

Razlike u procjeni vrijednosti kvantitativnog svojstva s obzirom na broj pojedinačnih mjerenja

Šimenić, Tomislav

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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:151:366779>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-22**



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](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Tomislav Šimenić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**RAZLIKE U PROCJENI VRIJEDNOSTI
KVANTITATIVNOGA SVOJSTVA OBZIROM NA BROJ
POJEDINAČNIH MJERENJA**

Završni rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Tomislav Šimenić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**RAZLIKE U PROCJENI VRIJEDNOSTI
KVANTITATIVNOGA SVOJSTVA OBZIROM NA BROJ
POJEDINAČNIH MJERENJA**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

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

Osijek, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij smjera Bilinogojstvo
Tomislav Šimenić

Završni rad

Razlike u procjeni vrijednosti kvantitativnoga svojstva obzirom na broj pojedinačnih mjerenja

Sažetak: Visina biljke i duljina klasa pšenice kvantitativna su svojstva određena utjecajem minor gena i okoline. Varijabilnost kvantitativnih svojstava omogućuje njihovo grupiranje i grafičko prikazivanje te izračun raznih statističkih parametara. O varijabilnosti određenog svojstva ovisi i potrebna veličina uzorka koji ga može pravilno reprezentirati. Cilj rada je bio utvrditi razlike i distribuciju između različitog broja pojedinačnih mjerenja visine i duljine klasa pšenice. Nakon provedenih mjerenja i obrade podataka zaključeno je da je prilikom procjene vrijednosti visine biljke pšenice potrebno provesti više pojedinačnih mjerenja. Za procjenu vrijednosti duljine klasa pšenice potrebno je provesti manje pojedinačnih mjerenja.

Ključne riječi: pšenica, uzorak, varijabilnost, kvantitativno svojstvo, statistički parametri

21 stranica, 8 tablica, 3 slike, 8 literaturnih navoda, 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
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Plant production
Tomislav Šimenić

BSc Thesis

Differences in the quantitative trait value assessment due to number of individual measurements

Summary: Plant height and ear length of wheat are quantitative characteristics defined by effect of minor genes and environment. Quantitative characteristics variability enables sorting and demonstrating them and calculating various statistic parameters. Depending on characteristics variability depends sample size necessity that can properly represent it. The point of this Thesis is to determine differences and distribution between distinctive number of individual measurements of plant height and ear length. After conducted measurements and data processing it is concluded that while assessing the height of the wheat plant it is necessary to conduct more individual measurements. While assessing the ear length it is necessary to conduct fewer individual measurements.

Key words: wheat, sample, variability, quantitative characteristic, statistical parameters

21 pages, 8 tables, 3 figures, 8 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.....	4
2.3. Statistička obrada podataka.....	5
3. REZULTATI I RASPRAVA.....	7
3.1. Varijabilnost visine biljke.....	7
3.2. Varijabilnost duljine klasa.....	14
4. ZAKLJUČAK.....	19
5. POPIS LITERATURE.....	20

1. UVOD

Pšenica je samooplodna kultura koja služi za uzgoj zrna za daljnju preradu. U svijetu je u 2016. proizvedeno preko 740 milijuna tona (www.fao.org) i pripada u kulture koje imaju vrlo široki areal uzgoja od 67° na sjeveru (Skandinavske zemlje i Rusija) do 45° na jugu (područje Argentine) uključujući povišena tropska i subtropska područja (Feldman, 1995.). Najintenzivniji oblik uzgoja u srodstvu (inbreedinga) je samooplodnja kojom se broj heterozigota u svakoj generaciji smanji na pola dok broj homozigota raste. Samooplođnjom te povećanjem homozigotnosti moguć je uzgoj čistih linija, to jest, stvaranje sorata pšenice koje su ujednačene i prepoznatljive po određenim parametrima kao što su visina biljke i duljina klasa.

Korelacija između visine biljke i duljine klasa vrlo je visoka. Iz te činjenice možemo zaključiti kako visoki kultivari imaju dulji klas od onih nižih. Kao i kod svakog pravila, i ovdje postoje odstupanja, te postoje i niži kultivari s duljim klasom i obrnuto. Tijekom zelene revolucije (1930.-1960.) znanstvenici su, nastojeći riješiti problem gladi koji bi nastao naglim povećanjem svjetske populacije, oplemenjivali pšenicu u smjeru smanjenja visine te intenziviranja usvajanja hraniva što je rezultiralo otpornijim i kvalitetnijim kultivarima. Visina biljke je vrlo važno agronomsko svojstvo kako u proizvodnji tako i u oplemenjivačkim programima. Mjerenjem visine možemo odrediti metodu i način žetve te uočiti otpornost genotipa na polijeganje. Kultivare pšenice prema visini možemo svrstati u četiri kategorije: patuljaste (<50cm), niske (50 – 70cm), srednje visoke (70 – 120cm) te visoke (>120cm). Visina je kvantitativno svojstvo pod vrlo jakim utjecajem gena, značajnim utjecajem okoline i vrlo varira između genotipova obzirom na područje uzgoja i oplemenjivački cilj (Slika 1.).

Do sada je utvrđeno ukupno 23 gena koji reguliraju visinu biljke (Pask i sur., 2017.). Minor geni, to jest poligeni, se izrazito kompleksno nasljeđuju. Svojom su brojnošću značajni, ali kako svaki od tih gena ima iznimno mali utjecaj na ekspresiju određenog svojstva ona su podložna utjecaju okoline te s toga variraju (Snustad i Simmons, 2012.). Kako su visina biljke i duljina klasa pod utjecajem minor gena, ta su svojstva kvantitativna.



