

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Михајло З. Тирић

**УТИЦАЈ ИНТЕРАКЦИЈЕ ГЕНОТИПА И
СПОЉНЕ СРЕДИНЕ НА ПРИНОС И
КВАЛИТЕТ КОРЕНА ШЕЋЕРНЕ РЕПЕ**

Докторска дисертација

Београд, 2017.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Mihajlo Z. Ćirić

**THE EFFECT OF GENOTYPE X
ENVIRONMENT INTERACTION ON ROOT
YIELD AND QUALITY OF SUGAR BEET**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2017.

МЕНТОР:

др Славен Продановић, редовни професор,
Универзитета у Београду, Пољопривредни факултет

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Горан Јаћимовић, доцент,
Универзитета у Новом Саду, Пољопривредни факултет

др Маја Манојловић, редовни професор,
Универзитета у Новом Саду, Пољопривредни факултет

др Душан Ковачевић, редовни професор,
Универзитета у Београду, Пољопривредни факултет

др Томислав Живановић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Датум одбране:

Истраживање обухваћено у овој дисертацији представља део пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја (TR31015) чији је руководилац др Невена Нагл.

Користим прилику да се захвалим

Одељењу за Индустијско биље Института за ратарство и повртарство у Новом Саду, на челу са др Владимиром Микличом и групи за оплемењивање шећерне репе на пруженој помоћи приликом извођења огледа за докторат.

Ментору у Институту за ратарство и повртарство др Живку Ђурчићу за подстрек, несебично пренето знање и помоћ у извођењу огледа и писању дисертације.

Колеги др Милану Миросављевићу за помоћ у анализи података и писању дисертације.

Захвалио бих се и менторима проф. др Славену Продановићу и проф. др Горану Јаћимовићу као и осталим члановима комисије на корисним саветима и помоћи у изради дисертације.

Највећу захвалност дугујем Мајци на подршци током студија и писања дисертације.

Утицај интеракције генотипа и спољне средине на принос и квалитет корена шећерне репе

Резиме:

Ова дисертација представља студију о утицају генотипа, средине и њихове узајамне интеракције на агрономске и технолошке особине корена различитих хибрида шећерне репе гајених у Републици Србији. Биљни материјал се састојао од два домаћа хибрида шећерне репе, створена у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду и шест хибрида из различитих страних семенских кућа. Утицај средине представљен је кроз различите третмане ђубрења са азотом, фосфором и калијумом. Пољски део огледа се одвијао на локалитету Римски Шанчеви током две узастоне године и постављен је по плану подељених парцелица у три понављања. Узорци корена су узимани из средњих редова свих парцелица и потом анализирани на следеће особине: принос корена, садржај шећера, садржај штетног калијума, садржај штетног натријума, садржај алфа аминокиселине азота, искоришћење шећера и принос кристалног шећера.

На основу резултата Анализе варијансе утврђен је значајан утицај генотипа, средина и интеракције два наведена фактора на све испитиване особине. На варијабилност већине анализираних особина у првој години испитивања највећи утицај је имала средина односно третмани минералне исхране док је у другој години утицај генотипа био већи. Резултати АММИ анализе сугеришу да су генотипови G3 и G4 били најприноснији, али се њихова стабилност разликовала током сезона гајења. Генотип G5 је имао највећи садржај шећера у свим срединама. Средине са већим дозама фосфора и калијума и редукованим количинама азота (или без азота) су имале највећи садржај шећера код свих тестираних хибрида. Исте средине су показале најбоље резултате за искоришћење шећера и највећу стабилност у обе године испитивања. Према резултатима корелационих коефицијената и на основу биплот графика утврђено је да се веза између проучаваних особина мењала током различитих сезона гајења.

Резултати су указали да примена мултиваријационих метода попут АММИ омогућава додатну анализу интеракције генотипа и средине што је битно за даље унапређење селекције и давање правилних препорука за ђубрење. Такође побољшаће се и препоруке за хибриде шећерне репе које се одликују високим приносом кристалног шећера и добром стабилношћу током различитих сезона гајења, у циљу унапређења производње овог усева у агроколошким условима Панонске низије.

Кључне речи: АММИ, интеракција, шећерна репа, минерална исхрана

Научна област: Биотехничке науке

Ужа научна област: Генетика и оплемењивање

УДК (UDK) број: 633.63:631.52 (043.3)

The effect of genotype x environment interaction on the yield and quality of the sugar beet root

Summary:

The thesis represents a study about the effect of genotype, environment and their interaction on the agronomic and technological root characteristics of different sugar beet hybrids grown in the Republic of Serbia. Plant material consisted of two hybrids developed at Institute of field and vegetable crops, Novi Sad and six hybrids developed by different foreign seed companies. The environmental factor was presented through different fertilization treatments of nitrogen, phosphorus and potassium. Field experiment took place on the location of Rimski Šančevi during two consecutive years and was arranged in the split plot design with three replications. Root samples from middle rows of each plot were taken and analyzed for the following traits: root yield, sugar content, levels of harmful potassium, harmful sodium and alpha amino nitrogen, recoverable sugar and white sugar yield.

Analysis of variance determined that genotype, environment and their interaction had significant effect on all examined traits. During the first year of experiment, environmental factor had the greatest impact on the variability of majority of characteristics while in second year the genotype had the strongest effect. Results of the AMMI analysis suggest that the hybrids G3 and G4 had the highest yields, but their stability varied during the growing season. Hybrid G5 had the highest average sugar content in all environments. Environments with high levels of phosphorus and potassium and with reduced amounts of nitrogen (or no nitrogen) induced the highest levels of sugar content in all tested hybrids. The same environments showed the best results for recoverable sugar and the highest level of stability in both years of testing. According to the results of correlation coefficients and the biplot graphics, relationships between studied properties varied in different growing seasons.

The results suggest that the use of multivariate statistical methods such as AMMI allows additional analysis of genotype x environment interaction, which is important for further improvement of selection and proper recommendations for fertilization. It will also improve recommendation of sugar beet hybrids with high white sugar yield and good stability, in order to increase the production of this crop in the agroecological conditions of the Pannonian Plain.

Key words: Interaction, AMMI, sugar beet, mineral nutrition

Scientific field: Biotechnical Sciences

Special topic: Genetics and Breeding

UDK number:633.63:631.52(043.3)

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА.....	5
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ.....	6
3.1 Квалитет шећерне репе.....	7
3.2 Минерална исхрана и ђубрење шећерне репе.....	10
3.2.1 Вубрење азотом.....	12
3.2.2 Вубрење фосфором.....	15
3.2.3 Вубрење калијумом.....	17
3.3 Интеракција генотипа и средине.....	19
3.3.1 Класификација интеракције генотипа и средине.....	20
3.3.2 Анализа интеракције генотипа и средине.....	22
3.3.2.1 Анализа варијансе.....	23
3.3.2.2 Регресиона анализа.....	23
3.3.2.3 <i>АММ</i> модел.....	24
3.4 Међузависност особина шећерне репе.....	24
4. РАДНА ХИПОТЕЗА	27
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД.....	28
5.1 Подаци о огледу.....	28
5.2 Биљни материјал.....	29
5.3 Агроеколошки услови.....	31
5.3.1 Основни метеоролошки показатељи у 2014. и 2015. години.....	31
5.3.2 Особине земљишта.....	34
5.4. Статистичка анализа.....	35
6. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА.....	36
6.1 Принос корена.....	36
6.2 Садржај шећера.....	48

6.3 Садржај штетног калијума.....	59
6.4 Садржај штетног натријума.....	70
6.5 Садржај штетног азота.....	80
6.6 Искоришћење шећера из корена.....	91
6.7 Принос кристалног шећера.....	101
6.8 Међузависност особина шећерне репе у оквиру различитих генотипова и средина.....	111
7. ЗАКЉУЧАК.....	119
8. ЛИТЕРАТУРА.....	123

1.УВОД

Шећерна репа је дикотиледона биљна врста из породице лобода и штирева (*Amaranthaceae*). Род *Beta* има једногодишње и двогодишње форме, а гајена репа је двогодишња биљка (*Flores-Olvera et al.*, 2008). Спада у најинтезивније ратарске усеве и гаји се због задебљалог корена који се користи у прерађивачкој индустрији за производњу шећера. Око 20% светске производње шећера добија се из ове биљке (FAO, 2009) која представља значајну сировину за производњу шећера пре свега у областима умерене континенталне климе односно у Европи и другим регионима у којима се не може гајити шећерна трска. У свету се током 2014. године шећерна репа гајила на 4,5 милиона хектара (FAO, 2017). Највеће површине под овом биљном врстом налазе се у Русији, Украјини, САД, док се највећи приноси остварују у Француској, Немачкој, Италији и другим земљама Западне Европе.

Област Медитерана центар је порекла шећерне репе, а испитивањима на молекуларном нивоу установљено је да гајени варијетети шећерне репе потичу од медитеранске репе *Beta vulgaris* L. *ssp* *maritima*. Поједини варијетети *Beta vulgaris* L. гаје се као поврће, на пример цвекла (*Beta vulgaris* var. *cicla*) (*Biancardi et al.*, 2012). У новије време шећерна репа добија на значају и на пољу обновљивих извора енергије. Ова ратарска биљка производи велике количине органске материје у којој је енергија ускладиштена у виду сахарозе и њеном ферментацијом се добија већа количина биоетанола у односу на друге биљне врсте које се користе за ту намену (*Pannella and Kaffka*, 2010). Такође, шећерна репа је широко адаптабилан усев који има добру толерантност према ниским температурама, суши и заслањеним земљиштима, али уколико се гаји у неповољним условима остварује ниску продуктивност (*Katerji et al.*, 1997; *Petkeviciene*, 2009)

Високи приноси корена и надземне масе захтевају значајне количине свих макро и микро хранљивих елемената које се добрим делом обезбеђују применом минералних ђубрива. Након шећерне репе у земљишту остају значајне количине хранива, тако да за многе гајене биљке репа представља добар предусев (*Jevtić u sar.*, 1986). Поред тога ова биљна врста је богата протеинима који се налазе у листу и глави корена, те се ови делови као споредни производи ратарске производње могу користити у исхрани стоке. Такође, репини резанци представљају цењену храну која се користи у сточарству. Чак и сатурациони муљ који се добија приликом прераде корена у

шећеранама има вредност јер може послужити као ђубриво за калцизацију киселих земљишта.

Гајење шећерне репе на већим површинама почело је тек у 18. веку, што чини ову биљку младим усевом у европској и светској пољопривреди (*Cook and Scot, 1993*). Половином 18. века немачки хемичар *Marggraf* открива да се шећер из репе не разликује од оног произведеног из шећерне трске. Почетком 19. века шећерна репа постаје главна сировина из које се добија шећер на подручју Европе. У истом периоду *Achard* започиње рад на селекцији шећерне репе, а као почетни материјал послужила му је сточна репа "Бела шлеска репа" (*Fisher, 1989*). Француски селекционер *De Vilmorin* је успео да издвоји генотипове са већим садржајем шећера користећи тест потомства и анализирајући садржај шећера уз помоћ сахарометра (*Bosemark, 1993*). Оплемењивање шећерне репе у 20. веку, нарочито у његовој другој половини, обележиле су значајне промене. *Bordonos* (1941) и *Savitsky* (1936) откривају ген за моногермност што је значајно олакшало гајење репе јер се од тада више није морала проређивати већ се усев сејао на коначан склоп. Коришћењем колхицина створени су тетраплоиди да би се касније установило да триплоиди настали укрштањем тетраплоида и диплоида дају боље резултате у погледу хетерозиса. *Owen* (1948) открива механизам цитоплазматско-нуклеарне мушке стерилности код репе чиме је омогућено лакше укрштање генотипова, а ефекат хетерозиса у потпуности искоришћен.

У Републици Србији шећерна репа се у 2014. години сејела на око 64 хиљада хектара (*FAO, 2017*). Специфичност везана за њено гајење је да се површине непрестано смањују док приноси слатког корена и шећера расту, пре свега као резултат рада селекционара и унапређења агротехнике. До овога је дошло пре свега због климатских промена које узрокују екстремне временске прилике попут изразитих суша 2012. и 2015. године, што за последицу има велике осцилације у пољопривредној производњи. Такође, неповољни економски чиниоци имају негативан утицај на производњу ове биљне врсте у Републици Србији.

За остварење високих приноса и добијање доброг квалитета корена потребни су хибриди са високим потенцијалом родности односно који дају висок принос кристалног шећера по хектару и одговарајући услови спољне средине (климатски,

земљишни, агротехнички). Интеракција генотипа и спољне средине кључни је фактор успешне производње.

Хибриди шећерне репе, који се сеју на нашим ораницама, могу се поделити у неколико типова: изразито приносни тип (E), нормални тип (N), шећернати тип (Z) и прелазни типови као нормално-приносни тип (NE) и нормално-шећернати тип (NZ). Савремена селекција шећерне репе је усмерена на стварање инбред линија и тражење најбољих комбинација које ће послужити као компоненте хибрида. Принос корена је пресудан у избору линија које ће се користити као родитељи (Ковачев, 1985). Такође одабране линије треба да поседују отпорност или толерантност на главне болести и штеточине. Од велике важности за оплемењивање су и технолошке особине корена. Технолошки квалитет корена је скуп особина које утичу на процес екстрације шећера. Циљ је да корен има већи садржај шећера и мањи садржај нешећерних материја које спречавају кристализацију сахарозе (Крстановић, 2001). У спектар технолошких особина корена репе од интереса за селекцију спадају садржај шећера, садржај штетног калијума, садржај штетног натријума, садржај алфа аминокиселине азота, искоришћење шећера и принос кристалног шећера, као коначан циљ производње и прераде корена шећерне репе.

У најбитније агротехничке факторе производње шећерне репе спадају начин и време сетве, густина усева, заштита од болести и штеточина, и исхрана односно ђубрење усева. При исхрани шећерне репе није циљ остварити само високе приносе корена, већ корен треба да буде одговарајућег квалитета у погледу технолошких особина (Јаћимовић, 2005). Као и код других биљака азот је носилац приноса код шећерне репе (Lauferet al., 2016). Међутим, при прекомерној употреби овог елемента ефекат је негативан и резултира смањењем садржаја и искоришћења шећера. Разлози за контролисану употребу овог елемента су такође загађење водених токова, односно животне средине као и економски моменат који има важну улогу у рентабилности ратарске производње. Фосфор је значајан елемент у метаболизму биљака и поседује многе физиолошке функције. То је градивни елемент многих органских једињења и учесник у процесима накупљања и транспорта шећера у корен репе (Кастори, 1993). Шећерна репа је изразито калиофилна биљка и овај елемент јој је неопходан за многе биолошке и физиолошке процесе. Калијум даје биљци виталност и омогућава да опстане, издржи стрес и неповољне услове средине.

Произвођачи шећерне репе морају да воде рачуна о свим наведеним факторима и њиховим интеракцијама: о избору хибрида, о условима производње и о економичној и рационалној употреби минералних ђубрива, јер приноси треба да оправдају улагања у производњу. Зато оплемењивачи шећерне репе при стварању инбред линија и селекцији нових хибрида такође узимају у обзир специфичности везане за реакцију генотипа на наведене факторе.

Принос, квалитет корена и најважније агрономске особине шећерне репе контролисане су минор генима и као квантитативна својства налазе се под утицајем генотипа (*G*), спољашње средине (*Environment - E*) и њихове интеракције (*GEI*) (*Hoffmann et al.*, 2014). Интеракција представља специфични одговор генотипа на различите климатске, биолошке и агротехничке услове средине (*Kang*, 1998). *Weber* и *Wricke* (1990) истичу да је *GEI* последица изразите варијабилности морфолошких и физиолошких особина генотипова које имају утицај на отпорност према стресу. Интеракција може бити унакрсна, када се рангови разликују од средине до средине и неунакрсна, када је ранг генотипова константан у свим срединама

Постоје многобројни модели којима се објашњава интеракција генотипа и спољашње средине, а засновани су на анализи варијансе, анализи главних компонената, регресионој анализи, анализи група и различитим методима мултиваријационе анализе. За разлику од других пољопривредних усева код шећерне репе постоји мањи број истраживања о интеракцији генотипа и спољне средине.

Модел који се често употребљава за интерпретацију интеракције генотип \times средина је *АММИ- Additive Main effects and Multiplicative Interaction* (*Gauch*, 1992). Овај метод користи анализу варијансе главних ефеката генотипа и спољашње средине и анализу главних компонената средина – *РСА*, повезујући их у једну целину. Тумачење резултата *АММИ* – анализе врши се уз помоћ биплота који пореди средње вредности особина генотипова и прву или неке од главних компонената *РСА* интеракције.

2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Главни циљ докторске дисертације је да се одреди начин реаговања генотипова шећерне репе на утицај минералне исхране у оквиру постојећих агроколошких услова, кроз анализу утицаја интеракције генотипа и средине на принос и квалитет корена.

Један од циљева овог истраживања је да се одреди како и колико значајно третмани са NPK минералним ђубривима утичу на различите генотипове шећерне репе, како би се пронашла агротехника прилагођена генотипу и омогућиле одговарајуће препоруке за производњу.

