčić i sur., 1996.), te prirodne, vrlo varijabilne, populacije iz gen-centara. Germoplazma je cjelokupnost genetskog materijala određene kultivirane vrste (sve stvorene sorte, linije, hibride, divlje i primitivne srodnike i njihove križance), a u križanjima se koristi samo njezin manji dio ili izvor gena (engl. "gene pool"), navode Martinčić i Marić, 1998.

### 1.3.2. Metode oplemenjivanja pšenice

U nas se u najvećoj mjeri koriste klasične metode oplemenjivanja: introdukcija, selekcija, hibridizacija, a najmanje inducirane mutacije i biotehnologija (Martinčić i sur., 1997.).

Kao što je ranije rečeno, introdukcija visokorodnih stranih sorata nije bila osobito uspješna upravo zbog njihove neprilagođenosti agroekološkim uvjetima na ovom području.

Osnovna metoda oplemenjivanja u Hrvatskoj je hibridizacija (križanje) uz selekciju nakon hibridizacije. Prvo se određuje oplemenjivački cilj, odnosno definiranje jednog ili više svojstava koja se žele poboljšati, te ideja o fenotipu nove visokorodne sorte. Važan je izbor roditeljskih genotipova (dva ili više). Kod poboljšavanja niskoheritabilnoga svojstva kao što je prinos, kao roditelji biraju se najprinosnije sorte, genetski što divergentnije, kao što su poznate, u proizvodnji zastupljene sorte ili dobre oplemenjivačke linije. Potrebno je uzeti u obzir opće i specifične kombinacijske sposobnosti roditelja (Martinčić i sur., 1997.). Roditeljske komponente siju se posebno na pokusnom polju u redove uz pogodno grupiranje (Martinčić i Marić, 1996.). Heterozis efekt koji se pojavljuje prilikom križanja, neizravno se koristi za poboljšanje komponenti prinosa. Za pojavu heterozisa roditelji trebaju imati visoke prosječne vrijednosti svojstva/svojstava, različit pedigree ili da su iz dvije germplazme. Također bi se trebali razlikovati u komponentama prinosa kako bi došlo do transgresivnog cijepanja i u potomstvu (Barić i sur., 2008.). Radi postizanja navedenih učinaka, važno je procijeniti genetsku varijabilnost i stupanj srodstva između oplemenjivačkog materijala jer hibridizacija između divergentnih roditeljskih genotipova omogućuje veću segregaciju i kombinaciju poželjnih alela. Genetska varijabilnost između genotipova procjenjuje se na



osnovu kvalitativnih i kvantitativnih svojstava te na molekularnoj razini (Petrović i sur., 2009.).

Tehničko izvođenje hibridizacije u pšenice kao samooplodne kulture sastoji se u ručnoj emaskulaciji i oprašivanju. Emaskulacija (uklanjanje prašnika s majčinskog klasa) obavlja se jedan do tri dana prije cvatnje klasa (pojavljivanje iz rukavca lista, antere svijetlozelene) rezanjem nerazvijenih bazalnih i vršnih klasića (1-3). U ostalim se klasićima uklanjaju svi cvijetici trećeg i viših redova. Prašnici se uklanjaju pincetom, pri čemu se razmaknu obuvenc i košuljica. Također se mogu odstraniti pomoću škarica uklaňanjem vršnih dijelova cvjetića. Polinacija se obavlja dva do četiri dana nakon emaskulacije na više načina: prelaženjem prašnika iz cvjetića očinske biljke preko njušaka tučka majčinske, pomoću kista i sakupljenog polena te pomoću čitavih klasova (2-3) očinske biljke koji se, skupa s 25 cm vlati, koja se stavi u posudu s vodom tako da klas bude smješten iznad emaskuliranog klasa majčinske biljke. Potom se oba klasa zatvaraju vrećicom i tako ostaju do pred žetvu. Nakon obavljene polinacije, oplodene biljke se označe (etiketiraju) i zabilježe se potrebni podaci (Martinčić i Marić, 1996.). Ako postoje velike razlike između genotipova koje križamo, potrebno je sinkronizirati cvatnju, što se postiže npr. sjetvom u različitim rokovima (različite potrebe za duljinom dana), gustoćom sjetve (rjeđa sjetva kod nekih inducira jače busanje i kasniju cvatnju) i regulatorima rasta (Martinčić i sur., 1996.).

Koriste se različiti načini križanja: jednostruko, višestruko, postupno, dialelno, križanja dva i dva roditelja, lančano, "polycross", konvergentno i povratno. Nakon križanja pristupa se kontinuiranoj individualnoj selekciji (pedigree metoda) počevši od  $F_2$  generacije pa nadalje, od razdvajanja svojstava do stvaranja fenotipski ujednačenih linija ( $F_4$  generacija), koje u kasnijim generacijama odlaze na preliminarne, sortno-komparativne i komisijske pokuse. Potrebno je u prosjeku 10-12 godina za stvaranje jedne sorte pšenice. Također se primjenjuje, iako rjeđe, metoda smjese ("bulk" metoda), gdje se primjenjuje prirodna selekcija u mlađim cijepajućim generacijama za svojstva adaptibilnosti prema abiotskom stresu te metoda potomstva jednog sjemena, gdje se slučajnim izborom uzima po jedno zrno sa svake biljke (od  $F_2$  do  $F_5$  generacije) sve do postizanja ujednačenih linija. Rekurentna selekcija koristi se samo u poboljšanju svojstva ili svojstava oplemenjivačke populacije. Bit ove metode je formiranje genetski varijabilne populacije, izbor superiornih jedinki i njihovo međusobno križanje radi stvaranja nove poboljšane populacije koja se može iskoristiti kao nova sorta, kao roditelj za stvaranje nove populacije hibridizacijom ili kao početna oplemenjivačka populacija

za izbor novih oplemenjivačkih linija. Martinčić i Mađarić, 1970. su utvrdili njezinu korisnost u snižavanju visine stabljike i povećanju klasa.

Kao kemijski mutageni u oplemenjivanju su upotrijebljeni (Bede, 1970.) etilmetansulfonat i etililenimin u različitim kombinacijama te gama zrake u dvije doze na osječkim kultivarima Dubrava, Slavonka i Tena, što je rezultiralo stvaranjem mutanata niske stabljike s većom masom 1000 zrna, krupnijeg zrna i većeg broja plodnih vlati (Martinčić i sur., 1996.).

U oplemenjivanju pšenice ne koristi se puno hibridizacija između različitih vrsta pšenice, bez obzira na izraženi heterozis. To je moguće primjenom citoplazmatske muške sterilnosti i gametocida. U tom postupku postoje 3 linije: majčinska fertilna (održivač), majčinska sterilna sa citoplazmatskom muškom sterilnošću i očinska s genetskom osnovom za obnavljanje plodnosti (Rf-faktor), navode Martinčić i sur., 1996.

