Kemijski sastav su1 i sh2 hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna

Špoljarić Marković, Sanja

Doctoral thesis / Disertacija

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:665417

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb





Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Sanja Špoljarić Marković

KEMIJSKI SASTAV *su1* I *sh2* HIBRIDA KUKURUZA ŠEĆERCA U RAZLIČITIM STADIJIMA ZRELOSTI ZRNA

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2021.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Sanja Špoljarić Marković

CHEMICAL COMPOSITION OF *su1* AND *sh2* HYBRIDS OF SWEET CORN AT VARIOUS STAGES OF KERNEL DEVELOPMENT

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2021.

Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

SANJA ŠPOLJARIĆ MARKOVIĆ

KEMIJSKI SASTAV *su1* I *sh2* HIBRIDA KUKURUZA ŠEĆERCA U RAZLIČITIM STADIJIMA ZRELOSTI ZRNA

DOKTORSKI RAD

Mentori: prof.dr.sc. Zlatko Svečnjak

dr.sc. Tatjana Ledenčan,

znanstveni savjetnik u trajnom zvanju

Zagreb, 2021.

University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Sanja Špoljarić Marković

CHEMICAL COMPOSITION OF *su1* AND *sh2* HYBRIDS OF SWEET CORN AT VARIOUS STAGES OF KERNEL DEVELOPMENT

DOCTORAL THESIS

Supervisors: Professor Zlatko Svečnjak, PhD

Senior Scientific Adviser Tatjana Ledenčan, PhD

Zagreb, 2021.

Bibliografska stranica

Bibliografski podaci:

- Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
- Znanstveno polje: Poljoprivreda (agronomija)
- Znanstvena grana: Bilinogojstvo
- Institucija: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
- Voditelji doktorskog rada: Prof.dr.sc. Zlatko Svečnjak, dr.sc. Tatjana Ledenčan
- Broj stranica: 137
- Broj slika: 17
- Broj tablica: 81
- Broj priloga: 2
- Broj literaturnih referenci: 92
- Datum obrane doktorskog rada: 17.11.2021.
- Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:
  1. Prof.dr.sc. Milan Poljak
  2. Prof.dr.sc. Snježana Bolarić
  3. Dr.sc. Daniela Horvat, ZSV-T

Rad je pohranjen u:
Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Ulica Hrvatske bratske zajednice 4 p.p. 550, 10 000 Zagreb,
Knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog Fakulteta, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb.

Tema rada prihvaćena je na sjednici Fakultetskog vijeća Agronomskog Fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održanoj 02. prosinca 2014. godine, te odobrena na sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 14. travnja 2015. godine.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja, **Sanja Špoljarić Marković**, izjavljujem da sam samostalno izradila doktorski rad pod naslovom:

KEMIJSKI SASTAV *su1* I *sh2* HIBRIDA KUKURUZA ŠEĆERCA U RAZLIČITIM STADIJIMA ZRELOSTI ZRNA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovog doktorskog rada;
- da je doktorski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

Zagreb, 17.11.2021. godine

_____

Potpis doktorandice

Ocjena doktorskog rada

Doktorski rad je obranjen na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, 17.11.2021. pred povjerenstvom u sastavu:

Prof.dr.sc. Milan Poljak _____

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Prof. dr.sc. Snježana Bolarić _____

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Dr.sc. Daniela Horvat, ZSV-T _____

Poljoprivredni institut Osijek

Informacije o mentorima

Dr. sc. Zlatko Svečnjak rođen je 16. veljače 1973. godine u Zagrebu. Diplomirao je u siječnju 1996. godine na Sveučilištu u Zagrebu Agronomski fakultet. U veljači 1996. godine zaposlen je kao znanstveni novak na Zavodu za specijalnu proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Magistarski rad „Gnojidba ozime pšenice dušikom u različitim sustavima ratarske proizvodnje“ obranio je u studenome 2000. godine, a doktorsku disertaciju naslova „Utjecaj razine agrotehnike na komponente prinosa zrna kukuruza“ u ožujku 2003. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. U znanstveno-nastavno zvanje mlađeg asistenta izabran je 1998. godine, u zvanje asistenta 2000. godine, u zvanje višeg asistenta 2003. godine. U znanstveno-nastavno zvanje docenta izabran je 14. veljače 2005., u zvanje izvanrednog profesora 21. siječnja 2009. i u zvanje redovitog profesora 16. prosinca 2014. U znanstvena zvanja za znanstveno polje poljoprivreda u području biotehničkih znanosti izabran je 14. veljače 2005. za znanstvenog suradnika, 27. studenoga 2008. za višeg znanstvenog suradnika, 11. srpnja 2014. za znanstvenog savjetnika i 11. ožujka 2020. za znanstvenog savjetnika u trajnom zvanju.

Do sada je publicirao 50-ak znanstvenih radova o utjecaju kako intenziteta agrotehnike kao skupa svih mjera agrotehnike tako i pojedinih agrotehničkih zahvata na prinos, komponente prinosa i kakvoću ratarskih i krmnih kultura u interakciji s različitim okolišnim čimbenicima. Objavio je ukupno 23 rada prve (a1) skupine, a u drugoj (a2) skupini ima ukupno 21 rad, te devet radova iz treće (a3) skupine. Kao autor ili koautor priopćio je rezultate svojeg istraživačkog rada na više međunarodnih i nacionalnih znanstvenih skupova, a također ima jedno pozvano predavanje na međunarodnom znanstvenom skupu. Bio je voditelj jednog i suradnik na više nacionalnih znanstvenih projekata, a također je bio suradnik na jednom međunarodnom projektu. Šest godina je bio član međunarodnog uredništva znanstvenog časopisa Agriculturae Conspectus Scientificus. Znanstveno se usavršavao na više eminentnih znanstvenih i znanstveno-nastavnih ustanova u inozemstvu (University of Western Australia, Rothamsted Research, L'institut national de la recherche agronomique Paris-Grignon, Long Ashton Research Station, University of Nebraska-Lincoln).

Na Agronomskom fakultetu u Zagrebu trenutno je nositelj dva i suradnik u nastavi na dva predmeta preddiplomskih studija, te nositelj dva predmeta na diplomskom studiju. Također je koordinator jednog predmeta na poslijediplomskom doktorskom studiju „Poljoprivredne znanosti“. Kao nositelj predmeta izvodio je nastavu i na Veleučilištu Marko Marulić u Kninu, a bio je i suradnik u nastavi na jednom predmetu poslijediplomskog specijalističkog studija na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu u Zagrebu. U sklopu Erasmus programa za nastavno osoblje - održavanje nastave bio je gostujući nastavnik na više sveučilišta u Europi i svijetu (Universidade Federal do Paraná, Bogor Agricultural University, Uniwersytet Przyrodniczy we Wroclawiu, University of Padova Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and the Environment, Slovak University of Agriculture in Nitra i dr.). Pod njegovim mentorstvom izrađeno je 21 diplomskih i završnih radova, jedan magistarski i četiri doktorska rada.

Stručna djelatnost Zlatka Svečnjaka ogleda se u nekoliko pozvanih predavanja na stručnim skupovima i više od 70 članaka objavljenih u domaćim časopisima. Aktivno govori engleski, a služi se i francuskim jezikom.

Dr.sc. Tatjana Ledenčan zaposlena je na Odjelu za oplemenjivanje i genetiku kukuruza na Poljoprivrednom institutu u Osijeku od svibnja 1990. godine. Magistrirala je 1998. godine, a doktorsku disertaciju na temu „Otpornost linija i hibrida kukuruza na fuzarijsku trulež stabljike“ obranila je u travnju 2002. godine na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. U znanstveno zvanje znanstvenog savjetnika u trajnom zvanju u području biotehničkih znanosti, polje poljoprivreda izabrana je u veljači 2016. godine.

Znanstveno se usavršavala na University of Illinois, Urbana-Champaign (Sweet corn breeding and diseases resistance-training; Summer course: CPSC 450. Recombinant DNA Technology Laboratory).

Bila je voditelj nacionalnog znanstvenog projekta „Oplemenjivanje kukuruza šećerca na prinos i kvalitetu zrna“ Ministarstva znanosti i obrazovanja i projekta „Mikotoksini u zrnu kukuruza za specijalnu namjenu“ Hrvatske agencije za hranu. Kao istraživač do sada je bila uključena u izvedbu 7 nacionalnih znanstvenih projekata Ministarstva znanosti i obrazovanja, Hrvatske zaklade za znanost i Hrvatske agencije za hranu iz područja genetike i oplemenjivanja bilja. Objavila je 105 znanstvenih radova iz skupina a1, a2 i a3. Koautor je 19 hibrida kukuruza, 3 hibrida kukuruza šećerca i 1 hibrida kukuruza kokičara.

Obnašala je dužnost predsjednice Znanstvenog vijeća Poljoprivrednog instituta u Osijeku od 2014. do 2018. godine. Član je European Association for Research on Plant Breeding (EUCARPIA) i Akademije poljoprivrednih znanosti. Aktivno govori engleski i makedonski jezik. Udana je i majka dvoje djece.

Zahvala

Najiskrenije se zahvaljujem mojim dragim mentorima dr.sc. Tatjani Ledenčan i prof.dr.sc. Zlatku Svečnjaku na uloženom trudu, vremenu i pomoći u izradi i pisanju rada, te konstruktivnim prijedlozima, vođenju i savjetima. Hvala što ste svoju stručnost i znanje nesebično dijelili sa mnom.

Zahvaljujem članovima Povjerenstva za ocjenu i obranu doktorskog rada prof.dr.sc. Milanu Poljaku, prof.dr.sc. Snježani Bolarić i dr.sc. Danieli Horvat na vremenu i trudu koji su uložili za ocjenu rada. Velika im hvala na susretljivosti i pomoći, svim njihovim savjetima i sugestijama.

Hvala Poljoprivrednom institutu Osijek na mogućnosti sudjelovanja u istraživanjima, poljskim pokusima i provođenju kemijskih analiza. Posebno hvala djelatnicama Agrokemijskog laboratorija vođenim dr.sc. Rezicom Sudar koje su svojom stručnom pomoći doprinijele realizaciji ovog rada.

Hvala mojoj obitelji na razumijevanju i podršci. Hvala im što su bili stupovi na koje sam se oslanjala tijekom studija, što su vjerovali u mene i pogurali me do kraja.

Posebno hvala mojoj mami Mariji na bezuvjetnoj podršci, ljubavi, vjeri i nadi s kojom me je na ovom putu pratila. Ti si bila moj najjači pokretač.

Hvala mom dragom suprugu Bojanu, mom glasu razuma i smiraju, hvala mu na ljubavi, razumijevanju i velikoj podršci svih ovih godina.

Velika hvala mojim anđelima Niki i Jakovu, vi ste bili moja najveća snaga i inspiracija, svjetlo na kraju tunela koje me je tjeralo naprijed.

Na kraju neizmjerno hvala mom bratu Ninoslavu i tati Josipu koji su nas prerano napustili i nažalost više nisu s nama. Hvala vam što ste bili dio mog života, bez vas ne bih bila ovo što danas jesam. Hvala vam za svaki trenutak koji smo proveli zajedno. Znam da ste danas gore ponosni na mene.

Ovaj rad posvećujem mojoj obitelji, jer bez njih ništa ne bi imalo smisla.

SAŽETAK

U usporedbi s kukuruzom standardnog tipa, kemijski sastav zrna kukuruza šećerca karakterizira povećani sadržaj šećera i smanjeni sadržaj škroba. Dosadašnja istraživanja u svijetu pokazuju da kemijski sastav zrna kukuruza šećerca prvenstveno ovisi o tipu mutacije endosperma, dok u Hrvatskoj nije bilo ovakvih istraživanja. Stoga su glavni ciljevi ovog doktorskog rada bili istražiti promjene kemijskog sastava zrna tijekom dozrijevanja domaće germplazme kukuruza šećerca koja obuhvaća hibride tipa *sugary* (*su1*) i *shrunken* (*sh2*) mutacija kao i utjecaj okolinskih čimbenika (vegetacijske sezone i roka sjetve). Dva pokusa (1. i 2.) provedena su na pokusnom polju Poljoprivrednog instituta Osijek u Osijeku (PIO) uz primjenu standardnih agrotehničkih mjera za proizvodnju kukuruza šećerca. U pokusu 1., tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.) uzgojeno je devet hibrida kukuruza šećerca tipa *sugary* mutacije endosperma, a koji su kreirani na PIO. Sedam hibrida priznato je u Hrvatskoj (OS 250su, OS 254su, OS 253su, OS 255su, OS 256su, OS 247su, OS 258su) dok su dva hibrida eksperimentalni (Alpos su i OS 332su exp). U pokusu 2. tijekom vegetacijske sezone 2011., u tri roka sjetve posijano je pet *sugary* hibrida (OS 254su, OS 255su, OS 256su, OS 247su i OS 258su) izabranih na osnovu prethodnog dvogodišnjeg istraživanja, te pet *shrunken* hibrida i to Superslatki (Bc Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d.), jedan priznati (OS 244sh) i tri eksperimentalna (OS exp 1sh, OS exp 2sh, OS exp 3sh) hibrida PIO. Tijekom istraživanja na svim biljkama provedena je kontrolirana (ručna) oplodnja i uzeti uzorci za kemijske analize u pet stadija zrelosti zrna i to 17., 19., 21., 23. i 25. dan nakon oplodnje (DNO). Na uzorcima pokusa 1. utvrdio se sadržaj vode, saharoze, glukoze, fruktoze, ukupnih šećera, vodotopivih polisaharida, škroba, te parametri boje (L* i b*) u promatranim stadijima zrelosti zrna. Na uzorcima zrna iz pokusa 2. dodatno su utvrđeni ukupni fenoli i antioksidacijska aktivnost. U pokusu 1. optimalni stadij zrelosti zrna za berbu *su1* hibrida nastupio je unutar istraživanog perioda zrelosti zrna, a hibridi su se međusobno razlikovali u dinamici otpuštanja vode tijekom dozrijevanja. Najdulji optimalni period za berbu obzirom na sadržaj vode u zrnu imao je hibrid OS 250su. Unutar optimalnih stadija zrelosti zrna za berbu, određene hibride poput OS 250su, OS 253su i OS 254su karakterizirao je i najveći sadržaj saharoze i ukupnih šećera. U pokusu 2. svi hibridi *sh2* tipa mutacije imali su značajno viši sadržaj ukupnih šećera i značajno niži sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu u odnosu na *su1* hibride. Kod *su1* skupine mutanata najveći sadržaj ukupnih šećera utvrđen je za hibrid OS 256su, a kod *sh2* skupine za hibrid OS 244sh. Najveći sadržaj ukupnih fenola unutar *su1* skupine imao je hibrid OS 258su, a unutar *sh2* skupine hibrid OS exp 2sh. Hibride *sh2* mutacije karakterizirao je veći porast antioksidacijske aktivnosti u kasnijim stadijima zrelosti zrna u odnosu na *su1* hibride. Vegetacijska sezona je značajno utjecala na većinu istraživanih svojstava *su1* hibrida kukuruza šećerca. U usporedbi sa 2008., u toplijoj i sušnijoj 2009. vegetacijskoj sezoni utvrđen je značajno veći sadržaj pojedinačnih i ukupnih šećera te parametara boje (žutoća i intenzitet) zrna, dok je reakcija za sadržaj vode, vodotopivih polisaharida i škroba bila obrnuta. U pokusu 2. utvrđen je i značajan utjecaj roka sjetve na većinu kemijskih svojstava zrna istraživanih *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca. Rezultati višegodišnjih istraživanja jasno ukazuju da se hibridi domaće germplazme kukuruza šećerca međusobno značajno razlikuju po svim kemijskim svojstvima zrna tijekom dozrijevanja i da na specifičnu reakciju hibrida mogu utjecati i okolinski čimbenici (vegetacijska sezona i rok sjetve).

Ključne riječi: hibridi kukuruza šećerca, kemijski sastav zrna, antioksidacijska aktivnost, dozrijevanje, okolinski čimbenici

Chemical composition of *su1* and *sh2* hybrids of sweet corn at various stages of kernel development

ABSTRACT

Introduction: Sweet corn (Zea mays L. var. saccharata Sturt.) is an important vegetable crop. Although it is grown on much smaller areas than field corn, recently the production and consumption of sweet corn has been growing both in Europe and in the Republic of Croatia. The main reason for its popularity and growing consumers interest is conditioned by the pronounced trend of healthy human nutrition, and sweet corn is characterized by numerous highly nutritious properties. In comparison to field corn, sweet corn endosperm is characterized by an increased content of sugars and decreased content of starch. Previous studies are showing that the chemical content of kernels mostly depends on the type of endosperm mutation, but also on the genetic basis. In Croatia there is no comprehensive research in this area. Consequently, the main objective of this dissertation was to study domestic germplasm of sweet corn which includes hybrids of *su1* (*sugary-1)* and *sh2* (*shrunken-2*) types. Differences in chemical composition of kernels were assessed between and within groups of *sugary* and *shrunken* types of sweet corn hybrids based on three year field research. In trials with controlled pollination the content of water, sucrose, glucose, fructose, total sugars, water-soluble polysaccharides, starch, total phenols content in kernels, antioxidant activity and colour of kernels at various stages of kernel development were determined. In addition, the influence of environmental factors, year and sowing date, on kernel chemical composition of *su1* and *sh2* sweet corn hybrids during various stages of kernel development have been evaluated.

Materials and methods: Field trials were on the experimental fields of the Agricultural Institute Osijek in Osijek (45°33'N, 18°41'E) during 2008, 2009 and 2011. During growing seasons, standard agricultural measures were applied. The first trial was set up over two years (2008 and 2009) and nine maize hybrids with sugary endosperm mutation (standard sugar) were sown. Hybrids in the trial are created at the Agricultural Institute Osijek. Seven hybrids are registered in the Republic of Croatia, and two hybrids are new, experimental hybrids, translated hybrids of the standard kernel type. Registered hybrids are OS 250su, OS 254su, OS 253su, OS 255su, OS 256su, OS 247su, OS 258su, and the two experimental hybrids are Alpos su and OS 332su.

The trials were sown by hand, basic plot of each treatment was sown in two rows with a row spacing of 0.7 m and a length of 6.0 m. Controlled pollination was performed on all plants of the basic plot. It was ensured that sampling is done on certain days after pollination. Samples for chemical analysis of kernels were harvested five times during various stages of kernel development, on the 17th, 19th, 21st, 23rd and 25th day after pollination (DAP). Samples were harvested early in the morning, not later than 8 am and delivered to the laboratory at maximum of 10-15 min after harvest to avoid sugar loss. The content of water, sucrose, glucose, fructose, total sugars, water-soluble polysaccharides and starch were determined on a sample of five ears.

Preparation of samples for chemical analysis began immediately upon reception of harvested ears. Kernels of sweet corn were separated from the cob by cutting with a sharp knife from the top to bottom of ear. A sample of 100 g of kernels was prepared, frozen, and frozen sample lyophilized. Lyophilization lasted for 48 h. Lyophilized samples were stored at -20 °C and used to determine starch content. The rest of the separated kernels were crushed and homogenized using a stick mixer, blender. Homogenized sample was used to determine content of water, sugar and water-soluble polysaccharides. Determination of water content was carried out by drying of homogenized sample weighing 5 g in an oven at 105 °C to constant weight. Sugars and water-soluble polysaccharides extractions were conducted with ultrapure water according to a modified method (Sturm et al., 2003). Determination of sugars and water-soluble polysaccharides was performed on a high-

performance liquid chromatographic system (HPLC) series 200. The standard solution consisted of sucrose, glucose, galactose (internal standard) and fructose. Sugars from the water extract were identified by their retention times and quantified by the peak area by the method of internal standard. Total sugars are expressed as the sum of sucrose, glucose and fructose. Other peaks on the chromatograph were used to calculate water-soluble polysaccharides. The content of sugars and water-soluble polysaccharides is expressed in % in dry matter. The starch content was determined in a lyophilized sample by the polarimetric method according to Ewers (1997). The parameters of colour (L* and b*) in the ground samples were determined according to the CIELAB method (CIE, 1976) with a three-filter colorimeter Chroma meter Konica Minolta CR-400. Colours are described through three components. L* (luminance) represents the colour intensity (brightness) and the coordinates a* and b* colours. In this study, values of the L* and b* (ratio of yellow and blue colour) components were monitored.
Second trial was set up in 2011. Five *sugary* hybrids (selected on the basis of a previous two-year study) and five *shrunken* hybrids (supersweet sweet corn) were sown in three sowing dates. Selected *sugary* hybrids were selected based on the results of chemical analyses but also on the base of real needs of producers and the possibility of commercialization of selected hybrids.
Selected *sugary* hybrids were OS 254su, OS 255su, OS 256su, OS 247su and OS 258su. *Shrunken* hybrids represented in the trial were one registered hybrid of Agricultural Institute Osijek (OS 244sh), one registered hybrid of Bc Institute Zagreb (SUPERSLATKI) and three experimental hybrids of Agricultural Institute Osijek (OS exp 1sh, OS exp 2sh, OS exp 3sh). The first sowing date was 14th April and this sowing date reflects the optimal sowing date in most years in the area where the trial was conducted. The second sowing period was two weeks after the first sowing period and two weeks before the third sowing period. These sowing dates were selected as the optimal sowing days to be applied in production of sweet corn with a distance between sowing dates sufficient to ensure successive harvesting and chemical analysis in the laboratory. Second trial was sown as Trial 1 and controlled pollination was performed on all plants of the basic plot as in Trial 1. Samples for chemical analysis of kernels were harvested five times during various stages of kernel development. Beside the parameters analysed in Trial 1, the chemical analysis of the kernel included the analyses of total phenols and the antioxidant activity. As in Trial 1 after receiving the samples, colour of kernels was determined on the ear and sample was prepared for chemical analysis. Sample of 100 g of kernels was frozen and lyophilized. Lyophilized samples were stored at -20 °C and used for determination of starch, total phenols and antioxidant activity.

The content of total phenols in kernel of sweet corn was determined spectrophotometrically by modified semimicro method according to Singleton and Rossi (1965). The concentration of total phenols was calculated from a standard curve with gallic acid as standard and expressed as gallic acid equivalent in dry matter (mg GAE/100 g DW). Total antioxidant activity was determined spectrophotometrically by DPPH method according to Brand-Williams et al. (1995) and expressed as gallic acid equivalent in dry matter (mg GAE/100 g DW). The GENSTAT 7.2 program was used to process the results.

Results and conclusions: The results of this research show that relatively small changes in the water content in the kernel during the observed stages of kernel development are associated with significant changes in the chemical composition of kernel. The decrease in water content in kernel during maturation is significantly associated with a decrease in the content of single and total sugars (from r=0.61 to r=0.72) as well as a decrease in the content of total phenols (r= 0.50). The decrease in kernel water content during kernel

development is significantly associated with an increase in water soluble polysaccharides (r=-0.70), starch (r=-0.76), antioxidant activity (r=-0.43) and kernel colour (r=-0.39). During the observed maturation period, the metabolic processes in the kernel are very intensive, so the harvesting of sweet corn in the appropriate stage of kernel development is crucial to ensure high nutritional quality.

For all observed characteristics, significant differences were found between the tested hybrids, where the type of endosperm mutation is the most important factor for the content of sucrose, total sugars, water soluble polysaccharides and starch in kernel. The change in water content, single and total sugars, water-soluble polysaccharides and starch during kernel development is greater in *su1* hybrids compared to *sh2* hybrids. Greater increase in antioxidant activity during maturation was found for *sh2* hybrids compared to *su1* hybrids.

Significant differences were found between hybrids of the same type of mutation in content and dynamics of change of content during kernel development for all observed characteristics. Considering the duration of the optimal harvest period, sugar content and reduction of sugar content by kernel development, and the lowest starch content hybrids OS 254su and OS 256su can be distinguished as the best in the group of *su1* hybrids, The new *sh2* hybrid OS exp 2sh had a slightly lower initial content of total sugars compared to the standard hybrid OS 244sh, while in the hybrid OS exp 2sh the content of total sugars did not change significantly during the optimal harvest period and had a significantly higher sugar content at the last stage of maturity compared to other *sh2* hybrids. For the OS exp 2sh hybrid, very little variation was found between different sowing dates both in the content of total sugars and in the change of total sugars during maturation, which is very important considering that the selection of a hybrid for commercial production depends on the stability of its performance through environments.

The results of this research for total phenol content and antioxidant activity show a high part of genotype × maturity stage x sowing date interaction in total variability. Although significant differences were found between the examined hybrids for both characteristics, the dynamics of change during kernel development as well as the variation between sowing dates prevent the emphasis of hybrid with potentially higher functional value. In any case, the identified differences between genotypes indicate that research needs to be continued in a way to include more genotypes and involve more groups of bioactive compounds (especially carotenoids) in order to isolate hybrids with potentially higher health benefits.

Key words: hybrids of sweet corn, chemical composition of kernel, antioxidant activity, stages of kernel development, environmental factors

Sadržaj

1. UVOD 1
1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja 3
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 4
2.1. Gospodarsko značenje kukuruza šećerca 4
2.2. Germplazma kukuruza šećerca 5
2.2.1. Sugary mutanti 7
2.2.2. Shrunken mutanti 8
2.3. Kemijski sastav kukuruza šećerca tijekom dozrijevanja 9
2.4. Utjecaj genotipa i okoline na kemijski sastav kukuruza šećerca 13
2.4.1. Utjecaj genotipa 13
2.4.2. Utjecaj vegetacijske sezone i roka sjetve 14
3. MATERIJAL I METODE RADA 17
3.1. Poljska i laboratorijska istraživanja u 2008. i 2009. godini 17
3.1.1. Istraživani hibridi kukuruza šećerca 17
3.1.2. Poljski pokusi 20
3.1.3. Vremenske prilike 22
3.1.4. Laboratorijske analize 23
3.1.4.1. Priprema uzoraka 23
3.1.4.2. Ekstrakcija šećera i vodotopivih polisaharida 24
3.1.4.3. HPLC određivanje šećera i vodotopivih polisaharida 24
3.1.4.4. Određivanje škroba metodom po Ewers-u 25
3.1.4.5. Određivanje boje 25
3.2. Poljska i laboratorijska istraživanja u 2011. godini 26
3.2.1. Istraživani hibridi kukuruza šećerca 26
3.2.2. Poljski pokusi 28
3.2.3. Vremenske prilike 30
3.2.4. Laboratorijske analize 32
3.2.4.1. Priprema uzorka 32
3.2.4.2. Određivanje sadržaja ukupnih fenola 32
3.2.4.3. Antioksidacijska aktivnost 34
3.3. Statistička analiza podataka 36
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 37
4.1. Istraživanja u 2008. i 2009. godini 37
4.1.1. Sadržaj vode u zrnu 37
4.1.2. Sadržaj saharoze u suhoj tvari zrna 39

4.1.3. Sadržaj glukoze i fruktoze u suhoj tvari zrna 42
4.1.3.1. Sadržaj glukoze u suhoj tvari zrna 42
4.1.3.2. Sadržaj fruktoze u suhoj tvari zrna....44
4.1.4. Sadržaj ukupnih šećera u zrnu....47
4.1.5. Sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu kukuruza šećerca 49
4.1.6. Sadržaj škroba u zrnu kukuruza šećerca....52
4.1.7. Boja zrna kukuruza šećerca....54
4.1.7.1. b* parametar žutoće (intenzitet žutosti)....54
4.1.7.2. L* parametar svjetline boje 57
4.1.8. Korelacija između ispitivanih svojstava 60
4.2. Istraživanja u 2011. godini....61
4.2.1. Sadržaj vode u zrnu 61
4.2.2. Sadržaj saharoze u suhoj tvari zrna 64
4.2.3. Sadržaj glukoze i fruktoze u suhoj tvari 67
4.2.3.1. Sadržaj glukoze u suhoj tvari....67
4.2.3.2. Sadržaj fruktoze u suhoj tvari 70
4.2.4. Sadržaj ukupnih šećera u zrnu....73
4.2.5. Sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu....76
4.2.6. Sadržaj škroba u zrnu 79
4.2.7. Sadržaj ukupnih fenola u zrnu....82
4.2.8. Antioksidacijska aktivnost kukuruza šećerca....85
4.2.9 Boja zrna 88
4.2.9.1. b* parametar žutoće (intenzitet žutosti)....88
4.2.9.2. L* parametar svjetline boje 91
4.2.10. Korelacija između ispitivanih svojstava 95
5. RASPRAVA 96
6. ZAKLJUČCI 108
7. POPIS LITERATURE....110
8. ŽIVOTOPIS....115
9. PRILOZI....118
Prilog 1. Sadržaj promatranih svojstava *su1* hibrida kukuruza šećerca (2008. i 2009.)..... 118
Prilog 2. Sadržaj promatranih svojstava *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca (2011.)....127

Popis kratica

ae1	*amylose-extender1*
AOA	antioksidacijska aktivnost
b*	žutoća boje
bt1	*brittle1*
bt2	*brittle2*
CAA	Celular Antioxidant Activity
CV	Coefficient of Variation
DAP	days after polination
DNO	dana nakon oprašivanja
DPPH	2,2'-difenil-1-pikrilhidrazil
du1	*dull1*
EtOH	etanol
exp	eksperimentalni
FAO	Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda (eng. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*)
FRAP	Ferric Reducing Antioxidant Power
FW	fresh weight
GAE	Gallic Acid Equivalent
GDD	Growing Degree Day
HAPIH	Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu
HCl	klorovodična kiselina
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
L*	luminance
LSD	Least Significant Differences
MeOH	metanol
Na_2CO_3	natrijev karbonat
PIO	Poljoprivredni institut Osijek
rpm	okretaja/minuti
SAD	Sjedinjene Američke Države
se1	*sugary enhancer1*
sh2	*shrunken-2*
ST	suha tvar

su1	*sugary-1*
TEAC metoda	Trolox Equivalence Antioxidant Capacity
USDA	United States Department of Agriculture
wx1	*waxy1*

Popis tablica

Tablica 1. Mutanti endosperma koji se koriste u komercijalnom oplemenjivanju kukuruza šećerca (prema Tracy, 2001.)

Tablica 2. Minimalna, maksimalna i srednja temperatura zraka i količine oborina u Osijeku za vegetacijske sezone 2008. i 2009.

Tablica 3. Minimalna, maksimalna i srednja temperatura zraka i količine oborina u Osijeku za vegetacijsku sezonu 2011.

Tablica 4. Pregled *GDD* vrijednosti po rokovima sjetve u 2011. godini

Tablica 5. Priprema razrjeđenja otopine galne kiseline (određivanje sadržaja ukupnih fenola)

Tablica 5a. Priprema razrjeđenja otopine galne kiseline (određivanje antioksidacijske aktivnosti)

Tablica 6. Model kombinirane analize varijance za istraživana svojstva u pokusu 1.

Tablica 6a. Model kombinirane analize varijance za istraživana svojstva u pokusu 2.

Tablica 7. Kombinirana analiza varijance za sadržaj vode u zrnu

Tablica 8. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj vode (%) u zrnu

Tablica 9. Kombinirana analiza varijance za sadržaj saharoze u zrnu

Tablica 10. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj saharoze (%) u zrnu

Tablica 11. Kombinirana analiza varijance za sadržaj glukoze u zrnu

Tablica 12. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj glukoze (%) u zrnu

Tablica 13. Kombinirana analiza varijance za sadržaj fruktoze u zrnu

Tablica 14. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj fruktoze (%) u zrnu

Tablica 15. Kombinirana analiza varijance za sadržaj ukupnih šećera u zrnu

Tablica 16. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu

Tablica 17. Kombinirana analiza varijance za sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu

Tablica 18. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu

Tablica 19. Kombinirana analiza varijance za sadržaj škroba u zrnu

Tablica 20. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj škroba (%) u zrnu

Tablica 21. Kombinirana analiza varijance za boju (b*) u zrnu

Tablica 22. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na parametar žutoće zrna (b*)

Tablica 23. Kombinirana analiza varijance za parametar svjetline boje (L*) u zrnu

Tablica 24. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na parametar svjetline boje (L*) zrna

Tablica 25. Korelacija između ispitivanih svojstava

Tablica 27. Kombinirana analiza varijance za sadržaj vode u zrnu

Tablica 28. Sadržaj vode (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

Tablica 29. Kombinirana analiza varijance za sadržaj saharoze u zrnu kukuruza šećerca

Tablica 30. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

Tablica 31. Sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrna (DNO)

Tablica 32. Kombinirana analiza varijance za sadržaj glukoze u zrnu kukuruza šećerca

Tablica 33. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

Tablica 34. Sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

Tablica 35. Kombinirana analiza varijance za sadržaj fruktoze u zrnu kukuruza šećerca

Tablica 36. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj fruktoze (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

Tablica 37. Sadržaj fruktoze (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

Tablica 38. Kombinirana analiza varijance za sadržaj ukupnih šećera u zrnu kukuruza šećerca

Tablica 39. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

Tablica 40. Sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

Tablica 41. Kombinirana analiza varijance za sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu kukuruza šećerca

Tablica 42. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj vodotopivih polisharida (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca

Tablica 43. Sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

Tablica 44. Kombinirana analiza varijance za sadržaj škroba u zrnu kukuruza šećerca

Tablica 45. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj škroba (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

Tablica 46. Sadržaj škroba (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u razičitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

Tablica 47. Kombinirana analiza varijance za sadržaj ukupnih fenola u zrnu kukuruza šećerca

Tablica 48. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj ukupnih fenola (mg GAE/100 g ST) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca

Tablica 49. Sadržaj ukupnih fenola (mg GAE/100 g ST) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

Tablica 50. Kombinirana analiza varijance za antioksidacijsku aktivnost kukuruza šećerca

Tablica 51. Utjecaj hibrida i roka sjetve na antioksidacijsku aktivnost (mg GAE/100 g ST) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

Tablica 52. Antioksidacijska aktivnost (mg GAE/100 g ST) *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna

Tablica 53. Kombinirana analiza varijance za boju (b*) zrna kukuruza šećerca

Tablica 54. Utjecaj hibrida i roka sjetve na boju (b*) zrna *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

Tablica 55. Boja (b*) zrna *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u ovisnosti o različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

Tablica 56. Kombinirana analiza varijance za svjetlinu boje (L*) zrna kukuruza šećerca

Tablica 57. Utjecaj hibrida i roka sjetve na svjetlinu (L*) boje zrna *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

Tablica 58. Svjetlina boje zrna (L*) *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

Tablica 59. Korelacija između ispitivanih svojstava

Tablica 60. Sadržaj vode (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Tablica 61. Sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Tablica 62. Sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Tablica 63. Sadržaj fruktoze (%)u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Tablica 64. Sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Tablica 65. Sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Tablica 66. Sadržaj škroba (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Tablica 67. Boja zrna (b*) *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Tablica 68. Svjetlina boje zrna (L*) *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Tablica 69. Sadržaj vode (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Tablica 70. Sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Tablica 71. Sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Tablica 72. Sadržaj fruktoze (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Tablica 73. Sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Tablica 74. Sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Tablica 75. Sadržaj škroba (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Tablica 76. Antioksidacijska aktivnost (mg GAE/100 g ST) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Tablica 77. Sadržaj ukupnih fenola (mg GAE/100 g ST) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Tablica 78. Boja zrna (b*) *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Tablica 79. Svjetlina boje zrna (L*) *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Popis slika

Slika 1. Hibrid OS 250su

Slika 2. Hibrid OS 254su

Slika 3. Hibrid OS 253su

Slika 4. Hibrid OS 255su

Slika 5. Hibrid OS 256su

Slika 6. Hibrid OS 247su

Slika 7. Hibrid Alpos su

Slika 8. Hibird OS 332su

Slika 9. Hibrid OS 258su

Slika 10. Tipičan HPLC kromatogram šećera i vodotopivih polisaharida u zrnu kukuruza šećerca

Slika 11. Prikaz načina očitavanja boje u Lab sustavu

Slika 12. Hibrid OS exp 1sh

Slika 13. Hibrid OS exp 2sh

Slika 14. Hibrid OS exp 3sh

Slika 15. Hibrid OS 244sh

Slika 16. Hibrid Superslatki

Slika 17. Mehanizam reakcije DPPH radikala s antioksidansom (Brand-Williams i sur.,1995)

Popis grafikona

Grafikon 1. Proizvodnja kukuruza šećerca (ha) u razdoblju 2011.-2020. godine u Vukovarsko-srijemskoj županiji

Grafikon 2. Prosječan sadržaj vode (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Grafikon 3. Prosječan sadržaj vode (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Grafikon 4. Prosječan sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Grafikon 5. Prosječan sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1* kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Grafikon 6. Prosječan sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Grafikon 7. Prosječan sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1* kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Grafikon 8. Prosječan sadržaj fruktoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Grafikon 9. Prosječan sadržaj fruktoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Grafikon 10. Prosječan sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Grafikon 11. Prosječan sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. 2009.)

Grafikon 12. Prosječan sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Grafikon 13. Prosječan sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Grafikon 14. Prosječan sadržaj škroba (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Grafikon 15. Prosječan sadržaj škroba (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Grafikon 16. Prosječna žutoća (b*) zrna *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Grafikon 17. Prosječna žutoća (b*) zrna *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Grafikon 18. Prosječna svjetlina boje (L*) zrna *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Grafikon 19. Prosječna svjetlina boje (L*) zrna *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Grafikon 20. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti (DNO) na sadržaj vode (%) u zrnu kukuruza šećerca

Grafikon 21. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti (DNO) na sadržaj saharoze (%) u zrnu kukuruza šećerca

Grafikon 22. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti (DNO) na sadržaj glukoze (%) u zrnu kukuruza šećerca

Grafikon 23. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti (DNO) na sadržaj fruktoze (%) u zrnu kukuruza šećerca

Grafikon 24. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti (DNO) na sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu kukuruza šećerca

Grafikon 25. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti (DNO) na sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu kukuruza šećerca

Grafikon 26. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti (DNO) na sadržaj škroba (%) u zrnu kukuruza šećerca

Grafikon 27. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti (DNO) na sadržaj ukupnih fenola (mg GAE/100 g ST) u zrnu kukuruza šećerca

Grafikon 28. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti (DNO) na antioksidacijsku aktivnost (mg GAE/100 g ST) u zrnu kukuruza šećerca

Grafikon 29. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti (DNO) na boju (b*) zrna kukuruza šećerca

Grafikon 30. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti (DNO) na svjetlinu boje (L*) zrna kukuruza šećerca

Popis priloga

Prilog 1. Sadržaj promatranih svojstava *su1* hibrida kukuruza šećerca (2008. i 2009.)

Prilog 2. Sadržaj promatranih svojstava *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca (2011.)

1. UVOD

Kukuruz šećerac (*Zea mays L. var. saccharata Sturt.)* je važna povrtna kultura koja je ponajprije bila vrlo popularna u Americi, Kanadi i Aziji, a u posljednje vrijeme proizvodnja i potrošnja kukuruza šećerca bilježi trend rasta kako u Europi tako i u Republici Hrvatskoj. Vodeći svjetski proizvođač kukuruza šećerca su Sjedinjene Američke Države gdje je u 2020. godini šećerac uzgajan na više od 162 tisuće ha s godišnjom vrijednosti proizvodnje od 743 milijuna dolara (USDA, 2021). U Americi se kukuruz šećerac rangira kao treće povrće po popularnosti, a prosječno svaki Amerikanac godišnje pojede 12 kg šećerca. Gledajući po kontinentima, na Sjevernu i Južnu Ameriku otpada 63,8 % proizvodnje, na Europu 23,3 % i na Aziju 10,7 % ukupne svjetske proizvodnje kukuruza šećerca, dok je u ostalim dijelovima svijeta zastupljen u manjoj mjeri (FAOSTAT, 2015.). U Europi se šećerac najviše uzgaja u Španjolskoj, Italiji, Francuskoj i Mađarskoj. Prema podatcima Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske (2019.) proizvodnja kukuruza šećerca u Hrvatskoj u 2018. godini iznosila je 11,4 tisuća t od kojih je najveća količina proizvedena za tržište, a udio proizvodnje u povrtnjacima za vlastite potrebe iznosio je manje od 1 %.

Kukuruz šećerac se uzgaja na znatno manjim površinama od kukuruza standardne kvalitete zrna, ali je sve traženiji tip kukuruza na domaćem i inozemnom tržištu. Njegova popularnost i sve veća zainteresiranost potrošača uvjetovana je izraženim trendom zdrave ishrane ljudi, a kukuruz šećerac odlikuju brojne visoko nutritivne karakteristike. Ukusna i sočna zrna kukuruza šećerca bogata su šećerima koji su u skladnom odnosu sa aminokiselinama, bjelančevinama, mineralnim tvarima i vitaminom B, zbog čega se i smatra veoma kvalitetnim i ukusnim povrćem.

Kukuruz šećerac razlikuje se od kukuruza standardnog tipa zrna po prisustvu jednog ili više recesivnih gena koji utječu na metabolizam ugljikohidrata u endospermu. Mutacija rezultira smanjenim sadržajem škroba i povećanom koncentracijom šećera u zrnu kada se konzumira u svježem stanju. Najvažniji od šećera su saharoza, fruktoza i glukoza.

U komercijalnim oplemenjivanju šećerca koristi se osam različitih recesivnih gena među kojima su najzastupljeniji mutanti *sugary* (*su*1) i *shrunken* (*sh*2). Boyer i Shanon (1984) podijelili su mutante na osnovu mehanizma djelovanja u dvije skupine. Mutanti tipa *sugary* pripadaju skupini-2 koja u najvećoj mjeri djeluje na sastav i sadržaj polisaharida u endospermu. Ovaj tip mutacije karakterizira visok sadržaj vodotopivih polisaharida koji zrnu daju kremastu teksturu.

Brzo otpuštanje vode iz zrna i naglašena konverzija šećera u škrob rezultiraju brzim gubljenjem kvalitete zrna, stoga hibridi mutacije tipa *sugary* imaju vrlo uzak optimalni period berbe.

Mutanti tipa *shrunken* pripadaju skupini-1 koju karakterizira visoka akumulacija šećera u endospermu uslijed nemogućnosti konverzije šećera u vodotopive polisaharide ili škrob (Churchill i Andrew, 1984). Hibridi tipa *shrunken* imaju optimalni period berbe približno četiri puta dulji u odnosu na hibride tipa sugary (Marshall i Tracy, 2003).

Oba tipa mutacije (*sugary* i *shrunken*) imaju svoje prednosti ali i nedostatke. *Sugary* tipovi imaju manje šećera i brzo ih gube, međutim, imaju puno bolje agronomske karakteristike (bolji prinos, otporniji su na biotski i abiotski stres, bolju klijavost i energiju klijanja). S druge strane *shrunken* tipovi imaju daleko više šećera u zrnu i sporo ih gube ali im je prinos manji, osjetljiviji su, otežano klijaju itd. Kako bi se smanjili nedostatci ova dva tipa, pored *sugary* i *shrunken* hibrida, u svijetu su razvijeni hibridi koji sadrže obje ove mutacije – to su sinergisti, kao i hibridi koji sadrže tri mutanta – triplesweet (uz *su* i *sh* još i *sugary enhancer*). U našoj domaćoj germplazmi za sada nemamo hibrida s kombinacijom mutanata. Kod nas su najzastupljeniji (najbrojniji) sugary hibridi koji imaju dobra agronomska svojstva, a ono što smo ovim radom željeli ispitati je mogu li se unutar tog tipa mutacije izdvojiti hibridi sa većim sadržajem i sporijom konverzijom šećera i koliko se tako izdvojeni hibridi razlikuju po kemijskom sastavu zrna od *shrunken* hibrida.

Kukuruz šećerac je nutritivno visokovrijedna povrtna kultura koja na tržište dolazi kao svježa, smrznuta ili konzervirana prehrambena namirnica. Za ljudsku ishranu koristi se u mliječnoj fazi zriobe kada je zrno nježno i sočno i u kojoj endosperm ima kremastu teksturu i visoki sadržaj jednostavnih šećera koji daju sladak okus. Tržište i prerađivačka industrija uvjetuju uzgoj hibrida kukuruza šećerca visoke kvalitete zrna. Za kvalitetu zrna kukuruza šećerca najvažniji su njegov okus i tekstura (Azanza i sur., 1994, 1996), a što je određeno kemijskim sastavom i to prvenstveno sadržajem vode, šećera, vodotopivih polisaharida (fitoglikogena) i škroba (Evensen i Boyer, 1986). U novije vrijeme sve veća pozornost posvećuje se potencijalnoj zdravstvenoj dobrobiti kukuruza šećerca obzirom na sadržaj fenolnih spojeva (Chun i sur., 2005; Smyrniotaki, 2011; Khampas i sur., 2013). Fenolni spojevi imaju izraženu antioksidacijsku aktivnost i važni su u prevenciji različitih bolesti uzrokovanih djelovanjem slobodnih radikala (Kahkonen i sur, 1999; Dewanto i sur. 2002).

Istraživanja većeg broja autora ukazuju na značajan učinak okoline na kemijski sastav zrna kukuruza šećerca. Okolinski čimbenici koji u najvećoj mjeri utječu na kemijski sastav i kvalitetu kukuruza šećerca su temperatura zraka i oborine tijekom polinacije i nalijevanja zrna.

Cilj ovog doktorskog rada bio je proučiti domaću germplazmu kukuruza šećerca koja obuhvaća hibride tipa *su*1 i *sh*2 i procijeniti razlike u kemijskom sastavu zrna tijekom dozrijevanja kako između hibrida različitog tipa mutacija, tako i unutar iste skupine mutanata. U radu se istražio utjecaj okolinskih čimbenika (godine i roka sjetve) na kemijski sastav zrna hibrida kukuruza šećerca tipa *su*1 i *sh*2 tijekom dozrijevanja, te optimalni stadiji

zrelosti zrna za berbu što je od velikog značaja za proizvođače i prerađivače kukuruza šećerca.

1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja

Na temelju pregleda literature formirane su slijedeće hipoteze:

- Unutar domaće germplazme kukuruza šećerca postoje značajne razlike između hibrida u kemijskom sastavu zrna tijekom dozrijevanja (sadržaju vode, saharoze, glukoze, fruktoze, vodotopivih polisaharida, škroba, ukupnih fenola te antioksidacijskoj aktivnosti).
- Dinamika promjene kemijskog sastava zrna u različitim stadijima zrelosti zrna određuje trajanje optimalnog roka berbe, a prvenstveno ovisi o tipu mutacije endosperma.
- Okolinski čimbenici (godina i rok sjetve) mogu značajno utjecati na kemijski sastav zrna kukuruza šećerca tijekom dozrijevanja.

Na temelju postavljenih hipoteza, glavni ciljevi istraživanja su kako slijedi:

- Procijeniti razlike u kemijskom sastavu zrna tijekom dozrijevanja između hibrida kukuruza šećerca mutacije tipa sugary endosperma.
- Usporediti promjenu kemijskog sastava zrna tijekom dozrijevanja između dvije skupine mutanata (skupina hibrida tipa *sugary* i skupina hibrida tipa *shrunken*).
- Procijeniti utjecaj okolinskih čimbenika (godine i roka sjetve) na kemijski sastav zrna kukuruza šećerca tijekom dozrijevanja.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

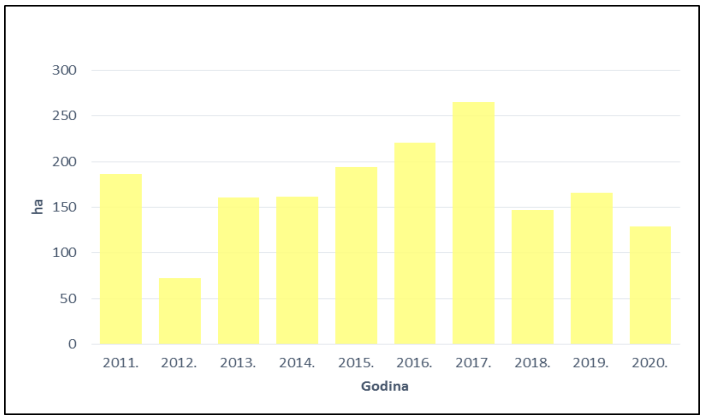
2.1. Gospodarsko značenje kukuruza šećerca

Kukuruz šećerac se u ljudskoj prehrani koristi kao svježe, smrznuto i konzervirano povrće. (Alan i sur., 2014). Proizvodnja za različite namjene neovisna je jedna o drugoj (Kleinhenz, 2008). U svijetu se ukupna proizvodnja i vrijednost prerađenog kukuruza šećerca u posljednjih 25 godina povećala za 60 % (Williams, 2008). Prema FAOSTAT (2019), u proteklih deset godina svjetska proizvodnja smrznutog i konzerviranog kukuruza šećerca povećana je približno za 49 %. Najveći proizvođač i izvoznik kukuruza šećerca su Sjedinjene Američke Države (SAD). Proizvodnja kukuruza šećerca povećala se u SAD-u za više od 30 %, tj. s 942.400 t u 1993. na 1.444.950 t u 2008. (NASS, 2010). Porast je objašnjen ekspanzijom izvoza konzerviranog (s 57.000 t na 177.000 t) i smrznutog (s 33.000 t na 57.000 t) kukuruza šećerca. (NASS, 2010). Međutim, u posljednja 2 desetljeća, tržište prerade opada, dok se tržište svježeg kukuruza šećerca povećava. Povećanje proizvodnje za tržište kukuruza šećerca u svježem stanju povezano je s povećanjem kvalitete i roka trajanja (Tracy, 2001). Od 1,1 milijarde dolara usjeva kukuruza šećerca, 74 % (842,3 milijuna dolara) prihoda je generirano sa svježeg tržišta (Hansen, 2017). Tržište svježeg kukuruza šećerca je dominantno u smislu prodaje, iako je u pogledu ukupne proizvodnje tržište prerade veće s godišnjom proizvodnjom od oko 2,5 milijuna t u odnosu na tržište svježeg kukuruza šećerca koje iznosi oko 1,49 milijuna t (Hansen, 2017). U SAD-u prosječna potrošnja šećerca iznosi oko 12 kg po stanovniku.

Premda se popularnost kukuruza šećeraca iz SAD-a širi cijelim svijetom, narodi koji ga tradicijski nemaju u svojim kulturnim i prehrambenim navikama sporije ga prihvaćaju. Dinnella i sur. (2016) su izvijestili o senzornoj ocjeni konzerviranog povrća među adolescentima iz Danske, Francuske, Italije i Ujedinjenog Kraljevstva. Konzervirani kukuruz šećerac svrstan je u skupinu povrća koje ne vole, zajedno s cvjetačom i brokulom, koje su okarakterizirane kao neugodnog okusa. Države koje konkuriraju SAD-u kao najvećem proizvođaču su Francuska, Mađarska, Tajland te Kanada. Gledajući po kontinentima, na Sjevernu i Južnu Ameriku otpada 63,8 % proizvodnje, na Europu 23,3 % i na Aziju 10,7 % ukupne svjetske proizvodnje šećerca, dok je u ostalim dijelovima svijeta zastupljen u manjoj mjeri (FAOSTAT, 2019). U Europi su prema zasijanim površinama najveći proizvođači kukuruza šećerca Mađarska s 39.000 ha i Francuska s 26.000 ha (FAOSTAT, 2019).

U Republici Hrvatskoj je u 2018. godini prema priopćenju Državnog zavoda za statistiku (2019) proizvedeno 11402 t kukuruza šećerca. Ukupna proizvodnja kukuruza šećerca zauzela je sedmo mjesto u proizvodnji povrća, nakon kupusa, rajčice, lubenice, luka,

paprike i mrkve. Proizvodnja se najvećim dijelom odnosila za tržište (11351 t) i manjim dijelom za vlastite potrebe (51 t). U 2018. godini proizvodnja je povećana za 40 % u odnosu na prethodnu godinu kada je ukupna proizvodnja kukuruza šećerca iznosila 8092 t. Najveća proizvodnja kukuruza šećerca u Republici Hrvatskoj je u Vukovarsko-srijemskoj županiji (Vupik plus d.o.o., PIK Vinkovci plus d.o.o.). Prema Upravnom odjelu za poljoprivredu Vukovarsko-srijemske županije (2021.), proizvodnja kukuruza šećerca od 2011. do 2020. godine kretala od 72,55 ha do 264,87 ha (grafikon 1).



Grafikon 1. Proizvodnja kukuruza šećerca (ha) u razdoblju 2011.-2020. godine u Vukovarsko-srijemskoj županiji

2.2. Germplazma kukuruza šećerca

Kukuruz šećerac (*Zea mays L. var. saccharata Korn*.) je varijetet kukuruza standardnog tipa zrna (Zea mays L.) od kojeg se razlikuje po prisustvu jednog ili više recesivnih gena koji reguliraju metabolizam ugljikohidrata u endospermu. Mutacije dovode do višestruko veće akumulacije jednostavnih šećera i vodotopivih polisaharida u endospermu te smanjuju ili onemogućuju konverziju šećera u škrob, dajući zrnu u mliječnoj zriobi karakterističan slatki okus.

Moderni kukuruz šećerac vodi porijeklo iz sorti sjevernoameričkih tvdunaca i uzgajao se na području današnje sjeveroistočne Amerike krajem 18. stoljeća. Prvi pisani podatci o porijeklu kukuruza šećerca referiraju se na 1779. godinu i dvije sorte, Papoon i Susquehanna, koje su uzgajali Indijanci Irokezi. Interes za uzgojem kukuruza šećerca među europskim doseljenicima na području sjeverne Amerike raste tijekom 19. stoljeća. Jedna od prvih sorti standardnog kukuruza šećerca je *sugary* (*su1*) sorta „Darlings Early“ stvorena 1844. godine. Do kraja 19. stoljeća sjemenske kuće u Americi nudile su preko 63 sorti kukuruza šećerca porijeklom iz osmorednih sorti sjevernoameričkih tvrdunaca od kojih je većina imala zrno bijele boje. 1902. godine stvorena je „Golden Bantam“, jedna od

najpopularnijih i u selekciji najviše korištenih sorti *su1* tipa žute boje. Budući da je imala značajno bolju kvalitetu u odnosu na dotadašnje sorte, naglo je porastao interes za sortama žute boje, te je korištena za križanja s bijelim sortama. Marshall i Tracy (2003) navode da najveći broj današnjih žutih linija i hibrida kukuruza šećerca imaju u svom porijeklu germplazmu sorte „Golden Bantam". Prvi hibrid *su1* kukuruza šećerca „Redgreen" stvoren je 1924. godine, nakon čega se naglo smanjuje zastupljenost sorti i povećava zastupljenost hibrida u proizvodnji. Do 1947. godine udio hibrida u proizvodnji standardnog *su1* tipa šećerca povećao se na 75 % (Marshall i Tracy, 2003). *Sugary* mutanti su bili jedini tip kukuruza šećerca sve do 60-ih godina 20. stoljeća kada je na sveučilištu u Illinoisu razvijen *shrunken* (*sh2*) tip mutacije, što je 1961. godine dovelo do stvaranja prvog *shrunken* hibrida „Illiny Xtra Sweet".

