

# Raspon visine biljaka sorata pšenice (*Triticum* sp.) priznatih u razdoblju od 1930. do 2018.

---

**Opančar, Andrej**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:592954>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-10**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Andrej Opančar

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**Raspon visine biljaka sorata pšenice (*Triticum sp.*) priznatih u  
razdoblju od 1930. do 2018. godine**

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Andrej Opančar

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**Raspon visine biljaka sorata pšenice (*Triticum sp.*) priznatih u  
razdoblju od 1930. do 2018. godine**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

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

Osijek, 2019.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Završni rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Bilinogojstvo

Andrej Opančar

### **Raspon visine biljaka sorata pšenice (*Triticum sp.*) priznatih u razdoblju od 1930. do 2018. godine**

**Sažetak:** Pšenica (*Triticum sp.*) pripada među najznačajnije ratarske usjeve zbog svoje široke primjene te je zbog visokog stupnja polimorfizma, tj. velikog broja sorata rasprostranjena u cijelom svijetu. Visina biljke pšenice kvantitativno je svojstvo pod utjecajem minor gena i okoline, te je kao takvo vrlo varijabilno. Cilj rada bio je utvrditi raspon visina sorata pšenice priznatih od 1930. do 2018. godine, a u pokus je uključeno 50 sorata. Nakon provedenih mjerenja te statističke obrade podataka zaključeno je da se visina sorata pšenice kretala u širokom rasponu s obzirom na podrijetlo i godinu priznavanja te da je došlo do postepenog pada visine tijekom šezdesetih godina. Najveći broj sorata u pokusu bio je srednje visok (80-100 cm).

**Ključne riječi:** pšenica, visina, sorta, varijabilnost, kvantitativno svojstvo

22 stranice, 2 tablice, 4 slike, 21 literaturni navod, 6 grafikona

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

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

BSc Thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Undergraduate university study Agriculture, course Plant production

Andrej Opančar

### **Height span of wheat (*Triticum sp.*) varieties recognized in the period from 1930. to 2018.**

**Summary:** Wheat (*Triticum sp.*) is one of the most important arable crops because of its widespread use and because of its high degree of polymorphism, i.e. a large number of cultivars it is spread worldwide. Wheat plant height is a quantitative trait influenced by minor genes and the environment, and as such is highly variable. The aim of the study was to determine the height range of wheat cultivars recognized from 1930. to 2018., 50 varieties were used in the experiment. After the measurements and the statistical data processing, it was concluded that the height of the wheat varieties varied over a wide range, because of origin and year of recognition and that there was a gradual decrease in height during the 1960s. The highest number of varieties in the experiment was medium-high (80-100 cm).

**Key words:** wheat, height, variety, variability, quantitative trait

22 pages, 2 tables, 4 figures, 21 references, 6 charts

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

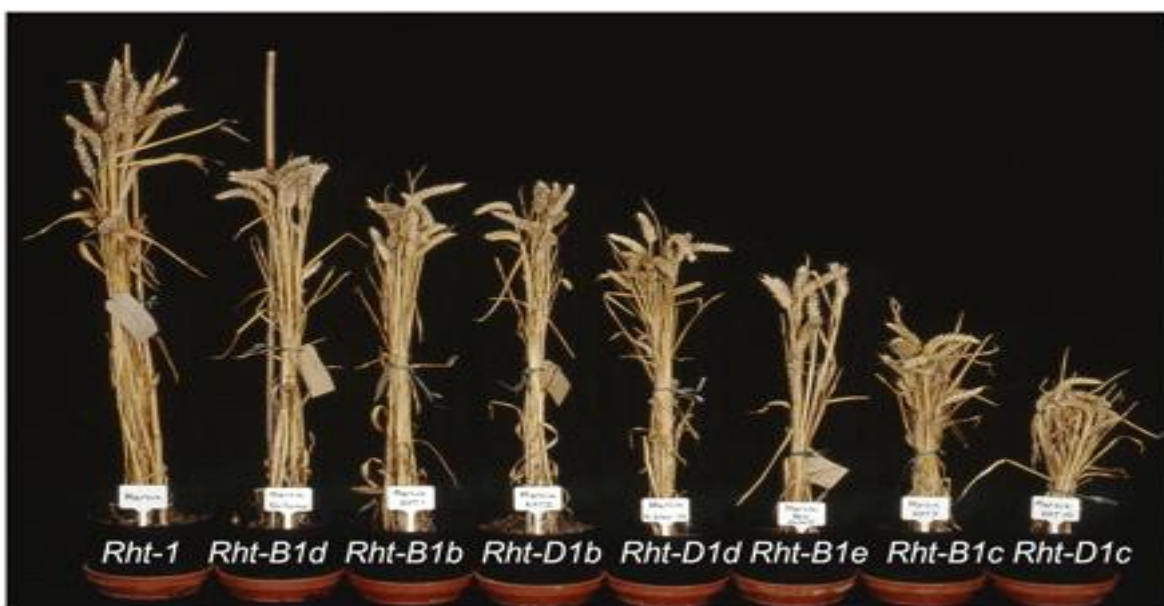
## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. MATERIJAL I METODE.....	3
2.1. Biljni materijal.....	3
2.2. Poljski pokus i mjerenja.....	5
2.3. Statistička obrada podataka.....	6
3. REZULTATI I RASPRAVA.....	8
3.1. Varijabilnost visine biljaka.....	10
3.2. Varijabilnost standardne devijacije i koeficijenta varijacije visine biljaka.....	18
4. ZAKLJUČAK.....	20
5. POPIS LITERATURE.....	21

## 1. UVOD

Pšenica je, uz kukuruz i rižu, jedna od najznačajnijih ratarskih kultura, a u svjetskoj proizvodnji žitarica zauzima vodeće mjesto. U svijetu se, 2016. godine nalazila na 220 milijuna hektara, na kojima je proizvedeno 770 milijuna tona ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Najvećim dijelom se uzgajaju meke pšenice, a samo 10 % zauzimaju tvrde „durum“ pšenice. Glavne površine pod pšenicom nalaze se na sjevernoj hemisferi, a kao proizvođači ističu se Rusija, SAD, Kina, Indija, Kanada, a u Europi Francuska. Bede i Petrović (2005.) navode kako je široka rasprostranjenost moguća zbog kompleksnosti genoma pšenice koja joj omogućava takvu plastičnost. Upravo ta kompleksnost, razlog je velike divergentnosti morfoloških i bioloških svojstava pšenice, te kako moderna tehnologija uzgoja podrazumijeva korištenje visokorodnih heksaploidnih pšenica sa stabilnim prinosom, uz masu zrna i duljinu klasa, svojstvo koje nam to omogućuje je i visina biljke.

Visina biljke je, kao i većina morfoloških i bioloških svojstava kvantitativno svojstvo, te je kao takvo određuju minor geni, kojih ima puno, imaju mali učinak te su osjetljivi na utjecaj činitelja vanjske sredine. Pask i sur. (2012.) navode da je do sada identificirano 23 gena koji kontroliraju visinu stabljike pšenice i koji se nalaze na deset različitih kromosoma, a označeni su kao Rht (Reduced height) geni, te su ti geni za patuljasti i polupatuljasti rast introducirani u moderne sorte tijekom Zelene revolucije iz japanskih sorata kao što su Akakomughi, Aobakomughi i Saitama 27.



Slika 1. Učinak Rht gena na visinu biljke pšenice.

(izvor: Pearce i sur., 2011.)

Pojam Zelena revolucija odnosi se na povećanje prinosa pšenice s kojom bi se riješio problem gladi u svijetu tijekom šezdesetih godina uzgojem sorata niske i čvrste stabljike, koje su podnosile velike količine dušika, što je za to razdoblje bilo aktualno. Hedden (2003.) navodi da je tijekom tog vremena došlo do impresivnog povećanja prinosa pšenice, što se pripisuje introdukciji gena za polupatuljasti rast. Tvorac Zelene revolucije je Norman Ernest Borlaug, a za svoje zasluge je 1970. godine dobio i Nobelovu nagradu za mir.