Preliminarni pokusi obavljaju se nakon određenog broja generacija selekcije (ovisno o primijenjenoj metodi) kada se dobiju fenotipski ujednačene linije, a provode se tijekom jedne godine. Linija se uspoređuje sa standardnom sortom (najbolja na određenom području). Tijekom čitave vegetacije vrše se fenološka zapažanja, te se prati otpornost prema abiotским i biotskim stresnim čimbenicima. Nakon žetve razmatraju se rezultati prinosa, a odbacuju se linije s prinosom nižim od standarda ili s nekim drugim nepovoljnim svojstvima (bez obzira na viši prinos od standarda). Ako linija ima dobra oplemenjivačka svojstva, uvodi se u komparativne pokuse (Martinčić i Marić, 1996.).

Komparativni pokusi (sortni mikropokusi) se obavljaju s najboljim linijama u više ponavljanja (najčešće tri godine) po slučajnom blok sustavu. Obavljaju se opažanja tijekom vegetacije, oštećenja od niskih temperatura (ocjena od 1 do 9), mjerenje visine stabljike pred žetvu i davanje konačne ocjene biljaka na polju. Žetva se obavlja mehanizirano, posebno za svaku liniju. Nakon toga provodi se statistička analiza te analize kakvoće sjemena. U pokuse se uvodi standardna sorta (Martinčić i Marić, 1996.).

Nova će sorta biti priznata i uvedena u proizvodnju ako se biološki razlikuje od drugih sorata i nadmašuje postojeću standardnu sortu. Pokreće se zahtjev za priznavanje sorte nadležnim organima pri Ministarstvu poljoprivrede i šumarstva Republike Hrvatske s potrebnim podacima o oplemenjivaču, suradnicima, tijeku selekcije i sorti. Sorta se ispituje na pokusnom polju i u laboratoriju, čime se utvrđuje identitet, homogenost i stabilnost, proizvodna vrijednost (prinos i kvaliteta), lokaliteti u kojima ispitivana sorta daje veće prinose i bolje je

kvalitete od standarda. Ispitivanje traje tri godine i sorta se u pokusnom polju uspoređuje sa standardom. Nadležni državni organ obrađuje godišnje rezultate na pokusnom polju te konačne rezultate na pokusnom polju i u laboratoriju. Konačni rezultati dostavljaju se Komisiji za priznavanje, odobravanje i zaštitu sorti ratarskog i povrtlarskog bilja i Potkomisiji za strne žitarice/pšenicu. Ako su zadovoljeni svi uvjeti, tada se Ministarstvu poljoprivrede i šumarstva dostavlja prijedlog za priznavanje novostvorene sorte, na osnovu kojeg se donosi rješenje o njezinu priznavanju te se upisuje u registar zajedno s osnovnim podacima o sorti, oplemenjivaču i količini sjemena za svaku godinu, tako da sjeme novostvorene sorte može ići u promet (Martinčić i Marić, 1996.).

### 1.3.3. Sjemenarstvo pšenice

Umnožavanje sjemena nove sorte pšenice započinje nakon prijavljivanja Komisiji. Prema Gubercu, 2000., kategorije sortnog sjemena pšenice prema OECD-u su: predosnovno, osnovno, certificirano sjeme prve generacije (C1), certificirano sjeme druge generacije (C2), certificirano sjeme treće generacije (C3), samooplodna linija, jednostruki hibrid (SC), dvostruki hibrid (DC) i trostruki hibrid (TWC). Prema novom sustavu označavanja, pojedine kategorije imaju etikete određene boje. Kategorije sortnog sjemena prema starim kriterijima: super-super elitno sjeme (SSE), superelitno sjeme (SE), elitno sjeme (E), originalno sjeme (O), sjeme prve sorte reprodukcije (I SR) i druge sorte reprodukcije (II SR). Za svaku kategoriju postoje posebne norme vezane uz kvalitetu. Pšenica je samooplodna kultura pa u sjemenskoj proizvodnji nije potrebna prostorna izolacija, ali ipak zahtjeva određene uvjete: odgovarajuće površine (plodored) za sjetvu, optimalne agrotehničke mjere (obrađa tla, gnojidba, sjetva), sjetvu obaviti odgovarajućim kategorijama sjemena, pregledi i stručni nadzor (aprobacija usjeva), prijava sjemenskog usjeva nadležnim organima, mjere opreza (miješanje sjemena sorata i vrsta pri sjetvi, žetvi ili skladištenju), kvalitetna dorada i promet.

Sjemenska proizvodnja započinje stvaranjem visokim kategorijama sjemena nakon priznavanja nove sorte. Izabere se određen broj karakterističnih klasova, ovisno o potrebnoj količini sjemena prve sorte reprodukcije. U laboratoriju obavi se pregled i selekcija klasova s obzirom na karakteristična svojstva. Slijedi vršidba svakog pojedinog klasa i pregled svakog zrna. Doradeno zrno se sije po načelu "klas na red". Na temelju opažanja tijekom vegetacije odbacuju se sve atipične biljke ili redovi, a preostali se ovrše malim kombajnima. To se sjeme doradi i sije kao SSE za proizvodnju SE koje nadalje koristi za

proizvodnju E. Sjeme I SR je komercijalno sjeme za široku proizvodnju i proizvodi se iz E pod nadzorom sjemenarskih stručnjaka (Martinčić i sur., 1996.).

Za aprobaciju sjemenskog usjeva pšenice potrebno je podnijeti zahtjev s potrebnim podacima nadležnom organu Ministarstva poljoprivrede i šumarstva (Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo). Pregledom se utvrđuje odgovara li usjev uvjetima proizvodnje sjemena, nakon čega se sastavlja potrebna dokumentacija. Vrsta, sorta, kategorija, kvaliteta i podrijetlo sjemenskog materijala upotrijebljenog za proizvodnju i umnožavanje utvrđuje se na osnovi uvjerenja o priznavanju sjemenskog usjeva za proizvodnju poljoprivrednog sjemena i deklaracije o kvaliteti sjemena uz otpremnicu, a za sjemenski materijal iz uvoza, potrebno je uvjerenje o čistoći sorte izdano od ovlaštenog organa zemlje izvoznice uz deklaraciju o kvaliteti poljoprivrednog sjemena. Tijekom vegetacije kontrolira se čistoća vrste, autentičnost i genetska čistoća sorte, linija ili roditeljskih komponenata, opće stanje i razvoj sjemenskog usjeva pšenice (izgled, ujednačenost, porast), prostorna izolacija i zakorovljenost. U pšenice se prvi pregled obavlja u klasanju i punoj cvatnji pri čemu se utvrđuje genetska čistoća sorte ili vrste (nadzirana površina od 100 m<sup>2</sup> za površinu od 10 ha), prisutnost korova, ujednačenost s obzirom na bujnost i gustoću usjeva, veličinu i plodnost klasova, zriobu (neujednačenost manja od 20 % ukupne površine), opće stanje i polijeganje usjeva (manje od 20 % prije početka mliječne zriobe). Drugi pregled se obavlja tijekom voštane zriobe usjeva kad se utvrđuje postotak primjesa drugih vrsta i sorata, prisutnost korova, opće stanje i polijeganje usjeva (Guberac, 2000.).