Такође, циљ ове дисертације је и да се на основу реакције генотипова на различите услове средине, узимајући у обзир порекло испитиваних хибрида, одреде даљи правци оплемењивања шећерне репе на принос и квалитета корена.

3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Феномен да се вредности квантитативних особина код сорти и хибрида мењају од средине до средине (локалитет, година, минерална исхрана) назива се интеракција генотипа и средине и представља одговор генотипа на средину у којој се развија (*Des Marais et al.*, 2013). У блиској вези са овом генетичком појавом су и појмови адаптабилности и стабилности које *Боројевић* (1992) дефинише као показатеље исхода интеракције генотипа и средине. Појава варирања генотипа која настаје под дејством средине представља проблем којим се наука бави дуже од једног века. Још на Трећем међународном конгресу генетичара (1906), *Bateson et al.* су истакли како је рад генетичара "посвећен расветљавању феномена наслеђивања и варијабилности". Такође, *Johansen* (1906) наглашава проблем разликовања варијабилности која настаје под дејством средине од оне која је резултат деловања мутација. Поред радова о утицају генотипа и интеракције генотип \times средина, велики број истраживања (*Станаћев и сар.*, 1983; *Милошевић*, 1987; *Јоцић*, 1992; *Draycott et al.*, 1993; *Lamb et al.*, 2001; *Маринковић и сар.*, 2004; *Јаћимовић*, 2005; *Moore et al.*, 2009; *Hergert*, 2010) је био посвећен испитивању минералне исхране како би се побољшала производња и прерада слатког корена. Ова истраживања указују да се савремена технологија ђубрења шећерне репе значајно променила од самих почетака гајења ове културе. Почетна замисао је била једноставна - додавањем хранива остварити највећи могући принос корена. Након тога, 60-тих година 20. века основна идеја је била да се ђубрењем поставе у равнотежу принос и технолошки квалитет корена репе, а у задњим деценијама 20. века фокус је усмерен на еколошки аспект. Актуелна истраживања о ђубрењу шећерне репе су усмерена пре свега на смањење загађења земљишта и вода у пољопривреди, претераном употребом минералних хранива (*Christenson and Draycott*, 2006).

Литературни подаци на тему прихране, ђубрења шећерне репе као и реакције различитих хибрида ове културе на производне услове су бројни и актуелни што указује да је ова проблематика изузетно сложена и захтева даља истраживања. Тематиком ђубрења шећерне репе бавио се велики број домаћих и страних аутора (*Радивојевић*, 1978; *Graf and Müller*, 1979; *Winner and Bürcky*, 1981; *Zocca*, 1982; *Милошевић*, 1984; *Мировановић*, 1984; *Милошевић*, 1987; *Hoffmann et al.*, 2001;

Jaћимовић, 2005; Kuzevski u sar., 2008) који указују на уску везу између приноса и квалитета корена. Како би се постигли високи приноси корена заједно са високим процентом шећера различитим генотиповима шећерне репе треба омогућити одговарајућу количину приступачних минералних хранива (*Jaћимовић, 2005; Бојовић, 2014*). У литератури постоји велики број радова о примени минералних ђубрива и њиховом утицају на ратарске усеве, али и генотипове (*Петровић и Стикић, 1992; Therrien et al., 1994*). У подручју Панонске низије јавља се велика варијабилност приноса и квалитета шећерне репе која настаје услед утицаја генотипа, начина ђубрења односно минералне исхране и њихове интеракције. Познавање перформанси већег броја хибрида шећерне репе при различитим третманима ђубрења током више година има велики практични значај јер нам омогућује да одаберемо хибриде који су најбоље адаптирани условима гајења односно да пронађемо хибриде са најмањим степеном интеракције између генотипа и средине (технологије ђубрења) како би остварили стабилност приноса и квалитет производње.

3.1 Квалитет шећерне репе

Квалитет корена шећерне репе је сложена особина која зависи од утицаја генотипа (хибрида) и средине у којима се репа гаји, као и од утицаја њихове интеракције (*Rosso and Candolo, 2001*). Поред наведених фактора, *Draycott (1993)* наглашава важност минералног ђубрења које је од виталног значаја за технолошку вредност и квалитет корена репе. Ово својство корена се може посматрати и са другог аспекта, на основу кога оно највише зависи од хемијских и физиолошких особина корена које утичу на прераду, а самим тим и на принос шећера (*Abdou et al., 2008, Awad et al., 2012*). Технолошки квалитет корена обухвата хемијске и физичке карактеристике произведених корена и великој мери утиче на количину кристалног шећера (*Oltmann et al., 1984*). Већина аутора, али и произвођача приликом дефинисања квалитета корена најчешће мисле на садржај шећера односно дигестију. Ова особина се може истаћи као једна од најзначајних, али није једина, јер квалитет корена и принос шећера зависе пре свега и од постотка шећера, али и од садржаја штетног калијума, штетног натријума и алфа аминокиселине азота.

Садржај шећера је најважније својство шећерне репе, и самим тим представља примарни циљ у оплемењивању ове биљне врсте (Ковачев, 1992). Ова особина представља проценат сахарозе у свежој материји задебљалог корена шећерне репе (Јарамаз, 2015). Колики је значај ове особине најбоље је објаснио *Oldfield* (1974) када је истакао да се трошкови и улагања у облику рада, средстава, транспорта као и губици приликом прераде корена смањују како садржај шећера у корену репе расте. С обзиром да технолошка вредност корена шећерне репе зависи пре свега од количине шећера, приликом стварања и гајења овог усева неопходно је одабрати генотипове који се одликују високим и стабилним вредностима овог показатеља. Ова сложена особина је квантитативне природе, али на њу утиче мањи број гена јачег ефекта услед чега је утицај фактора средине мање изражен. Тај став потврђује *Филиповић* (2007, 2008) који у својим радовима где је испитиван већи број генотипова истиче да на садржај шећера у корену репе највећи утицај има генотип (хибрид).

Штетни калијум (К), натријум (Na) и алфа аминокиселине се називају заједно и укупне нечистоће. *Bosemark* (1993) их дефинише као хемијске особине корена које утичу на технолошки квалитет корена. Заједно са бетаином представљају 90% нешећерних састојака сока шећерне репе што их чини најважнијим нешећерним елементима (*Carruthers and Oldfield*, 1961, 1962). Оне представљају скуп једињења која се везују за молекуле сахарозе и ометају процес екстракције услед чега се смањује количина произведеног кристалног шећера, а повећавају трошкови прераде корена и екстракције шећера (*Moore et al.*, 2009). Бројна испитивања су показала да се ове технолошке особине налазе под контролом већег броја гена и да се могу унапредити селекцијом и оплемењивањем (*Dudley and Powers*, 1960; *Smith et al.*, 1977; *Coe*, 1987).

Поред садржаја шећера, садржај штетног К спада у групу особина која одређује технолошки квалитет корена шећерне репе. Калијум утиче на отпорност биљака према болестима, толерантност на сушу и високе температуре. *Kafkafi* (1984) у свом раду закључује да корен биљних врста толерантних на заслањена земљишта, као што је шећерна репа, има већи афинитет према јонима К него Na у поређењу са биљним врстама осетљивим на слана земљишта (нпр. пасуљ). Међутим уколико се нађе у сувишку, К испољава штетно дејство, пре свега на квалитет корена (*Bosemark*, 1993). Наиме, искоришћење шећера из корена зависи од концентрације К у корену – који се

још назива и штетни К због негативног утицаја на кристализацију шећера (*Јаћимовић*, 2005). Вредност овог показатеља највише зависи од примене калијумових минералних ђубрива. На основу тога се може закључити да правилна примена агротехничких мера, пре свега минерална ихрана биљака која је прилагођена генотипу и условима средине омогућава производњу корена шећерне репе који се одликује мањим садржајем штетног К и бољим технолошким својствима.

Натријум (Na) није есенцијални елемент али га биљке усвају и он учествује у њиховим животним процесима. *Grattan and Grieve* (1993) истичу да до одређене границе Na може да замени К у метаболизму многих биљних врста, а притом да не нарушава њихов раст и развој. Шећерна репа је халофитна биљна врста која за свој раст и развој захтева Na. То је разумљиво узимајући у обзир центар порекла ове биљке, а њен дивљи сродник *Beta maritima* L. и данас се може наћи на заслањеним земљиштима у областима око Медитерана (*Sayed and Safwat*, 2001). Биљке радије усвајају и транслоцирају К у поређењу са Na, ипак степен селективности јако варира како између разних биљних врста тако и између различитих хибрида и сорти (*Grattan and Grieve*, 1993). Садржај Na у корену је значајно мањи у односу на К. Ипак присуство Na у корену је непожељно јер као и штетни К, има негативан ефекат на процес кристализације шећера. Поједини аутори попут *Крунић-а* (1987) сматрају да повећана концентрација Na може бити и индикатор болести пре свега ризоманије.

У евалуацији технолошке вредности корена, поред штетног К и Na, алфа аминокиселина N заузима значајно место. Алфа аминокиселина N или "штетни N" представља скуп једињења растворљивих у води које садрже N и ометају процес екстракције задржавајући део шећера у меласи. Штетни N обухвата пре свега слободне аминокиселине, пиримидин, пурин, бетаин, нитрате и друга једињења. Накупљање азотних једињења у корену репе може бити сортна специфичност, последица неповољних временских прилика, знак да корен још није у фази технолошке зрелости, али пре свега настаје услед сувишног коришћења азотних ђубрива у производњи шећерне репе (*Јарамаз*, 2015). Непосредну везу између количине аминокиселина N и примењених доза азотних ђубрива у својим радовима такође истичу *Радивојевић* (1978, 1981), *Hashemi et al.* (2014), *Mekdad et al.* (2015) и др. Избалансирана примена азотних ђубрива је од изузетног значаја за формирање високог приноса и квалитета корена шећерне репе. *Гламочлија* (1990) који је испитивао утицај

густине усева и примене различитих нивоа минералних ђубрива на принос и квалитет корена две сорте шећерне репе у својим резултатима истиче да повећане дозе хранива као и гушћи склопови доводе до постепеног повећања приноса корена, али и до смањења садржаја шећера уз раст алфа аминокиселина N. И *Pospišil* (2004) у својим истраживањима о производњи шећерне репе наводи да се у случају прекорачења оптималних количина N приликом ђубрења садржај шећера у корену репе смањује, док количине алфа аминокиселина N рапидно расту. *Draycott* (1993) истиче како се пад чистоће сока добијеног прерадом шећерне репе често јавља као последица повећања концентрације азотних једињења услед обилног усвајања N током последњих месеци вегетације. У резултатима својих истраживања *Dutton* и *Bowler* (1984) су утврдили да повећање концентрације алфа аминокиселина N за $100 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ смањује садржај шећера за 0,8%.

Заједнички показатељ хемијских параметара квалитета корена шећерне репе је искоришћење шећера. Ова технолошка особина зависи од дигестије, концентрације штетног K, штетног Na и алфа аминокиселина N и показује колико се из 100 kg корена репе, на крају процеса прераде у шећерани, добија кристалног шећера (*Јаћимовић*, 2005).

Производња и прерада корена шећерне репе има за главни циљ добијање кристалног шећера (*Скленар*, 1996). Принос кристалног шећера има велики практични значај и представља коначни резултат свих агрономских и производних особина шећерне репе (*Гујаничић*, 1997) односно њених сорти и хибрида.

3.2 Минерална исхрана и ђубрење шећерне репе

Добра обезбеђеност минералним елементима је неопходна за несметан раст и развој свих пољопривредних култура па и шећерне репе. Минерални елементи имају различите улоге у метаболизму биљака. Они су у саставу органских молекула, омогућавају рад ензима, регулишу *pH* и осмотски потенцијал ћелија укратко учествују у свим животним процесима биљака. До сада је утврђено присуство око 70 елемената у ткивима и органима биљака, а постоје претпоставке да се у биљном организму налазе сви елементи од којих је сачињена Земља (*Кастори и Петровић*, 1992). Одлика различитих биљних врста је да имају посебне захтеве у погледу минералне исхране и

искоришћења елемената те стога неопходно познавање специфичности минералне исхране сваке биљне врсте, а у новије време и сваког генотипа.

Репа се производи у великом броју земаља и региона те подаци о садржаја приступачних хранива земљишта на којима се ова култура гаји показује велику варијабилност (*Draycott, 1993*). Технологија производње шећерне репе представља сложен систем, а минералној исхрани припада највећи значај у тој целини. Шећерна репа мањи део својих потреба за хранивима обезбеђује из земљишта док већи део потреба треба допунити органским, минералним ђубривима или фолијарном прихраном. Високи приноси корена шећерне репе и кристалног шећера не могу се замислити без допунске прихране. Биљкама је неопходно обезбедити довољне количине лакоприступачних хранива у уравнотеженом односу коришћењем минералних и органских ђубрива. Истраживања започета тридесетих година 20. века откривају механизме усвајања и улогу елемената у метаболизму биљака односно синтези органске материје чиме су постављене основе за савремену исхрану биљака и њихово адекватно ђубрење.

Значај минералног ђубрења у производњи шећерне репе истичу домаћи и страни аутори *Радивојевић (1978)*; *Graf and Müller (1979)*, *Winner and Bürcky (1981)*, *Zocca (1982)*, *Милошевић (1984)*, *Милошевић (1987)*, *Љубомировић и сар. (2006)*, *Јаћимовић и сар. (2006)*, *Филиповић и сар. (2007)*, *Kuzevski и сар. (2008)*, *Бојовић (2014)*, *Ђулаковић и сар. (2015)*. *Draycott (1993)* истиче како минерална исхрана шећерне репе има примат гдегод се овај усев гаји или уводи у производњу. Разлоге за такво становиште наводи у следећим чињеницама: 1) додавање одговарајућих хранива земљишту има највећи ефекат на учинак усева и оно је под директним утицајем човека, 2) гледајући кроз историју, минерална хранива су представљала најскупљу ставку у пољопривредној производњи усева, иако у данашње време препарати за заштиту биљака често захтевају још већа улагања; 3) минерално ђубрење има витални значај за технолошки квалитет корена; 4) питања око спаљивања жетвених остатака и испирања нитрата у подземне воде су подстакла развој стратегија за ђубрење како би се минимизирао њихов штетан утицај на животну средину.

3.2.1 Ђубрење азотом

После угљеника, за раст и развој биљкама је највише потребан N. Између 1-5% укупне суве материје биљака представља N који је састојак протеина, нуклеинских киселина, хлорофила, ензима, фитохормона и других молекула укључених у метаболизам биљака. Управо због тога, доступност N представља један од најзначајнијих фактора који утиче на биљну производњу. Основни облици неорганског N у земљишту који се усвајају кореном су нитратни и амонијачни јон. Углавном је нитратни јон присутан у већим концентрацијама у односу на амонијачни јон у земљишном раствору (*Owen and Jones, 2001*). Поред тога, нитратни облик је покретљивији од амонијачног и због тога је доступнији биљкама (*Miller and Cramer, 2004*). Често је недовољно заступљен на обрадивим земљиштима и уколико се тај недостатак не отклони приноси шећерне репе могу да се смање значајно чак и за половину (*Barlog et al., 2013*). На основу тога може се закључити да је ово најважнији елемент исхране биљака који се примењује кроз минералних ђубрива код многих пољопривредних култура па и шећерне репе. Како би се повећала производња различитих култура у просеку се годишње примени више од 100 милиона тона N ђубрива (*FAO, 2017*). Ова ђубрива имају изузетно јакутицај на морфологију биљака што се код репе испољава пре свега кроз интензивно зелену боју (*Draycott, 1993*). Такође у условима добре обезбеђености N повећава се број и величина листова. Овај јак визуелни ефекат уме да наведе произвођаче да повећају дозе N што за последицу има смањење квалитета сока из кога се поступком прераде добија шећер (*Draycott, 1993*). То је витални елемент у развоју шећерне репе и има највећи утицај на продуктивност (*Cariolle and Duvall, 2006; Hergert, 2010*). Одсуство N доводи до смањења интензитета фотосинтезе и до 40% (*Okanenko et al., 1972*). При довољној количини N у раним фазама развоја повећава се садржај суве материје у листовима да би се у каснијим фазама повећао удео суве материје у корену резултирајући и у већем приносу кристалног шећера (*Draycott, 1993*). Примена азотних ђубрива има посебан значај у оплемењивању са циљем побољшања технолошког квалитета односно чистоће сока корена шећерне репе (*Smith et al., 1973*).

У данашњој производњи прави изазов представља одређивање оптималних доза N како би се обезбедио висок принос и квалитет усева уз одржавање плодности

земљишта. У протеклих 30 година урађен је велики број истраживања која имају за циљ да се оптимизује употреба N кроз боље разумевање потреба биљке узимајући у обзир разне климатске и земљишне услове у оквиру којих се пољопривредна производња одвија (*Lauer, 1995; Hoffman et al., 2009; Barlog et al., 2013; Mekdad, 2015*). Ова истраживања указују да исувише мале количине овог елемента смањују принос, док превелике количине дозе N доводе до небалансиране расподеле асимилата између лишћа и корена, а самим тим до смањења садржаја шећера у корену (*Barlog et al., 2013*).