Danas se u komercijalnom oplemenjivanju šećerca koristi osam različitih recesivnih gena (tablica 1) među kojima su najzastupljeniji mutanti *su1 i sh2 (*Marshall i Tracy, 2003).

Tablica 1. Mutanti endosperma koji se koriste u komercijalnom oplemenjivanju kukuruza šećerca (prema Tracy, 2001).

Mutant	Simbol	Kromosom	Enzim
amylose-extender1	*ae1*	5	Enzim za grananje škroba IIb
brittle1	*bt1*	5	Fosfo-oligosaharid sintaza
brittle2	*bt2*	4	ADP-glukoza pirofosforilaza
dull1	*du1*	10	Topiva škrobna sintaza
shrunken2	*sh2*	3	ADP-glukoza pirofosforilaza
sugary1	*su1*	4	Izoamilaza za uklanjanje škroba
sugary enhancer1	*se1*	2	Nepoznat
waxy1	*wx1*	9	ADP-glukozil transferaza

Dickerson (1996) hibride kukuruza šećerca prema genetičkoj osnovi, odnosno alelnim mutantima koji reguliraju metabolizam ugljikohidrata u endospermu, dijeli u četiri skupine: normalni ili standardni (*sugary*), superslatki šećerci (*shrunken*), šećerci sa *sugary enhanced* (*se1*) genom i sinergistički (kombinirani) šećerci.

Sukladno europskim propisima Republika Hrvatska provodi stavljanje na tržište novih hibrida kukuruza šećerca kroz postupak registracije novih hibrida. Na sortnoj listi Republike Hrvatske (HAPIH, 2021) trenutno je 9 hibrida kukuruza šećerca od koji je 6 stvoreno u dvije hrvatske oplemenjivačke kuće, a preostala 3 stvorena su u europskim. Hibridi pripadaju skupinama *sugary* i *shrunken*. Osim devet hibrida koji se nalaze na hrvatskoj sortnoj listi

hrvatski proizvođači mogu uzgajati sve druge hibride koji se nalaze na zajedničkom katalogu sorata povrtnih vrsta Europske unije (CEC.EU, 2020) gdje su također dominantni hibridi iz skupina *su1* i *sh2*.

2.2.1. Sugary mutanti

Boyer i Shanon (1984) podijelili su mutante kukuruza šećerca na osnovu mehanizma djelovanja u dvije skupine. Mutanti tipa *sugary (su1)* pripadaju skupini-2 koja u najvećoj mjeri djeluje na sastav i sadržaj polisaharida u endospermu. Skupini-2 pored *su1* pripadaju *ae1, du1 i waxy1* mutanti. Recesivni *su1* alel smješten je na kromosomu 4, primarnom genu slatkoće u kukuruzu (Tracy i sur., 2006). *Su1* gen kodira enzim izoamilazu koja utječe na sintezu škroba u endospermu kukuruza (Dodson-Swenson i Tracy, 2015). Homozigotni *su1* smanjuje razinu škroba i povećava razinu vodotopivih polisaharida koji endospermu daju glatku kremastu teksturu karakterističnu za „normalni“ („standardni“, „tradicionalni“) kukuruz šećerac (Tracy, 2001; Mishra i sur., 2016). Genotipovi *su1* mutacije u mliječnoj fazi sadrže 10,2 % saharoze i 22,8 % vodotopivih polisaharida, približno 3 puta više od sadržaja šećera i vodotopivih polisaharida u kukuruza standardnog tipa zrna (Creech, 1965). Nakon što koncentracija šećera u zrnu dostigne maksimum, dolazi do brze konverzije šećera u vodotopive polisaharide i škrob, što rezultira smanjenjem slatkoće zrna. Creech (1968) je 28. dan nakon oplodnje utvrdio smanjenje sadržaja ukupnih šećera za 50 %. Pri sadržaju vode u zrnu od 76 % *su1* genotipovi gube za 24 h oko 1 % vode iz zrna (Marshall i Tracy, 2003; Szymanek, 2009). Naglašena konverzija šećera u škrob i brzo otpuštanje vode iz zrna rezultiraju brzim gubljenjem kvalitete zrna, stoga *su1* genotipovi imaju vrlo uzak optimalni period berbe koju je potrebno odraditi pravovremeno u ograničenom vremenskom roku. Nakon berbe gubitak šećera se nastavlja pri čemu na brzinu konverzije saharoze u škrob značajno utječe temperatura čuvanja. Na sobnoj temperaturi, nakon 24 h gubitak saharoze u *su1* endospermu veći je od 50 % (Garwood i sur., 1976). Kašnjenje u berbi ili preradi značajno smanjuje vrijednost proizvoda (Boyer i Shannon, 1984).

Prema Marshall i Tracy (2003) početkom 21. stoljeća u proizvodnji kukuruza šećerca za preradu hibridi *sugary* tipa bili su zastupljeni s više od 70 % prvenstveno zbog boljih agronomskih karakteristika u odnosu na ostale mutante (bolja klijavost, veća otpornost, lakša proizvodnja sjemena). Zastupljenost *su1* hibrida u proizvodnji u novije vrijeme opada (Letrat i Pulam, 2007).

2.2.2. Shrunken mutanti

Mutanti tipa *shrunken (sh2)* pripadaju skupini-1 koju karakterizira visoka akumulacija šećera u endospermu uslijed nemogućnosti konverzije šećera u vodotopive polisaharide ili škrob (Churchill i Andrew, 1984). Skupini-1 pored *sh2* pripadaju još *bt1* i *bt2* mutanti (Tracy, 2001). Recesivni alel *sh2* smješten je na kromosomu 3 i kodira enzim ADP-glukoza pirofosforilazu što rezultira velikim smanjenjem proizvodnje škroba i povećanjem šećera u endospermu (Letrat i Pulam, 2007; Dodson-Swenson i Tracy, 2015). Genotipovi homozigotni za mutaciju *sh2* („superslatki“) imaju približno tri puta veće ukupne topive šećere u endospermu od standardnog *su1* kukuruza šećerca. Creech (1965, 1968) je utvrdio da 20. dan nakon oplodnje *sh2* mutanti sadrže 34,8 % ukupnih šećera i 4,4 % vodotopivih polisaharida u suhoj tvari endosperma, te da se sadržaj ukupnih šećera ne mijenja značajno niti 28. dan nakon oplodnje. Pri sadržaju vode u zrnu od 76 % *sh2* genotipovi gube za 24 h oko 0,25 % vode, stoga je njihov optimalni period berbe približno četiri puta dulji u odnosu na *su1* mutante (Marshall i Tracy, 2003). *Sh2* mutanti zadržavaju visoku razinu šećera i nakon berbe. Prema Garwood i sur. (1976) *sh2* mutant je nakon 48 h čuvanja na sobnoj temperaturi imao dvostruko više šećera u odnosu na svježe ubrani izogeni *su1* mutant. Sadržaj saharoze u *sh2* endospermu ostao je značajno nepromijenjen nakon 96 h čuvanja na temperaturi od 4 °C.

Značajan napredak u selekciji na povećanu klijavost i vigor sjemena dovodi do velikog rasta zastupljenosti *shrunken* hibrida u proizvodnji (Marshall i Tracy, 2003). *Shrunken* hibridi kukuruza šećerca postaju dominantni tip u svim glavnim regijama proizvodnje kukuruza šećerca u SAD-u i mnogim zemljama Azije, Europe, Južne Amerike i Afrike (Lertrat i Pulam, 2007). Prema Dodson-Swenson i Tracy (2015) preko 70 % kukuruza šećerca koji se trenutno koristi za preradu čine *sh2* hibridi, a prijelaz s tradicionalnih *su1* na *sh2* hibride rezultat je većeg udjela šećera i vode u zrnu te duljeg vijeka trajanja nakon berbe *sh2* hibrida.

S obzirom da su mutanti recesivni, pri uzgoju treba osigurati prostornu izoliranost *su1* i *sh2* hibrida od hibrida standardnog tipa zrna (zubani, tvrdunci) kao i međusobnu izoliranost *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca (Marshall i Tracy, 2003). Oprašivanje stranim polenom dovodi do ksenija koje mogu značajno smanjiti kvalitetu zrna kukuruza šećerca. Prema Marshall i Tracy (2003) negativan efekt ksenija je moguće utvrditi unutar istog tipa mutacije u slučaju oprašivanja hibrida visoke kvalitete s polenom hibrida lošijeg okusa. *Su1* i *sh2* hibridi mogu imati bijelu, žutu ili dvobojnu (bicolor) boju endosperma. Boju endosperma kontrolira lokus Y1 pri čemu je bijeli (y1) recesivan u odnosu na žuti (Y1) stoga pri uzgoju bijelih hibrida treba osigurati prostornu izoliranost od žutih i bicolor hibrida. Bicolor hibridi

nastaju križanjem žute inbred linije Y1Y1 s bijelom inbred linijom y1y1. Kod dobivenog F1 (Y1y1) nakon oprašivanja dolazi do segregacije zrna na klipu u omjeru 75 % žutih : 25 % bijelih zrna. Pored dominantnog Y1 potrebnog za žuti endosperm, modificirajući geni utječu na nijansu žute boje, a najpoželjnija je sjajna svijetlo žuta boja zrna.

2.3. Kemijski sastav kukuruza šećerca tijekom dozrijevanja

Kukuruz šećerac koristi se za prehranu u mliječnoj fazi zriobe endosperma. Dozrijevanje se kod kukuruza šećerca najčešće procjenjuje pomoću parametra „dani nakon oplodnje“ - DNO (days after polination - DAP), a sadržaj vode u zrnu koristi se kao najbolji pokazatelj tehnološke zrelosti (Rogers i sur., 2000). Na osnovu tipa mutacije endosperma i načina korištenja kukuruza šećerca, kao svjež, smrznut ili konzerviran, definiran je optimalni sadržaj vode u zrnu.

Prema Marshall i Tracy (2003) za berbu kukuruza šećerca koji se koristi za smrzavanje i konzerviranje, optimalan sadržaj vode u zrnu je 74 %-78 % kod *sh2* hibrida, dok je kod *su1* hibrida 70 %-72 %. Olsen i sur. (1990) navode da optimalni sadržaj vode u zrnu za konzumaciju u svježem stanju iznosi približno 72 %. Szymanek (2009) je u istraživanju koje je obuhvatilo fizikalna i kemijska svojstva zrna, utvrdio da se optimalni sadržaj vode u zrnu za berbu *su1* hibrida kreće u rasponu od 70 %-74 %. Kod sadržaja vode iznad 74 % nisu dobivene optimalne vrijednosti za fizikalna svojstva, dok kod sadržaja vode ispod 70 % nisu dobivene optimalne vrijednosti za fizikalna i kemijska svojstva.

Istraživanja pokazuju da kod najvećeg broja hibrida kukuruza šećerca početak tehnološke zrelosti nastupa 18 do 20 dana nakon oplodnje (DNO). U toj fazi zrna su slatka, nježna i gotovo maksimalne veličine. Dinamika kojom genotipovi otpuštaju vodu iz zrna od trenutka kada uđu u tehnološku zrelost određuje trajanje optimalnog perioda berbe. Trajanje optimalnog perioda berbe je svojstvo posebice važno za proizvođače kukuruza šećerca budući da duži optimalni period berbe omogućuje fleksibilniju berbu što proizvodnju čini sigurnijom. Dinamika otpuštanja vode je prvenstveno uvjetovana tipom mutacije endosperma (Marshall i Tracy, 2003; Szymanek i sur., 2015). Pri sadržaju vode u zrnu od 76 % hibridi *su1* tipa gube za 24 h oko 1 % vode iz zrna, dok hibridi tipa *sh2* kod 76 % vode u zrnu gube dnevno oko 0,25 % vode, stoga je njihov optimalni period berbe približno četiri puta dulji u odnosu na hibride tipa sugary (Marshall i Tracy, 2003). U istraživanju Wong i sur. (1994) sadržaj vode u zrnu kod *sh2* genotipova se tijekom dozrijevanja (od 20 do 29 DNO) smanjivao prosječno za 0,6 % po danu. Azanza i sur. (1996) su ispitivali sadržaj vode u zrnu 18 i 22 dana nakon oplodnje kod *su1* i *sh2* genotipova. Prosječan sadržaj vode u

zrnu smanjen je od 18 do 22 dana nakon oplodnje kod *su1* genotipova sa 75,7 % na 70,8 % a kod *sh2* genotipova sa 77,6 % na 74,4 %. Sadržaj vode u zrnu 22. dan nakon oplodnje bio je u visokoj pozitivnoj korelaciji sa sadržajem saharoze u zrnu (r= 0.66) i vrlo visokoj negativnoj korelaciji sa sadržajem vodotopivih polisaharida kod *su1* genotipova. Autori ističu da su relativno male promjene u sadržaju vode u zrnu tijekom promatranog perioda (prosječno smanjenje oko 6 %) povezane sa značajnim promjenama kemijskog sastava zrna (prosječno smanjenje saharoze 13 %, povećanje fitoglikogena za 40 % kod *su1* genotipova). Tijekom promatrane faze dozrijevanja metabolički procesi u zrnu vrlo su intenzivni stoga je berba kukuruza šećerca u odgovarajućoj fazi zrelosti ključna kako bi se osigurala visoka prehrambena kvaliteta (Szymanek, 2009).

Kvaliteta kukuruza šećerca najvećim je dijelom definirana okusom, teksturom i nježnošću zrna (Tracy, 2001). Osnovna komponenta okusa je slatkoća, teksturu određuje omjer topivih i netopivih polisaharida u endospermu dok je nježnost zrna povezana s debljinom tkiva perikarpa (Tracy, 2001). Okus je, prema sklonostima potrošača, najvažniji pokazatelj kvalitete svježeg zrna (Varseveld i Baggett, 1980; Azanza i sur., 1996; Hale i sur., 2005). Senzoričke ocjene pokazuju visoku korelaciju slatkoće kukuruza šećerca sa sadržajem šećera u endospermu, posebice saharozom (Wann i sur., 1971; Reyes i sur., 1982; Evensen i Boyer, 1986; Azanza, 1996).

Saharoza je najvažniji šećer u kukuruzu šećercu, čiji sadržaj prevladava u odnosu na ostale prisutne šećere, fruktozu i glukozu (Ferguson i sur., 1979; Carey i sur., 1982; Zhu i sur., 1992; Videnović i sur., 2003; Žnidarčič, 2012). Prema Becerra-Sanchez i Taylor (2021) udio saharoze u ukupnim topivim šećerima otprilike iznosi 94 % kod *sh2* genotipova odnosno 85 % kod *su1* genotipova. Wong i sur. (1994) ispitivali su sadržaj šećera u zrnu kod *sh2* i *su1* hibrida na 20. DNO i ustanovili da je prosječan sadržaj fruktoze kod *sh2* hibrida iznosio 3,4 %, glukoze 3,6 %, saharoze 21 % i ukupnih šećera 28%, a kod *su1* hibrida sadržaj fruktoze iznosio je 3,2 %, glukoze 3,1 %, saharoze 6,1 % i ukupnih šećera 12,4 %. Pri procjeni slatkoće važno je uzeti u obzir sve šećere jer mogu imati različit intenzitet okusa (Becerra-Sanchez i Taylor, 2021). Topivi šećeri u endospermu dosežu maksimalnu koncentraciju između 18. i 20. DNO, a daljnjim dozrijevanjem njihov se sadržaj smanjuje što rezultira smanjenjem slatkoće zrna (Marshall i Tracy, 2003). Veći broj istraživanja pokazuje da je smanjenje šećera tijekom dozrijevanja *su1* genotipova, uslijed brze konverzije šećera u vodotopive polisaharide i škrob, značajno brže i veće u odnosu na *sh2* genotipove (Creech, 1965; Wong i sur.,1994; Azanza i sur., 1996; Szymanek i sur., 2015). Creech (1965) je između 20. i 28. DNO kod *su1* genotipova utvrdio smanjenje sadržaja saharoze sa 10,2 % na 4,4 % i ukupnih šećera sa 15,6 % na 8,3 % dok se kod *sh2* genotipova saharoza smanjila sa 29,9 % na 22,1 %, a ukupni šećeri sa 34,8 % na 25,7

%. Konverzija šećera kod *su1* genotipova rezultira početnim porastom vodotopivih polisaharida između 20. i 24. DNO (sa 22,8 % na 28,5 %), a daljnje dozrijevanje dovodi do smanjenja vodotopivih polisaharida i značajnog porasta sadržaja škroba. Brzo gubljenje vode iz endosperma i brza konverzija šećera u škrob kod *su1* hibrida uvjetuju značajno kraće trajanje optimalnog perioda berbe u odnosu na *sh2* hibride (Marshall i Tracy, 2003).

Premda su, prema zahtjevima prerađivača i sklonostima potrošača, sadržaj vode i šećera glavne komponente kvalitete zrna, bioaktivni spojevi kukurza šećerca također su u zadnjih nekoliko godina stavljeni u fokus istraživanja zbog njihovog blagotvornog djelovanja na zdravlje (Zhang i sur., 2017; Calvo-Brenes i sur., 2019; Moongngarm i sur., 2019; Yang i sur., 2019). Potencijalna zdravstvena dobrobit kukuruza šećerca dovodi se u vezu sa sadržajem fitokemikalija u zrnu i njihovim antioksidativnim djelovanjem (Chun i sur., 2005; Smyrniotaki, 2011; Khampas i sur., 2013). Antioksidacijska aktivnost je jedan od parametara kojim je moguće procijeniti zdravstvenu i funkcionalnu vrijednost kukuruza šećerca kao prehrambene namirnice. Prema Zhang i sur. (2017) za određivanje antioksidativnog kapaciteta u voću, povrću i žitaricama koriste se različite metode pri čemu svaka od njih ima svoje prednosti i nedostatke i rezultati se često ne podudaraju.

Spektrometrijska DPPH metoda (prema radikalu 2,2'-difenil-1-pikrilhidrazil) je jedna od najčešće korištenih metoda u ispitivanjima antioksidacijske aktivnosti kukuruza šećerca. Zhang i sur. (2017.) su određivali antioksidacijsku aktivnost *sh2* hibrida pomoću tri različite metode (DPPH, FRAP i CAA) pri čemu je dobivena podudarnost između vrijednosti antioksidacijske aktivnosti određene FRAP i CAA metodom, dok antioksidacijska aktivnost utvrđena DPPH metodom nije bila u korelaciji s prethodne dvije metode. Nepodudaranje rezultata autori objašnjavaju mogućim djelomičnim utjecajem nefenolnih lipofilnih antioksidanata kao što su lutein i zeaksantin, koji, budući da se kao otapalo koristi metanol, mogu lako reagirati s DPPH radikalom. Također, Khampas i sur. (2013.) su za dva hibrida kukuruza šećerca utvrdili različitu antioksidacijsku aktivnost u ovisnosti o primjenjenoj metodi. DPPH metodom utvrđena je značajno veća antioksidacijska aktivnost za hibrid SWY u odnosu na hibrid SWWY (34,5 % i 29,1 % redukcije), FRAP metodom hibridi se nisu razlikovali (0,12 μmol Fe(H)/g ST) dok je TEAC metodom utvrđena značajno veća antioksidacijska aktivnost za hibrid SWWY u odnosu na hibrid SWY (3,8 μmol TE/g ST i 3,6 μmol TE/g ST). Song i sur. (2013.) su za svježi kukuruz šećerac utvrdili visoku DPPH redukcijsku aktivnost (64,3 %), koja raste smrzavanjem (93,7 %) ili kuhanjem (73,5 %-78,5 %, u ovisnosti o dužini kuhanja.) Bajčan i sur. (2013) su utvrdili da je DPPH antioksidacijski kapacitet kukuruza šećerca (0,97 mmol Trolox/g) veći u odnosu na špinat i grašak (0,83 mmol Trolox/g i 0,68 mmol Trolox/g).

Fenolni spojevi su sekundarni metaboliti biljaka koji imaju izraženu antioksidacijsku aktivnost i važni su u prevenciji različitih bolesti uzrokovanih djelovanjem slobodnih radikala (Kahkonen i sur., 1999; Dewanto i sur., 2002). Istraživanje na 27 vrsta povrća koje se uobičajeno konzumira u Sjedinjenim Američkim Državama pokazalo je da je ukupan sadržaj fenola u kukuruzu šećercu od 264 mg GAE/100 g ST ekvivalentan sadržaju fenola u mrkvi, krumpiru i bijelom luku, ali veći od celera, zelene salate i krastavca (Song i sur., 2010). Također se prema procijenjenoj dnevnoj potrošnji i ukupnom sadržaju fenola pokazalo da je kukuruz šećerac, u odnosu na 20 vrsta povrća koje se konzumira na dnevnoj bazi, treći po redu izvor fenola, odmah nakon krumpira i rajčice (Chun i sur., 2005). Sadržaj ukupnih fenola u zrnu kukuruza šećerca dvostruko je veći u odnosu na sadržaj ukupnih fenola koji su Adom i Liu (2002) utvrdili kod pšenice (135,8 mg GAE/100 g ST) i riže (94,5 mg GAE/100 g ST). Khampas i sur. (2013) su kod bikolor hibrida kukuruza šećerca u mliječnoj zriobi utvrdili veći sadržaj ukupnih fenola (310 mg GAE/100 g ST) u odnosu na hibride kukuruza voštanog i standardnog tipa zrna. Horvat i sur. (2020) su tijekom dvije vegetacijske godine analizirali genotipove različitih žitarica uzgojenih i kreiranih na Poljoprivrednom institutu Osijek te su, u odnosu na pšenicu (85,2 mg GAE/100 g ST), utvrdili značajano veći udio ukupnih fenola u kukuruzu kokičaru (138,9 mg GAE/100 g ST) i kukuruzu standardnog tipa (134,9 mg GAE/100 g ST).

Veliki broj istraživanja usmjeren je na dinamičke promjene sadržaja fitokemijskih spojeva tijekom dozrijevanja, a dobiveni rezultati ukazuju na povezanost fitokemijskog sastava zrna sa stadijem zrelosti (Xu i sur., 2010; Hu & Xu 2011; Liu i sur., 2018; Mehta i sur., 2020; Moongngarm i sur., 2020; Zhang i sur., 2020; Špoljarić Marković i sur., 2020; Hu i sur., 2021). Autori ističu da je znanje o nakupljanju fitokemikalija neophodno za utvrđivanje optimalnog vremena berbe kako bi se poboljšala kvaliteta i povećale zdravstvene dobrobiti kukuruza šećerca. U istraživanju Zhang i sur. (2020) sadržaj ukupnih fenola u zrnu hibrida kukuruza tijekom dozrijevanja (15, 21, 26, 36 i 48 DNO) porastao je sa 242 mg GAE/100 g ST na 304 mg GAE/100 g ST. Dobivena je značajna korelacija ($p < 0,05$) između sadržaja ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti ($r=0,71$ i $r=0,66$). Hu i sur. (2021) su tijekom dozrijevanja kukuruza šećerca od 10. do 30. DNO utvrdili povećanje sadržaja fenola u svježoj tvari za 60 % kod hibrida YT16 (sa 74,7 mg GAE/100 g ST na 124,7 mg GAE/100 g ST) te za 62,6 % kod hibrida YT28 (sa 69,4 mg GAE/100 g ST na 110,9 mg GAE/100 g ST). Utvrđen je i porast antioksidacijske aktivnosti određene peroxyl radikalom (hydro-PSC metodom) za 173 % kod hibrida YT16 (sa 342,2 µmol ASA equiv./100 g FW na 933,2 µmol ASA equiv./100 g FW) te za 120 % kod hibrida YT28 (sa 282,3 µmol ASA equiv./100 g FW na 621,4 µmol ASA equiv./100 g FW). U istraživanju Špoljarić Marković i sur. (2020) provedenom na 9 *sh2* hibrida, tijekom dozrijevanja (od 20. do 32. DNO) je utvrđen prosječni

porast sadržaja ukupnih fenola s 267,1 mg GAE/100 g ST na 305,2 mg GAE/100 g ST. Unutar optimalnog perioda berbe, definiranog za svaki hibrid na osnovu sadržaja vode u zrnu, najveći porast sadržaja ukupnih fenola iznosio je 12 %. Kod većine ispitivanih genotipova došlo je do manjeg povećanja DPPH antioksidacijske aktivnosti u kasnijim danima berbe, a najveće povećanje iznosilo je 9,2 %.

Boja zrna je važan parametar kod organoleptičke procjene kvalitete zrna kukuruza šećerca (Degner i sur. 2001). Tijekom dozrijevanja dolazi do promjene parametara boje što indirektno ukazuje na promjenu kemijskog sastava zrna (Calvo-Brenes i sur., 2019; Ibrahim i Ghada, 2019). Ibrahim i Ghada (2019) su kod tri hibrida šećerca utvrdili smanjenje parametra svjetline (L*) i povećanje parametra žutoće (b*) tijekom dozrijevanja od 20. do 26. DNO. Prema Calvo-Brenes i sur. (2019) parametri boje u korelaciji su s β-karotenoidima pigmentima odgovornim za žuto zrno. U istraživanju Song i sur. (2016) dobivena je značajna pozitivna korelaciju između (L*) i (b*) parametara i koncentracije pojedinačnih karotenoida kod *sh 2* hibrida.

2.4. Utjecaj genotipa i okoline na kemijski sastav kukuruza šećerca

Kemijski sastav zrna određen je genotipom, okolinskim uvjetima i interakcijom genotipa s okolinom (Tracy, 2001; Tracy i sur., 2006). Značajne razlike u kemijskom sastavu mogu se utvrditi kako između genotipova s različitim tipom mutacije (*su1 i sh2*), tako i između genotipova unutar istog tipa mutacije (Soberalske i Andrew, 1978; Tracy, 2001). Okolinski čimbenici koji u najvećoj mjeri utječu na kemijski sastav i kvalitetu kukuruza šećerca su temperatura zraka i oborine tijekom oplodnje i nalijevanja zrna.

2.4.1. Utjecaj genotipa

Kemijski sastav zrna kukuruza šećerca rezultat je učinka jednog ili više gena mutanata koji reguliraju metabolizam ugljikohidrata u endospermu kao i genetičke osnove u koju su mutanti inkorporirani (Tracy, 2001.). Na sadržaj i sastav ugljikohidrata u zrnu najveći utjecaj imaju pojedinačni geni kao *su1* ili *sh2*, dok genetska osnova ima važnu ulogu modifikatora (Soberalske i Andrew, 1978; Tracy, 2001). U istraživanjima Soberalske i Andrew (1978, 1980) sadržaj vode, šećera, vodotopivih polisaharida i škroba u endospermu značajno je varirao između linija unutar istog tipa mutacije. Sadržaj ukupnih šećera se kod *su1* verzije izogenih linija kretao od 13 %-26 %, a kod *sh2* linija od 38 %-46 %. Autori ističu da utvrđeno variranje utječe na razlike u okusu kako između *su1* i *sh2* genotipova, tako i između genotipova unutar iste skupine mutanata. Azanza i sur. (1996) su između 9 *sh2* linija utvrdili značajno variranje u sadržaju saharoze u zrnu 18. DNO (221 mg/g ST-360 mg/g ST). Wong

i sur. (1994) su utvrdili vrlo značajne razlike između 24 komercijalna *sh2* hibrida u sadržaju ukupnih šećera u endospermu 20. DNO (133 mg/g ST-455 mg/g ST), što je prema autorima rezultat varijacije alela i na drugim lokusima osim *sh2*. Također, utvrđena je značajna razlika između hibrida u smanjenju sadržaja šećera dozrijevanjem od 20. do 29. DNO (1,5 %-5,7 % na dan). Za dva hibrida s podjednakim sadržajem šećera 20. DNO gubitak šećera dozrijevanjem do 29. DNO iznosio je 2,8 % za „Northern Extrasweet" i 5,7 % za „Illini Gold". Soberalske and Andrew (1978) naglašavaju da je pri odabiru hibrida i u selekcijskim programima važno uzeti u obzir i sadržaj šećera i dinamiku promjene, budući da oba čimbenika utječu na kvalitetu zrna. U istraživanju Špoljarić Marković i sur. (2020) između 9 *sh2* hibrida utvrđeno je značajno variranje u sadržaju ukupnih šećera 20. DNO (282,4 mg/g ST- 343,2 mg/g ST) te u smanjenju sadržaja šećera dozrijevanjem od 20. do 32. DNO (2,3 %-4,1 % na dan). Alan i sur. (2014) su utvrdili značajan učinak genotipa na sadržaj šećera u svježem, smrznutom i konzerviranom zrnu 7 hibrida kukuruza šećerca.

Istraživanja pokazuju da sadržaj ukupnih fenola u zrnu i antioksidacijska aktivnost značajno variraju između genotipova istog tipa mutacije endosperma. Zhang i sur. (2017) su utvrdili značajne razlike u antioksidacijskoj aktivnosti i sadržaju ukupnih fenola u u svježoj tvari u zrnu (38,00 mg GAE/100 g-57,04 mg GAE/100 g) između osam *sh2* hibrida. Također, Špoljarić Marković i sur. (2020) su između 9 *sh2* hibrida 20. DNO utvrdili značajno variranje u sadržaju ukupnih fenola u zrnu (243,6 mg GAE/100 g ST-289,4 mg GAE/100 g ST) i DPPH antioksidacijskoj aktivnosti (74,6 %-83,6 %). Khampas i sur. (2013) su utvrdili značajne razlike između dva *sh2* hibrida u sadržaju ukupnih fenola (250 mg GAE/100 g ST i 310 mg GAE/100 g ST) i DPPH antioksidacijskoj aktivnosti (34,5 % i 29,1% redukcije). U istraživanju Mesarović i sur. (2018) tri *su1* hibrida značajno su se razlikovali u antioksidacijskoj aktivnosti i sadržaju ukupnih fenola u zrnu.

2.4.2. Utjecaj vegetacijske sezone i roka sjetve

Kukuruz šećerac bere se u mliječnoj fazi zriobe zrna, a broj dana do postizanja tehnološke zrelosti varira ovisno o genotipu i okolinskim uvjetima rasta (Rogers i sur., 2000). Temperatura zraka i oborine, posebice za vrijeme oplodnje i nalijevanja zrna, najznačajniji su čimbenici okoline koji utječu na sadržaj vode i ostale kemijske komponente zrna (Marshall i Tracy, 2003; Szymanek, 2009). S obzirom da je slatkoća primarna za kvalitetu kukuruza šećerca, u najvećem broju istraživanja procjenjuje se utjecaj okolinskih čimbenika na sadržaj pojedinačnih i ukupnih šećera u endospermu. U studiji koju su proveli Michaels i Andrew (1986), autori su utvrdili da u toplim i suhim godinama raste sadržaj saharoze (365,1 g/kg) dok se sadržaj reducirajućih šećera glukoze i fruktoze (66 g/kg) smanjuje. U hladnijim godinama, smanjuje se sadržaj saharoze (276,2 g/kg), a sadržaj reducirajućih

šećera raste (156 g/kg). Prema Commuri i Jones (1999) optimalna temperatura za razvoj zrna i nakupljanje šećera je između 27 °C i 32 °C. Wong i sur. (1994) su u dvogodišnjem ispitivanju šest *sh2* hibrida kukuruza šećerca, dobili značajan učinak genotipa, vegetacijske sezone i interakcije genotip x vegetacijska sezona na sadržaj saharoze i ukupnih šećera u zrnu. Vegetacijska sezona je činila vrlo mali udio ukupnih varijacija za saharozu (13,4 %) i ukupne šećere (6,4 %). Udio interakcije genotip × vegetacijska sezona u ukupnoj varijabilnosti je iznosio 57,4 % za saharozu i 65,3 % za ukupne šećere. Također, Azanza i sur. (1996) su u istraživanju provedenom na 9 *sh2* i 3 *su1* genotipa tijekom dvije vegetacijske sezone na dvije lokacije, utvrdili značajan, ali vrlo slab utjecaj okoline na sadržaj vode, saharoze i ukupnih šećera u zrnu 22. DNO. Okolina nije imala značajan učinak na sadržaj vodotopivih polisaharida. Dobiven je značajan ali vrlo slab učinak interakcije genotip x okolina na sadržaj saharoze i ukupnih šećera u zrnu (6,1 % i 8,3 % od ukupne varijabilnosti). Videnović i sur. (2003) su ispitivali sadržaj šećera kod dva *su*1 hibrida tijekom dvije vegetacijske sezone. Nije dobiven značajan učinak vegetacijske sezone na sadržaj saharoze, glukoze i fruktoze. Suprotno tome, Rosa (2014) je na tri hibrida kukuruza šećerca utvrdio značajno veći sadržaj saharoze i ukupnih šećera u sušnijoj i toplijoj vegetacijskoj sezoni. Ledenčan i sur. (2008) su u istraživanju na dvije lokacije tijekom dvije vegetacijske sezone utvrdili značajan učinak okoline i interakcije genotip x okolina na sadržaj saharoze, glukoze, fruktoze i ukupnih šećera u zrnu 10 *su1* hibrida 20. DNO. Također, značajan učinak okoline i interakcije genotip x okolina na sadržaj šećera u zrnu kod 10 inbred linija i 11 hibrida kukuruza šećerca dobiven je u istraživanju Khanduri i sur. (2011).

Mesarović i sur. (2018) su kod tri *su1* hibrida ispitivana u dvije vegetacijske sezone, utvrdili značajno manji sadržaj fenola u sušnoj vegetacijskoj sezoni. Dva hibrida imala su slabiju DPPH antioksidacijsku aktivnost u sušnoj godini, dok je treći pokazao suprotnu reakciju. U istraživanju Špoljarić Marković i sur. (2020) vegetacijska sezona i interakcija genotipa s vegetacijskom sezonom značajno su utjecali na sadržaj ukupnih fenola u zrnu 9 *sh2* hibrida. Smanjenje sadržaja fenola u sušnijoj vegetacijskoj sezoni se između hibrida kretalo od 2,1 % do 20,5 %. Učinak vegetacijske sezone na DPPH antioksidacijsku aktivnost, sadržaj vode i ukupnih šećera u zrnu nije bio značajan.

Kukuruz šećerac bere se u optimalnom stadiju zrelosti koji osigurava najveću nutritivnu vrijednost zrna. Kontinuirane zahtjeve tržišta, kako prerađivačkog tako i za potrošnju u svježem stanju, proizvođači zadovoljavaju proizvodnjom kukuruza šećerca u više rokova sjetve (Williams, 2008). Kako bi se osigurali visoki prinosi i kvaliteta zrna, za sjetvu u rokovima potrebno je odabrati stabilne hibride adaptabilne na različite okolinske uvjete (Williams, 2008). Selekcija nekog hibrida za komercijalnu proizvodnju ili kao izvor poželjnih

alela u oplemenjivačkim programima kukuruza šećerca ovisi o stabilnosti njegovih performansi kroz okoline (Wong i su., 1994).

U istraživanjima Mehta i sur. (2017) provedenim na 22 *sh2* genotipa utvrđeni su značajni učinci genotipa, roka sjetve i dana berbe na sadržaj šećera u zrnu. Veći trend nakupljanja šećera u kasnijem roku sjetve autori pripisuju povoljnim vremenskim uvjetima poput veće količine oborina tijekom vegetativne faze te optimalnoj temperaturi, primjerenoj insolaciji i unosu hranjivih tvari tijekom reproduktivne faze i nalijevanja zrna. Interakcija genotip × rok sjetve x dan berbe prema autorima ukazuje na različite reakcije hibrida za sadržaj šećera u različitim rokovima sjetve i danima berbe.

Ibrahim i Ghada (2019) su kod 3 hibrida šećerca ispitivali utjecaj tri roka sjetve na sadržaj vode, ukupnih šećera i škroba u zrnu te boju zrna 20., 23. i 26. DNO. Hibridi su u trećem roku sjetve, u sva tri dana dozrijevanja, imali značajno veći sadržaj vode i ukupnih šećera i manji sadržaj škroba u zrnu u odnosu na prethodna dva roka sjetve. Smanjenje sadržaja vode i šećera te povećanje sadržaja škroba od 20. do 26. DNO bilo je najslabije izraženo u trećem roku sjetve.

Kara i sur. (2012) su ispitivali sadržaj šećera u zrnu *su1* hibrida Lumina 1 u pet rokova sjetve tijekom dvije vegetacijske sezone. U obje godine najviši sadržaj šećera dobiven je u roku sjetve koji je optimalan za ispitivano područje, dok je u ranijim i kasnijim rokovima sjetve značajno niži.

U istraživanju Farsiani i sur. (2011) sadržaj saharoze u zrnu hibrida šećerca značajno se razlikovao između četiri roka sjetve. Utvrđen je značajno niži sadržaj saharoze pri vodnom stresu.

Ugur i Maden (2015) su u istraživanju provedenom na pet hibrida kukuruza šećerca u tri roka sjetve utvrdili značajan učinak roka sjetve na sadržaj vodotopivih šećera u zrnu i na parametre boje zrna.

U istraživanju Rogers i sur. (2000) nije dobiven utjecaj roka sjetve na parametre boje zrna (L*) i (b*) kod tri *sh2* hibrida.

3. MATERIJAL I METODE RADA

3.1. Poljska i laboratorijska istraživanja u 2008. i 2009. godini

3.1.1. Istraživani hibridi kukuruza šećerca

Hibridi u pokusu kreirani su na Poljoprivrednom institutu Osijek. Sedam hibrida članova pokusa priznato je u Republici Hrvatskoj, a dva hibrida su novi eksperimentalni hibridi, prevođeni hibridi standardnog tipa zrna. Priznati hibridi su OS 250su, OS 254su, OS 253su, OS 255su, OS 256su, OS 247su, OS 258su, a dva eksperimentalni hibrida su Alpos su i OS 332su.

OS 250su hibrid je niži s puno zaperaka koji mogu donijeti klip. Dužina vegetacije je 87-89 dana od sjetve do berbe. Ima cilindričan oblik klipa ujednačene dužine (18 cm). Klip ima 18-20 redova zrna i dobro je obavijen komušinom. Namijenjen je za potrošnju u svježem stanju.



Slika 1. Hibrid OS 250su

OS 254su hibrid je srednje visine i lisnate stabljike, dužine vegetacije 87-89 dana od sjetve do berbe. Visokog prinosa i kvalitete zrna. Ima cilindričan oblik klipa ujednačene dužine (18 cm). Klip ima 16-18 redova zrna i dobro je obavijen komušinom. Namijenjen je za potrošnju u svježem stanju i industrijsku preradu.



Slika 2. Hibrid OS 254su

OS 253su hibrid je niži i lisnate stabljike, dužine vegetacije 90-92 dana od sjetve do berbe. Visokog prinosa i kvalitete zrna. Ima cilindričan oblik klipa ujednačene dužine (18 cm). Klip ima 16-18 redova zrna i dobro je obavijen komušinom. Namijenjen je za potrošnju u svježem stanju i industrijsku preradu.



Slika 3. Hibrid OS 253su

OS 255su hibrid je srednje visine i lisnate stabljike. Srednje kasni je hibrid, dužine vegetacije 88-90 dana od sjetve do berbe. Visokog prinosa i kvalitete zrna. Ima cilindričan oblik klipa ujednačene dužine (18 cm). Klip ima 18-20 redova zrna i dobro je obavijen komušinom. Karakterizira ga pojačani vigor i rani porast, te široka adaptabilnost. Namijenjen je za potrošnju u svježem stanju i industrijsku preradu.



Slika 4. Hibrid OS 255su

OS 256su hibrid je srednje visine i lisnate stabljike, dužine vegetacije 85-87 dana od sjetve do berbe. Visokog prinosa i kvalitete zrna. Ima cilindričan oblik klipa ujednačene dužine (20 cm). Klip ima 16-18 redova zrna i dobro je obavijen komušinom. Namijenjen je za potrošnju u svježem stanju i industrijsku preradu.



Slika 5. Hibrid OS 256su

OS 247su je srednje kasni hibrid, dužine vegetacije 88-90 dana od sjetve do berbe. Dobrog prinosa i dobre kvalitete zrna. Ima cilindričan oblik klipa dužine 17-19 cm. Klip ima 20-22 redova zrna i dobro je obavijen komušinom. Namijenjen je za potrošnju u svježem stanju i industrijsku preradu.



Slika 6. Hibrid OS 247su

Alpos su hibrid je manje visine i srednje do široke plojke lista, dužine vegetacije 83-85 dana od sjetve do berbe. Visokog prinosa i kvalitete zrna. Cilindričnog oblika klipa dužine 17 cm. Klip ima 18-20 redova zrna. Namijenjen za potrošnju u svježem stanju i industrijsku preradu.



Slika 7. Hibrid Alpos su

OS 332su je visoki hibrid dužine vegetacije 83-85 dana od sjetve do berbe. Visokog prinosa i kvalitete zrna. Konusno cilindričnog oblika klipa dužine 17 cm. Klip ima 18-20 redova zrna. Namijenjen za potrošnju u svježem stanju i industrijsku preradu.



Slika 8. Hibird OS 332su

OS 258su hibrid je srednje visine i srednje do široke plojke lista. Rani hibrid, dužine vegetacije 83-85 dana od sjetve do berbe. Visokog prinosa i kvalitete zrna. Konusno cilindričnog oblika klipa dužine 17 cm. Klip ima 18-20 redova zrna. Namijenjen za potrošnju u svježem stanju i industrijsku preradu.



Slika 9. Hibrid OS 258su

3.1.2. Poljski pokusi

Poljski pokusi postavljeni su na eksperimentalnim površinama Poljoprivrednog Instituta Osijek u Osijeku (45°33'N, 18°41'E). Predusjev je bila soja u trogodišnjoj rotaciji (pšenica-soja-kukuruz). Područje karakterizira semiaridna klima. Tip tla je eutrični kambisol. Tijekom vegetacijske sezone primijenjena je standardna agrotehnika uključujući tretiranje herbicidom nakon sjetve i prije nicanja, te međuredna kultivacija (Svečnjak i sur., 2004.). Pokus je postavljen tijekom dvije godine. U pokusu je posijano devet hibrida kukuruza šećerca mutacije endosperma *sugary* (standardni šećerac). Datumi sjetve su bili 27. travnja 2008. i 27. travnja 2009. godine. Pokusi su ručno posijani, postavljeni po strip-plot shemi pokusa u dva ponavljanja. Osnovna parcelica svakog tretmana posijana je u dva reda s međurednim razmakom 0,7 m i dužinom 6,0 m. Na svim biljkama osnovne parcelice provedena je kontrolirana oplodnja i osigurano je uzimanje uzoraka određeni dan nakon oplodnje. Uzorci za kemijsku analizu zrna brani su pet puta tijekom dozrijevanja i to 17., 19., 21., 23. i 25. dan nakon oplodnje (DNO). Uzorci su brani u rano jutro, najkasnije do 8 h i dostavljeni u laboratorij maksimalno 10-15 min nakon berbe kako bi se izbjegao gubitak šećera. U laboratoriju je odmah po dolasku uzoraka započela priprema istih za laboratorijske analize. Na uzorku od pet klipova utvrđen je sadržaj vode, saharoze, glukoze, fruktoze, ukupnih šećera, vodotopivih polisaharida i škroba u zrnu.

Kontrolirana oplodnja

Kontrolirana oplodnja podrazumijeva izolaciju klipova i metlica te ručno oprašivanje. Izolacija klipova obavljena je čim se klip pojavio, a prije nego što se pojavila svila izvan lisnog omotača. Za izolaciju klipova korištene su PVC vrećice. Za izolaciju se obično koriste materijali koji dobro podnose vlaženje i sušenje. Izolacija metlice obavljena je kada je srednji dio centralne grane počeo rasipati polen. Za izolaciju metlice korištene su papirnate vrećice. Kada se pod PVC vrećicom pojavila svila skidane su papirnate vrećice. U vrećicu je sakupljen polen sa svih biljaka koje su se oprašivale taj dan. Pri oprašivanju su skidane PVC vrećice sa svile, a papirnate vrećice prenosile zajedno sa polenom na svilu. Na svaki klip navučena je papirnata vrećica gdje su ostale do berbe. Na vrećicama je napisan dan oplodnje kako bi se mogao utvrditi dan berbe.

Za objašnjenje dobivenih rezultata u nastavku su meteorološki podaci (prosječne dnevne temperature, oborine i višegodišnji prosjeci) s meteorološke postaje Osijek – Klisa (tablica 2).

3.1.3. Vremenske prilike

Tablica 2. Minimalna, maksimalna i srednja temperatura zraka i količine oborina u Osijeku za vegetacijske sezone 2008. i 2009.

OSIJEK		Minimalna temp. (°C)		Maksimalna temp. (°C)		Srednja dnevna temp. (°C)		Oborine (mm)	
Mjesec	Dekada	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Travanj	I	5,6	7,2	17,1	22,7	11,1	15,2	7,8	2,3
	II	7,8	8,1	18,7	21,0	12,9	14,3	39,1	1,5
	III	7,3	8,3	19,9	20,7	13,5	14,3	1,9	19,8
	I-III	6,9	7,9	18,6	21,5	12,5	14,6	48,8	23,6
Višegodišnji prosjek♦		5,6		17,6		11,2		55,2	
Svibanj	I	8,3	8,6	21,0	22,8	14,5	15,9	9,0	2,7
	II	10,5	13,4	25,4	27,4	18,4	20,4	7,9	13,4
	III	14,3	12,6	27,3	24,7	21,1	18,6	50,0	9,7
	I-III	11,1	11,5	24,6	24,9	18,0	18,3	66,9	25,8
Višegodišnji prosjek♦		10,5		22,8		16,7		60,0	
Lipanj	I	14,9	12,2	25,7	24,8	20,2	18,7	32,2	17,7
	II	14,2	13,9	24,8	28,2	19,1	21,1	40,2	5,7
	III	18,2	14,1	31,8	23,4	25,3	17,8	4,0	38,7
	I-III	15,7	13,4	27,4	25,5	21,5	19,2	76,4	62,1
Višegodišnji prosjek♦		13,7		25,8		19,9		84,3	
Srpanj	I	15,5	15,9	29,6	27,7	22,8	21,7	9,5	9,7
	II	15,7	15,2	29,1	30,6	22,5	23,3	13,6	4,1
	III	15,6	15,4	25,5	31,7	20,4	24,4	45,1	3,8
	I-III	15,6	15,5	28,1	29,9	21,9	23,1	68,2	17,6
Višegodišnji prosjek♦		14,9		27,8		21,4		65,7	
Kolovoz	I	16,4	17,1	30,2	30,3	23,0	24,2	8,6	9,9
	II	14,2	15,9	31,1	29,2	22,8	22,6	3,1	47,1
	III	14,1	14,8	27,5	29,9	19,9	22,0	35,2	0,7
	I-III	14,9	15,9	29,6	29,9	21,9	22,9	46,9	57,7
Višegodišnji prosjek♦		14,6		27,3		20,8		64,7	
Prosjek (°C)/suma (mm)		12,8	12,9	25,7	26,4	19,2	19,6	307,2	186,8
Višegodišnji prosjek♦		11,9		24,3		18,0		329,9	

♦1961-2007

U obje godine prosječne temperature zraka (minimalna, maksimalna i srednja) su tijekom vegetacijske sezone, od travnja do kolovoza, bile iznad višegodišnjeg prosjeka (tablica 2).

Razlika u odnosu na višegodišnji prosjek bila je veća u 2009. u odnosu na 2008. godinu. Tijekom 2008. godine prosječna minimalna temperatura je bila viša za 0,9 °C, prosječna maksimalna za 1,4 °C, a prosječna srednja dnevna za 1,2 °C od višegodišnjeg prosjeka. Tijekom 2009. godine prosječna minimalna temperatura je u odnosu na višegodišnji prosjek bila viša za 1,0 °C, prosječna maksimalna za 2,1 °C, a prosječna srednja dnevna za 1,6 °C. Tijekom 2008. godine prosječne srednje dnevne temperature su u svim mjesecima vegetacije bile više od višegodišnjeg prosjeka i to u travnju i svibnju za 1,3 °C, lipnju za 1,6 °C, srpnju 0,5 °C i kolovozu 1,1 °C. U istom periodu u 2009. godini samo je u lipnju izmjerena temperatura ispod prosjeka i to za 0,7 °C. U ostalim je mjesecima izmjerena iznadprosječna temperatura i to u travnju za 3,4 °C, svibnju za 1,6 °C, srpnju 1,7 °C i kolovozu 2,1 °C.

Obje vegetacijske sezone bile su sa manje oborina u odnosu na višegodišnji prosjek. U 2009. godini palo je samo 186,8 mm oborina, što je ispod višegodišnjeg prosjeka za 143,1 mm. U 2008. godini, koja je bila s više oborina u odnosu na 2009. godinu palo je 307,2 mm kiše što je svega 22,7 mm manje od višegodišnjeg prosjeka. Samo je u kolovozu 2009. godine palo više oborina u 2009. u odnosu na 2008. godinu. Najveća količina oborina koja je pala u jednoj dekadi u 2008. godini utvrđena je u trećoj dekadi svibnja (50,0 mm), a najmanja količina u trećoj dekadi travnja kada je palo 1,9 mm kiše. U 2009. godini najveća je količina oborina pala u drugoj dekadi kolovoza i iznosila je 47,1 mm, najmanja količina oborina pala je u trećoj dekadi kolovoza i iznosila je 0,7 mm. Samo su u svibnju i srpnju 2008. pale iznadprosječne količine oborina i to za svibanj 6,9 mm, a srpanj 2,5 mm. U svim ostalim mjesecima 2008. i 2009. godine pale su ispodprosječne količine oborina.

3.1.4. Laboratorijske analize

3.1.4.1. Priprema uzoraka

Nakon zaprimanja ubranih klipova pripremio se uzorak za kemijske analize. Zrna kukuruza šećerca s klipa odvojena su rezanjem oštrim nožem s vrha prema dolje, pazeći pri tome da se ne zahvate nejestivi dijelovi klipa.

Pripremljen je uzorak od 100 g zrna koji se zamrznuo te je tako zamrznut uzorak stavljen na liofilizaciju. Korišten je liofilizator ALPHA 1-2 LD (Martin Christ, Njemačka) koji se sastoji od komore za sušenje sa 3 police, kondenzatora i vakuum pumpe.

Liofilizacija je proces stabilizacije u kojem se tvari ili namirnice najprije zamrznu, a zatim se količina otapala smanjuje postupkom sublimacije (primarno sušenje), a zatim i desorpcijom (sekundarno sušenje) do vrijednosti koja više neće podržavati rast živih organizama ili kemijske reakcije. Liofilizacija je trajala 48 h, a osušeni uzorci su uz gubitak vode zadržali svoj oblik i boju. Liofilizirani uzorci čuvali su se na -20 ^{0}C i korišteni su za određivanje sadržaja škroba. Ostatak odvojenog zrna se usitnio i homogenizirao pomoću štapnog miksera, blendera. Usitnjeni i homogenizirani uzorak koristio se za određivanje vode, šećera i ostalih topivih ugljikohidrata.

Određivanje sadržaja vode provedeno je sušenjem homogeniziranog uzorka mase 5 g u sušnici na 105 ^{0}C do konstantne mase.

3.1.4.2. Ekstrakcija šećera i vodotopivih polisaharida

Ekstrakcija šećera provedena je ultračistom vodom prema modificiranoj metodi (Sturm i sur., 2003). Odvagano je oko 2 g usitnjenog i homogeniziranog uzorka kukuruza šećerca u čašu od 100 ml i dodano oko 30 ml vode, 1 ml otopine galaktoze i zagrijavano 15 min na vodenoj kupelji temperature 60 ^{0}C uz povremeno miješanje.

Suspenzija je prenesena u odmjenu tikvicu od 100 ml i nakon hlađenja je dodano 1 ml otopine Carrez I i 1 ml otopine Carrez II, tikvica je dopunjena do oznake, dobro promućkana i filtrirana.

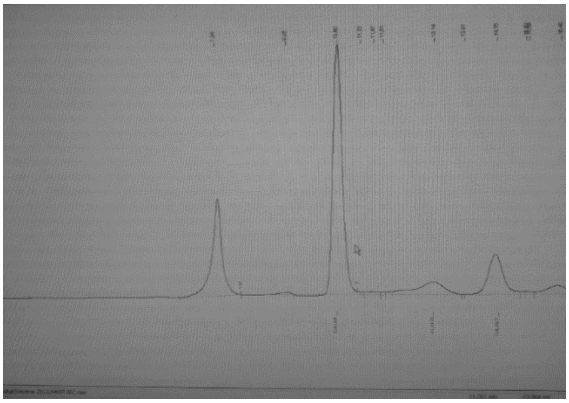
Dio ekstrakta profiltriran je kroz 0.45 µm najlon-filter za šprice neposredno prije HPLC određivanja.

3.1.4.3. HPLC određivanje šećera i vodotopivih polisaharida

Određivanje šećera i vodotopivih polisaharida provedeno je metodom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC) serije 200 (Perkin Elmer, USA), koji se sastoji od izokratne pumpe, degasera, pećnice, detektora indeksa loma i Totah Chrom navigatora (softver).

Odvajanje je provedeno na MetaCharb Ca Plus koloni (300 mm x 7,8 mm) termostatiranoj na 90 ^{0}C. 20 µ L alikvota je injektirano na kolonu i eluirano s ultračistom vodom brzinom protoka od 0,5 mL/min. Vrijeme potrebno za potpuni kromatografski ciklus je 20 min. Standardna otopina se sastoji od saharoze, glukoze, galaktoze (interni standard) i fruktoze. Šećeri iz vodenog ekstrakta su identificirani prema njihovim vremenima zadržavanja i kvantificirani pomoću površine pika metodom internog standarda. Ukupni šećeri izraženi su kao zbroj saharoze, glukoze i fruktoze. Ostali pikovi na kromatografu korišteni su za

izračunavanje vodotopivih ugljikohidrata. Udio šećera i vodotopivih ugljikohidrata izražen je u % u suhoj tvari (ST).



Slika 10. Tipičan HPLC kromatogram šećera i vodotopivih polisaharida u zrnu kukuruza šećerca

3.1.4.4. Određivanje škroba metodom po Ewers-u

Sadržaj škroba određen je u liofiliziranom uzorku polarimetrijskom metodom po Ewersu (1997). Škrob je preveden u topivo stanje hidrolizom s razrijeđenom HCl (0,12 mol/L) (ISO 10520:1997) te uklanjanjem drugih optički aktivnih tvari pomoću fosfovolframove kiseline (4 %). U bistrom filtratu odredio se kut skretanja na polarimetru (P 3002 RS, Krüss Optronic, Njemačka).

3.1.4.5. Određivanje boje

Parametri boje (L*, a*, b*) u samljevenim uzorcima određeni su prema CIELAB metodi (CIE, 1976.) s trifilterskim kolorimetrom Chroma meter Konica Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Singapur).