#### **1.4. Ciljevi istraživanja**

1. Utvrditi postojanje varijabilnost svojstava visine biljke, broja klasića po klasu i broja zrna po klasu, te visine stabljike genotipova unutar hrvatske i austrijske germplazme pšenice.
2. Na osnovu dobivenih podataka utvrditi superiorne genotipove usporedbom sa standardnim sortama koji bi poslužili kao izvori genetičke varijabilnosti u daljnjem oplemenjivačkom radu.

## 2. MATERIJAL I METODE RADA

Četrdeset sorata ozime pšenice posijano je po slučajnom blok sustavu u tri ponavljanja 31. listopada 2008. godine na pokusnim parcelama površine 7,2 m<sup>2</sup> Poljoprivrednog instituta u Osijeku, na jugoistočnom položaju u blizini grada. U pokus su uključene stare i nove sorte i linije iz oplemenjivačkog programa Poljoprivrednog instituta u Osijeku, Bc-instituta u Zagrebu i Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima te francuske, talijanske, ruske i austrijske sorte. Ispitivane sorte priznate su i nalazile su se u proizvodnji u razdoblju od 1931. do 2008. godine, dok ispitivane linije predstavljaju novi oplemenjivački materijal od kojega se dio nalazi u postupku priznavanja.

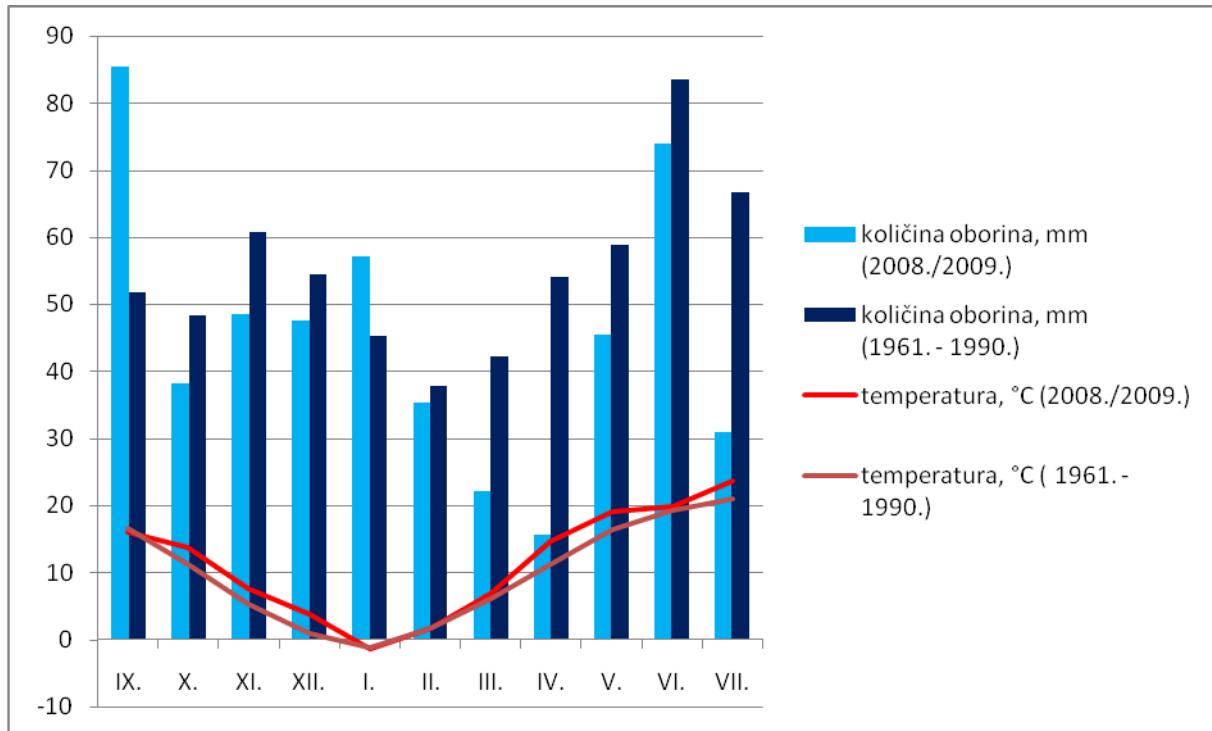
Tijekom vegetacijske godine 2008./2009. u fazi voštane zriobe obavljena su poljska mjerenja svojstva visine biljke i dužine klasa za svaki genotip u svakom ponavljanju. Statistička analiza dobivenih podataka, uz upotrebu analize varijance i LSD-testa, obavljena je u SAS Software-u 9. 1. 3 (2002-2003). Utvrđivanje broja klasića i broja zrna po klasu obavljeno je u laboratoriju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku.

Tip tla pod ispitivanim usjevom je eutrični kambisol (smeđe tlo), kojeg karakterizira: raspored horizonata Amo ili Aoh - (B)<sub>v</sub> - C ili R, karbonatni ili bazični supstrat (prapor, sedimenti, eruptivi) s dosta ilovače i 35 do 45 % gline, slabo kisela do neutralna reakcija, s 3 – 5 % humusa, dobra opskrbljenost hranivima, stabilna struktura, povoljni vodozračni odnosi (pod prirodnom vegetacijom), automorfan način vlaženja, sklonost procesu agrilosinteze (Klobučar, 1983.).

### 2.1. Klimatski uvjeti na području Osijeka

Prema Köppenovoj klimatskoj klasifikaciji na području Osijeka prevladava klima oznake Cfbwx što označava umjereno toplu kišnu klimu sa srednjom temperaturom najhladnijeg mjeseca u godini između -3 i -18 °C, bez izrazito suhog razdoblja ili s karakterističnom zimskom suhoćom, srednjom temperaturom najtoplijeg mjeseca u godini višom od 10, a nižom od 22 °C, uz to što bar četiri uzastopna mjeseca imaju srednju temperaturu višu od 10 °C, te uz mnogo kiše početkom ljeta, u kasnom ljetu malo oborina. Prema Thornatwaiteovoj podjeli, područje Osijeka ubraja se u subhumidnu ili poluvlažnu klimu s godišnjim indeksom vlažnosti  $\sum I_{P/E} = 32 - 63$  (Penzar, 2000.).