## 2. MATERIJAL I METODE

### 2.1. Biljni materijal

U istraživanje je uključeno 50 sorata pšenice hrvatskog, srbijanskog, mađarskog, talijanskog, austrijskog, njemačkog, francuskog, ukrajinskog odnosno ruskog, japanskog, meksičkog te indijskog sortimenta (Tablica 1.) (godine priznavanja svih 50 sorata preuzete su sa [www.wheatpedigre.net](http://www.wheatpedigre.net)). Najveći je broj hrvatskih sorata, ukupno 9, zatim 5 srbijanskih, 5 mađarskih, 5 talijanskih, 5 njemačkih, 5 francuskih, 5 ukrajinskih odnosno ruskih, 4 austrijske, 4 japanske, 2 meksičke i 1 indijska.



Slika 2. Pokušalište „Klisa“, travanj 2019.

(Foto original: A. Opančar)



Tablica 1. Popis sorata uključenih u poljski pokus

	<b>Sorta</b>	<b>Godina priznavanja</b>	<b>Podrijetlo</b>
1.	Sirban Prolifik	1905.	CRO
2.	U1	1936.	CRO
3.	Žitarka	1985.	CRO
4.	Srpanjka	1989.	CRO
5.	Zlata	2008.	CRO
6.	Kraljica	2010.	CRO
7.	BC Ljepotica	2018.	CRO
8.	Divana	1995.	CRO
9.	AG Bura	2017.	CRO
10.	Nessa	2006.	SRB
11.	Milena	1998.	SRB
12.	Renesansa	1995.	SRB
13.	NS Rana 2	1975.	SRB
14.	Sava	1967.	SRB
15.	MV 2	1972.	HUN
16.	MV Emese	2000.	HUN
17.	MV Verbunkos	2001.	HUN
18.	MV Toborzo	2003.	HUN
19.	Bankuty 1201	1931.	HUN
20.	San Pastore	1940.	ITA
21.	Libellula	1965.	ITA
22.	Argelato	1964.	ITA
23.	Arezzo	2008.	ITA
24.	Avorio	2004.	ITA
25.	Eurofit	2005.	AUT
26.	Capo	1989.	AUT
27.	Ikarus	1983.	AUT
28.	SW Maxi	2002.	AUT
29.	Andros	1989.	GER
30.	Darwin	2000.	GER
31.	Altos	2000.	GER
32.	Dekan	1999.	GER
33.	Herzog	1986.	GER
34.	Soisson	1987.	FRA
35.	Bastide	2003.	FRA
36.	Renan	1989.	FRA
37.	Cappelle Desprez	1946.	FRA
38.	Apache	1998.	FRA
39.	Prima Odesskaya	2002.	UKR/RUS
40.	Ukrainka	1926.	UKR/RUS
41.	Bezostaja	1963.	UKR/RUS
42.	Aurora	1972.	UKR/RUS
43.	Kavkaz	1972.	UKR/RUS
44.	Norin 10	1935.	JPN
45.	Akakomughi	1929.	JPN
46.	Saitama 27	1931.	JPN
47.	Tom Thumb	1962.	JPN
48.	Siete Cerros	1966.	MEX
49.	Cajeme 71	1971.	MEX
50.	Suwon	1934.	IND

## 2.2. Poljski pokus i mjerenja

Poljski pokus postavljen je u listopadu 2018. godine na pokušalištu „Klisa“ Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek. Sjetva je obavljena 31.10.2018. u dvije repeticije po 400 parcela. Svaka sorta posijana je na parcelu površine 6,5 m<sup>2</sup>, a mjerenje visine provedeno je 14.6.2019. godine, odnosno nakon fenofaze klasanja pšenice. Mjerena je visina na 25 nasumično odabranih biljaka po parceli, što bi činilo reprezentativni uzorak jedne sorte, a sveukupno je određeno 50 sorata. Ukupno je odrađeno 1250 pojedinačnih mjerenja. Mjerenje visine biljke je odrađeno pomoću drvenog štapa, dužine 1,5 m sa preciznom centimetarskom i milimetarskom podjelom, koji se postavi uz biljku sve do tla, a sama biljka mora biti uspravna.



Slika 3. Mjerenje visine biljke na pokušalištu „Klisa“, lipanj 2019.

(Foto original: S. Petrović)

### 2.3. Statistička obrada podataka

Visina biljke je kvantitativno, odnosno mjerljivo svojstvo, te se iz podataka dobivenih mjerenjem visine izračunalo tri statistička parametra: aritmetička sredina, standardna devijacija te koeficijent varijacije.

#### 2.3.1. Aritmetička sredina

Aritmetička sredina ( $\bar{x}$ ) prikazuje srednju vrijednost mjerenja, a jednaka je zbroju vrijednosti pojedinih varijanata podijeljenoj s ukupnim brojem varijanata (Rebekić, 2017.).

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

$\sum x$  – zbroj svih pojedinačnih mjerenja

$n$  – broj pojedinačnih mjerenja

#### 2.3.2 Standardna devijacija

Standardna devijacija ( $s$ ) služi kao standard za mjerenje varijabilnosti oko aritmetičke sredine, pomoću nje predviđamo u kojem rasponu se kreću gotovo svi rezultati (Rebekić, 2017.).

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

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

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

$n$  – broj pojedinačnih mjerenja

#### 2.3.3. Koeficijent varijacije

Koeficijent varijacije (KV) standardna je devijacija izražena u postocima od aritmetičke sredine (Rebekić, 2017.).

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

$s$  – standardna devijacija

$\bar{x}$  – aritmetička sredina

Visina biljke kao kvantitativno svojstvo izraženo je brojevima te je pogodno različitim matematičko-statističkim postupcima, te se iz tog razloga izrađuju histogrami koji precizno prikazuju distribuciju numeričkih varijabli. S ciljem što bolje preglednosti, podaci su grupirani u što manje razreda, te je veličina razreda određena razlikom između donje granice razreda i donje granice prethodnog razreda (Rebekić, 2017.). Nakon utvrđivanja veličine razreda, utvrđena je i učestalost unesenih vrijednosti. Na histogramima se traženi parametar nalazi na horizontalnoj osi, dok je učestalost vrijednosti prikazana na vertikalnoj osi.

Svi grafikoni, ukupno njih 6, uključujući i histograme te statistički podaci izračunati su i uređeni u programu Microsoft Excel.

### 3. REZULTATI I RASPRAVA

Zadaća genetičara i oplemenjivača pšenice je stvaranje sorti visokog genetskog potencijala za urod zrna visoke kakvoće, koje će istodobno biti pogodne za racionalniju proizvodnju (manja količina sjemena, gnojiva i sl.). Oplemenjivači su, osmišljenim rekombinacijama gena izvršili promjene u pojedinim biljnim organima, ponajprije visini stabljike, dužini klasa, broju klasića u klasu, krupnoći i masi zrna i sl. a rezultat toga je povećanje genetskog potencijala u odnosu na standardne sorte.