Kolorimetar je instrument za skeniranje boje. Rezultat tog skeniranja sličan je ljudskoj percepciji boje. Instrument sadrži senzore za boju i mikroprocesor. Podatke mjerenja zapisuje računalo i izražava ih u pet različitih sustava (X, Y, Z; Yxy; LCH; Lab; Hunter Lab). U radu je korišten Lab sustav koji daje približne vrijednosti kao i ljudsko oko.

Boje su opisane putem tri komponente. *L** (luminance) predstavlja intenzitet boje (sjajnost, osvjetljenost, svjetlinu), a koordinate *a** i *b** boju (Slika 11).

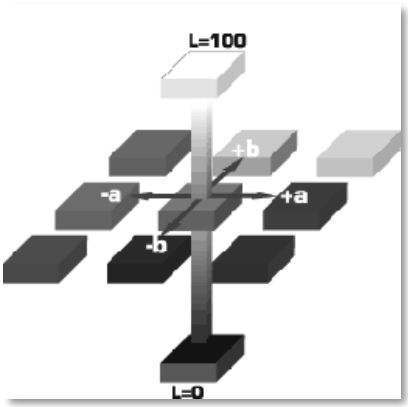
Svjetlina je akromatska komponenta i pomoću L* vrijednosti određuje se je li neki predmet taman ili svijetao. Ako je L* = 0 tada je predmet crne boje, a ako je L* = 100 predmet je bijel.

a* i b* su kromatske komponente.

a* vrijednost određuje je li neki predmet crvene ili zelene boje. Ako je a* pozitivan predmet je crvene boje, a ako je a* negativan predmet je zelen.

b* vrijednost određuje je li neki predmet žute ili plave boje. Ako je b* pozitivan predmet je žute boje, a ako je b* negativan predmet je plav.

U našem istraživanju pratili smo vrijednosti b* komponente tj. odnos žute i plave boje.



Slika 11. Prikaz načina očitavanja boje u Lab sustavu

3.2. Poljska i laboratorijska istraživanja u 2011. godini

3.2.1. Istraživani hibridi kukuruza šećerca

U pokusu je posijano pet hibrida tipa *sugary* (izabranih na osnovu prethodnog dvogodišnjeg ispitivanja) i pet hibrida tipa *shrunken* mutacije endosperma (superslatki šećerac). Izabrani *sugary* hibridi odabrani su na osnovu rezultata kemijskih analiza ali i realnih potreba proizvođača i mogućnosti komercijalizacije odabranih hibrida. Odabrani *sugary* hibridi su bili OS 254su, OS 255su, OS 256su, OS 247su i OS 258su.

U pokusu je od hibrida tipa s*hrunken* bio zastupljen jedan priznati hibrid PIO (OS 244sh), jedan priznati hibrid Bc Instituta za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d. (SUPERSLATKI) i tri eksperimentalna hibrida PIO (OS exp 1sh, OS exp 2sh, OS exp 3sh).

OS exp 1sh je hibrid srednje visine, duže vegetacije (od sjetve do berbe 90-95 dana). Dobrog prinosa i kvalitete zrna. Ima cilindričan oblik klipa dužine klipa 20-22 cm. Klip ima 14-16 redova zrna i dobro je obavijen komušinom. Namijenjen je za potrošnju u svježem stanju i preradu.



Slika 12. Hibrid OS exp 1sh

OS exp 2sh je hibrid srednje visine, duže vegetacije (od sjetve do berbe 87-92 dana). Dobrog prinosa i kvalitete zrna. Ima cilindričan oblik klipa ujednačene dužine klipa, 20 cm. Klip ima 14-16 redova zrna i dobro je obavijen komušinom. Namijenjen je za potrošnju u svježem stanju i preradu.



Slika 13. Hibrid OS exp 2sh

OS exp 3sh je hibrid srednje visine, duže vegetacije (od sjetve do berbe 90-95 dana). Dobrog prinosa i kvalitete zrna. Ima cilindričan oblik klipa ujednačene dužine klipa, 21 cm. Klip ima 14-16 redova zrna i dobro je obavijen komušinom. Namijenjen je za potrošnju u svježem stanju i preradu.



Slika 14. Hibrid OS exp 3sh

OS 244sh je hibrid srednje visine, dužine vegetacije 86-91 dan od sjetve do berbe. Dobrog prinosa i kvalitete zrna. Ima cilindričan oblik klipa ujednačene dužine klipa, 20 cm. Klip ima 14-16 redova zrna i dobro je obavijen komušinom. Namijenjen je za potrošnju u svježem stanju i industrijsku preradu.



Slika 15. Hibrid OS 244sh

SUPERSLATKI je kasni hibrid duljeg vegetacijskog razdoblja, 90-95 dana od sjetve do nicanja. Klip je cilindričnog oblike, dužine 18-20 cm. Klip ima 14-16 redova zrna.



Slika 16. Hibrid Superslatki

3.2.2. Poljski pokusi

U trećoj godini ispitivanja na pokusnom polju Poljoprivrednog instituta Osijek u Osijeku (45°33'N, 18°41'E) postavljen je pokus s deset hibrida kukuruza šećerca u tri roka sjetve. Predusjev je bila soja u trogodišnjoj rotaciji (pšenica-soja-kukuruz). Područje karakterizira semiaridna klima. Tip tla je eutrični kambisol. Tijekom vegetacijske sezone primijenjena je standardna agrotehnika uključujući tretiranje herbicidom nakon sjetve i prije nicanja, te međuredna kultivacija (Svečnjak i sur., 2004.). Prvi rok sjetve bio je 14. travnja 2011. godine i taj rok sjetve odražava optimalni rok sjetve u najvećem broju godina u području u kojem je istraživanje provedeno. Drugi rok sjetve bio je 29. travnja, dva tjedna nakon prvog roka sjetve i dva tjedna prije trećeg roka sjetve. Kako su poljski pokusi postavljeni u uvjetima bez navodnjavanja treći rok sjetve bio je 13. svibnja. Navedeni rokovi sjetve odabrani su kao optimalni rokovi koji se primjenjuju u proizvodnji uz razmak između rokova dovoljan kako bi

se osigurala sukcesivna berba i kemijske analize u laboratoriju. Pokus je postavljen po strip-plot shemi u dva ponavljanja. Osnovna parcelica svakog tretmana imala je dva reda s međurednim razmakom 0,7 m i dužinom 6,0 m. Na svim biljkama osnovne parcelice provedena je kontrolirana oplodnja kao i u Pokusu 1. Uzorci za kemijsku analizu zrna brani su pet puta tijekom dozrijevanja i to 17., 19., 21., 23. i 25. dan nakon oplodnje. Uzorci su, kao i u Pokusu 1 brani u rano jutro, najkasnije do 8 h i dostavljeni u laboratorij maksimalno 10-15 min nakon berbe kako bi se izbjegao gubitak šećera. U laboratoriju je odmah po dolasku uzoraka započela priprema istih za laboratorijske analize. Kemijska analiza zrna je uz parametre navedene u Pokusu 1, obuhvatila i sadržaj ukupnih fenola i antioksidacijsku aktivnost zrna.

Za objašnjenje dobivenih rezultata u nastavku su meteorološki podaci (prosječne dnevne temperature, oborine i višegodišnji prosjeci) s meteorološke postaje Osijek – Klisa (tablica 3).

3.2.3. Vremenske prilike

Tablica 3. Minimalna, maksimalna i srednja temperatura zraka i količine oborina u Osijeku za vegetacijsku sezonu 2011.

OSIJEK		Minimalna temp. (°C)	Maksimalna temp. (°C)	Srednja dnevna temp. (°C)	Oborine (mm)
Mjesec	Dekada	2011	2011	2011	2011
Travanj	I	7,3	20,3	13,3	0,1
	II	5,1	17,1	10,6	18,2
	III	10,0	21,8	15,7	2,2
	I-III	7,5	19,7	13,2	20,5
Višegodišnji prosjek♦		5,6	17,6	11,2	55,2
Svibanj	I	6,4	18,4	12,4	25,8
	II	10,7	23,2	17,4	3,4
	III	13,1	26,8	19,9	50,4
	I-III	10,0	22,8	16,6	79,6
Višegodišnji prosjek♦		10,5	22,8	16,7	60,0
Lipanj	I	16,6	26,8	21,0	41,9
	II	13,2	26,9	20,2	6,5
	III	14,3	27,6	21,2	6,0
	I-III	14,7	27,1	20,8	54,4
Višegodišnji prosjek♦		13,7	25,8	19,9	84,3
Srpanj	I	14,8	29,1	22,8	12,9
	II	17,7	32,3	25,1	5,2
	III	14,9	23,9	19,1	51,0
	I-III	15,8	28,4	22,3	69,1
Višegodišnji prosjek♦		14,9	27,8	21,4	65,7
Kolovoz	I	16,3	27,8	21,9	1,8
	II	14,3	30,8	22,7	0,0
	III	16,3	33,1	24,4	2,8
	I-III	15,7	30,3	23,0	4,6
Višegodišnji prosjek♦		14,6	27,3	20,8	64,7
Prosjek (°C)/suma (mm)		12,7	25,7	19,2	228,2
Višegodišnji prosjek♦		11,9	24,3	18,0	329,9

♦ 1961-2007

U 2011. godini prosječne temperature zraka (minimalna, maksimalna i srednja) su tijekom vegetacijske sezone, od travnja do kolovoza, bile više od višegodišnjeg prosjeka (tablica 3). Prosječna minimalna temperatura je bila viša za 0,8 °C, prosječna maksimalna za 1,4 °C, a prosječna srednja dnevna za 1,2 °C. Tijekom 2011. godine prosječne srednje dnevne temperature su samo u svibnju bile niže od višegodišnjeg prosjeka i to za 0,1 °C. U svim ostalim mjesecima temperature su bile više od višegodišnjeg prosjeka i to u travnju za 2,0 °C, lipnju i srpnju 0,9 °C i kolovozu 2,2 °C.

U periodu od početka travnja do kraja kolovoza u 2011. godini palo je svega 228,2 mm oborina, što je ispod višegodišnjeg prosjeka za 101,7 mm. Najveća količina oborina koja je pala u jednoj dekadi utvrđena je u trećoj dekadi srpnja (51,0 mm), a najmanja količina u drugoj dekadi kolovoza kada oborina nije bilo. U travnju je također pala ispodprosječna količina kiše tako da nije bilo zaliha vode u tlu prije početka sjetve kukuruza šećerca. Samo su u svibnju i srpnju pale iznadprosječne količine oborina i to za svibanj 19,6 mm, a srpanj 3,4 mm. U lipnju i kolovozu pale su ispodprosječne količine oborina, u lipnju za 29,9 mm, te u kolovozu za 60,1 mm.

Kako bi se točnije mogla procijeniti razlika između okolinskih čimbenika (voda i temperatura) za rokove sjetve, pratili smo temperature i oborine od sjetve do 25. DNO za svaki rok. Izračunane su *GDD* vrijednosti (sume toplinskih jedinica) s pomoću formule *GDD* = (Tmax-Tmin/2)-T bazni. T bazni je 10 °C. Podaci su uzimani s meteorološke postaje Klisa, nedaleko pokusnog polja (tablica 4).

Tablica 4. Pregled *GDD* vrijednosti i suma oborina po fazama razvoja i dozrijevanja (nicanje-oplodnja, oplodnja – prvi promatrani stadij zrelosti, prvi-posljednji promatrani stadij zrelosti) za 3 roka sjetve u 2011. godini.

Rok sjetve	Datum sjetve	Dani nicanje-oplodnja	*GDD* nicanje-oplodnja	*GDD* oplodnja 17. DNO	*GDD* 17. DNO-25. DNO	Oborine nicanje-oplodnja	Oborine oplodnja-17. DNO	Oborine 17.DNO-25. DNO
1.	14.04.	57-62	484	193	130	149	17	4
2.	29.04	50-57	546	237	90	155	18	26
3.	13.05.	48-52	516	247	60	164	51	9

3.2.4. Laboratorijske analize

3.2.4.1. Priprema uzorka

Nakon zaprimanja uzoraka određena je boja zrna na klipu, a zatim se pripremio uzorak za kemijske analize. Zrna kukuruza šećerca kao i u prethodne dvije godine s klipa su odvojena rezanjem oštrim nožem s vrha prema dolje, pazeći pri tome da se ne zahvate nejestivi dijelovi klipa. 100 g zrna se zamrznulo te je tako zamrznut uzorak stavljen na liofilizaciju. Korišten je liofilizator ALPHA 1-2 LD (Martin Christ, Njemačka), a liofilizacija je trajala 48 h. Liofilizirani uzorci čuvali su se na -20 ^{0}C i korišteni su za određivanje škroba, ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti.

3.2.4.2. Određivanje sadržaja ukupnih fenola

Sadržaj ukupnih fenola u zrnu kukuruza šećerca određen je spektrofotometrijski modificiranom semimikro-metodom po Singleton i Rossi (1965).

Uzorku je dodan Folin-Ciocalteu reagens koji je smjesa fosfovolframove i fosfomolidbenove kiseline, a pri oksidaciji fenolnih sastojaka ove kiseline se reduciraju u volframov oksid i molibdenov oksid koji su plavo obojeni. Folin-Ciocalteu reagens u bazičnoj sredini (dodatak natrijevog karbonata) reducira fenolne spojeve. Apsorbancija obojenog reakcijskog produkta mjerena je pri valnoj duljini od 765 nm. Koncentracija ukupnih fenola izračunata je iz standardne krivulje s galnom kiselinom (GA) kao standardom i izražena kao ekvivalent galne kiseline (GAE) u suhoj tvari (mg GAE/100 g ST).

Reagensi: Folin-Ciocalteu reagens (1:10), otopina natrijevog karbonata (7,5 %), GA, EtOH (10 %, 95 %)

Priprema otopina:

Folin-Ciocalteu reagens (1:10) – u odmjernu tikvicu od 100 mL otpipetirano je 3,3 mL originalnog Folin-Ciocalteu regaensa i dopunjeno destiliranom H_2O do oznake.

Otopina Na_2CO_3 (7,5 %) – 7,5 g Na_2CO_3 je odvagana i kvantitativno prebačena u tikvicu od 100 mL te nadopunjena destiliranom H_2O do oznake.

Ekstrakcija ukupnih fenola:

U plastičnoj kiveti od 15 mL odvagan je 1 g uzorka i dodano 10 mL zakiseljenog metanola (MeOH) (49,5 mL MeOH + 0,5 mL koncentrirane HCl) dobro promiješano te stavljeno u ultrazvučnu kupelj na 1 h. Zatim je talog odvojen centrifugiranjem 15 min na 4000 rpm, a supernatant je dekantiran i korišten je za određivanje ukupnih fenola i antioksidativne aktivnosti.

Priprema standardne krivulje fenola:

Osnovna otopina galne kiseline (GA): 500 mg GAE odvagano je u odmjernu tikvicu od 250 mL, dodano je 25 mL 95 % EtOH i do oznake nadopunjemo destiliranom H_2O. Otopina sadrži 2 mg/mL GA.

U odmjerne tikvice od 50 mL prema priloženoj se tablici otpipetirao određeni volumen osnovne otopine GA, te su se tikvice nadopunile do oznake sa 10 % EtOH. Apsorbancija je određena po postupku za određivanje ukupnih fenola.

Tablica 5. Priprema razrjeđenja otopine GA

Broj tikvice	1	2	3	4	5	6	7	8
mL osnovne otopine	1,25	2,5	5	7,5	10	12,5	18,75	25
Koncentracija mg GA/mL	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1

Postupak za određivanje ukupnih fenola:

U plastičnu kivetu od 1 mL otpipetirano je 0,1 mL uzorka, 0,9 mL dH_2O, 5 mL Folin-Ciocalteu reagensa (1:10) te 4 mL Na_2CO_3 (7,5 %). Smjesa je dobro promućkana i ostavljena stajati 2 h na tamnom mjestu pri sobnoj temperaturi. Apsorbanca je određena na spektrofotometru pri 765 nm.

Slijepa proba:

Slijepa proba je pripremljena tako da je umjesto uzorka u reakcijsku smjesu otpipetirana destilirana H_2O.

Izračun:

Linearnom regresijom, metodom najmanjih kvadrata iz standardne krivulje fenola izračunate su vrijednosti *a* i *b* konstanti. Na osnovu tih vrijednosti i očitane apsorbancije uzorka izračunat je koncentracija fenolnih spojeva u uzorku:

$y = bx + a$

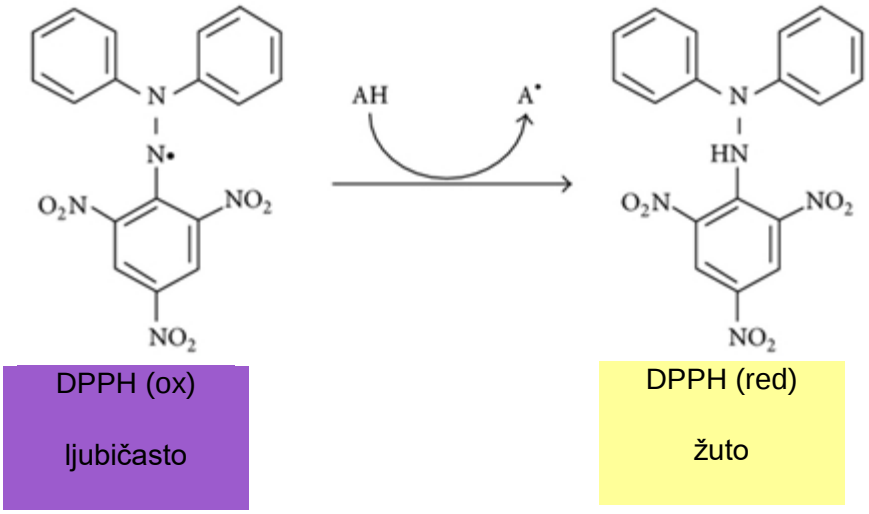
c (ukupnih fenola) = (A-a)/b [mg/mL]

gdje je A – izračunata c vrijednost izražena u mg/L ekstrakta se preračuna na mg/100 g ST uzorka uzevši u obzir odvagu, razrijeđenja i suhu tvar (ST)

3.2.4.3. Antioksidacijska aktivnost

Ukupna antioksidacijska aktivnost određena je spektrofotometrijski 2,2'-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) metodom prema Brand-Williams i sur. (1995) i izražena kao ekvivalent galne kiseline u suhoj tvari (mg GAE/100 g ST).

Nespareni elektron DPPH radikala postiže apsorbancijski maksimum pri 517 nm i ljubičaste je boje. Promjena ljubičaste boje u žutu posljedica je sparivanja nesparenog elektrona DPPH radikala s vodikom antioksidansa, stvarajući reducirani DPPH-H. Promjena boje je u stehiometrijskom odnosu s brojem sparenih elektrona (Prakash, 2001). Dodatak antioksidansa rezultira smanjenjem apsorbancije koja je proporcionalna koncentraciji i antioksidacijskoj aktivnosti samog spoja (Beretta i sur., 2005, Bertocelj i sur., 2007).



Slika 17. Mehanizam reakcije DPPH radikala s antioksidansom (Brand-Williams i sur.,1995)

Reagensi: MeOH, DPPH

Priprema otopina:

Otopina DPPH (0,5 mM): 0,02g DPPH je odvagana i kvantitativno prebačena u tikvicu od 100 mL te nadopunjena MeOH do oznake.

Priprema standardne krivulje:

Osnovna otopina galne kiseline: odvagano je 500 mg GA u odmjernu tikvicu od 250 mL, dodano je 25 mL 95 % EtOH i nadopunjeno do oznake destiliranom H_2O. Otopina sadrži 2 mg/mL GA.

Zatim se u odmjernu tikvicu od 50 mL prema priloženoj tablici otpipetiralo određeni volumen osnovne otopine GA te su tikvice nadopunjene do oznake sa 10 % EtOH. Apsorbancija je određena po postupku za određivanje antioksidativnog kapaciteta.

Tablica 5a. Priprema razrjeđenja otopine galne kiseline

Broj tikvice	1	2	3	4	5	6	7	8
mL osnovne otopine	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	3
Koncentracija mg GA/mL	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,12

Postupak za određivanje antioksidativnog kapaciteta:

U plastičnu kivetu od 15 mL otpipetirano je 0,2 mL uzorka, 2 mL metanola te 1 mL DPPH otopine. Smjesa je dobro promućkana i ostavljena stajati 30 min na tamnom mjestu pri sobnoj temperaturi. Apsorbanca je određivana na spektrofotometru pri 517 nm. Standardna korelacija na spektrofotometru izvedena je sa metanolom.

Slijepa proba:

Slijepa proba je pripremljena tako da je umjesto uzorka u reakcijsku smjesu otpipetiran MeOH.

Izračun:

Linearnom regresijom, metodom najmanjih kvadrata iz standardne krivulje antioksidativnog kapaciteta izračunate su vrijednosti *a* i *b* konstanti. Na osnovu tih vrijednosti i očitane apsorbancije uzorka izračunat je antioksidativni kapacitet u uzorku:

$y = bx + a$

antioksidativni kapacitet = $(A-a)/b$ [mg/mL]

gdje je $A = A_{sl.probe} - A_{uzorka}$

Izračunata vrijednost antioksidativnog kapaciteta izražena u mg/L ekstrakta se preračuna na mg/100 g ST uzorka uzevši u obzir odvagu, razrijeđenja i suhu tvar (ST)

Kada je uzorak bio razrijeđen u račun je uzeto u obzir i razrjeđenje.

3.3. Statistička analiza podataka

Dvofaktorijalni pokus (hibrid i stadij zrelosti zrna) tijekom vegetacijskih sezona 2008. i 2009. postavljen je po strip-plot shemi pokusa u dva ponavljanja (Pokus 1). Horizontalni faktor u pokusu činili su stadiji zrelosti zrna, a vertikalni faktor hibridi kukuruza šećerca. Trofaktorijalni pokus (rok sjetve, hibrid i stadij zrelosti zrna) tijekom vegetacijske sezone 2011. postavljen je po split-strip plotu u dva ponavljanja. Fiksni efekti u analizi varijance za ova dva pokusa bili su vegetacijska sezona odnosno rok sjetve, stadij zrelosti zrna i hibrid kukuruza, a slučajni efekt repeticije. U slučaju opravdanog F-testa, za usporedbu srednjih vrijednosti korištene su LSD vrijednosti za P=0,05. Za obradu podataka uključujući i Pearsonov koeficijent korelacije korišten je program GENSTAT 7,2 (Lawes Agricultural Trust, Rothamsted Experimental Station, 2004).

Model kombinirane analize varijance za istraživana svojstva prikazan je u tablicama dolje.

Tablica 6. Model kombinirane analize varijance za istraživana svojstva u Pokusu 1.

Izvori varijabilnosti	Stupnjevi slobode	MS†	F_{exp}
Vegetacijska sezona (VS)	vs–1	MS_1	MS_1 / MS_2
Greška (a)	vs × (r-1)	MS_2	
Stadij zrelosti zrna (DNO)	DNO -1	MS_3	MS_3 / MS_5
VS×DNO	(vs–1) × (DNO-1)	MS_4	MS_4 / MS_5
Greška (b)	vs × (r-1) × (DNO-1)	MS_5	
Hibrid (H)	h-1	MS_6	MS_6 / MS_8
VS×H	(vs–1) × (h-1)	MS_7	MS_7 / MS_8
Greška (c)	vs × (r-1) × (h -1)	MS_8	
DNO × H	(DNO -1) × (h -1)	MS_9	MS_9 / MS_{11}
VS×DNO×H	(vs–1) × (DNO-1) × (h-1)	MS_{10}	MS_{10} / MS_{11}
Greška (d)	vs × (r-1) × (DNO-1) × (h-1)	MS_{11}	

† MS = varijanca

Tablica 6a. Model kombinirane analize varijance za istraživana svojstva u Pokusu 2.

Izvori varijabilnosti	Stupnjevi slobode	MS†	F_{exp}
Rok sjetve (RS)	rs–1	MS_1	MS_1 / MS_2
Greška (a)	rs × (r-1)	MS_2	
Stadij zrelosti zrna (DNO)	DNO-1	MS_6	MS_6 / MS_8
RS×DNO	(rs–1) × (DNO-1)	MS_7	MS_7 / MS_8
Greška (b)	rs × (r-1) × (DNO-1)	MS_8	
Hibrid (H)	h-1	MS_3	MS_3 / MS_5
RS×H	(rs–1) × (h-1)	MS_4	MS_4 / MS_5
Greška (c)	rs × (r-1) × (h-1)	MS_5	
H×DNO	(h-1) × (DNO-1)	MS_9	MS_9 / MS_{11}
RS×H×DNO	(rs–1) × (h-1) × (DNO-1)	MS_{10}	MS_{10} / MS_{11}
Greška (d)	rs × (r-1) × (h-1)× (DNO-1)	MS_{11}	

† MS = varijanca

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Istraživanja u 2008. i 2009. godini

4.1.1. Sadržaj vode u zrnu

Vegetacijska sezona je značajno utjecala na sadržaj vode u zrnu kukuruza šećerca (tablica 7). U prvoj vegetacijskoj sezoni (2008.) prosječni sadržaj vode u zrnu iznosio je 73,36 %, što je bilo značajno (P=0,05) više od 72,62 % u slijedećoj vegetacijskoj sezoni (2009.).

Tablica 7. Kombinirana analiza varijance za sadržaj vode u zrnu

Izvori varijabiliteta	n-1	SS	s^2	F_{exp}	F-test
Vegetacijska sezona (VS)	1	24,314	24,314	61,88	*
Stadij zrelosti zrna (DNO)	4	2104,209	526,052	215,18	**
VS x DNO	4	43,642	10,911	4,46	*
hibrid (H)	8	505,851	63,231	40,60	**
VSxH	8	14,723	1,840	1,18	NS
HXDNO	32	60,114	1,879	1,69	*
VSxHxDNO	32	46,972	1,468	1,32	NS

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

Utvrđene su značajne (P=0,01) razlike u sadržaju vode u zrnu između stadija zrelosti. Očekivano, najveći prosječni sadržaj vode u zrnu utvrđen je u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) i iznosio je 78,10 % (tablica 8). Prosječni sadržaj vode značajno se smanjivao u svakom slijedećem stadiju zrelosti, a smanjenje se kretalo od 1,85 % do 3,15 %. Prosječni sadržaj vode je 25. dan nakon oplodnje iznosio 68,23 % što ukazuje da se u promatranom periodu dozrijevanja (od 17. do 25. DNO) sadržaj vode smanjio u prosjeku za 9,87 %.

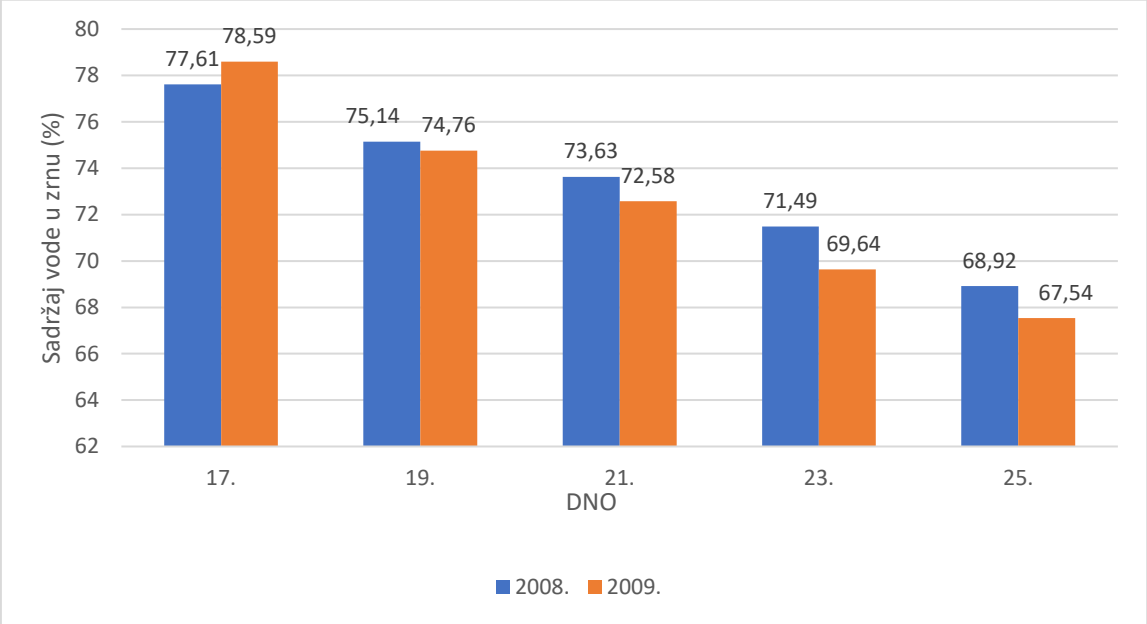
Tablica 8. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj vode (%) u zrnu

	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					**Prosjek**	**CV (%)**
HIBRID	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 250su	76,92	74,22	73,11	69,76	67,16	**72,23**	**5,30**
OS 254su	78,54	74,60	73,52	71,36	69,27	**73,46**	**4,77**
OS 253su	76,58	71,47	70,08	68,00	64,82	**70,19**	**6,21**
OS 255su	80,11	77,00	75,70	73,94	71,91	**75,73**	**4,10**
OS 256su	78,78	76,27	74,75	72,03	69,90	**74,35**	**4,69**
OS 247su	78,11	74,75	72,30	70,32	66,35	**72,37**	**6,14**
Alpos su	76,45	74,68	71,04	68,41	65,88	**71,29**	**6,10**
OS 332su	79,41	76,82	75,04	72,28	70,99	**74,91**	**4,54**
OS 258su	77,99	74,71	72,40	69,04	67,80	**72,39**	**5,74**
Prosjek	**78,10**	**74,95**	**73,10**	**70,57**	**68,23**		
CV (%)	**1,62**	**2,23**	**2,56**	**2,81**	**3,55**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,64 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,59 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,54 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Utvrđena je značajna interakcija između vegetacijske sezone i stadija zrelosti zrna za sadržaj vode u zrnu (tablica 7). Ta interakcija je najvećim dijelom rezultat činjenice da

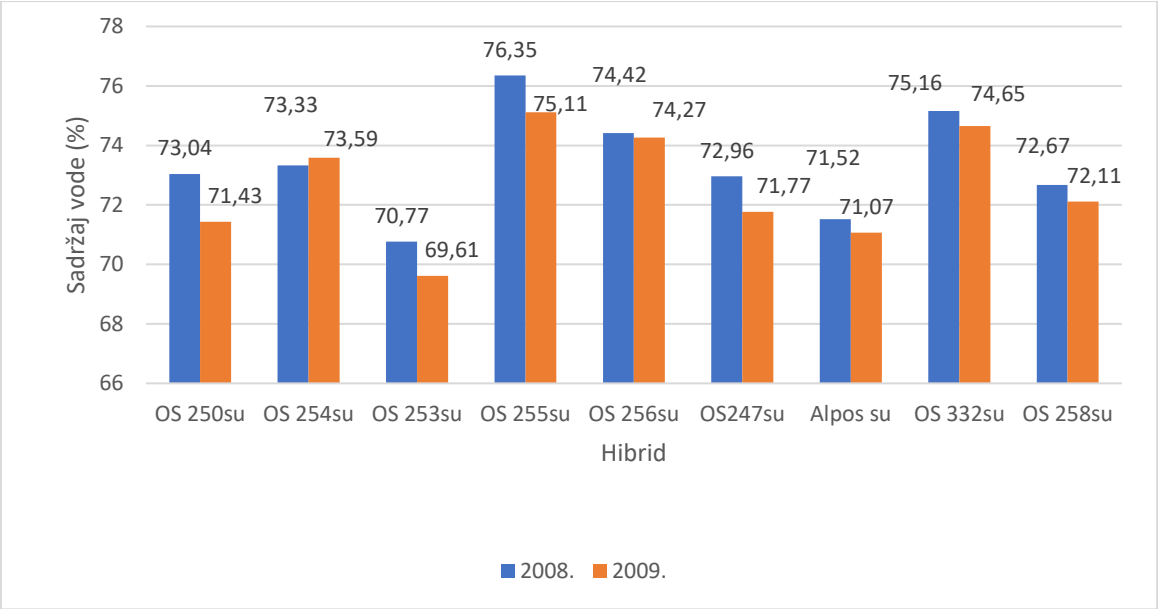
je 17. DNO prosječni sadržaj vode u zrnu bio veći (78,59 %) u 2009. nego u 2008. (77,61 %) godini (grafikon 2). U svim ostalim stadijima dozrijevanja sadržaj vode u zrnu je bio značajno manji u 2009. nego u 2008. godini.



$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,08 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,20 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 2. Prosječan sadržaj vode (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Istraživani hibridi *su1* kukuruza šećerca su se međusobno značajno (P=0,01) razlikovali za sadržaj vode u zrnu (tablica 7). Najveći prosječni sadržaj vode u zrnu kroz sve promatrane stadije zrelosti (75,73 %) je utvrđen kod hibrida OS 255su, a najmanji (70,19 %) kod hibrida OS 253su (tablica 8).

Nije utvrđena značajna interakcija između hibrida i vegetacijske sezone za sadržaj vode u zrnu. Izostanak ove interakcije jasno ukazuje da su istraživani hibridi imali karakterističan sadržaj vode u zrnu u obje vegetacijske sezone (grafikon 3).



$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,13 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,18 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 3. Prosječan sadržaj vode (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Utvrđena je značajna interakcija između hibrida i stadija zrelosti što ukazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u dinamici otpuštanja vode. Najveća razlika između dva stadija zrelosti od prosječno 3,94 % utvrđena je za hibrid OS 254su između 17. i 19. DNO (tablica 8). Najmanja razlika između stadija zrelosti od prosječno 1,3 % utvrđena je za hibrid OS 255su između 19. i 21. DNO. U promatranom periodu dozrijevanja od 17. DNO do 25. DNO najveće smanjenje sadržaja vode imao je hibrid OS 253su (11,76 %), a najmanje hibrid OS 255su (8,20 %) (tablica 8).
Nije utvrđena značajna interakcija između vegetacijske sezone, hibrida i stadija zrelosti zrna (tablica 7).

4.1.2. Sadržaj saharoze u suhoj tvari zrna

Na sadržaj saharoze u zrnu vegetacijska sezona značajno je utjecala (tablica 9). U drugoj vegetacijskoj sezoni (2009.) prosječni sadržaj saharoze u zrnu iznosio je 11,52 %, što je bilo značajno (P=0,05) više od 10,53 % koliko je utvrđeno u prvoj vegetacijskoj sezoni (2008.).

Tablica 9. Kombinirana analiza varijance za sadržaj saharoze u zrnu

Izvori varijabiliteta	n-1	SS	s^2	F_{exp}	F-test
Vegetacijska sezona (VS)	1	44,007	44,007	27,30	*
Stadij zrelosti zrna (DNO)	4	616,137	154,034	136,88	**
VS x DNO	4	0,921	0,230	0,20	NS
hibrid (H)	8	89,108	11,139	3,93	*
VSxH	8	34,984	4,373	1,54	NS
HXDNO	32	94,712	2,960	2,58	**
VSxHxDNO	32	81,813	2,557	2,23	**

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

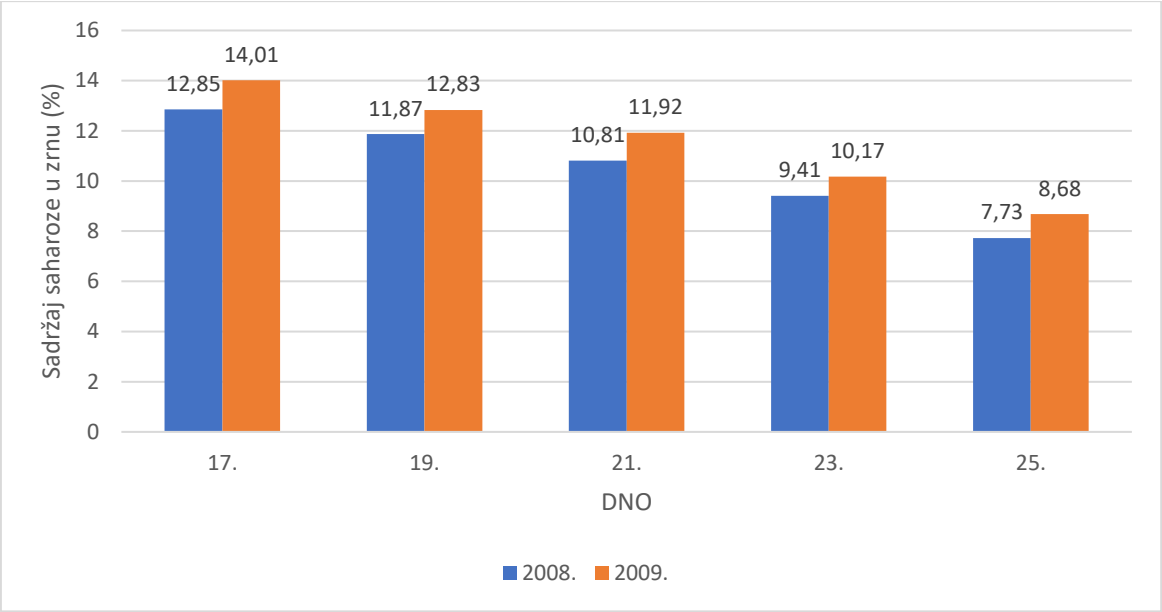
Utvrđene su visoko značajne (P=0,01) razlike u sadržaju saharoze u zrnu u različitim stadijima zrelosti. Najveći prosječni sadržaj saharoze u zrnu utvrđen je 17. dan nakon polinacije i iznosio je 13,43 %. Sa svakim slijedećim stadijem zrelosti sadržaj saharoze u zrnu se smanjivao, a smanjenje se kretalo od 0,98 % do 1,58 %. Prosječni sadržaj saharoze 25. DNO očekivano je bio najniži i iznosio je 8,21 %. Od 17. DNO do 25. DNO prosječni sadržaj saharoze smanjio se za 5,22 %.

Tablica 10. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj saharoze (%) u zrnu

HIBRID	**STADIJ ZRELOSTI (DNO)**					**Prosjek**	**CV (%)**
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 250su	12,51	13,28	11,31	9,55	8,24	**10,98**	**18,94**
OS 254su	14,97	14,67	12,87	10,46	8,53	**12,30**	**22,51**
OS 253su	12,60	12,22	10,12	9,07	9,31	**10,67**	**15,44**
OS 255su	15,74	12,68	12,40	9,45	7,96	**11,65**	**26,05**
OS 256su	12,89	12,33	11,50	9,99	8,30	**11,00**	**16,94**
OS 247su	13,16	11,12	10,27	8,97	6,36	**9,98**	**25,37**
Alpos su	10,44	10,91	11,11	9,91	7,90	**10,05**	**12,83**
OS 332su	14,63	11,30	11,25	9,82	8,44	**11,09**	**20,78**
OS 258su	13,91	12,62	11,47	10,89	8,80	**11,54**	**16,63**
Prosjek	**13,43**	**12,35**	**11,37**	**9,79**	**8,21**		
CV (%)	**11,84**	**9,55**	**7,74**	**6,34**	**9,92**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,72 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,51 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,72 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

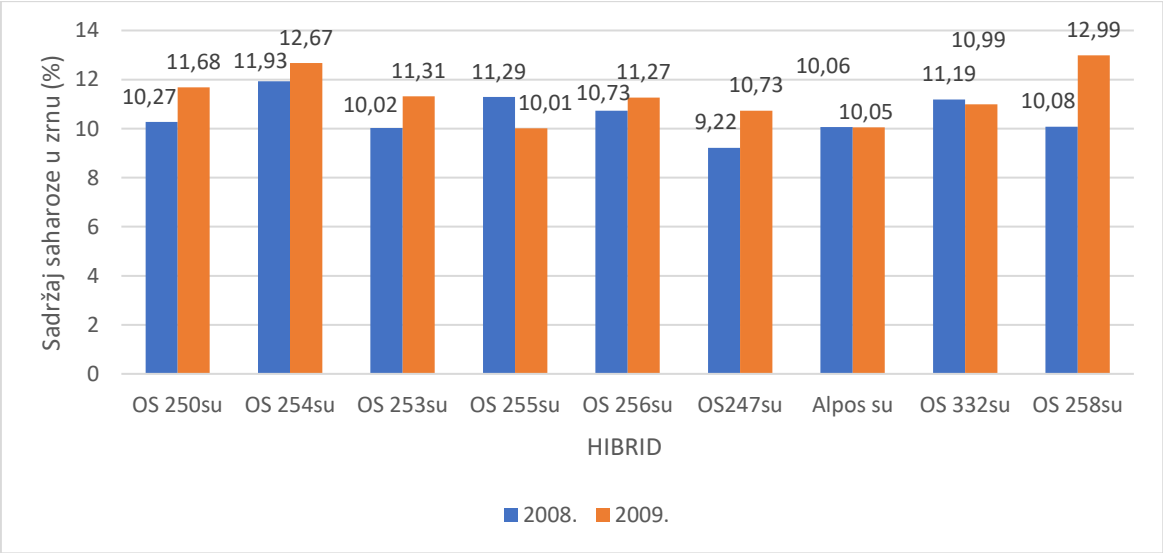
Nije utvrđena značajna interakcija između vegetacijske sezone i stadija zrelosti za sadržaj saharoze u zrnu (tablica 9). Razlog tome je što su u svim stadijima zrelosti sadržaji saharoze u zrnu bili značajno manji u 2008. nego u 2009. godini (grafikon 4).



LSD $_{(P=0,05)}$ = 0,82 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
LSD $_{(P=0,05)}$ = 0,82 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 4. Prosječan sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Istraživani hibridi kukuruza šećerca su se međusobno značajno razlikovali za sadržaj saharoze u zrnu. Najveći prosječni sadržaj saharoze u zrnu kroz sve promatrane stadije zrelosti (12,30 %) je utvrđen kod hibrida OS 254su, a najmanji (9,98 %) kod hibrida OS 247su.

Nije utvrđena značajna interakcija između hibrida i vegetacijske sezone za sadržaj saharoze u zrnu. Izostanak ove interakcije jasno ukazuje da su istraživani hibridi imali karakterističan sadržaj saharoze u zrnu u obje vegetacijske sezone (grafikon 5).



LSD$_{(P=0,05)}$ = 1,55 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
LSD$_{(P=0,05)}$ = 1,60 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 5. Prosječan sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1* kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Utvrđena je interakcija između hibrida i stadija zrelosti što ukazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u dinamici gubljenja sadržaja saharoze. Najveća razlika između dva stadija zrelosti od prosječno 3,33 % utvrđena je za hibrid OS 332su između 17. DNO i 19. DNO. Najmanja razlika između dva stadija zrelosti od prosječno 0,28 % utvrđena je za hibrid OS 255su između 19. i 21. DNO (tablica 10). U promatranom periodu dozrijevanja od 17. DNO do 25. DNO najveće smanjenje sadržaja saharoze imao je hibrid OS 255su (7,78%), a najmanje hibrid Alpos su (2,54%) (tablica 10).
Utvrđena je značajna interakcija između vegetacijske sezone, hibrida i stadija zrelosti što ukazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u dinamici smanjivanja sadržaja saharoze u obje godine.

4.1.3. Sadržaj glukoze i fruktoze u suhoj tvari zrna

4.1.3.1. Sadržaj glukoze u suhoj tvari zrna

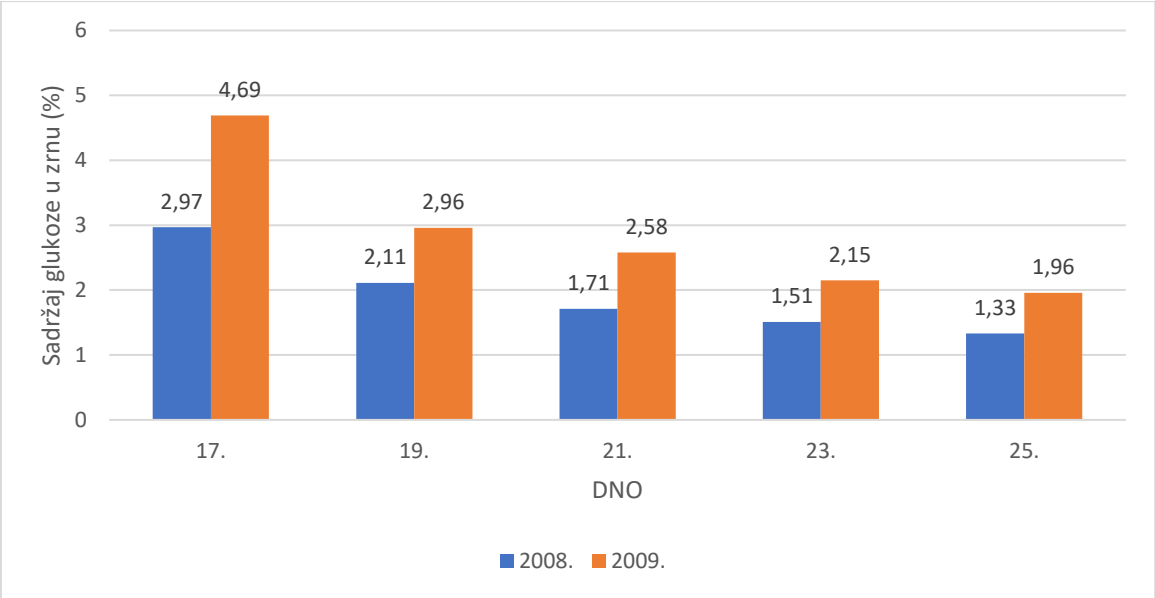
Na sadržaj glukoze u zrnu vegetacijska sezona značajno je utjecala (tablica 11). U drugoj vegetacijskoj sezoni (2009.) prosječni sadržaj glukoze u zrnu iznosio je 2,87 %, što je bilo značajno (P=0,01) više od 1,93 % u prvoj godini (2008.).

Tablica 11. Kombinirana analiza varijance za sadržaj glukoze u zrnu

Izvori varijabiliteta	n-1	SS	s^2	F_{exp}	F-test
Vegetacijska sezona (VS)	1	40,0034	40,0034	125,58	**
Stadij zrelosti zrna (DNO)	4	108,9216	27,2304	90,95	**
VS x DNO	4	7,1509	1,7877	5,97	*
hibrid (H)	8	32,7082	4,0885	22,78	**
VSxH	8	9,3471	1,1684	6,51	**
HXDNO	32	20,4877	0,6402	3,01	**
VSxHxDNO	32	11,1238	0,3476	1,63	*

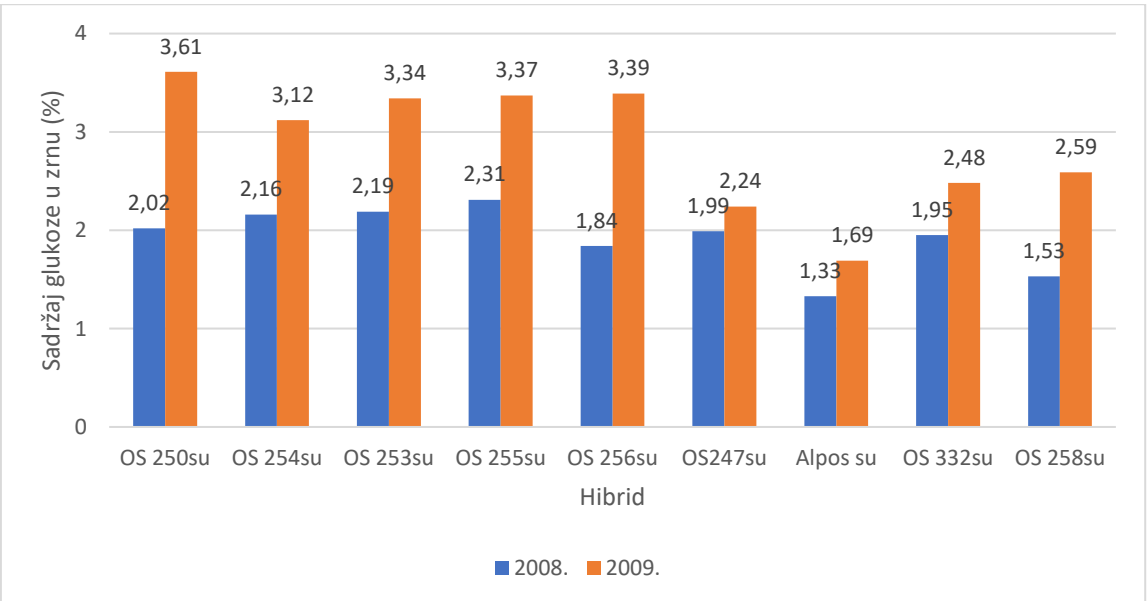
**, * Signifikantan uz P=0,01 i 0,05 F-test, tim slijedom

Utvrđene su značajne (P=0,01) razlike u sadržaju glukoze u zrnu u različitim stadijima zrelosti. Najveći prosječni sadržaj glukoze u zrnu utvrđen je 17. dan nakon polinacije i iznosio je 3,83 %. Sa svakim slijedećim stadijem zrelosti sadržaj glukoze u zrnu se smanjivao, a smanjenje se kretalo od 0,18 % do 1,30 %. U zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) prosječni sadržaj glukoze očekivano je bio najniži i iznosio je 1,65 %. Od 17. DNO do 25. DNO prosječni sadržaj glukoze smanjio se 2,19 %.
Utvrđena je značajna interakcija između vegetacijske sezone i stadija zrelosti za sadržaj glukoze u zrnu (tablica 11). Razlog tome je što su vegetacijske sezone razlikovale u različitim stadijima zrelosti u sadržaju glukoze (grafikon 6).



$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,41 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,42 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 6. Prosječan sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Istraživani hibridi kukuruza šećerca su se međusobno značajno (P=0,01) razlikovali za sadržaj glukoze u zrnu. Najveći prosječni sadržaj glukoze u zrnu kroz sve promatrane stadije zrelosti (2,84 %) je utvrđen kod hibrida OS 255su, a najmanji (1,51 %) kod hibrida Alpos su.



$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,42 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,40 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 7. Prosječan sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1* kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Utvrđena je značajna interakcija (P=0,01) između hibrida i vegetacijske sezone za sadržaj glukoze u zrnu, kao i značajna interakcija (P=0,01) između hibrida i stadija zrelosti (tablica 11). Utvrđene interakcije ukazuju da su se hibridi međusobno razlikovali u sadržaju glukoze u različitim vegetacijskim sezonama kao i u dinamici gubljenja glukoze kod različitih stadija zrelosti (grafikon 7).

Najveća razlika između dva stadija zrelosti od prosječno 2,33 % utvrđena je za hibrid OS 255su između 17. DNO i 19. DNO. Najmanja razlika između dva stadija zrelosti od prosječno 0,06 % utvrđena je za hibrid Alpos su između 23. DNO i 25. DNO (tablica 12).

Tablica 12. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj glukoze (%) u zrnu

HIBRID	**STADIJ ZRELOSTI (DNO)**					**Prosjek**	**CV (%)**
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 250su	4,65	2,95	2,52	2,07	1,87	**2,81**	**39,44**
OS 254su	4,22	2,87	2,50	1,97	1,63	**2,64**	**38,09**
OS 253su	4,28	2,82	2,45	2,14	2,14	**2,76**	**32,23**
OS 255su	5,19	2,87	2,50	1,91	1,73	**2,84**	**48,97**
OS 256su	4,47	2,70	2,26	2,03	1,65	**2,62**	**41,99**
OS 247su	3,60	2,34	1,85	1,47	1,32	**2,12**	**43,40**
Alpos su	1,55	1,51	1,45	1,54	1,48	**1,51**	**2,76**
OS 332su	3,52	2,26	1,86	1,68	1,72	**2,21**	**34,80**
OS 258su	2,98	2,48	1,91	1,64	1,27	**2,06**	**33,04**
Prosjek	**3,83**	**2,53**	**2,15**	**1,83**	**1,65**		
CV (%)	**28,24**	**18,05**	**18,10**	**13,57**	**16,39**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,65 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,67 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,64 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Utvrđena je značajna interakcija (P=0,05) između vegetacijske sezone, hibrida i stadija zrelosti što ukazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u dinamici smanjivanja sadržaja glukoze u različitim stadijima zrelosti u obje godine.

4.1.3.2. Sadržaj fruktoze u suhoj tvari zrna

Na sadržaj fruktoze u zrnu vegetacijska sezona značajno je utjecala (tablica 13). U drugoj vegetacijskoj sezoni (2009.) prosječni sadržaj fruktoze u zrnu iznosio je 1,94 %, što je bilo značajno (P=0,01) više od 1,47 % u prvoj godini (2008.).

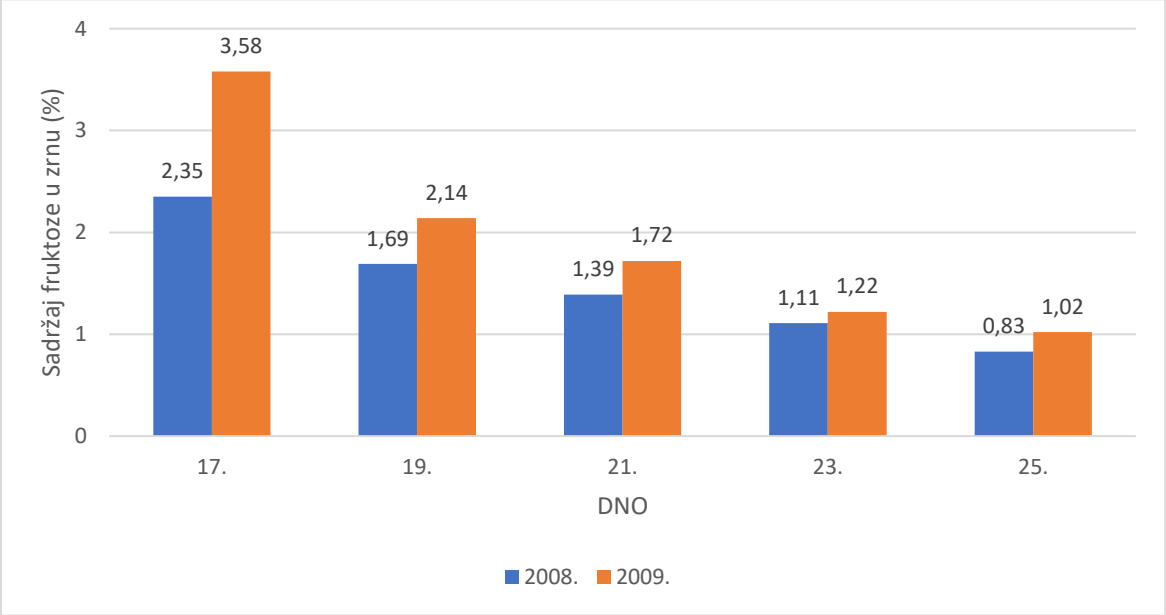
Tablica 13. Kombinirana analiza varijance za sadržaj fruktoze u zrnu

Izvori varijabiliteta	n-1	SS	s^2	F_{exp}	F-test
Vegetacijska sezona (VS)	1	9,6180	9,6180	340,07	**
Stadij zrelosti zrna (DNO)	4	92,0652	23,0163	94,23	**
VS x DNO	4	7,1495	1,7874	7,32	**
hibrid (H)	8	20,9808	2,6226	23,47	**
VSxH	8	7,1281	0,8910	7,97	**
HXDNO	32	12,8393	0,4012	2,12	**
VSxHxDNO	32	9,3076	0,2909	1,54	NS

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

Utvrđene su značajne (P=0,01) razlike u sadržaju fruktoze u zrnu u različitim stadijima zrelosti. Najveći prosječni sadržaj fruktoze u zrnu utvrđen je 17. dan nakon polinacije i iznosio je 2,97 %. Sa svakim slijedećim stadijem zrelosti sadržaj fruktoze u zrnu se smanjivao, a smanjenje se kretalo od 0,24 % do 1,06 %. U zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) prosječni sadržaj fruktoze očekivano je bio najniži i iznosio je 0,92 %. Od 17. DNO do 25. DNO prosječni sadržaj fruktoze smanjio se za 2,04 %.