Bez obzira na navedene pravilnosti postoje izvjesna odstupanja vremenskih prilika od višegodišnjeg prosjeka tijekom pojedinih godina, uslijed sve izraženijih klimatskih promjena. Grafikon 4 prikazuje prosječne vremenske prilike (srednje mjesečne temperature zraka i količinu oborina) tijekom vegetacijske sezone pšenice 2008./2009. u usporedbi s tridesetogodišnjim prosjekom od 1961. do 1990. godine.



Grafikon 4: Vremenske prilike tijekom vegetacijske sezone pšenice 2008./2009. i u razdoblju od 1961. do 1990. (izvor: Meteorološka stanica Osijek)

Iz prikazanog grafikona vidljive su značajne razlike vremenskih prilika u pogledu količine oborina tijekom 10 mjeseci vegetacijske sezone pšenice 2008./2009. od tridesetogodišnjeg prosjeka 1961. – 1990. u sljedećim vrijednostima izmjerenih klimatskih elemenata:

Količina oborina u rujnu 2008. godine, najvlažnijem mjesecu vegetacijske sezone 2008./2009. bila je značajno veća (za 33,6 mm) od tridesetogodišnjeg prosjeka 1961.- 1990. i ukupno je iznosila 85,4 mm. Naprotiv, količina oborina u studenome 2008. godine bila je manja za 12,1 mm u odnosu na isto razdoblje u tridesetogodišnjem prosjeku. U siječnju 2009. godine zapaženo je povećanje količine oborina, nakon čega je primijećen pravilan pad tog parametra sve do travnja 2009., najsušnijeg mjeseca vegetacijske sezone, kad je ona najmanja i iznosi 15,7 mm, nakon čega je došlo do ubrzanog porasta količine oborina u svibnju i lipnju 2009. U

srpnju 2009. godine uslijedio je nagli pad količine oborina sa 73,9 mm na 31 mm. U prikazu tridesetogodišnjeg prosjeka nisu vidljive velike razlike između količine oborina u pojedinim mjesecima vegetacijske sezone. Količina oborina je relativno jednaka uz blago silazno kretanje do mjeseca veljače, nakon čega slijedi daljnji porast s dosezanjem izrazitog maksimuma u lipnju (83,5 mm) nakon čega u srpnju slijedi smanjenje za 16,9 mm.

Srednja mjesečna temperatura zraka, dobivena zbrajanjem srednjih dnevnih temperatura u prvoj, drugoj i trećoj dekadi svakog mjeseca tijekom vegetacijske sezone, nije se značajnije mijenjala u usporedbi sa tridesetogodišnjim prosjekom od 1961. do 1990. Silazno kretanje temperature krivulje od rujna do siječnja (najhladnijeg mjeseca) iduće godine i uzlazno kretanje od siječnja do srpnja (najtoplijeg mjeseca) gotovo je indentično u oba promatrana razdoblja, uz postojanje neznatnih odstupanja u izmjeranim vrijednostima sezone 2008./2009. u odnosu na tridesetogodišnji prosjek 1961. – 1990. Grafički prikaz pokazuje nešto brže silazno i uzlazno kretanje temperature krivulje (brže izmjene temperature) i neznatno više temperature u odnosu na tridesetogodišnji prosjek, kao što je to bio slučaj u listopadu 2008. (temperatura viša za 2,4 °C) ili u svibnju 2009. godine (temperatura viša za 2,5 °C u odnosu na tridesetogodišnji prosjek 1960. – 1990.).



### 3. REZULTATI RADA I RASPRAVA

Tablica 6 prikazuje srednje vrijednosti ispitivanih genotipova (sorata i linija) ozime pšenice za svojstva visine biljke, broja klasića po klasu, broja zrna po klasu, njihovo podrijetlo i godinu priznavanja, te LSD vrijednost za svako svojstvo.

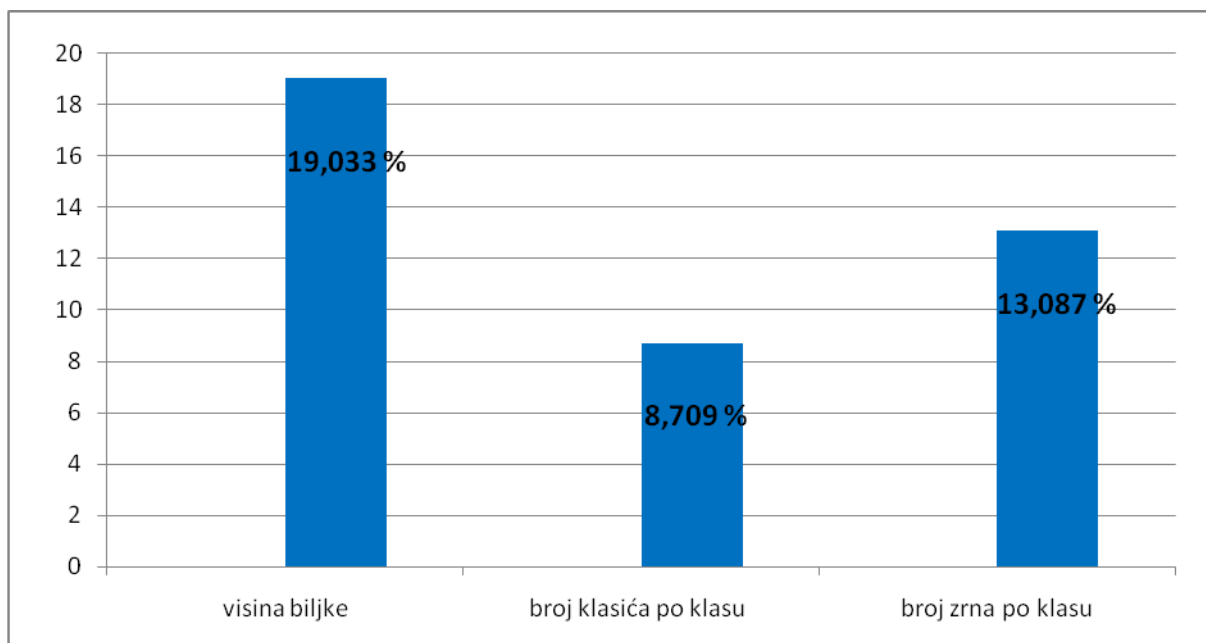
Tablica 6: Srednje vrijednosti svojstava ispitivanih sorata ozime pšenice