Osnovni pravci oplemenjivanja ozime pšenice bili su rekombinacijom major (Rht1, Rht2, Rht8, Rht10) i minor gena koji upravljaju složenim mehanizmima nasljeđivanja visine stabljike, te njihovom interalelnom interakcijom stvoriti sorte visine 70-75cm, uz istodobno produženje klasa. Ovakve promjene kod patuljastih genotipova (visine stabljike oko 70 cm) dovode do povećanja žetvenog indeksa, te na taj način do povećanja uroda zrna. Drugi pravac oplemenjivanja ozime pšenice koji vodi ka povećanju genetskog potencijala za urod zrna je stvaranje sorti nešto više stabljike, 90-100 cm, povećane dužine i fertilitnosti klasa, što rezultira povećanjem ukupne biomase, a na kraju i povećanjem uroda zrna. Takav tip sorte (veća stabljika, duži klas i krupnije zrno) karakteriziraju i manja ulaganja u proizvodnju (manja količina sjemena, smanjena gnojidba, zaštita i sl.). Visina biljke je, kao kvantitativno svojstvo vrlo varijabilna, gdje ulogu najvećim dijelom, uz gene, imaju činitelji vanjske sredine, ponajviše količina oborina tijekom faze vlatanja te broj sunčanih dana, čije smanjenje dovodi do izduživanja stabljike (Bede, 1998.).

Drezner (1995.) navodi kako Mađarić 1956. godine postavlja oplemenjivački program čije su glavne značajke: 1. niska stabljika i otpornost na polijeganje, 2. otpornost na hrđu i zimu, 3. kombinacije na rodnost i kvalitetu. Križanjem s talijanskim sortama, postojeći selekcijski materijal oplemenjuje se na rodnost, nižu stabljiku, otpornost na polijeganje i ranozrelost, no ipak je slabije otpornosti na zimu te niže kvalitete. Od 1956. do početka sedamdesetih godina u proizvodnji Hrvatske dominiraju uglavnom talijanske sorte. Godine 1968. priznata je sorta Dubrava koja se odlikovala većom rodnošću od introduciranih sorata San Pastore i Bezostaje 1, a u odnosu na U1, procijenjena je 19,38 % veća rodnost te je niža za 12 cm.

Godine 1970. priznata je sorta Slavonka, najrodnija domaća sorta iz oplemenjivačkog programa 1956. godine, od Dubrave rodnija 22 %, a niža 23 cm. Godine 1978. priznata je sorta Osječka 20, rodnija od Slavonke 10,29 %, a niža 15 cm. Godine 1984. i 1985. priznate su sorte Slavonija i Žitarka, od Osječke 20 rodnije 7 % i više, a niže 4-6 cm. Obje su nastale



iz križanja provedenih 1975. godine. Sorta Žitarka se od 1991. do 1993. godine sijala na 40 % sjetvenih površina u Hrvatskoj. Drezner (1995.) navodi, kako su s vremenom poboljšani uvjeti uzgoja navedenih sorata, u vidu bolje pripreme tla, kvalitetnije i gušće sjetve, obilnije gnojidbe, dorade i zaštite sjemena te brže i kvalitetnije žetve.



Slika 4. Varijabilnost visine biljaka različitih sorata pšenice.

(Foto original: M. Pavkić)

### 3.1. Varijabilnost visine biljaka

U Tablici 2. prikazane su sorte na kojima su provedena mjerenja, izračunati statistički parametri te je prikazano njihovo podrijetlo. Visina biljaka u pokusu kretala se od 51,84 cm (Tom Thumb) do 135,72 cm (Bankuty 1201), dok je prosječna visina čitavog pokusa bila 98,84 cm.

U devet hrvatskih sorata visina se kretala od 64,44 cm (Srpanjka) pa sve do 132,24 cm (Sirban Prolifik, druga po redu najviša sorta iza Bankuty 1201), a prosječna visina (koja je po podrijetlu detaljno prikazana na Grafikonu 2.) iznosila je 90,73 cm. Sorta U1 prosječne visine 128,12 cm, priznata je 1936. godine, te se do početka šezdesetih sijala na preko 50 000 ha. Kasnije je nastala čitava serija U-pšenica a najpoznatije, U12, U16 i U19, sijale su se do početka šezdesetih godina. U uvjetima bez gnojidbe ili s malim količinama gnojiva (najčešće organskih) davale su vrlo dobre urode (Drezner, 1995.). Sorte Žitarka i Srpanjka, priznate su 1985. odnosno 1989. prosječne visine 80,96 cm odnosno 64,44 cm, što ukazuje da su oplemenjivači išli u pravcu smanjenja visine biljke. Standardna devijacija (s) služi nam da predvidimo u kojem se rasponu kreće većina rezultata (prikazana je na Grafikonu 5.), a za hrvatske sorte kretala se od 2,35 cm (AG Bura) do 6,33 cm (Sirban Prolifik).

U pet srbijanskih sorti visina se kretala od 85,68 cm (Nessa) do 99,56 cm (NS rana 2), a prosječna visina iznosila je 91,72 cm. Standardna devijacija kretala se od 2,08 cm (Milena) do 4,08 cm (Renesansa).

Sličnosti između hrvatskih i srbijanskih sorata možemo pripisati ciljevima oplemenjivanja i klimatskim uvjetima koji su vrlo slični za ova dva uzgojna područja. Visina se u mađarskih sorata kretala od 89,68 cm (MV Verbunkos) do 135,72 cm (Bankuty 1201), a prosječna visina iznosila je 105,49 cm. Jedan od razloga većeg odstupanja prosječne visine mađarskih sorata u odnosu na prosječnu visinu hrvatskih i srbijanskih sorata svakako je visina mađarske sorte Bankuty 1201, koja je sa svojih 135,72 cm, ne samo najviša mađarska, već i najviša sorta općenito u ovom pokusu. Standardna devijacija u mađarskih sorata kretala se od 3,70 cm (MV 2) do 7,81 cm (Bankuty 1201).

Tablica 2. Sorte, njihova visina, standardna devijacija, koeficijent varijacije i podrijetlo

Sorta	Visina $\bar{x}$ (cm)	s (cm)	KV (%)	Podrijetlo
Sirban Prolifik	132,24	6,33	4,78	CRO
U1	128,12	4,68	3,65	CRO
Žitarka	80,96	2,85	3,52	CRO
Srpanjka	64,44	2,70	4,18	CRO
Zlata	66,56	3,64	5,46	CRO
Kraljica	80,16	3,27	4,07	CRO
BC Ljepotica	75,56	2,51	3,32	CRO
Divana	109,52	4,39	4,00	CRO
AG Bura	79,04	2,35	2,97	CRO
Nessa	85,68	2,34	2,73	SRB
Milena	85,88	2,08	2,42	SRB
Renesansa	98,24	4,08	4,15	SRB
NS rana 2	99,56	2,78	2,79	SRB
Sava	89,24	3,96	4,44	SRB
MV 2	112,36	3,70	3,29	HUN
MV Emese	94,04	5,32	5,65	HUN
MV Verbunkos	89,68	3,97	4,42	HUN
MV Toborzo	95,64	4,76	4,97	HUN
Bankuty 1201	135,72	7,81	5,75	HUN
San Pastore	104,32	3,54	3,39	ITA
Libellula	98,28	3,36	3,41	ITA
Argelato	89,16	3,27	3,66	ITA
Arezzo	87,16	3,63	4,16	ITA
Avorio	95,24	4,17	4,37	ITA
Eurofit	115,28	3,76	3,26	AUT
Capo	99,00	4,32	4,36	AUT
Ikarus	124,04	2,89	2,32	AUT
SW Maxi	122,88	5,84	4,75	AUT
Andros	82,92	2,66	3,20	GER
Darwin	96,48	2,87	2,97	GER
Altos	109,96	2,44	2,21	GER
Dekan	94,20	5,73	6,08	GER
Herzog	107,44	4,05	3,76	GER
Soissons	85,68	4,30	5,01	FRA
Bastide	85,56	2,88	3,36	FRA
Renan	98,20	4,67	4,75	FRA
Cappelle Desprez	130,24	4,88	3,74	FRA
Apache	86,48	2,70	3,12	FRA
Prima Odesskaya	99,00	2,97	3,00	UKR/RUS
Ukrainka	91,04	3,38	3,71	UKR/RUS
Bezostaja	112,48	4,10	3,64	UKR/RUS
Aurora	119,72	4,37	3,65	UKR/RUS
Kavkaz	129,60	4,42	3,41	UKR/RUS
Norin 10	128,52	6,69	5,20	JPN
Akakomughi	108,68	6,14	5,64	JPN
Saitama 27	81,64	4,29	5,25	JPN
Tom Thumb	51,84	3,44	6,63	JPN
Siete Cerros	104,40	3,97	3,79	MEX
Cajeme 71	108,28	3,42	3,15	MEX
Suwon 92	91,60	3,65	3,98	IND