У својим радовима *Маринковић и сар.* (2001, 2003, 2004) су описали спектар деловања N на принос који се креће од депресивног до позитивног. Они такође истичу како од свих минералних хранива која се користе као ђубрива N има најјачи утицај на принос, али и на технолошки квалитет корена репе. На значај N указују и резултати вишегодишњег огледа *Сарића и Јоцића* (1993) према којима 1 kg N повећава принос корена за око 140 kg ha⁻¹, док је принос укупног шећера порастао за више од 24 kg ha⁻¹ у просеку. *Draycott* (1993) истиче да се условима Велике Британије потребе шећерне репе за N, када се остварују максимални приноси, крећу у интервалу 200-250 kg ha⁻¹, као и да већина обрадивих земљишта у процесу минерализације не произведе више од 60 kg ha⁻¹ N, док преостали део потреба за N треба допунити минералним ђубрењем. У огледима којима је испитиван утицај различитих количина N, P и K *Маринковић и Црнобарац* (2000) наводе да је највећи проценат шећера утврђен при комбинацији са 50 kg ha⁻¹ NPK. И *Ђулаковић и сар.* (2015) истичу како је највећи ефекат на принос и квалитет корена шећерне репе имао N, док је утицај P и K био значајно мањи.

У огледима са ђубрењем *Николић* (1996) наглашава да се позитиван утицај N одразио на принос корена и лишћа док је сумарни ефекат на искоришћење шећера и друга својства квалитета негативан. *Тодорчић и сар.* (1982) такође износе податке по којима високе дозе N утичу негативно на принос и на особине репе којима се оцењује квалитет корена. Превелике количине N подстичу бујан развој биљака, продужавају вегетациони период и одлажу зрење што све има за последицу подложност према болестима (*Li et al., 2011*). Раст корена у дужину се смањује при превеликим дозама N, а такође се редукује и његова маса што у случају суше ограничава приступ воде у дубљим слојевима (*Петровић и Стикић, 1992*). Најчешће повећане количине

органичних и неорганичних форми N у корену настају пре свега као последица претеране употребе минералних ђубрива односно нерационално великих доза N (*Радивојевић*, 1978; *Graf and Müller*, 1979; *Zocca*, 1982; *Миловановић*, 1984). Прекомерна употреба N ђубрива повећава принос корена, али то има за последицу смањење садржаја шећера, веће губитке шећера у меласи (*Marlander*, 1990) и мање укупне приходе (*Ladewig and Marlander*, 1993). Истраживања *Караџић и сар.* (1990, 1998) и *Маринковића и сар.* (2000, 2001, 2004) потврђују чињеницу да веће дозе N имају лош утицај на квалитет и принос корена. Поред, тога што повећавају заступљеност нечистоћа попут алфа аминокиселина, штетног K и Na и тиме смањују квалитет, преобимне количине N штете корену шећерне репе и у погледу чувања и складиштења (*Hoffmann*, 2005; *Malnou et al.*, 2008).

У анализи проблема који настају приликом коришћења земљишта *Дрезгић и сар.* (1980) истичу како ђубрење N треба организовати на начин да буде усклађено са потребама биљака, са климатским условима области и са динамиком овог елемента у земљишту. Уравнотежена прихрана усева са N, представља једну од кључних идеја одрживог развоја и заштите животне средине у пољопривредној производњи 21. века (*Tzilivakis et al.*, 2013).

Управо повећање ефикасности употребе N (*Nitrogen Use Efficiency-NUE*) представља предмет истраживања бројних пројеката и радова. Ефикасност искоришћења N представља однос између биомасе или приноса и N (унетог у земљиште минералним ђубривима и/или остатак N који се налази у земљишту). Ефикасност употребе N се може представити преко две основне компоненте: ефикасност усвајања N (*Nitrogen Uptake Efficiency-NupE* - способност биљака да усвоје N из земљишта) и ефикасност искоришћења N (*Nitrogen Utilization Efficiency-NutE* - способност да користе N за продукцију биомасе или приноса).

Код различитих усева, пре свега стрних жита, велике количине N су неопходне како би се остварио висок принос и *NUE* је често мања од 50% (*Zhu*, 2000). Такође, *Sylvester-Bradley* и *Kindred* (2009) наводе да усеви у просеку искористе 40-50% од примењених N ђубрива. Са друге стране, у радовима *Haunold* (1983) у Аустрији и *Lindemann et al.* (1983) у Француској наводе да код шећерне репе биљке усвоје 50- 80% од количина N примењених минералним ђубривом, док се остатак губи у процесима денитрификације и испирања. Ово резултира у великим губицима N из

пољопривредних земљишта, као и загађењем воде и животне средине. Такође, непотпуно усвајање N из минералних ђубрива има утицај на глобано загревање услед емисије азотних оксида. Због тога, оплемењивање биљака треба бити усмерено и у правцу стварања генотипова са високим *NUE* (*Hirel et al.*, 2007) и који се нормално развијају и дају добре приносе и у условима ниске обезбеђености N (*Barracough et al.*, 2010).

3.2.2 Ђубрење фосфором

Фосфор (P) представља једну од основних компоненти нуклеинских киселина које су одговорне за преношење генетичких информација. Такође, P представља битну компоненту фосфолипида у биолошким мембранама. Овај елемент улази у састав молекула АТФ-а који има значајну улогу у синтези угљених хидрата и преносу енергије. Неоргански P има улогу у активацији великог броја ензима, регулацији фотосинтезе и синтези шећера (*Marshner*, 2012). У условима недовољне обезбеђености P код биљака се повећава осетљивост на стрес нарочито на заслањеним земљиштима (*Grattan and Grieve*, 1993).

P представља елемент који често недостаје на земљиштима која се од скоро култивирају - девичанској земљи. Мали је број минерала који садрже P па се приликом распадања стена под дејством атмосферских фактора ослобађа мала количина овог елемента за разлику од K и других биљних хранива (*Draycott*, 1993). Такође, висока цена фосфорних минералних ђубрива у прошлости ограничавала је њихову већу примену (*Christenson and Draycott*, 2006). Обрадива земљишта обично обнављају своје резерве P кроз примену минералних P ђубрива, али и кроз органска ђубрива и жетвене остатке. Већина фосфата која се користе као фосфорна ђубрива воде порекло из фосфатних стена, која представљају необновљиве ресурсе. Континуирана примена фосфорних минералних ђубрива у појединим пољопривредним рејонима данас има за резултат да многа земљишта имају велике резерве овог елемента и да примена нових количина овог елемента нема жељени ефекат на принос корена шећерне репе (*Draycott*, 1993). Са друге стране растућа популације људи у свету, захтева велике количине хране која се данас може обезбедити високим приносима у пољопривреди, а да би се

они одржали на високом нивоу потребно је уносити значајне количине P посебно у земљишта која не обилују овим елементом. По неким проценама светске резерве P ће се искористити у наредних 50 – 100 година уз овакав степен њиховог коришћења (Gilbert, 2009).

У биљци шећерне репе половина P је заступљена у корену, док је друга половина распоређена у глави. Усев ове културе може да изнесе приносом и преко 100 kg ha⁻¹ P, али су уобичајене количине 50-90 kg ha⁻¹P. Он је највише заступљен у биљци у почетним фазама (клијанац) након чега се његова количина смањује како се биљка развија и расте (Draycott, 1993). P повољно утиче на развој кореновог система посебно у ранијим фазама развоја. У условима довољних количина приступачног P биљке шећерне репе развијају моћан коренов систем и у дубљим слојевима те могу да црпе воду и у периоду суше (Петровић и Стукић, 1992). Додавање P халофитама, којима припада и шећерна репа, у земљиштима са повећаним садржајем соли побољшава раст ових биљака (Grattan and Grieve, 1993). Симптоми недостатка P се ретко уочавају на биљци ако до њих дође углавном се могу видети када је биљка у стадијуму клијанца (Cook et al., 1993). Клијанци немају вигор, расту спорије, развијајући се у мање биљке склоне механичким оштећењима (Christenson and Draycott, 2006). У каснијим фазама главни симптоми недостатка P се манифестују смањењем раста и броја листова (Lynch et al., 1991). Утицај недостатка P није толико изражен код синтезе хлорофила колико је видљив смањен раст листова. У таквим листовима се брзо повећава концентрација овог пигмента и услед тога добијају тамнију боју (Rao and Terry, 1989).

Квалитет и квантитет шећерне репе се значајно унапређује одговарајућим количинама P ђубрива (Assadi, 2006). Pospišil (2004) наводи да су се у Хрватској најчеће примењивале искуствене норме хранива од 80-130 kg ha⁻¹P при гајењу овог усева.

Draycott (1993) истиче како је ефекат P ђубрива изражен само на земљиштима која имају низак ниво приступачних форми овог елемента. У земљама западне Европе дугогодишња примена P ђубрива повећала је садржај приступачног P у земљишту. Он се одликује значајно мањом миграцијом у дубље слојеве земљишта (за разлику од N), а количине које се износе усевима су мање од количина које се применом ђубрива уносе што може да наведе на мишљење да P нема утицаја на гајење ове културе. На

заслањеним земљиштима приступачност P је умањена не само због смањене активности фосфата услед ефекта јонског стреса већ и због њиховог везивања за минерале глине и слабе растворљивости фосфорних минерала у води (*Sharpley, 1993*).

Један од главних изазова у будућности, када резерве P буду исцрпљене, представљаће стварање нових хибрида и примена одговарајуће технологије производње која ће захтевати мању примену фосфатних ђубрива уз истовремено задржавање високе продуктивности. Један од могућих начина за остваривање овог циља лежи у опсежном истраживању биљних врста које су еволуирале на земљиштима сиромашним у P (*Lambers et al., 2011*).

3.2.3 Ђубрење калијумом

Калијум (K) спада у макроелементе неопходне за раст и развиће свих биљака, међу којима се посебно истичу коренасто-кртоласте биљке попут шећерне репе. Овим биљним врстама потребан је у сличним или чак већим количинама у односу на N (*Daliparthu et al., 1994*). K не учествује у грађи органских молекула, али је укључен у многе метаболичке процесе као активатор ензима, у регулацији pH средине, транспирацији, транспорту шећера и другим функцијама ћелије (*Marschner, 2012; Wang et al., 2013*). Овај елемент повећава отпорност биљака према суши (*Sakmak, 2005*), с обзиром да има битну улогу у регулацији у рада ћелија затварачица стома, а утиче и на дебљину кутикуле. Наиме добра обезбеђеност K повећава дебљину кутикуле биљке и тиме смањује одавање воде са листова, услед чега биљке добро обезбеђене са K имају мањи транспирациони коефицијент и троше мање воде за синтезу суве материје (*Петровић и Стукић, 1992*). Заступљен је у свим вегетативним деловима биљке услед своје изузетне мобилности. K утиче на рани вигор и пораст биљке и на крајњи принос корена (*Christenson and Draycott, 2006*). Биљке репе добро снабдевене овим елементом имају развијенију лисну површину (нарочито у периоду мај – август) која им омогућава да усвоје већу количину сунчеве светлости неопходну за процес фотосинтезе што се рефлектује кроз веће приносе шећера. Такође K утиче на садржај шећера и има критичну улогу у његовом транспорту у корен (*Winzer et al., 1996; Hermans et al., 2006; Moore et al., 2009*). Недовољне количине K у биљци изазивају

одумирања листова, смањује се садржај шећера, као и отпорност на сушу и болести (*Гламочлија*, 2010).

Дуго времена су се закључци о ђубрењу К изводили на основу једногодишњих резултата углавном на основу пређашње године што се показало погрешним. На основу тога може се закључити да су код испитивања за правилну процену потребних количина К за ђубрење меродавни само дугогодишњи огледи са већим бројем третмана (*Draycot*, 1993). Приликом примене калијумових ђубрива неопходно је узети у обзир пре свега приступачност К која на појединим земљиштима представља велики проблем због фиксације и задржавања његових јона на честицама земљишта и у минералима глине (*Grattan and Grieve*, 1993; *Mengel*, 2006). На основу тога *Draycott* (1993) указује да је ефекат ђубрења К у директној вези са количином његове приступачне форме у земљи и то се директно одражава на усеве шећерне репе. Сличног је става *Гламочлија* (2010) који наглашава да ефекат К употребљеног у минералној исхрани шећерне репе зависи од снабдевености подлоге овим макроелементом односно од природне плодности земљишта. *Pospišil* (2004) наводи да су се у производњи шећерне репе најчешће примењивале искуствене норму од 150-250 kg ha⁻¹ К док се на земљиштима сиромашним овим елементом примењивале и дозе преко 250 kg ha⁻¹. И *Mubarak et al.* (2016) сматрају да примена К ђубрива у производњи шећерне репе има највећи значај за повећање садржаја шећера у корену ове индустријске биљке. Са друге стране, *Pavlović u Stanaćev* (1979) у својим истраживањима истичу да од примењених минералних ђубрива на принос шећерне репе најмањи утицај имају калијумова ђубрива. Међутим услед добре обезбеђености овим елементом на многим земљиштима изостаје реакција на ђубрење са К (*Christenson and Draycott*, 2006) и у таквим случајевима он постаје запостављено биљно храниво.

3.3 Интеракција генотипа и средине

Ефикасност оплемењивачких програма зависи од успеха да се пољопривредним произвођачима створе генотипови који ће бити супериорнији у погледу приноса и/или квалитета у односу на генотипове које се тренутно гаје (*Mladenov et al.*, 2011). Да би се остварио овај циљ, неопходно је познавати факторе који су одговорни за стварање супериорног фенотипа.

Фенотипске особине представљају кумулативни резултат великог броја интеракција између генетског склопа биљке (генотипа - G) и услова у којима се биљка развија (средина – *environment*, E). Биљке се разликују у начину и ефикасности искоришћавања и претварања ресурса спољашње средине у биомасу и органе који представљају принос (зрно, корен, листови) (*Slafer*, 2003). Способност биљака да искористе ресурс из спољашње средине је резултат посебног склопа гена. Спољашња средина се односи на разлике у погледу услова производње (година, локалитет, агротехника или комбинација ових особина). Према томе различите средине се међусобно разликују у количини и квалитету ресурса које биљке могу да користе (доступност воде, хранљивих материја или ниво Сунчевог зрачења). Основни циљ оплемењива биљака је да се усклади генотип са условима спољашње средине у циљу побољшања жељених фенотипских особина (*Terrile et al.*, 2017). На пример, циљ оплемењивања може да представља одабир генотипова који ће имати бољи принос у условима високих температура и недостатка падавина (*Stratonovitch and Semenov*, 2015).

Генотипови могу бити адаптирани на различите услове спољашње средине (широко адаптирани генотипови), али постоје и генотипови који у посебним срединама имају боље перформансе у односу на друге хибриде (специфично адаптирани генотипови). Специфична адаптација генотипова је у блиској вези са феноменом интеракције генотипа и средине (*GEI*) који се јавља када се приликом поређења два или више генотипова у различитим срединама утврде разлике у њиховим перформансама (реакцијама на услове средине), односно одређени генотипима боље перформансе у једној средини док је у другој средини лошији у односу на друге генотипове. Другим речима, перформансе генотипа нису сталне у различитим срединама. Услед постојања интеракције веза између генотипа и фенотипа је смањена,

што је посебно значајно са оплемењивачке стране јер супериоран хибрид створен у једној средини не мора да буде и супериоран и у другој средини, чиме се успорава напредак селекције (*Comstock and Moll, 1963*). Мерењем *GEI*, оплемењивачи су у могућности да утврде која је стратегија одговарајућа за развијање нових сорти и хибрида адаптираних за циљани регион гајења.

Појава интеракције генотипа и средине је карактеристична за све гајене биљке (*Ћаџић и сар., 1997*). Осим код шећерне репе, феномен интеракције је испитиван код различитих врста као што су пшеница (*Yan and Hunt, 2001; Reynolds et al., 2002; Христов и сар., 2010*), пиринач (*Ouk et al., 2007*), кукуруз (*Terasawa et al., 2008; Babić et al., 2010*), ражи (*Lakić et al., 2015*) и другим гајеним биљкама.

Како би се илустровао пример *GEI Mallosetiet al. (2013)* наводе пример анализе реакције два слична генотипа који се само разликују толерантности према суши. Уколико се ова два генотипа гаје у средини коју карактерише недостатак падавина, њихово развиће и принос ће се разликовати услед постојања варијације у особинама које су у вези са толерантношћу према суши. Међутим, генотипске разлике ће избледети у срединама које имају довољно падавина. Дакле, разлике у реакцији ова два генотипа зависе од средине, односно у овом случају од доступности воде.