Br.	Genotip	Podrijetlo	Godina priznavanja	Visina biljke, cm	Broj klasića /klasu	Broj zrna /klasu
1.	U1	Hrvatsko	1936.	151,3	17,0	34,8
2.	Bezostaja	Strano	1963.	116,1	17,9	44,5
3.	Libelula	Strano	1965.	104,3	18,6	44,4
4.	Zlatna Dolina	Hrvatsko	1971.	88,9	18,8	44,0
5.	Osječka crvenka	Hrvatsko	1976.	95,3	17,8	38,7
6.	Osječka 20	Hrvatsko	1978.	83,1	16,4	43,7
7.	Sana	Hrvatsko	1983.	91,3	18,8	48,1
8.	Slavonija	Hrvatsko	1984.	84,0	16,6	42,2
9.	Žitarka	Hrvatsko	1985.	85,6	17,0	43,0
10.	Adriana	Hrvatsko	1988.	91,2	18,7	40,0
11.	Srpanjka	Hrvatsko	1989.	68,0	17,8	38,6
12.	Demetra	Hrvatsko	1991.	79,1	16,6	44,1
13.	BC Patria	Hrvatsko	1994.	93,9	18,8	52,9
14.	Divana	Hrvatsko	1995.	112,4	17,6	35,0
15.	Super Žitarka	Hrvatsko	1997.	81,9	17,3	45,5
16.	Golubica	Hrvatsko	1997.	85,3	19,2	42,8
17.	Barbara	Hrvatsko	1997.	88,0	17,2	43,0
18.	Soissons	Strano	2000.	87,2	17,7	39,1
19.	Lucija	Hrvatsko	2001.	80,7	18,0	52,6
20.	Ludwig	Strano	2002.	115,1	20,2	47,8
21.	BC Elvira	Hrvatsko	2002.	90,1	19,5	47,7
22.	Janica	Hrvatsko	2003.	85,9	19,2	54,2
23.	Alka	Hrvatsko	2003.	85,9	20,6	40,3
24.	Edison	Strano	2003.	123,1	23,7	51,4
25.	Eurofit	Strano	2005.	106,2	17,5	45,5
26.	Renata	Hrvatsko	2006.	75,0	17,2	36,0
27.	Aida	Hrvatsko	2006.	91,1	18,5	43,5
28.	Pipi	Hrvatsko	2006.	74,6	17,6	37,3
29.	Katarina	Hrvatsko	2006.	73,2	19,5	50,7
30.	Seka	Hrvatsko	2006.	77,6	20,4	47,6
31.	Lela	Hrvatsko	2006.	82,3	19,6	43,3
32.	Valerius	Strano	2006.	116,0	22,0	48,8
33.	Antonius	Strano	2006.	120,2	19,7	43,2
34.	Bastide	Strano	2006.	80,1	17,6	54,9
35.	Osk 63/05	Hrvatsko	2008.	104,8	15,9	39,0
36.	Osk 108/04	Hrvatsko	2008.	78,4	17,2	43,6
37.	Osk 241/04	Hrvatsko	2008.	71,5	17,2	42,2
38.	Osk 89/05	Hrvatsko	2008.	74,2	18,2	48,3
39.	Osk 64/05	Hrvatsko	2008.	71,3	17,9	34,0
40.	Osk 67/05	Hrvatsko	2008.	81,4	18,7	48,0
F vrijednost				65,19**	18,06**	7,13**
LSD 0,05				5,938	1,006	5,279
LSD 0,01				7,876	1,334	7,002

Analizom varijance utvrđene su statistički visoko opravdane razlike ( $P < 0.01$ ) za ispitivana svojstva visine biljke, broja klasića po klasu i broja zrna po klasiću. Ovakvi rezultati su očekivani obzirom na to da se radi o vrlo heterogenoj populaciji germplazme pšenice.

### 3.1. Analiza koeficijenta varijacije za svojstva visine biljke, broja klasića i broja zrna po klasu ispitivanih genotipova ozime pšenice

Koeficijent varijacije za svojstvo visine biljke između ispitivanih genotipova ozime pšenice iznosio je 19,033 %, za svojstvo broja klasića po klasu 8,709 %, a za broj zrna po klasu 13,087 %, kao što je prikazano u grafikonu 5. Utvrđena je visoka varijabilnost za svojstvo visine biljke i za broj zrna po klasu što ukazuje na mogućnost korištenja ispitivanih genotipova kao izvora genetičke varijabilnosti za daljnji oplemenjivački rad u smjeru hibridizacije, daljnje selekcije i stvaranju još varijabilnije populacije sa superiornijim genotipovima. (Petrović i sur., 2009., Martinčić i sur., 2003.).

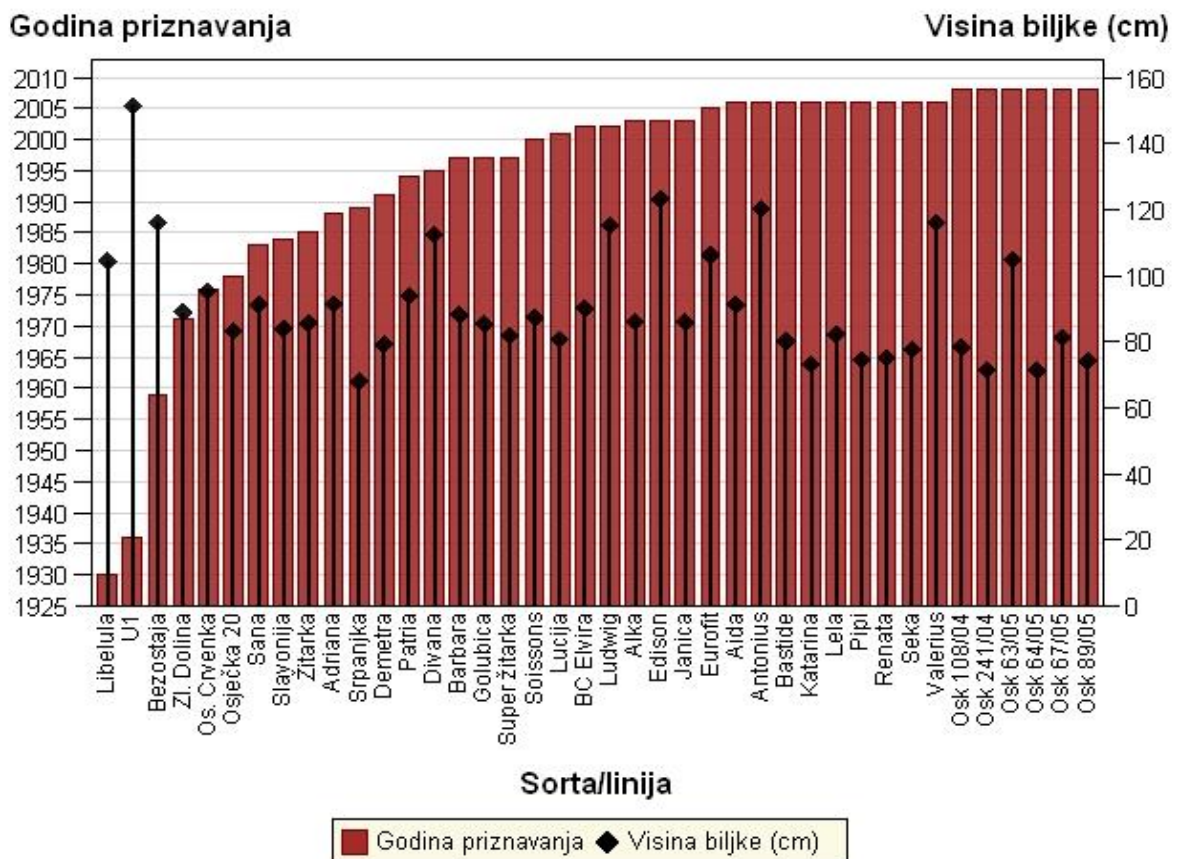


Grafikon 5: Koeficijent varijacije između ispitivanih genotipova ozime pšenice za svojstva visine biljke, broja klasića po klasu i broja zrna po klasu