Utvrđena je značajna interakcija između vegetacijske sezone i stadija zrelosti za sadržaj fruktoze u zrnu (tablica 13). Razlog tome je što su se vegetacijske sezone razlikovale u različitim stadijima zrelosti u sadržaju fruktoze (grafikon 8).

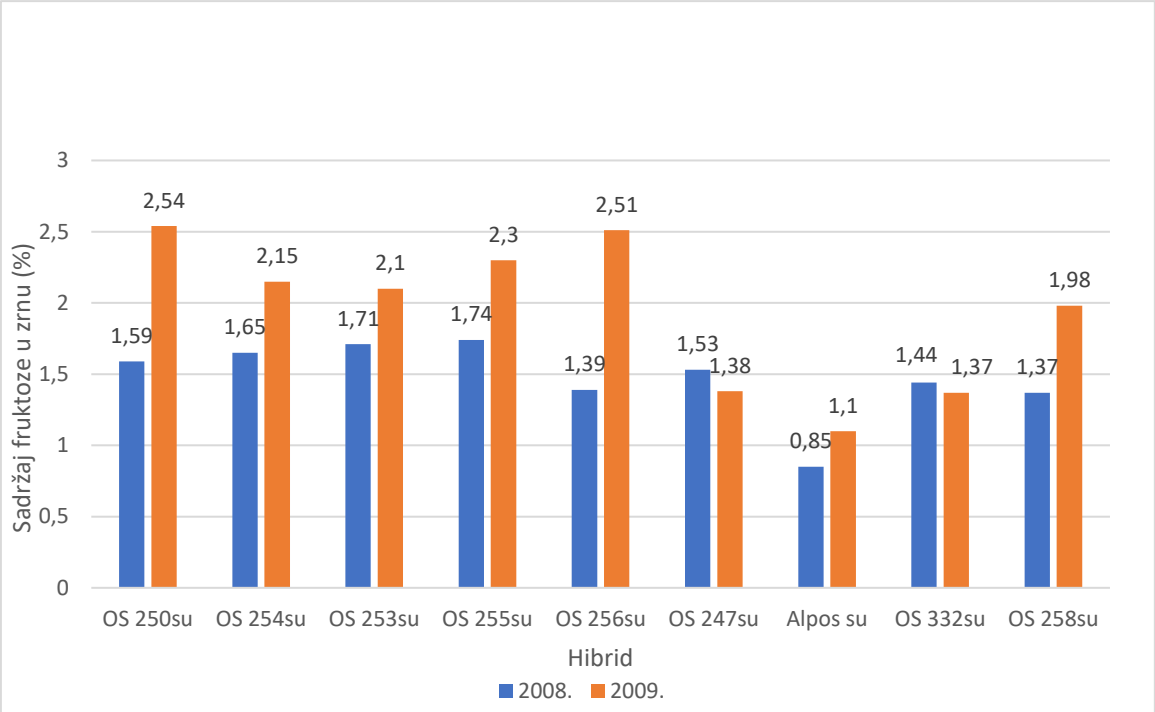


$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,34 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,38 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone

Grafikon 8. Prosječan sadržaj fruktoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Istraživani hibridi kukuruza šećerca su se međusobno značajno (P=0,01) razlikovali za sadržaj fruktoze u zrnu. Najveći prosječni sadržaj fruktoze u zrnu kroz sve promatrane

stadije zrelosti (2,07 %) je utvrđen kod hibrida OS 250su, a najmanji (0,97 %) kod hibrida Alpos su.



$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,30 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,32 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 9. Prosječan sadržaj fruktoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Utvrđena je visoko značajna interakcija (P=0,01) između hibrida i vegetacijske sezone za sadržaj fruktoze u zrnu (grafikon 9), kao i visokoznačajna interakcija (P=0,01) između hibrida i stadija zrelosti. Utvrđene interakcije ukazuju da su se hibridi međusobno razlikovali u sadržaju fruktoze u različitim vegetacijskim sezonama kao i u dinamici gubljenja fruktoze kod različitih stadija zrelosti.

U prosjeku najveća razlika između dva stadija zrelosti (1,94 %) utvrđena je za hibrid OS 255su između 17. DNO i 19. DNO. Najmanja razlika između dva stadija zrelosti od (0,02 %) utvrđena je za hibrid Alpos su između 21. DNO i 23. DNO (tablica 14).

Tablica 14. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj fruktoze (%) u zrnu

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 250su	3,52	2,53	1,79	1,44	1,04	**2,07**	**47,53**
OS 254su	3,29	2,02	1,74	1,26	1,18	**1,90**	**44,86**
OS 253su	3,07	2,01	1,93	1,45	1,05	**1,90**	**39,93**
OS 255su	4,08	2,14	1,83	1,15	0,91	**2,02**	**61,98**
OS 256su	3,62	2,09	1,78	1,27	1,00	**1,95**	**52,51**
OS 247su	2,82	1,78	0,91	0,92	0,86	**1,46**	**58,46**
Alpos su	1,30	1,06	0,96	0,94	0,60	**0,97**	**25,97**
OS 332su	2,49	1,67	1,30	0,85	0,73	**1,41**	**50,50**
OS 258su	2,52	1,91	1,78	1,22	0,94	**1,68**	**36,92**
Prosjek	**2,97**	**1,91**	**1,56**	**1,17**	**0,92**		
CV (%)	**27,46**	**20,99**	**25,29**	**18,93**	**19,06**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,60 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,62 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,59 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Nije utvrđena interakcija između vegetacijske sezone, hibrida i stadija zrelosti.

4.1.4. Sadržaj ukupnih šećera u zrnu

Na sadržaj ukupnih šećera u zrnu vegetacijska sezona značajno je utjecala (tablica 15). U drugoj vegetacijskoj sezoni (2009.) prosječni sadržaj ukupnih šećera u zrnu iznosio je 16,31 %, što je bilo značajno (P=0,05) više od 13,87 % u prvoj vegetacijskoj sezoni (2008.).

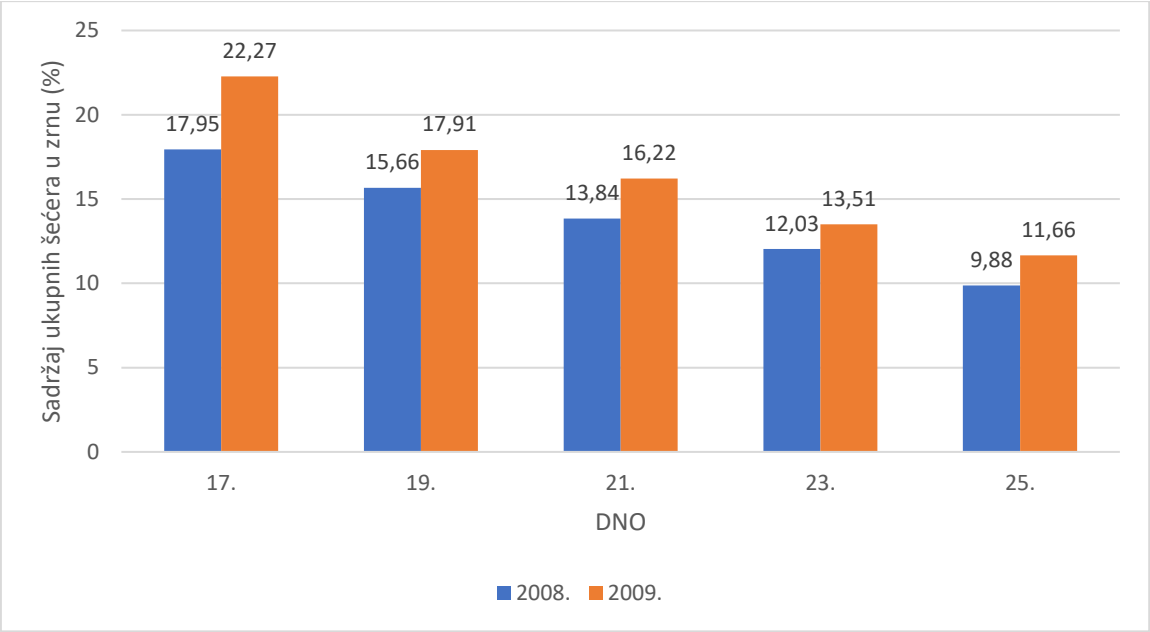
Tablica 15. Kombinirana analiza varijance za sadržaj ukupnih šećera u zrnu

Izvori varijabiliteta	n-1	SS	s^2	F_{exp}	F-test
Vegetacijska sezona (VS)	1	268,530	268,530	81,27	*
Stadij zrelosti zrna (DNO)	4	1876.794	469,198	110,86	**
VS x DNO	4	44,576	11,144	2,63	NS
hibrid (H)	8	290,715	36,340	9,61	**
VSxH	8	84,022	10,503	2,78	*
HXDNO	32	234,210	7,319	2,89	**
VSxHxDNO	32	148,87	4,634	1,83	*

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

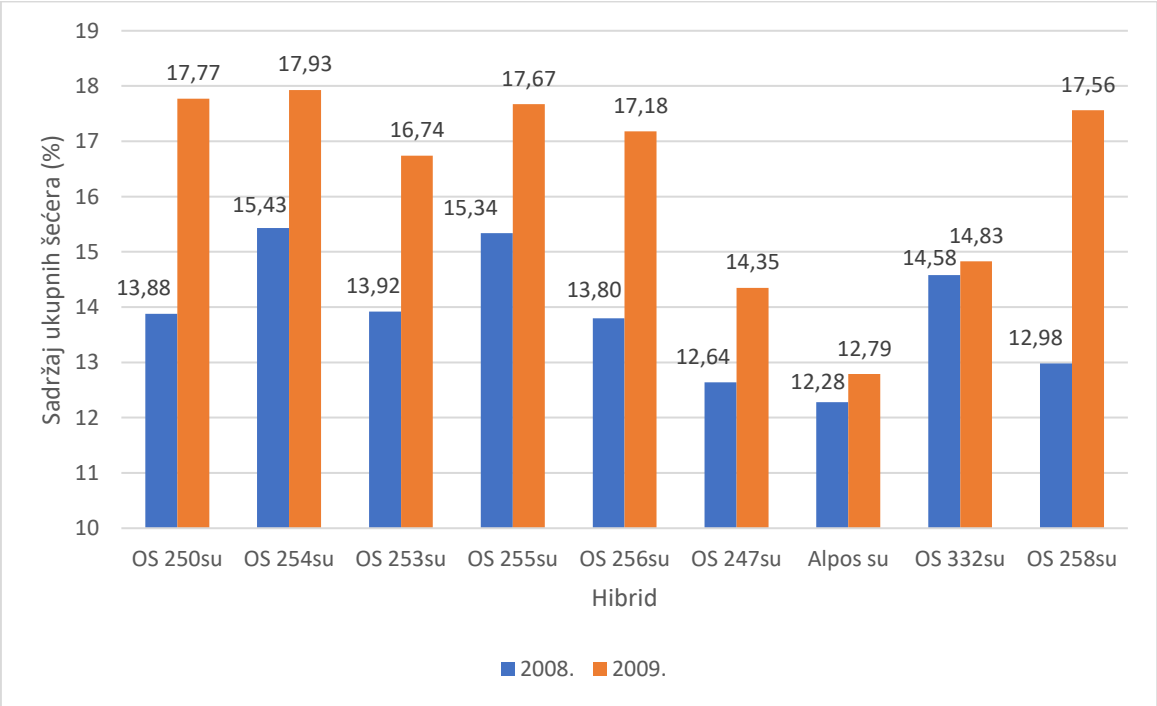
Utvrđene su visoko značajne (P=0,01) razlike u sadržaju ukupnih šećera u zrnu u različitim stadijima zrelosti (tablica 15). Najveći prosječni sadržaj šećera u zrnu utvrđen je 17. dan nakon polinacije i iznosio je 20,11 %. U svakom slijedećem stadiju zrelosti utvrđen je niži sadržaj ukupnih šećera u zrnu. 19. DNO taj sadržaj je iznosio 16,78 %, 21. DNO 15,03 %, a 23. DNO 12,77 %. U zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) prosječni sadržaj šećera očekivano je bio najniži i iznosio je 10,77 %. Smanjenje između stadija zrelosti se kretalo od 1,75 % do 3,33 %, a u promatranom periodu dozrijevanja od 17. DNO do 25. DNO prosječni sadržaj ukupnih šećera smanjio se za 9,34 %.

Nije dobivena značajna interakcija između vegetacijske sezone i stadija zrelosti za sadržaj ukupnih šećera u zrnu (tablica 15).



$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,50 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,58 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 10. Prosječan sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Istraživani hibridi kukuruza šećerca su se međusobno značajno (P=0,01) razlikovali za sadržaj ukupnih šećera u zrnu (tablica 15). Najveći prosječni sadržaj ukupnih šećera u zrnu kroz sve promatrane stadije zrelosti (16,68 %) je utvrđen kod hibrida OS 254su, a najmanji (12,54 %) kod hibrida Alpos su.



$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,82 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,84 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 11. Prosječan sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Utvrđena je značajna interakcija između hibrida i vegetacijske sezone za sadržaj ukupnih šećera u zrnu, kao i visoko značajna interakcija (P=0,01) između hibrida i stadija zrelosti. Ta interakcija je najvećim dijelom rezultat specifične reakcije za hibride Alpos su i OS 332su koji su u obje vegetacijske sezone imali sličan sadržaj ukupnih šećera u zrnu (grafikon 11). Nasuprot tome za hibride OS 250su i OS 258su utvrđeno je najveće variranje u sadržaju ukupnih šećera u dvije vegetacijske sezone. Utvrđena je interakcija između hibrida i stadija zrelosti što ukazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u dinamici gubljenja šećera. U prosjeku najveća razlika između dva stadija zrelosti (7,32 %) utvrđena je za hibrid OS 255su između 17. DNO i 19. DNO. Najmanja razlika između dva stadija zrelosti (0,02 %) utvrđena je za hibrid Alpos su između 17. DNO i 19. DNO (tablica 16).

Tablica 16. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 250su	20,69	18,76	15,62	12,91	11,15	**15,83**	**25,01**
OS 254su	21,72	19,55	17,10	13,69	11,34	**16,68**	**25,31**
OS 253su	19,95	17,05	14,49	12,65	12,50	**15,33**	**20,68**
OS 255su	25,01	17,69	16,73	12,50	10,60	**16,50**	**33,83**
OS 256su	20,89	17,12	15,20	13,29	10,94	**15,49**	**24,47**
OS 247su	19,31	15,24	13,03	11,36	8,54	**13,50**	**30,14**
Alpos su	13,40	13,38	13,52	12,40	9,98	**12,54**	**11,95**
OS 332su	20,65	15,24	14,41	12,34	10,89	**14,71**	**25,41**
OS 258su	19,41	17,01	15,16	13,76	11,01	**15,27**	**20,87**
Prosjek	**20,11**	**16,78**	**15,03**	**12,77**	**10,77**		
CV (%)	**15,12**	**11,34**	**8,97**	**5,88**	**9,95**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 2,43% za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0,05)}$ = 2,33% za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0,05)}$ = 2,35% za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Utvrđena je značajna interakcija (P=0,05) između vegetacijske sezone, hibrida i stadija zrelosti što ukazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u dinamici smanjivanja sadržaja ukupnih šećera u različitim stadijima zrelosti u obje godine (tablica 16).

4.1.5. Sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu kukuruza šećerca

Na sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu vegetacijska sezona nije utjecala (tablica 17). U prvoj vegetacijskoj sezoni (2008.) prosječni sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu iznosio je 20,70 %, a u drugoj 19,87 %.

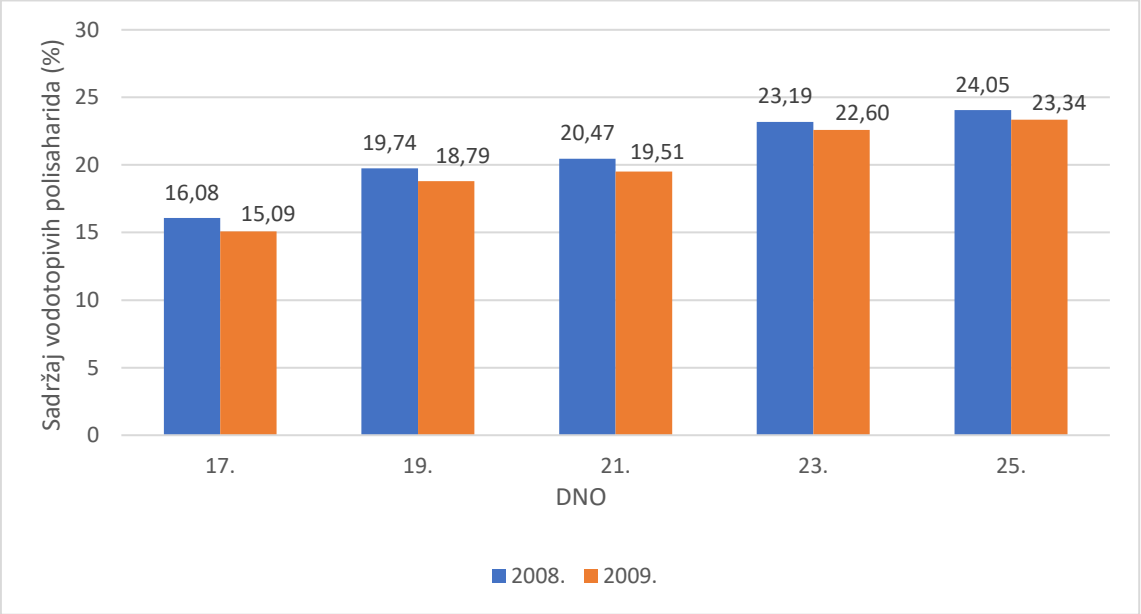
Tablica 17. Kombinirana analiza varijance za sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu

Izvori varijabiliteta	n-1	SS	s^2	F_{exp}	F-test
Vegetacijska sezona (VS)	1	31,640	31,640	10,92	NS
Stadij zrelosti zrna (DNO)	4	1498,011	374,503	122,59	**
VS x DNO	4	1,130	0,282	0,09	NS
hibrid (H)	8	37,410	4,676	4,71	**
VSxH	8	25,977	3,247	3,27	*
HXDNO	32	77,544	2,423	2,05	**
VSxHxDNO	32	62,282	1,946	1,64	*

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

Utvrđene su visoko značajne (P=0,01) razlike u sadržaju vodotopivih polisaharida u zrnu u različitim stadijima zrelosti. Najveći prosječni sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu utvrđen je 25. dan nakon polinacije i iznosio je 23,69 %. U svim ranijim stadijima zrelosti utvrđen je niži sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu, a povećanje se kretalo od 0,72 % do 3,68 %. Prosječni sadržaj vodotopivih polisaharida 17. DNO očekivano je bio najniži i iznosio je 15,59 %, a u promatranom periodu dozrijevanja od 17. do 25. DNO sadržaj vodotopivih polisaharida povećao se za 8,11 % (tablica 18).

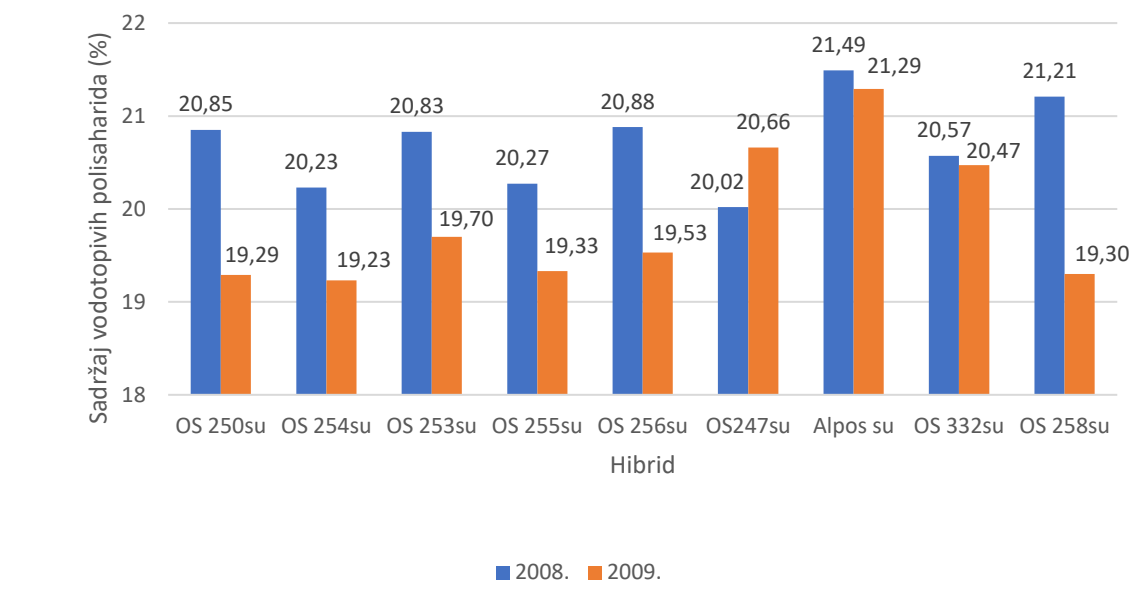
Nije dobivena značajna interakcija između vegetacijske sezone i stadija zrelosti za sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu (tablica 17). Razlog tome je što su u svim stadijima zrelosti sadržaji vodotopivih polisaharida u zrnu bili manji u 2009. nego u 2008. godini (grafikon 12).



$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,29 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,34 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone

Grafikon 12. Prosječan sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Istraživani hibridi kukuruza šećerca su se međusobno značajno (P=0,01) razlikovali za sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu. Najveći prosječni sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu kroz sve promatrane stadije zrelosti (21,39 %) je utvrđen kod hibrida Alpos su, a najmanji (19,73 %) kod hibrida OS 254su.



$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,05 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,94 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 13. Prosječan sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Utvrđena je značajna interakcija (P=0,05) između hibrida i vegetacijske sezone za sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu (grafikon 13), kao i značajna interakcija (P=0,01) između hibrida i stadija zrelosti. Utvrđena je interakcija između hibrida i stadija zrelosti što ukazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u dinamici gubljenja šećera. U prosjeku najveća razlika između dva stadija zrelosti (6,95 %) utvrđena je za hibrid OS 247su između 17. DNO i 19. DNO. Najmanja razlika između dva stadija zrelosti (0,33 %) utvrđena je za hibrid OS 332su između 19. DNO i 21. DNO (tablica 18).

Dobivena je značajna interakcija između vegetacijske sezone, hibrida i stadija zrelosti što ukazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u dinamici promjene sadržaja vodotopivih polisaharida u obje godine.

Tablica 18. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 250su	15,72	18,50	19,75	22,84	23,54	**20,07**	**15,99**
OS 254su	15,31	18,18	19,16	22,52	23,46	**19,73**	**16,81**
OS 253su	16,02	19,18	20,20	22,94	23,00	**20,27**	**14,35**
OS 255su	14,00	18,93	19,31	23,00	23,76	**19,80**	**19,65**
OS 256su	15,64	19,15	19,92	22,69	23,62	**20,21**	**15,63**
OS 247su	12,96	19,91	20,79	23,46	24,59	**20,34**	**22,35**
Alpos su	18,64	20,65	20,59	23,04	24,01	**21,39**	**10,01**
OS 332su	15,74	19,90	20,24	23,06	23,64	**20,52**	**15,32**
OS 258su	16,24	19,00	19,94	22,50	23,59	**20,25**	**14,39**
Prosjek	**15,59**	**19,27**	**19,99**	**22,89**	**23,69**		
CV (%)	**10,01**	**3,98**	**2,70**	**1,31**	**1,82**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,64 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,67 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,54 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

4.1.6. Sadržaj škroba u zrnu kukuruza šećerca

Vegetacijska sezona je značajno utjecala na sadržaj škroba u zrnu kukuruza šećerca (tablica 19). U prvoj vegetacijskoj sezoni (2008.) prosječni sadržaj škroba u zrnu iznosio je 31,37 %, što je bilo značajno (P=0,01) više od 29,80 % u slijedećoj vegetacijskoj sezoni (2009.).

Tablica 19. Kombinirana analiza varijance za sadržaj škroba u zrnu

Izvori varijabiliteta	n-1	SS	s^2	F_{exp}	F-test
Vegetacijska sezona (VS)	1	111,057	111,057	499,48	**
Stadij zrelosti zrna (DNO)	4	2990,862	747,715	1338,19	**
VS x DNO	4	26,692	6,673	11,94	**
hibrid (H)	8	123,990	15,499	6,73	**
VSxH	8	31,158	3,895	1,69	NS
HXDNO	32	88,786	2,775	1,85	*
VSxHxDNO	32	57,903	1,809	1,21	NS

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

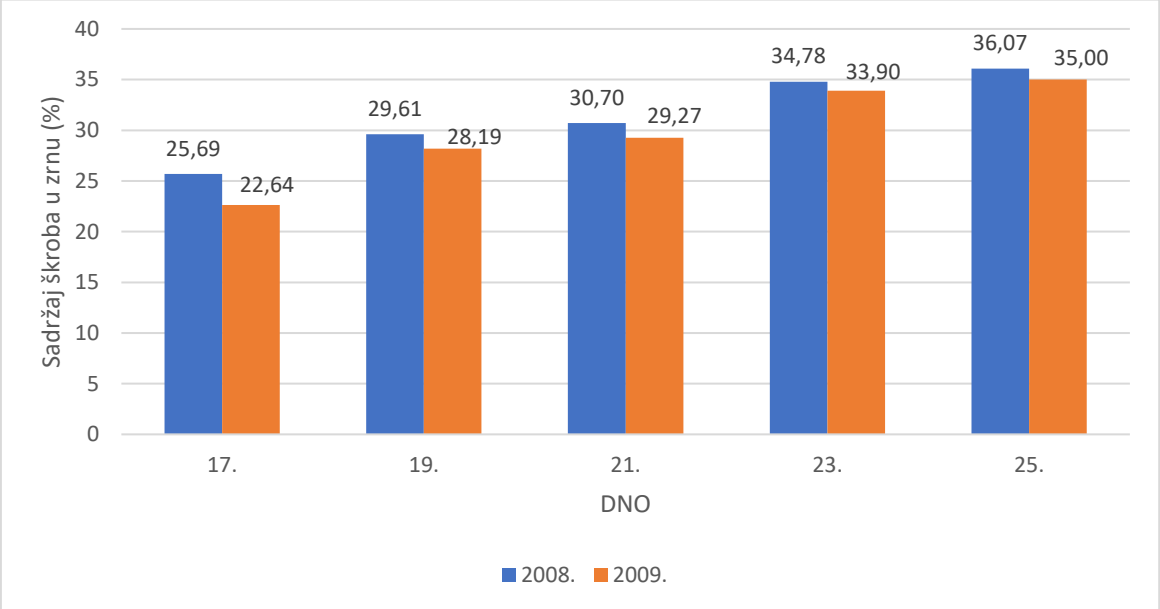
Utvrđene su značajne (P=0,01) razlike u sadržaju škroba između stadija zrelosti. Očekivano, najveći prosječni sadržaj škroba u zrnu utvrđen je u zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO). Prosječni sadržaj škroba značajno se povećavao od 17. DNO do 25. DNO, a povećanje se kretalo od 1,09 % do 4,74 % (tablica 20). U zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) prosječni sadržaj škroba iznosio je 35,54 % što ukazuje da se u promatranom periodu dozrijevanja (od 17. do 25. DNO) sadržaj škroba povećao u prosjeku za 11,38 %.

Tablica 20. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na sadržaj škroba (%) u zrnu

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 250su	23,59	27,75	29,63	34,25	35,31	**30,11**	**15,97**
OS 254su	22,97	27,27	28,74	33,79	35,20	**29,59**	**16,81**
OS 253su	24,03	28,77	30,30	34,41	34,50	**30,40**	**14,35**
OS 255su	21,00	28,39	28,96	34,50	35,64	**29,70**	**19,65**
OS 256su	23,46	28,73	29,88	34,03	35,43	**30,31**	**15,62**
OS 247su	26,48	29,86	31,18	35,18	36,88	**31,92**	**13,07**
Alpos su	27,96	30,97	30,89	34,56	36,01	**32,08**	**10,01**
OS 332su	23,61	29,86	30,35	34,59	35,47	**30,78**	**15,32**
OS 258su	24,36	28,49	29,91	33,74	35,39	**30,38**	**14,39**
Prosjek	**24,16**	**28,90**	**29,98**	**34,34**	**35,54**		
CV (%)	**8,33**	**3,98**	**2,69**	**1,31**	**1,81**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,76 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,67 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,81 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

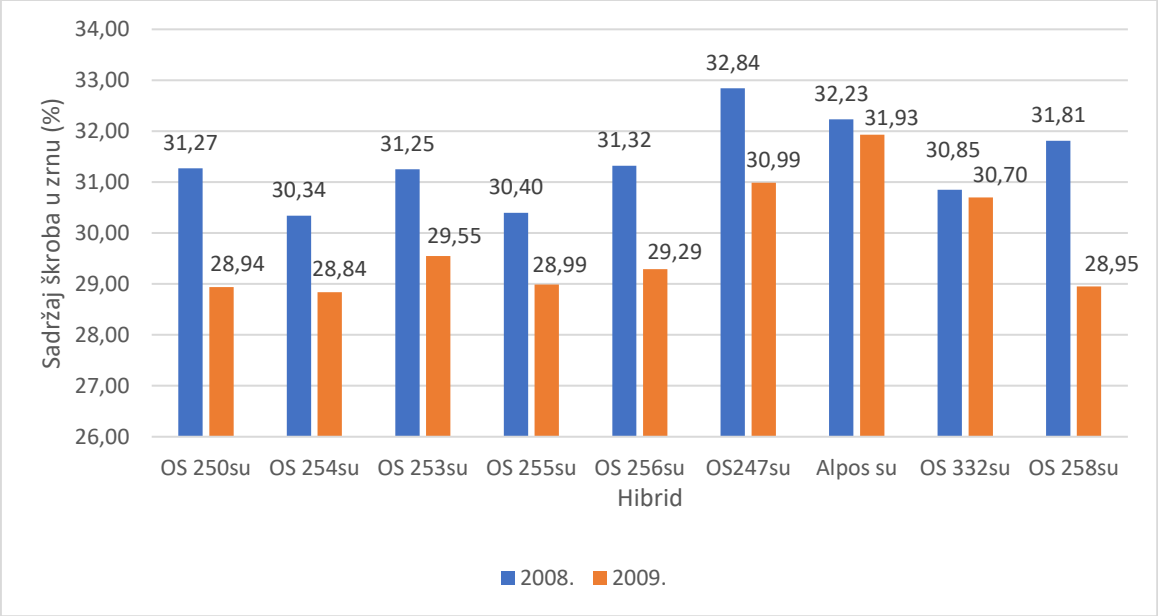
Utvrđena je značajna interakcija između vegetacijske sezone i stadija zrelosti za sadržaj škroba u zrnu (tablica 19). U svim stadijima zrelosti sadržaj škroba u zrnu bio je veći u 2008. nego u 2009. godini (grafikon 14).



$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,53 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 0,57 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 14. Prosječan sadržaj škroba (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Istraživani hibridi kukuruza šećerca su se međusobno značajno (P=0,01) razlikovali za sadržaj škroba u zrnu (tablica 19). Najveći prosječni sadržaj škroba u zrnu kroz sve promatrane stadije zrelosti (32,08 %) je utvrđen kod hibrida Alpos su, a najmanji (29,59 %) kod hibrida OS 254su (tablica 20). Nije utvrđena značajna interakcija između hibrida i vegetacijske sezone za sadržaj škroba u zrnu. Izostanak ove interakcije jasno ukazuje

da su istraživani hibridi imali karakterističan sadržaj škroba u zrnu u obje vegetacijske sezone (grafikon 15).



$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,37 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,44 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 15. Prosječan sadržaj škroba (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Utvrđena je značajna interakcija između hibrida i stadija zrelosti što ukazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u dinamici otpuštanja vode. Prosječno najveća razlika između dva stadija zrelosti (7,39 %) utvrđena je za hibrid OS 255su između 17. DNO i 19. DNO (tablica 20). Prosječno najmanja razlika između dva stadija zrelosti (0,09 %) utvrđena je za hibrid OS 253su između 23. DNO i 25. DNO. U promatranom periodu dozrijevanja najveće povećanje sadržaja škroba imao je hibrid OS 255su (14,65 %), a najmanje hibrid Alpos su (8,05 %).
Nije dobivena značajna interakcija između vegetacijske sezone, hibrida i stadija zrelosti (tablica 19).

4.1.7. Boja zrna kukuruza šećerca

4.1.7.1. b* parametar žutoće (intenzitet žutosti)

Vegetacijska sezona je značajno utjecala na boju zrna kukuruza šećerca (tablica 21). U prvoj vegetacijskoj sezoni (2008.) srednja vrijednost žutoće zrna iznosila je 28,57, što je bilo značajno (P=0,01) manje od 39,08 u slijedećoj vegetacijskoj sezoni (2009.).

Tablica 21. Kombinirana analiza varijance za boju (b*) u zrnu

Izvori varijabiliteta	n-1	SS	s^2	F_{exp}	F-test
Vegetacijska sezona (VS)	1	4970,424	4970,424	1224,99	**
Stadij zrelosti zrna (DNO)	4	471,085	117,771	68,07	**
VS x DNO	4	111,431	27,858	16,10	**
hibrid (H)	8	861,703	107,713	25,16	**
VSxH	8	316,862	39,608	9,25	**
HXDNO	32	100,674	3,146	0,96	NS
VSxHxDNO	32	57,280	1,790	0,55	NS

**, NS Signifikantan uz P=0,01 i nesignifikantan F-test,, tim slijedom

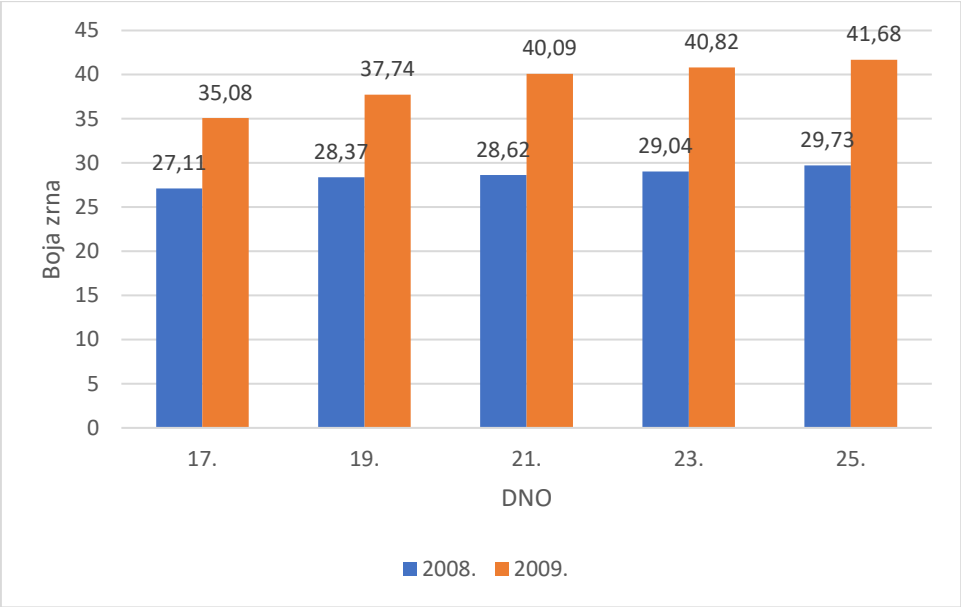
Utvrđene su visoko značajne (P=0,01) razlike u žutoći zrna između stadija zrelosti (tablica 21). Najveći prosječni intenzitet boje zrna utvrđen je u zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) i iznosio je 35,71 (tablica 22). Prosječni intenzitet boje se značajno povećavao od 17. DNO do 25. DNO u svakom slijedećem stadiju zrelosti, a povećanje se kretalo od 0,57 do 1,95. U promatranom periodu dozrijevanja (od 17. DNO do 25. DNO) intenzitet boje se povećao u prosjeku za 4,61.

Tablica 22. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na parametar žutoće (b*) zrna

	STADIJ ZRELOSTI (DNO)						
HIBRID	17.	19.	21.	23.	25.	**Prosjek**	**CV (%)**
OS 250su	29,21	31,17	32,59	32,76	34,39	**32,02**	**6,07**
OS 254su	27,15	28,37	30,03	31,31	33,58	**30,09**	**8,35**
OS 253su	30,48	32,32	32,01	32,82	33,26	**32,18**	**3,30**
OS 255su	32,43	33,03	35,09	35,81	37,53	**34,78**	**5,98**
OS 256su	32,84	35,88	37,20	37,19	37,33	**36,09**	**5,29**
OS 247su	32,15	34,22	37,24	35,19	37,59	**35,28**	**6,36**
Alpos su	31,96	33,23	34,23	37,10	36,23	**34,55**	**6,12**
OS 332su	28,37	32,03	32,62	33,57	34,37	**32,19**	**7,20**
OS 258su	35,26	37,23	38,16	38,61	37,07	**37,27**	**3,46**
Prosjek	**31,10**	**33,05**	**34,36**	**34,93**	**35,71**		
CV (%)	**8,12**	**7,85**	**8,09**	**7,04**	**5,02**		

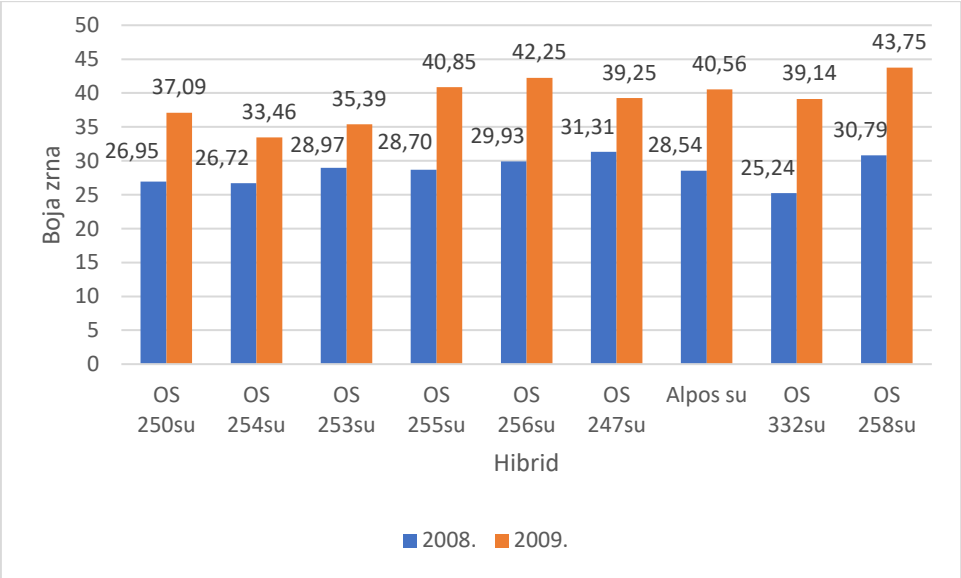
$LSD_{(P=0,05)}$ = 2,56% za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0,05)}$ = 2,49% za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0,05)}$ = 2,63% za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Utvrđena je je značajna interakcija između vegetacijske sezone i stadija zrelosti za boju zrna (tablica 21). Ta interakcija je najvećim dijelom rezultat činjenice da je u svim stadijima zrelosti žutoća zrna bila značajno manja u 2008. nego u 2009. godini (grafikon 16). Razlika između dvije vegetacijske sezone se povećavala od 17. DNO do 25. DNO i kretala se od 7,97 za 17. DNO do 11,95 za 25. DNO.



$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,13 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,01 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 16. Prosječna žutoća (b*) zrna *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Istraživani hibridi kukuruza šećerca su se međusobno visoko značajno (P=0,01) razlikovali za žutoću boje zrna (tablica 21). Najveći prosječni intenzitet boje zrna kroz sve promatrane stadije zrelosti (37,27) je utvrđen kod hibrida OS 258su, a najmanji (30,09) kod hibrida OS 254su (tablica 22). Utvrđena je visoko značajna interakcija između hibrida i vegetacijske sezone za žutoću boje zrna. Utvrđena interakcija ukazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u žutoći zrna u različitim vegetacijskim sezonama (grafikon 17).



$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,94 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,96 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 17. Prosječna žutoća (b*) zrna *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Nije utvrđena značajna interakcija između hibrida i stadija zrelosti što ukazuje da su hibridi imali karakterističnu žutoću zrna u obje vegetacijske sezone. Najveća razlika između dva stadija zrelosti od prosječno 3,66 utvrđena je za hibrid OS 332su između 17. DNO i 19. DNO (tablica 22). Najmanja razlika između dva stadija zrelosti od 0,14 utvrđena je za hibrid OS 256su između 23. DNO i 25. DNO.
Nije dobivena značajna interakcija između vegetacijske sezone, hibrida i stadija zrelosti (tablica 21).

4.1.7.2. L* parametar svjetline boje

Vegetacijska sezona je visoko značajno utjecala (P=0,01) na svjetlinu boje zrna kukuruza šećerca (tablica 23). U prvoj vegetacijskoj sezoni (2008.) srednja vrijednost svjetline boje zrna iznosila je 70,39, što je bilo značajno (P=0,01) manje od 75,53 u slijedećoj vegetacijskoj sezoni (2009.).

Tablica 23. Kombinirana analiza varijance za parametar svjetline boje (L*) u zrnu

Izvori varijabiliteta	n-1	SS	s^2	F_{exp}	F-test
Vegetacijska sezona (VS)	1	1187,383	1187,383	217,75	**
Stadij zrelosti zrna (DNO)	4	87,298	21,825	8,00	**
VS x DNO	4	41,469	10,367	3,80	*
hibrid (H)	8	145,173	18,147	7,79	**
VSxH	8	63,828	7,979	3,42	*
HXDNO	32	156,684	4,896	1,70	*
VSxHxDNO	32	115,066	3,596	1,25	NS

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

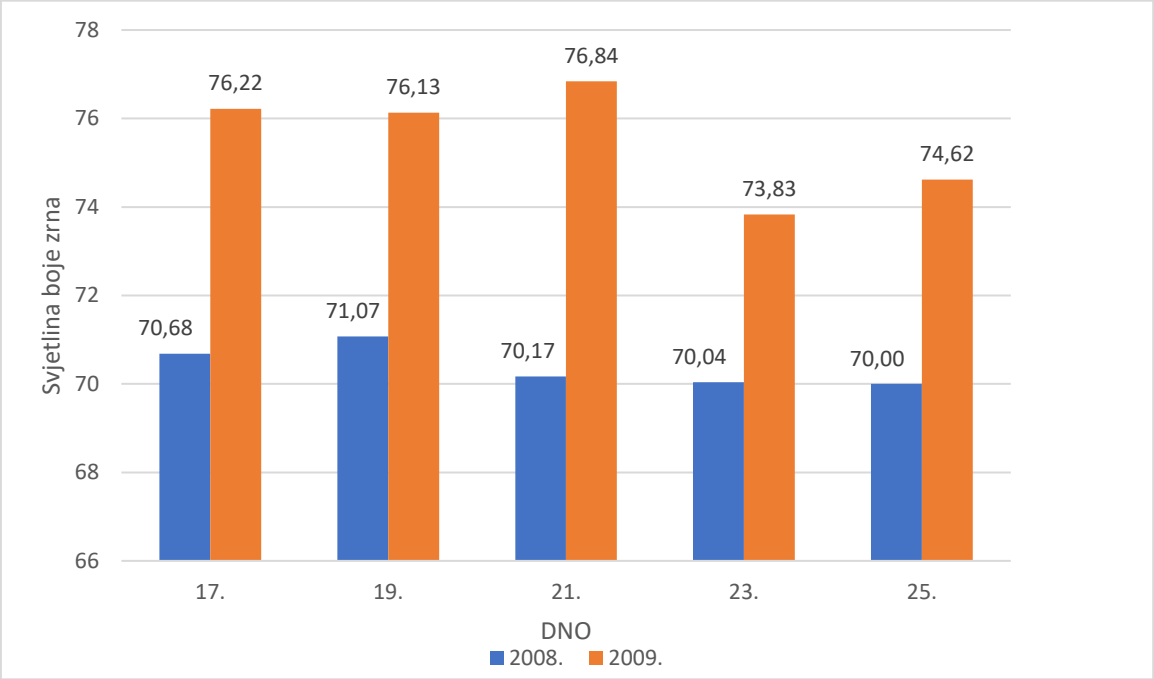
Utvrđene su značajne (P=0,01) razlike u parametru svjetline boje zrna između stadija zrelosti (tablica 23). Najveća prosječna svjetlina boje zrna utvrđena je 19. DNO i iznosila je 73,60, a najmanja 71,93 u 23. DNO (tablica 24). Razlika između ta dva stadija zrelosti u intenzitetu boje iznosila je 1,67. Promjene u parametru svjetline boje između različitih stadija zrelosti su se kretale od 0,09 između 19. DNO i 21. DNO do 1,58 između 21. DNO i 23. DNO.

Tablica 24. Utjecaj hibrida i stadija zrelosti na parametar svjetline boje (L*) zrna

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 250su	74,56	75,28	73,34	70,40	72,32	**73,18**	**2,63**
OS 254su	71,86	72,40	72,62	72,10	71,66	**72,13**	**0,54**
OS 253su	74,26	73,25	73,12	69,70	71,80	**72,43**	**2,43**
OS 255su	72,83	70,98	72,63	72,93	69,85	**71,84**	**1,90**
OS 256su	72,96	73,93	74,24	72,32	74,42	**73,57**	**1,22**
OS 247su	75,43	74,68	76,02	72,17	73,21	**74,30**	**2,14**
Alpos su	72,77	73,44	72,32	71,21	71,75	**72,30**	**1,20**
OS 332su	71,70	74,60	73,00	71,12	71,94	**72,47**	**1,89**
OS 258su	74,68	73,86	74,27	75,47	73,83	**74,42**	**0,91**
Prosjek	**73,45**	**73,60**	**73,51**	**71,93**	**72,13**		
CV (%)	**1,80**	**1,77**	**1,58**	**2,32**	**1,88**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 2,33 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0,05)}$ = 2,39 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0,05)}$ = 2,34 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Dobivena je značajna interakcija između vegetacijske sezone i stadija zrelosti za svjetlinu boje zrna (tablica 23). U svim stadijima zrelosti svjetlina boje zrna je bila značajno manja u 2008. nego u 2009. godini (grafikon 18).

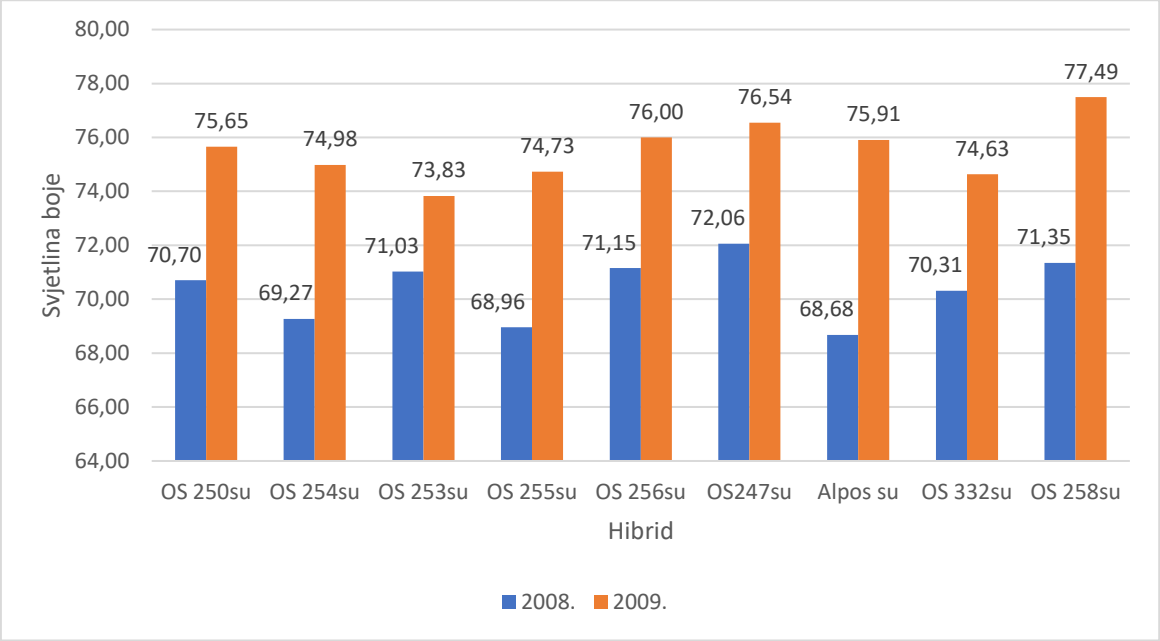


$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,36 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,27 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone
Grafikon 18. Prosječna svjetlina boje (L*) zrna *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Istraživani hibridi kukuruza šećerca su se međusobno visoko značajno (P=0,01) razlikovali za svjetlinu boje zrna (tablica 23). Najveća prosječna vrijednost svjetline boje zrna kroz sve promatrane stadije zrelosti (74,42) je utvrđena kod hibrida OS 258su, a

najmanja (71,84) kod hibrida OS 255su (tablica 24).

Utvrđena je značajna interakcija (P=0,05) između hibrida i vegetacijske sezone za svjetlinu boje zrna što pokazuje kako su se hibridi međusobno razlikovali u svjetlini boje zrna u različitim vegetacijskim sezonama (grafikon 19).



$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,13 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim vegetacijskim sezonama
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,18 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar iste vegetacijske sezone

Grafikon 19. Prosječna svjetlina boje (L*) zrna *su1* hibrida kukuruza šećerca u različitim vegetacijskim sezonama (2008. i 2009.)

Utvrđena je značajna interakcija (P=0,05) između hibrida i stadija zrelosti što ukazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u parametru svjetline boje zrna. U prosjeku najveća razlika između dva stadija zrelosti (3,85) utvrđena je za hibrid OS 247su između 21. DNO i 23. DNO. Najmanja razlika između dva stadija zrelosti (0,13) utvrđena je za hibrid Os 253su između 19. DNO i 21. DNO (tablica 24).

Nije dobivena značajna interakcija između vegetacijske sezone, hibrida i stadija zrelosti (tablica 23).

4.1.8. Korelacija između ispitivanih svojstava

Tablica 25. Korelacija između ispitivanih svojstava (2008. i 2009. godina)

	Voda %	Saharoza % ST	Glukoza % ST	Fruktoza % ST	Ukupni šećeri % ST	UTP* % ST	Škrob % ST	Svjetlina boje (L*)	Boja (b*)
Voda %	1								
Saharoza % ST	0,65**	1							
Glukoza % ST	0,55**	0,69**	1						
Fruktoza % ST	0,64**	0,71**	0,94**	1					
Ukupni šećeri % ST	0,67**	0,93**	0,89**	0,90**	1				
UTP* % ST	-0,76**	-0,83**	-0,78**	-0,81**	-0,88**	1			
Škrob % ST	-0,78**	-0,88**	-0,82**	-0,86**	-0,94**	0,90**	1		
Svjetlina boje (L*)	0,07ns	0,25**	0,38**	0,30**	0,33**	-0,24**	-0,28**	1	
Boja (b*)	-0,29**	-0,08ns	0,09ns	-0,04ns	-0,03ns	0,14ns	0,13ns	0,69**	1

* udio topivih polisaharida

4.2. Istraživanja u 2011. godini

4.2.1. Sadržaj vode u zrnu

Istraživani hibridi su se međusobno razlikovali za sadržaj vode u zrnu (tablica 26). Prosječni sadržaj vode u zrnu kod *su1* kukuruza šećerca kretao se od 71,47 % za hibrid OS 258su do 75,31 % za hibrid OS 255su. Svi *sh2* hibridi kukuruza šećerca imali su značajno veći sadržaj vode u zrnu od *su1* hibrida kukuruza šećerca. Sadržaj vode u zrnu kod *sh2* kukuruza šećerca varirao je od 77,42 % za hibrid OS 244sh do 79,53 % za hibrid Superslatki (tablica 27).

Tablica 26. Kombinirana analiza varijance za sadržaj vode u zrnu

Izvori varijabiliteta	n-1	ss	s^2	F_{exp}	F-test
Hibrid (H)	9	15987,6	1776,4	389,8	**
Rok sjetve (RS)	2	468,8	234,4	42,9	*
HxRS	18	256,7	14,3	3,1	**
Stadij zrelosti (DNO)	4	3752,9	938,2	1942,2	**
HxDNO	36	895,2	24,9	15,9	**
RSxDNO	8	75,7	9,5	19,6	**
DNOxHxRS	72	339,3	4,7	3,0	**

**, * Signifikantan uz P=0,01 i 0,05 F-test, tim slijedom

U provedenom istraživanju utvrđen je signifikantan (P=0.05) utjecaj roka sjetve na sadržaj vode u zrnu (tablica 26). Najveći sadržaj vode u zrnu, od prosječno 76,56 %, utvrđen je za najkasniji (zadnji) rok sjetve. Sličan sadržaj vode u zrnu utvrđen je i za prvi (najraniji rok sjetve), a koji je u prosjeku iznosio 76,48 %. Značajno niži sadržaj vode u zrnu utvrđen je u drugom roku sjetve i u prosjeku je iznosio 75,16 % (tablica 27).

Dobivena je značajna (P=0.01) interakcija između istraživanih hibrida i roka sjetve (tablica 26).