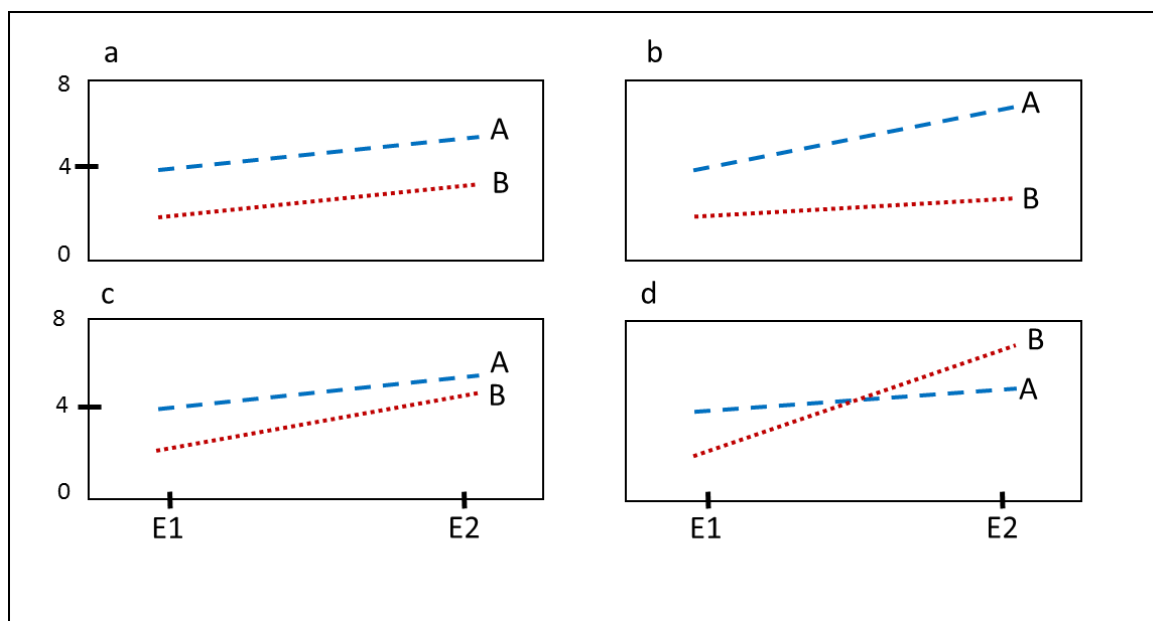
3.3.1 Класификације интеракције генотипа и средине

Тип интеракције $G \times E$ утиче на природу хибрида који ће се производити у одређеном региону. И средина и генотип имају комплексну природу, па је и сама интеракција сложена. Фактори спољашње средине се мењају стално током сезоне, што значи да се истовремено мења и интеракција генотипа са средином. Повећањем броја средина (m) и броја генотипова (n), према једначини $- mn!/m!n!$ број могућих $G \times E$ интеракција се значајно повећава. На основу ове једначине, постоји теоријска вероватноћа да ће један генотип имати најбоље перформансе у свим срединама, али су шансе за проналажење тог генотипа готово минималне.

Allard и Bradshaw (1964) класификовали су *GEI*, на основу примера у коме се посматрају реакције два генотипа (A, B) гајена у две средине (E1, E2), у три основна

обрасца како би се графички приказао концепт интеракције $G \times E$. Као што је већ наведено, GEI се јавља када разлике у перформансама два генотипа нису сталне у различитим срединама. Постоје три основна типа GEI – (a) без интеракције, (b) интеракција без промене ранга – неунакрсна интеракција (*non-crossover*) и (c) интеракција са променом ранга – унакрсна интеракција (*crossover*)

Поједини сценарији који се јављају приликом поређења перформанси два генотипа у различитим срединама су приказани на слици 1. Функција која описује фенотипске перформансе генотипа у односу на карактеристике средине назива се норма реакције (*Griffiths et al., 1996*). Слика 1a приказује случај када је одсутна интеракција генотипа и средине јер генотип и средина имају адитивни ефекат и норма реакције је паралелна. Неунакрсна интеракција се јавља када један генотип константно надмашује други у свим срединама. Међутим, разлика у перформансама је различита у различитим срединама и ова интеракција може бити дивергентна (Слика 1b) и конвергентна (Слика 1c).



Слика 1. Графички приказ интеракције: (a) адитивни модел, (b) дивергентна, (c) конвергентна и (d) интеракција са променом ранга (преузето из *Malloseti et al., 2013*)

Најзначајнији тип интеракције за оплемењивање представља интеракција са променом ранга или унакрсна интеракција (Слика 1d), која се јавља када је генотип А продуктивнији у једној средини, док је генотип В продуктивнији у другој средини (Cornelius *et al.*, 1993). Основни тест за испитивање *crossover* интеракције (квалитативне интеракције) је поређење перформансе генотипова у две средине и утврђивање да ли је разлика у перформансама значајно мања од 0 у једној средини и значајно већа од 0 у другој средини.

GEI се може посматрати и из угла хетерогености генетичке варијансе и коваријансе или корелација. Као резултат *GEI*, опсег варирања генетичка варијансе која је утврђена у једном огледу ће се променити у другој средини и тако даље. Поред тога, често се уочава да је генетичка варијанса већа у бољим срединама него у лошијим, иако се јављају и супротни примери (Przystalski *et al.*, 2008). *GEI* такође утиче и на корелације између перформанси генотипова у различитим срединама. Када је *GEI* велика, утврђене перформансе сета генотипова у једној средине морају бити информативне за анализу перформанси истог сета у другој средини. Средине са сличним карактеристикама ће утицати на сличан развој генотипова па ће и саме генетичке корелације бити веће.

3.3.2 Анализа интеракције генотипа и средине

Први корак у испитивању *GEI* представља сакупљање фенотипских података о сету генотипова који се гаје у различитим срединама. Сет генотипова могу да представљају напредне линије, сорте, хибриди, различита потомства или рекомбинантне инбред линије. Жељени сетови генотипова могу се тестирати у различитим срединама, попут локалитета, сезона али и различитим режимима који представљају одређени ниво одговарајућег фактора средине (присуство или одређени ниво хранива, влаге). Ови типови огледа представљају контролисане услове стреса и у њима истраживачи су усмерени на проучавање појединачних утицаја фактора средина на различите генотипове. Када се изводе ови огледи, од изузетног значаја је детаљна контрола огледа како би се искључио нежељени ефекат других фактора који могу да утичу на фенотип. Поред ових огледа, изводе се и огледи у више средина (*multi-*

environment trials - MET). У *MET* огледима, генотипови се оцењују на основу података са већег броја географских локалитета где су гајени током више година. Приликом анализе фенотипских података из ових огледа користе се различите статистичке методе.

3.3.2.1 Анализаваријансе

Анализа варијансе (*Analysis of Variance-ANOVA*) представља један од најчешће употребљаваних модела за процену интеракције генотип \times спољашња средина. Анализом варијансе, укупна варијабилност огледа дели се на три основна извора варијације: сума квадрата главних ефеката генотипа (G), сума квадрата главних ефеката деловања еколошких фактора (E) и сума квадрата интеракције генотипа и средине (GEI). Анализом варијансе се ефикасно описују главни (адитивни) ефекти (*Димитријевић и Петровић, 2000*). Основни недостатак *ANOVA*-е представља то што нам она даје само увид да ли је интеракција значајна или не, при чему не пружа довољно информација о структури еколошких услова који доводе до интеракције (*Samonte et al., 2005*). Поред тога, овим моделом сума квадрата GEI је оптерећена великом вредношћу степена слободе, тако да се често интеракција може појавити као несигнификантни извор варијације (*Crossa, 1990*).

3.3.2.2 Регресионаанализа

Поред анализе варијансе, регресиона анализа представља једну од највише употребљаваних метода за анализу GEI . Ову анализу у оплемењивању развијају *Finlay* и *Wilkinson* (1963) и касније *Eberhart* и *Russell* (1966). Код регресионе анализе према *Finlay* и *Wilkinson* (1963) параметри стабилности се израчунавају из регресије сваког генотипа у огледу у односу на индекс спољашње средине (просечна вредност генотипа у спољашњим срединама). Према овом моделу највећу стабилност имају генотипови чији је кофицијент регресије близу нуле. Са друге стране, додавањем параметра девијације од регресије, *Eberhart* и *Russell* (1966) допуњују дати модел. Према датом моделу, најпожељнији је генотип који поред високог приноса има коефицијент регресије око 1 и мању вредност девијације од регресије. Са друге стране, генотипови који су одговорни за GEI интеракцију коју је детектовала *ANOVA*-а имаће коефицијент

који ће да одступа од нуле. Ипак ова анализа има одређена статистичка ограничења, која могу да утичу на неправилно тумачење података и препоруку сорти и хибрида.

3.3.2.3 АММИ модел

Ограничење употребе једне димензије у оцени средине може да се уклони применом више метода у којима се може користити више индекса средине. Популаран метод овог типа представља АММИ (*Additive main effects and multiplicative interaction*) (Gollob, 1968; Mandel, 1969; Gabriel, 1978; Gauch, 1988; van Eeuwijk, 1995). У АММИ моделу, применом анализе варијансе се издваја адитивни део, а затим се интеракција анализира помоћу *PCA* метода. Даље се из суме квадрата издвајају статистички значајне главне компоненте (*PCA* осе). Битна особина АММИ модела је да се резултати генотипа и средине могу графички приказати помоћу биплота (Gabriel, 1978) који олакшава интерпретацију *GEI*. За анализу *GEI* најчешће се користи АММИ 1 биплот који се конструише помоћу вредности просека генотипа и средине приказане на апциси и вредности прве *PCA* осе на ординати (Zobelet al., 1988). Поред АММИ 1, често се користи и АММИ 2 који се формира помоћу прве две *PCA* осе. Биплот приказ података у АММИ моделу је корисна алатка за анализу *GEI* јер омогућава идентификацију генотипова који су адаптирани у појединим срединама и груписање средина у групе.

3.4 Међузависност особина шећерне репе

Унапређење гајења шећерне репе и производње шећера је тежак и дуготрајан процес. Значајан број истраживања је рађен са циљем да се уоче агрономске, физиолошке и технолошке особине шећерне репе као и везе између њих које би допринеле већим приносима и бољем квалитету корена. Познавање веза између особина има велику вредност у селекционим програмима. Промена једне карактеристике мења друге особине са којима у релацији до степена који је одређен јачином везе са главном особином (Ванчетовић и Дринић, 1996). Оплемењивањем се може побољшати значајан број карактеристика шећерне репе, али оне нису једнако важне за све. Вредност ових особина је условљена климом подручја у којима се ова

култура гаји, технологијом прераде и економским параметрима производње. Постизање равнотеже између особина од је главни задатак оплемењивача јер је циљ компромис између онога што се жели или онога што је могуће у пракси (*Bosemark*, 1993).

Ђорђевић (1972) у својим истраживањима особина шећерне репе се слаже са ставом да су производне карактеристике шећерне репе у непосредној вези са њеним морфолошким и физиолошким особинама као и да су одређена својства међусобно повезана. У резултатима рада наводи позитивне коефицијенте корелације између приноса корена, дужине и пречника корена, као и између садржаја шећера и суве материје у корену. У свом истраживању наводи и негативне коефицијенте корелације између приноса корена и садржаја шећера, а такође између садржаја шећера и штетног N. Узајамни односи ових карактеристика су од великог значаја за производњу ове индустријске биљке такође и за њено оплемењивање и селекцију. Негативна корелација ове између приноса корена и садржаја шећера је значајно слабије испољена код тетраплоидних форми шећерне репе. Ова чињеница је била битан аргумент за коришћење полиплоидије и стварање триплоидних хибрида ове пољопривредне културе што посебно било изражено у Европи (*Kristek i Marinčić*, 1996).

Campbell и *Cole* (1986) су у истраживању девет сорти шећерне репе на 17 локалитета испитивали односе између приноса, квалитета и морфолошких особина корена. Велики број морфолошких особина главе и корена је био у позитивној корелацији са приносом корена и негативној са садржајем шећера. У закључку своје студије истичу сложеност односа испитиваних карактеристика као и велику препреку коју представља негативна корелација између приноса корена и садржаја шећера. Високе позитивне корелације између садржаја шећера, приноса корена и приноса кристалног шећера је утврдио *Станчић* (1997). Исти аутор је наводи негативне корелације између приноса корена и садржаја штетног Na, K и алфа аминокиселине N односно садржаја шећера и садржаја штетног Na, K и алфа аминокиселине N.

У анализи својих података *Николић* (1997) је добио резултате по којима су принос корена и садржај шећера у позитивној корелацији, док су принос корена, принос кристалног шећера и садржај шећера били у високо позитивној корелацији. Негативну корелативну везу је добио између садржаја K, Na, алфа аминокиселине N и приноса

кристалног шећера, садржаја шећера и приноса корена. Сличне резултате наводе *Радивојевић и сар.* (2010) који су у анализи података већег броја хибрида шећерне репе прикупљених у периоду 2001-2008. добили негативне вредности коефицијената корелације између садржаја шећера и садржаја К, Na, алфа аминокиселина и садржаја шећера у меласи.

Antunoviću и сар. (2002) у закључцима својих двогодишњих истраживања о утицају земљишног К на принос и технолошка својства шећерне репе истичу статистички значајну негативну корелацију између садржаја К у корену и садржаја шећера односно садржаја К и приноса кристалног шећера.

Приликом анализе агрономских особина 11 хибрида шећерне репе *Ahmad et al.* (2012) су утврдили позитивну корелацију између приноса корена и приноса шећера, односно приноса шећера и искоришћења. Повећање приноса корена води већем приносу шећера под условом да нема значајног смањења процента шећера у корену (*Last et al.*, 1983).

Садржај шећера је у високој корелацији са коефицијентом екстракције (искоришћењем) нарочито у условима водног стреса. Селекција усмерена на ову особину квалитета ће имати за резултат и боље вредности за искоришћење (*Vahidi et al.*, 2013). Значајан допринос садржај шећера има за остварење приноса кристалног шећера (*Abdollahian-Noghabi et al.*, 2011) и посредно смањује негативан утицај појединих особина на принос (*Vahidi et al.*, 2013).

4. РАДНА ХИПОТЕЗА

Полазна претпоставка је да ће одабрани хибриди шећерне репе широке ген колекције односно различитог порекла и различитих вредности квантитативних особина, омогућити да се правилно анализира утицај *GE* интеракције на принос и квалитет корена.

Услед варирања метеоролошких услова током више година испитивања у пољским огледима очекује се да ће се између генотипова појавити статистички значајне разлике код испитиваних особина.

Једна од хипотеза је да би примена различитих количина и односа азота, фосфора и калијума у минералним ђубривима требала да подстакне експресију једних особина на рачун слабљења других код испитиваних генотипова.

Очекује се пораст приноса шећерне репе са растућим дозама *NPK* ђубрива односно већи приноси уз задржавање технолошког квалитета корена репе.

Такође, претпоставља се да ће се утврдити и међузависност између испитиваних особина

Претпоставља се да ће примена *АММ* мултиваријационе методе пружити праву слику о вредности генотипова у односу на спољашњу средину, дефинисану утицајем године и третманима минералне исхране, те указати на најстабилније и најпродуктивније генотипове шећерне репе у погледу приноса и квалитета и на тај начин усмерити селекцију и оплемењивање ове културе у правом смеру.

5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

5.1 Подаци о огледу

Истраживање је изведено на стационарном огледу Института за ратарство и повртарство у Новом Саду на Римским Шанчевима (19°51 E, 45°20 N, надморска висина 84 m). Оглед је заснован 1965. године и од тада се спроводи у континуитету због чега се још назива и "вечити оглед". Основни концепт огледа је четворопољни плодоред у коме се ротирају биљне врсте следећим редом шећерна репа - кукуруз - сунцокрет - пшеница. Испитивања су рађена током сезона 2014. и 2015. године. Током обе године примењена је стандардна агротехника. Укупан P, K и половина N ђубрива примењени су у јесен под основну обраду док је друга половина N примењена пред сетву. Датум сетве је 22.III 2014. односно 21.III 2015. године. Сетва је урађена машински, са међуредним растојањем од 50 cm и растојањем биљака у реду 20 cm (склоп од 100 000 биљака по хектару). Пољски огледи су били дизајнирани по плану подељених парцелица (*split plot*). Основна парцелица се састојала од 4 реда биљака и обухватила је површину од 24 m², с тим да су се за узорке узимали само коренови из два средња реда. Као главни фактори су означени генотип (осам хибрида шећерне репе) и минерална хранива (двадесет варијанти, са растућим дозама азота, фосфора и калијума) који су приказани у табелама 1 и 2.



Слика 2. Стационарни оглед на Римским Шанчевима

Табела 1. Примењене комбинације минералних ђубрива на стационарном огледу под шећерном репом

Средина	Комбинација и доза хранива (kg)	Ознака у огледу
1.	Контрола – без додавања хранива	E1
2.	N 100	E2
3.	P 100	E3
4.	K 100	E4
5.	N 100 P 100	E5
6.	N 100 K 100	E6
7.	P 100 K 100	E7
8.	N 50 P 50 K 50	E8
9.	N 50 P 100 K 50	E9
10.	N 50 P 100 K 100	E10
11.	N 100 P 50 K 50	E11
12.	N 100 P 100 K 50	E12
13.	N 100 P 100 K 100	E13
14.	N 100 P 150 K 50	E14
15.	N 100 P 150 K 150	E15
16.	N 150 P 50 K 50	E16
17.	N 150 P 100 K 50	E17
18.	N 150 P 100 K 100	E18
19.	N 150 P 150 K 100	E19
20.	N 150 P 150 K 150	E20

5.2 Биљни материјал

Биљни материјал се састојао осам хибрида шећерне репе (Таб. 2) који су заступљени у пољопривредној производњи Србије. Хибриди су припадали различитим семенским кућама и различитим производним типовима шећерне репе: N - нормални тип, Z – шећернати тип, NZ- нормално шећернати тип и NE-нормалноприносни тип.