Slika 1. Varijabilnost visine biljke pšenice
(Foto original: S. Petrović)

Rebekić (2017.) navodi da se kvantitativna svojstva izražavaju brojevima pogodnim za različite matematičko-statističke postupke te se, s obzirom na broj koji mogu poprimiti, dijele na diskontinuirane i kontinuirane numeričke varijable. Broj potomaka, broj zrna po klasu ili, na primjer, broj klasića po klasu prikazuju se cijelim brojevima te spadaju u diskontinuirane numeričke varijable. S druge strane, u kontinuirane varijable, koje mogu imati bilo koju razumnu vrijednost, spadaju podaci o visini biljke i duljini klasa. Uzimanjem uzorka iz populacije mora se voditi računa o tome da uzeti uzorak pravilno predstavlja te po svojoj karakteristikama nalikuje promatranoj populaciji. Takav se uzorak naziva reprezentativni uzorak. Analizom uzorka dobiju se podaci koje možemo koristiti za izračun i prikaz raznih statističkih parametara. Kako bi dobiveni podaci bili što pregledniji izrađuju se histogrami. Histogramom se vrlo precizno i pregledno može prikazati distribucija numeričkih varijabli. Cilj rada je utvrditi razlike i distribuciju između različitog broja pojedinačnih mjerenja visine i duljine klasa pšenice.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Biljni materijal

U istraživanje je uključena sorta „Katarina“ (Slika 2.) kreirana na Poljoprivrednom institutu u Osijeku, priznata 2006. godine. Sorta „Katarina“ je ozima pšenica te se preporuča posijati u optimalnom roku sjetve od 10. do 25. listopada s 500 do 600 klijavih zrna po kvadratnom metru. Srednje je rana i visokorodna sorta uz genetski potencijal rodnoći veći od 11 tona po hektaru. Masa 1000 zrna iznosi u prosjeku 37 grama, dok je hektolitarska masa 80 kg/hl. Sadržaj bjelančevina je na visokoj razini i iznosi 12,9%. Kvalitetna je krušna sorta uz sadržaj vlažnog lijepka od 28% te farinografsku kvalitetnu grupu B1. Sorta je, uz prosječnu visinu stabljike od 67 cm, tolerantna na polijeganje. Također je tolerantna na niske temperature te na bolesti koje se javljaju u područjima gdje se sije. Osim u Republici Hrvatskoj priznata je i u Republici Sloveniji, Republici Rumunjskoj te Republici Srbiji (<https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/psenica-jecam/psenica/katarina-i43/>).



Slika 2. Sorta „Katarina“ (Izvor: <https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/psenica-jecam/psenica/katarina-i43/>)

2.2. Poljski pokus i mjerenja

Poljski pokus je postavljen u listopadu 2016. na pokusnom polju Zavoda za sjemenarstvo i rasadničarstvo (Brijest) u sklopu Uspostavnog istraživačkog projekta PHENOWHEAT (no.2000). U lipnju su provedena mjerenja dva agronomska svojstva pšenice. Mjerene su visina biljke te duljina klasa i to na 20, 30 i 50 pojedinačnih nasumično odabranih biljaka (Slika 3.) na parceli površine 6,5m². Izbor biljaka je obavljen potpuno nasumično, pri čemu su se izbjegavale biljke rubnih dijelova parcele. Dobiveni rezultati svakog mjerenja se nazivaju uzorak tj. reprezentativni uzorak.

Vrlo je važno vrijeme mjerenja. Biljke se mjere kada su dosegle svoj puni potencijal rasta Nakon fenofaza klasanja i cvjetanja, odnosno u agroekološkim uvjetima istočne Slavonije visina je izmjerena tijekom lipnja 2017. Također je važno da je mjerni instrument baždaren. Za potrebe ovoga istraživanja korišten je drveni štap duljine 150 cm, širine 3cm na kojemu su vrlo precizno označeni centimetri i milimetri. Samo mjerenje se provodi tako da se drveni štap postavi uz biljku do samoga tla te se biljka izravna kako bi bila uspravna. Visina biljke je duljina od tla pa do kraja klasa (ne uključujući osje ukoliko je sorta osjata (brkulja)), dok je vrijednost duljine klasa dobivena mjerenjem od zadnjeg internodija do vrha klasa.



Slika 3. Mjerenje visine u duljine klasa na pokusnom polju Brijest, lipanj 2017.

(Foto original: S. Guberac)

2.3. Statistička obrada podataka

Kako su visina biljke i duljina klasa kvantitativne, to jest, numeričke varijable, iz dobivenih podataka izračunano je sljedećih pet statističkih parametara: (1) aritmetička sredina, (2) standardna devijacija, (3) standardna greška aritmetičke sredine, (4) koeficijent varijacije i (5) varijanca za oba svojstva i sva tri (20, 30 i 50) načina uzorkovanja.

(1) Aritmetička sredina, s oznakom $\bar{x}$, je statistički parametar koji prikazuje srednju vrijednost rezultata, a računa se tako da zbroj svih pojedinačnih mjerenja podijelimo sa brojem mjerenja.

- Formula aritmetičke sredine je $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$, gdje je $\sum x$ zbroj svih pojedinačnih mjerenja, a n broj pojedinačnih mjerenja.

(2) Standardna greška aritmetičke sredine ($s\bar{x}$) nam govori o pouzdanosti procjene aritmetičke sredine cijele populacije na temelju aritmetičke sredine reprezentativnog uzorka te se s toga ona smanjuje povećanjem uzorka.

- Formula za standardnu grešku aritmetičke sredine glasi $s\bar{x} = \frac{s}{\sqrt{n}}$, gdje je s standardna devijacija, a $\sqrt{n}$ drugi korijen od broja pojedinačnih mjerenja.