### 3.2. Analiza srednje vrijednosti svojstva visine biljke ispitivanih genotipova ozime pšenice u usporedbi sa godinom priznavanja

Prateći razvoj hrvatskog sortimenta koji se nalazio u proizvodnji od 1930. do 2008. godine, očite su značajne promjene u visini stabljike korištenih sorata. Zabilježena je tendencija smanjenja visine stabljike uz istovremeno povećanje uroda zrna, što je postignuto unošenjem Rht-gena hibridizacijom, nadalje, transgresivnim cijepanjima svojstava i induciranim mutacijama s ciljem stvaranja polupatuljastih i patuljastih genotipova čvrste stabljike, otpornih na polijeganje i velike sposobnosti ukorjenjivanja (Mađarić, 1985.).

U grafikonu 7 je vidljivo da se visina biljke kretala od 68,0 cm (Srpanjka) do 151,3 cm (U1). Ukupna visina biljke smanjila se za 70 cm u narednih 50 godina, što je osobito vidljivo kod sorata Osječka 20, Žitarka i Sana, navode Petrović i sur., 2009.



Grafikon 7: Odnos godine priznavanja i visine stabljike ispitivanih genotipova ozime pšenice

Miladinović i sur., 1974., podijelili su sorte pšenice na sorte intenzivnog tipa, kod kojih razlikuju polupatuljaste, visine 70–75 cm, srednje visoke, visine 75–100 cm i visoke, stabljike više od 100 cm, te na sorte ekstenzivnog tipa, koje dijele na niske, visine stabljike ispod 100 cm, srednje visoke, visine 100–130 cm, i visoke, sa stabljikom visine iznad 130 cm. Od genotipova priznatih od 2005. godine do 2008. godine, većina sorata u pokusu imala je stabljiku visine od 75 do 90 cm (sorte Aida, Bastide, Katarina, Lela, Pipi, Renata, Seka, linije Osk 108/04, Osk 241/04, Osk 64/05, Osk 67/05 i Osk 86/05), dok su tri austrijske sorte Eurofit, Antonius i Valerius te hrvatska linija Osk 63/05 imale visinu od 110 do 120 cm što ukazuje na estenzivni model sorte selekcioniran u smjeru povećanja ukupne biomase (Bede, 1998.).

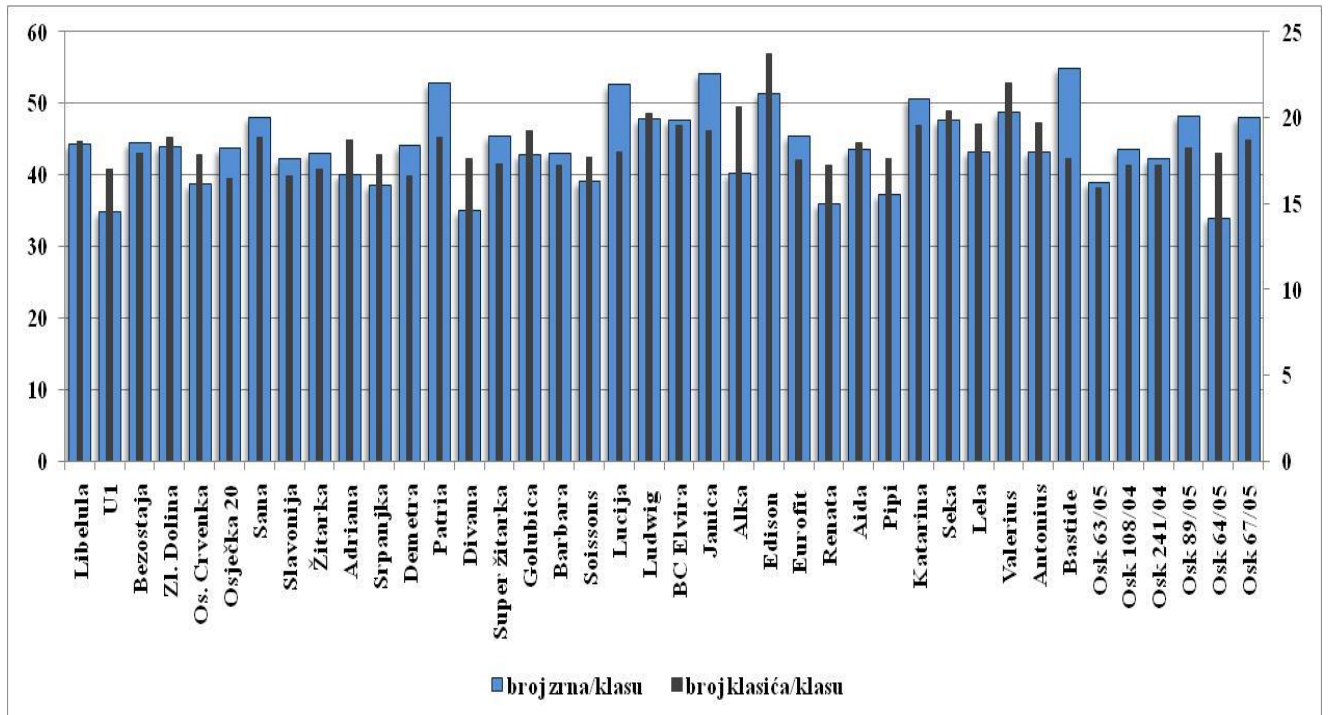
### **3.3. Analiza srednjih vrijednosti svojstava broja klasića po klasu i broja zrna po klasu ispitivanih genotipova ozime pšenice**

Broj klasića po klasu nije osnovna komponenta prinosa tj. ne utječe izravno na prinos zrna pšenice. Međutim ovo svojstvo vrlo je značajno za oplemenjivača pšenice jer preko njega se može utjecati na broj zrna po klasu koji je jedna od osnovnih komponenti prinosa. Klas sa 40-50 klasića zadovoljava zahtjeve za povećanim prinosom (Kovačević i Rastija, 2009.). Najveći broj klasića u klasu imao je austrijski genotip Edison (23,7), a najmanji hrvatski genotip Osk 63/05 (15,9).