Табела 2. Тип, порекло и ознаке хибрида у огледу

Хибрид	Тип	Порекло	Ознака у огледу
Сара	N	Институт за ратарство и повртарство, Србија	G1
Лара	Z	Институт за ратарство и повртарство, Србија	G2
Тибор	Z	Strube, Немачка	G3
Оригинал	NZ	SES Van Der Have, Белгија и Холандија	G4
Тајфун	Z	Maribo, Данска	G5
Алфонса	NE	KWS, Немачка	G6
Марианка	NZ	KWS, Немачка	G7
Бегонија	NE	KWS, Немачка	G8

На крају вегетационе сезоне на свим парцелицама одређене су вредности приноса корена ($t\ ha^{-1}$), и потом су се лабораторијски анализирале следеће особине квалитета шећерне репе:

1. Садржај шећера (%);
2. Садржај калијума (K у $mmol\ 100g^{-1}$);
3. Садржај натријума (Na у $mmol\ 100g^{-1}$);
4. Садржај алфа аминокиселине азота (α -амино N у $mmol\ 100g^{-1}$);

Технолошки квалитет корена је одређену аутоматској лабораторији Одељења за шећерну репу Института за ратарство и повртарство, под називом "WENEMA", применом стандардних метода. За одређивање садржаја шећера користила се поларометрија, садржаја K и Na је одређен пламеном-фотометријом, а садржај алфа аминокиселине N колориметријом.

Применом формуле *Reinefeld-a et al.* (1974) одредили су се параметри технолошког квалитета корена шећерне репе:

$$1. \quad \text{ШМ} - \text{штетне материје} (\% \text{ у односу на репу}) = \{[(K + Na) \times 0.0343] + (\alpha\text{-амино N} \times 0.094) + 0.29\}$$

$$K, Na, \alpha \text{ аминокиселине N} - mmol\ 100\ g^{-1}$$

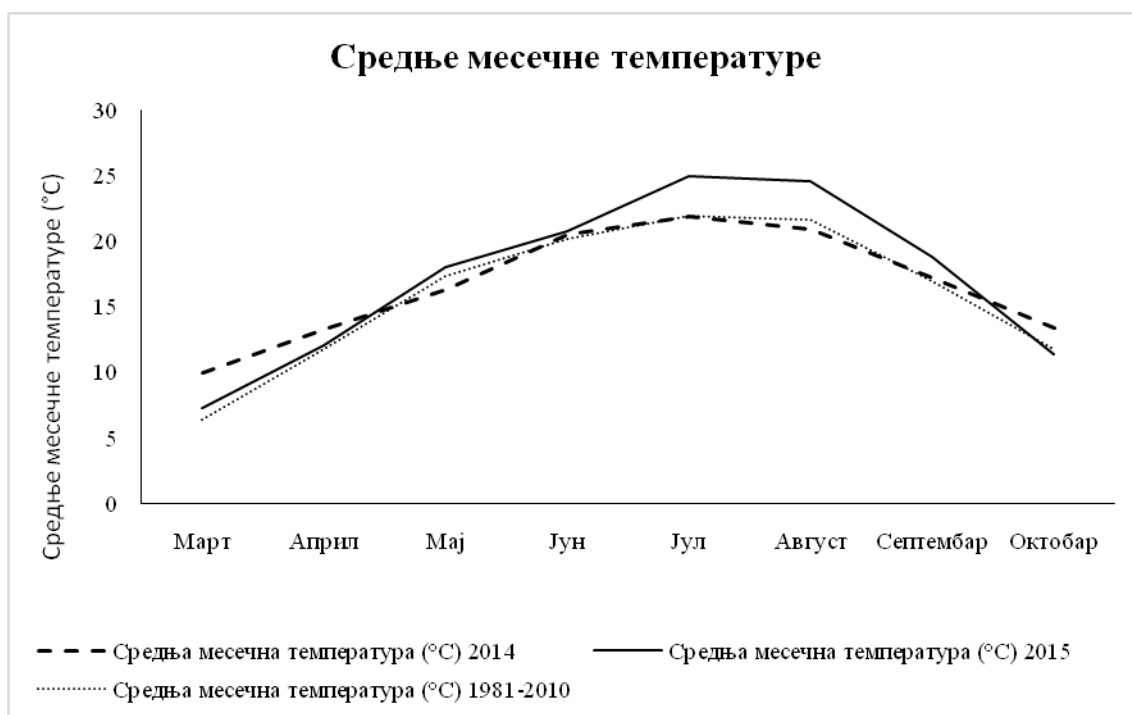
$$2. \quad \text{Искоришћење шећера } \% = \{\text{Садржај укупног шећера} - \text{ШМ} - 0,6\}$$

$$3. \quad \text{Принос кристалног шећера (ПКШ)} = \{\text{Принос корена} \times \text{Искоришћење шећера}\}$$

5.3 Агроеколошки услови

5.3.1 Основни метеоролошки показатељи у 2014. и 2015. години

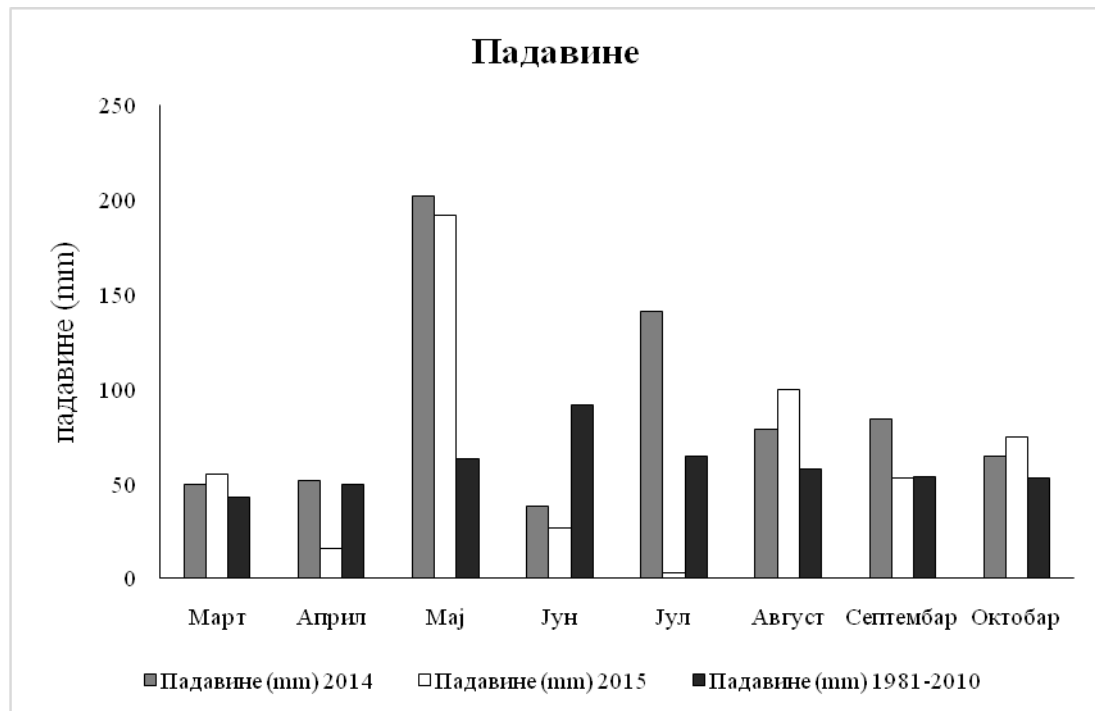
На графиконима 1, 2 и 3 приказани су метеоролошки подаци (средње месечна температура, падавине и инсолација) током сезоне 2014. и 2015. Наведени временски подаци су преузети са метеоролошке станице Републичког хидрометеоролошког завода која се налази у близини огледног поља на Римским Шанчевима.



Графикон 1. Средње месечне температуре у сезони 2014. и 2015. године

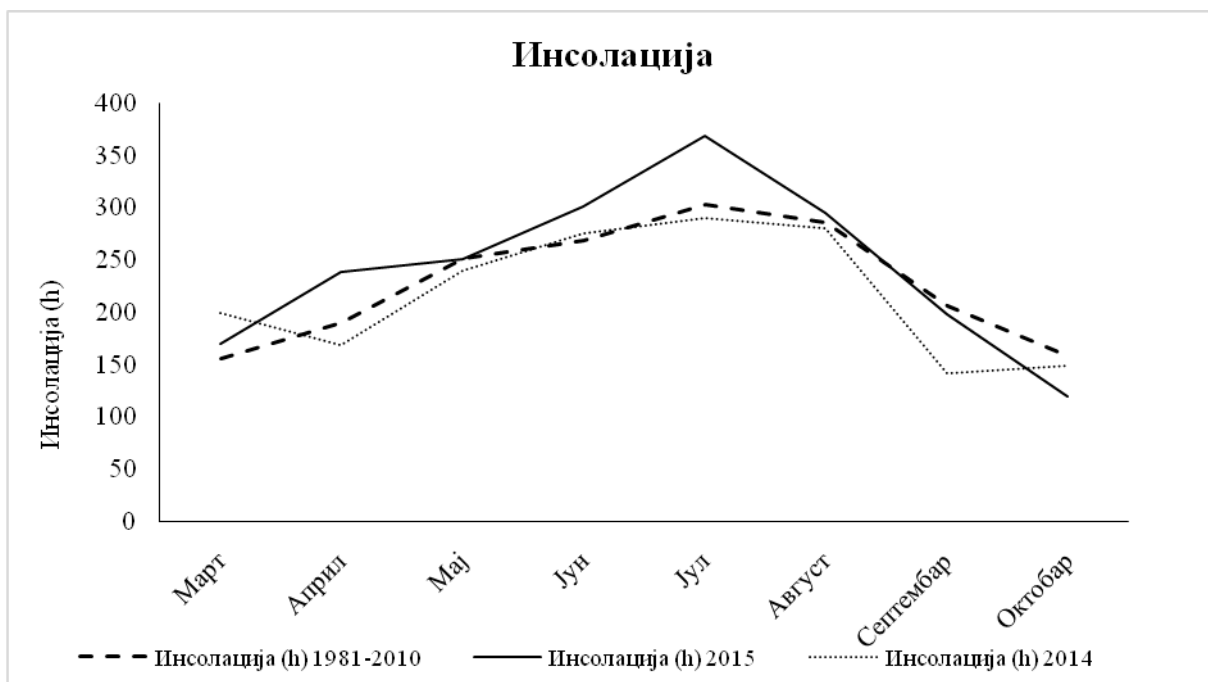
Почетак сезоне у 2014. години обележило је нешто топлије време са нешто више падавина у односу на вишегодишњи просек. Падавине су поправиле влажност површинског слоја и резерве воде земљишта. Слично време се наставило и у априлу са значајним суфицитом падавина. Мај је обележило хладно време праћено интензивним падавинама два до пет пута већим од уобичајених за овај месец што се неповољно одразило на вегетацију свих пољопривредних културе па и на шећерну репу која се налазила у почетним фазама развоја. Честе кише и облачно време смањиле су суму

осунчавања у мају и погодовале масовном ширењу биљних болести и корова, који су контролисани применом одговарајућих фунгицида и хербицида.



Графикон 2. Падавине у 2014. и 2015. години

Нестабилно време са падавинама пљусковитог карактера и температурама значајно вишим од просека се наставило и у јуну, што је поправило резерве влаге у дубљим слојевима земљишта. Месеце јул и август су обележиле висока влажност ваздуха, свакодневне кише и облачно време које је смањило инсолацију. Ипак уз температуре на нивоу вишегодишњег просека пролећни усеви су током лета били у добром стању што је такође погодовало расту надземног дела и кореновог система шећерне репе. Топлотни услови током септембра нису значајно ометали формирање приноса шећерне репе, ипак честе и обилне кише мањак сунчаних дана који су се свели на периоде од два до три дана утицали су на квалитет корена, редукујући пре свега садржај шећера и успоравајући сазревање корена. Октобар је обележило топлије време са количином падавина већом и за 150 % у односу на вишегодишњи просек.



Графикон 3. Инсолација у 2014. и 2015. години

Почетак сезоне 2015. у марту обележиле су ниже температуре и падавине које су помериле пролећне радове и датум сетве шећерне репе у другу половину месеца. Неповољни временски услови наставили су се и у априлу. Мањак падавина и поред умерених температура имао је карактер суше у Војводини што је ометало клијање и ницање свих јарих усева па и шећерне репе. Падавине крајем априла наставиле су се у мају повећавајући резерве влаге у земљишту и уз топло време обезбедиле су добре услове за наставак вегетације. Месец јун је имао нешто мање падавина са већим температурама у односу на вишегодишњи просек, ипак киша у другој половини месеца освежила усеве и одржала добре услове за раст и развој. Јул и август је обележило изразито топло време са температурама преко 35°C и врло мало падавина (најмање у протеклих 45 година). Резерве влаге у земљишту су сведене на минимум што је имало негативан утицај на раст (дебљање) корена шећерне репе. Топлије време од уобичајеног у септембру погодовало је сазревању репе, али су се услови за вађење корена и друге пољопривредне радове погоршали услед пљусковитих падавина које су такође карактерисале и месец октобар.

5.3.2 Особине земљишта

Земљиште на коме је оглед био постављен је типа чернозем, класа А-С (хумусно – акумулативна земљишта), подтип чернозем на лесу, карбонатног варијетета средње дубоке форме. Дубина активног слоја профила је 90 – 120 cm, са хумусно акумулативним слојем просечне дубине 60 cm. *pH* вредност је неутрална са просечним садржајем хумуса од 3,92%. На крају сезоне 2013. године узорци земљишта су узети са свих огледних парцелица. У табели 3 су приказане просечне вредности сваке средине за најважније агрохемијске карактеристике земљишта.

Табела 3. Карактеристике земљишта на којем је оглед постављен

СРЕДИНА	pH		CaCO ₃	Хумус	Укупни N	AL-P ₂ O ₅	AL-K ₂ O
	у KCl	у H ₂ O	%	%	%	mg 100g ⁻¹	mg 100 ⁻¹
1	7,02	8,24	1,79	3,55	0,24	11,30	23,63
2	6,71	7,91	1,73	3,70	0,25	5,68	19,70
3	7,08	8,34	1,86	3,79	0,25	12,88	23,18
4	6,86	8,11	1,95	3,66	0,24	12,98	33,85
5	6,62	7,81	1,18	3,79	0,26	12,04	20,13
6	6,84	8,12	1,19	3,94	0,26	21,30	34,53
7	6,99	8,05	0,67	3,93	0,26	15,85	28,63
8	6,91	8,07	1,19	4,04	0,28	15,05	26,28
9	6,68	7,95	0,76	4,19	0,26	20,08	23,40
10	7,01	8,30	1,28	3,88	0,27	18,85	29,55
11	6,87	8,17	0,61	4,02	0,26	14,00	27,03
12	7,06	8,30	0,54	4,13	0,28	20,98	24,65
13	6,98	8,22	0,60	4,13	0,26	16,98	27,35
14	6,80	8,02	0,29	3,99	0,28	24,00	23,85
15	6,82	8,04	0,29	4,01	0,26	20,95	32,55
16	6,79	7,96	0,33	3,96	0,27	9,43	22,28
17	6,71	8,03	0,21	4,06	0,25	14,20	22,70
18	6,95	8,21	0,42	4,12	0,28	29,83	27,38
19	6,57	7,84	0,25	3,99	0,27	21,90	26,35
20	6,80	7,93	0,53	3,59	0,24	19,90	30,23
Просек	6,85	8,08	0,88	3,92	0,26	16,91	26,36

5.4 Статистичка анализа

Прикупљени подаци о генотип x средина интеракцији су анализирани користећи *AMMI* модел који је дефинисан следећом формулом (*Gauch and Zobel, 1996*):

$$Y_{ger} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \sum \lambda_n \gamma_{gn} \delta_{en} + \rho_{ge} + \varepsilon_{ger}$$

Y_{ger} - представља вредност генотипа g у средини e на понављању.

μ —општа средина,

α_g —генотипска девијација опште средине

β_e —девијација средине.

λ_n —појединачне вредности за РСА посе,

γ_{gn} —генотипски еуген - вектор за n осу,

δ_{en} —еуген -вектор средине за n осу,

ρ_{ge} —остатак који није обухваћен осамом

ε_{ger} —Грешка.