Tablica 27. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj vode (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

HIBRID	ROK SJETVE			Prosjek	CV (%)
	1	2	3		
OS 254su	74,52	73,81	73,34	**73,89**	**0,80**
OS 255su	74,87	74,30	76,75	**75,31**	**1,70**
OS 256su	75,59	72,73	76,02	**74,78**	**2,39**
OS 247su	73,83	71,67	74,65	**73,38**	**2,10**
OS 258su	72,36	70,33	71,72	**71,47**	**1,45**
OS exp 1sh	78,31	77,54	78,22	**78,03**	**0,54**
OS exp 2sh	78,33	77,29	77,77	**77,80**	**0,67**
OS exp 3sh	79,43	78,16	79,61	**79,07**	**1,00**
OS 244sh	77,62	77,30	77,35	**77,42**	**0,22**
Superslatki	79,94	78,44	80,21	**79,53**	**1,20**
Prosjek	**76,48**	**75,16**	**76,56**		
CV (%)	**3,38**	**3,93**	**3,52**		

$LSD_{(P=0,05)}$=1,28% za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim rokovima sjetve
$LSD_{(P=0,05)}$=1,12% za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Interakcija između hibrida i rokova sjetve je najvećim dijelom rezultat činjenice da nisu svi istraživani hibridi imali značajno niži sadržaj vode u zrnu u drugom roku sjetve u usporedbi sa prvim i trećim (zadnjim rokom sjetve). Tako je hibrid OS 254su imao najveći sadržaj vode u prvom, a ne u drugom roku sjetve (tablica 20). Nadalje, hibrid OS 244sh je imao međusobno slične vrijednosti za sadržaj vode u zrnu u svim rokovima sjetve. Većina drugih istraživanih hibrida je imala neznatno ili značajno niži sadržaj vode u zrnu u drugom u usporedbi sa prvim i trećim rokom sjetve.

Stadij zrelost (DNO) značajno je utjecao na sadržaj vode u zrnu (tablica 28). Kao što je očekivano, najveći sadržaj vode u zrnu, od prosječno 80,25 %, utvrđen je u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO). U svim slijedećim stadijima zrelosti utvrđen je značajno manji sadržaj vode u zrnu u odnosu na prethodni stadij. Tako je 19. DNO utvrđen značajno manji sadržaj vode, od prosječno 78,11 %. Sadržaj vode u zrnu za kasnije stadije zrelosti iznosio je 75,83 % za 21. DNO, 73,94 % za 23. DNO i 72,21 % za 25. DNO.

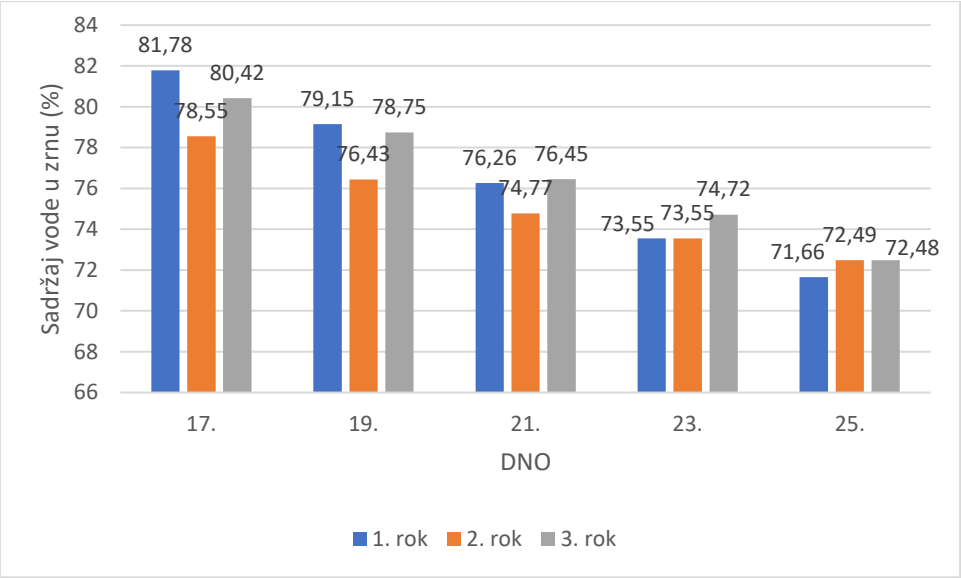
Tablica 28. Sadržaj vode (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 254su	78,65	75,81	73,47	71,52	69,99	**73,89**	**4,66**
OS 255su	79,88	77,24	75,38	73,10	70,94	**75,31**	**4,63**
OS 256su	79,43	77,32	75,42	72,23	69,51	**74,78**	**5,30**
OS 247su	77,92	76,00	73,44	70,88	68,67	**73,38**	**5,09**
OS 258su	77,66	75,02	70,71	68,36	65,61	**71,47**	**6,84**
OS exp 1sh	81,54	79,31	77,74	76,27	75,26	**78,03**	**3,19**
OS exp 2sh	81,67	80,10	77,27	75,46	74,48	**77,80**	**3,91**
OS exp 3sh	82,13	80,31	78,84	77,54	76,53	**79,07**	**2,81**
OS 244sh	81,24	79,43	76,74	75,37	74,34	**77,42**	**3,70**
Superslatki	82,40	80,56	79,25	78,68	76,77	**79,53**	**2,65**
Prosjek	**80,25**	**78,11**	**75,83**	**73,94**	**72,21**		
CV (%)	**2,21**	**2,65**	**3,55**	**4,40**	**5,23**		

$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,96% za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,81% za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,97% za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Utvrđena je značajna interakcija između hibrida i stadija zrelosti (P=0.01) (tablica 26). Hibridi kukuruza šećerca u tipu *su1* imali su značajno niži sadržaj vode u zrnu u svim stadijima zrelosti u usporedbi s *sh2* hibridima kukuruza šećerca (tablica 28). Sadržaj vode u zrnu kod *su1* hibrida kukuruza šećerca 17. DNO kretao se od 77,66 % za hibrid OS 258su do 79,88 % za hibrid OS 255su. Kod *sh2* hibrida kukuruza šećerca sadržaj vode u istom stadiju zrelosti kretao se od 81,24 % za hibrid OS 244sh do 82,40 % za hibrid Superslatki. Kod obje grupe hibrida kukuruza šećerca (*su1* i *sh2*) utvrđeno je značajno smanjenje sadržaja vode u kasnim stadijima zrelosti (tablica 28). Tako se 21. DNO kod *su1* hibrida kukuruza šećerca sadržaj vode u zrnu kretao od 70,71% za hibrid OS 258su do 75,42 % za hibrid OS 256su. Nasuprot tome kod *sh2* hibrida kukuruza šećerca sadržaj vode u zrnu se u istom stadiju zrelosti kretao od 76,74 % za hibrid OS 244sh do 79,25 % za hibrid Superslatki. U zadnjem stadiju zrelosti zrna (25. DNO) sadržaj vode u zrnu kretao se od 65,61 % za hibrid OS 258su do 70,94 % za hibrid OS 255su kod *su1* hibrida kukuruza šećerca. Za *sh2* hibride kukuruza šećerca sadržaj vode u zadnjem stadiju zrelosti kretao se od 74,34 % za hibrid OS 244sh do 76,77 % za hibrid Superslatki.

Dinamika otpuštanja vode za hibride kukuruza šećerca različitog tipa (*su1* nasuprot *sh2*) vidljiva je u tablici 28 iz koje je razvidno da je u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) razlika u sadržaju vode u zrnu između hibrida kukuruza šećerca u tipu *su1* i *sh2* iznosila oko 5 %. Zbog sporijeg otpuštanja vode kod hibrida kukuruza šećerca u tipu *sh2* u usporedbi s *su1* hibridima u zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) je razlika za sadržaj vode u zrnu iznosila oko 11 % odnosno bila je dvostruko veća u usporedbi s najranijim stadijem zrelosti.



$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,97 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih rokova sjetve i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,40 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve
Grafikon 20. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti na sadržaj vode (%) u zrnu kukuruza šećerca

Utvrđena je signifikantnost interakcije (P=0.01) stadij zrelosti x rok sjetve (tablica 26). Ova interakcija je najvećim dijelom posljedica različite reakcije za sadržaj vode u zrnu s obzirom na rok sjetve. U ranijim stadijima zrelosti (17., 19. i 21. DNO) za drugi rok sjetve utvrđen je značajno manji sadržaj vode u zrnu u usporedbi sa 1. i 3. (zadnjim rokom sjetve). Nasuprot tome u zadnjim stadijima zrelosti sadržaj vode u zrnu bio je međusobno sličan u svim rokovima sjetve (grafikon 20).
Utvrđena je signifikantnost interakcije hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti (tablica 26).

4.2.2. Sadržaj saharoze u suhoj tvari zrna

Utvrđene su statistički značajne razlike (P=0.01) (tablica 29) između istraživanih hibrida za sadržaj saharoze. Prosječni sadržaj saharoze kod *su1* hibrida kretao se od 9,90 % za hibrid OS 258su do 12,50 % za hibrid OS 256su. Kod *sh2* hibrida kukuruza šećerca sadržaj saharoze se kretao od 27,78 % za hibrid OS exp 3sh do 32,60 % za hibrid OS exp 1sh (tablica 31).

Tablica 29. Kombinirana analiza varijance za sadržaj saharoze u zrnu kukuruza šećerca

Izvori varijabiliteta	n-1	ss	s^2	F_{exp}	F-test
Hibrid (H)	9	30495,4	3388,4	830,1	**
Rok sjetve (RS)	2	46,9	23,4	4,0	NS
HxRS	18	280,8	15,6	3,8	**
Stadij zrelosti (DNO)	4	398,6	99,7	69,4	**
HxDNO	36	698,5	19,4	11,2	**
RSxDNO	8	71,8	8,9	6,3	**
DNOxHxRS	72	385,4	5,4	3,1	**

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

Rok sjetve nije značajno utjecao na sadržaj saharoze u zrnu. Utvrđen je značajan učinak interakcije hibrid x rok sjetve (tablica 29).

Tablica 30. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

HIBRID	ROK SJETVE			Prosjek	CV (%)
	1	2	3		
OS 254su	11,24	10,88	9,79	**10,64**	**7,10**
OS 255su	9,30	9,70	10,74	**9,91**	**7,50**
OS 256su	13,01	12,01	12,48	**12,50**	**4,00**
OS 247su	10,09	10,18	10,92	**10,40**	**4,38**
OS 258su	10,80	10,32	8,58	**9,90**	**11,80**
OS exp 1sh	34,96	31,12	31,72	**32,60**	**6,34**
OS exp 2sh	31,93	31,94	32,99	**32,28**	**1,89**
OS exp 3sh	26,93	27,61	28,81	**27,78**	**3,43**
OS 244sh	32,44	32,72	30,68	**31,94**	**3,46**
Superslatki	30,97	27,84	25,85	**28,22**	**9,15**
Prosjek	**21,17**	**20,43**	**20,25**		
CV (%)	**52,20**	**51,30**	**51,80**		

$LSD_{(P=0,05)}$=1,89 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim rokovima sjetve
$LSD_{(P=0,05)}$=1,85 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Većina istraživanih hibrida je imala slične vrijednosti za sadržaj saharoze u sva tri roka sjetve. Za hibride OS exp 1sh i Superslatki utvrđen je značajno veći sadržaj saharoze u prvom u odnosu na drugi i treći rok sjetve. Suprotno, hibrid OS exp 3sh imao je najveći sadržaj saharoze u trećem roku sjetve (tablica 30).

Stadij zrelosti zrna značajno je utjecao na sadržaj saharoze. Najveći sadržaj saharoze za *su1* hibride utvrđen je u najranijem stadiju zrelosti (tablica 31). Sadržaj saharoze se 17. DNO kod *su1* hibrida kukuruza šećerca kretao od 12,46 % za hibrid OS 258su do 15,80 % za hibrid OS 256su. Nakon toga, sadržaj saharoze je konzistentno opadao u kasnijim stadijima zrelosti do 25. DNO.

Tablica 31. Sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrna (DNO)

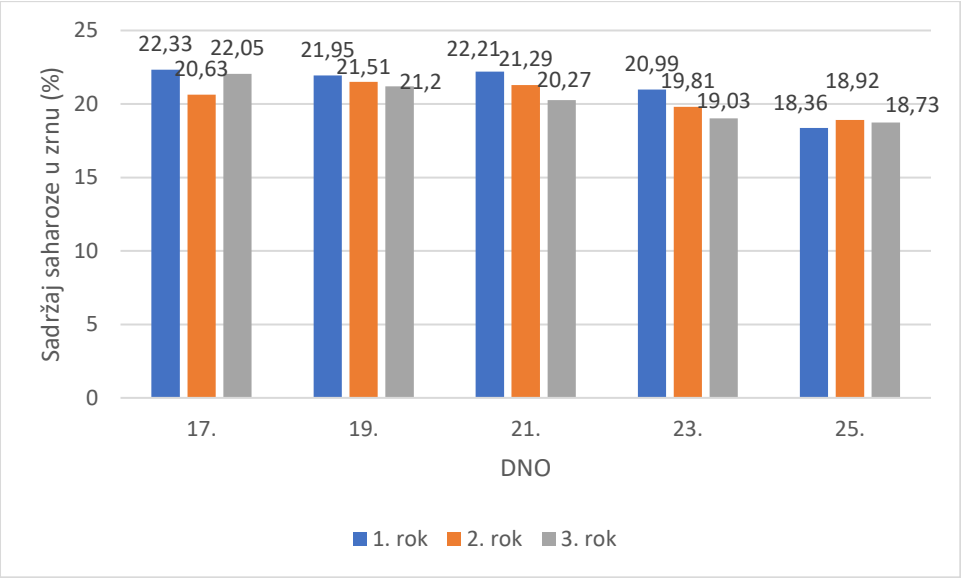
HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 254su	14,74	11,08	10,54	9,60	7,24	**10,64**	**25,59**
OS 255su	12,77	11,33	10,88	8,36	6,22	**9,91**	**26,29**
OS 256su	15,80	14,98	13,40	10,31	8,00	**12,50**	**26,20**
OS 247su	13,47	12,01	11,13	9,30	6,08	**10,40**	**27,38**
OS 258su	12,46	12,47	9,42	8,22	6,94	**9,90**	**25,23**
OS exp 1sh	31,29	31,49	33,58	33,45	33,18	**32,60**	**3,42**
OS exp 2sh	29,75	31,91	33,02	33,20	33,54	**32,28**	**4,78**
OS exp 3sh	26,91	28,24	28,72	27,92	27,16	**27,78**	**2,70**
OS 244sh	32,43	32,55	32,72	31,85	30,16	**31,94**	**3,28**
Superslatki	27,08	29,44	29,15	27,23	28,20	**28,22**	**3,81**
Prosjek	**21,67**	**21,55**	**21,26**	**19,94**	**18,67**		
CV (%)	**39,04**	**45,49**	**51,21**	**57,93**	**67,32**		

LSD $_{(P=0.05)}$ = 1,68 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
LSD $_{(P=0.05)}$ = 1,49 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
LSD $_{(P=0.05)}$ = 1,69 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Dobivena je signifikantnost (P=0.01) za interakciju hibrid x stadij zrelosti (tablica 29).

Najveći sadržaj saharoze kod *sh2* hibrida utvrđen je 21. DNO i kretao se od 28,72 % za hibrid OS exp 3sh do 33,58 % za hibrid OS exp 1sh. Hibridi OS exp 1sh, OS exp 3sh i OS 244sh imali su najveći sadržaj saharoze 21. DNO, hibrid Superslatki 19. DNO i hibrid OS exp 2sh 23. DNO, nakon čega sadržaj saharoze pada. U zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) kod svih *su1* hibrida je došlo do značajnog smanjenja sadržaja saharoze koji se kretao od 6,08 % za hibrid OS 247su do 7,24 % za hibrid OS 254su. Kod *sh2* kukuruza šećerca sadržaj saharoze u zadnjem stadiju zrelosti kretao se od 27,16 % za hibrid OS exp 3sh do 33,54 % kod hibrida OS exp 2sh.

Utvrđena je signifikantnost interakcije rok sjetve x stadij zrelosti (tablica 29). Ta interakcija je najvećim dijelom zato što je u pojedinim stadijima zrelosti utvrđen pad sadržaja saharoze u kasnijim rokovima sjetve. Tako se 21. DNO sadržaj saharoze konzistentno smanjivao za oko 1 % u kasnijim rokovima sjetve. Nasuprot tome u zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) nisu utvrđene značajne razlike u sadržaju saharoze u različitim rokovima sjetve.



$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,08 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih rokova sjetve i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,83 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve
Grafikon 21. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti na sadržaj saharoze (%) u zrnu kukuruza šećerca

Dobivena je i signifikantnost interkcije hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti zrna (tablica 29).

4.2.3. Sadržaj glukoze i fruktoze u suhoj tvari

4.2.3.1. Sadržaj glukoze u suhoj tvari

Istraživani hibridi značajno su se razlikovali za sadržaj glukoze (tablica 32). Kod *su1* kukuruza šećerca prosječni sadržaj glukoze je varirao od 2,52 % za hibrid OS 258su do 3,98 % za hibrid OS256su. Za *sh2* kukuruz šećerac sadržaj glukoze je u prosjeku iznosio od 4,03 % za hibrid OS 254su do 5,08 % za hibrid OS 244sh (tablica 34).

Tablica 32. Kombinirana analiza varijance za sadržaj glukoze u zrnu kukuruza šećerca

Izvori varijabiliteta	n-1	ss	s^2	F_{exp}	F-test
Hibrid (H)	9	252,2	28,0	20,4	**
Rok sjetve (RS)	2	152,7	76,3	13,5	*
HxRS	18	21,4	1,2	0,9	NS
Stadij zrelosti (DNO)	4	506,2	126,6	184,9	**
HxDNO	36	66,6	1,8	2,0	**
RSxDNO	8	40,2	5,0	7,3	**
DNOxHxRS	72	122,5	1,7	1,8	**

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

Utvrđen je signifikantan (P=0.05) utjecaj roka sjetve na sadržaj glukoze (tablica 32). Najveći sadržaj glukoze utvrđen je za najraniji (1. rok sjetve) i u prosjeku je iznosio 4,73 %. Neznatno niži (4,02 %) sadržaj glukoze utvrđen je u 2. roku sjetve, dok je značajno niži (u prosjeku 3,00 %) sadržaj glukoze utvrđen za zadnji, najkasniji rok sjetve (tablica 33).

Nije dobivena interakcija između hibrida i roka sjetve što ukazuje da su svi istraživani hibridi slično reagirali na različite rokove sjetve (tablica 32).

Tablica 33. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

HIBRID	ROK SJETVE			Prosjek	CV (%)
	1	2	3		
OS 254su	4,75	3,78	2,35	**3,63**	**33,29**
OS 255su	3,90	2,95	2,47	**3,11**	**23,43**
OS 256su	4,70	4,30	2,93	**3,98**	**23,34**
OS 247su	3,80	2,26	1,80	**2,62**	**39,98**
OS 258su	3,34	2,57	1,66	**2,52**	**33,33**
OS exp 1sh	5,96	5,23	3,92	**5,04**	**20,52**
OS exp 2sh	5,82	5,37	4,11	**5,10**	**17,38**
OS exp 3sh	4,89	3,63	3,69	**4,07**	**17,46**
OS 244sh	5,66	5,74	3,84	**5,08**	**21,15**
Superslatki	4,52	4,38	3,19	**4,03**	**18,13**
Prosjek	**4,73**	**4,02**	**3,00**		
CV (%)	**18,79**	**29,90**	**29,94**		

$LSD_{(P=0,05)}$=1,25 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim rokovima sjetve
$LSD_{(P=0,05)}$=1,08 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Sadržaj glukoze značajno je varirao u različitim stadijima zrelosti zrna (tablica 34). Značajno najveći sadržaj glukoze utvrđen je u najranijem stadiju zrelosti. Nakon toga je sadržaj glukoze konzistentno opadao u svim kasnijim stadijima zrelosti zrna.

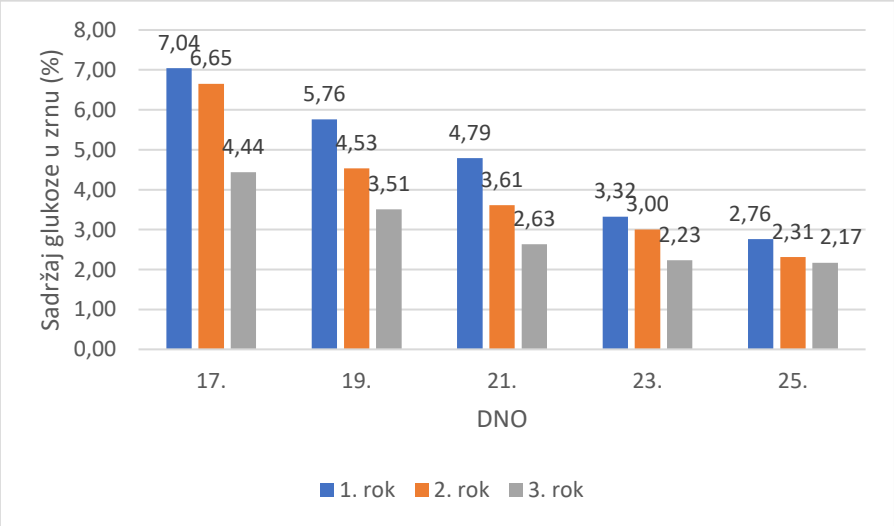
Tablica 34. Sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 254su	6,10	4,46	2,92	2,60	2,07	**3,63**	**45,24**
OS 255su	5,44	3,42	2,84	2,09	1,74	**3,11**	**46,97**
OS 256su	6,62	5,34	3,20	2,69	2,03	**3,98**	**48,53**
OS 247su	4,84	2,98	2,09	1,76	1,44	**2,62**	**52,12**
OS 258su	4,60	2,67	2,11	1,72	1,51	**2,52**	**49,27**
OS exp 1sh	6,82	5,20	7,06	3,48	2,62	**5,04**	**39,17**
OS exp 2sh	7,10	6,18	4,50	4,14	3,61	**5,10**	**28,83**
OS exp 3sh	5,50	5,15	3,77	2,75	3,18	**4,07**	**29,68**
OS 244sh	7,04	5,98	4,64	4,25	3,48	**5,08**	**28,01**
Superslatki	6,40	4,61	3,65	3,02	2,47	**4,03**	**38,34**
Prosjek	**6,04**	**4,60**	**3,70**	**2,85**	**2,41**		
CV (%)	**14,96**	**26,50**	**40,06**	**31,36**	**32,91**		

$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,14 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,08 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,15 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Dobivena je signifikantnost (P=0.01) interakcije hibrid x stadij zrelosti (tablica 32). U najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) sadržaj glukoze kod *su1* kukuruza šećerca kretao se od 4,60% za hibrid OS 258su do 6,62 % za hibrid OS 256su (tablica 34). Kod *sh2* kukuruza šećerca vrijednosti su varirale od 5,50 % za hibrid OS exp 3sh do 7,08 % za hibrid OS exp 2sh. 21. dan nakon oplodnje sadržaj glukoze kod *su1* hibrida kretao se od 2,09 % za hibrid OS 247su do 3,20 % za hibrid OS 256su. Za isti stadij zrelosti kod *sh2* hibrida sadržaj glukoze je varirao od 3,65 % za hibrid Superslatki do 7,06 % za hibrid OS exp 1sh. U zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) kod *su1* kukuruza šećerca sadržaj glukoze je varirao od svega 1,44 % za hibrid OS 247su do 2,07 % za hibrid OS 254su. Kod *sh2* kukuruza šećerca sadržaj glukoze se kretao od 2,47 % za hibrid Superslatki do 3,61 % za hibrid OS exp 2sh. Iz tablice 34 je vidljivo da su hibridi oba tipa mutacije (*su1* i *sh2*) imali relativno slične vrijednosti sadržaja glukoze 17. DNO. Tijekom dozrijevanja za sve *su1* hibride utvrđen je veći gubitak glukoze u odnosu na *sh2* hibride.

Dobivena je signifikantnost (P=0.01) interakcija rok sjetve x stadij zrelosti zrna (tablica 32). Kao što je naprijed navedeno sadržaj glukoze se smanjivao u kasnijim rokovima sjetve (grafikon 22). Međutim, to smanjenje je bilo različito u različitim stadijima zrelosti zrna. Tako je u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) sadržaj glukoze iznosio u prosjeku 7,04 % za prvi, 6,65 % za drugi te 4,44 % za treći rok sjetve. Sličan trend je utvrđen i za 19. i 21. DNO. No u zadnjim stadijima zrelosti (23. i 25. DNO) smanjenje sadržaja glukoze u kasnijim rokovima sjetve je bilo manjeg intenziteta. Tako je sadržaj glukoze u zadnjem stadiju zrelosti iznosio 2,76 % za prvi rok sjetve, što je bilo neznatno veće od 2,31 % u drugom roku sjetve. Nadalje ni u trećem roku sjetve nije utvrđeno značajno smanjenje sadržaja glukoze u usporedbi sa drugim rokom sjetve.



$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,99 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih rokova sjetve i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,57 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Grafikon 22. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti na sadržaj glukoze (%) u zrnu kukuruza šećerca

Dobivena je signifikantnost interakcije hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti zrna (tablica 32).

4.2.3.2. Sadržaj fruktoze u suhoj tvari

Sadržaj fruktoze je značajno varirao u istraživanim hibridima kukuruza šećerca. (tablica 35). Kod *su1* hibrida kukuruza šećerca sadržaj fruktoze se kretao od 1,81 % za hibrid OS247su do 2,94 % za hibrid OS 256su. Za *sh2* hibride kukuruza šećerca sadržaj fruktoze je varirao od 2,97 % za hibrid OS exp 3sh do 4,07 % za hibrid OS 244sh (tablica 36).

Tablica 35. Kombinirana analiza varijance za sadržaj fruktoze u zrnu kukuruza šećerca

Izvori varijabiliteta	n-1	ss	s^2	F_{exp}	F-test
Hibrid (H)	9	252,2	28,0	30,4	**
Rok sjetve (RS)	2	152,7	76,3	13,5	*
HxRS	18	21,4	1,2	0,9	**
Stadij zrelosti (DNO)	4	506,2	126,6	184,9	**
HxDNO	36	66,6	1,8	2,0	**
RSxDNO	8	40,2	5,0	7,3	**
DNOxHxRS	72	122,5	1,7	1,8	**

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

Utvrđen je signifikantan (P=0.05) utjecaj roka sjetve na sadržaj fruktoze (tablica 35). Najviši sadržaj fruktoze utvrđen je za prvi (najraniji) rok sjetve i u prosjeku je iznosio 3,57 %. Neznatno niži sadržaj fruktoze od prosječno 3,04 % utvrđen je za drugi rok sjetve. Značajno najniži sadržaj fruktoze utvrđen je za treći (zadnji) rok sjetve i prosječno je iznosio 2,06 % (tablica 36). Dobivena je signifikantna interakcija između hibrida i rokova sjetve (tablica 35). Većina istraživanih hibrida je pokazala značajno smanjenje sadržaja fruktoze u kasnijim rokovima sjetve. Jedino je kod hibrida OS exp 1sh utvrđen neznatno niži sadržaj fruktoze u prvom (3,60 %) u usporedbi sa drugim (4,10 %) rokom sjetve (tablica 36).

Tablica 36. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj fruktoze (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

HIBRID	ROK SJETVE			Prosjek	CV (%)
	1	2	3		
OS 254su	3,41	2,53	1,33	**2,42**	**43,09**
OS 255su	2,88	2,07	1,51	**2,15**	**31,99**
OS 256su	3,54	3,17	2,10	**2,94**	**25,46**
OS 247su	2,78	1,46	1,20	**1,81**	**46,72**
OS 258su	2,49	1,80	1,17	**1,82**	**36,28**
OS exp 1sh	3,60	4,10	3,01	**3,57**	**15,28**
OS exp 2sh	4,74	4,40	3,05	**4,06**	**22,00**
OS exp 3sh	3,80	2,70	2,40	**2,97**	**24,85**
OS 244sh	4,82	4,75	2,62	**4,06**	**30,77**
Superslatki	3,67	3,41	2,21	**3,10**	**25,15**
Prosjek	**3,57**	**3,04**	**2,06**		
CV (%)	**21,45**	**37,04**	**35,09**		

$LSD_{(P=0,05)}$=0,96 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim rokovima sjetve
$LSD_{(P=0,05)}$=0,49 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Sadržaj fruktoze u zrnu je značajno varirao u različitim stadijima zrelosti zrna (tablica 35). Značajno najveći sadržaj fruktoze utvrđen je u najranijem stadiju zrelosti i u prosjeku je iznosio 4,69 % (tablica 37). U svim kasnijim stadijima zrelosti zrna došlo je do značajnog smanjenja sadržaja fruktoze. Značajno najniži sadržaj fruktoze, posljedično je utvrđen u posljednjem stadiju zrelosti (25. DNO) i prosječno je iznosio 1,57 %. Utvrđena je signifikantnost interakcije hibrid x stadij zrelosti zrna (tablica 35). U najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) kod *su1* kukuruza šećerca utvrđen je sadržaj fruktoze od 3,42 % za hibrid OS 258su do 5,20 % za hibrid OS 256su. Kod *sh2* kukuruza šećerca sadržaj fruktoze kretao se od 4,18 % za hibrid OS exp 3sh do 5,91 % za hibrid OS 244sh (tablica 37).

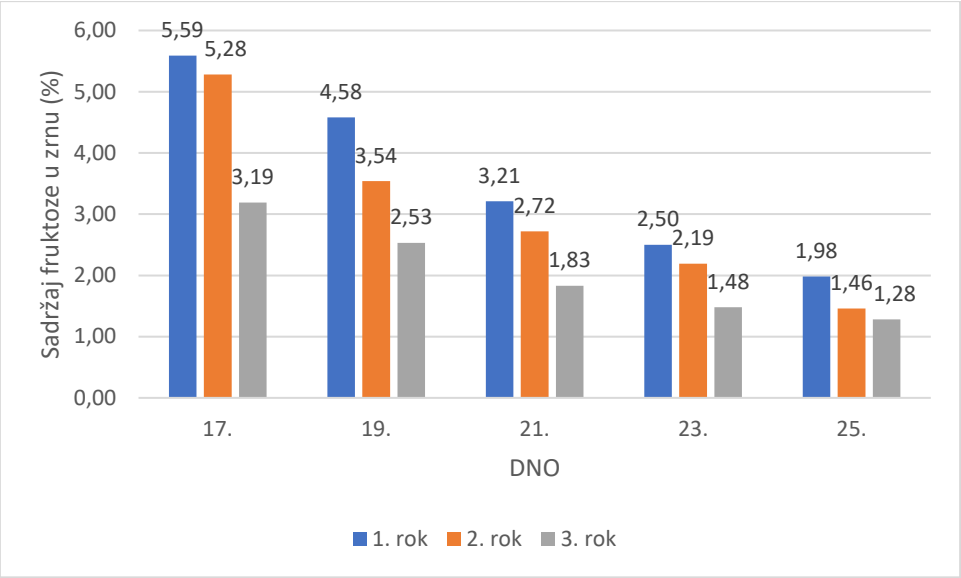
Tablica 37. Sadržaj fruktoze (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 254su	4,36	3,19	1,90	1,54	1,12	**2,42**	**54,97**
OS 255su	4,26	2,35	1,88	1,34	0,96	**2,16**	**59,69**
OS 256su	5,20	4,19	2,28	1,89	1,12	**2,94**	**57,80**
OS 247su	3,64	2,22	1,43	1,09	0,67	**1,81**	**64,66**
OS 258su	3,42	2,03	1,49	1,19	0,96	**1,81**	**53,96**
OS exp 1sh	5,39	4,26	3,72	2,65	1,82	**3,57**	**38,94**
OS exp 2sh	5,57	4,90	3,77	3,38	2,69	**4,06**	**28,63**
OS exp 3sh	4,18	3,92	2,74	1,94	2,06	**2,97**	**34,97**
OS 244sh	5,91	4,75	3,81	3,34	2,53	**4,07**	**32,10**
Superslatki	4,95	3,71	2,84	2,20	1,79	**3,10**	**40,79**
Prosjek	**4,69**	**3,55**	**2,59**	**2,06**	**1,57**		
CV (%)	**17,92**	**29,66**	**36,17**	**40,62**	**44,91**		

$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,57 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,55 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,57 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Sadržaj fruktoze 21. DNO kod *su1* kukuruza šećerca kretao se od 1,43 % za hibrid OS 247su do 2,28 % za hibrid OS 256su (tablica 37). Kod *sh2* kukuruza šećerca u tom istom stadiju zrelosti sadržaj fruktoze je varirao od 2,84 % za hibrid Superslatki do 3,77 % za hibrid OS exp 1sh. U zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) sadržaj fruktoze za *su1* hibride kukuruza šećerca je varirao od 0,67 % za hibrid OS 247su do 1,12 % za hibrid OS 254su kod *su1* kukuruza šećerca. Za *sh2* kukuruz šećerac sadržaj fruktoze se kretao od 1,79 % za hibrid Superslatki do 2,69 % za hibrid OS exp 2sh. Prosječno je sadržaj fruktoze bio nešto veći u svim stadijima zrelosti kod *sh2* kukuruza šećerca u usporedbi s *su1* hibridima kukuruza šećerca. Tijekom dozrijevanja za sve *su1* hibride utvrđen je veći gubitak fruktoze u odnosu na *sh2* hibride (tablica 37).

Utvrđena je signifikantnost interakcije rok sjetve x stadij zrelosti (tablica 35). Ta interakcija je dobivena unatoč činjenici da se sadržaj fruktoze konzistentno smanjivao u kasnijim rokovima sjetve neovisno o stadiju zrelosti zrna. Stoga je ta interakcija povezana s različitim intenzitetom smanjivanja sadržaja glukoze u kasnijim rokovima sjetve (grafikon 23).



$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,98 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih rokova sjetve i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,33 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve
Grafikon 23. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti na sadržaj fruktoze (%) u zrnu kukuruza šećerca

Također je utvrđena i signifikantnost interakcije hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti zrna (tablica 35).

4.2.4. Sadržaj ukupnih šećera u zrnu

Istraživani hibridi kukuruza šećerca međusobno su se značajno razlikovali za sadržaj ukupnih šećera (tablica 38). Kod *su1* kukuruza šećerca sadržaj ukupnih šećera iznosio je u prosjeku od 14,24 % za hibrid OS 258su do 19,43 % za hibrid OS 256su. Za *sh2* kukuruz šećerac sadržaj ukupnih šećera je varirao od 34,82 % za hibrid OS exp 3sh do 41,45 % za hibrid OS exp 2sh (tablica 39).

Tablica 38. Kombinirana analiza varijance za sadržaj ukupnih šećera u zrnu kukuruza šećerca

Izvori varijabiliteta	n-1	ss	s^2	F_{exp}	F-test
Hibrid (H)	9	40201,2	4466,8	623,6	**
Rok sjetve (RS)	2	814,4	407,2	74,2	**
HxRS	18	333,9	18,5	2,6	*
Stadij zrelosti (DNO)	4	3557,3	889,3	1534,4	**
HxDNO	36	848,9	23,6	10,5	**
RSxDNO	8	132,1	16,5	28,5	**
DNOxHxRS	72	508,6	7,1	3,1	**

**, * Signifikantan uz P=0,01 i 0,05 F-test, tim slijedom

Rok sjetve je značajno (P=0.01) utjecao na sadržaj ukupnih šećera. Značajno najveći sadržaj ukupnih šećera utvrđen je za najraniji (prvi rok sjetve). U svim sljedećim (kasnijim) rokovima sjetve došlo je do značajnog smanjenja sadržaja ukupnih šećera u usporedbi s prethodnim rokom sjetve (tablica 39).

Dobivena je interakcija hibrid x rok sjetve (tablica 38).

Tablica 39. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

HIBRID	**ROK SJETVE**			**Prosjek**	**CV (%)**
	1	2	3		
OS 254su	19,40	17,19	13,47	**16,69**	**17,96**
OS 255su	16,08	14,72	14,73	**15,18**	**5,15**
OS 256su	21,30	19,48	17,51	**19,43**	**9,76**
OS 247su	16,67	13,89	13,91	**14,83**	**10,79**
OS 258su	16,62	14,69	11,41	**14,24**	**18,50**
OS exp 1sh	43,15	40,45	38,65	**40,75**	**5,56**
OS exp 2sh	42,48	41,71	40,15	**41,45**	**2,86**
OS exp 3sh	35,63	33,93	34,90	**34,82**	**2,45**
OS 244sh	42,92	43,21	37,14	**41,09**	**8,33**
Superslatki	39,16	35,62	31,26	**35,35**	**11,20**
Prosjek	**29,34**	**27,49**	**25,31**		
CV (%)	**41,67**	**45,48**	**47,51**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 2,42 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim rokovima sjetve
$LSD_{(P=0,05)}$ = 2,46 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Većina istraživanih hibrida je značajno ili neznatno smanjivala sadržaj ukupnih šećera u kasnijim rokovima sjetve. Tako je primjerice kod *su1* hibrida OS 254su utvrđeno 19,40 % za prvi, 17,19 % za drugi te 13,47 % za treći rok sjetve (tablica 39). Slično smanjenje sadržaja ukupnih šećera utvrđeno je i za *sh2* hibrid kukuruza šećerca OS exp 1sh. Kod hibrida OS exp 1sh sadržaj ukupnih šećera je iznosio 43,15 % za prvi 40,45 % za drugi i 38,65 % za treći rok sjetve. Međutim, kod određenih hibrida nije utvrđeno smanjenje sadržaja ukupnih šećera u kasnijim rokovima sjetve. Tako je primjerice *sh2* hibrid OS 244sh imao 42,92 % ukupnih šećera u prvom i 43,21 % u drugom roku sjetve (tablica 39).

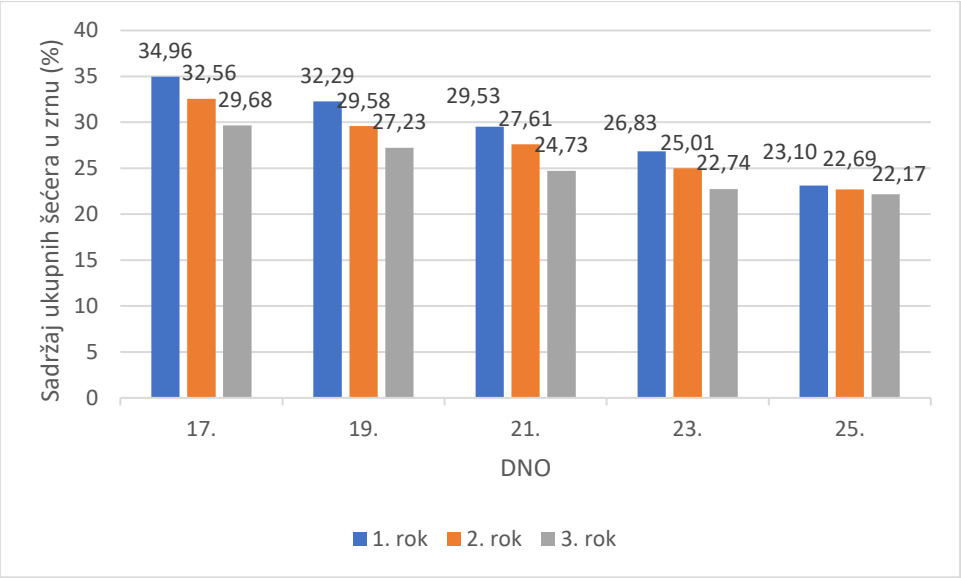
Tablica 40. Sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 254su	25,18	18,73	15,35	13,73	10,43	**16,69**	**33,64**
OS 255su	22,47	17,10	15,60	11,80	8,92	**15,18**	**34,17**
OS 256su	27,62	24,50	18,89	14,99	11,14	**19,43**	**34,67**
OS 247su	21,94	17,21	14,65	12,15	8,19	**14,83**	**34,97**
OS 258su	20,48	17,17	13,02	11,13	9,41	**14,24**	**31,79**
OS exp 1sh	43,51	40,95	42,09	39,58	37,61	**40,74**	**5,58**
OS exp 2sh	42,40	42,99	41,29	40,72	39,84	**41,45**	**3,06**
OS exp 3sh	36,59	37,32	35,21	32,61	32,36	**34,82**	**6,50**
OS 244sh	45,38	43,28	41,18	39,44	36,17	**41,09**	**8,62**
Superslatki	38,43	37,76	35,63	32,45	32,46	**35,35**	**8,02**
Prosjek	**32,40**	**29,70**	**27,29**	**24,86**	**22,65**		
CV (%)	**30,36**	**39,36**	**46,56**	**52,62**	**61,51**		

$LSD_{(P=0.05)}$ = 2,01 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,65 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0.05)}$ = 2,06 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Sadržaj ukupnih šećera značajno je varirao u ovisnosti o stadiju zrelosti zrna (tablica 40) odnosno, značajno najveći sadržaj ukupnih šećera utvrđen je u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) i u prosjeku je iznosio 32,40 %. U svim slijedećim stadijima zrelosti došlo je do značajnog smanjenja sadržaja ukupnih šećera u usporedbi s prethodnim stadijem zrelosti. Posljedično je značajno najniži sadržaj ukupnih šećera utvrđen u najkasnijem stadiju zrelosti (25. DNO). Dobivena je značajna interakcija između istraživanih hibrida i stadija zrelosti zrna za sadržaj ukupnih šećera. Kod *su1* kukuruza šećerca u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) sadržaj ukupnih šećera je varirao od 20,48 % za hibrid OS 258su do 27,62 % za hibrid OS 256su. Svi *sh2* hibridi kukuruza šećerca imali su značajno veći sadržaj ukupnih šećera od *su1* hibrida kukuruza šećerca u svim stadijima zrelosti zrna. Tako je primjerice sadržaj ukupnih šećera u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) varirao od 36,59 % za hibrid OS exp 3sh do 45,38 % za hibrid OS 244sh. Vrijednosti za sadržaj ukupnih šećera 21. dan nakon oplodnje kretale su se od 13,02 % za *su1* hibrid OS 258su do 42,09 % za *sh2* hibrid OS exp 1sh. U zadnjem stadiju zrelosti sadržaj ukupnih šećera kretao se od 8,19 % za *su 1* hibrid OS 247su do 39,84 % za *sh2* hibrid OS exp 2sh. Smanjenje sadržaja ukupnih šećera bilo je izraženije kod *su1* hibrida kukuruza šećerca u usporedbi sa *sh2* hibridima.

Utvrđena je signifikantnost interakcije rok sjetve x stadij zrelosti zrna (grafikon 24), kao i hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti zrna (tablica 38).



$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,97 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih rokova sjetve i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,52 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve
Grafikon 24. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti na sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu kukuruza šećerca

4.2.5. Sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu

Istraživani hibridi kukuruza šećerca značajno su se razlikovali za sadržaj vodotopivih polisaharida (tablica 41). Sadržaj vodotopivih polisaharida je bio značajno veći kod *su1* hibrida kukuruza šećerca u odnosu na *sh2* hibride kukuruza šećerca. Najveći sadržaj utvrđen je kod hibrida OS258su i u prosjeku je iznosio 20,70 %. Neznatno niži sadržaj vodotopivih polisaharida imali su hibrid OS 247su (20,50 %) i OS 255su (20,33 %) (tablica 42). Ostala dva *su1* hibrida imali su značajno niži sadržaj vodotopivih polisaharida koji je prosječno iznosio 19,73 % za hibrid OS 254su i 18,63 % za hibrid OS 256su. Kod *sh2* kukuruza šećerca sadržaj vodotopivih polisaharida se kretao od 1,50 % za hibrid OS exp 2sh do maksimalno 2,16 % za hibrid OS exp 3sh.

Tablica 41. Kombinirana analiza varijance za sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu kukuruza šećerca

Izvori varijabiliteta	n-1	ss	s^2	F_{exp}	F-test
Hibrid (H)	9	24940,6	2771,2	5699,8	**
Rok sjetve (RS)	2	47,5	23,8	4,5	NS
HxRS	18	32,1	1,8	3,7	**
Stadij zrelosti (DNO)	4	977,0	244,3	6424,7	**
HxDNO	36	775,2	21,5	202,0	**
RSxDNO	8	11,6	1,5	38,2	**
DNOxHxRS	72	29,5	0,4	3,8	**

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

Rok sjetve nije značajno utjecao na sadržaj vodotopivih polisaharida (tablica 42) iako je uočena tendencija rasta u kasnim rokovima sjetve. Sadržaj vodotopivih polisaharida iznosio je 10,38% u prvom, 10,87% u drugom te 11,36% u trećem roku sjetve.

Dobivena je značajna interakcija između hibrida i roka sjetve (tablica 41).

Tablica 42. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj vodotopivih polisharida (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

HIBRID	**ROK SJETVE**			**Prosjek**	**CV (%)**
	1	2	3		
OS 254su	18,64	19,53	21,01	**19,73**	**6,07**
OS 255su	19,97	20,51	20,51	**20,33**	**1,53**
OS 256su	17,88	18,61	19,40	**18,63**	**4,08**
OS 247su	19,73	20,84	20,84	**20,47**	**3,13**
OS 258su	19,75	20,53	21,84	**20,70**	**5,10**
OS exp 1sh	1,33	1,60	1,78	**1,57**	**14,43**
OS exp 2sh	1,39	1,47	1,63	**1,50**	**8,16**
OS exp 3sh	2,08	2,25	2,15	**2,16**	**3,96**
OS 244sh	1,35	1,32	1,93	**1,53**	**22,43**
Superslatki	1,72	2,08	2,51	**2,11**	**18,80**
Prosjek	**10,38**	**10,87**	**11,36**		
CV (%)	**89,64**	**88,72**	**87,03**		

$LSD_{(P=0,05)}$= 0,99% za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim rokovima sjetve
$LSD_{(P=0,05)}$= 0,64% za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Interakcija hibrid x rok sjetve je uglavnom zato što su određeni hibridi imali neznatno ili značajno povećanje sadržaja vodotopivih polisaharida u kasnijim rokovima sjetve (tablica 41). Primjerice kod *su1* hibrida OS 254su i hibrida OS 258su utvrđen je značajno veći sadržaj vodotopivih polisaharida u trećem roku u odnosu na drugi rok sjetve. Većina drugih hibrida nije značajno promijenila sadržaj vodotopivih polisaharida u različitim rokovima sjetve (tablica 42).

Tablica 43. Sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

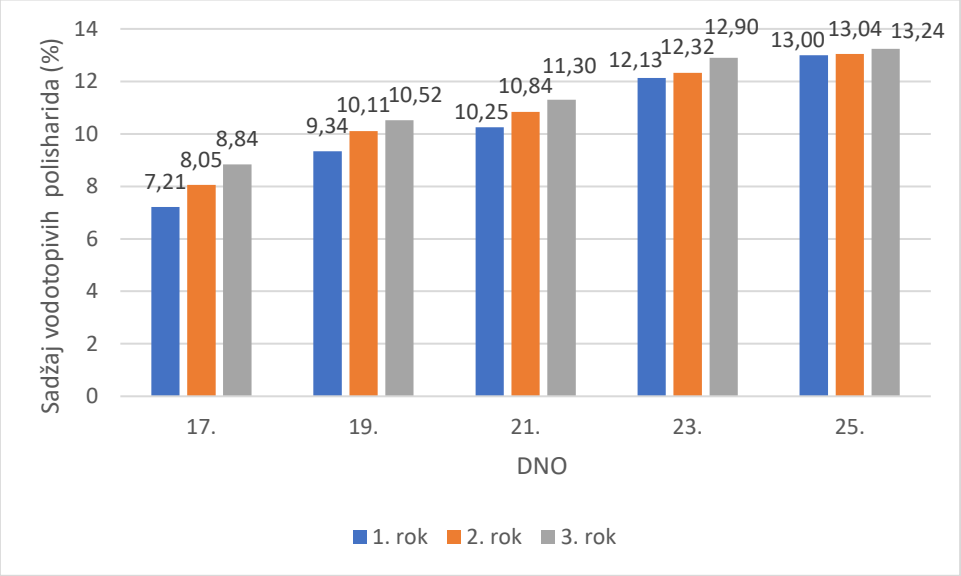
HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 254su	13,93	18,51	19,86	22,51	23,83	**19,73**	**19,58**
OS 255su	15,01	19,16	19,76	23,28	24,43	**20,33**	**50,83**
OS 256su	12,95	16,20	18,45	22,00	23,54	**18,63**	**23,04**
OS 247su	15,23	19,12	20,14	23,14	24,72	**20,47**	**18,05**
OS 258su	15,81	19,13	20,79	23,55	24,24	**20,70**	**16,56**
OS exp 1sh	1,25	1,51	1,49	1,74	1,84	**1,57**	**14,77**
OS exp 2sh	1,36	1,30	1,57	1,63	1,62	**1,50**	**10,34**
OS exp 3sh	1,94	1,87	2,18	2,44	2,36	**2,16**	**11,61**
OS 244sh	1,06	1,27	1,58	1,76	1,98	**1,53**	**24,16**
Superslatki	1,76	1,82	2,14	2,46	2,35	**2,11**	**14,78**
Prosjek	**8,03**	**9,99**	**10,80**	**12,45**	**13,09**		
CV (%)	**86,63**	**89,43**	**88,10**	**88,52**	**104,31**		

$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,48 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,36 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,49 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Sadržaj vodotopivih polisaharida značajno je varirao u različitim stadijima zrelosti zrna (tablica 43). Najniži sadržaj vodotopivih polisaharida utvrđen je u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO), a u svim kasnijim stadijima zrelosti utvrđen je značajno veći sadržaj vodotopivih polisaharida. Nadalje, utvrđena je signifikantnost interakcije hibrid x stadij zrelosti. Ta interakcija je većinom rezultat činjenice da je povećanje sadržaja vodotopivih polisaharida bilo različito kod različitih hibrida u kasnijim stadijima zrelosti. Kod svih *su1* hibrida je povećanje sadržaja vodotopivih polisaharida bilo značajno veće u kasnijim stadijima zrelosti. Primjerice za *su1* hibrid OS 256su sadržaj vodotopivih polisaharida iznosio je 12,95 % 17. DNO, 16,20 % 19. DNO, 18,45 % 21. DNO, 22,00 % 23. DNO i 23,54 % u posljednjem stadiju zrelost 25. DNO. Nasuprot tome kod *sh2* hibrida kukuruza šećerca to povećanje sadržaja vodotopivih polisaharida nije bilo značajno. Tako je primjerice kod *sh2* hibrida OS exp 2sh sadržaj vodotopivih polisaharida u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) iznosio 1,36 %, a u posljednjem stadiju zrelosti (25. DNO) 1,62 % što je neznatno veća vrijednost u odnosu na početnu vrijednost.

Sh2 hibride kukuruza šećerca karakterizira neznatano povećanje sadržaja vodotopivih polisaharida u kasnijim stadijima zrelosti. Za razliku od *sh2* tipova kod *su1* hibrida kukuruza šećerca vidljivo je povećanje sadržaja vodotopivih polisaharida u kasnim stadijima zrelosti, a unatoč tome što su *su1* hibridi kukuruza imali apsolutno i statistički značajno veće vrijednosti na početku odnosno u 17. DNO u usporedbi sa *sh2* hibridima kukuruza šećerca (tablica 43).

Utvrđena je signifikantnost interakcije rok sjetve x stadij zrelosti zrna (tablica 41). Ta interakcija je dobivena unatoč tome što je u svim rokovima sjetve dobiven veći sadržaj vodotopivih polisaharida u kasnijim stadijima zrelosti (grafikon 25). Ovi rezultati jasno ukazuju da je povećanje sadržaja vodotopivih polisaharida u kasnijim stadijima zrelosti bilo različitog intenziteta u različitim rokovima sjetve.



$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,02 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih rokova sjetve i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,13 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve
Grafikon 25. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti na sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu kukuruza šećerca

Također je utvrđena i signifikantnost interakcije hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti (tablica 41).

4.2.6. Sadržaj škroba u zrnu

Utvrđene su značajne razlike (P=0.01) (tablica 44) između istraživanih hibrida za sadržaj škroba. Svi *su1* hibridi kukuruza šećerca imali su značajno veći sadržaj škroba u zrnu od *sh2* hibrida kukuruza šećerca. Prosječni sadržaj škroba kod *su1* hibrida kretao se od 27,94 % za hibrid OS 256su do 31,06 % za hibrid OS 258su. Kod *sh2* kukuruza šećerca sadržaj škroba se kretao od 13,46 % za hibrid OS exp 2sh do 19,43 % za hibrid OS exp 3sh (tablica 45).

Tablica 44. Kombinirana analiza varijance za sadržaj škroba u zrnu kukuruza šećerca

Izvori varijabiliteta	n-1	ss	s^2	F_{exp}	F-test
Hibrid (H)	9	15987,6	1776,4	389,8	**
Rok sjetve (RS)	2	468,8	234,4	42,9	**
HxRS	18	256,7	14,3	3,1	**
Stadij zrelosti (DNO)	4	3752,9	938,2	1942,2	**
HxDNO	36	895,2	24,9	15,9	**
RSxDNO	8	75,7	9,5	19,6	**
DNOxHxRS	72	339,3	4,7	3,0	**

**, * Signifikantan uz P=0,01 i 0,05 F-test, tim slijedom

Utvrđen je signifikantan utjecaj roka sjetve na sadržaj škroba. Najviši sadržaj škroba utvrđen je za treći (zadnji) rok sjetve i u prosjeku je iznosio 24,53 %. Značajno niži sadržaj škroba od prosječno 22,84 % utvrđen je za drugi rok sjetve, a najniži sadržaj škroba utvrđen je za prvi (najraniji) rok sjetve i prosječno je iznosio 21,48 %.

Dobivena je signifikantna interakcija između hibrida i rokova sjetve (tablica 44).

Tablica 45. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj škroba (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

HIBRID	**ROK SJETVE**			**Prosjek**	**CV (%)**
	1	2	3		
OS 254su	27,96	29,29	31,52	**29,59**	**6,08**
OS 255su	29,95	30,77	30,77	**30,49**	**1,55**
OS 256su	26,82	27,91	29,10	**27,94**	**4,08**
OS 247su	29,60	31,26	31,25	**30,70**	**3,11**
OS 258su	29,63	30,79	32,76	**31,06**	**5,09**
OS exp 1sh	11,93	14,36	15,98	**14,09**	**14,47**
OS exp 2sh	12,53	13,22	14,63	**13,46**	**7,95**
OS exp 3sh	18,70	20,23	19,35	**19,43**	**3,95**
OS 244sh	12,13	11,87	17,34	**13,78**	**22,39**
Superslatki	15,52	18,70	22,63	**18,95**	**18,79**
Prosjek	**21,48**	**22,84**	**24,53**		
CV (%)	**37,27**	**34,94**	**29,61**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,97 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim rokovima sjetve
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,96 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Većina istraživanih hibrida je pokazala značajno ili neznatno povećanje sadržaja škroba u kasnijim rokovima sjetve (tablica 45). Jedino je kod hibrida OS exp 3sh utvrđen najviši

sadržaj škroba u drugom roku sjetve i iznosio je 20,23 %, dok se u trećem roku smanjio na 19,35 %.