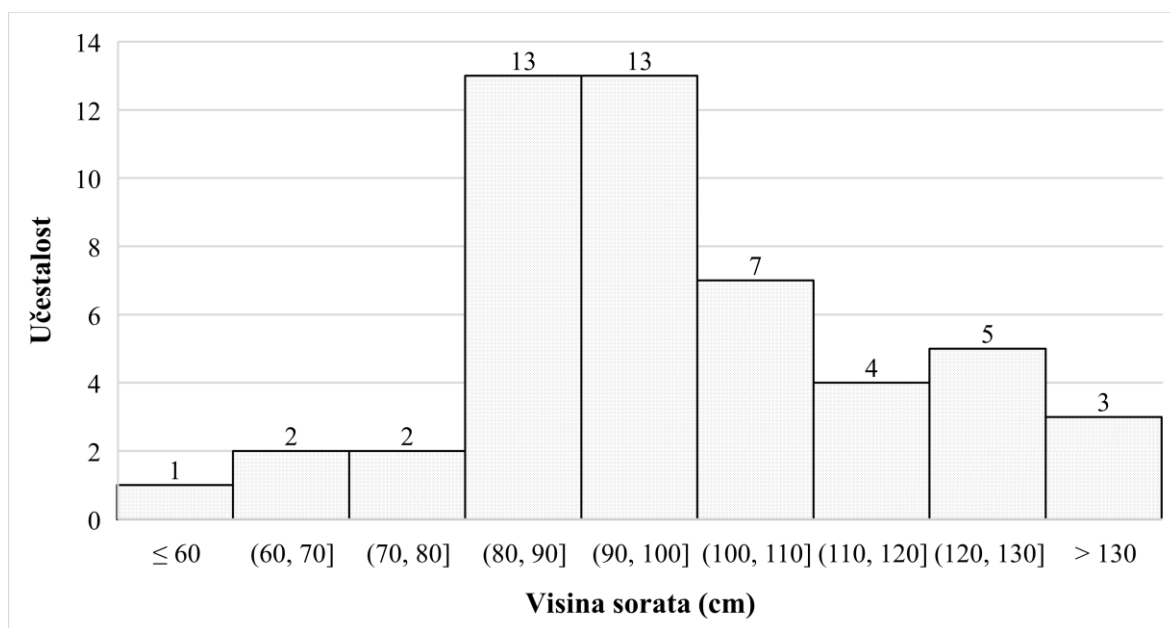
Visina se u talijanskih sorata kretala od 87,16 cm (Arezzo) do 104,32 cm (San Pastore). San Pastore vrlo je stara talijanska sorta, priznata 1940. godine, na područje bivše Jugoslavije uvezena 1950. godine zajedno s još tridesetak talijanskih varijeteta pšenice (Borojević, 1990.). Korištena je u nastajanju sorte Libellula, koja se također nalazi u pokusu s visinom od 98,28 cm. Prosječna visina talijanskih sorata iznosila je 94,83 cm, a standardna devijacija kretala se od 3,27 cm (Argelato) do 4,17 cm (Avorio).

Bede (1998.) navodi da neke od hrvatskih sorata svoj visoki genetski potencijal duguju genima za visoku rodost unesenih upravo iz talijanskih sorti (Libellula, Argelato). Visina se u 4 austrijske sorte kretala od 99 cm (Capo) do 124,04 cm (Ikarus), dok je prosječna visina iznosila 115,3 cm, što je najviša prosječna visina u usporedbi s prosječnim visinama biljaka pšenice iz ostalih država porijekla. Razlog tomu su planinske regije koje dominiraju u Austriji te hladniji klimatski uvjeti koji omogućuju kasniju žetvu. Standardna devijacija kretala se od 2,89 cm (Ikarus) do 5,84 cm (SW Maxi). Visina u njemačkih sorata kretala se od 82,92 cm (Andros) do 109,96 cm (Altos), a prosječna visina iznosila je 98,2 cm. Standardna devijacija u njemačkih sorata kretala se od 2,44 cm (Altos) do 5,73 cm (Dekan).

U francuskih sorata visina se kretala od 85,56 cm (Bastide) do 130,24 cm (Cappelle Desprez), a prosječna visina iznosila je 97,23 cm. Francuska sorta Cappelle Desprez s visinom od 130,24 cm treća je najviša sorta u pokusu, iza sorata Bankuty 1201 (135,72 cm) i Sirban Prolifik (132,24 cm). Standardna devijacija u francuskih sorata kretala se od 2,70 cm (Apache) do 4,88 cm (Cappelle Desprez).

Sortama ukrajinskog i ruskog podrijetla izmjerena je visina u rasponu od 91,04 cm (Ukrainka) do 129,60 cm (Kavkaz). Prosječna visina ukrajinskih odnosno ruskih sorata iznosila je 110,37 cm, što je druga najviša prosječna vrijednost prema podrijetlu, odmah iza one austrijskih sorata (115,3 cm). Varijabilnost visine, kao i ostalih svojstava ukrajinskih, a naročito ruskih sorata rezultat je velikih površina koje pokrivaju ove dvije države, a samim tim i različitih klimatskih prilika, tj. s obzirom na ravničarske ili planinske uvjete uzgoja. Po visini se ističe sorta Kavkaz, koja je visine 129,60 cm, te je četvrta najviša sorta u čitavom pokusu. Ova sorta je imala vrlo velik značaj u hrvatskim oplemenjivačkim programima, vrlo često se koristila kao jedan od roditeljskih komponenti (Borojević i Borojević, 2005.a; Denčić i sur., 2008.), a ujedno je i nositelj 1B/1R translokacije (Bennett i Smith, 1975.). Standardna devijacija kretala se od 2,97 cm (Prima Odesskaya) do 4,42 cm (Kavkaz). Sorte Ukrainka, Bezostaja, Aurora i Kavkaz nastale su za vrijeme bivšeg Sovjetskog saveza, dok je sorta Prima Odesskaya rezultat ukrajinskih oplemenjivača.

Bede (1998.) navodi da je kod nekih hrvatskih sorata visoka kakvoća zrna i brašna podrijetlom iz ruskih sorti (Kavkaz, Bezostaja). U japanskih sorata, visina se kretala u širokom rasponu, od 51,84 cm (Tom Thumb) do 128,52 cm (Norin 10), a prosječna visina iznosila je 92,62 cm (no treba naglasiti da su u pokusu zastupljene samo četiri japanske sorte).