Broj zrna po klasu je jedna od osnovnih komponenti prinosa pšenice i značajno svojstvo u oplemenjivanju novih genotipova. Predstavlja kvantitativno svojstvo koje je pod vrlo jakim utjecajem okoline te je u negativnoj korelaciji s ostalim komponentama prinosa. Tako se povećanjem broja zrna po klasu smanjuje masa zrna (Bede, 1998.). Broj zrna po klasu kretao se od 34,0 do 54,0 zrna po klasu. Najveći broj zrna u klasu imao je genotip Bastide, a najmanji hrvatski genotip Osk 64/05. Zbog velikog utjecaja načina uzgoja na navedeno svojstvo i njegov odnos sa ostalim komponentama prinosa prisutna je velika varijabilnost ovoga svojstva među genotipovima, te je oplemenjivanje na svojstvo broja zrna po klasu vrlo složeno (Marić, 1998.).

U grafikonu 6 prikazan je odnos između svojstava broja klasića po klasu i broja zrna po klasu između ispitivanih genotipova ozime pšenice. Iz grafikona je vidljivo da austrijski genotip Bastide ima relativno mali broj klasića po klasu u odnosu na broj zrna. U tog genotipa je

odnos broja zrna po klasu i broja klasića po klasu najmanji, dok je u hrvatskog genotipa Alke je omjer broja klasića i broja zrna po klasu najveći.



Grafikon 6: Odnos svojstava broja klasića po klasu i broja zrna po klasu ispitivanih genotipova ozime pšenice

## 4. ZAKLJUČAK

Najvažniji zaključci do kojih se došlo ovim istraživanjem su:

1. Analizom varijabilnosti uz upotrebu koeficijenta varijacije kao osnovnog parametra, utvrđena je visoka varijabilnost za svojstva visine biljke i broja zrna po klasu što je značajan pokazatelj važnosti ispitivane populacije kao izvora genetičke varijabilnosti.
2. Unutar ispitivane populacije germplazme ozime pšenice postoje genotipovi selekcionirani u dva smjera: polupatuljasti genotipovi, intenzivnog tipa, niske čvrste stabljike, s većim brojem klasića po klasu i zrna po klasu, te ekstenzivni stari i novi genotipovi veće ukupne biomase, visoke stabljike i manjim brojem klasića po klasu i zrna po klasu.
3. Prateći razvoj hrvatskog sortimenta koji se nalazio u proizvodnji od 1935. do 2008. godine, zapažene su značajne promjene oplemenjivačkih trendova u pogledu svojstva visine biljke, ovisno o oplemenjivačkom cilju koji se želio postići u proizvodne svrhe vezano uz potrebe i ekonomičnost proizvodnje.

Ovo istraživanje ukazalo je na veliku važnost varijabilnosti svojstava broja klasića i broja zrna po klasu, te visine biljke u ispitivanoj populaciji, odnosno germplazmi ozime pšenice. Spomenutu populaciju moguće je korisno upotrijebiti u budućem oplemenjivačkom radu kao izvor genetičke varijabilnosti u oplemenjivanju na ispitivana svojstva u postupcima križanja, selekcije novih genotipova ili rekurentne selekcije za formiranje još kvalitetnije oplemenjivačke populacije u odnosu na prethodnu, uzimajući u obzir činjenicu da je neprekidno usavršavanje novih genotipova, te njihova praktična primjena osnova za uspješnu biljnu proizvodnju koja se u današnje vrijeme susreće s mnogim agroekološkim i financijskim izazovima.

## 5. PREGLED LITERATURE

1. Agrigenetics d. o. o. za oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo, Osijek: Sorte pšenice i pšenoraži - katalog 2008.
2. Barić, M., Šarčević, H. (1998.): Utjecaj gustoće sklopa na procjenu nasljednosti nekih kvantitativnih svojstava pšenice (*Triticum aestivum* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus* (Poljoprivredna znanstvena smotra), Vol. 63, br. 4: 207 – 212
3. Barić, M., Habuš-Jerčić, I., Kereša, S., Šarčević, H. (2008.): Procjena heterozisa za važna kvantitativna svojstva u križanjima ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.), *Sjemenarstvo* 25 (2008) 1: 5 – 12
4. Bc-Institut Zagreb: Katalog sorata pšenice, ječma, zobi i tritikalea 2009./2010.
5. Bede, M. (1998.): Kvantitativna i genetska analiza komponenti uroda i kakvoće zrna kod novih sorata ozime pšenice. *Agriculturae Conspectus Scientificus* (Poljoprivredna znanstvena smotra), Vol. 63, br. 1-2: 43 – 48
6. Drezner, G., Dvojković, K., Guberac, V., Marić, S., Novoselović, D., Horvat, D., Španić, V., Šimenić, J., Primorac, J. (2010.): Novi genotipovi pšenice – procjena uroda i kakvoće u više okolina. 45. hrvatski i 5.međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Hrvatska, zbornik radova: 399 – 403
7. Gagro, M. (1997.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva: Žitarice i zrnate mahunarke, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb: 53 – 56, 59 – 63, 70
8. Guberac, V. (2000.): Sjemenarstvo ratarskih kultura: vježbe – interna skripta, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 85 – 88
9. Kalinović, I. (1997.): Skladištenje i osnovi tehnologije ratarskih proizvoda: interna skripta, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 68 – 71, 76, 77, 85
10. Klobučar, B. (1983.): Opće ratarstvo (Osnove biljne proizvodnje), Školska knjiga, Zagreb: 116, 117

11. Knežević, M. (2007.): Sistematika bilja, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 87
12. Kovačević, V., Rastija, M. (2009.): Osnove proizvodnje žitarica - interna skripta, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 5 – 16, 30 – 42
13. Mađarić, Z. (1985.): Suvremena proizvodnja pšenice, Certisak Đakovo: 9, 14 – 30, 32 – 40, 47 - 55
14. Marić, S. (1998.): Varijabilnost komponenti prinosa zrna kod novih genotipova ozime pšenice – magistarski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 1, 2
15. Martinčić, J., Kozumplik, V. i sur. (1996.): Oplemenjivanje bilja – teorija i metode, ratarske kulture, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 117 – 153
16. Martinčić, J., Marić, S. (1996.): Oplemenjivanje bilja: vježbovnik, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 29 – 40, 63 – 71
17. Martinčić, J., Guberac, V., Marić, S., Drezner, G. (2003.): Cultivar and sowing rate as a factor of winter wheat yield. 10th international wheat genetics symposium, Paestum, Italy, proceedings, vol. 2: 763 – 765
18. Miladinović, N., Ćirić, B., Jovanović, D. (1974.): Visokorodne sorte pšenice, Nolit, Beograd
19. Oberfoster, M., Werteker, M. (1995.): Wheat breeding and bread making quality in Austria. Sjemenarstvo 12 (1995) 6: 413 – 425
20. Penzar, I., Penzar, B. (2000.): Agrometeorologija, Školska knjiga, Zagreb: 155 – 165
21. Petrović, S., Marić, S., Guberac, V., Drezner, G., Eđed, A., (2009.): Varijabilnost kvantitativnih svojstava germplazme ozime pšenice. 44. hrvatski i 4. Međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Hrvatska, zbornik radova: 365 – 369
22. Poljoprivredni institut Osijek: Sorte pšenice i ječma – katalog 2009.