(3) Standardna devijacija (s) nam kazuje prosječno odstupanje od aritmetičke sredine te možemo predvidjeti u kojem se rasponu kreće većina podataka.

- Formula standardne devijacije je $S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}}$, gdje je $\sum x^2$ suma kvadrata svih pojedinačnih mjerenja, $(\sum x)^2$ kvadrat sume svih pojedinačnih mjerenja, a n broj pojedinačnih mjerenja.

(4) Koeficijent varijacije (%) je, naime, standardna devijacija, ali izražena postotkom od aritmetičke sredine.

- Formula za koeficijent varijabilnosti je $KV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$, gdje je s standardna devijacija a $\bar{x}$ aritmetička sredina.

(5) Varijanca (s^2) je kvadrat standardne devijacije, ali se, za razliku od standardne devijacije, ne može grafički prikazati.

- Formula za varijancu je $s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$, gdje je $\sum x^2$ suma kvadrata svih pojedinačnih mjerenja, $(\sum x)^2$ kvadrat sume svih pojedinačnih mjerenja, a n broj pojedinačnih mjerenja.

Za oba svojstva i sva tri načina uzorkovanja podaci su grupirani u razrede. Kako bi podaci bili što pregledniji, grupirani su po principu preglednosti u što manje razreda, pri čemu je veličina razreda određena razlikom između donje granice razreda i donje granice prethodnog razreda. Nakon određivanja broja i veličine razreda utvrđena je učestalost (frekvencija) za oba svojstva. Učestalosti su prikazane grafički pomoću histograma učestalosti.

Svi statistički parametri i histogrami izračunati su programu Microsoft Excel.

3. REZULTATI I RASPRAVA

Mjerenja visine biljaka te duljine klasova su provedena na 20, 30 i 50 pojedinačnih nasumično odabranih biljaka iz istraživane populacije te su izračunati i prikazani statistički parametri. Visina biljke ovisi o sorti, ali i velikom broju vanjskih čimbenika. U sušnim razdobljima, kada dolazi do smanjenja stupnja oplodnje klasića, asimilati ne dolaze u generativni dio biljke (sjeme, zrno) već u vegetativni, što rezultira izduživanjem stabljike, to jest, povećanjem visine biljke. Omjer visine biljke i duljine klasa sorte „Katarina“ se, prema dobivenim podacima, kreće u rasponu od 7:1 do čak 13:1. (Tablica 1, Tablica 2, Tablica 3, Tablica 5, Tablica 6, Tablica 7)

3.1. Varijabilnost visine biljke

Agronomsko svojstvo visine biljke je, vrlo važno agronomsko svojstvo te predstavlja nezaobilazan dio testiranja genotipova u oplemenjivačkim programima. Tijekom posljednjih 110 godina oplemenjivači pšenice u Europi i ostatku Svijeta intenzivno su radili na povećanju uroda, povećavajući žetveni indeks. Snižavanje stabljike pšenice smatra se najvećom promjenom obzirom da se žetveni indeks smanjio s 0,30 na 0,45 (Petrović, 2011.).

Utjecaj klimatskih prilika na visinu pšenice je velik. Količina oborina tijekom fenofaze busanja i posebno vlatanja te manji broj sunčanih dana može dovesti do izduživanja stabljike. Neujednačena visina, prilikom mjerenja priznatih sorata može biti posljedica i nečistog sjemena zbog grešaka nakon žetve ili u doradi sjemena, te grešaka odnosno miješanja sjemena u samoj sjetvi .

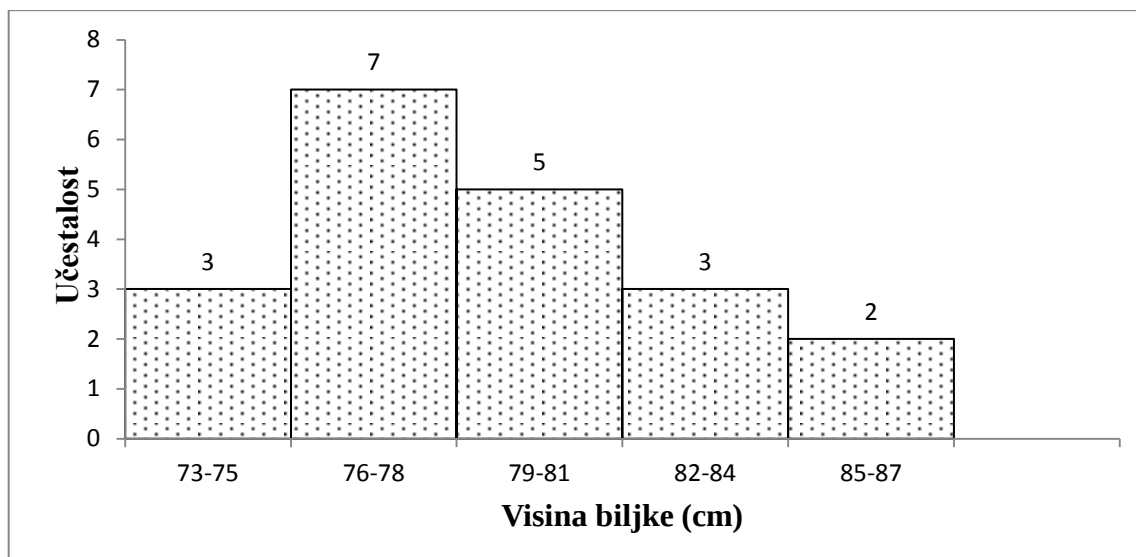
U svrhu ispitivanja optimalnog broja pojedinačnih mjerenja za svojstvo visine biljke prikupljeni su podaci tri seta uzorkovanja.