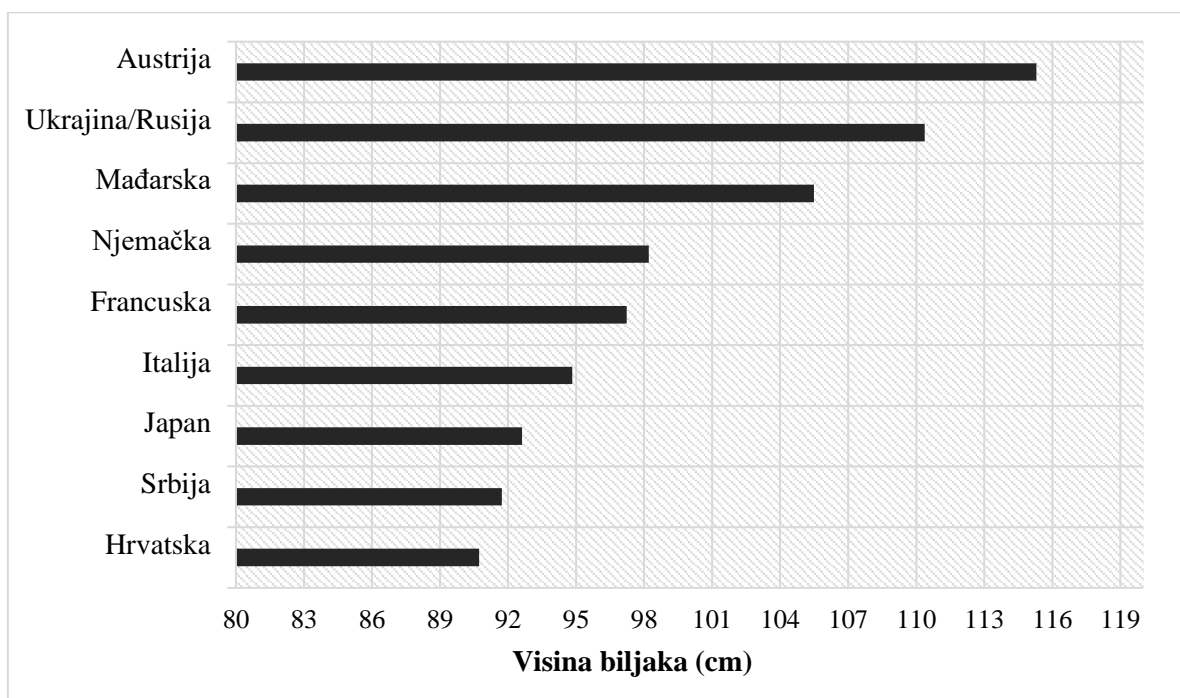


Grafikon 1. Visina biljaka 50 mjerenih sorata ( $\bar{x}=98,38\text{cm}$ ,  $s=18,63\text{cm}$ ,  $KV=18,85\%$ )

Histogram za visinu biljaka (Grafikon 1.) pokazuje da su od ukupno 50 sorata, biljke jedne sorte imale visinu nižu od 60 cm, što čini 2 % sorti. Dvije sorte imale su prosječnu visinu od 60 do 70 cm, dakle 4 %. Od 70 do 80 cm se također kretala visina dvaju sorata, dakle 4 %. U rasponu od 80 do 90 cm visine nalazi se 13 sorti, što je 26 %. Raspon visina od 90 do 100 cm također obuhvaća 13 sorti, tj. 26 %. U navedena dva raspona nalazi se najveći broj sorata, ukupno 26, što je 52 % od 50 mjerenih sorata, nakon toga, na grafikonu dolazi do pada učestalosti. Biljke 7 sorata (14 %) nalaze se u rasponu od 100 do 110 cm. U rasponu od 110 do 120 cm nalazile su se 4 sorte (8 %), što pokazuje daljnji pad učestalosti. Nakon toga dolazi do blagog uzdizanja učestalosti, ukupno 5 sorata (10 %) nalazilo se u rasponu od 120 do 130 cm. Preostale 3 sorte (6 %) visine su iznad 130 cm. Postoji mogućnost, da bi povećanjem broja sorata raspodjela učestalosti imala oblik normalnije raspodjele, odnosno Gaussove krivulje. Odstupanja u mjerenjima i rezultatima moguća su i u sljedećim slučajevima od samog odabira sjemena iz nepouzdanih izvora, pomiješanog sjemena nakon

žetve ili tijekom dorade sjemena, do pogrešaka ljudskog faktora tijekom mjerenja ili krivo unesenih podataka.

Iz ovoga možemo zaključiti, iako su sorte pšenice priznate u rasponu od 1930. do 2018. imale veoma širok raspon visine, od 50 do gotovo 140 cm, većina sorata kretala se u rasponu od 80 do 100 cm te pripadaju u srednje visoke sorte, dok je niskih i visokih sorata bilo znatno manje. Aritmetička sredina cijeloga pokusa svih 50 sorata pšenice iznosila je 98,84cm  $\pm$  18,63 cm, te u Grafikonu 1. možemo utvrditi da je 35 sorata obuhvaćeno jednom standardnom devijacijom što čini ukupno 70 % pokusa. Koeficijent varijacije svih sorata u pokusu je iznosio 18,85 % te potvrđuje veliku varijabilnost sorata s obzirom na visinu biljke.



Grafikon 2. Prosječna visina biljaka prema zemlji podrijetla sorte

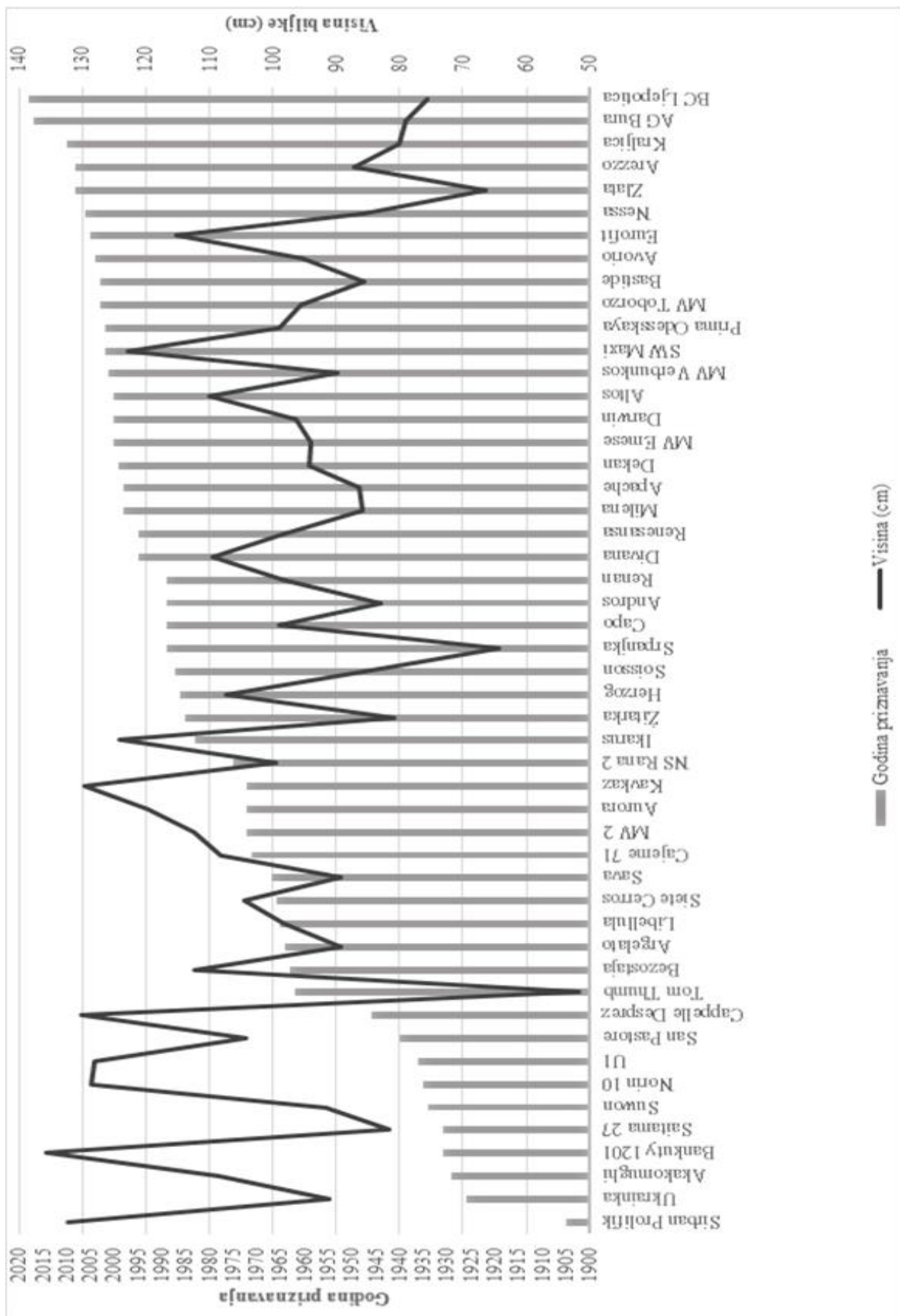
Prosječna visina biljaka prema zemlji podrijetla (Grafikon 2.) kretala se od 90,73 cm do 115,3 cm. Austrijske sorte imale su najvišu izmjerenu visinu, 115,3 cm, te su u usporedbi sa hrvatskim sortama (koje su imale najnižu visinu) više za 24,57 cm. Druge po visini su ukrajinske, odnosno ruske sorte, s visinom 110,37 cm, 4,93 cm niže od austrijskih, a 19,64 cm više od hrvatskih sorata. Treće po redu su mađarske sorte, visine 105,49 cm, 9,81 cm niže od austrijskih, a 14,76 cm više od hrvatskih. Ostale sorte znatno su niže, te samim time je i razlika u odnosu na hrvatske sorte manja, a kreće se od 7,47 cm (njemačke sorte)