Sadržaj škroba u zrnu je značajno varirao u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO) (tablica 44). Kod *su1* hibrida kukuruza šećerca utvrđeno je značajno veći sadržaj škroba u kasnijim stadijima zrelosti u usporedbi s prethodnim.

Utvrđena je signifikantna interakcija hibrid x stadij zrelosti zrna (tablica 44).

Značajno najveći sadržaj škroba utvrđen je u najkasnijem stadiju zrelosti (25. DNO) i u prosjeku je iznosio 37,08 % za *su1* hibrid OS 247su. Značajno najniži sadržaj škroba utvrđen je u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) i prosječno je iznosio 9,55 % za *sh2* hibrid OS 244sh. U najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) kod *su1* kukuruza šećerca utvrđen je sadržaj škroba od 19,43 % za hibrid OS 256su do 23,71 % za hibrid OS 258su. Kod *sh2* kukuruza šećerca sadržaj škroba kretao se od 9,55 % za hibrid OS 244sh do 17,47 % za hibrid OS exp 3sh (tablica 46).

Tablica 46. Sadržaj škroba (%) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

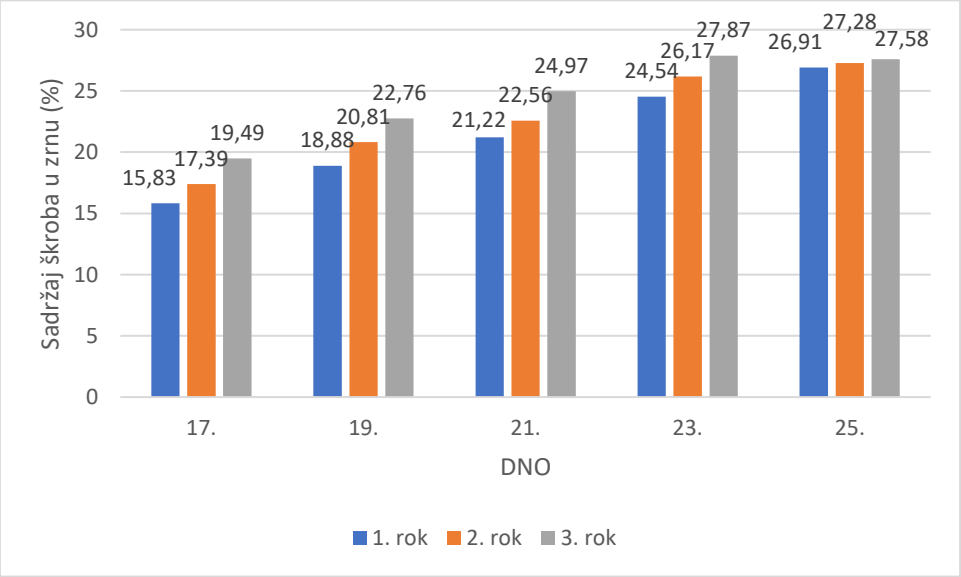
HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 254su	20,89	27,76	29,79	33,76	35,74	**29,59**	**19,58**
OS 255su	22,52	28,74	29,64	34,92	36,65	**30,49**	**18,32**
OS 256su	19,43	24,300	27,67	33,01	35,32	**27,94**	**23,05**
OS 247su	22,84	28,68	30,21	34,71	37,08	**30,70**	**18,05**
OS 258su	23,71	28,70	31,19	35,32	36,36	**31,06**	**16,56**
OS exp 1sh	11,25	13,54	13,42	15,68	16,55	**14,09**	**14,80**
OS exp 2sh	12,24	11,71	14,14	14,65	14,55	**13,46**	**10,25**
OS exp 3sh	17,47	16,82	19,61	21,95	21,28	**19,43**	**11,64**
OS 244sh	9,55	11,45	14,24	15,81	17,85	**13,78**	**24,13**
Superslatki	15,81	16,41	19,23	22,10	21,19	**18,95**	**14,77**
Prosjek	**17,57**	**20,81**	**22,91**	**26,19**	**27,26**		
CV (%)	**29,40**	**36,03**	**32,65**	**34,20**	**35,48**		

$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,64 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,38 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,68 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Sadržaj škroba 21. DNO kod *su1* kukuruza šećerca kretao se od 27,67 % za hibrid OS 256su do 31,19 % za hibrid OS 258su. Kod *sh2* kukuruza šećerca u tom istom stadiju zrelosti sadržaj škroba je varirao od 13,42 % za hibrid OS exp 1sh do 19,60 % za hibrid OS exp 3sh. U zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) sadržaj škroba za *su1* hibride kukuruza šećerca je varirao od 35,32 % za hibrid OS 256su do 37,08 % za hibrid OS 247su. Za *sh2* kukuruz šećerac sadržaj škroba se kretao od 14,55 % za hibrid OS2sh exp do 21,28 % za hibrid OS exp 3sh. Sadržaj škroba je bio veći u svim stadijima zrelosti kod *su1* kukuruza šećerca u usporedbi s *sh2* hibridima kukuruza šećerca. I *su1* i *sh2* hibridi kukuruza šećerca

su imali povećanje sadržaja škroba u kasnijim stadijima zrelosti zrna, ali je to povećanje bilo osjetno veće kod *su1* hibrida kukuruza šećerca u odnosu na *sh2* hibride kukuruza šećerca (tablica 46).

Uvrđena je signifikantnost interakcije rok sjetve x stadij zrelosti zrna (tablica 44). Ta interakcija je dobivena unatoč tome što je u većini rokova sjetve dobiven veći sadržaj škroba u kasnijim stadijima zrelosti, izuzev trećeg roka sjetve kod *sh2* hibrida kukuruza šećerca gdje je zabilježeno smanjenje sadržaja škroba u zadnjem stadiju zrelosti (25. DNO) u odnosu na prethodni stadij. Ovi rezultati jasno ukazuju da je povećanje sadržaja škroba u kasnijim stadijima zrelosti bilo različitog intenziteta u različitim rokovima sjetve (grafikon 26).



$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,97 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih rokova sjetve i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,48 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve
Grafikon 26. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti na sadržaj škroba (%) u zrnu kukuruza šećerca

Također je utvrđena i signifikantnost interakcije hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti (tablica 44).

4.2.7. Sadržaj ukupnih fenola u zrnu

Utvrđene su značajne razlike (P=0.01) (tablica 47) između istraživanih hibrida za sadržaj ukupnih fenola u zrnu. Svi *sh2* hibridi kukuruza šećerca imali su veći sadržaj ukupnih fenola u zrnu od *su1* hibrida kukuruza šećerca. Prosječni sadržaj ukupnih fenola kod *su1* hibrida kretao se od 179,4 % za hibrid OS 255su do 275,8 % za hibrid OS 258su. Kod *sh2* kukuruza šećerca sadržaj ukupnih fenola se kretao od 279,7 % za hibrid OS2sh exp do 311,7% za hibrid Superslatki (tablica 48).

Tablica 47. Kombinirana analiza varijance za sadržaj ukupnih fenola u zrnu kukuruza šećerca

Izvori varijabiliteta	n-1	ss	s^2	F_{exp}	F-test
Hibrid (H)	9	514744.3	57193,8	97,8	**
Rok sjetve (RS)	2	21137,5	10568,7	51,0	**
HxRS	18	32567,3	1809,3	3,09	*
Stadij zrelosti (DNO)	4	71901,7	17975,4	32,7	**
HxDNO	36	53693,1	1491,5	2,23	**
RSxDNO	8	25804,6	3225,6	5,9	**
DNOxHxRS	72	104143,3	1446,4	2,2	**

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

Rok sjetve je značajno (P=0.01) utjecao na sadržaj ukupnih fenola (tablica 47). Značajno najveći sadržaj ukupnih fenola utvrđen je za najkasniji (3. rok sjetve). Razlika u prosječnom sadržaju ukupnih fenola između 1. i 2. roka sjetve nije bila statistički značajna. Dobivena je značajna interakcija hibrid x rok sjetve (tablice 47, 48).

Tablica 48. Utjecaj hibrida i roka sjetve na sadržaj ukupnih fenola (mg GAE/100 g ST) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

HIBRID	**ROK SJETVE**			**Prosjek**	**CV (%)**
	1	2	3		
OS 254su	231,9	213,2	212,9	**219,3**	**4,96**
OS 255su	165,5	175,7	196,9	**179,4**	**8,93**
OS 256su	233,8	232,3	283,6	**249,9**	**11,68**
OS 247su	231,0	244,0	230,6	**235,2**	**3,24**
OS 258su	252,3	272,6	302,4	**275,8**	**9,14**
OS exp 1sh	269,8	275,5	293,9	**279,7**	**4,50**
OS exp 2sh	291,2	315,1	315,1	**307,2**	**4,49**
OS exp 3sh	298,8	297,1	292,6	**296,2**	**1,08**
OS 244sh	292,4	289,9	323,4	**301,9**	**6,18**
Superslatki	303,9	312,6	318,7	**311,7**	**2,39**
Prosjek	**257,1**	**262,8**	**277,0**		
CV (%)	**16,79**	**17,35**	**16,69**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 21,40 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim rokovima sjetve
$LSD_{(P=0,05)}$ = 22,19 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Većina istraživanih hibrida je povećavala sadržaj ukupnih fenola u kasnijim rokovima sjetve (tablica 48). Tako je primjerice kod *su1* hibrida OS 258su utvrđeno 252,3 mg GAE/100 g ST za prvi, 272,6 mg GAE/100 g ST za drugi te 302,4 mg GAE/100 g ST za treći rok sjetve. Nešto manje povećanje sadržaja ukupnih fenola utvrđeno je i za *sh2* hibride kukuruza šećerca. Kod hibrida OS 244sh sadržaj ukupnih fenola je iznosio 292,4 mg GAE/100 g ST za prvi, 289,9 mg GAE/100 g ST za drugi i 323,4 mg GAE/100 g ST za treći rok sjetve. Međutim kod određenih hibrida nije utvrđeno povećanje sadržaja ukupnih fenola u kasnijim

rokovima sjetve. Tako je primjerice *su1* hibrid OS 254su imao 231,9 mg GAE/100 g ST ukupnih fenola u prvom i 212,9 mg GAE/100 g ST u trećem roku sjetve (tablica 48).

Tablica 49. Sadržaj ukupnih fenola (mg GAE/100 g ST) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

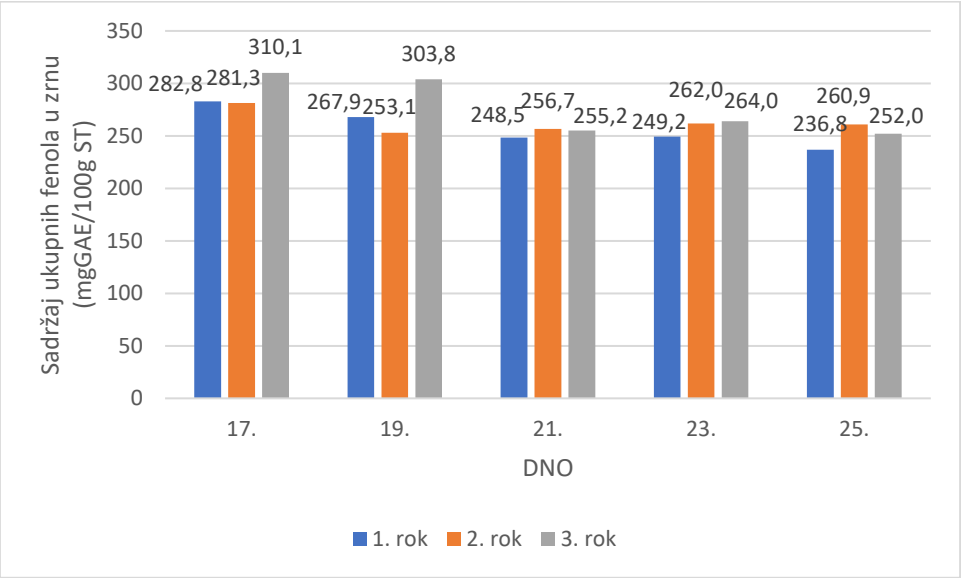
HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 254su	257,0	209,1	226,8	189,2	214,6	**219,3**	**11,42**
OS 255su	209,9	188,4	151,7	177,7	169,2	**179,4**	**12,10**
OS 256su	257,1	265,1	258,1	249,1	220,1	**249,9**	**7,04**
OS 247su	276,3	261,1	209,7	222,5	206,3	**235,2**	**13,46**
OS 258su	293,0	285,3	281,9	275,3	243,3	**275,8**	**6,97**
OS exp 1sh	314,2	287,8	269,3	268,1	259,4	**279,7**	**7,81**
OS exp 2sh	327,9	345,1	263,1	304,8	294,8	**307,2**	**10,26**
OS exp 3sh	318,1	271,0	302,6	292,1	297,0	**296,2**	**5,78**
OS 244sh	317,4	311,1	285,6	305,4	289,9	**301,9**	**4,53**
Superslatki	343,1	325,2	286,1	300,0	304,2	**311,7**	**7,20**
Prosjek	**291,4**	**274,9**	**253,5**	**258,4**	**249,9**		
CV (%)	**14,08**	**17,64**	**17,97**	**18,37**	**18,61**		

$LSD_{(P=0.05)}$ = 28,86 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 29,29 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0.05)}$ = 29,15 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Sadržaj ukupnih fenola značajno je varirao u ovisnosti o stadiju zrelosti zrna odnosno, značajno najveći sadržaj ukupnih fenola utvrđen je 17. dan nakon oplodnje i u prosjeku je iznosio 291,4 mg GAE/100 g ST. Kroz promatrane stadije zrelosti sadržaj ukupnih fenola značajno se smanjivao do 21. DNO. Promjena sadržaja ukupnih fenola od 21. do 25. DNO nije bila statistički značajna (tablica 49).

Dobivena je značajna interakcija između istraživanih hibrida i stadija zrelosti zrna za sadržaj ukupnih fenola (tablica 47). Kod *su1* kukuruza šećerca u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO) sadržaj ukupnih fenola je varirao od 209,9 mg GAE/100 g ST za hibrid OS 255su do 293,0 mg GAE/100 g ST za hibrid OS 258su. Svi *sh2* hibridi kukuruza šećerca imali su veći sadržaj ukupnih fenola od *su1* hibrida kukuruza šećerca. Sadržaj ukupnih fenola 17. dan nakon oplodnje varirao je od 314,2 mg GAE/100 g ST za hibrid OS exp 1sh do 343,1 mg GAE/100 g ST za hibrid Superslatki. Vrijednosti za sadržaj ukupnih fenola 21. DNO kretale su se od 151,7 mg GAE/100 g ST za *su1* hibrid OS 255su do 302,6 mg GAE/100 g ST za *sh2* hibrid OS exp 3sh. U posljednjem stadiju zrelosti (25. DNO) sadržaj ukupnih fenola kretao se od 169,2 mg GAE/100 g ST za *su1* hibrid OS 255su do 304,2 mg GAE/100 g ST za *sh2* hibrid Superslatki. Većina ispitivanih hibrida je dozrijevanjem (17.- 25. DNO) značajno smanjila sadržaj ukupnih fenola. Kod hibrida OS 244sh nisu utvrđene statistički značajne promjene u sadržaju ukupnih fenola između promatranih stadija zrelosti (tablica 49).

Dobivena je signifikantnost interakcije rok sjetve x stadij zrelosti (tablica 47). U drugom roku sjetve nije utvrđena značajna razlika u sadržaju ukupnih fenola između 19. i 25. DNO dok je u prvom i trećem roku utvrđeno značajno smanjenje sadržaj ukupnih fenola između 19. i 21. DNO (grafikon 27).



$LSD_{(P=0.05)}$ = 14,89 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih rokova sjetve i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 16,15 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve
Grafikon 27. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti na sadržaj ukupnih fenola (mg GAE/100 g ST) u zrnu kukuruza šećerca

Također je utvrđena i signifikantnost interakcije hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti zrna (tablica 47).

4.2.8. Antioksidacijska aktivnost kukuruza šećerca

Istraživani hibridi su se značajno razlikovali za antioksidacijsku aktivnost (tablica 50). Većina *su1* hibrida kukuruza šećeraca imala je značajno veće vrijednosti antioksidacijske aktivnosti u usporedbi sa *sh2* hibridima (tablica 51). Najveću antioksidacijsku aktivnost od 304,5 mg GAE/100 g ST imao je hibrid OS 254su, a neznatno manju hibrid OS 255su (293,1 mg GAE/100 g ST), OS 247su (292,1 mg GAE/100 g ST) i hibrid OS 256su (290,5 mg GAE/100 g ST). Preostali *su1* hibrid OS 258su imao je antioksidacijsku aktivnost od 288,9 mg GAE/100 g ST što je bilo značajno niža vrijednost od hibrida OS 254su. Najniža antioksidacijska aktivnost utvrđena je za *sh2* hibrid Superslatki i u prosjeku je iznosila 254,8 mg GAE/100 g ST, dok je najveću antioksidacijsku aktivnost kod *sh2* kukuruza šećerca utvrđena za hibrid OS 244sh (282,3 mg GAE/100 g ST) (tablica 51).

Tablica 50. Kombinirana analiza varijance za antioksidacijsku aktivnost kukuruza šećerca

Izvori varijabiliteta	n-1	ss	s^2	F_{exp}	F-test
Hibrid (H)	9	56392,2	6265,8	8,6	**
Rok sjetve (RS)	2	26247,5	13123,8	9,23	NS
HxRS	18	69876,9	882,0	5,4	**
Stadij zrelosti (DNO)	4	122718,8	30679,7	70,8	**
HxDNO	36	150996,3	4194,3	6,3	**
RSxDNO	8	23824,9	2978,1	6,9	**
DNOxHxRS	72	263449,0	3659,0	5,5	**

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

Rok sjetve nije značajno utjecao na antioksidacijsku aktivnost (tablica 50). Najniža antioksidacijska aktivnost od prosječno 273,2 mg GAE/100 g ST utvrđena je za treći rok, a najviša (295,6 mg GAE/100 g ST) za drugi rok sjetve (tablica 51). Dobivena je signifikantna interakcija hibrid x rok sjetve (tablica 50).

Tablica 51. Utjecaj hibrida i roka sjetve na antioksidacijsku aktivnost (mg GAE/100 g ST) u zrnu *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

HIBRID	**ROK SJETVE**			**Prosjek**	**CV (%)**
	1	2	3		
OS 254su	321,9	306,3	285,1	**304,5**	**6,07**
OS 255su	301,8	333,3	244,2	**293,1**	**15,42**
OS 256su	282,0	307,5	281,9	**290,5**	**5,08**
OS 247su	275,8	305,7	294,8	**292,1**	**5,18**
OS 258su	295,1	278,0	293,6	**288,9**	**3,28**
OS exp 1sh	263,3	271,0	305,6	**279,9**	**8,05**
OS exp 2sh	265,8	295,6	273,2	**278,2**	**5,58**
OS exp 3sh	252,8	283,9	258,8	**265,2**	**6,22**
OS 244sh	280,9	297,8	268,1	**282,3**	**5,28**
Superslatki	261,0	276,7	226,9	**254,8**	**9,99**
Prosjek	**280**	**295,6**	**273,2**		
CV (%)	**7,59**	**6,37**	**8,94**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 25,83 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim rokovima sjetve
$LSD_{(P=0,05)}$ = 24,71 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Tako je primjerice kod *su1* hibrida OS 255su utvrđena antioksidacijska aktivnost iznosila 333,3 mg GAE/100 g ST u drugom roku sjetve što je bilo značajno veće od 244,2 mg GAE/100 g ST u trećem roku sjetve. Nasuprot tome kod *sh2* hibrida OS exp 1sh utvrđene su značajno niže vrijednosti antioksidacijske aktivnosti u prvom i drugom u usporedbi s trećim rokom sjetve (tablica 51).

Antioksidacijska aktivnost kukuruza šećerca značajno je varirala u ovisnosti o stadiju zrelosti zrna. Prosječna antioksidacijska aktivnost hibrida značajno raste između 17. i 21. DNO, a daljnjim dozrijevanjem ostaje značajno nepromijenjena. Dobivena je značajna interakcija istraživanih hibrida i stadija zrelosti zrna. Većina istraživanih *su1* hibrida imala je tendenciju povećane antioksidacijske aktivnosti u kasnijim stadijima zrelosti. Međutim kod određenih hibrida došlo je do opadanja antioksidacijske aktivnost u kasnijim stadijima zrelosti. Tako je primjerice *su1* hibrid OS 254su 21. dan nakon oplodnje imao antioksidacijsku aktivnost od 349,9 mg GAE/100 g ST što je bilo značajno veće od vrijednosti koja je utvrđena za 23. DNO (tablica 52).

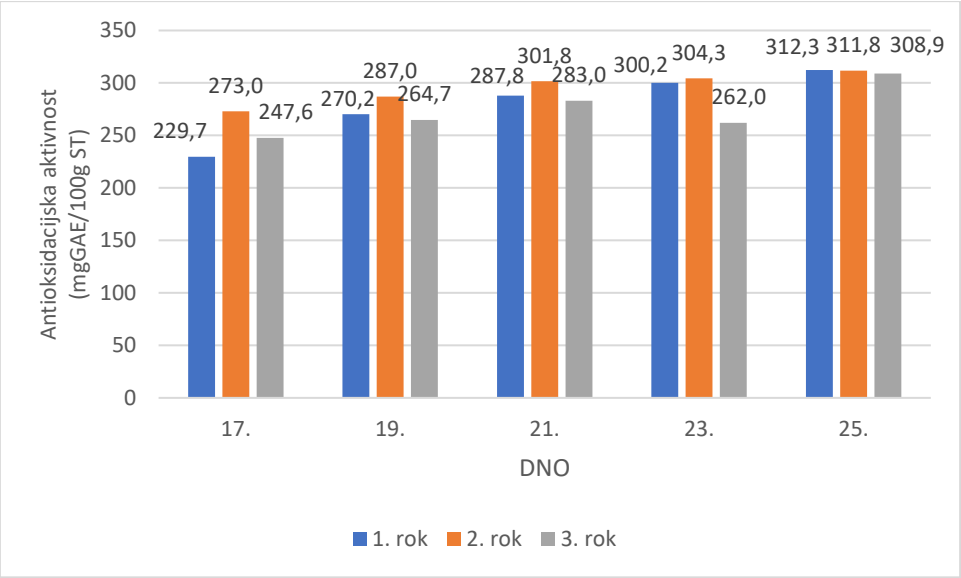
Tablica 52. Antioksidacijska aktivnost (mg GAE/100 g ST) *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 254su	264,9	300,3	349,9	296,3	310,9	**304,5**	**10,06**
OS 255su	298,2	278,6	279,0	286,2	323,5	**293,1**	**6,40**
OS 256su	288,4	311,1	300,1	305,4	247,5	**290,5**	**8,76**
OS 247su	273,2	295,0	293,2	277,8	321,2	**292,1**	**6,45**
OS 258su	284,9	285,0	305,8	271,3	297,4	**288,9**	**4,58**
OS exp 1sh	244,9	266,0	289,2	293,5	306,1	**279,9**	**8,71**
OS exp 2sh	222,1	252,9	267,9	302,1	345,9	**278,2**	**17,10**
OS exp 3sh	190,5	219,5	285,5	294,2	336,1	**265,2**	**22,27**
OS 244sh	225,4	280,5	298,2	299,4	307,8	**282,3**	**11,80**
Superslatki	208,2	250,6	239,7	262,0	313,8	**254,8**	**15,13**
Prosjek	**250,1**	**274,0**	**290,9**	**288,8**	**311,0**		
CV (%)	**14,89**	**9,97**	**9,70**	**4,93**	**8,55**		

$LSD_{(P=0.05)}$ = 29,14 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 28,92 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0.05)}$ = 29,67 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Za razliku od *su1* hibrida kukuruza šećerca kod svih *sh2* hibrida kukuruza šećerca utvrđeno je povećanje antioksidacijske aktivnosti u kasnijim stadijima zrelosti. (tablica 52). Pokazalo se relativno veliko variranje u antioksidacijskoj aktivnosti u različitim stadijima kod *su1* hibrida kukuruza šećerca. Nasuprot tome kod *sh2* hibrida kukuruza šećerca vidljiv je konzistentan trend povećanja antioksidacijske aktivnosti u kasnijim stadijima zrelosti.

Dobivena je signifikantnost interakcije rok sjetve x stadij zrelosti (tablica 50). Ta interakcija je najvećim dijelom rezultat značajnog smanjenja antioksidacijske aktivnosti 23. DNO i značajnog povećanja antioksidacijske aktivnosti 25. DNO u 3. roku sjetve. U prvom i drugom roku sjetve utvrđeno je povećanje antioksidacijske aktivnosti u svim kasnim stadijima zrelosti (grafikon 28).



$LSD_{(P=0.05)}$ = 17,53 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih rokova sjetve i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 14,34 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve
Grafikon 28. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti na antioksidacijsku aktivnost (mg GAE/100 g ST) u zrnu kukuruza šećerca

Također je utvrđena i signifikantnost interakcije hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti zrna (tablica 50).

4.2.9 Boja zrna

4.2.9.1. b* parametar žutoće (intenzitet žutosti)

Istraživani hibridi su se međusobno razlikovali u boji zrna (tablica 53). Srednja vrijednost žutoće zrna kod *su1* kukuruza šećerca kretala se od 35,51 za hibrid OS 254su do 43,81 za hibrid OS258su. Boja zrna kod *sh2* kukuruza šećerca varirala je od 36,11 za hibrid Superslatki do 44,74 za hibrid OS exp 3sh (tablica 55).

Tablica 53. Kombinirana analiza varijance za boju zrna kukuruza šećerca

Izvori varijabiliteta	n-1	ss	s^2	F_{exp}	F-test
Hibrid (H)	9	3953,08	439,23	132,41	**
Rok sjetve (RS)	2	100,54	50,27	9,10	NS
HxRS	18	298,41	16,58	5,00	**
Stadij zrelosti (DNO)	4	2498,45	624,61	213,50	**
HxDNO	36	276,15	7,67	2,65	**
RSxDNO	8	146,01	18,25	6,254	**
DNOxHxRS	72	375,79	5,22	1,81	**

**, NS Signifikantan uz P=0,01 i nesignifikantan f-test, tim slijedom

Rok sjetve nije značajno utjecao na boju zrna. Najveća žutoća zrna od prosječno 41,24 utvrđena je za treći (najkasniji) rok sjetve. Sličan intenzitet boje u zrnu utvrđen je i za drugi

rok sjetve, a koji je u prosjeku iznosio 40,96. Manji intenzitet boje zrna utvrđen je u prvom roku sjetve i u prosjeku je iznosio 39,89 (tablica 54).

Dobivena je značajna (P=0.01) interakcija između istraživanih hibrida i roka sjetve (tablica 53).

Tablica 54. Utjecaj hibrida i roka sjetve na boju (b*) zrna *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

HIBRID	ROK SJETVE			Prosjek	CV (%)
	1	2	3		
OS 254su	33,04	35,64	37,84	**35,51**	**6,77**
OS 255su	42,21	44,05	45,12	**43,79**	**3,36**
OS 256su	39,84	40,17	42,36	**40,79**	**3,36**
OS 247su	37,51	37,87	35,57	**36,98**	**3,35**
OS 258su	42,71	42,47	46,26	**43,81**	**4,84**
OS exp 1sh	44,45	44,43	44,76	**44,55**	**0,42**
OS exp 2sh	37,19	37,77	36,74	**37,23**	**1,39**
OS exp 3sh	44,12	45,57	44,54	**44,74**	**1,67**
OS 244sh	42,63	43,60	44,10	**43,44**	**1,72**
Superslatki	35,24	37,99	35,10	**36,11**	**4,51**
Prosjek	**39,89**	**40,96**	**41,24**		
CV (%)	**9,92**	**8,52**	**10,68**		

$LSD_{(P=0,05)}$= 1,72 za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim rokovima sjetve
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,67 za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Interakcija između hibrida i rokova sjetve je najvećim dijelom rezultat činjenice da nisu svi istraživani hibridi imali značajno veći intenzitet boje u zrnu u zadnjem roku sjetve u usporedbi sa prvim i drugim rokom. Tako je, primjerice najveći broj *su1* hibrida imao najveći intenzitet boje u trećem roku, osim hibrida OS 247su, dok su *sh2* hibridi, ovisno o hibridu podjednaku žutoću imali u sva tri roka sjetve (tablica 54).

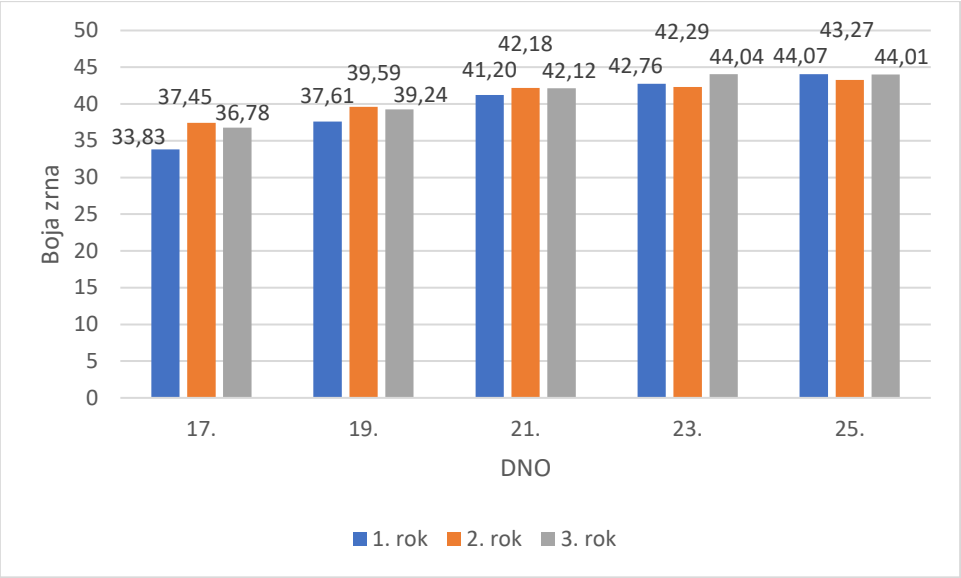
Stadij zrelosti (DNO) značajno je utjecao na boju zrna (tablica 55). Najmanji intenzitet boje zrna od prosječno 36,02 utvrđen je u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO). U svim slijedećim stadijima zrelosti utvrđen je značajno veći intenzitet boje zrna u odnosu na prethodni stadij. Tako je 19. DNO utvrđen značajno veći intenzitet boje od prosječno 38,81. Intenzitet boje zrna za kasnije stadije zrelosti iznosio je 41,84 za 21. DNO, 43,03 za 23. DNO i 43,78 za 25. DNO (tablica 54).

Tablica 55. Boja (b*) zrna *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u ovisnosti o različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 254su	31,51	34,54	35,88	37,57	38,02	**35,51**	**7,40**
OS 255su	39,96	43,01	44,53	45,23	46,23	**43,79**	**5,58**
OS 256su	37,21	39,03	40,90	42,90	43,94	**40,79**	**6,75**
OS 247su	33,33	35,86	37,83	37,66	40,24	**36,98**	**6,94**
OS 258su	39,14	42,56	44,77	45,83	46,77	**43,81**	**6,95**
OS exp 1sh	38,18	40,63	46,44	47,29	50,19	**44,55**	**11,16**
OS exp 2sh	32,03	34,34	39,08	42,19	38,54	**37,23**	**10,84**
OS exp 3sh	39,34	42,80	46,97	46,69	47,90	**44,74**	**8,03**
OS 244sh	38,29	40,23	44,63	46,50	47,56	**43,44**	**9,25**
Superslatki	31,24	35,12	37,33	38,44	38,41	**36,11**	**8,41**
Prosjek	**36,02**	**38,81**	**41,84**	**43,03**	**43,78**		
CV (%)	**9,87**	**9,15**	**9,81**	**9,06**	**10,48**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,97 za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,95 za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,97 za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Utvrđena je značajna interakcija između hibrida i stadija zrelosti (P=0.01). Žutoća boje u zrnu kod *su1* hibrida kukuruza šećerca 17. DNO kretao se od 31,51 za hibrid OS 254su do 39,96 za hibrid OS 255su. Kod *sh2* hibrida kukuruza šećerca intenzitet boje zrna u istom stadiju zrelosti kretao se od 31,24 za hibrid Superslatki do 39,34 za hibrid OS exp 3sh. Kod obje grupe hibrida kukuruza šećerca (*su1* i *sh2*) utvrđeno je značajno povećanje intenziteta boje zrna u kasnim stadijima zrelosti (tablica 55). Tako se primjerice 21. DNO kod *su1* hibrida kukuruza šećerca žutoća boje u zrnu kretao od 35,88 za hibrid OS 254su do 44,77 za hibrid OS 258su. Nasuprot tome kod *sh2* hibrida kukuruza šećerca intenzitet boje zrna u u istom stadiju zrelosti, 21. DNO kretao se od 37,33 za hibrid Superslatki do 46,97 za hibrid OS exp 3sh. U zadnjem stadiju zrelosti zrna (25. DNO) intenzitet boje zrna kretao se od 38,02 za hibrid OS 254su do 46,77 za hibrid OS 258su kod *su1* hibrida kukuruza šećerca. Za *sh2* hibride kukuruza šećerca intenzitet boje zrna u zadnjem stadiju zrelosti kretao se od 38,41 za hibrid Superslatki do 47,90 za hibrid OS exp 3sh (tablica 55).
Dobivena je signifikantnost interakcije rok sjetve x stadij zrelosti (tablica 53).



$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,26 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih rokova sjetve i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,18 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Grafikon 29. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti na boju (b*) zrna kukuruza šećerca

Također je utvrđena i signifikantnost interakcije hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti zrna (tablica 53).

4.2.9.2. L* parametar svjetline boje

Istraživani hibridi su se međusobno razlikovali u svjetlini boje zrna (tablica 56). Srednja vrijednost svjetline boje zrna kod *su1* kukuruza šećerca kretala se od 73,08 za hibrid OS 256su do 74,88 za hibrid OS 258su. Svjetlina boje zrna kod *sh2* kukuruza šećerca varirala je od 72,32 za hibrid OS 244sh do 75,83 za hibrid Superslatki (tablica 57).

Tablica 56. Kombinirana analiza varijance za svjetlinu boje (L*) zrna kukuruza šećerca

Izvori varijabiliteta	n-1	ss	s^2	F_{exp}	F-test
Hibrid (H)	9	292,214	32,468	15,14	**
Rok sjetve (RS)	2	153,859	76,930	14,37	*
HxRS	18	126,943	7,052	3,29	**
Stadij zrelosti (DNO)	4	82,522	20,630	6,38	**
HxDNO	36	196,318	5,453	2,36	**
RSxDNO	8	28,612	3,577	1,11	NS
DNOxHxRS	72	304,686	4,232	1,83	**

**, *, NS Signifikantan uz P=0,01; 0,05 i nesignifikantan F-test, tim slijedom

Rok sjetve značajno je utjecao na svjetlinu boje zrna. Najveća svjetlina boje zrna od prosječno 74,93 utvrđena je za treći (najkasniji) rok sjetve. Slična svjetlina boje zrna utvrđena je i za drugi rok sjetve, a koja je u prosjeku iznosila 74,05. Manja svjetlina boje zrna utvrđena je u prvom roku sjetve i u prosjeku je iznosila 73,17 (tablica 57).

Dobivena je značajna (P=0.01) interakcija između istraživanih hibrida i roka sjetve (tablica 56).

Tablica 57. Utjecaj hibrida i roka sjetve na svjetlinu boje (L*) zrna *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca

HIBRID	ROK SJETVE			Prosjek	CV (%)
	1	2	3		
OS 254su	72,74	73,43	74,15	**73,44**	**0,96**
OS 255su	74,50	74,84	75,09	**74,81**	**0,40**
OS 256su	72,72	72,86	73,65	**73,08**	**0,69**
OS 247su	72,61	75,02	75,88	**74,50**	**2,28**
OS 258su	73,91	73,91	76,82	**74,88**	**2,24**
OS exp 1sh	73,67	73,26	73,87	**73,60**	**0,42**
OS exp 2sh	73,16	74,50	76,02	**74,56**	**1,92**
OS exp 3sh	72,96	73,74	73,68	**73,46**	**0,59**
OS 244sh	71,89	71,55	73,53	**72,32**	**1,46**
Superslatki	73,55	77,37	76,56	**75,83**	**2,65**
Prosjek	**73,17**	**74,05**	**74,90**		
CV (%)	**1,03**	**2,09**	**1,74**		

$LSD_{(P=0,05)}$=1,44 % za usporedbu srednjih vrijednosti u različitim rokovima sjetve
$LSD_{(P=0,05)}$=1,34 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve

Većina istraživanih hibrida je pokazala značajno ili neznatno povećanje svjetline zrna u kasnijim rokovima sjetve (tablica 57). Jedino je kod hibrida OS exp 3sh i hibrida Superslatki utvrđena najveća svjetlina u drugom roku sjetve i iznosila je kod hibrida OS exp 3sh 73,74 u drugom roku sjetve i 73,68 u trećem roku sjetve. Kod hibrida Superslatki u drugom je roku utvrđena svjetlina iznosila 77,37, a u trećem se smanjila i iznosila 76,56.

Stadij zrelost (DNO) značajno je utjecao na svjetlinu boje zrna (tablica 58). Najmanja prosječna svjetlina boje zrna od prosječno 73,48 utvrđena je u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO), u slijedeća dva stadija zrelosti svjetlina boje je rasla i najveća je utvrđena 21. DNO i iznosila je 74,97. 23. DNO i 25. DNO svjetlina se smanjila i iznosila 23. DNO 74,03 i 25. DNO 74,15.

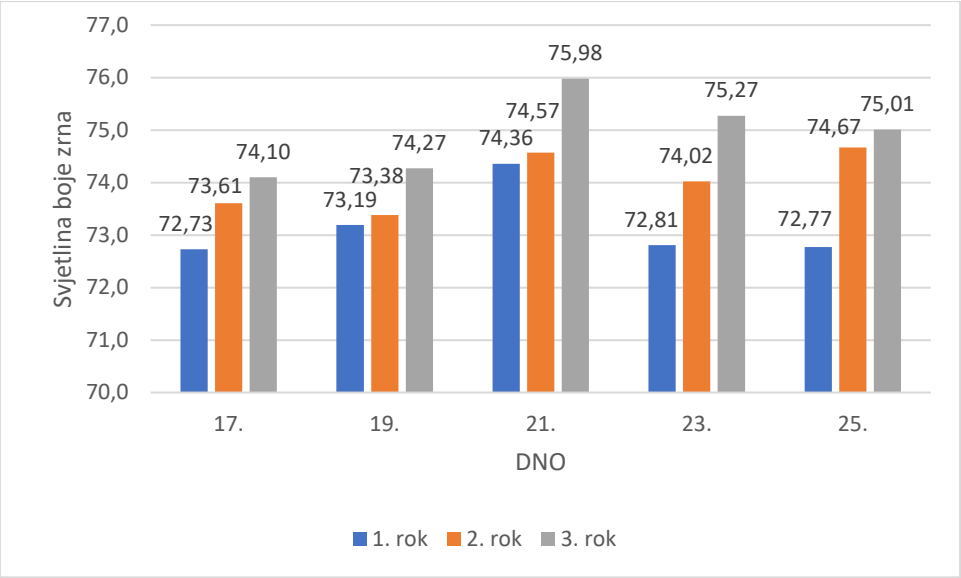
Tablica 58. Svjetlina boje (L*) zrna *su1 i sh2* hibrida kukuruza šećerca u različitim stadijima zrelosti zrna (DNO)

HIBRID	STADIJ ZRELOSTI (DNO)					Prosjek	CV (%)
	17.	19.	21.	23.	25.		
OS 254su	74,03	72,69	73,79	72,99	73,70	**73,44**	**0,78**
OS 255su	75,10	74,97	75,47	73,75	74,75	**74,81**	**0,86**
OS 256su	72,12	73,60	74,10	73,68	71,88	**73,08**	**1,37**
OS 247su	75,16	73,76	75,43	74,54	73,63	**74,50**	**1,08**
OS 258su	74,80	75,65	75,10	73,51	75,34	**74,88**	**1,10**
OS exp 1sh	71,37	71,64	75,18	74,51	75,29	**73,60**	**2,63**
OS exp 2sh	72,13	73,51	76,02	75,41	75,73	**74,56**	**2,25**
OS exp 3sh	72,17	73,88	74,79	73,01	73,46	**73,46**	**1,33**
OS 244sh	71,82	71,73	72,95	72,65	72,47	**72,32**	**0,73**
Superslatki	76,07	74,69	76,88	76,26	75,23	**75,83**	**1,14**
Prosjek	**73,48**	**73,61**	**74,97**	**74,03**	**74,15**		
CV (%)	**2,35**	**1,79**	**1,51**	**1,55**	**1,78**		

$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,76 za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,77 za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog hibrida
$LSD_{(P=0,05)}$ = 1,72 za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog stadija zrelosti

Utvrđena je značajna interakcija između hibrida i stadija zrelosti (P=0,01) (tablica 56) što pokazuje da su se hibridi međusobno razlikovali u parametru svjetline boje zrna. Svjetlina boje zrna kod *su1* hibrida kukuruza šećerca 17. DNO kretala se od 72,12 za hibrid OS 256su do 75,16 za hibrid OS 247su. Kod *sh2* hibrida kukuruza šećerca intenzitet boje zrna u istom stadiju zrelosti kretao se od 71,37 za hibrid OS exp 1sh do 76,07 za hibrid Superslatki. (tablica 58). Najveća razlika između dva stadija zrelosti kod *su1* hibrida od prosječno 1,83 utvrđena je za hibrid OS 258su između 23. DNO i 25. DNO. Kod *sh2* hibrida je najveća razlika između dva stadija zrelosti od prosječno 3,54 utvrđena za hibrid OS exp 1sh između 19. DNO i 21. DNO.

Nije utvrđena interakcija rok sjetve x stadij zrelosti (tablica 56).



$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,30 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih rokova sjetve i stadija zrelosti
$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,24 % za usporedbu srednjih vrijednosti unutar istog roka sjetve
Grafikon 30. Utjecaj roka sjetve i stadija zrelosti na svjetlinu boje (L*) zrna kukuruza šećerca

Također je utvrđena i signifikantnost interakcije hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti zrna (P=0,01)(tablica 56).

4.2.10. Korelacija između ispitivanih svojstava

Tablica 59. Korelacija između ispitivanih svojstava (2011. godina)

	Voda %	Saharoza % ST	Glukoza % ST	Fruktoza % ST	Ukupni šećeri % ST	UTP* % ST	Škrob % ST	UF** mg GAE/ 100 g ST	AOA mg GAE/ 100 g ST	Svjetlina boje (L*)	Boja (b*)
Voda %	1										
Saharoza % ST	0,61**	1									
Glukoza % ST	0,66**	0,44**	1								
Fruktoza % ST	0,71**	0,48**	0,92**	1							
Ukupni šećeri % ST	0,72**	0,97**	0,63**	0,68**	1						
UTP* % ST	-0,70**	-0,97**	-0,50**	-0,54**	-0,97**	1					
Škrob % ST	-0,76**	-0,92**	-0,69**	-0,75**	-0,98**	0,92**	1				
UF** mg GAE/100 g ST	0,50**	0,60**	0,31**	0,35**	0,60**	-0,64**	-0,58**	1			
AOA mg GAE/100 g ST	-0,43**	-0,17**	-0,26**	-0,27**	-0,22**	0,22**	0,22**	-0,22**	1		
Svjetlina boje (L*)	-0,05ns	-0,07ns	-0,23**	-0,25**	-0,13*	0,06ns	0,15**	0,02ns	0,03ns	1	
Boja (b*)	-0,39**	0,05ns	-0,38**	-0,41**	-0,08ns	0,01ns	0,16**	-0,12*	0,24**	0,12*	1

* udio topivih polisaharida

**ukupni fenoli

5. RASPRAVA

Sadržaj vode u zrnu je osnovni parametar za određivanje tehnološke zrelosti kukuruza šećerca (Rogers i sur. 2000.). U provedenom istraživanju vegetacijska sezona je značajno utjecala na sadržaj vode u zrnu kukuruza šećerca. Sušnija i toplija 2009. godina rezultirala je značajno manjim sadržajem vode u zrnu (72,62 %) u odnosu na 2008. godinu. Istraživanja Szymaneka (2009) ukazuju da se optimalni sadržaj vode u zrnu za berbu *su1* hibrida kukuruza šećerca kreće u rasponu od 70 %-74 %. Kod sadržaja vode u zrnu iznad 74 % nisu dobivene optimalne vrijednosti za fizikalna svojstva, dok pri sadržaju vode u zrnu ispod 70 % nisu dobivene optimalne vrijednosti ni za fizikalna ni za kemijska svojstva. Sadržaj vode u zrnu u prvoj seriji pokusa se kretao od 63,98 % za hibrid OS 253su u drugoj vegetacijskoj sezoni (2009.) do 78,62 % za hibrid OS 256su u prvoj vegetacijskoj sezoni (2008.). Ovi rezultati ukazuju da su istraživani hibridi dosegli tehnološku zrelost u promatranom periodu dozrijevanja zrna između 17. i 25. dana nakon oplodnje (DNO). Kao što je i očekivano, na sadržaj vode u zrnu najveći utjecaj imao je stadij zrelosti zrna, te se očekivano prosječni sadržaj vode u zrnu tijekom dozrijevanja smanjio sa 78,10 % (17. DNO) na 68,23 % (25. DNO). Istraživani hibridi međusobno su se razlikovali za sadržaj vode u zrnu. Variranje između hibrida u sadržaju vode u zrnu bilo je najmanje 17. DNO i raste u kasnijim stadijima zrelosti. Utvrđena je signifikantna interakcija između hibrida i stadija zrelosti zrna, što ukazuje da su se istraživani hibridi međusobno razlikovali u dinamici otpuštanja vode u različitim stadijima zrelosti. Hibridi su između dva uzastopna stadija zrelosti zrna prosječno gubili između 1,3 % (OS 255su) do 3,9 % (OS 254su) vode iz zrna. Tijekom promatranog perioda dozrijevanja (od 17. do 25. DNO) najmanji gubitak sadržaja vode u zrnu utvrđen je za hibrid OS 255su (10,2 %) odnosno u prosjeku 1,3 % po danu, a najveći za hibrid OS 253su (15,4 %) odnosno 1,9 % po danu. Ovi rezultati su u suglasju s Marshall i Tracy (2003) koji izvješćuju da *su1* hibridi kukuruza šećerca tijekom dozrijevanja dnevno gube u prosjeku oko 1 % vode iz zrna. Azanza i sur. (1996) su kod *su1* genotipova utvrdili nešto veći dnevni gubitak vode, a koji se kretao u rasponu od 1,06 % do 2,19 %. U provedenim istraživanjima (Pokus 1) kod najvećeg broja istraživanih hibrida optimalni stadij zrelosti zrna za berbu nastupio je 21. (OS 254su, OS 247su, Alpos su i OS 258su) ili 23. DNO (OS 255su, OS 256su i OS 332su). Raniji optimalni stadij zrelosti zrna za berbu 19. DNO utvrđen je samo kod hibrida Os 250su i OS 253su. Većina hibrida zadržala je optimalni sadržaj vode u zrnu tijekom dva stadija zrelosti zrna, dok je kod hibrida OS 258su i Alpos su optimalni sadržaj vode u zrnu (tehnološka zrelost) utvrđen samo u jednom od promatranih stadija zrelosti zrna. Utvrđeni sadržaj vode u zrnu kod hibrida OS 255su u 25. DNO tijekom obje godine istraživanja (72,65 % u prvoj i 71,17 % u drugoj vegetacijskoj sezoni)

ukazuje da optimalni stadij zrelosti zrna za berbu može trajati i dulje od vremenskog perioda obuhvaćenog provedenim istraživanjem. Međutim, dobiveni rezultati potvrđuju da zbog brzog gubljenja vode iz zrna *su1* hibridi kukuruza šećerca imaju relativno kratak optimalni stadij zrelosti zrna za berbu, a što je jedan od glavnih uzroka smanjenju njihove zastupljenosti u proizvodnji (Letrat i sur., 2007, Dodson-Swenson i sur.,2015., Tracy i sur., 2003).

Okus je jedan od najvažnijih parametara kvalitete kukuruza šećerca, a kojeg u najvećoj mjeri određuje sadržaj šećera u zrnu. Najzastupljeniji šećer u zrnu kukuruza šećerca je saharoza (Ferguson i sur., 1979, Carey i sur., 1982, Zhu i sur., 1992, Videnović i sur., 2003, Žnidarčič i sur., 2012). Rezultati istraživanja u 1. poljskom pokusu pokazuju da je prosječni sadržaj saharoze u devet istraživanih hibrida prosječno iznosio 73,11 % (udio saharoze u ukupnim šećerima). Prema (Becerra-Sanchez i Taylor, 2021) kod *su1* hibrida sadržaj saharoze može iznositi čak do 85 %. Prosječni sadržaj saharoze u zrnu *su1* hibrida bio je značajno viši (11,52 %) u sušnijoj (2009.) vegetacijskoj sezoni u odnosu na 10,53 % u 2008. godini. Rezultati istraživanja Michaels-a i Andrew-a (1986) također potvrđuju da u sušnim i toplijim godinama raste sadržaj saharoze u zrnu. Stadij zrelosti zrna je značajno utjecao na sadržaj saharoze u zrnu. Najveći prosječni sadržaj saharoze u zrnu utvrđen je u najranijem stadiju zrelosti (17. DNO), a zatim očekivano opada sa svakim slijedećim stadijem zrelosti zrna. Istraživani hibridi značajno su se razlikovali kako u maksimalnom sadržaju saharoze (od 10,44 % do 15,74 % ovisno o hibridu), tako i u dinamici pada tijekom dozrijevanja. Najveće smanjenje sadržaja saharoze tijekom promatranog perioda dozrijevanja imao je hibrid OS 255su (u prosjeku 49,4 % odnosno 6,2 % po danu), a unatoč činjenici da taj hibrid karakterizira i najmanji gubitak sadržaja vode iz zrna tijekom istraživanog perioda dozrijevanja. Najmanji prosječni pad sadržaja saharoze u zrnu imao je hibrid Alpos su (prosječno 24,3 %) odnosno 3,0 % po danu. Genetska osnova hibrida Alpos su u tipu hibrida standardnog tipa zrna s unesenom *su1* mutacijom rezultirala je relativno malim sadržajem šećera (saharoze) u najranijem stadiju zrelosti zrna (17. DNO) i posljedično najmanjim smanjenjem sadržaja šećera tijekom dozrijevanja. U istraživanju Wong i sur. (1994) *su1* hibridi su između 20. i 26. DNO dnevno gubili od 1,8 % do 8,2 % saharoze po danu.

Glukoza i fruktoza čine vrlo mali udio ukupnih šećera u zrnu kukuruza šećerca (Wong i sur. 1994), ali je u procjeni slatkoće važno uzeti u obzir sve šećere jer mogu utjecati na intenzitet okusa (Becerra-Sanchez i Taylor, 2021). Rezultati istraživanja jasno ukazuju da je udio glukoze u ukupnim šećerima iznosio u prosjeku 15,9 %, a fruktoze 11,3 %. Slično kao i za sadržaj saharoze, sadržaj glukoze i fruktoze bio je također viši u sušnoj 2009. godini. Međutim, dobiveni rezultati za ova dva potonja šećera nisu u skladu s istraživanjima koje su proveli Michaels i Andrew (1986), a koji su utvrdili da se u toplim i suhim godinama smanjuje sadržaj

glukoze i fruktoze u zrnu. I u ovom radu je kod nekih od istraživanih hibrida (OS 247su i OS 332su) utvrđen manji sadržaj fruktoze u zrnu *su1* kukuruza šećerca u toplijoj (2009.) vegetacijskoj sezoni, a na što ukazuje značajna interakcije hibrid x vegetacijska sezona. Rezultati 1. poljskog pokusa pokazuju da je smanjenje sadržaja glukoze (56,9 %) i fruktoze (69,7 %) tijekom dozrijevanja zrna veće od smanjenja sadržaja saharoze. Značajne razlike za sadržaj glukoze (1,55 %-5,19 %) i fruktoze (1,30 %-4,08 %) mogu prema Becerra-Sanchez i Taylor, (2021) utjecati na razliku u okusu između istraživanih hibrida neovisno o njihovom relativno malom udjelu u ukupnim šećerima u zrnu.