U Tablici 1 su prikazane izmjerene vrijednosti visine prvoga seta mjerenja na 20 nasumično odabranih biljaka sorte Katarina.

Tablica 1. Visine biljaka i statistički parametri za uzorak od 20 biljaka

Redni broj mjerenja	Visina biljke (cm)	Statistički parametri
1.	78	$\bar{x} = 79,10 \text{ cm}$ $s = 3,29 \text{ cm}$ $s\bar{x} = 0,74 \text{ cm}$ $KV = 4,16 \%$ $s^2 = 10,83$
2.	75	
3.	74	
4.	80	
5.	85	
6.	77	
7.	80	
8.	76	
9.	78	
10.	80	
11.	76	
12.	85	
13.	77	
14.	82	
15.	78	
16.	84	
17.	80	
18.	80	
19.	75	
20.	82	

Iz tablice je vidljivo da se visina biljaka kretala u rasponu od 74 do 85 cm, pri čemu aritmetička sredina iznosi 79,10 cm, sa standardnom pogreškom aritmetičke sredine od 0,74 cm. Prosječna visina (aritmetička sredina) sorte Katarina koja je navedena u Katalogu strnih žitarica Poljoprivrednoga instituta u Osijeku (<https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/psenica-jecam/psenica/katarina-i43/>) iznosi 67cm što je za 12 cm manje nego što je dobiveno uzorkovanjem 20 biljaka. Vrijednost koeficijenta varijacije je relativno mala i iznosi 4,16% .



Grafikon 1. Histogram za visinu biljke na uzorku od 20 biljaka

Promatrajući histogram za visinu biljaka na uzorku od 20 biljaka (Grafikon 1.), vidi se da su ukupno tri biljke imale visinu od 73 do 75 cm, što je od 4 do 5 cm manje od aritmetičke sredine za ispitivani uzorak. Ukupno 12 biljaka, što čini 60% ukupnih biljaka, nalazi se u rasponu od 75,81 do 82,39 cm što je odstupanje od aritmetičke sredine za jednu standardnu devijaciju ($79,10 \pm 3,29$ cm). Pet biljaka, u uzorku od 20, što čini 25% su udaljene dvije odnosno tri standardne devijacije od izračunate aritmetičke sredine.

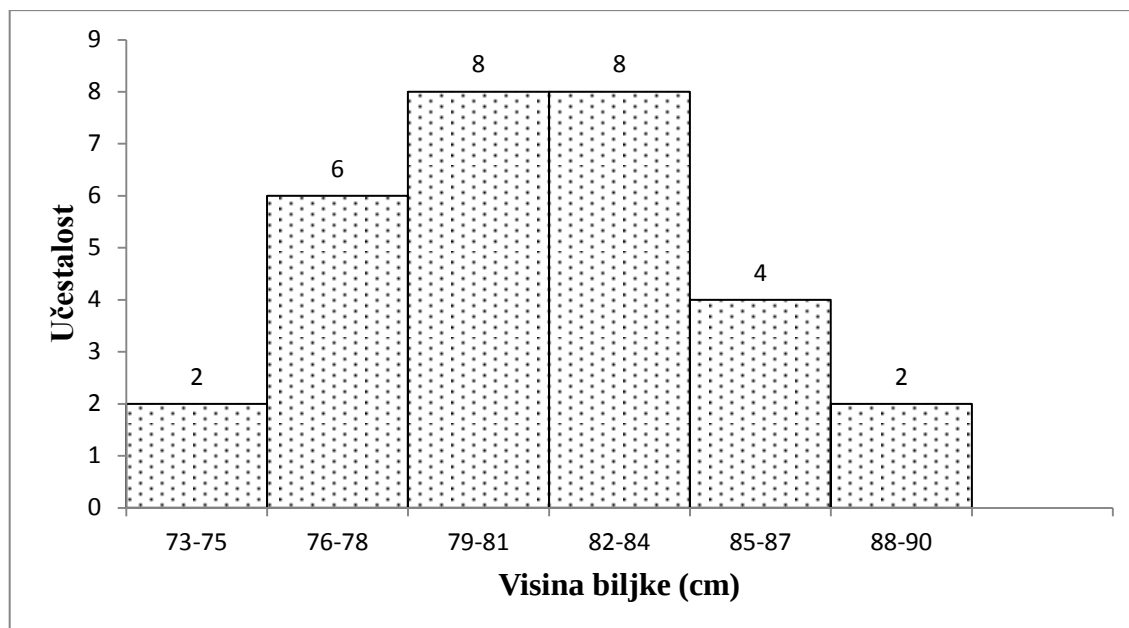
Uzorak od 20 nasumično odabranih biljaka nije dovoljno velik da bi bio reprezentativan te u potpunosti opisao visinu sorte Katarina.

U Tablici 2 su prikazane izmjerene vrijednosti visine drugoga seta mjerenja na 30 nasumično odabranih biljaka sorte Katarina.