do 0,99 cm (srbijske sorte). Meksičke i indijske sorte nisu uzete u obzir zbog malog broja sorata u pokusu (dvije meksičke i jedna indijska).

Grafikon 3. prikazuje nam odnos godine priznavanja pojedine sorte te njenu visinu. Počevši sa 1905. godinom i priznavanjem sorte Sirban Prolifik, sve do 1946. godine i priznavanja Cappelle Desprez, visina se kretala u rasponu od 81,64 cm sve do 135,72 cm. U tom periodu priznato je deset sorata, od kojih čak pet spada u šest najviših u čitavom pokusu, to su Bankuty 1201, Sirban Prolifik, Cappelle Desprez, Norin 10 te U1. U šest najviših pripada još ruska sorta Kavkaz, priznata 1972. godine. Martinčić-Jerčić (2000.) navodi da je Sirban Prolifik multilinijska sorta nastala križanjem nepoznatih roditelja koju je iz Mađarske uvezao Gustav Bohutinsky te da brzo postaje standardna sorta u Hrvatskoj te se širi na susjedna područja. Nakon Bohutinskog, rad na ovoj sorti nastavlja Mirko Korić, koji je ostao poznat po svojoj sorti Osječka šišulja (U1), koja je priznata 1936. godine.

Gale i Youssefian (1985.) navode da se japanska sorta Norin 10 (priznata 1935.) koristi u oplemenjivanju i danas. Njeni geni Rht-B1d (Rht1) i Rht-D1b (Rht2) znatno utječu na smanjivanje visine stabljike i povećanje prinosa. Norman Borlaug je, introdukcijom Rht1 i Rht2 gena iz sorte Norin 10 u oplemenjivački program CIMMYT-a, Meksiko, snizio visinu stabljike pšenice što je dovelo do višestrukog povećanja prinosa zrna, što je ujedno značilo i manju mogućnost polijeganja te bolje usvajanje asimilata za razvoj zrna (Ellis i sur., 2004.).

Takve visoko produktivne pšenice niske stabljike, prilagođene razvoju u tropskim i subtropskim uvjetima proširene su u Južnu Ameriku, Južnu i Jugoistočnu Aziju (Hedden, 2003.). Alternativa sorti Norin 10 je druga japanska sorta, Akakomughi (priznata 1929.), na kojoj je istraživanjima krajem 20. stoljeća potvrđeno da posjeduje gen za snižavanje stabljike, Rht8 te gen neosjetljivosti na fotoperiod, Ppd-D1. Korzun i sur. (1998.) navode da se oba nalaze na 2D kromosomu te su usko vezana, a križanjem su prenesena u neke talijanske sorte pšenice, koje su postale izvor gena za polupatuljaste sorte Južne i Srednje Europe. Salvi i sur. (2013.) navode da je talijanski oplemenjivač Nazareno Strampelli odabirom japanske sorte Akakomughi kao jednog od roditelja u križanju, dobio potomstvo nižih biljaka sa ranim sazrijevanjem (zbog posjedovanja Rht8 i Ppd-D1 gena), na taj je način postigao otpornost na polijeganje te 1-3 tjedna ranije sazrijevanje i tako izbjegao sušni stres prije nalijevanja zrna (Borojević i Borojević, 2005.b). Iz takvog križanja nastale su brojne linije, Mentana, Ardito, Villa Gori, a kasnije i San Pastore koje su korištene kao roditelji u oplemenjivačkim programima mnogih zemalja (Salvi i sur., 2013.).

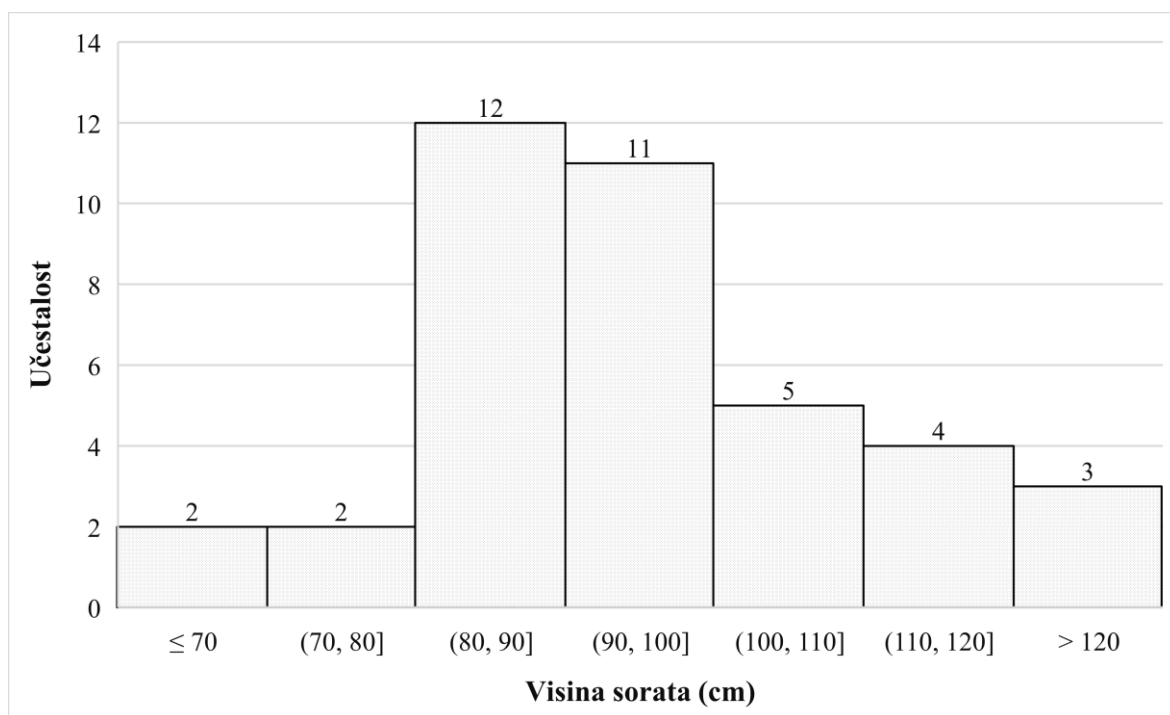


Grafikon 3. Povezanost godine priznavanja i visine ispitivanih sorata

Kroz razvoj ruske sorte Bezostaja, koja u svom pedigreu ima sortu Akakomughi, a kasnije i sorti Aurora i Kavkaz, Rht8 i Ppd-D1 geni proširili su se i u pšenice Istočne Europe (Borojević i Borojević, 2005.a). Godine 1962. priznata je sorta Tom Thumb, znatno niža od drugih patuljastih sorata (51,84 cm) zbog posjedovanja Rht-B1c (Rht3) gena na 4B kromosomu (Morris i sur., 1972.).