Rezultati istraživanja za sadržaj ukupnih šećera korespondiraju s rezultatima dobivenim za sadržaj saharoze, što je očekivano s obzirom na vrlo visoki udio saharoze u ukupnim šećerima. U 2009. godini sadržaj ukupnih šećera je bio značajno viši u odnosu na 2008. godinu, a što se, slično kao i za rezultate za sadržaj vode u zrnu, također može povezati s vrlo malom količinom oborina tijekom vegetacije i to posebice u srpnju. Dobiveni rezultati u skladu su s istraživanjima Nemeskeri i sur. (2019), a koji su utvrdili povećanje sadržaja ukupnih šećera u zrnu kukuruza šećerca kod vodnog stresa odnosno nedostatka vode u tlu. Na sadržaj ukupnih šećera u zrnu u najvećoj je mjeri utjecao stadij zrelosti. Značajna razlika između istraživanih hibrida kao i značajna interakcija hibrida sa stadijem zrelosti zrna pokazuje da su se *su1* hibridi međusobno razlikovali kako u sadržaju šećera tako i u dinamici njihovog smanjivanja tijekom perioda dozrijevanja. Prema Marshall i Tracy (2003) komercijalne *su1* hibride karakterizira sadržaj ukupnih šećera iznad 15 %. Ovisno o stadiju zrelosti, maksimalna koncentracija ukupnih šećera istraživanih hibrida kretala se od 13,52 % (Alpos su) do 25,01 % (OS 255su). Ovi rezultati upućuju da je maksimalan sadržaj ukupnih šećera kod hibrida Alpos su (13,52 %) bio ispod prethodno navedenog minimuma za komercijalne hibride, dok su kod svih ostalih hibrida te vrijednosti bile osjetno veće i kretale su se od 19,31 % do 25,01 %. Tijekom dozrijevanja najveći prosječni gubitak ukupnih šećera imao je hibrid OS 255su (57,6 %), što je i očekivano s obzirom da isti hibrid karakterizira i najveće smanjenje sadržaja saharoze u zrnu u kasnijim stadijima zrelosti zrna. Nadalje, interakcija između hibrida, stadija zrelosti i vegetacijske sezone ukazala je da to smanjenje ukupnih šećera od najranijeg do najkasnijeg stadija zrelosti zrna kod hibrida OS 255su bilo puno veće (67,3 %) u sušnoj 2009. godini u odnosu na 44,6 % u 2008. Suprotnu reakciju imao je hibrid OS 258su za kojeg je u identičnom periodu dozrijevanja tijekom sušne 2009. utvrđen puno manji gubitak šećera (27,7 %) u odnosu na 2008. (59,8 %). Pet istraživanih hibrida (OS 255su, OS 256su, OS 247su, Alpos su i OS 332su) nisu imali sadržaj ukupnih šećera veći od komercijalno prihvatljivih 15 % u optimalnom stadiju (tehnološkoj) zrelosti obzirom na sadržaj vode u zrnu. Hibrid OS 250su karakterizirao je najveći sadržaj ukupnih šećera tijekom dva stadija zrelosti s optimalnim sadržajem vode u zrnu za berbu (19. i 21. DNO). Sadržaj ukupnih šećera kao i sadržaj

pojedinačnih šećera bio je u pozitivnoj korelaciji sa sadržajem vode u zrnu, što jasno pokazuje da nakon što šećeri u zrnu dostignu svoje maksimalne vrijednosti u najranijim stadiju zrelosti tijekom daljnjeg dozrijevanja, odnosno gubitka vode iz zrna, dolazi do smanjenja sadržaja šećera u zrnu. Soberalske i Andrew (1978) naglašavaju da je pri odabiru hibrida u selekcijskim programima važno uzeti u obzir kako sadržaj šećera tako i dinamiku promjene, budući da oba čimbenika utječu na kvalitetu zrna.

Jedna od karakteristika *su1* hibrida je da sadrže velike količine vodotopivih polisaharida koje zrnu daju kremastu teksturu (Marshall i Tracy, 2003). Rezultati provedenih istraživanja pokazuju da sadržaj vodotopivih polisaharida tijekom dozrijevanja raste i doseže maksimalnu koncentraciju 25. DNO, iako razlike između 23. i 25. DNO nisu bile statistički značajne. Rezultati se podudaraju sa istraživanjem Creech i sur. (1965) koji je također utvrdio značajno povećanje sadržaja vodotopivih polisaharida do 24. DNO, dok daljnjim dozrijevanjem do 28. DNO njihov sadržaj nije značajno promijenjen. Za istraživane hibride utvrđena je najveća varijabilnost u sadržaju vodotopivih polisaharida 17. DNO, a koja je bila u rasponu od 12,96 % do 18,64 %. Daljnjim dozrijevanjem razlika između hibrida se smanjivala tako da je u 23. i 25. DNO nema. Hibrid OS 247su karakterizira najveće povećanje vodotopivih polisaharida od 17. do 25. DNO (sa 12,96 % na 24,59 %). Creech i sur. (1965) su kod *su1* genotipova između 16. DNO i 24. DNO utvrdili sličnu dinamiku nakupljanja vodotopivih polisaharida (sa 14,3 % na 28,5 %). U istraživanju Azanza i sur. (1996) sadržaj vodotopivih polisaharida kod *su1* genotipa raste sa 22,9 % na 25,0 % između 18. i 22. DNO.

Brzo otpuštanje vode iz zrna i naglašena konverzija šećera kod *su1* hibrida kukuruza šećerca rezultira u značajnom povećanju sadržaja škroba tijekom dozrijevanja zrna. Rezultati istraživanja pokazuju da je stadij zrelosti zrna imao najveći učinak na sadržaj škroba istraživanih hibrida u promatranom periodu dozrijevanja. U usporedbi sa 17. DNO, sadržaj škroba u zrnu se u zadnjem stadiju zrelosti zrna (25. DNO) povećao za 32,02 %. Slično rezultatima za vodotopive polisaharide, istraživani hibridi su se međusobno najviše razlikovali u sadržaju škroba u 17. DNO, dok u 25. DNO nije bilo značajnih razlika između hibrida. Hibrid OS 255su dozrijevanjem je imao najveći porast sadržaja škroba u odnosu na početni stadij zrelosti (41,1 %), a što se može povezati s najvećim smanjenjem sadržaja saharoze tijekom kasnijih stadija zrelosti zrna kod ovog hibrida. Hibrid Alpos su je uslijed genetske osnove standardnog zrna imao najveći početni sadržaj škroba i najmanji porast tijekom dozrijevanja (26,7 %). Slično kao i kod hibrida OS255su, ovakva reakcija za sadržaj škroba može se povezati s karakterističnim (najmanjim) početnim sadržajem saharoze u zrnu i posljedično njenim najmanjim smanjenjem u kasnijim stadijima zrelosti zrna.

Porast sadržaja škroba prvenstveno je rezultat smanjenja sadržaja šećera (r=-0.94) što negativno utječe na okus. Prema Marshall i Tracy (2003) komercijalni *su1* hibridi sadrže 20 %-30 % škroba u zrnu. Sadržaj škroba ispod 30 % unutar optimalnog stadija zrelosti zrna za berbu imali su hibridi OS 250su, OS 253su, OS 254su i OS 258su.

Tijekom dozrijevanja dolazi do promjene parametara boje, svjetline (L*) i žutoće (b*) zrna (Calvo- Brenes i sur., 2019, Ibrahim i sur., 2019, O'Hare i sur., 2015), a dosadašnja istraživanja pokazuju kako je boja zrna važan parametar kod organoleptičke procjene kvalitete kukuruza šećerca (Degner i sur., 2001, O'Hare i sur., 2014). U odnosu na početni stadij zrelosti zrna, prosječna vrijednost parametra b* do zadnjeg promatranog stadija zrelosti povećala se za 12,9 %, dok su vrijednosti parametra L* do 23. DNO rasle, a zatim padale za 1,8 %. Ibrahim i Ghada (2019) su kod tri *su1* hibrida kukuruza šećerca utvrdili smanjenje parametra svjetline (1,5 %) i povećanje parametra žutoće (8,5 %) tijekom dozrijevanja od 20. do 26. DNO. Utvrđene su značajne razlike između hibrida za oba ispitivana parametra boje u svim stadijima zrelosti, što je i očekivano obzirom da se hibridi međusobno i fenotipski razlikuju u boji zrna. Svi istraživani hibridi imali su veće vrijednosti ispitivanih parametara boje u 2009. godini, a na što su najvjerojatnije utjecale više temperature i manja količina oborina u odnosu na 2008. godinu.

U 2. poljskom pokusu provedenom tijekom 2011. vegetacijske sezone istraživani su hibridi kukuruza šećerca s različitim tipom mutacija (*su1* i *sh2*). Između *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca jasno se uočava razlika kako u sadržaju vode u zrnu tako i u dinamici smanjenja (otpuštanja) sadržaja vode u kasnijim stadijima zrelosti zrna. Hibridi u tipu *su1* imali su značajno niži prosječni sadržaj vode u zrnu u svim stadijima zrelosti zrna u usporedbi s *sh2* hibridima. U prvom promatranom stadiju zrelosti zrna (17. DNO) *su1* hibridi kukuruza šećerca imali su od 77,66 % do 79,88 % vode u zrnu, a *sh2* hibridi od 81,04 % do 82,40 %. No, kod obje skupine mutanata hibride je karakteriziralo značajno smanjenje sadržaja vode u kasnijim stadijima zrelosti zrna. Dinamika otpuštanja vode iz zrna tijekom dozrijevanja je prvenstveno uvjetovana tipom mutacije, ali postoje i značajne razlike između hibrida unutar iste skupine. U odnosu na početni stadij (17. DNO), najveće smanjenje sadržaja vode u zrnu unutar *su1* skupine hibrida imao je hibrid OS 258su (19,4 % ili 2,4 % po danu), a najmanje hibrid OS 255su (11,2 % ili 1,4 % po danu). Tijekom istraživanog perioda dozrijevanja unutar skupine *sh2* hibrida najmanji je gubitak vode imao hibrid Superslatki (6,8 % ili 0,85 % po danu), a najveći hibrid OS exp 2sh (8,8 % ili 1,1 % po danu). Ovi rezultati su u suglasju s istraživanjima Azanza i sur. (1996) koji su kod *su1* genotipova utvrdili dnevni gubitak vode u rasponu od 1,1 % do 2,2 %, a kod *sh2* hibrida od 0,7 % do 1,3 %. Dobiveni rezultati u našim istraživanjima ukazuju na značajno veći gubitak vode u zrnu kod obje skupine hibrida u odnosu na podatke Marshall i Tracy (2003) koji navode da *su1* hibridi gube prosječno 1,0 %, a *sh2* hibridi 0,25 %

sadržaja vode dnevno. Razlike između istraživanja mogu biti uvjetovane različitim genotipovima, ali i utjecajem okolinskih čimbenika. Dobivena značajna interakcija hibrid x rok sjetve x stadij zrelosti također ukazuje da se sadržaj i dinamika otpuštanja vode iz zrna kod hibrida kukuruza šećerca može značajno razlikovati ovisno o okolinskim čimbenicima. Temperatura zraka je čimbenik koji u najvećoj mjeri utječe na otpuštanje vode iz zrna (Brooking i McPherson, 1989; Marshall i Tracy, 2003). Za prvi rok sjetve utvrđena je niža suma toplinskih jedinca od oplodnje do prvog promatranog stadija zrelosti (193 °C) u odnosu na slijedeća dva roka sjetve (237 °C i 247 °C). To je kod svih *su1* hibrida rezultiralo u značajno većem sadržaju vode u zrnu u 17. DNO u usporedbi sa drugim i trećim rokom sjetve, a kod *sh2* hibrida također u usporedbi sa 2. rokom sjetve. Nadalje, prvi rok sjetve karakterizira vrlo visoka suma toplotnih jedinica i gotovo potpuni izostanak oborina tijekom promatranog perioda dozrijevanja (17. DNO–25. DNO), što je kod svih *su1* hibrida dovelo do puno bržeg i posljedično većeg gubitka vode iz zrna u odnosu na dva kasnija roka sjetve. Najpovoljniji okolinski uvjeti tijekom dozrijevanja zrna bili su u drugom roku sjetve koji je uz nižu sumu toplinskih jedinica imao i zadovoljavajuću količinu oborina. Hibrid OS 247su imao je u drugom roku sjetve najmanji gubitak vode iz zrna unutar *su1* hibrida (7,2 % ili 0,9 % po danu). Međutim, isti hibrid je u prvom roku imao gubitak od 17,4 % ili 2,0 % po danu, a što je bila posljedica viših temperatura i manjih količina oborina tijekom perioda dozrijevanja. Najveće variranje između različitih rokova sjetve kod *sh2* hibrida imao je hibrid Os exp 2sh koji je u usporedbi sa prvim rokom sjetve (10,9 % ili 1,4 % po danu) imao relativno mali gubitak sadržaja vode u drugom roku sjetve (5,0 % ili 0,6 % po danu). Hibrid OS 258su karakterizira najveće smanjenje sadržaja vode u zrnu u kasnijim stadijima zrelosti u sva tri roka sjetve (od 17,9 % ili 2,2 % po danu do 13,7 % ili 1,7 % po danu). Razlika u dinamici gubljenja vode iz zrna između rokova sjetve utjecala je kod ispitivanih hibrida na trajanje optimalnog stadija zrelosti zrna za berbu. Hibrid OS 258su je u svim rokovima sjetve imao slično i najkraće (jedan stadij zrelosti) trajanje optimalnog perioda za berbu. Kod svih ostalih *su1* hibrida optimalni period za berbu je bio najduži u najpovoljnijim vremenskim uvjetima u drugom roku sjetve i obuhvatio je ukupno tri promatrana stadija zrelosti zrna. Prema Marshall i Tracy (2003) optimalni sadržaj vode u zrnu za berbu *sh2* hibrida kreće se od 74 %-78 % Trajanje optimalnog perioda za berbu može se utvrditi za hibrid OS exp 1sh u trećem roku sjetve te za hibride OS exp 2sh i OS 244sh u prvom i trećem roku sjetve od 21. do 25 DNO. Najduži optimalni period berbe od 19. DNO do 25. DNO utvrđen je u vremenski najpovoljnijim uvjetima u drugom roku sjetve, pri čemu sadržaj vode u zrnu 25. DNO i utvrđena dinamika smanjenja sadržaja vode dozrijevanjem jasno ukazuju da optimalni period za berbu *sh2* hibrida može biti duži od vremenskog perioda unutar provedenog poljskog istraživanja.

Najveće razlike u sadržaju saharoze u zrnu očekivano su utvrđene između hibrida različitog tipa mutacije endosperma. Udio saharoze u ukupnim šećerima kod *su1* hibrida prosječno je iznosio 67 %, a kod *sh2* hibrida 79 %. Za sve *su1* hibride najveći sadržaj saharoze (od 12,46 % do 15,8%) je utvrđen u prvom promatranom stadiju zrelosti (17. DNO), a daljnjim dozrijevanjem se sadržaj saharoze smanjivao. Smanjenje saharoze u promatranom periodu dozrijevanja za *su1* hibride iznosio je u prosjeku 54 %, odnosno 6,2 % po danu, što je u skladu s rezultatima dobivenim u istraživanju iz 2008. i 2009. godine. *Sh2* hibridi su prosječno imali dva do tri puta veći sadržaj saharoze (od 28,72 % do 33,58 %) u odnosu na *su1* hibride. Međutim, promjena sadržaja saharoze tijekom dozrijevanja razlikovala se u usporedbi sa *su1* hibridima. Kod svih *sh2* hibrida utvrđen je porast sadržaja saharoze od 17. DNO do 21. DNO, a koji je u prosjeku iznosio od 0,9 % do 11 %. Slični rezultati utvrđeni su u istraživanju Azanza i sur. (1996) koji su kod tri *sh2* genotipa dobili porast sadržaja saharoze (od 1,5 % do 8,6 %) između 18. DNO i 22. DNO. Creech i sur. (1965) su kod *sh2* genotipova između 16. DNO i 20. DNO utvrdili prosječno povećanje sadržaja saharoze za 39,7 %. Ovi rezultati pokazuju da *sh2* hibridi postižu najveći sadržaj saharoze u kasnijim stadijima zrelosti u odnosu na *su1* hibride. Za većinu *sh2* genotipova sadržaj saharoze daljnjim dozrijevanjem do 25. DNO statistički se nije značajno promijenio. Značajno smanjenje sadržaja saharoze između 21. i 25. DNO utvrđeno je samo za hibride OS exp 2sh (5,4 % ili 1,4 % po danu) i OS 244sh (7,8 % ili 1,9 % po danu). U istraživanju Wong i sur. (1994) *sh2* hibridi su između 20. i 26. DNO dnevno gubili od 0,8 % do 4,2 % saharoze po danu. Prema Dodson-Swenson i Tracy (2015) *sh2* hibridi su zbog višestruko većeg sadržaja saharoze i manje promjene tijekom dozrijevanja kvalitetniji te stoga i zastupljeniji na tržištu (70 %) u odnosu na *su1* hibride. Rok sjetve nije značajno utjecao na sadržaj saharoze, ali značajnost interakcije genotip x stadij zrelosti x rok sjetve upućuje da ispitivani hibridi nisu imali sličnu dinamiku promjene sadržaja saharoze tijekom dozrijevanja zrna u različitim rokovima sjetve. U prvom roku sjetve je kod svih hibrida utvrđen veći pad sadržaja saharoze tijekom promatranog perioda dozrijevanja, a što se može povezati s relativno brzim gubitkom vode iz zrna uslijed visokih temperatura zraka i nedostatka oborina od 17. do 25. DNO. Farsiani i sur. (2011) također izvješćuju o značajno manjem sadržaju saharoze u zrnu u uvjetima vodnog stresa odnosno nedostatka vode. Međutim, u druga dva roka sjetve hibridi su različito reagirali za sadržaj vode u zrnu. Tako je primjerice kod hibrida OS exp 3sh u trećem roku sjetve utvrđen porast sadržaja saharoze od 17. do 25. DNO. U drugom roku sjetve hibrid OS 258su imao je veći, a hibrid OS 254su manji gubitak saharoze u odnosu na prvi i treći rok sjetve.

Udio glukoze u ukupnim šećerima je za *su1* hibride iznosio u prosjeku 19,7 %, a za *sh2* hibride 12 %, dok je prosječni udio fruktoze za *su*1 hibride iznosio 13,9 % a za *sh2* hibride 9,2 %. Razlike između ispitivanih hibrida za sadržaj glukoze i fruktoze u najranijem stadiju zrelosti

(17. DNO) nisu bile uvjetovane tipom mutacije endosperma. Međutim, tijekom dozrijevanja za sve *su1* hibride utvrđen je veći gubitak glukoze i fruktoze u odnosu na *sh2* hibride. Hibridi su najveći sadržaj glukoze (4,6 %-7,1 %) i fruktoze (3,4 %-5,9 %) imali u prvom promatranom stadiju dozrijevanja (17. DNO). Wong i sur. (1994) su utvrdili nešto veće variranje za sadržaj glukoze (1,6 %-7,4 %) i fruktoze (1,5 %-7,9 %) između 24 *su1* i 5 *sh2* hibrida u 20. DNO. Sadržaj glukoze je kod *su1* hibrida dozrijevanjem (17.-25. DNO) smanjen prosječno za 68 %, a kod *sh2* hibrida 50 %. Prosječni gubitak fruktoze dozrijevanjem je za *su1* hibride iznosio 76 %, a za *sh2* hibride 57 %. Hibridi su 17. DNO imali najniži sadržaj glukoze i fruktoze u trećem roku sjetve, a koji je imao najveću sumu toplinskih jedinica od oplodnje do 17. DNO odnosno najviše temperature zraka. Prema Marshall i Tracy (2003) više temperature zraka utječu na bržu konverziju jednostavnih šećera u vodotopive polisaharide i škrob. Tijekom dozrijevanja od 17. do 25. DNO suma toplinskih jedinica je bila najmanja u trećem roku sjetve, a što je rezultiralo manjim gubitkom glukoze i fruktoze u odnosu na druga dva roka pa se 25. DNO prosječni sadržaj oba šećera nije značajno razlikovao između različitih rokova sjetve.

Sadržaj ukupnih šećera u zrnu se, kao i sadržaj saharoze, najviše razlikovao između hibrida različitog tipa mutacije endosperma. Kod svih *su1* hibrida najveći sadržaj ukupnih šećera utvrđen je 17. DNO (20,48 %-27,62 %) i značajno se smanjivalo u svakom slijedećem stadiju zrelosti zrna do 25. DNO. U odnosu na 17. DNO, *su1* hibridi su dozrijevanjem izgubili od 54 % do 63 % (6,8 %-7,9 % po danu) ukupnih šećera. Unutar optimalnog perioda za berbu obzirom na sadržaj vode u zrnu (70 %-74 %) *su1* hibridi su imali vrlo nizak sadržaj ukupnih šećera. Tako su komercijalno prihvatljivih 15 % ukupnih šećera imali samo hibridi Os 254su, Os 256su i Os 247su i to samo u jednom stadiju zrelosti zrna (21. ili 23. DNO). *Sh2* hibridi su najveći sadržaj ukupnih šećera imali 17. ili 19. DNO (37,32 %-45,38 %), a njihov gubitak dozrijevanjem do 25. DNO kretao se ovisno o hibridu od 5 % do 20% odnosno od 0,6 % do 2,5 % po danu. U istraživanju Wong i sur. (1994) *sh2* hibridi su dozrijevanjem od 20. do 26. DNO dnevno izgubili 1,5 %-5,1 % ukupnih šećera. Hibridi Os exp 1sh, Os exp 2sh i Os 244sh su u optimalnom stadiju zrelosti zrna za berbu (74 %-78 % vode u zrnu) imali vrlo visok sadržaj ukupnih šećera (41,18 %-42,09 %), pri čemu se kod hibrida Os exp 2sh sadržaj ukupnih šećera nije značajno mijenjao kroz cijeli optimalni stadij zrelosti zrna za od 21. do 25. DNO. Nadalje, hibride Os exp 1sh i Os exp 2sh karakterizira najmanje variranje kako u sadržaju ukupnih šećera tako i u promjeni ukupnih šećera tijekom dozrijevanja u različitim rokovima sjetve. Međutim, za većinu istraživanih hibrida utvrđena je različita dinamika promjene sadržaja ukupnih šećera tijekom dozrijevanja u različitim rokovima sjetve.

Sadržaj vodotopivih polisaharida u zrnu predstavlja jednu od primarnih razlika između *su1* i *sh2* skupine mutanata kukuruza šećerca. Karakteristika *su1* skupine je visok sadržaj

vodotopivih polisaharida koji zrnu daju kremastu teksturu. *Sh2* skupinu, zbog nemogućnosti konverzije šećera u vodotopive polisaharide i škrob, karakterizira vrlo nizak sadržaj vodotopivih polisaharida (Marshall i Tracy, 2003.). Slično kao i u 1. poljskom pokusu tijekom vegetacijskih sezona 2008. i 2009., *su1* hibridi su najveći sadržaj vodotopivih polisaharida imali 25. DNO (23,54 %-24,72 %) a povećanje njihovog sadržaja tijekom dozrijevanja u odnosu na 17. DNO iznosilo je od 53 %-81 %. *Sh2* hibridi su najveći sadržaj vodotopivih polisaharida imali 23. ili 25. DNO i kretao se u rasponu od svega 1,63 % do 2,46 %. Nadalje, hibrid OS exp 2sh nije imao značajnu promjenu sadržaja vodotopivih polisaharida između promatranih stadija zrelosti zrna. U istraživanju Azanza i sur. (1996) sadržaj vodotopivih polisaharida kod *sh2* genotipova se kretao od 0,4 % do 1,5 % pri čemu nije dobivena značajna razlika u sadržaju između 18. i 22. DNO. Značajna interakcija stadij zrelosti x rok sjetve za sadržaj vodotopivih polisaharida odgovara učinku za sadržaj vode i šećera u zrnu, ali u obrnutom smjeru. Prvi rok sjetve karakterizira puno manja suma toplinskih jedinica od oplodnje do 17. DNO u odnosu na 2. i 3. rok što je vjerojatno uzrok nižeg sadržaja vodotopivih polisaharida 17. DNO u usporedbi s drugim rokovima sjetve. No, u odnosu na drugi i treći rok sjetve tijekom dozrijevanja (od 17. do 25. DNO) utvrđena je viša suma toplinskih jedinica za prvi rok sjetve koji rezultira u većem povećanju sadržaja vodotopivih polisaharida pa tako 25. DNO imamo podjednaki sadržaj vodotopivih polisaharida u svim rokovima sjetve.

Sadržaj škroba u zrnu značajno se očekivano razlikovao između *su1* i *sh2* hibrida kao i između hibrida s istim tipom mutacije. Kod svih *su1* hibrida sadržaj škroba je bio najmanji 17. DNO (19,43 %-23,71 %) i značajno se povećavao sa svakim slijedećim stadijem zrelosti do 25. DNO kada se sadržaj između hibrida kretao od 35,32 % do 37,08 %. U odnosu na *su1* hibride, *sh2* hibridi su imali značajno manji sadržaj škroba 17. DNO (9,55 %-17,47 %), manje povećanje tijekom dozrijevanja i veće variranje sadržaja 25. DNO (14,55 %-21,28 %). Sličnu dinamiku nakupljanja škroba dozrijevanjem između 16. i 28. DNO utvrdili su Creech i sur. (1965) za *su1* (23,3 %-35,4 %) i *sh2* genotipove (18,4 %-21,9 %). Hibridi su 17. DNO imali najviši sadržaj škroba u trećem roku sjetve uslijed najveće sume toplinskih jedinica od oplodnje do 17. DNO. Tijekom dozrijevanja od 17. do 25. DNO suma toplinskih jedinica je najmanja u 3. roku sjetve, a što je rezultiralo manjim nakupljanjem škroba u odnosu na ostala dva roka pa se 25. DNO prosječni sadržaj škroba ne razlikuje značajno između rokova.

Sadržaj fenola u zrnu je važan čimbenik zdravstvene i funkcionalne vrijednosti kukuruza šećerca (Chun i sur., 2005., Song i sur., 2010. Zang i sur., 2017.). Prema Songu i sur. (2010.) sadržaj ukupnih fenola u kukuruzu šećercu od 264 mg GAE/100 g ST ekvivalentan je sadržaju fenola u mrkvi, krumpiru i bijelom luku, a veći od celera, zelene salate i krastavca. Ispitivani hibridi značajno su se razlikovali u sadržaju fenola u zrnu, a najveći sadržaj je utvrđen 17. ili

19. DNO (209,9 mg GAE/100 g ST-345,1 mg GAE/100 g ST). Za većinu hibrida je dozrijevanjem do 25. DNO utvrđeno značajno smanjenje sadržaja ukupnih fenola što nije u skladu s rezultatima drugih istraživača (Zhang i sur. 2020., Špoljarić Marković i sur., 2020., Hu i sur., 2021.) u kojima je utvrđen porast sadržaja ukupnih fenola u zrnu tijekom dozrijevanja. Nepodudarnost rezultata može biti uvjetovana različitim genotipovima, ali i različitim stadijima zrelosti zrna obuhvaćenim u različitim istraživanjima. Primjerice, hibridi OS exp 3sh i OS 244sh karakterizira sličan sadržaja fenola od 17. do 25. DNO, dok kod hibrida OS exp 2sh sadržaj fenola značajno opada do 21. DNO, a zatim značajno raste. Premda su Hu i sur. (2021.) utvrdili značajan porast ukupnih fenola od 10. do 30. DNO, hibrid YT16 nije imao značajnu promjenu u sadržaju između 20. i 25. DNO. Nadalje, u istraživanju Špoljarić Marković i sur. (2020.) sadržaj ukupnih fenola u zrnu hibrida Obsession i OS exp 3sh se dozrijevanjem od 20. do 26. DNO smanjuje, a dozrijevanjem od 26. do 32. DNO značajno povećava. U provedenom istraživanju hibridi su imali različitu dinamiku promjene sadržaja ukupnih fenola tijekom dozrijevanja u različitim rokovima sjetve. Za većinu hibrida je u 3. roku sjetve utvrđen najveći sadržaj ukupnih fenola, ali i najveće promjene njihovog sadržaja tijekom promatranih stadija zrelosti zrna. Od 19. do 21. DNO kod hibrida OS 255su i OS 247su je sadržaj ukupnih fenola smanjen za 49 %, dok je kod hibrida OS exp 2sh i Superslatki od 21. do 25. DNO sadržaj ukupnih fenola povećan za 25 %. Najmanje variranje u sadržaju ukupnih fenola tijekom dozrijevanja većina hibrida je imala u vremenski najpovoljnijem drugom roku sjetve.

Antioksidacijska aktivnost ispitivanih hibrida nije bila u jakoj korelaciji sa sadržajem ukupnih fenola u zrnu (r=-0.22), što nije u skladu s drugim istraživanjima u kojima je utvrđena značajna povezanost sadržaja ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti (Khampas i sur. 2013., Das i sur. 2014.). U istraživanju Zhang i sur. (2017) antioksidacijska aktivnost *sh2* hibrida određivana je pomoću tri različite metode (DPPH, FRAP i CAA) pri čemu je dobivena značajnu korelacija između sadržaja fenola i antioksidacijske aktivnosti određene FRAP i CAA metodom, dok antioksidacijska aktivnost utvrđena DPPH metodom nije bila u korelaciji sa sadržajem fenola. Nepodudaranje rezultata autori objašnjavaju mogućim djelomičnim utjecajem nefenolnih lipofilnih antioksidanata kao što su lutein i zeaksantin, koji, budući da se kao otapalo koristi metanol, mogu lako reagirati s DPPH radikalom. Antioksidacijska aktivnost je za sve ispitivane hibride bila najniža 17. DNO i kretala se od 190,5 mg GAE/100 g ST do 298,2 mg GAE/100 g ST pri čemu su svi *su1* hibridi imali veću antioksidacijsku aktivnost u odnosu na *sh2* hibride. Za većinu ispitivanih hibrida najviša antioksidacijska aktivnost utvrđena je 25. DNO (297,4 mg GAE/100 g ST-345,9 mg GAE/100 g ST). Tijekom dozrijevanja svi *sh2* hibridi su povećavali antioksidacijsku aktivnost sa svakim kasnijim stadijem zrelosti zrna do 25. DNO, a ukupno povećanje se između hibrida kretalo od 25 % do 76 %. To je u suglaslju s rezultatima Hu i sur. (2021.) koji su kod dva hibrida kukuruza šećerca sazrijevanjem od 15. do 25. DNO utvrdili

povećanje antioksidacijske aktivnosti za 34 % i 61 %. Za razliku od *sh2* mutanata, kod *su1* hibrida nije utvrđena pravilnost u promjeni antioksidacijske aktivnosti u različitim stadijima zrelosti zrna. Rok sjetve nije značajno utjecao na antioksidacijsku aktivnost, ali značajnost interakcije hibrid x stadij zrelosti x rok sjetve ukazuje da su ispitivani hibridi imali različitu dinamiku promjene antioksidacijske aktivnosti tijekom dozrijevanja u različitim rokovima sjetve. *Sh2* hibridi su u svim rokovima sjetve tijekom dozrijevanja povećali antioksidacijsku aktivnost pri čemu je za četiri *sh2* hibrida najveće povećanje utvrđeno u trećem roku sjetve, a za hibrid OS 244sh u prvom roku sjetve. *Su1* hibridi su imali značajno veće variranje antioksidacijske aktivnosti tijekom dozrijevanja u različitim rokovima sjetve. Tako je primjerice za hibrid OS 256su je u prvom roku sjetve utvrđeno relativno veliko povećanje (65 %), a u trećem roku sjetve smanjenje (61 %) antioksidacijske aktivnosti dozrijevanjem od 17. do 25. DNO.

Rezultati istraživanja pokazuju da su relativno male promjene u sadržaju vode u zrnu tijekom promatranog perioda dozrijevanja povezane sa značajnim promjenama kemijskog sastava zrna. Smanjenje sadržaja vode u zrnu tijekom dozrijevanja uglavnom je povezano sa smanjenjem sadržaja pojedinačnih i ukupnih šećera (od r=0.61 do r=0.72) kao i smanjenjem sadržaja ukupnih fenola (r=0.50). Smanjenje sadržaja vode u zrnu tijekom dozrijevanja značajno je povezano s povećanjem vodotopivih polisaharida (r=-0.70), škroba (r=-0.76), antioksidacijske aktivnosti (r=-0.43) i boje zrna (r=-0.39). Tijekom promatrane faze dozrijevanja metabolički procesi u zrnu su vrlo intenzivni stoga je berba kukuruza šećerca u odgovarajućem stadiju zrelosti zrna presudna kako bi se osigurala visoka nutritivna kvaliteta.

Za sva promatrana svojstva utvrđene su značajne razlike između ispitivanih hibrida pri čemu je tip mutacije endosperma najvažniji čimbenik za sadržaj saharoze, ukupnih šećera, vodotopivih polisaharida i škroba u zrnu. Promjene u sadržaju vode, pojedinačnih i ukupnih šećera, vodotopivih polisaharida i škroba tijekom dozrijevanja veće su kod *su1* hibrida u odnosu na *sh2* hibride. Nadalje, za *sh2* hibride je utvrđen veći porast antioksidacijske aktivnosti u kasnijim stadijima zrelosti zrna u odnosu na *su1* hibride.

Utvrđene su značajne razlike između hibrida istog tipa mutacije u sadržaju i dinamici promjena tijekom dozrijevanja za sve promatrane kemijske komponente zrna. Hibridi Os 254su i OS 256su mogu se, s obzirom na duljinu trajanja optimalnog perioda za berbu, sadržaj šećera i smanjenje sadržaja šećera dozrijevanjem, te najniži sadržaj škroba, izdvojiti kao najkvalitetniji u skupini *su1* hibrida. Novi *sh2* hibrid Os exp 2sh imao je nešto niži početni sadržaj ukupnih šećera u odnosu na standardni hibrid OS 244sh pri čemu se kod hibrida Os exp 2sh sadržaj ukupnih šećera nije značajno mijenjao kroz cijeli optimalni period berbe te je u zadnjem promatranom stadiju zrelosti imao značajno veći sadržaj šećera u odnosu na ostale *sh2* hibride. Za hibrid Os exp 2sh također je utvrđeno vrlo malo variranje između različitih rokova

sjetve kako u sadržaju ukupnih šećera tako i u promjeni ukupnih šećera tijekom dozrijevanja što je vrlo značajno s obzirom da selekcija nekog hibrida za komercijalnu proizvodnju ovisi o stabilnosti njegovih performansi kroz okoline.

Rezultati istraživanja za sadržaj ukupnih fenola i antioksidacijsku aktivnost pokazuju vrlo visok udio interakcije genotip × stadij zrelosti x rok sjetve u ukupnoj varijabilnosti. Premda su između ispitivanih hibrida za oba svojstva utvrđene značajne razlike, dinamika promjene tijekom dozrijevanja kao i variranje između rokova onemogućuju izdvajanje hibrida s potencijalno većom nutritivnom vrijednošću. Utvrđene razlike između genotipova u svakom slučaju ukazuju da je istraživanja potrebno nastaviti na način da se uključi veći broj genotipova te obuhvati više skupina bioaktivnih spojeva (posebice karotenoida) kako bi se izdvojili hibridi s potencijalno većim zdravstvenim dobrobitima.

6. ZAKLJUČCI

U suglasju s postavljenim hipotezama dobiveni su slijedeći zaključci:

1. Unutar domaće germplazme kukuruza šećerca utvrđene su značajne razlike između istraživanih hibrida kukuruza šećerca tijekom dozrijevanja za sva istraživana svojstva (sadržaj vode, saharoze, glukoze, fruktoze, vodotopivih polisaharida, škroba i ukupnih fenola, te antioksidacijsku aktivnost i parametre boje zrna).

2. U 1. poljskom pokusu za *su1* hibride sadržaj vode u zrnu u 17. DNO iznosio je prosječno 78,1 % i opao je na 68,2 % u 25. DNO, što ukazuje da je optimalni stadij zrelosti zrna za berbu (70 %-74 %) nastupio unutar promatranog perioda dozrijevanja. Hibridi su se međusobno razlikovali u dinamici otpuštanja vode i najveće smanjenje unutar *su1* skupine mutanata utvrđeno je za hibrid OS 253su, a najmanje za hibrid OS 255su. Za većinu istraživanih hibrida (OS 254su, OS 247su, Alpos su i OS 258su) optimalni stadij zrelosti zrna za berbu nastupio je 21. ili 23. DNO (OS 255su, OS 256su i OS 332su). Raniji optimalni stadij za berbu 19. DNO utvrđen je kod hibrida OS 250su i OS 253su. Najdulji period za berbu odnosno optimalni stadij zrelosti zrna obzirom na sadržaj vode u zrnu imao je hibridi OS 250su. U optimalnom stadiju zrelosti zrna za berbu hibride OS 250su, OS 253su i OS 254su karakterizira najbolja kvaliteta za sadržaj saharoze i ukupnih šećera, OS 255su za sadržaj vodotopivih polisaharida, te OS 258su za intenzitet žute boje zrna.

U 2. poljskom pokusu svi hibridi *sh2* tipa mutacije imali su značajno viši sadržaj ukupnih šećera i značajno niži sadržaj vodotopivih polisaharida u odnosu na *su1* hibride. Unutar optimalnog stadija zrelosti zrna *sh2* hibridi su imali od 40,8 % do 78,7 % veći sadržaj ukupnih šećera i od 86,2 % do 95,6 % manji sadržaj vodotopivih polisaharida u odnosu na *su1* hibride. Kod *su1* skupine mutanata najveći sadržaj ukupnih šećera imao je hibrid OS 256su. U optimalnom stadiju zrelosti hibrid OS 255su je imao značajno niži sadržaj šećera u odnosu na ostale *su1* hibride. Najveći sadržaj šećera unutar *sh2* skupine utvrđen je kod hibrida OS 244sh. Tijekom optimalnog stadija zrelosti zrna za berbu hibridi OS exp 3sh i Superslatki imali su značajno niži sadržaj ukupnih šećera u odnosu na ostale *sh2* hibride. Najveći sadržaj ukupnih fenola unutar *su1* skupine je dobiven kod hibrida OS 258su. U optimalnom stadiju zrelosti hibrid OS 258su je imao značajno veći sadržaj ukupnih fenola u odnosu na ostale *su1* hibride. Najveći sadržaj ukupnih fenola unutar *sh2* skupine utvrđen je kod hibrida OS exp 2sh. Unutar optimalnog stadija zrelosti zrna značajne razlike utvrđene su samo između hibrida s najvećim (OS exp 2sh) i najmanjim sadržajem ukupnih fenola (OS exp 1sh).

3. Vegetacijska sezona je značajno utjecala na većinu istraživanih svojstava *su1* hibrida kukuruza šećerca. U usporedbi sa 2008., u toplijoj i sušnijoj vegetacijskoj sezoni (2009.) utvrđen je značajno veći sadržaj šećera i parametri boje (žutoća i intenzitet) dok je reakcija za sadržaj vode, vodotopivih polisaharida i škroba bila obrnuta. U drugoj seriji pokusa (2011. vegetacijska sezona) utvrđen je i značajan utjecaj roka sjetve na većinu istraživanih svojstava *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca. U prvom (najranijem roku sjetve) većina *su1* hibrida ušla je u optimalni stadij za berbu u 21. DNO (OS 247su i OS 258su) ili u 23. DNO (OS 254su, OS 255su, OS 256su). U istom roku sjetve i kod većine *sh2* hibrida u 21. DNO nastupio je optimalni stadij zrelosti za berbu. Za razliku od prvog roka, u drugom roku sjetve većina *su1* i *sh2* hibrida ušla je u optimalni stadij za berbu već u 19. DNO. U trećem roku sjetve većina *sh2* hibrida je bila u optimalnom stadiju zrelosti za berbu u 21. DNO, a *su1* hibridi u 21. DNO ili kasnije. Neovisno o roku sjetve većina istraživanih *sh2* hibrida je bila u optimalnom stadiju zrelosti zrna za berbu sve do 25. DNO. Tijekom promatranog perioda dozrijevanja gubitak sadržaja ukupnih šećera kod *su1* hibrida kretao se od 45 % za hibrid OS 256su u prvom roku sjetve do 71 % za hibrid OS 247su u istom roku sjetve. Gubitak sadržaja šećera *sh2* hibrida kretao se od 7,8 % za OS exp 2sh u prvom roku sjetve do 23,8 % za hibrid OS 244sh u drugom roku sjetve. Tijekom dozrijevanja *su1* hibrida sadržaj ukupnih fenola je varirao od 6,8 % za hibrid OS 247su u drugom roku sjetve do 49,6 % za hibrid OS 255su u trećem roku sjetve. Sadržaj ukupnih fenola tijekom dozrijevanja varirao je od 8,9 % za hibrid Superslatki u drugom roku sjetve do 31,9 % za hibrid OS exp 3sh u trećem roku sjetve. Rezultati za sadržaj ukupnih fenola i antioksidacijsku aktivnost pokazuju vrlo visok udio interakcije genotip × stadij zrelosti x rok sjetve u ukupnoj varijabilnosti. Premda su između istraživanih hibrida za oba svojstva utvrđene značajne razlike, dinamika promjene tijekom dozrijevanja kao i variranje između rokova onemogućuju izdvajanje hibrida s potencijalno većom funkcionalnom vrijednosti. Utvrđene razlike između genotipova u svakom slučaju ukazuju da je istraživanja potrebno nastaviti na način da se uključi veći broj genotipova te obuhvati više skupina bioaktivnih spojeva (posebice karotenoida) kako bi se izdvojili hibridi s potencijalno većom zdravstvenom dobrobiti.

7. POPIS LITERATURE

1. Adom K.K., Liu R.H. (2002). Antioxidant Activity of Grains. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 6182–6187
2. Alan O., Kinaci G., Kinaci E., Basciftci Z.B., Sonmez K., Evrenosoglu Y., Kutlu I. (2014). Kernel Quality of Some Sweet Corn Varieties in Relation to Processing. Not Bot Horti Agrobo 42 (2): 414-419
3. Azanza F., Juvik J. A., Klein B.P. (1994). Relationships between sensory quality attributes and kernel chemical composition of fresh-frozen sweet corn. Journal of Food Quality 17: 159–172
4. Azanza F., Bar-Zur A., Juvik J.A. (1996). Variation in sweet corn kernel characteristics associated with stand establishment and eating quality. Euphytica 1: 7-18
5. Bajčan D., Tomáš J., Uhlířová G., Árvay J., Trebichalský P., Stanovič R., Šimanský V. (2013). Antioxidant potential of spinach, peas and sweet corn in relation to freezing period. Czech Journal of Food Science 31: 613-618
6. Becerra-Sanchez F, Taylor G. (2021). Reducing post-harvest losses and improving quality in sweet corn (Zea mays L.): challenges andsolutions for less food waste and improved food security. Food Energy Secur. 00:e277
7. Beretta G., Granata P., Ferrero M., Orioli M., Maffei Facino, R. (2005) Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. Anal. Chim. Acta. 533: 185-191
8. Bertoncelj J., Doberšek U., Jamnik M., Golob T. (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. Food Chem 105: 822-828
9. Boyer C.D., Shannon J.C. (1984). The use of endosperm genes for sweet corn improvement. Plant Breeding Review 1:139-161
10. Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm Wiss u Technol 28: 25-30
11. Brooking I.R., McPherson H.G. (1989). The impact of weather on the scheduling of sweet corn for processing 1. Quantifying the link between rate of development and the environment. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 17(1): 19-26
12. Calvo-Brenes P., Fanning K., O'Hare T. (2019). Does kernel position on the cob affect zeaxanthin, lutein and total carotenoid contents or quality parameters, in zeaxanthin-biofortified sweet-corn? Food Chemistry 277: 490-495
13. Carey E. E., Rhodes R. M., Dickinson D. B. (1982). Post-harvest levels of sugars and sorbitol in sugary enhancer (suse) and sugary (suSe) maize. HortScience 17: 241-242
14. Churchill G.A., Andrew R.H. (1984). Effects of Two Maize Endosperm Mutants on Kernel Maturity, Carbohydrates, and Germination. Crop Science 24 (1): 76-81
15. Chun O. K., Kim D.O., Smith N., Schroeder D., Han J. T., Lee C. Y. (2005). Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. Journal of the Science of Food and Agriculture 85: 1715–1724
16. CIELAB Color models. Konika Minolta Sensing, Inc (2002-2007). Chroma meter CR-400/410. Instruction manual
17. Commuri P.D., Jones R.J. (1999). Ultrastructural characterization of maize (Zea mays L.) kernels exposed to high temperature during endosperm cell division. Plant, Cell Environment 22 (4): 375-85
18. Common Catalogue of Varieties of Vegetable Species-consolidated version. (2020). 711-718 (preuzeto s: https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2020/12/plant-variety-catalogues_vegetable-species.pdf; 05.07.2021.)
19. Creech R.G. (1965). Genetic control of carbohydrate synthesis in maize endosperm. Genetics 52: 1175-1186
20. Creech R.G. (1968). Carbohydrate synthesis in maize. Adv. Agron. 20: 275-322
21. Das A.K., Sreerama Y. N., Singh V. (2014). Diversity in Phytochemical

Composition and Antioxidant Capacity of Dent, Flint, and Specialty Corns. Cereal Chemistry. 91 (6): 639-645
22. Degner R.L., Morgan K.L., de Bodisco C., House L. (2001). Market Development Strategies for Fresh Sweet Corn Based Upon Consumer abd Trade Surveys. Industry Report 01-1. The Florida Agricultural Market Research Center, University of Florida.
23. Dewanto V., Wu X., Liu R. H. (2002). Processed sweet corn has higher antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 4959-4964
24. Dickerson G. (1996). Home and market garden sweet corn production. preuzeto s: http://cahe.nmsu.edu/pubs/_h/h-223.html; 05.07.2021.
25. Dinnella C., Morizet D., Masi C., Cliceri D., Depezay L., Appleton K.M., Giboreau A., Perez-Cueto F.J.A., Hartwell H.,; Monteleone E. (2016). Sensory determinants of stated liking for vegetable names and actual liking for canned vegetables: A cross-country study among European adolescents. Appetite 107: 339–347
26. Dodson-Swenson H. G., Tracy W. F. (2015). Endosperm Carbohydrate Composition and Kernel Characteristics of (sh2-i/sh2-i Su1/Su1) and (sh2-i/sh2-i su1-r/su1-r) in Sweet Corn. Crop Science 55(6): 2647
27. Državni hidrometeorološki zavod, Klimatološko meteorološki sektor; Srednje dnevne temperature suhog termometra (°C) i oborine (mm). Višegodišnji prosjek za period 1961-2007
28. Državni zavod za statistiku (2019). Biljna proizvodnja u 2018., priopćenje (preuzeto s https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2019/01-01-14_01_2019.htm; 05.07.2021.)
29. Evensen K.B., Boyer C.D. (1986). Carbohydrate composition and sensory quality of fresh and stored sweet corn. Journal for the American Society for Horticultural Science 111: 734-738
30. FAOSTAT (2015). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division. (preuzeto s: http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP; 07.06.2021.)
31. FAOSTAT (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division. (preuzeto s: http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP; 07.06.2021.)
32. Farsiani A., Ghobadi M-E., Jalali-Honarmand S. (2011). The effect of water deficit and sowing date on yield components and seed sugar contents of sweet corn (Zea mays L.). African Journal of Agricultural Research 6 (26): 5769-5774
33. Ferguson J. E., Dickinson D. B., Rhodes A. M. (1979). Analysis of endosperm sugars in a sweet corn inbred (Illinois 677a) which contains the sugary enhancer (se) gene and comparison of se with other corn genotypes. Plant Physiology 63: 416
34. Garwood D. L., McArdle F., Vanderslice S.,Shannon J. (1976). Postharvest carbohydrate transformations and processed quality of high sugar maize genotypes. Journal of American Society of Horticultural Science 101: 400-404
35. Hale T.A., Hassell R.L., Phillips T., Halpin E. (2005). Taste panel perception of sweetness and sweetness acceptability compared to high pressure liquid chromatography analysis of sucrose and total sugars among three phenotypes (su, se and sh2) at varying maturities of fresh sweet corn. HortTechnology 15: 313-317
36. Hansen R., (2017). Sweet corn profile. content specialist, AgMRC, Iowa State University (preuzeto s: https://www.agmrc.org/commodities-products/vegetables/sweet-corn; 21.06.2021.)
37. Horvat D., Šimić G., Drezner G., Lalić D., Ledencan T., Tucak M., Plavšić H., Andrić L., Zdunić Z. (2020). Phenolic acid profiles and antioxidant activity of major cereal crops. Antioxidants 9 (6): 527
38. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za sjemenarstvo i rasadničarstvo. (2021). Sortna lista Republike Hrvatske, (preuzeto s: https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2021/07/SORTNA-LISTA-REPUBLIKE-HRVATSKE-05.07.2021.pdf ; 07.06.2021.)
39. Hu QP., Xu JG. (2011). Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59 (5): 2026-2033

40. Hu X., Liu H., Yu Y., Li G., Qi X., Li Y., Li T., Guo X., Liu R.H. (2021). Accumulation of phenolics, antioxidant and antiproliferative activity of sweet corn (Zea mays L.) during kernel maturation. Int. J. Food Sci. Technol 56: 2462-2470
41. Ibrahim A. I. A., Ghada A. Alfauomy (2019). Evaluation of some Sweet Corn Hybrids for Agronomic Traits and Technological Parameters under different Planting Dates 6 (1): 49-63
42. ISO 10520: 1997. Native starch – Determination of starch content – Ewers polarimetric method
43. Kahkonen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J.P., Pihlaja K., Kujala T.S., Heinonen M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. J. Agric. Food Chem. 47: 3954−3962
44. Kara B., Atar B., Gül H. (2012). Effects of different sowing dates on protein, sugar and dry matter of sweet corn. Research on Crops. 13 (2): 493-497
45. Khampas S., Lertrat K., Lomthaisong K., Suriharn B. (2013). Variability in phytochemicals and antioxidant activity in corn at immaturity and physiological maturity stages. International Food Research Journal 20 (6): 3149-3157
46. Khanduri A., Hossain F., Lakhera P.C., Prasanna B.M. (2011). Effect of harvest time on kernel sugar concentration in sweet corn. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 71(3): 231-234
47. Kleinhenz M.D. (2008). Sweet corn quality-What is it? (preuzeto s: http://www.oardc.ohio-state.edu/kleinhenz; 10.06.2021.)
48. Ledenčan T., Sudar R., Šimić D., Zdunić Z., Brkić A. (2008). Effects of the agroecological factors on sweet corn quality. Cereal Research Communications 36, 5 (3): 1411-1414
49. Letrat K., Pulam T. (2007). Breeding for increased Sweetness in sweet corn. International Journal of Plant Breeding 1 (1), 27-30
50. Liu H.Y., Mao J.H., Yan S.J., Yu Y.T., Xie L.H., Hu J.G., Li T., Abbasi A.M., Guo X.B., Liu R.H. (2018). Evaluation of carotenoid biosynthesis, accumulation and antioxidant activities in sweet corn (Zea mays L.) during kernel development. Int. J. Food Sci. Technol. 53: 381–388
51. Marshall S. W., Tracy W. F. (2003). Sweet corn. In Corn: Chemistry and technology (PJ White, LA Johnson, eds), St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists: 537-569.
52. Mehta B.K., Hossain F., Muthusamy V., Zunjare R.U., Sekhar J.C., Gupta, H.S. (2017). Analyzing the role of sowing and harvest time as factors for selecting super sweet (-sh2sh2) corn hybrids. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 77 (3), 348-356
53. Mehta B. K., Muthusamy V., Baveja A., Chauhan H. S., Chhabra R., Bhatt V., Hossain F. (2020). Composition analysis of lysine, tryptophan and provitamin-A during different stages of kernel development in biofortified sweet corn. Journal of Food Composition and Analysis, 94: 103625
54. Mesarović J., Srdić J., Mladenović-Drinić S., Dragičević V., Simic M., Brankov M., Milojković-Opsenica D. (2018). Antioxidant status of the different sweet maize hybrids under herbicide and foliar fertilizer application. Genetika, 50 (3): 1023-1033
55. Michaels T.E., Andrew R. H. (1986). Sugar accumulation in shrunken-2 sweet corn kernels. Crop Science 26: 104-107
56. Mishra U., Tyagi S., Gadag R., Elayaraja K., Pathak, H. (2016). Analysis of water soluble and insoluble polysaccharides in kernels of different corns (Zea mays L.). Current Science 9: 1522-1524
57. Moongngarm A., Homduang A., Hochin W. (2020). Changes of Phytochemical Contents in Sweet and Waxy Corn (*Zea mays* L.) as Affected by Cultivars and Growth Stages. Current Nutrition and Food Science, 16 (2): 162-169
58. Nemeskéri E., Molnár K., Rácz C., Dobos A. C., Helyes L. (2019). Effect of water supply on spectral traits and their relationship with the productivity of sweet corns. Agronomy 9 (2): 63

59. O'Hare T.J., Martin I., Fanning K.J., Wong L.S., Keating V., Pun S., Reid C., Kirchhoff S. (2014). Sweetcorn colour change and consumer perception associated with increasing zeaxanthin for the amelioration of age-related macular degeneration. Acta Horticulturae 1040: 221-226
60. O'Hare T.J., Fanning K.J., Martin I.F. (2015). Zeaxanthin biofortification of sweet-corn and factors affecting zeaxanthin accumulation and colour change. Archives of Biochemistry and Biophysics 572: 184-187
61. Olsen J.K., Giles J.E., Jordan R.A. (1990). Post-harvest carbohydrate changes and sensory quality of three sweet corn cultivars, Scientia Horticulturae 44 (3): 179-89
62. Prakash A. (2001). Antioxidant Activity. Medallion Laboratories Analytical Progress, 19 (2)
63. Reyes F. G. R., Varseveld G.W., Kuhn M.C. (1982). Sugar composition and flavor quality of high sugar (shrunken) and normal sweet corn. Journal of Food Science 47: 753-755
64. Rogers B, Stone P, Shaw S., Sorensen I. (2000). Effect of sowing time on sweetcorn yield and quality, Agronomy New Zealand 30: 55-61
65. Rosa R. (2014). Response of sweet corn cultivated in eastern poland to different sowing dates and covering with non-woven pp. part II. ear quality trait. Acta Sci Pol Agricultura 13 (4): 113-126
66. Singleton V.L., Rossi J.A.Jr. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture 16 (3): 144-158
67. Smyrniotaki M. (2011). Postharvest biochemical and textural characteristics of sh2 sweetcorn cobs. Doktorska disertacija. Cranfield University, Cranfield Health Plant Science Laboratory, Cranfield
68. Soberalske R.M., Andrew R.H. (1978). Gene effects on kernel moisture and sugars of near-isogenic lines of sweet corn. Crop Sci. 18: 743-746
69. Song W., Derito C.M., Liu M.K., He X.J., Dong M., Liu R.H. (2010). Cellular Antioxidant Activity of Common Vegetables. Journal of Agriculture and Food Chemistry 58, 6621–6629
70. Song J.F., Li D.J., Liu N., Liu C., He M., Zhang Y. (2016). Carotenoid Composition and Changes in Sweet and Field Corn (Zea mays) during Kernel Development. Cereal Chemistry 93 (4): 409-413
71. Sturm K., Koron D., Stampar F. (2003). The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. Food chemistry 83: 417-422
72. Svecnjak Z., Varga B., Pospisil A., Jukic Z., Leto J. (2004). Maize hybrid performance as affected by production systems in Croatia. Bodenkultur 55: 37-44
73. Szymanek M. (2009). Influence of sweet corn harvest day on kernels quality. Research in Agricultural Engineering 55 (1): 10-17
74. Szymanek M., Tanaśa W., Kassarb F.H. (2015). Kernel carbohydrates concentration in sugary-1, sugary enhanced and shrunken sweet corn kernels. Agriculture and Agricultural Science Procedia 7: 260 – 264
75. Špoljarić Marković S., Ledenčan T., Viljevac Vuletić M., Galić V., Jambrović A., Zdunić Z., Šimić D., Svečnjak Z. (2020). Chemical components of kernel quality in sh2 sweet corn genotypes (Zea mays L. saccharata Sturt.) as affected by harvest date. (2020). Journal of Central European Agriculture. 21(3): 577-588
76. Tracy W.F. (2001). Sweet corn In: Specialty corns, 2nd edition, A.R. Hallauer, ed. CRC Press, Boca Raton: 155-198
77. Tracy W. F., Whitt S. R., Buckler, E. S. (2006). Recurrent mutation and genome evolution: example of sugary1 and the origin of sweet maize. Crop Sci. 46: 1
78. Ugur A., Maden H.A. (2015). Sowing and planting period on yield and ear quality of sweet corn (Zea mays L. var. saccharata). Ciênc. Agrotec. Lavras 39 (1): 48-57
79. USDA, National Agricultural Statistics Service, Vegetables 2020 Summary (2021). (preuzeto s:

https://downloads.usda.library.cornell.edu/usdaesmis/files/02870v86p/j6731x86f/9306tr664/vegean21.pdf : 05.06.2021.)
80. Varseveld G. W., Baggett J.R. (1980). Cob Corn Freezing Trials with High Sugar Sweet Corn. Oregon Vegetable Digest. 29: 5-7
81. Videnović J., Pajić Z., Radosavljević M., Erić U. (2003). Promena ugljenohidradnog sastava zrna kukuruza šećerca (Zea mays L. saccharata) tokom razvoja endosperma. J. Sci. Agric. Research/Arh. poljopr. nauke 64, 225-226 (2003/1-2): 15-20
82. Vukovarsko-srijemska županija, Upravni odjel za poljoprivredu, Informacija o ostvarenjima biljne proizvodnje u 2020. godini, Vinkovci, ožujak 2021.
83. Wann E. V., Brown G. B., Hills W. A. (1971). Genetic modification of sweet corn quality. Journal for the American Society for Horticultural Science 96: 441-444
84. Williams M.M. (2008). Sweet Corn Growth and Yield Responses to Planting Dates of the North Central United States. HortScience 43 (6): 1775-1779
85. Wong A.D., Juvik J.A., Breeden D.C., Swiader J.M. (1994). Shrunken sweet corn yield and the chemical components of quality. Journal of the American Society for Horticultural Science 119: 747–755
86. Yang T., Guang Hu.J, Yu Y., et al. (2019). Comparison of phenolics, flavonoids, and cellular antioxidant activities in ear sections of sweet corn (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt). Journal of Food Processing and Preservation 43 (1): e 13855
87. Zhang R., Huang L., Deng Y, Chi J., Zhang Y., Wei Z., Zhang M. (2017). Phenolic content and antioxidant activity of eight representative sweet corn varieties grown in South China. International Journal of Food Properties, 20 (12): 3043-3055
88. Zhang S., Ji J., Zhang S., Xiao W., Guan C., Wang G., Wang Y. (2020). Changes in the phenolic compound content and antioxidant activity in developmental maize kernels and expression profiles of phenolic biosynthesis-related genes. Journal of Cereal Science 96: 103113
89. Zhu S., Mount J. R., Collins J. L. (1992). Sugar and soluble solids changes in refrigerated sweet corn (Zea mays L.). Journal of Food Science 57 (2): 454-457
90. Xie Y., Liu S., Jia L., Ga, E., Song H. (2017). Effect of different storage temperatures on respiration and marketable quality of sweet corn. Adv. Eng. Technol. 3: 219–224
91. Xu J., Hu Q., X. Wang Luo, J., Liu J., Tian C. (2010). Changes in the main nutrients Phytochemicals and antioxidant activity in yellow corn grain during maturation. Journal of Agricultural and Food Chemistry 58: 5751-5756
92. Žnidarcic D. (2012). Performance and characterization of five sweet corn cultivars as influenced by soil proporties. J Food Agric Environ 10 (1): 495-500

8. ŽIVOTOPIS

Sanja Špoljarić Marković rođena je 31. svibnja 1975. godine u Osijeku. Osnovnu i srednju školu (II. gimnaziju) završila je u Osijeku. Diplomirala je 2000. godine na Poljoprivrednom fakultetu, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku stekavši akademski naziv diplomiranog inženjera poljoprivrede za ratarstvo. Od 2000. godine pa do danas zaposlena je u Zavodu za sjemenarstvo i rasadničarstvo, danas Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za sjemenarstvo i rasadničarstvo. Od 2000. do 2004. godine radila je na radnom mjestu višeg stručnog savjetnika u Odjelu za priznavanje i zaštitu novih biljnih sorti. Od 2004. pa do danas radi na mjestu voditeljice Laboratorija za ispitivanje sjemena i voditeljice sustava kvalitete prema ISTA akreditacijskom standardu, a od 2011. godine i kao voditeljica sustava kvalitete prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija.
U listopadu 2000. završila je tečaj "Quality Management and Auditing" u NAK, Emmeloord u Nizozemskoj. U rujnu 2002. godine kao stipendistica Cochran Fellowship programa američkog ministarstva poljoprivrede pohađala je "Plant Variety and Protection Program" na North Dakota State University. U veljači 2004. godine završila je Tečaj iz patologije sjemena u Zavodu za zaštitu bilja u poljoprivredi i šumarstvu RH. U kolovozu 2008. godine sudjelovala je na usavršavanju na temu „Training programme on Advanced Methods and Technologies used for detection and quantification of GM in seed, food and feed", na Kmetijskom institutu u Ljubljani, Slovenija.
Član je ISTA-e (International Seed Testing Association), međunarodne organizacije za ispitivanje sjemena. Ocjenitelj/ekspert je u Hrvatskoj akreditacijskoj agenciji za područje ispitivanja kvalitete sjemena. Bila je član Upravnog odbora SULIKS-a, Sekcije uposlenih u laboratorijima za ispitivanje sjemena pri Hrvatskom društvu biljne zaštite. Aktivno govori engleski, a služi se i njemačkim jezikom.
Autor je ili koautor dva A1 i četiri A2 znanstvena rada objavljena u domaćim i stranim časopisima. Izlaže na međunarodnim i domaćim znanstvenim i stručnim skupovima, a sudjeluje i na sastancima ISTA-e kao predstavnik Republike Hrvatske s pravom glasa.