Tablica 2. Visine biljaka i statistički parametri za uzorak od 30 biljaka

Redni broj mjerenja	Visina biljke (cm)	Statistički parametri
1.	77	$\bar{x} = 81,33 \text{ cm}$ $s = 4,05 \text{ cm}$ $s\bar{x} = 0,74 \text{ cm}$ $KV = 4,98\%$ $s^2 = 16,44$
2.	87	
3.	81	
4.	76	
5.	75	
6.	80	
7.	81	
8.	83	
9.	83	
10.	83	
11.	89	
12.	84	
13.	83	
14.	76	
15.	81	
16.	73	
17.	81	
18.	87	
19.	84	
20.	88	
21.	79	
22.	84	
23.	80	
24.	77	
25.	82	
26.	78	
27.	85	
28.	78	
29.	86	
30.	79	

Pri drugom se uzorkovanju i mjerenju visine 30 nasumično odabranih biljaka vrijednosti su se kretale od 73 do 89 cm. Aritmetička sredina je iznosila 81,33 cm što je za čak 14 cm više od prosječne visine (aritmetičke sredine) sorte Katarina. Koeficijent varijacije je bio 4,98% dok je standardna devijacija iznosila 4,05 cm.



Grafikon 2. Histogram za visinu biljke na uzorku od 30 biljaka

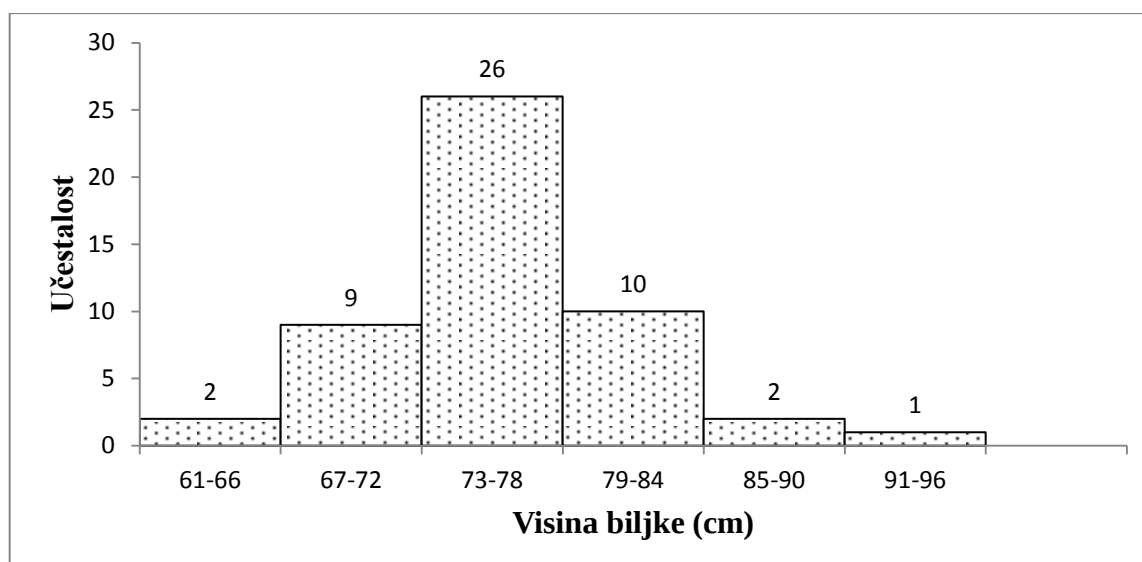
Povećanjem veličine uzorka, raspodjela učestalosti ispitivanog uzorka (Grafikon 2.) sve više poprima oblik normalne raspodjele, to jest, Gaussove krivulje. Ukupno 18 biljaka imaju približnu vrijednost visine biljke koja je u rasponu od $\bar{x} \pm s$, odnosno $81,33 \pm 4,05$ cm, što čini 60% uzorka. Samo pet biljaka (16,67%) su niže ili više od najvećeg broja izmjerenih biljaka (Tablica 2). Iako je odstupanje od podatka o prosječnoj visini biljke danog od strane proizvođača (Poljoprivredni institut Osijek) relativno veliko, grafički prikaz odgovara pretpostavci o reprezentativnosti uzorka. Većina biljaka, iako su veće od prosjeka, imaju sličnu visinu.

Posljednje uzorkovanje na pokusnoj parceli uključilo je 50 nasumično odabranih biljaka. U ovom, trećem, setu uzorkovanja vrijednosti visine biljaka su se kretale u puno širem rasponu od 61 cm do čak 94 cm. Aritmetička sredina je iznosila 76,18 cm što je za 9 cm više od prosjeka navedenog u Katalogu. Standardna devijacija je iznosila 5,92 cm dok je varijanca bila 35,09. Koeficijent varijacije je u ovom setu podataka bio najveći i iznosio je 7,77%, što je i očekivano s obzirom na širi raspon visina uključenih biljaka pšenice. Standardna pogreška aritmetičke sredine je iznosila 0,84 cm.

Tablica 3. Visine biljaka i statistički parametri za uzorak od 50 biljaka

Redni broj mjerjenja	Visina biljke (cm)	Redni broj mjerjenja	Visina biljke (cm)	Statistički parametri
1.	75	26.	75	$\bar{x} = 76,18 \text{ cm}$ $s = 5,92 \text{ cm}$ $s\bar{x} = 0,84 \text{ cm}$ $KV = 7,77\%$ $s^2 = 35,09$
2.	68	27.	77	
3.	68	28.	70	
4.	70	29.	77	
5.	78	30.	74	
6.	76	31.	78	
7.	78	32.	82	
8.	65	33.	74	
9.	77	34.	79	
10.	76	35.	76	
11.	72	36.	74	
12.	77	37.	79	
13.	94	38.	76	
14.	88	39.	74	
15.	76	40.	68	
16.	84	41.	75	
17.	83	42.	75	
18.	87	43.	76	
19.	81	44.	76	
20.	61	45.	70	
21.	78	46.	77	
22.	82	47.	76	
23.	79	48.	70	
24.	77	49.	81	
25.	67	50.	83	

Uzmemo li u obzir jednu standardnu devijaciju s obje strane aritmetičke sredine, čak se oko 68% uzorka, što čini ukupno 34 biljke, nalazi na sredini grafikona, odnosno uz aritmetičku sredinu te raspodjela učestalosti visina ispitivanih biljaka prati izgled Gaussove krivulje. Po šest biljaka (2x12%) se nalazi barem dvije standardne devijacije ispod ili iznad aritmetičke sredine uzorka.