Za vrijeme Zelene revolucije i nakon nje visina biljaka kretala se od 64,44 cm (Srpanjka, priznata 1989.) sve do 129,6 cm (Kavkaz, priznata 1972.), no vidljiv je trend snižavanja stabljike. Bonjean i Angus (2001.) navode da se tijekom narednih 50 godina visina stabljike smanjila za 70 cm, jer su se hibridizacijom unosili geni (Rht, B1d, Rht8) za nisku i čvrstu stabljiku otpornu na polijeganje. Od 39 sorata priznatih u periodu od 1963. do 2018. njih 27 bilo je 100 cm ili niže (Grafikon 4.).

Hedden (2003.) navodi da je nagli porast ukupnog prinosa pšenice u svijetu početkom Zelene revolucije kroz povećanu gnojidbu činio biljke višima i ujedno podložnijima polijeganju, te da su introdukcijom gena za patuljasti (dwarf) i polupatuljasti (semi-dwarf) rast stvorene sorte s nižom i čvršćom stabljikom manje podložnom polijeganju, povećanog žetvenog indeksa te s boljom opskrbom asimilata za razvoj zrna.

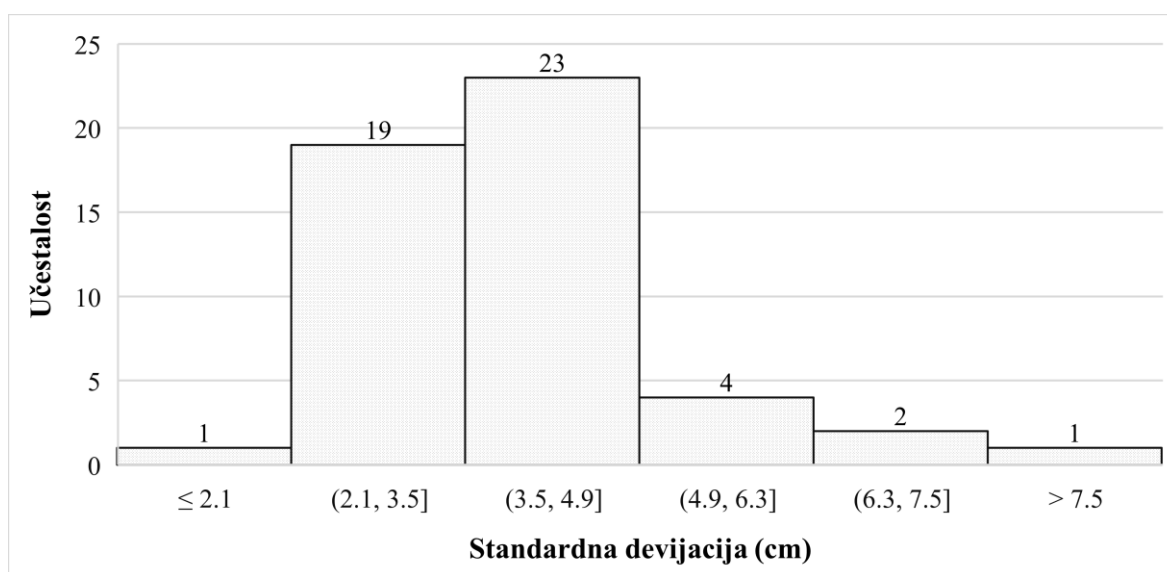


Grafikon 4. Visina sorata priznatih nakon 1963. godine

### 3.2. Varijabilnost standardne devijacije i koeficijenta varijacije visine biljaka

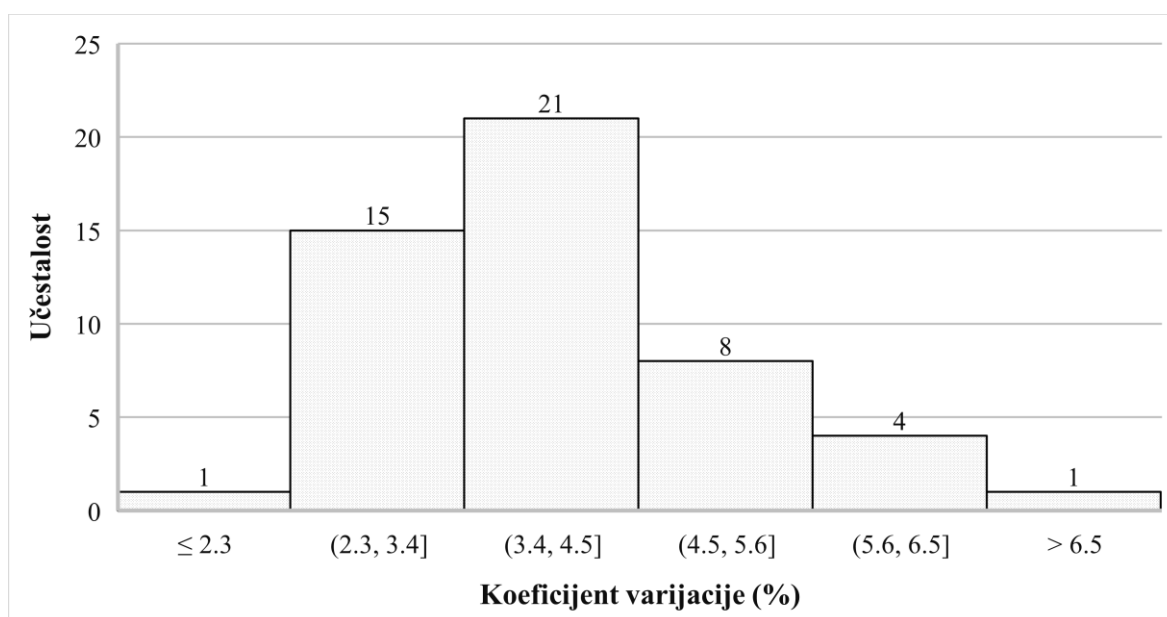
Standardna devijacija ( $s$ ) služi nam kao uobičajena mjera varijabilnosti uzorka, tj. pomoću nje predviđamo u kojem rasponu se kreću gotovo svi rezultati (Rebekić, 2017.). Histogram za standardnu devijaciju (Grafikon 5.) prikazuje da se ona kretala u rasponu od 2,08 cm do 7,81 cm. Sorta s najmanjom standardnom devijacijom (2,08 cm) srbijanska je sorta Milena (prosječne visine 85,88 cm), dok je kod mađarske sorte Bankuty 1201 najveća (7,81 cm). Bankuty 1201 ujedno je i najviša sorta pokusa (prosječne visine 135,72 cm). Prema podrijetlu, najmanji raspon između najniže i najviše standardne devijacije imale su talijanske sorte (0,9 cm), dok je kod mađarskih sorti najviši (4,11 cm) (Tablica 2.). Najviše sorata, njih 23, imalo je standardnu devijaciju u rasponu od 3,5 do 4,9 cm, dok je njih 19 bilo u rasponu od 2,1 do 3,5 cm. U ova dva raspona ukupno se nalazi 42 sorte, što je 84 % od ukupnog broja sorata. Standardna devijacija viša od prosječne izmjerena je kod nekoliko sorata, Bankuty 1201 (7,81 cm), Norin 10 (6,69 cm), Sirban Prolifik (6,33 cm) te Akakomughi (6,14 cm).