Софтвер *STATISTICA 12* је коришћен за двофакторијалну Анализу варијансе (*ANOVA*), док је за поређење просечних вредности употребљен Данканов (*Duncan*) тест. *AMMI* анализа је представљена помоћу програма *Excel Biplot Macros* (*Lipkovich and Smith, 2002*). За испитивање корелација између посматраних особина шећерне репе коришћен је Пирсонов коефицијент. Повезаност између посматраних особина испитана је методама мултиваријационе анализе, а резултати су представљени помоћу биплота. За израду биплота коришћен је програм *Infostat* (student version).

6. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

6.1 Принос корена

Анализа варијансе за *АММИ* модел приноса корена шећерне репе указује да је утицај третмана минералних ђубрива - средине (*environment*) - *E*, генотипа - *G* и њихове интеракције - *GEI* веома значајан ($p < 0,01$) у обе сезоне гајења (Таб. 4). Третмани минералних ђубрива, односно средине су имале најзначајнији утицај на принос корена шећерне репе и овај фактор је објаснио 62,2% варијабилности приноса у 2014. години, односно 39,3% у 2015. Утицај *G* на производњу шећерне репе је био већи у неповољној години (24.5% у 2015.), док је утицај *E* био израженији у години коју су обележили повољнији временски услови (2014) за производњу ове културе. Ови резултати воде ка закључку да избор одговарајућег хибрида (*G*) има већи ефекат у мање повољним условима, док у повољним годинама (или условима) ефекат минералне исхране (*E*) има значајнији утицај као што претходно наводе *Shrestha et al.* (2010). Осим тога, наши подаци потврђују налазе различитих студија које истичу да услови средине, укључујући ђубрење и друге агротехничке мере (*Malnou et al.*, 2008), као и разлике између година и локација (*Sklenar et al.*, 2000), имају јачи ефекат на принос корена у односу на утицај генотипа или интеракције генотипа и средине.

Табела 4. Анализа варијансе *АММ* модела приноса корена шећерне репе у 2014.и 2015.

Извори варијације	df	ГОДИНИ.							
		2014				2015			
		SS	MS	F values	SS (%)	SS	MS	F values	SS (%)
Третмани	159	72164	453,9	10,0**	-	24393	153,4	6,0**	-
Генотип (G)	7	8311	1187,3	26,1**	11,5	5982	854,6	33,3**	24,5
Блок	40	1087	27,2	0,6	-	4361	109,0	4,2	-
Средине (E)	19	44880	2362,1	86,9**	62,2	9577	504,1	4,6**	39,3
Интеракција G × E	133	18972	142,6	3,1**	26,3	8833	66,4	2,6**	36,2
IPCA1	25	5461	218,4	4,8**	28,8	2571	102,8	4,0**	29,1
IPCA2	23	4037	175,5	3,9**	21,8	2055	89,4	3,5**	23,3
IPCA3	21	3066	146,0	3,2**	16,2	1834	87,3	3,4**	20,8
IPCA4	19	2684	141,3	3,1**	14,1	1091	57,4	2,0**	12,4
IPCA5	17	2051	120,7	2,6**	10,9	-	-	-	-
Остатак	28	1672	59,7	1,3	-	1283	28,5	1,1*	-
Грешка	280	12740	45,5	-	-	7195	25,7	-	-

*значајно на нивоу $p < 0,05$; **значајно на нивоу $p < 0,01$; df-степен слободе ; SS-сума квадрата; MS-средина квадрата; F values-Ф вредност; SS(%)-процент суме квадрата

Учешће *GEI* у укупној варијацији приноса корена је износила 26,3% у 2014. и 36,2% у 2015. години, док је удео *G* износио 11,5% у 2014. години и 24,5% у 2015. години. *Laufer et al.* (2016) су такође уочили значајан утицај интеракције генотипа и третмана минералне исхране на принос корена. И *Al Jbawi et al.* (2016) наводе да значајну варијабилност у приносу корена шећерне репе насталу као резултат *GEI*. *El-Refaey et al.* (2012) су проучавали фенотипску и генотипску стабилност код 12 хибрида шећерне репе на два локалитета у Египту током две узастопне сезоне и утврдили су постајање статистичке значајности за $G \times E$ интеракцију код приноса корена.

Табела 5. Просечан принос корена ($t ha^{-1}$) осам хибрида шећерне репе на 20 третмана минералне исхране у 2014. години

Средина (E)	Хибрид								Просек*
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1. Контрола	57,1	52,7	63,2	60,1	71,4	54,9	66,0	65,1	61,3 ^m
2. N 100	77,0	69,1	84,8	68,6	70,1	72,1	83,4	82,3	75,9 ^j
3. P 100	79,5	76,1	89,8	80,3	70,8	89,4	84,9	86,7	82,2 ^{gh}
4. K 100	56,1	72,7	75,0	84,4	60,2	75,3	69,8	71,6	70,6 ^k
5. N100 P100	60,7	78,9	77,4	88,0	80,1	74,7	64,1	72,6	74,6 ⁱ
6. N100 K100	73,9	86,2	76,7	82,3	89,6	74,8	87,1	91,7	82,8 ^g
7. P100 K100	58,4	61,4	80,7	78,2	73,8	58,4	52,4	67,4	66,3 ^l
8. N50 P50 K50	66,7	73,9	72,9	83,4	73,3	79,0	90,4	91,3	78,9 ⁱ
9. N50 P100 K50	81,6	75,6	94,8	70,7	73,8	84,5	72,3	83,8	79,6 ^{hi}
10. N50 K100 P100	91,8	88,1	104,3	109,2	86,1	101,3	101,6	104,4	98,3 ^a
11. N100 P50 K50	83,5	72,7	87,2	90,6	87,8	100,6	91,7	104,2	89,8 ^{de}
12. N100 P100 K50	83,0	77,6	86,6	85,7	82,7	106,0	81,0	87,8	86,3 ^f
13. N100 P100 K100	79,8	81,0	99,5	92,1	85,3	87,1	100,0	87,5	89,0 ^{d^{ef}}
14. N100 P150 K50	80,7	88,1	98,6	104,2	80,6	90,6	102,7	97,1	92,8 ^{bc}
15. N100 P150 K150	81,0	90,9	102,6	102,7	101,8	93,8	99,7	93,1	95,7 ^{ab}
16. N150 P50 K50	85,5	85,2	90,9	85,2	77,8	98,5	95,0	84,1	87,8 ^{ef}
17. N150 P100 K50	91,2	79,7	98,5	91,8	79,8	85,5	84,6	84,9	87,0 ^{ef}
18. N150 P100 K100	87,6	72,4	101,0	98,3	95,0	95,3	92,1	89,7	91,4 ^{cd}
19. N150 P150 K100	76,4	79,3	89,1	87,3	84,1	80,9	77,4	85,3	82,5 ^{gh}
20. N150 P150 K150	91,8	77,2	87,5	103,6	92,1	103,5	102,2	95,0	94,1 ^{bc}
Просек	77,2 ^c	76,9 ^c	88,0 ^a	87,3 ^a	80,8 ^b	85,3 ^a	84,9 ^a	86,3 ^a	83,3

*Различита слова указују на постојање статистички значајне разлике ($p < 0,05$)

У 2014. години услови средине су више погодовали производњи шећерне репе него у 2015. години и узимајући у обзир све третмане и хибриде просечан принос корена је био $83,3 t ha^{-1}$. Просечан принос корена код хибрида је варирао од $76,9 t ha^{-1}$ код хибрида G2 (Лара) до $88,0 t ha^{-1}$ код G3 (Тибор) (Таб. 5). Утицај различитих средина (третмана минералне исхране) је имао значајан ефекат на принос корена у овој сезони гајења. Највећи просечан принос корена ($98,3 t ha^{-1}$) је забележен на средини E10 где је примењено $50 kg ha^{-1}$ N, $100 kg ha^{-1}$ P и $100 kg ha^{-1}$ K, што указује на значај ових елемената, њихове комбинације и односа у постизању високих приноса корена. Са друге стране, најмањи принос је забележен на контролном третману (E1) где минерално ђубриво није примењено.

Табела 6. Просечан принос корена ($t\ ha^{-1}$) осам хибрида шећерне репе на 20 третмана минералне исхране у 2015. години

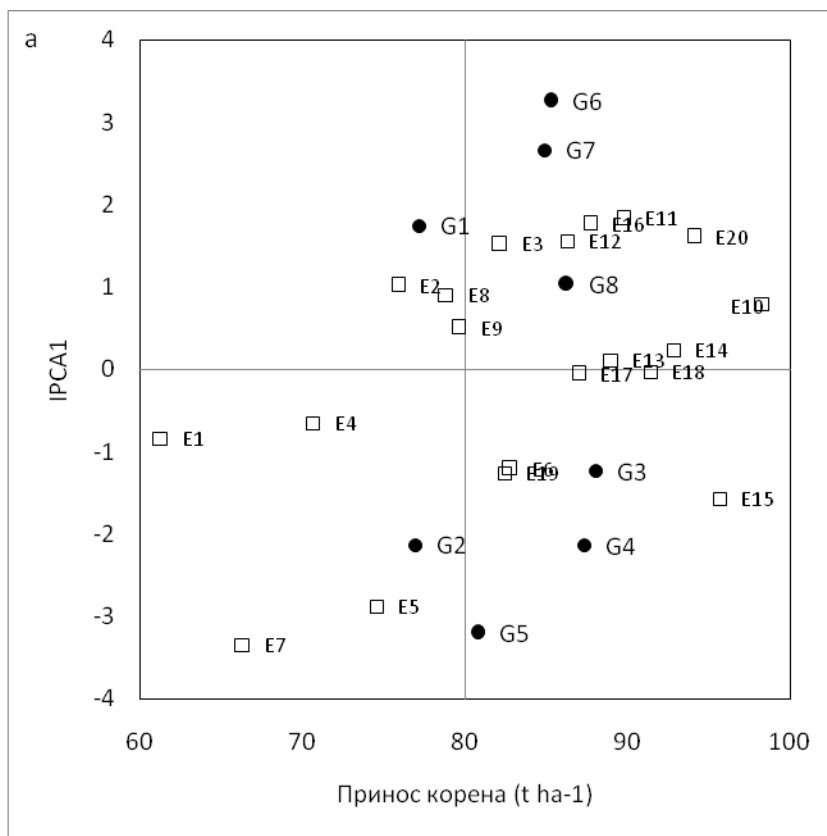
Средине (E)	Хибрид								Просек*
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1. Контрола	24,1	36,6	46,2	42,9	37,3	37,6	43,1	37,4	38,1 ^{ef}
2. N 100	42,0	44,5	54,5	49,9	43,5	45,1	61,0	51,2	48,9 ^{abcd}
3. P 100	32,6	34,0	49,5	34,0	33,2	41,1	33,8	38,0	37,0 ^f
4. K 100	41,4	43,2	44,8	42,9	42,8	51,4	53,1	49,1	46,1 ^{abcd}
5. N100 P100	49,0	48,6	55,8	53,9	47,3	64,2	48,9	47,8	51,9 ^a
6. N100 K100	44,4	31,3	47,7	41,8	44,5	51,1	52,0	53,2	45,7 ^{abcd}
7. P100 K100	41,1	36,8	47,5	38,2	35,2	52,5	41,7	48,6	42,7 ^{def}
8. N50 P50 K50	41,1	46,2	56,8	57,3	41,4	49,5	55,5	41,3	48,6 ^{abcd}
9. N50 P100 K50	44,5	46,5	52,7	44,5	39,0	46,5	55,6	54,7	48,0 ^{abcd}
10. N50 K100 P100	28,1	42,7	46,1	39,4	34,7	33,9	47,7	35,5	38,6 ^{ef}
11. N100 P50 K50	42,6	33,1	49,9	53,7	41,5	46,9	43,3	39,6	43,8 ^{cde}
12. N100 P100 K50	38,5	40,6	44,6	47,9	40,5	53,4	49,1	44,8	44,9 ^{bcd}
13. N100 P100 K100	39,3	39,0	55,2	53,7	41,3	48,8	56,3	51,5	48,1 ^{abcd}
14. N100 P150 K50	40,9	55,2	55,2	51,8	46,4	53,1	61,0	51,4	51,9 ^a
15. N100 P150 K150	49,5	47,8	53,9	55,6	46,0	49,5	55,2	52,1	51,2 ^{ab}
16. N150 P50 K50	45,9	50,0	57,2	54,1	47,0	56,8	52,3	48,1	51,42 ^{ab}
17. N150 P100 K50	42,1	43,2	40,4	55,3	48,2	49,5	57,0	51,0	48,3 ^{abcd}
18. N150 P100 K100	40,4	36,5	39,1	50,6	40,7	37,3	53,2	43,6	42,7 ^{def}
19. N150 P150 K100	48,6	53,6	48,2	56,5	43,2	51,7	44,9	54,2	50,1 ^{ab}
20. N150 P150 K150	50,2	45,2	47,3	57,3	44,2	51,7	47,9	39,1	47,8 ^{abcd}
Просек	41,3 ^c	42,7 ^c	49,6 ^a	49,1 ^a	41,9 ^c	48,6 ^{ab}	50,6 ^a	46,6 ^b	46,3

*Различита слова указују на постојање статистички значајне разлике ($p < 0,05$)

Код третмана минералне исхране и хибрида у 2015. години принос корена је варирао од $24,1\ t\ ha^{-1}$ до $64,2\ t\ ha^{-1}$ (Таб. 6). Просечан принос корена огледа у целини ($46,3\ t\ ha^{-1}$) је био за 44% мањи у поређењу са претходном сезоном гајења. Ово смањење у приносу корена наглашава негативан ефекат високих температура и недостатка падавина (суше) на развој и продуктивност биљака. У многим пољопривредним регионима Европе где се не користе системи за наводњавање и који зависе од падавина, суша представља главни проблем у производњи шећерне репе (Jaggard et al., 1998; Richter et al., 2001) пошто је ниво падавина у летњим месецима често недовољан за нормалан раст и развој усева (Pidgeon et al., 2001). Бројне студије

указују да дефицит воде убрзава старење листова, смањује ефикасност фотосинтезе и количину светлости које апсорбују листови (Hoffman, 2010; Choluj et al., 2014). Негативни услови средине били су главни узрок смањења приноса корена код хибрида у 2015. години, међутим значајне разлике у погледу приноса корена су пронађене код испитиваних хибрида и третмана минералних ђубрива. Код средина просечан принос корена је варирао између $37,0 \text{ t ha}^{-1}$ (Е3) и $51,9 \text{ t ha}^{-1}$ (Е5 и Е14) што указује да добре и одговарајуће пољопривредне праксе као и рационално ђубрење може да смањи негативан утицај фактора средине. Поред тога, највећи просечан принос је забележен код хибрида G7 (Марианка) затим хибрида G3 (Тибор), G4 (Оригинал) и G6 (Алфонса) што указује да ове генотипови имају бољу толерантност на сушу у поређењу са нископриносним хибридима попут G1 (Сара) и G5 (Тајфун). Информације о генетичкој варијабилности у погледу осетљивости на сушу могу да послуже за препоруку гајења хибрида у срединама које су склоне овој појави. Према резултатима из обе године генотипови (хибриди) G7, G4, G3 и G6 се истичу као високоприносни.

Резултати анализе варијансе указују да је интеракција генотипа и средине (третмана минералне исхране) имала високо значајан ефекат на варијабилност приноса корена у обе сезоне гајења. Стога је неопходно да се спроведу додатне анализе како би се боље разумела реакција хибрида на различите третмане ђубрења. Различити приступи у анализи *GEI* се користе у оплемењивању (Yan et al., 2015). Један од најчешће коришћених метода је за анализу *GEI* је *AMMI* модел (Akbarpour et al., 2014; Rodrigues et al., 2014). *AMMI* метод се раније користио за анализу *GEI* код различитих пољопривредних усева (Marjanović-Jeromela et al., 2011; Silveira et al., 2013; Girek et al., 2013), укључујући и шећерну репу (Paul et al., 1993). Међутим, неопходно је нагласити да је *AMMI* пре свега коришћена за анализу генотип \times локација или генотип \times година интеракције, док је интеракција генотип \times минерално ђубрење била запостављена, посебно код шећерне репе.