Grafikon 3. Histogram za visinu biljke na uzorku od 50 biljaka

Tablica 4. Sumarni prikaz statističkih parametara za uzorke od 20, 30 i 50 pojedinačnih mjerenja

Veličina uzorka	$\bar{x}$ (cm)	s (cm)	$s\bar{x}$ (cm)	KV (%)	s^2
20	79,1	3,29	0,7359	4,16	10,83
30	81,33	4,05	0,7402	4,98	16,44
50	76,18	5,92	0,8377	7,77	35,09

Povećanjem veličine uzorka, standardna bi se greška trebala smanjivati, no to ovdje nije slučaj. U ovom slučaju uzrok tome je veliki raspon vrijednosti visine biljke (61 – 94 cm), što može biti posljedica ljudske pogreške (krivo unesen podatak u tablicu, pogreška prilikom mjerenja, sjetva kontaminiranog sjemena). Čak i certificirani sjemenski materijal može imati primjese u vidu sjemena različitih sorti koje prilikom raznih istraživanja mogu stvarati probleme. No, uzmemo li u obzir činjenicu da je aritmetička sredina na uzorku od 50 nasumično odabranih biljaka najbliža vrijednosti o prosječnoj visine biljke danoj od strane proizvođača sorte „Katarina“, Poljoprivrednog instituta u Osijeku, lako je zaključiti da se povećanjem veličine uzorka povećava i njegova reprezentativnost.

3.2. Varijabilnost duljine klasa

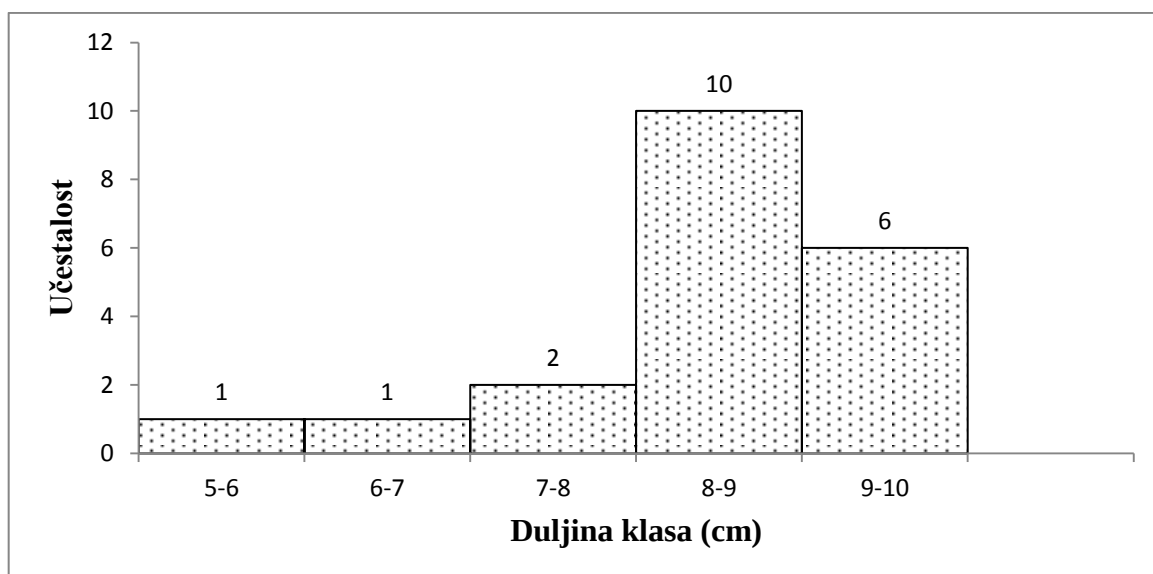
Pored visine biljke duljina klasa je također sastavni dio mjerenja agronomskih svojstava. Uz svojstva sklopa, broja klasića po klasu, broja zrna po klasu te mase 1000 zrna pokazatelj je produktivnosti kultivara te također ovisan o okolišnim uvjetima. Klas je dio biljke koji odražava efikasnost i intenzitet translokacije asimilata iz vegetacijskih organa u zrno, tj. on sam predstavlja sustav "source-sink" koji značajno određuje konačan prinos zrna (Slafer i Savin, 1994.).

Tablica 5. Duljine klasova i statistički parametri na uzorku od 20 biljaka

Redni broj mjerenja	Duljina klasa (cm)	Statistički parametri
1.	8	$\bar{x} = 7,95 \text{ cm}$ $s = 1,05 \text{ cm}$ $s\bar{x} = 0,23 \text{ cm}$ $KV = 13,21 \%$ $s^2 = 1,10$
2.	5	
3.	9	
4.	8	
5.	9	
6.	8	
7.	9	
8.	6	
9.	8	
10.	9	
11.	8	
12.	8	
13.	8	
14.	7	
15.	8	
16.	9	
17.	9	
18.	7	
19.	8	
20.	8	

Duljina klasa od 9 cm izmjerena je u ukupno 30% (šest) biljaka, dok je u samo jedne biljke izmjerena duljina klasa od 5 cm. Vrijednosti standardne greške aritmetičke sredine od 0,23 cm te standardne devijacije od 1,05 cm ukazuju kako uzorak od samo 20 nasumično odabranih biljaka vrlo varira. Koeficijent varijacije je iznosio 13,21%, dok je varijanca iznosila 1,10. Razlog velike varijabilnosti u ovom uzorku je prisustvo biljke kod koje je izmjerena duljina klasa od 5 cm. S obzirom da vrijednost duljine klasa od 5 cm odstupa od aritmetičke sredine za više od dvije standardne devijacije, može se pretpostaviti

da je posljedica ljudske pogreške. Mjerenje duljine klasa obavlja se na primarnom klasu na primarnoj vlati biljke pšenice.