Ovdje primjećujemo povezanost standardne devijacije s visinom biljke, jer kako se može iščitati iz rezultata biljke s većom standardnom devijacijom su biljke koje pripadaju vrlo visokim sortama i kreću se u rasponu od 122,88 cm do 135,72 cm, izuzevši sortu Akakomughi, koja je prosječne visine 108,68 cm. Treba naglasiti da su ove pšenice vrlo stare sorte koji nisu uniformne s obzirom na svojstvo visine biljke, odnosno nemaju visok stupanj homozigotnosti, zbog metode oplemenjivanja koja je korištena tijekom njihovog kreiranja, te predstavljaju ustvari prirodnu populaciju ili landrace (Waines i Ehdiaie, 2017.).



Grafikon 5. Standardna devijacija (cm) visine sorata

Koeficijent varijacije standardna je devijacija izražena u postocima od aritmetičke sredine (Rebekić, 2017.). Histogram koeficijenta varijacije (Grafikon 6.) je raspona od 2,21 do 6,63 %. Najmanji koeficijent varijacije (2,21 %) je utvrđen u njemačke sorte Altos, dok je najveći bio u japanske sorte Tom Thumb (6,63) koja je sa svojih 51,84 cm najniža sorta u pokusu, te najviše varira jer je po načinu oplemenjivanja bliža prirodnoj populaciji nego li sorti. Prema podrijetlu, najmanji raspon između najmanjeg i najvećeg koeficijenta varijacije imale su ukrajinske odnosno ruske sorte (0,71 %), dok je u njemačkih sorti utvrđen najveći koeficijent (3,87 %) (Tablica 2.). Najveći broj sorata, njih 21, imao je koeficijent varijacije u rasponu od 3,4 do 4,5 %, dok je u 15 sorata utvrđen raspon od 2,3 do 3,4 %. Ukupno se u ova navedena dva raspona nalazi 36 sorata, što čini 72 % od ukupnog broja sorata. Nešto veći koeficijent varijacije je utvrđen u sorata Tom Thumb (6,64 %), Dekan (6,08 %), Bankuty 1201 (5,75 %), MV Emese (5,65 %), Akakomughi (5,64 %) i hrvatske sorte Zlata (5,46 %). Za sorte Dekan, MV Emese i Zlata, kao moderne sorte (priznate 1999., 2000., i 2008.) koeficijent varijacije je previsok, te je velika vjerovatnost da se radi o ljudskoj pogreški za vrijeme sjetve (kontaminirano sjeme) ili tijekom mjerenja visine biljaka.



Grafikon 6. Koeficijent varijacije (%) visine sorata



#### **4. ZAKLJUČAK**

Utvrđene su velike razlike između visine najniže i najviše sorte u pokusu, što je opravdano različitim ciljevima oplemenjivača te dugom vremenskom periodu. Uz ciljeve oplemenjivača, te visine kao kvantitativnog svojstva pod utjecajem velikog broja minor gena, razlog velikoj varijabilnosti su i širok areal rasprostranjenosti pokusnih sorata, različiti klimatski uvjeti uzgojnog područja te i sama agrotehnika. Geni za patuljasti i polupatuljasti rast šezdesetih godina, tijekom Zelene revolucije, doveli su do pravca oplemenjivanja u smjeru niže biljke, što nije uvijek pravilo, te su i ovdje zabilježena odstupanja. Trend smanjivanja biljke prisutan je i danas, no u manjoj mjeri. Najveći broj sorata su bile srednje visine (80-100 cm), a najveća odstupanja uočena su u austrijskih i ukrajinskih odnosno ruskih sorata. Uočena su i velika odstupanja u statističkim parametrima unutar uzoraka (posebno u starih sorata).

## 5. LITERATURA

1. Bede, M. (1998.): Kvantitativna i genetska analiza komponenti uroda i kakvoće zrna kod novih sorti ozime pšenice. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 63 (1-2): 43-48.
2. Bede, M., Petrović, S. (2005.): Genetska varijabilnost - uvjet uspješnom oplemenjivanju pšenice. *Sjemenarstvo*, 23 (1): 5-11.
3. Bennett, M.D., Smith, J.B. (1975.): Confirmation of the identification of the rye chromosome in 1B/1R wheat-rye chromosome substitution and translocation lines. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, 12: 117-120.
4. Bonjean, A.P., Angus, W.J. (2001.): *The World Wheat Book, A History Of Wheat Breeding*. Lavoisier Publishing, Pariz, 1131.
5. Borojević, K., Borojević, K. (2005.a): The Transfer and History of „Reduced Height Genes“ (Rht) in Wheat from Japan to Europe. *Journal of Heredity*, 96 (4): 455-459.
6. Borojević, K., Borojević, K. (2005.b): Historic role of the wheat variety Akakomughi in Southern Central and Central European wheat breeding programs. *Breeding Science*, 55: 253-256.
7. Borojević, S. (1990.): Genetic improvement in wheat yields potential. *Savremena poljoprivreda*, 38 (1-2): 25-47.
8. Denčić, S., Obreht, D., Kobiljski, B., Štatkić, S., Bede, M. (2008.): Genetska determiniranost kvalitete pšenice. U: M. Pospišil (ur.) *Zbornik radova 43. hrvatski i 3. međunarodni simpozij agronoma*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 281-287.
9. Drezner, G. (1995.): Oplemenjivanje pšenice na Poljoprivrednom institutu Osijek. *Sjemenarstvo*, 12 (1): 13-38.
10. Ellis, M.H., Rebetzke, G.J., Chandler, P.A., Bonnett, D., Spielmeyer, W., Richards, R.A. (2004.): The effect of different height reducing genes on the early growth of wheat. *Functional Plant Biology*, 31 (6): 583-589.
11. Gale, M.D., Youssefian, S. (1985.): Dwarfing genes in wheat. U: Russell, G.E. (ur.) *Progress in Plant Breeding*. Butterworths. London, 1-35.
12. Hedden, P. (2003.): The genes of the Green Revolution. *Trends in Genetics*, 19 (1): 5-9.
13. Jevtić, S. (1973.): Pšenica - *Triticum* sp. (Morfofiziologija, ekologija i fiziologija). Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 3-30.

14. Korzun, V., Roder, M.S., Ganal, M.V., Worland, A.J., Law, C.N. (1998.): Genetic analysis of the dwarfing gene (Rht8) in wheat. Part 1. Molecular mapping of Rht8 on the short arm of chromosome 2D of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 96 (8): 1104-1109.
15. Martinčić-Jerčić, Z. (2000.): Oplemenjivanje ozime pšenice u Hrvatskoj od 1904. do 1998. s posebnim osvrtom na sortu Sirban Prolifik i proizvodnju. *Agronomski glasnik*, 5-6: 281-289.
16. Morris, R., Schmidt, J.W., Johnson, V.A. (1972.): Chromosomal location of a dwarfing gene in „Tom Thumb“ wheat derivate by monosomic analysis. *Crop Science* 12: 247-249.
17. Pask, A.J.D., Pietragalla, J., Mullan, D.M., Reynolds, M.P. (2012): *Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping*. Mexico, D.F.: CIMMYT. 105-112.
18. Petrović, S., Marić, S., Guberac, V., Drezner, G., Eđed, A. (2007.): Varijabilnost kvantitativnih svojstava germplazme ozime pšenice. 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, 365-369.
19. Rebekić, A. (2017.): *Opisna statistika*, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek, 77.
20. Salvi, S., Porfiri, O., Ceccarelli, S. (2013.): Nazareno Strampelli, the „Prophet“ of the green revolution. *Journal of Agricultural Science*, 151: 1-5.
21. Waines, J.G., Ehdaie, B. (2007): Domestication and crop physiology: roots of green-revolution wheat. *Annals of botany*, 100 (5): 991-998.
22. [www.fao.org](http://www.fao.org) (16.8.2019.)
23. [www.wheatpedigre.net](http://www.wheatpedigre.net) (16.8.2019.)