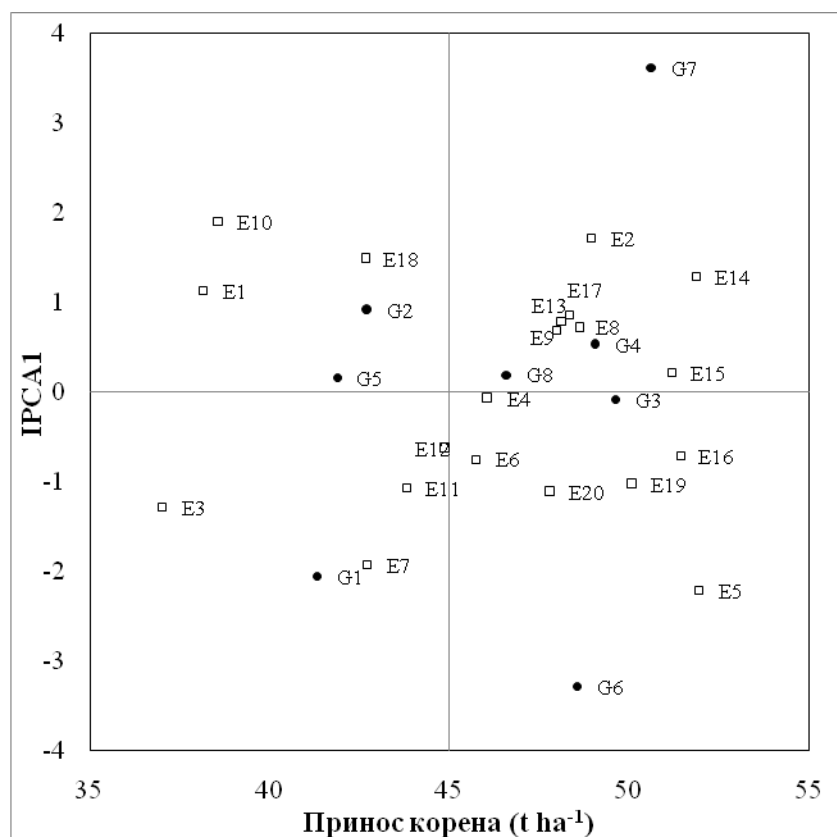
Графикон 4. *AMMI 1* биplot принос корена код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

AMMI 1 биplot истовремено представља главни адитивни ефекат (принос корена) и ефекат прве интеракцијске компоненте. Мање апсолутне вредности *IPCA 1* скорa указују на мању интеракцију. Генотипови или средине који имају мање *IPCA 1* вредности су стабилнији. Према графиконима 4 и 5 генотипови и средине се другачије понашају у различитим годинама. У повољној години (2014), генотипови су имали принос корена око или изнад просека целог огледа и различите интеракцијске вредности. G8 (Бегонија) и G3 (Тибор) су показали већу стабилност у поређењу са другим хибридима. Третмани E17 (N150 P100 K50), E13 (N100 P100 K100), E18 (N150 P100 K100), E14 (N100 P150 K50) и E9 (N50 P100 K50) су дали мањи допринос интеракцији и међу њима третман E9 (N50 P100 K50) је имао мању просечну вредност приноса корена од просека целог огледа. Поред тога третмани E10 (N50 P100 K100), E15 (N100 P150 K150), E20 (N150 P150 K150), E14 (N100 P150 K50), E11 (N100 P50 K50) и E18 (N150 P100 K100) су имали највеће просечне приносе корена, а међу њима

третмани E14 (N100 P150 K50) и E18 (N150 P100 K100) су дали најмањи допринос интеракцији. Такође, третмани са високим дозама N и P и умереним и ниским дозама K су имали високе и стабилне приносе корена шећерне репе и препоручују се за све генотипове у условима повољног водног режима. Под истим условима хибриди G6 (Алфонса), G7 (Марианка) и G8 (Бегонија) имају бољи учинак на третману E10 (N50 K100 P100) и E20 (N150 P150 K150), док је третман E15 (N100 P150 K150) бољи за генотипове G3 (Тибор), G4 (Оригинал) и G5 (Тажфун) пошто имају исти интеракцијски знак. Контролни третман (E1) је имао најнижи принос и релативно мали допринос интеракцији. *Sims* (2004) такође наводи да недостатак и мале количине азотних ђубрива поготово у почетку сезоне имају негативан утицај на раст корена. С обзиром да принос шећерне репе у пољопривредној производњи износи свега 50-60% од генетског потенцијала (*Supit et al.*, 2010), у повољним годинама неопходно је применити високе и уравнотежене нивое NPK ђубрива како би се остварио висок принос корена. Иако број листова зависи од температуре, доступност N представља главни фактор који утиче на њихову величину (*Andrieu et al.*, 1997; *Werker and Jaggard*, 1998; *Malnou et al.*, 2006). Према *Grzebisz et al.* (2012), највећи пораст листова и корена шећерне репе се дешава током јула и августа (средина сезона) након чега следи постепено опадање раста. Услед тога, неопходно је да током те фазе не дође до недостатка хранива у земљишту, пре свега N (*Barlog et al.*, 2013). И други аутори (*Grzebisz et al.*, 2002; *Barlóg et al.*, 2010; *Grzebisz and Diatta*, 2012) наводе да је недостатак хранива у земљишту или небаланисирана примена NPK ђубрива један од главних лимитирајућих фактора у производњи шећерне репе. Због тога неопходно је повећати ефикасност искоришћења азотних ђубрива. Како би остварили овај циљ неопходно узети у обзир и друга хранива посебно P и K (*Nikolova*, 1998; *Draycott and Christenson*, 2003; *Römer et al.*, 2004; *Grzebisz et al.*, 2012). Резултати овог истраживања су у сагласности са претходним испитивањима која указују да је поред примене N неопходно применити и високе дозе P и K како би се остварио високи потенцијал приноса (*Wiebel and Orlovius*, 1996; *Nikolova*, 1998; *Barlóg et al.*, 2010; *Grzebisz et al.*, 2012).

Као резултат анализе највећег броја огледа са калијумовим и натријумовим ђубривима, коју су спровели *Durrant et al.* (1974) утврђено је да су биљкама шећерне репе за максималне приносе неопходна оба елемента, али и да биљке много боље

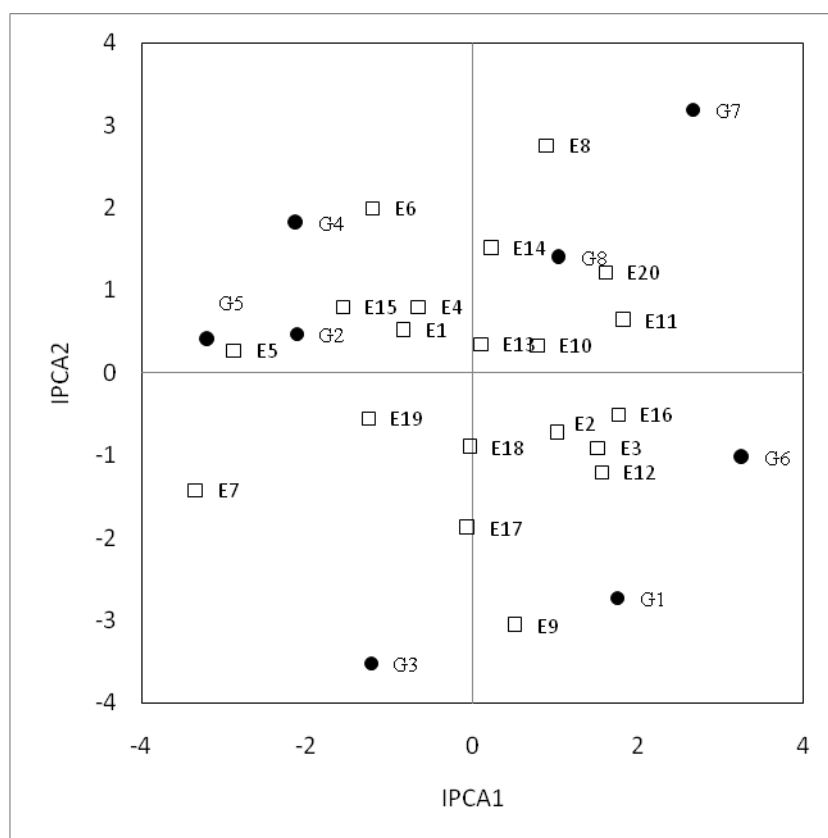
реагују на *К. Јоцић* (1992) износећи резултате двадесетпетогодишњег огледа истиче да је највећи принос корена репе остварен при третману од 150 kg ha^{-1} NPK. Међутим између овог и третмана са 100 kg ha^{-1} NPK није било статистички значајних разлика. Са друге стране разлике између третмана са 50 и 100 kg ha^{-1} NPK су биле сигнификантне.



Графикон 5. *AMMI 1* биplot принос корена код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

Различите позиције генотипова и третмана су обележиле *AMMI 1* биplot у 2015. години (Граф. 5). Генотипови и третмани су више били раздвојени по хоризонталној него по вертикалној оси, што указује да је утицај третмана био мање наглашен у тој години. Услед тога, генотипови G2 (Лара), G5 (Тајфун), G8 (Бегонија), G4 (Оригинал) и G3 (Тибор) имају мали интеракцијски скор и сличан одговор код свих примењених третмана. У овој години G7 (Марианка), G6 (Алфонса), G3 (Тибор) и G4 (Оригинал) имали су високе приносе корена и међу њима G4 (Оригинал) и G3 (Тибор) су били

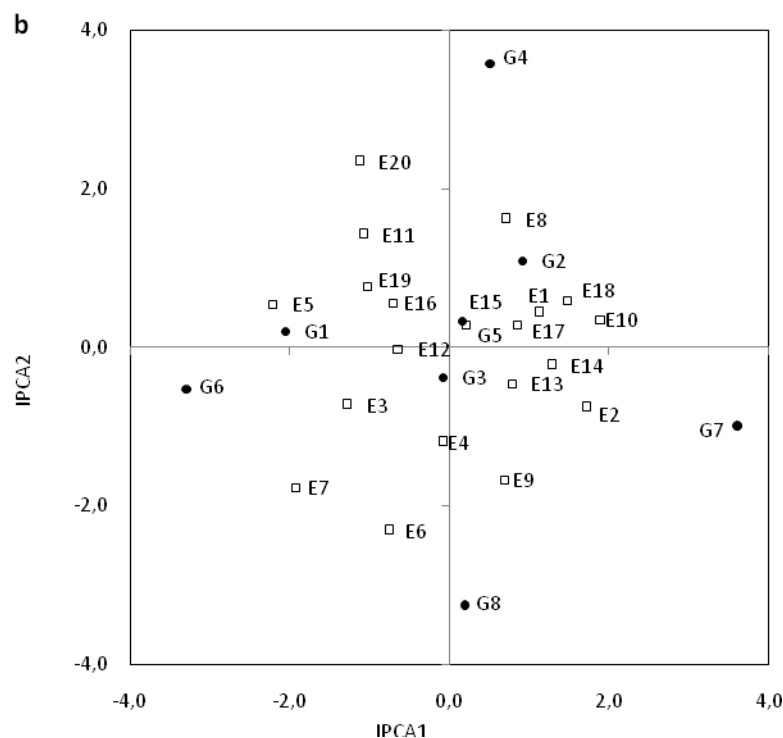
најстабилнији генотипови. Сличан принос корена, али високи нивои интеракције су забележени код генотипова G7 (Марианка) и G6 (Бегонија). Третман E15, са умереним нивоом N и високим нивоима P и K ђубрива, остварио је висок просечан принос и стабилност у овој години. Принос корена на третманима E3 (P100), E10 (N50 P100 K100), E7 (P100 K100), E11 (N100 P50 K50) и E18 (N150 P100 K100) није био значајно већи од контролног третмана и зато примена ових комбинација ђубрива није економски оправдана у сушним годинама.



Графикон 6. *AMMI 2* биplot приноса корена код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

AMMI 2 биplot (Граф. 6 и 7) су конструисани користећи скорове генотипа и средина на прве две *IPCA* осе. Генотипови позиционирани близу центра биplot графика су били стабилнији од генотипова који су били више удаљени од њега. Велика распршеност тачака на *AMMI 2* биplot графику у 2014. указује да се особине третмана

више испољавају у повољнијим условима. У 2014. години високе позитивне вредности IPCA 2 вредности су забележене код третмана E8, E6 и E14 (који су били без P или са малим дозама овог елемента), док су високе негативне вредности забележене код третмана E7, E17 и E9 (са умереним нивоима P). Ово указује да је друга IPCA оса највероватније у корелацији са ефектом P. Истовремено, третмани E8 (N50 P50 K50), E9 (N50 P100 K50), E4 (K100) и E7 (P100 K100) имали су нешто мање просечне приносе корена у поређењу са просеком целог огледа у 2014. години. Најстабилнији третмани у 2014. години су били E18 (N150 P100 K100), E19 (N150 P150 K100), E2 (N100), E10 (N50 P100 K100), E13 (N100 P100 K100), E4 (K100) и E1 (Контрола), а међу њима E10 (N50 P100 K100) и E18 (N150 P100 K100) су имали високе приносе корена. Код испитиваних генотипова G2 (Лара) и G8 (Бегонија) су имали најмање интеракцијске векторе и стога могу бити означени као најстабилнији генотипови. Са друге стране G1 (Сара), G3 (Тибор), G6 (Алфонса) и G7 (Марианка) су били постављени најдаље од центра графика што указује да ови хибриди имају специфичне захтеве у погледу минералних ђубрива.



Графикон 7. АММ1 2 биplot приноса корена код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

У 2015.години генотипови G1 (Сара), G5 (Тајфун), G3 (Тибор) и G2 (Лара) су имали најмање интеракцијске вредности. Третмани E20, E8 и E11 су имали највеће позитивне вредности IPCA2 осе, док су третмани E6 (N100 K100), E7 (P100 K100) и E9 (N50 P100 K50) имали највеће негативне вредности IPCA 2 осе. Третмани E20 (N150 P150 K150) и E9 (N50 P100 K100) су били нестабилни и нископриносни и не би требало да буду препоручени за услове сличне 2015. години. Мали интеракцијски вектори и високи просечни приноси су утврђени код третмана E14 (N100 P150 K50), E15 (N100 P150 K150) и E16 (N150 P50 K50) који се по томе истичу и могу да се препоруче као стабилни третмани за производњу шећерне репе у сушним условима. Осим тога, на *АММИ 2* графику хибриди са сличним правцем и дужином вектора показују сличан интеракцијски одговор на примењеним третманима, попут G2 (Лара) и G5 (Тајфун) у обе године испитивања. Такође, генотипови и средине (третмани) који се налазе близу на графикону 7 показују позитивну асоцијацију, што омогућава стварање специфичних пољопривредних зона или у нашем случају препоруке одговарајућих комбинација минералних ђубрива за одређене хибриде. На пример, у 2014. години хибрид G1 (Сара) је била у позитивној асоцијацији са E9 (N50 P100 K50), али је реаговала негативно са E6 (N100 K100). У 2015. години хибрид G4 (Оригинал) је био у позитивној асоцијацији са средином E8 (N50 P50 K50), али и са E11 (N100 P50 K50) и E20 (N150 P150 K150) и у таквим условима остварио највеће приносе корена у огледу. Ови резултати су посебно важни за произвођаче шећерне репе, пошто могу да постигну једнаке или чак веће приносе са мањим уносом минералних ђубрива на пример E8 (N50 P50 K50) наспрам E11 (N100 P50 K50) и E20 (N150 P150 K150). Друге асоцијације хибрида и средина су приказане на графиконима 6 и 7.

6.2 Садржај шећера

На основу резултата анализа варијансе *АММ* модела (Таб. 6) уочава се да су средина, генотип и интеракција ова два фактора имали значајан утицај на садржај шећера ($p < 0,01$) у обе године огледа. У првој години огледа највећи утицај на варијабилност ове особине имао је фактор средина односно минерална исхрана, и овај фактор је објаснио око половине укупне варијације третмана. Удео интеракције у укупној варијацији третмана је износио 28,27%, док је утицај генотипа са 21,77% био најмањи. Наредне сезоне, највећи утицај на варијацију у садржају шећера имао је фактор генотипа, и његов удео у варијацији третмана је износио готово 55%, што је у сагласности са резултатима *Филиповића и сар.* (2007, 2008). Варирање у садржају шећера је било и под значајним утицајем средине (29,11%) и интеракције (15,91%). Резултати овог истраживања су у сагласности са резултатима *Moradi et al.* (2012) и *Al Jbawi et al.* (2016), који у својим истраживањима наводе да садржај шећера у корену репе значајно варира у односу на утицај минералне исхране (средине), генотипа и њихове интеракције. И *Јаћимовић* (2005) у својим истраживањима јасно истиче да наведени фактори имају значајан утицај на садржај шећера. Такође, резултати овог истраживања указују да је у повољним сезонама попут 2014. године правилна примена минералних ђубрива има значајнији утицај на садржај шећера. Са друге стране, у мање повољним сезонама попут 2015. године или локалитетима са сличним условима, произвођачи би требали да више пажње посвете правилном одабиру генотипова који се карактеришу добром толерантношћу према утицају абиотичког стреса.