Grafikon 4. Histogram za duljinu klasa na uzorku od 20 biljaka

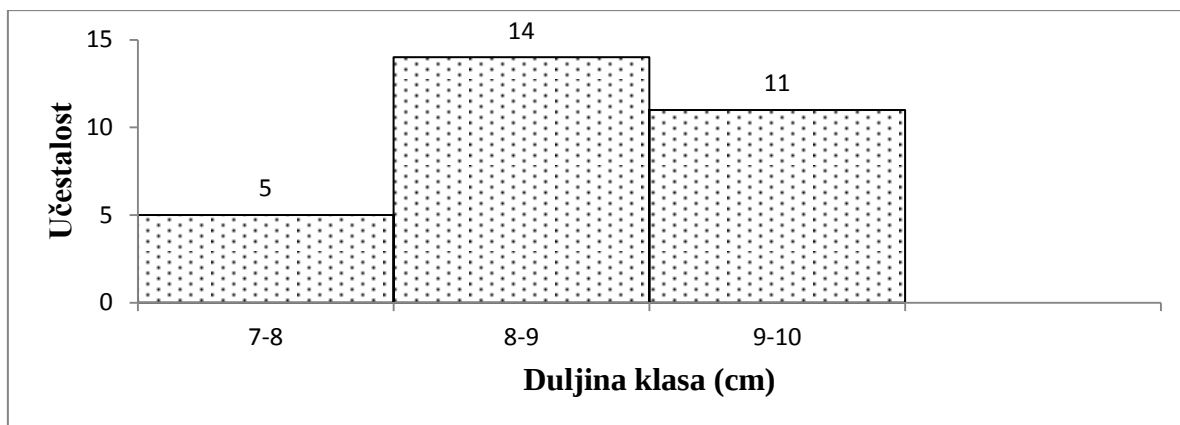
S obzirom na to da duljina klasa, za razliku od visine biljke, varira u vrlo malom rasponu, vrlo će velika većina biljaka biti u blizini prosjeka. U ovom je to slučaju čak 18 od 20 biljaka, to jest, 90% uzorka.

Rezultati dobiveni obradom podataka o duljini klasa na 30 nasumično odabranih biljaka su približno jednaki onima dobivenim obradom podataka o duljini klasa na 20 nasumično odabranih biljaka. Aritmetička sredina uzorka iznosila je 8,20 cm, sa standardnom pogreškom aritmetičke sredine od 0,13 cm i standardnom devijacijom od 0,71 cm. Koeficijent varijacije iznosio je 8,66% dok je varijanca bila 0,51. Za ukupno 11 biljaka izmjerena je duljina klasa od 9 cm, u 14 biljaka izmjeren je klas duljine 8 cm, a duljina klasa od 7 cm izmjerena je u pet biljaka.

Tablica 6. Duljine klasova i statistički parametri za uzorak od 30 biljaka

Redni broj mjerenja	Duljina klasa (cm)	Statistički parametri
1.	7	$\bar{x} = 8,20 \text{ cm}$
2.	8	
3.	8	
4.	8	
5.	9	
6.	9	
7.	9	
8.	8	
9.	7	
10.	8	
11.	7	$s = 0,71 \text{ cm}$
12.	9	
13.	8	
14.	8	$s\bar{x} = 0,13 \text{ cm}$
15.	8	
16.	9	
17.	9	
18.	8	$KV = 8,66 \%$
19.	7	
20.	9	
21.	8	$s^2 = 0,51$
22.	9	
23.	9	
24.	8	
25.	9	
26.	8	
27.	8	
28.	7	
29.	8	
30.	9	

U ovom je slučaju iz histograma (Grafikon 5.) vidljivo da su sve biljke imale klas duljine između 7 i 9 cm te je vrijednost standardne greške aritmetičke sredine niska.

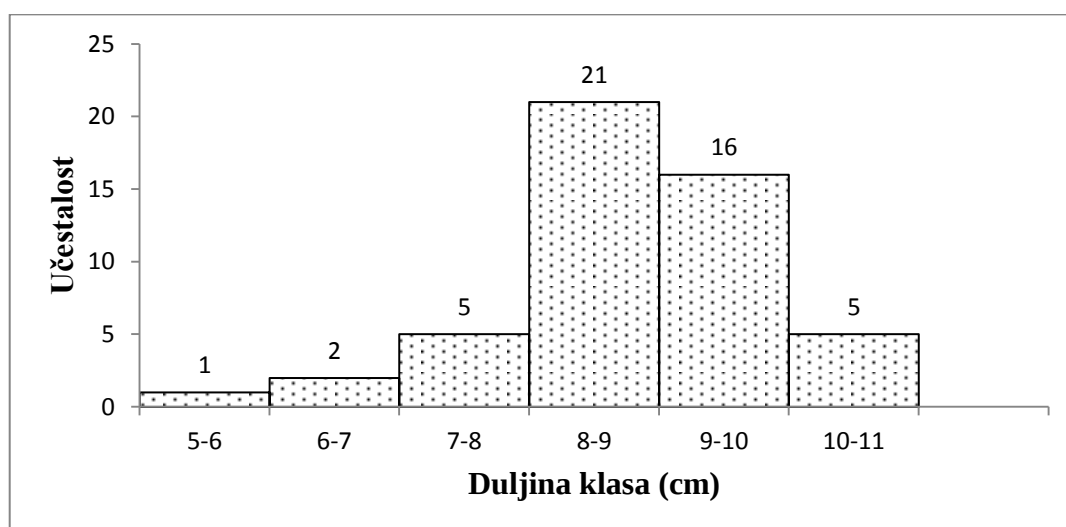


Grafikon 5. Histogram za duljinu klasa na uzorku od 30 biljaka

Rezultati mjerenja duljine klasa te izračunati statistički parametri na 50 nasumično odabranih biljaka su opet vrlo slični onima iz prethodnih mjerenja.