23. Oplemenjivanje pšenice – Dani polja pšenice i ječma 09. lipnja 2010. - katalog
24. Republika Hrvatska, Državni zavod za statistiku: Statistički ljetopis 2009.: <http://dzs.hr>, 23.03., 20:36
25. Thomé, O., (1885.): Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz: [http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/thome/band1/tafel\\_052.html](http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/thome/band1/tafel_052.html): 16.05. 2010., 16:10
26. United States Departemnt of Agriculture (2010.): The economics of food, farming and natural resources and rural America:  
<http://www.ers.usda.gov/Data/Wheat/YBtable03.asppartment>, 03.06., 22 :15
27. United States Department of Agriculture (2010.): Foreign agricultural service:  
<http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>: 28.05., 2010., 15:08
28. Vukadinović, V.: Kambična tla:  
[http://suncokret.pfos.hr/~vvukadin/literatura/Automorfna\\_III.pdf](http://suncokret.pfos.hr/~vvukadin/literatura/Automorfna_III.pdf): 14.07.2010., 15:41

## 6. SAŽETAK

Ispitivana je varijabilnost 40 sorata ozime krušne pšenice različitih selekcijskih centara u tijekom 2008./2009. godine u uvjetima istočne Slavonije. Sorte su zastupljene u proizvodnji u razdoblju od 1930. do 2008. godine. Rezultati su pokazali da je najveća varijabilnost utvrđena za svojstvo visine biljke (19,033 %), svojstvo broja zrna po klasu (13,087 %) te za svojstvo broja klasića po klasu (8,709 %). Utvrđene su statistički visoko opravdane razlike ( $p < 0.01$ ) za sva ispitivana kvantitativna svojstva između ispitivanih sorata pšenice. Visina biljke kretala se od 68,0 cm (Srpanjka) do 151,3 cm (U1). Najveći broj klasića u klasu imao je austrijski genotip Edison (23,7), a najmanji hrvatski genotip Osk 63/05 (15,9). Najveći broj zrna po klasu imao je austrijski genotip Bastide (54/0), a najmanji hrvatski genotip Osk 64/05 (34/0). Utvrđena je značajna varijabilnost navedenih svojstava unutar ispitivane germplazme, što ukazuje na mogućnost njezina korištenja kao izvora genetičke varijabilnosti u daljnjem oplemenjivačkom radu.

Ključne riječi: varijabilnost, ozima pšenica, visina biljke, broj klasića po klasu, broj zrna po klasu.

## 7. SUMMARY

Forty Winter wheat varieties originated from different selection centers and countries were evaluated for different quantitative traits during vegetation year 2008/2009 in Eastern Slavonia. Varieties were present in wheat production from 1930 till 2008. Analyzed wheat varieties displayed largest differences for plant height (19,033 %), the kernel number/ear (13,087 %) and spikelet number/ear (8,0709 %). For all analyzed traits ANOVAs showed highly significant differences ( $p < 0,01$ ) between varieties. The plant height ranged from 68,0 cm (Srpanjka) to 151,3 cm (U1). Austrian genotype Edison had the highest spikelet number/ear (23,7) and Croatian genotype Osk 63/05 had the least spikelet number/ear (15,9). The highest kernel number/ear had Austrian genotype Bastide (54) while Croatian genotype Osk 64/05 had the least kernel number/ear (34). Significant variability of the examined traits has been established in tested germplasm and it suggests the possibility of its utilization as a source of genetic variability for future breeding programs.

Key words: variability, winter wheat, plant height, spikelet number per ear, kernel number per ear.

## 8. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Završni rad

### VARIJABILNOST KOMPONENTI PRINOSA HRVATSKE I AUSTRIJSKE GERMPLAZME PŠENICE

Marina Roksandić

Sažetak:

Ispitivana je varijabilnost 40 sorata ozime krušne pšenice različitih selekcijskih centara u tijekom 2007./2008. godine u uvjetima istočne Slavonije. Sorte su zastupljene u proizvodnji u razdoblju od 1930. do 2008. godine. Rezultati su pokazali da je najveća varijabilnost utvrđena za svojstvo visine biljke (19,033 %), svojstvo broja zrna po klasu (13,087 %) te za svojstvo broja klasića po klasu (8,709 %). Utvrđene su statistički visoko opravdane razlike ( $p < 0.01$ ) za sva ispitivana kvantitativna svojstva između ispitivanih sorata pšenice. Visina biljke kretala se od 68,0 cm (Srpanjka) do 151,3 cm (U1). Najveći broj klasića u klasu imao je austrijski genotip Edison (23,7), a najmanji hrvatski genotip Osk 63/05 (15,9). Najveći broj zrna po klasu imao je austrijski genotip Bastide (54/0), a najmanji hrvatski genotip Osk 64/05 (34/0). Utvrđena je značajna varijabilnost navedenih svojstava unutar ispitivane germplazme, što ukazuje na mogućnost njezina korištenja kao izvora genetičke varijabilnosti u daljnjem oplemenjivačkom radu.

Ključne riječi: varijabilnost, ozima pšenica, visina biljke, broj klasića po klasu, broj zrna po klasu.

Summary:

Forty Winter wheat varieties originated from different selection centers and countries were evaluated for different quantitative traits during vegetation year 2007/2008 in Eastern Slavonia. Varieties were present in wheat production from 1930 till 2008. Analyzed wheat varieties displayed largest differences for plant height (19,033 %), the kernel number/ear (13,087 %) and spikelet number/ear (8,0709 %). For all analyzed traits ANOVAs showed highly significant differences ( $p < 0,01$ ) between varieties. The plant height ranged from 68,0 cm (Srpanjka) to 151,3 cm (U1). Austrian genotype Edison had the highest spikelet number/ear (23,7) and Croatian genotype Osk 63/05 had the least spikelet number/ear (15,9). The highest kernel number/ear had Austrian genotype Bastide (54) while Croatian genotype Osk 64/05 had the least kernel number/ear (34). Significant variability of the examined traits has been established in tested germplasm and it suggests the possibility of its utilization as a source of genetic variability for future breeding programs.

Key words: variability, winter wheat, plant height, spikelet number per ear, kernel number per ear.