Popis objavljenih radova:
Znanstveni radovi A1
Ocvirk, D.; Špoljarević, M.; Špoljarić Marković, S.; Lisjak M.; Hanzer, R.; Teklić, T. (2014): Seed germinability after imbibition in electrical conductivity test and relations among maize seed vigour parameters, Journal of Food, Agriculture and Environment, 2014 Vol. 12, Issue 1, 140-145
Špoljarić, Marković S.; Ledenčan, T.; Viljevac Vuletić M.; Galić, V.; Jambrović, A.; Zdunić, Z.; Šimić, D.; Svečnjak Z. (2020). Chemical components of kernel quality in sh2 sweet corn genotypes (Zea mays L. saccharata Sturt.) as affected by harvest date. (2020). Journal of Central European Agriculture. 21(3): 577-588

Znanstveni radovi A2
Stipešević, B.; Brozović, B.; Grgošević M.; Stošić, M.; Jug, D.; Tóth B.; Lévai L.; Simić, M.; Drinić Mladenović, S.; Mijić, Z.; Špoljarić Marković, S. (2011): Održivost upotrebe postrnih zaštitnih usjeva u ekološkoj proizvodnji kukuruza kokičara; Sustainability of cover crop use in pop-corn maize organic farming. 4. Međunarodni znanstveno-stručni skup: Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša, Vukovar 2011, Zbornik radova skupa, 208-212
Hanzer, R.; Ocvirk, D.; Špoljarić Marković, S.; Fulgosi, H. (2012): Monitoring of GM Soybean in High Categories of Seed on the Croatian Seed Market. ACS Agriculturae Conspectus Scientificus, Vol.77, No. 3, 127-130

Ocvirk, D.; Hanzer, R.; Špoljarić Marković, S.; Teklić, T. (2013): Effects of Genotype, Seed Age and KNO3 on Germination of Radicchio (Cichorium intybus L.) and Endive (Cichorium endivia L.) Seed, Agriculturae Conspectus Scientificus Vol. 77, No 4, 185-190
Gajdić, D.; Horvat, D.; Špoljarić Marković, S.; (2017): Stanje u laboratorijima za kontrolu kvalitete poljoprivrednog reprodukcijskog materijala u Republici Hrvatskoj – polazište za akreditaciju. Radovi Poljoprivredno prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, god. LXII, broj 67/1. Vol LXII, No. 67/1; 255-261

Sažeci objavljeni u zbornicima sažetaka skupova
Špoljarić Marković, S.; Böhm, M.; Radić, M. (2006): Rezultati post-kontrole kakvoće deklariranog sjemena poljoprivrednog bilja u razdoblju 2001.-2004. Glasilo biljne zaštite 1-dodatak. Sažeci 50. seminara biljne zaštite, 13-14
Špoljarić Marković, S.; Hanzer, R. (2011): Seed testing laboratory. Zbornik sažetaka 4. Međunarodne konferencije: Kompetentnost laboratorija, Margeta, Karmen; Grgec Bermanac, Lovorka (ur.). Cavtat - Dubrovnik, 2011. 65-66
Hanzer, R.; Ocvirk, D.; Špoljarić Marković, S.; Fulgosi, H. (2012): Monitoring GM-soje u sjemenu visokih kategorija; Monitoring of GM soybean in high categories of seed. Zbornik sažetaka 47. hrvatskog i 7. međunarodnog simpozija agronoma, Milan Pospišil (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska, 55-56
Špoljarić Marković, S.; Mijić, Z.; Ocvirk, D.; Hanzer, R. (2012): Rezultati naknadne kontrole deklariranog sjemena poljoprivrednog bilja u razdoblju 2005.-2010.; The results of post-control of certified agricultural seed in the period 2005-2010. Zbornik sažetaka 47. hrvatskog i 7. međunarodnog simpozija agronoma, Milan Pospišil (ur.) Zagreb : Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska, 79-80
Ledenčan, T.; Sudar, R.; Špoljarić Marković, S.; Živalj, S; Šimić, D. (2012): Utjecaj genotipa na sadržaj i sastav ugljikohidrata u zrnu tijekom sazrijevanja kukuruza šećerca; Effect of genotype on the kernel carbohydrate content and composition changes during maturation in sweet corn. Zbornik sažetaka 47. hrvatskog i 7. međunarodnog simpozija agronoma, Milan Pospišil (ur.) Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska, 65
Sudar, R.; Ledenčan, T.; Viljevac, M.; Špoljarić Marković, S. (2012): Antioxidant activity and total phenolic content of sweet corn hybrids during maturation. Zbornik sažetaka. Međunarodni skup XIV. Ružičkini dani "Danas znanost - sutra industrija“
Špoljarić Marković, S.; Ocvirk, D.; Hanzer, R. (2012): Rezultati naknadne kontrole deklariranog sjemena poljoprivrednog bilja i inspekcijskog nadzora kvalitete sjemena u razdoblju 2007.-2011. godine; The results of post-control of certified agricultural seed and inspection control of seed quality from 2007-2011. Zbornik sažetaka 5. Međunarodni znanstveno stručni skup: Hrvatsko oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo i europske integracije, Josip Haramija (ur.).Šibenik, Hrvatska, 23-24
Horvat, D.; Špoljarić Marković, S.; Gajdić, D. (2012): Stanje u laboratorijima za kontrolu kvalitete poljoprivrednog reprodukcijskog materijala u Republici Hrvatskoj; Situation in laboratories for quality control of agricultural reproduction material in Republic of Croatia. Zbornik sažetaka 5. Međunarodni znanstveno stručni skup: Hrvatsko oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo i europske integracije, Josip Haramija (ur.).Šibenik, Hrvatska, 25-26
Beraković, I.; Špoljarić Marković, S.; Duka, K.; Böhm, M.; Andrić; L. (2013): Kontrola kvalitete tretiranja sjemena kukuruza insekticidima Heubach testom; Quality control of corn sed insecticide treatment with Heubach test. Zbornik sažetaka 48. Hrvatski i 8. Međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, Hrvatska, 61-62
Ledenčan, T.; Sudar, R.; Špoljarić Marković, S.; Živalj, S.; Šimić, D. (2013): Reakcija inbred linija i hibrida kukuruza šećerca na sušu, Response of sweet corn inbred lines and hybrids to drought. Zbornik sažetaka 48. hrvatski i 8. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, Hrvatska, 108-109

Horvat, D.; Špoljarić Marković, S.; Palfi, M. (2013): Uloga i značaj laboratorija za kontrolu kvalitete sjemena u kvaliteti sjemena na tržištu Republike Hrvatske; Role and importance of laboratory for quality control of agricultural seeds in seed quality at Croatian market. Zbornik sažetaka 6. Međunarodni kongres: Oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo, Josip Haramija (ur.). Sveti Martin na Muri, Hrvatska, 45-46
Špoljarić Marković, S.; Ledenčan,T.; Sudar, R.; Šimić, D.; Mijić, Z. (2013): Učinak genotipa na antioksidacijsku aktivnost i sadržaj ukupnih fenola u zrnu kukuruza šećerca; genotype effect on antioxidant activity and phenol content in kernels of sweet corn. Zbornik sažetaka 6. Međunarodni kongres: Oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo, Josip Haramija (ur.). Sveti Martin na Muri, Hrvatska, 52-53
Mijić, Z.; Čupić, T.; Šarčević, H.; Špoljarić Marković, S.; Varnica, I.; Jukić, G.; (2013): Utjecaj interakcije genotipa i okoline na veličinu gomolja krumpira; Influence of genotype and environment interaction on the size of potato tubers. Zbornik sažetaka 6. Međunarodni kongres: Oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo, Josip Haramija (ur.). Sveti Martin na Muri, Hrvatska, 45-46
Grljušić, S.; Andrić, L.; Agić, D.; Beraković, I.; Bukvić, G.; Špoljarić Marković, S. (2014): Tretman sjemena za povećanje klijavosti i ranog rasta u uvjetima abiotskog stresa; Zbornik sažetaka 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, Hrvatska,
Ledenčan, T.; Sudar, R.; Špoljarić Marković, S.; Šimić, D. (2014): AUDDC metoda u oplemenjivanju kukuruza šećerca; Zbornik sažetaka 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, Hrvatska
Beraković, I.; Andrić, L.; Grljušić, S.; Špoljarić Marković, S.; Duka, K.; Plavšić, H. (2014): Heubach test kao mjera za kontrolu kvalitete tretiranja sjemena; Zbornik sažetaka 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, Hrvatska
Sudar, R.; Ledenčan, T., Viljevac,M.; Šimić, D; Špoljarić Marković, S.; (2014): Phenolic content and antioxidant activity of sweet corn genotypes. Book of abstract of 7th Central Europen Congress on Food, Vladimir Kakurinov (ur.). Skopje : Konsulting and Training Center KEY, 2014. 70-70
Ocvirk, D.; Špoljarić Marković, S; Lisjak, M.; Teklić, T.; Mijić, Z.; Marković, B.; Volenik, M.; Duka, K. (2014): Utjecaj navodnjavanja na klijavost i prinos peršina (Petroselinum crispum (Mill.) Fuss) //Zbornik sažetaka 7. međunarodnog kongresa, Oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo & 2. regionalni dani sjemenara. Sveti Martin na Muri, 2014. str. 124-125
Gajdić, D. Horvat D., Špoljarić Marković S. (2014). Situation in Laboratories for seed Qualitiy Control in the Republic of Croatia – Starting Point for Accreditation Book of abstracts, 25 thInternational Scientific Expert Congress on Agriculture and Food Industry, Faculty of agriculture and food sciences University of Sarajevo, Faculty of agriculture Ege University Turkey, Faculty of agriculture Uludag University Turkey, Izmir, Turska, str. 220.
Špoljarić Marković, S., Böhm, M., Hanzer, R. (2018): Uloga i značaj Laboratorija za ispitivanje sjemena ZSR, HCPHS u sjemenarstvu Republike Hrvatske, 53. hrvatski i 13. međunarodni simpozij agronoma, Vodice

9. PRILOZI

Prilog 1. Sadržaj promatranih svojstava *su1* hibrida kukuruza šećerca (2008. i 2009.)

Tablica 60. Sadržaj vode (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Vegetacijska sezona	Stadij zrelosti	OS 250su	OS 254su	OS 253su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	Alpos su	OS 332su	OS 258su
1.	17.	76,17	78,26	76,74	79,21	78,62	77,54	76,03	78,21	77,69
	19.	74,39	73,97	70,83	78,59	76,05	75,04	75,87	77,18	74,33
	21.	74,60	73,31	71,07	76,22	74,75	72,73	71,10	75,87	73,04
	23.	71,98	71,85	69,57	75,11	72,52	70,97	68,49	73,30	69,66
	25.	68,10	69,25	65,66	72,65	70,17	68,56	66,09	71,24	68,61
	CV (%)	**4,31**	**4,50**	**5,62**	**3,49**	**4,36**	**4,78**	**6,18**	**3,80**	**5,04**
2.	17.	77,68	78,82	76,42	81,02	78,95	78,68	76,87	80,61	78,28
	19.	74,06	75,23	72,12	75,42	76,50	74,47	73,49	76,45	75,10
	21.	71,62	73,73	69,09	75,19	74,76	71,88	70,99	74,21	71,76
	23.	67,55	70,87	66,44	72,76	71,53	69,66	68,33	71,26	64,41
	25.	66,23	69,30	63,98	71,17	69,64	64,15	65,67	70,75	66,99
	CV (%)	**6,57**	**5,08**	**6,99**	**4,98**	**5,04**	**7,55**	**6,14**	**5,43**	**7,98**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 2,26 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 61. Sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Vegetacijska sezona	Stadij zrelosti	OS 250su	OS 254su	OS 253su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	Alpos su	OS 332su	OS 258su
1.	17.	12,67	13,92	12,40	14,80	11,52	12,15	9,85	14,63	13,69
	19.	13,68	14,64	11,21	11,61	11,08	10,76	10,64	11,28	11,91
	21.	9,86	11,82	10,17	11,87	11,44	9,67	11,51	11,43	9,50
	23.	7,96	10,46	8,78	9,08	10,54	7,91	10,99	9,85	9,15
	25.	7,20	8,84	7,53	9,09	9,09	5,63	7,32	8,75	6,16
	CV (%)	**27,67**	**20,10**	**19,23**	**21,00**	**9,29**	**27,51**	**16,37**	**19,81**	**28,47**
2.	17.	12,35	16,02	12,80	16,67	14,26	14,17	11,04	14,64	14,13
	19.	12,88	14,71	13,24	13,76	13,59	11,49	11,17	11,32	13,33
	21.	12,75	13,92	10,06	12,94	11,57	10,86	10,71	11,07	13,44
	23.	11,15	10,46	9,36	9,82	9,43	10,03	8,84	9,78	12,64
	25.	9,27	8,22	11,10	6,84	7,51	7,09	8,48	8,14	11,44
	CV (%)	**12,93**	**25,47**	**14,89**	**31,49**	**25,07**	**23,84**	**12,78**	**21,83**	**7,83**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 2,40 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 62. Sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Vegetacijska sezona	Stadij zrelosti	OS 250su	OS 254su	OS 253su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	Alpos su	OS 332su	OS 258su
1.	17.	3,00	3,51	3,12	3,66	2,90	3,74	1,43	2,79	2,62
	19.	2,27	2,36	2,18	2,39	1,91	2,40	1,46	1,93	2,05
	21.	1,83	2,06	2,14	2,06	1,58	1,50	1,24	1,88	1,14
	23.	1,56	1,57	1,82	1,72	1,72	1,27	1,32	1,56	1,02
	25.	1,43	1,31	1,70	1,74	1,11	1,05	1,23	1,58	0,80
	CV (%)	**31,52**	**39,67**	**25,45**	**34,60**	**35,80**	**55,41**	**7,93**	**25,67**	**50,80**
2.	17.	6,31	4,94	5,45	6,73	6,04	3,46	1,68	4,26	3,34
	19.	3,63	3,38	3,46	3,35	3,49	2,27	1,57	2,60	2,91
	21.	3,22	2,93	2,76	2,95	2,94	2,21	1,66	1,85	2,68
	23.	2,58	2,37	2,45	2,10	2,35	1,68	1,77	1,80	2,26
	25.	2,32	1,96	2,57	1,71	2,18	1,59	1,73	1,87	1,74
	CV (%)	**44,14**	**37,03**	**37,26**	**59,08**	**45,99**	**33,28**	**4,52**	**42,43**	**23,71**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,93 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 63. Sadržaj fruktoze (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Vegetacijska sezona	Stadij zrelosti	OS 250su	OS 254su	OS 253su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	Alpos su	OS 332su	OS 258su
1.	17.	2,41	2,99	2,30	2,88	2,19	2,87	1,00	2,06	2,51
	19.	2,07	1,68	2,07	1,86	1,32	1,97	1,00	1,73	1,47
	21.	1,53	1,45	1,77	1,69	1,30	1,01	0,78	1,69	1,32
	23.	1,21	1,04	1,29	1,26	1,24	0,99	0,91	1,11	0,96
	25.	0,72	1,08	1,11	1,00	0,89	0,81	0,56	0,64	0,61
	CV (%)	**42,33**	**48,29**	**29,53**	**41,63**	**34,65**	**57,26**	**21,82**	**39,12**	**52,20**
2.	17.	4,65	3,58	3,83	5,27	5,04	2,76	1,61	2,92	2,54
	19.	2,99	2,36	1,96	2,41	2,85	1,58	1,13	1,62	2,34
	21.	2,05	2,02	2,10	1,97	2,26	0,81	1,15	0,91	2,24
	23.	1,67	1,49	1,60	1,03	1,30	0,86	0,97	0,59	1,49
	25.	1,36	1,29	0,99	0,81	1,11	0,91	0,64	0,81	1,28
	CV (%)	**52,16**	**42,16**	**50,57**	**77,77**	**62,95**	**60,02**	**31,88**	**69,23**	**28,16**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 0,84 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 64. Sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Vegetacijska sezona	Stadij zrelosti	OS 250su	OS 254su	OS 253su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	Alpos su	OS 332su	OS 258su
1.	17.	18,08	18,89	17,81	21,34	16,85	18,23	12,47	19,47	18,81
	19.	18,01	18,66	15,46	15,86	14,31	15,13	13,10	14,94	15,44
	21.	13,22	15,33	14,07	15,61	13,63	12,18	13,52	15,00	11,96
	23.	10,73	13,06	11,89	12,05	13,49	10,16	13,21	12,52	11,13
	25.	9,35	11,21	10,35	11,83	11,09	7,49	9,11	10,96	7,57
	CV (%)	**29,18**	**21,94**	**21,07**	**25,14**	**14,86**	**33,18**	**14,77**	**22,11**	**33,08**
2.	17.	23,30	24,54	22,09	28,67	25,34	20,39	14,33	21,82	20,00
	19.	19,50	20,44	18,65	19,51	19,93	15,34	13,66	15,54	18,59
	21.	18,03	18,87	14,91	17,85	16,76	13,88	13,51	13,82	18,36
	23.	15,10	14,32	13,42	12,95	13,08	12,56	11,59	12,17	16,39
	25.	12,95	11,47	14,66	9,37	10,80	9,58	10,85	10,82	14,46
	CV (%)	**22,50**	**28,66**	**21,32**	**41,55**	**33,41**	**27,80**	**11,63**	**28,91**	**12,29**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 3,40 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 65. Sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Vegetacijska sezona	Stadij zrelosti	OS 250su	OS 254su	OS 253su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	Alpos su	OS 332su	OS 258su
1.	17.	16,77	16,44	16,88	15,46	17,42	10,07	19,01	16,21	16,48
	19.	18,80	18,53	19,82	19,66	20,28	19,95	20,76	20,02	19,82
	21.	20,71	19,87	20,37	19,76	20,55	21,13	20,59	20,00	21,22
	23.	23,71	22,78	23,24	23,18	22,60	23,94	22,72	22,99	23,55
	25.	24,26	23,52	23,86	23,27	23,57	25,00	24,36	23,62	24,97
	CV (%)	**15,29**	**14,56**	**13,54**	**15,84**	**11,39**	**29,60**	**9,66**	**14,34**	**15,62**
2.	17.	14,68	14,18	15,17	12,53	13,86	15,84	18,27	15,27	16,00
	19.	18,20	17,82	18,54	18,19	18,03	19,86	20,54	19,79	18,17
	21.	18,79	18,45	20,04	18,86	19,30	20,45	20,59	20,47	18,66
	23.	21,96	22,27	22,63	22,82	22,77	22,98	23,37	23,13	21,45
	25.	22,82	23,41	22,14	24,25	23,68	24,17	23,66	23,67	22,22
	CV (%)	**16,85**	**19,25**	**15,34**	**23,73**	**20,19**	**15,61**	**10,54**	**16,36**	**13,14**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 2,32 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 66. Sadržaj škroba (%) u zrnu *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Vegetacijska sezona	Stadij zrelosti	OS 250su	OS 254su	OS 253su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	Alpos su	OS 332su	OS 258su
1.	17.	25,16	24,67	25,31	23,20	26,13	29,20	28,52	24,32	34,71
	19.	28,19	27,80	29,73	29,48	30,41	29,92	31,14	30,03	29,74
	21.	31,07	29,80	30,56	29,63	30,82	31,70	30,89	30,00	31,82
	23.	35,56	34,17	34,87	34,77	33,90	35,90	34,07	34,49	35,32
	25.	36,39	35,27	35,79	34,90	35,35	37,50	36,54	35,42	37,46
	CV (%)	**15,29**	**14,54**	**13,56**	**15,83**	**11,39**	**11,20**	**9,65**	**14,33**	**8,99**
2.	17.	22,02	21,28	22,75	18,80	20,80	23,76	27,40	22,91	24,00
	19.	27,30	26,73	27,81	27,29	27,04	29,80	30,81	29,68	27,25
	21.	28,19	27,68	30,05	28,29	28,95	30,67	30,89	30,71	27,99
	23.	32,94	33,41	33,95	34,23	34,15	24,46	35,05	34,70	32,17
	25.	34,21	35,12	33,21	36,38	35,52	36,21	35,49	35,51	33,33
	CV (%)	**16,84**	**19,25**	**15,35**	**23,72**	**20,17**	**17,55**	**10,54**	**16,36**	**13,14**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 2,46 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 67. Boja zrna (b*) *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Vegetacijska sezona	Stadij zrelosti	OS 250su	OS 254su	OS 253su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	Alpos su	OS 332su	OS 258su
1.	17.	26,50	24,97	28,49	27,12	28,00	29,32	27,09	22,65	29,85
	19.	26,56	25,59	30,00	28,75	29,88	30,39	27,58	25,53	30,99
	21.	26,91	26,85	28,84	28,19	30,89	31,77	27,92	25,26	30,91
	23.	26,66	27,56	28,95	28,89	30,69	32,03	29,49	26,17	30,93
	25.	28,13	28,60	28,58	30,57	30,20	33,01	30,61	26,61	31,23
	CV (%)	**2,51**	**5,49**	**2,09**	**4,37**	**3,85**	**4,64**	**5,14**	**6,12**	**1,74**
2.	17.	31,93	29,34	32,47	37,74	37,68	34,97	36,83	34,09	40,66
	19.	35,78	31,15	34,63	37,31	41,88	35,08	38,88	38,53	43,47
	21.	38,27	33,21	35,18	42,00	43,51	42,72	40,55	39,98	45,41
	23.	38,85	35,07	36,70	42,73	43,69	38,34	44,72	40,97	46,28
	25.	40,64	38,56	37,94	44,49	44,47	42,18	41,84	42,13	42,91
	CV (%)	**9,09**	**10,67**	**5,89**	**7,77**	**6,44**	**9,63**	**7,36**	**7,96**	**5,05**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 3,63 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 68. Svjetlina boje zrna (L*) *su1* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti tijekom dvije vegetacijske sezone (2008. i 2009.)

Vegetacijska sezona	Stadij zrelosti	OS 250su	OS 254su	OS 253su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	Alpos su	OS 332su	OS 258su
1.	17.	73,46	69,22	70,50	69,74	70,70	72,33	69,81	68,85	71,50
	19.	72,91	69,20	72,27	69,66	70,67	72,82	68,86	72,56	70,70
	21.	70,41	68,74	70,72	69,30	71,29	73,05	67,88	69,86	70,27
	23.	67,02	70,15	70,91	68,90	69,69	70,70	68,68	71,09	73,22
	25.	69,72	69,04	70,73	67,20	73,40	71,40	68,18	69,20	71,08
	CV (%)	**3,68**	**0,76**	**1,00**	**1,51**	**1,94**	**1,37**	**1,08**	**2,16**	**1,60**
2.	17.	75,65	74,49	78,03	75,92	75,22	78,53	75,73	74,55	77,86
	19.	77,66	75,60	74,23	72,31	77,18	76,53	78,01	76,63	77,03
	21.	76,25	76,48	75,52	75,96	77,20	78,98	76,77	76,13	78,27
	23.	73,77	74,06	68,49	76,95	74,94	73,63	73,74	71,16	77,72
	25.	74,92	74,28	72,87	72,49	75,64	75,02	75,31	74,68	76,56
	CV (%)	**1,92**	**1,37**	**4,79**	**2,90**	**1,42**	**2,97**	**2,11**	**2,87**	**0,88**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 3,34 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Prilog 2. Sadržaj promatranih svojstava *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca (2011.)

Tablica 69. Sadržaj vode (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Rok sjetve	Stadij zrelosti	OS 254su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	OS 258su	OS exp 1sh	OS exp 2sh	OS exp 3sh	OS 244sh	Superslatki
1.	17.	80,17	80,83	82,48	80,73	79,90	81,61	82,94	82,97	82,47	83,72
	19.	78,08	77,42	79,24	77,34	75,46	79,57	81,66	81,13	80,50	81,09
	21.	75,56	75,02	75,11	73,96	72,03	78,06	77,80	78,79	76,53	79,76
	23.	70,80	71,50	71,53	70,44	68,80	76,15	75,28	77,55	75,17	78,34
	25.	68,01	69,65	69,59	66,67	65,63	76,16	73,97	76,73	73,45	76,79
	CV(%)	**6,77**	**6,00**	**7,05**	**7,50**	**7,71**	**2,98**	**4,98**	**3,25**	**4,84**	**3,32**
2.	17.	77,65	78,31	77,90	74,49	76,86	80,58	79,83	80,02	80,01	79,92
	19.	75,10	75,54	74,51	72,74	73,74	78,23	77,91	79,10	78,34	79,10
	21.	72,75	74,40	72,21	71,64	68,85	77,69	76,98	78,90	76,53	77,82
	23.	72,61	73,15	70,54	70,35	66,90	75,07	75,97	76,67	76,01	78,25
	25.	70,94	70,11	68,55	69,15	65,32	76,15	75,80	76,15	75,62	77,13
	CV (%)	**3,53**	**4,07**	**4,98**	**2,89**	**6,87**	**2,72**	**2,14**	**2,14**	**2,38**	**1,39**
3.	17.	78,14	80,50	77,92	78,54	76,22	82,44	82,26	83,39	81,24	83,55
	19.	74,25	78,77	78,22	77,93	75,87	80,14	80,73	80,70	79,44	81,49
	21.	72,11	76,73	78,95	74,73	71,26	77,48	77,05	78,84	77,17	80,16
	23.	71,17	74,70	74,60	71,85	69,38	77,59	75,14	78,39	74,93	79,45
	25.	71,04	73,07	70,40	70,20	65,87	73,47	73,67	76,72	73,95	76,38
	CV (%)	**4,06**	**3,90**	**4,68**	**4,90**	**6,13**	**4,29**	**4,69**	**3,20**	**3,93**	**3,30**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,76 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i rokova sjetve

Tablica 70. Sadržaj saharoze (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Rok sjetve	Stadij zrelosti	OS 254su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	OS 258su	OS exp 1sh	OS exp 2sh	OS exp 3sh	OS 244sh	Superslatki
1.	17.	15,80	12,05	19,58	13,35	11,96	33,49	29,65	27,34	29,40	30,68
	19.	11,51	10,68	13,56	12,13	13,41	36,18	29,65	26,20	32,93	33,19
	21.	12,44	10,17	14,38	11,16	11,72	35,53	32,29	28,44	33,93	32,03
	23.	9,46	7,92	10,14	8,73	9,24	36,36	34,71	28,46	34,55	30,36
	25.	7,00	5,68	7,35	5,11	7,66	33,22	33,33	24,22	31,40	28,60
	CV (%)	**29,32**	**27,01**	**35,58**	**32,32**	**21,37**	**4,28**	**7,04**	**6,61**	**6,40**	**5,62**
2.	17.	13,21	11,55	12,69	12,75	14,57	27,25	27,28	27,00	35,67	24,35
	19.	10,17	11,41	15,36	11,50	12,76	30,16	33,75	28,55	33,29	28,14
	21.	10,70	10,66	12,42	10,81	8,79	33,70	32,48	29,78	33,32	30,21
	23.	11,50	9,24	11,07	9,30	8,09	31,26	32,65	28,11	30,17	26,73
	25.	8,83	5,66	8,52	6,55	7,38	33,22	33,53	24,60	31,14	29,76
	CV (%)	**14,93**	**25,14**	**20,78**	**23,39**	**30,64**	**8,35**	**8,33**	**7,08**	**6,55**	**8,58**
3.	17.	15,22	14,70	15,14	14,30	10,84	33,13	32,32	26,38	32,24	26,21
	19.	11,55	11,90	16,01	12,42	11,24	28,13	32,33	29,97	31,43	26,99
	21.	8,46	11,82	13,41	11,41	7,74	31,50	34,30	27,96	30,92	25,21
	23.	7,82	7,93	9,72	9,85	7,33	32,73	32,24	27,20	30,85	24,59
	25.	5,88	7,36	8,13	6,59	5,77	33,09	33,76	32,53	27,94	26,24
	CV (%)	**37,38**	**28,51**	**27,45**	**26,64**	**27,54**	**6,66**	**2,94**	**8,57**	**5,30**	**3,66**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 2,94 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 71. Sadržaj glukoze (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Rok sjetve	Stadij zrelosti	OS 254su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	OS 258su	OS exp 1sh	OS exp 2sh	OS exp 3sh	OS 244sh	Superslatki
1.	17.	7,60	6,96	7,44	7,57	6,57	5,56	7,99	6,11	7,99	6,59
	19.	6,66	4,38	7,21	4,64	3,26	5,11	7,31	6,75	7,24	5,05
	21.	3,70	3,53	3,70	2,73	2,78	12,28	4,99	4,44	5,56	4,25
	23.	3,05	2,52	2,97	2,35	2,17	4,21	4,61	3,61	4,10	3,57
	25.	2,76	2,10	2,19	1,70	1,92	2,64	4,21	3,56	3,41	3,15
	CV (%)	**46,71**	**49,47**	**52,20**	**62,55**	**56,29**	**62,17**	**29,34**	**29,89**	**34,70**	**30,12**
2.	17.	6,39	5,66	8,50	4,38	4,50	9,02	7,12	5,34	8,06	7,58
	19.	4,23	3,06	5,02	2,30	2,68	5,34	6,35	4,71	6,09	5,42
	21.	3,32	2,44	3,10	1,91	2,15	5,84	4,96	3,98	4,54	3,82
	23.	3,01	2,05	2,87	1,49	1,80	3,32	4,64	2,26	5,64	2,93
	25.	1,92	1,55	2,05	1,24	1,71	2,64	3,77	1,85	4,38	2,01
	CV (%)	**44,49**	**54,59**	**59,98**	**55,22**	**44,59**	**47,88**	**25,14**	**41,93**	**25,84**	**50,54**
3.	17.	4,25	3,71	3,96	2,56	2,74	5,89	6,12	5,06	5,07	5,02
	19.	2,50	2,83	3,78	2,00	2,06	5,15	4,88	4,00	4,62	3,25
	21.	1,72	2,55	2,81	1,62	1,39	3,07	3,54	2,90	3,83	2,88
	23.	1,73	1,70	2,24	1,44	1,19	2,93	3,16	2,37	3,02	2,57
	25.	1,54	1,57	1,84	1,39	0,91	2,57	2,84	4,14	2,66	2,24
	CV (%)	**47,95**	**35,48**	**31,79**	**27,01**	**44,55**	**38,07**	**33,27**	**28,85**	**26,64**	**34,09**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 2,06 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 72. Sadržaj fruktoze (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Rok sjetve	Stadij zrelosti	OS 254su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	OS 258su	OS exp 1sh	OS exp 2sh	OS exp 3sh	OS 244sh	Superslatki
1.	17.	5,59	5,56	5,74	5,75	5,04	4,46	6,61	4,55	7,01	5,59
	19.	5,26	3,29	5,75	3,76	2,37	3,90	5,90	5,43	6,15	4,06
	21.	2,63	2,60	2,68	2,04	2,06	4,46	4,10	3,48	4,69	3,40
	23.	2,04	1,60	2,26	1,58	1,56	3,22	3,83	2,70	3,48	2,70
	25.	1,52	1,38	1,27	0,78	1,39	1,95	3,26	2,84	2,79	2,59
	CV (%)	**55,35**	**58,28**	**58,67**	**71,37**	**59,63**	**29,27**	**30,34**	**30,73**	**36,64**	**33,44**
2.	17.	4,59	4,37	6,93	3,24	3,30	7,03	5,69	4,46	7,09	6,09
	19.	2,85	2,14	3,81	1,54	2,13	4,34	5,23	3,69	4,96	4,73
	21.	2,14	1,69	2,18	1,22	1,45	4,57	4,32	2,76	3,93	2,93
	23.	1,85	1,43	1,93	0,76	1,13	2,61	3,98	1,77	4,53	1,95
	25.	1,22	0,74	0,99	0,54	0,99	1,95	2,78	0,83	3,24	1,35
	CV (%)	**51,07**	**66,54**	**73,72**	**73,20**	**52,60**	**48,33**	**25,81**	**53,77**	**30,73**	**57,78**
3.	17.	2,90	2,84	2,92	1,94	1,91	4,69	4,42	3,51	3,63	3,16
	19.	1,47	1,62	3,00	1,37	1,59	4,54	3,57	2,65	3,14	2,35
	21.	0,94	1,34	2,00	1,04	0,96	2,13	2,89	1,98	2,80	2,18
	23.	0,74	1,00	1,48	0,94	0,88	2,12	2,34	1,35	2,00	1,94
	25.	0,62	0,76	1,09	0,69	0,50	1,56	2,05	2,50	1,54	1,44
	CV (%)	**70,01**	**53,65**	**40,56**	**40,31**	**48,83**	**49,40**	**31,39**	**33,51**	**32,33**	**28,47**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,21 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 73. Sadržaj ukupnih šećera (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Rok sjetve	Stadij zrelosti	OS 254su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	OS 258su	OS exp 1sh	OS exp 2sh	OS exp 3sh	OS 244sh	Superslatki
1.	17.	28,99	24,57	32,76	26,67	23,60	43,51	44,25	38,00	44,40	42,87
	19.	23,43	18,35	26,52	20,53	19,05	45,19	42,85	38,37	46,32	42,30
	21.	18,77	16,30	20,76	15,93	16,56	45,45	41,37	36,36	44,18	39,67
	23.	14,55	12,04	15,66	12,66	12,97	43,79	43,15	34,77	42,10	36,63
	25.	11,28	9,15	10,81	7,58	10,96	37,81	40,80	30,63	37,60	34,34
	CV (%)	**36,26**	**37,00**	**40,70**	**43,88**	**30,07**	**7,19**	**3,28**	**8,81**	**7,75**	**9,34**
2.	17.	24,19	21,58	28,09	20,34	22,37	43,30	40,10	36,81	50,82	38,03
	19.	17,25	16,61	24,19	15,31	17,56	39,84	45,33	36,95	44,34	28,41
	21.	16,16	14,78	17,70	13,95	12,40	44,11	41,77	36,46	41,79	36,95
	23.	16,36	12,72	15,87	11,55	11,03	37,19	41,27	32,14	40,33	31,61
	25.	11,96	7,93	11,56	8,32	10,08	37,81	40,07	27,27	38,76	33,11
	CV (%)	**25,72**	**34,08**	**33,97**	**32,21**	**35,23**	**7,77**	**5,17**	**12,45**	**10,94**	**11,71**
3.	17.	22,36	21,24	22,02	11,80	15,49	43,71	42,85	34,96	40,94	34,39
	19.	15,51	16,35	22,79	15,79	14,89	37,83	40,78	36,62	39,19	32,59
	21.	11,13	15,71	18,21	14,07	10,09	36,70	40,73	32,83	37,55	30,28
	23.	10,28	10,63	13,44	12,24	9,39	37,78	37,74	30,92	35,87	29,10
	25.	8,05	9,69	11,06	8,68	7,18	37,22	38,65	39,17	32,14	29,92
	CV (%)	**42,04**	**31,89**	**29,53**	**21,30**	**31,75**	**7,42**	**4,99**	**9,21**	**9,07**	**6,97**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 2,42 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 74. Sadržaj vodotopivih polisaharida (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Rok sjetve	Stadij zrelosti	OS 254su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	OS 258su	OS exp 1sh	OS exp 2sh	OS exp 3sh	OS 244sh	Superslatki
1.	17.	12,41	14,17	10,90	13,33	14,57	1,25	1,18	1,80	1,16	1,31
	19.	16,63	18,66	15,39	17,79	18,38	1,08	1,32	1,76	0,97	1,37
	21.	18,49	19,48	17,70	19,63	19,38	1,16	1,56	2,07	1,28	1,73
	23.	22,18	23,19	21,74	22,94	22,81	1,32	1,39	2,22	1,49	2,04
	25.	23,49	24,34	23,68	24,97	23,62	1,82	1,52	2,54	1,84	2,17
	CV (%)	**23,83**	**20,20**	**28,45**	**23,02**	**18,46**	**21,92**	**11,04**	**15,45**	**24,75**	**22,38**
2.	17.	14,32	15,37	12,77	15,86	15,05	1,27	1,59	1,92	0,52	1,80
	19.	19,10	19,36	16,32	19,88	18,98	1,62	1,07	1,91	1,17	1,76
	21.	19,54	20,09	18,92	20,42	21,04	1,29	1,52	2,05	1,52	2,01
	23.	21,46	22,91	21,65	23,38	23,59	1,98	1,57	2,49	1,67	2,54
	25.	23,22	24,83	23,38	24,67	23,97	1,82	1,59	2,87	1,72	2,29
	CV (%)	**17,11**	**17,64**	**22,71**	**16,45**	**17,88**	**19,77**	**15,28**	**18,69**	**37,59**	**15,97**
3.	17.	15,06	15,50	15,19	16,48	17,80	1,23	1,32	2,10	1,51	2,16
	19.	19,80	19,46	16,88	19,69	20,05	1,82	1,52	1,94	1,68	2,34
	21.	21,55	19,72	18,71	20,37	21,96	2,03	1,63	2,42	1,95	2,67
	23.	23,89	23,75	22,62	23,11	24,24	1,92	1,93	2,61	2,11	2,79
	25.	24,78	24,13	23,58	24,53	25,13	1,88	1,74	1,68	2,39	2,61
	CV (%)	**18,38**	**17,31**	**18,66**	**15,05**	**13,76**	**17,72**	**14,08**	**17,28**	**18,03**	**10,24**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 1,10 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 75. Sadržaj škroba (%) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Rok sjetve	Stadij zrelosti	OS 254su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	OS 258su	OS exp 1sh	OS exp 2sh	OS exp 3sh	OS 244sh	Superslatki
1.	17.	18,61	21,26	16,34	20,00	21,86	11,25	10,57	16,20	10,44	11,82
	19.	24,94	27,99	23,09	26,68	27,57	9,73	11,83	15,86	8,72	12,33
	21.	27,74	29,22	26,55	29,44	29,07	10,39	14,07	18,58	11,54	15,59
	23.	33,27	34,78	32,60	34,41	34,22	11,89	12,47	20,01	13,41	18,33
	25.	35,23	36,51	35,52	37,45	35,42	16,37	13,68	22,84	16,56	19,50
	CV (%)	**23,84**	**20,19**	**28,45**	**23,01**	**18,45**	**21,94**	**11,31**	**15,40**	**24,76**	**22,24**
2.	17.	21,48	23,05	19,15	23,80	22,58	11,43	14,31	17,28	4,67	16,17
	19.	28,65	29,04	24,49	29,81	28,46	14,54	9,60	17,14	10,50	15,84
	21.	29,30	30,13	28,38	30,63	31,56	11,60	13,71	18,49	13,69	18,04
	23.	32,18	34,37	32,48	35,07	35,38	17,83	14,16	22,38	15,00	22,85
	25.	34,82	37,24	35,06	37,01	35,95	16,37	14,34	25,86	15,52	20,60
	CV (%)	**17,10**	**17,64**	**22,71**	**16,44**	**17,87**	**19,80**	**15,44**	**18,76**	**37,69**	**16,01**
3.	17.	22,58	23,26	22,79	24,72	26,71	11,06	11,83	18,94	13,56	19,45
	19.	29,69	29,19	25,33	29,53	30,07	16,36	13,70	17,44	15,13	21,07
	21.	32,32	29,57	28,07	30,56	32,94	18,27	14,64	21,75	17,50	24,05
	23.	35,83	35,62	33,94	34,66	36,37	17,30	17,34	23,47	19,02	25,11
	25.	37,17	36,19	35,37	36,79	37,69	16,91	15,62	15,15	21,47	23,47
	CV (%)	**18,39**	**17,29**	**18,65**	**15,04**	**13,76**	**17,76**	**14,11**	**17,18**	**18,03**	**10,23**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 2,87 % za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 76. Antioksidacijska aktivnost (mg GAE/100 g ST) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Rok sjetve	Stadij zrelosti	OS 254su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	OS 258su	OS exp 1sh	OS exp 2sh	OS exp 3sh	OS 244sh	Superslatki
1.	17.	257,0	310,6	189,2	216,0	289,5	238,7	207,7	192,6	187,8	207,9
	19.	327,8	281,5	301,4	323,3	304,3	236,8	212,0	213,0	250,4	251,7
	21.	326,6	344,2	290,5	267,3	269,4	241,8	280,4	277,7	282,4	221,4
	23.	317,3	288,8	316,0	270,4	281,0	242,4	291,5	282,8	357,5	314,4
	25.	344,7	283,9	313,1	301,8	331,5	276,5	337,3	297,7	326,6	309,5
	CV (%)	**10,7**	**8,7**	**18,7**	**14,7**	**8,1**	**6,7**	**20,8**	**18,5**	**23,6**	**18,8**
2.	17.	277,9	316,8	318,5	292,2	225,1	239,7	272,3	247,3	281,2	258,8
	19.	275,1	289,7	335,5	296,7	284,2	262,5	296,5	243,6	312,3	273,6
	21.	335,6	371,1	269,2	284,9	297,1	276,1	293,7	288,4	294,9	306,8
	23.	301,0	327,5	324,1	320,6	290,8	300,3	293,4	301,8	314,6	268,8
	25.	341,9	361,4	290,3	334,1	292,6	276,5	321,9	338,5	285,9	275,2
	CV (%)	**10,2**	**10,0**	**8,8**	**6,8**	**10,8**	**8,2**	**6,0**	**14,0**	**5,1**	**6,5**
3.	17.	259,8	267,3	357,6	311,4	340,1	256,4	186,5	131,5	207,2	158,0
	19.	298,1	264,6	296,3	264,9	266,5	298,8	250,3	202,0	279,0	226,5
	21.	351,3	121,8	340,6	327,4	351,0	309,6	229,4	290,4	317,3	190,8
	23.	270,5	242,3	276,1	242,4	242,2	297,8	321,3	298,0	226,2	202,7
	25.	246,0	325,2	139,0	327,7	268,1	365,2	378,5	372,1	310,8	356,7
	CV (%)	**14,6**	**30,7**	**30,6**	**13,2**	**16,6**	**12,8**	**28,0**	**36,0**	**18,5**	**33,8**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 51,19 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 77. Sadržaj polifenola (mg GAE/100 g ST) u zrnu *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Rok sjetve	Stadij zrelosti	OS 254su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	OS 258su	OS exp 1sh	OS exp 2sh	OS exp 3sh	OS 244sh	Superslatki
1.	17.	277,5	184,4	277,9	278,8	235,6	289,2	307,9	322,7	303,4	351,1
	19.	210,8	153,9	243,0	238,9	275,6	287,3	329,6	310,7	335,3	293,3
	21.	268,8	142,5	223,5	228,4	251,7	257,7	268,8	295,3	254,7	294,2
	23.	201,8	188,1	225,3	230,3	264,1	255,4	290,0	276,6	283,8	276,4
	25.	200,5	158,4	199,0	178,5	234,5	259,6	259,8	288,7	284,9	304,3
	CV (%)	**16,4**	**12,0**	**12,5**	**15,5**	**7,1**	**6,3**	**9,8**	**6,1**	**10,1**	**9,3**
2.	17.	244,2	204,4	238,9	252,0	291,6	302,2	324,5	305,2	324,8	325,4
	19.	155,4	152,5	241,3	241,2	286,9	272,3	343,6	280,0	236,7	321,3
	21.	219,1	181,8	222,4	246,2	263,5	278,3	267,7	291,8	283,2	313,2
	23.	202,9	180,3	238,3	235,6	262,6	265,2	330,1	296,9	301,5	306,9
	25.	244,5	159,7	220,7	245,0	258,5	259,6	309,7	311,8	303,1	296,1
	CV (%)	**17,3**	**11,6**	**4,3**	**2,5**	**5,6**	**6,0**	**9,3**	**4,1**	**11,4**	**3,7**
3.	17.	249,3	241,0	254,6	298,2	351,9	351,0	351,4	326,4	324,1	352,8
	19.	261,2	258,7	311,1	303,1	293,4	303,7	362,1	222,3	361,4	361,0
	21.	192,4	130,8	328,2	154,5	330,5	271,9	252,9	320,9	319,0	250,8
	23.	160,0	164,5	283,8	201,7	299,1	283,7	294,1	302,8	330,8	316,8
	25.	198,7	189,5	240,4	195,3	237,1	259,2	314,9	290,6	298,8	312,3
	CV (%)	**19,8**	**26,9**	**13,0**	**28,9**	**14,4**	**12,2**	**14,0**	**14,3**	**7,0**	**13,7**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 49,79 mg GAE/100 g ST za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 78. Boja zrna (b*) *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Rok sjetve	Stadij zrelosti	OS 254su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	OS 258su	OS exp 1sh	OS exp 2sh	OS exp 3sh	OS 244sh	Superslatki
1.	17.	27,42	37,58	33,29	31,99	35,12	37,36	32,82	37,82	34,90	28,98
	19.	31,03	40,75	39,47	34,57	42,05	42,73	31,98	42,41	37,91	33,15
	21.	33,98	42,10	39,10	39,19	44,92	44,63	41,48	46,90	44,27	35,47
	23.	35,31	43,61	42,61	39,30	45,40	47,81	41,03	46,25	47,24	39,07
	25.	37,47	46,00	44,74	42,53	46,03	49,74	38,62	47,21	48,82	39,51
	CV (%)	**11,85**	**7,50**	**10,89**	**11,18**	**10,55**	**10,82**	**12,13**	**9,10**	**14,09**	**12,41**
2.	17.	31,45	41,23	37,64	35,02	39,27	39,42	31,83	41,76	40,43	36,50
	19.	36,86	42,88	38,08	37,57	41,39	41,53	36,26	43,77	41,48	36,07
	21.	36,57	45,79	42,63	37,67	43,23	44,71	37,84	47,63	45,27	40,48
	23.	35,71	43,57	40,99	39,55	43,85	46,77	42,90	46,18	45,30	38,06
	25.	37,59	46,73	41,51	39,53	44,59	49,74	40,04	48,50	45,53	38,86
	CV (%)	**6,83**	**5,05**	**5,47**	**4,91**	**5,05**	**9,23**	**11,00**	**6,11**	**5,61**	**4,72**
3.	17.	35,66	40,07	40,63	32,97	43,02	37,76	31,42	38,43	39,55	28,25
	19.	35,73	45,41	39,53	35,44	44,24	37,65	34,76	42,21	41,32	36,17
	21.	37,08	45,69	40,96	36,64	46,15	49,99	37,93	46,39	44,33	36,03
	23.	41,70	48,52	45,08	34,12	48,24	47,31	42,63	47,64	46,96	38,19
	25.	39,01	45,91	45,56	38,66	49,68	51,10	36,95	48,01	48,32	36,88
	CV (%)	**6,74**	**6,84**	**6,53**	**6,22**	**5,94**	**14,72**	**11,25**	**9,25**	**8,37**	**11,18**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 3,44 za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona

Tablica 79. Svjetlina boje (L*) zrna *su1* i *sh2* hibrida kukuruza šećerca za pet stadija zrelosti u tri roka sjetve u 2011. godini

Rok sjetve	Stadij zrelosti	OS 254su	OS 255su	OS 256su	OS 247su	OS 258su	OS exp 1sh	OS exp 2sh	OS exp 3sh	OS 244sh	Superslatki
1.	17.	74,00	75,22	72,45	73,19	73,26	70,34	72,94	71,47	70,99	73,48
	19.	71,80	74,24	75,43	71,03	73,53	72,17	72,60	74,80	70,89	73,38
	21.	75,79	74,08	71,86	74,46	75,01	74,57	76,04	74,36	72,85	74,62
	23.	70,10	72,53	71,55	71,60	72,78	76,07	74,07	71,24	73,82	74,33
	25.	72,03	76,43	72,30	72,78	72,97	75,18	70,15	72,94	70,93	71,93
	CV (%)	**3,02**	**1,94**	**2,14**	**1,86**	**1,20**	**3,20**	**2,94**	**2,22**	**1,89**	**1,43**
2.	17.	73,87	75,19	72,21	76,24	74,64	71,41	69,80	72,80	71,97	77,91
	19.	73,52	74,61	72,16	75,27	75,10	70,70	73,77	72,67	69,59	76,41
	21.	72,47	75,75	75,29	74,07	73,88	74,25	75,85	75,16	71,80	77,19
	23.	73,38	74,27	73,08	75,10	70,56	74,74	75,45	74,07	71,34	78,19
	25.	73,92	74,39	71,54	74,44	75,38	75,18	77,64	73,99	73,06	77,16
	CV (%)	**0,80**	**0,83**	**2,01**	**1,11**	**2,65**	**2,80**	**3,98**	**1,39**	**1,77**	**0,91**
3.	17.	74,24	74,90	71,70	76,06	76,51	72,36	73,66	72,22	72,51	76,83
	19.	72,75	76,07	73,20	74,99	76,31	72,04	74,17	74,15	74,73	74,28
	21.	73,13	76,60	75,14	77,77	76,42	76,71	76,16	76,84	74,20	78,85
	23.	75,50	74,46	76,42	76,91	77,19	72,73	76,72	73,73	72,78	76,25
	25.	75,14	73,42	71,81	73,66	77,67	75,51	79,40	73,44	73,42	76,60
	CV (%)	**1,63**	**1,69**	**2,82**	**2,12**	**0,76**	**2,85**	**3,01**	**2,30**	**1,27**	**2,13**

$LSD_{(P=0.05)}$ = 3,07 za usporedbu srednjih vrijednosti između različitih hibrida, stadija zrelosti i vegetacijskih sezona