Tablica 7. Duljine klasova i statistički parametri za uzorak od 50 biljaka

Redni broj mjerenja	Duljina klasa (cm)	Redni broj mjerenja	Duljina klasa (cm)	Statistički parametri
1.	8	26.	8	$\bar{x} = 8,28 \text{ cm}$
2.	7	27.	7	
3.	5	28.	8	
4.	6	29.	8	
5.	8	30.	8	
6.	8	31.	9	
7.	9	32.	8	
8.	9	33.	9	
9.	10	34.	8	
10.	8	35.	10	
11.	7	36.	9	$s = 1,05 \text{ cm}$
12.	9	37.	7	
13.	9	38.	9	
14.	9	39.	7	
15.	10	40.	8	
16.	9	41.	8	$s\bar{x} = 0,15 \text{ cm}$
17.	10	42.	8	
18.	10	43.	8	
19.	8	44.	6	
20.	9	45.	8	
21.	9	46.	9	$KV = 12,68 \%$
22.	9	47.	8	
23.	8	48.	8	
24.	8	49.	9	
25.	8	50.	9	



Grafikon 6. Histogram za duljinu klasa na uzorku od 50 biljaka

Iako je sada raspon duljine klasa veći nego u prethodna 2 uzorkovanja, što je bio slučaj i kod mjerenja visine biljke, većina se podataka nalazi oko aritmetičke sredine, to jest, oko prosjeka duljine klasa (Grafikon 6).

Tablica 8. Sumarni prikaz statističkih parametara za uzorke od 20, 30 i 50 pojedinačnih mjerenja

Veličina uzorka	$\bar{x}$ (cm)	s (cm)	$s\bar{x}$ (cm)	KV (%)	s^2
20	7,95	1,05	0,23	13,21	1,10
30	8,20	0,71	0,13	8,66	0,51
50	8,28	1,05	0,15	12,68	1,10

Kao što je već navedeno da duljina klasa varira u vrlo malom rasponu od tek par centimetara, jasno je da je standardna greška aritmetičke sredine puno manja nego kod visine biljke, što znači da će se na temelju vrijednosti uzorka preciznije procijeniti aritmetička sredina populacije. Svi statistički parametri su približno jednaki te je s toga zaključeno da povećanjem veličine uzorka ne dolazi do značajnog povećanja njegove reprezentativnosti.

Eđed i sur. (2009) u svom znanstvenom članku također dolaze do zaključka kako je broj potrebnih mjerenja manji prilikom uzorkovanja duljine klasa nego kod uzorkovanja visine biljke.

4. ZAKLJUČAK

Utvrđeno je da se povećanjem veličine uzorka povećava i njegova reprezentativnost. Pod utjecajem minor gena i okoline, visina je izrazito varijabilno svojstvo. Ta je činjenica potvrđena vrlo velikom razlikom između najniže i najviše biljke u uzorku. Tako velika razlika dovela je do povećanja vrijednosti statističkih parametara koji ukazuju na varijabilnost unutar uzorka. Iz toga razloga ni uzorak od 50 nasumično odabranih biljaka nije dovoljno velik da bi mogao predstavljati cijelu populaciju ukoliko su u uzorku prisutne vrijednosti koje značajno odstupaju od većine ostalih vrijednosti u uzorku. Kao i visina biljke, i duljina klasa je određena minor genima te utjecajem okoline, ali se zbog male razlike između svog minimuma i maksimuma može reprezentirati puno manjim uzorkom. U prilog tome idu i dobiveni statistički parametri koji su po svojim vrijednostima približno jednaki.

5. POPIS LITERATURE

1. Borojević, S., Borojević, K. (1981.): Genetika. Poljoprivredni fakultet Novi Sad. 456.
2. Eđed, A., Horvat, D., Lončarić, Z. (2009.): Optimalna veličina uzorka pri ispitivanju kvantitativnih svojstava pšenice. Poljoprivreda/Agriculture, 15(1), 33-38.
3. Feldman, M., Smartt, J., Simmonds, N.W. (1995.): Wheats, Evolution of crop plants. Harlow, UK Longman Scientific and Technical. 185-192.
4. Pask, A.J.D., Pietragalla, J., Mullan, D.M. and Reynolds, M.P. (2012): Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. Mexico, D.F.: CIMMYT. 105-112.
5. Petz, B. (1985.): Osnovne statističke metode za nematematičare, SNL, Zagreb, 409.
6. Rebekić, A. (2017.): Opisna statistika, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek, 77.
7. Slafer, G.A., Savin, R. (1994.): Source-sink relationships and grain mass at different positions within the spike in wheat. Field Crops Research 37, 39-49.
8. Snustad, D.P., Simmons, M.J. (2012.): Genetics. Sixth Edition, International student version. John Wiley and Sons, Inc. 608-612.
9. <https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/psenica-jecam/psenica/katarina-i43/> (18.6.2018.)
10. www.fao.org (21.8.2018.)