Табела 7. Анализа варијансе *АММ* модела за садржаја шећера у 2014. и 2015. години

Извори варијације	df	2014				2015			
		SS	MS	F values	SS (%)	SS	MS	F values	SS (%)
Третман	159	770,8	4,85	29,85**	-	918,2	5,78	20,71**	-
Генотип (G)	7	167,8	23,98	147,64**	21,77	504,8	72,12	258,57**	54,98
Средина (E)	19	385,1	20,27	3,38**	49,96	267,3	14,07	8,64**	29,11
Блок	40	240,1	6,00	36,95**	-	65,2	1,63	5,84**	-
GE интеракција	133	217,9	1,64	10,09**	28,27	146,1	1,10	3,94**	15,91
IPCA1	25	72,8	2,91	17,94**	33,41	54,7	2,19	7,84**	37,44
IPCA2	23	43,8	1,91	11,73**	20,10	30,1	1,31	4,69**	20,60
IPCA3	21	31,9	1,52	9,36**	14,64	24,6	1,17	4,20**	16,84
IPCA4	19	27,7	1,46	8,99**	12,71	15,1	0,80	2,85**	10,34
IPCA5	17	21,0	1,24	7,62**	9,64	12,1	0,71	2,55**	8,28
IPCA6	15	13,8	0,92	5,67**	6,33	7,6	0,50	1,81*	5,20
IPCA7	13	6,7	0,52	3,19**	3,07	-	-	-	-
Погрешка	280	45,5	0,162	-	-	78,1	0,279	-	-

*значајно на нивоу $p < 0,05$; **значајно на нивоу $p < 0,01$; df-степен слободне ; SS-сума квадрата; MS-средина квадрата; F values-Ф вредност; SS(%)-процент суме квадрата

На основу резултата F- теста може се закључити да је у првој сезони првих седам IPCA оса било значајно, док их је у наредној сезони било шест (Таб. 7). У 2014. години прва оса је објаснила око трећине варијације у интеракцији генотипа и средине, а друга оса око једне петине. Преостале осе (IPCA 3, IPCA 4, IPCA 5, IPCA 6 и IPCA 7) заједно су објасниле око 46% интеракције. У наредној сезони, прва и друга оса су објасниле више од половине варирања у утицају интеракције (58%), док су трећа, четврта, пета и шеста оса заједно објасниле око 40% варијације.

Табела 8. Садржај шећера у корену осам хибрида шећерне репе у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2014. години

Средина	Хибрид								Просек*
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1. Контрола	13,30	13,55	12,98	13,13	15,30	11,93	14,58	12,90	13,46 ^{ab}
2. N 100	12,80	12,40	11,88	13,13	14,48	11,83	12,45	12,98	12,74 ^{bcd}
3. P 100	13,88	13,53	13,98	14,98	15,35	13,95	14,38	14,25	14,28 ^a
4. K 100	13,23	12,78	13,93	14,83	16,63	13,48	14,15	13,83	14,10 ^a
5. N100 P100	11,80	12,63	13,00	12,63	13,53	11,45	13,38	11,45	12,48 ^{cd}
6. N100 K100	11,70	12,38	13,20	11,68	12,48	10,28	12,13	11,33	11,89 ^{de}
7. P100 K100	14,33	13,40	14,45	12,15	15,73	12,15	14,45	11,95	13,58 ^{ab}
8. N50 P50 K50	13,53	13,08	13,03	12,73	15,03	12,95	13,88	13,53	13,47 ^{ab}
9. N50 P100 K50	13,30	13,08	15,00	13,63	16,40	12,45	14,38	13,98	14,03 ^a
10. N50 K100 P100	13,55	14,15	15,30	13,65	15,18	11,88	15,05	15,10	14,23 ^a
11. N100 P50 K50	14,30	12,53	13,53	13,93	16,08	13,73	14,18	13,90	14,02 ^a
12. N100 P100 K50	11,48	12,10	12,35	12,50	13,03	12,88	13,50	12,23	12,51 ^{cd}
13. N100 P100 K100	13,23	12,48	14,98	13,60	14,83	12,03	14,10	13,50	13,59 ^{ab}
14. N100 P150 K50	12,45	11,48	12,00	12,38	12,13	11,88	13,83	13,00	12,43 ^{cd}
15. N100 P150 K150	12,10	13,73	14,08	12,80	13,43	12,15	12,30	12,28	12,86 ^{bc}
16. N150 P50 K50	11,58	11,85	11,25	10,88	11,68	10,75	12,88	10,78	11,45 ^e
17. N150 P100 K50	11,90	12,15	12,38	12,68	12,68	9,90	11,35	12,33	11,92 ^{cde}
18. N150P100 K100	12,40	12,15	13,35	11,03	12,48	11,10	11,90	12,68	12,13 ^{cde}
19. N150 P150 K100	9,55	10,55	11,33	13,05	13,13	11,83	13,60	11,68	11,84 ^{de}
20. N150 P150 K150	11,35	11,58	11,88	12,05	12,83	12,10	12,55	13,00	12,17 ^{cde}
Просек	12,59 ^d	12,58 ^d	13,19 ^{bc}	12,87 ^{cd}	14,12 ^a	12,03 ^e	13,45 ^b	12,85 ^{cd}	12,96

*Различита слова указују на постојање значајне разлике ($p < 0,05$)

Садржај шећера током 2014. године је варирао у интервалу од 9,55% колико је измерено код хибрида G1 (Сара) гајеног у средини E19 са $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$ и $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$ па све до 16,63% код хибрида G5 (Тајфун) у средини E4 са $100 \text{ kg K}_2\text{O}$ (Таб. 8). Значајна количина падавина током целог вегетационог периода 2014. довела је до смањења садржаја шећера у корену. Ови налази су у сагласности закључцима *Dunham-a* и *Clark-a* (1992) који наводе да сувишна хидратација корена има за последицу смањење процента шећера. Највећи просечан садржај шећера од 14,12% имао је хибрид G5 (Тајфун) што је статистички значајно веће у односу на све остале хибриде у огледу. Са друге стране, хибрид G6 (Алфонса) се издваја као генотип са најмањим садржајем шећера. Посматрајући средине може се уочити да је највећи садржај шећера забележен у средини E3 (P100), где су генотипови шећерне репе у

просеку имали садржај шећера од 14,28%. Између ове и средина Е1 (Контрола), Е4 (К100), Е7 (Р100 К100), Е8 (N50 P50 K50), Е9 (N50 P100 K50), Е10 (N50 P100 K100), Е11 (N100 P50 K50) и Е13 (N100 P100 K100) није било статистички значајних разлика. Најнижи садржај шећера је утврђен код третмана Е16 (N150 P50 K50) и износио је 11,45% што је за 2% мање у односу на контролну варијанту. Између овог третмана и третмана Е6 (N100 K100), Е17 (N150 P100 K50), Е18 (N150 P100 K100), Е19 (N150 P150 K100) и Е20 (N150 P150 K150) није било статистички значајних разлика у погледу ове особине. Резултати истраживања указују да су у срединама без N, Е1 (Контрола), Е3 (P100) и Е4 (K100) и у срединама са минималним количинама овог елемента, Е8 (N50 P50 K50), Е9 (N50 P100 K50) и Е10 (N50 P100 K100) забележене највеће просечне вредности садржаја шећера.

Табела 9. Садржај шећера у корену осам хибрида шећерне у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2015. години

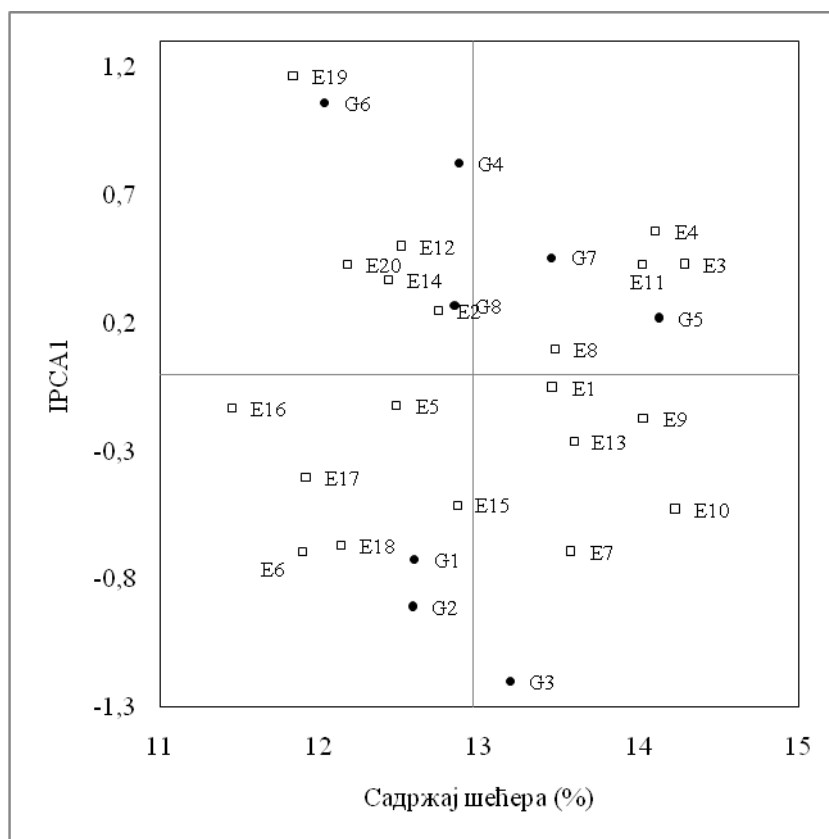
Средина	Хибрид								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	Просек*
1. Контрола	18,43	18,08	19,68	18,03	19,13	16,88	18,63	17,40	18,28 ^a
2. N 100	14,90	14,68	16,95	16,15	18,68	15,53	17,58	16,08	16,32 ^{cde}
3. P 100	17,85	17,28	19,45	18,13	19,30	17,08	17,68	17,83	18,07 ^a
4. K 100	17,28	17,00	21,15	17,45	20,35	15,93	18,20	18,53	18,23 ^a
5. N100 P100	15,85	16,93	18,48	16,05	18,53	15,73	18,03	17,40	17,12 ^{bc}
6. N100 K100	15,90	16,25	18,10	17,05	18,48	15,90	17,30	15,60	16,82 ^{cd}
7. P100 K100	18,15	16,73	20,08	17,68	20,35	16,50	17,80	17,08	18,04 ^a
8. N50 P50 K50	16,23	16,68	18,58	17,40	19,15	16,18	17,28	14,65	17,02 ^{bc}
9. N50 P100 K50	15,45	15,18	18,23	16,78	19,08	16,28	17,73	16,55	16,91 ^{bcd}
10. N50 P100 K100	16,55	17,58	19,33	16,60	19,90	16,00	17,95	17,93	17,73 ^{ab}
11. N100 P50 K50	16,99	17,81	19,50	17,84	20,10	16,75	19,18	16,65	18,10 ^a
12. N100 P100 K50	14,88	16,23	17,75	17,35	18,48	16,05	16,13	16,08	16,62 ^{cde}
13. N100 P100 K100	15,55	15,43	17,40	16,63	17,88	16,25	17,10	16,13	16,54 ^{cde}
14. N100 P150 K50	16,50	16,28	18,75	16,13	17,70	15,13	18,08	16,85	16,93 ^{bcd}
15. N100 P150 K150	16,43	16,85	17,98	16,00	18,03	15,35	17,38	16,83	16,85 ^{cd}
16. N150 P50 K50	16,45	16,25	17,50	15,55	17,63	14,80	17,25	16,68	16,51 ^{cde}
17. N150 P100 K50	15,10	14,98	16,70	15,78	17,18	14,95	16,25	15,85	15,85 ^e
18. N150 P100 K100	15,08	15,15	17,90	15,65	18,13	14,28	16,63	15,78	16,07 ^{de}
19. N150 P150 K100	14,93	14,68	17,20	16,75	18,75	15,18	17,35	15,30	16,2 ^{cde}
20. N150 P150 K150	15,15	15,48	17,00	16,43	19,98	15,65	17,20	15,90	16,6 ^{cde}
Просек	16,18 ^e	16,27 ^e	18,38 ^b	16,77 ^d	18,84 ^a	15,82 ^f	17,53 ^c	16,55 ^d	17,00

*Различита слова указују на постојање значајне разлике ($p < 0,05$)

На основу резултата огледа (Таб. 8 и 9), јасно се уочава да је просечан садржај шећера у 2015. години (17%) био у просеку за око 4% већи у односу на прву годину огледа(12,96%), што је у сагласности са резултатима *Драговића* (1973) и *Dunham*-а и *Clark*-а (1992) који истичу да у поређењу са сезонама где су временске прилике ближе просечним вредностима у сушним годинама садржај шећера најчешће буде повећан. Такође, *Campbell and Kern* (1982), *Гујаничић* (1997), *Скленар и сар.* (2000) и *Ђурчић и сар.* (2012) су у својим радовима утврдили значајан утицај сезоне гајења односно временских услова године на садржај шећера у корену шећерне репе. Ови аутори указују да у годинама које се карактеришу мање повољним условима за гајење шећерне репе и постизање високих приноса ове културе долази до пораста садржаја шећера у корену, што је пре свега резултат негативне корелације између приноса корена и садржаја шећера (*Bosemark*, 1993; *Ђурчић*, 2014) као и еволутивног механизма биљке да у неповољним условима средине што пре скупи довољне количине резервних материја. У 2015. години вредности ове особине су варирале у распону од 14,68% код хибрида G2 (Лара) у срединама E2 (N100) и E19 (N150 P150 K100) до 20,35% код хибрида G5 (Тајфун) у срединама E4 (K100) и E7 (P100 K100). Као и у претходној сезони, највећи просечан садржај шећера од 18,84% је имао хибрид G5 (Тајфун). Садржај шећера код генотипа G5 (Тајфун) је био статистички значајно виши од осталих хибрида и за 1,8% виши од просека целог огледа у 2015. години. Са друге стране, и у овој години најмањи просечан садржај шећера у односу на остале генотипове је забележен код хибрида G6 (Алфонса) - 15,82%. И *Чачић и сар.* (1997) у свом раду истичу значај правилног одабира хибрида приликом производње шећерне репе која се одликује високим приносом корена и садржајем шећера. *Shrestha et al.* (2010) сматрају да је у циљу остваривања високог садржаја шећера у корену шећерне репе, поред примене одговарајућих агротехничких мера, неопходно посветити пажњу правилном одабиру хибрида.

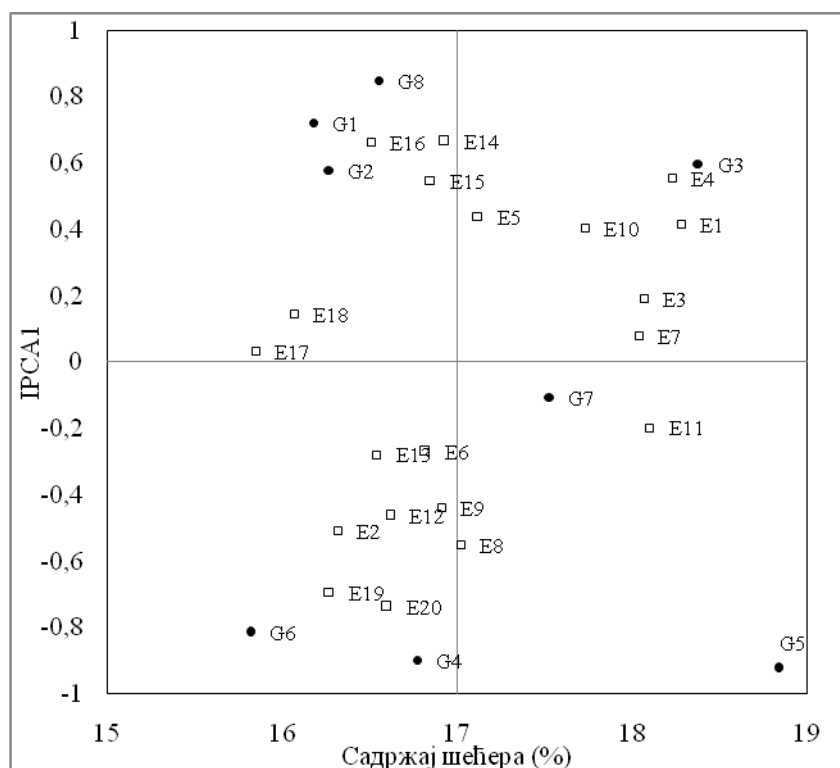
Међу срединама највећи садржај шећера је забележен на контролном третману E1 (18,28%) који је био статистички значајно већи у односу на остале средине, осим средина E3 (P100), E4 (K100), E7 (P100 K100), E10 (N50 P100 K100) и E11 (N100 P50 K50). Резултати у сезони 2015. су показали да у сушној години ђубрење већим дозама

N неповољно утиче на садржај шећера у корену шећерне репе. Као и у претходној сезони, третмани без N или са мањим дозама овог елемента и већом количином P и K су се показали делотворнијим и ефикаснијим за ову особину. Наведени резултати су у сагласности са истраживањима *Pospišil-a* (2004) који наводи да прекомерна примена азотних хранива води до смањења садржаја шећера. *Николић* (1996) наводи да повећане дозе N често доводе до пораста приноса корена и лисне масе, али да смањују квалитет шећерне репе и проценат шећера чији велики део остаје у меласи. У прилог таквих резултата иду и радови *Campbell-a* (2002) и *Јаћимовића* (2005). Сувишак N на крају вегетације доводи до погоршања технолошког квалитета услед смањења садржаја шећера (*Sims*, 2004), што је резултат пре свега неуједначене расподеле асимилата између корена и листа (*Barlog et al.*, 2013). *Kuzevski et al.*(2008) су такође утврдили значајан утицај минералне исхране на садржај шећера при остваривању високих приноса корена.



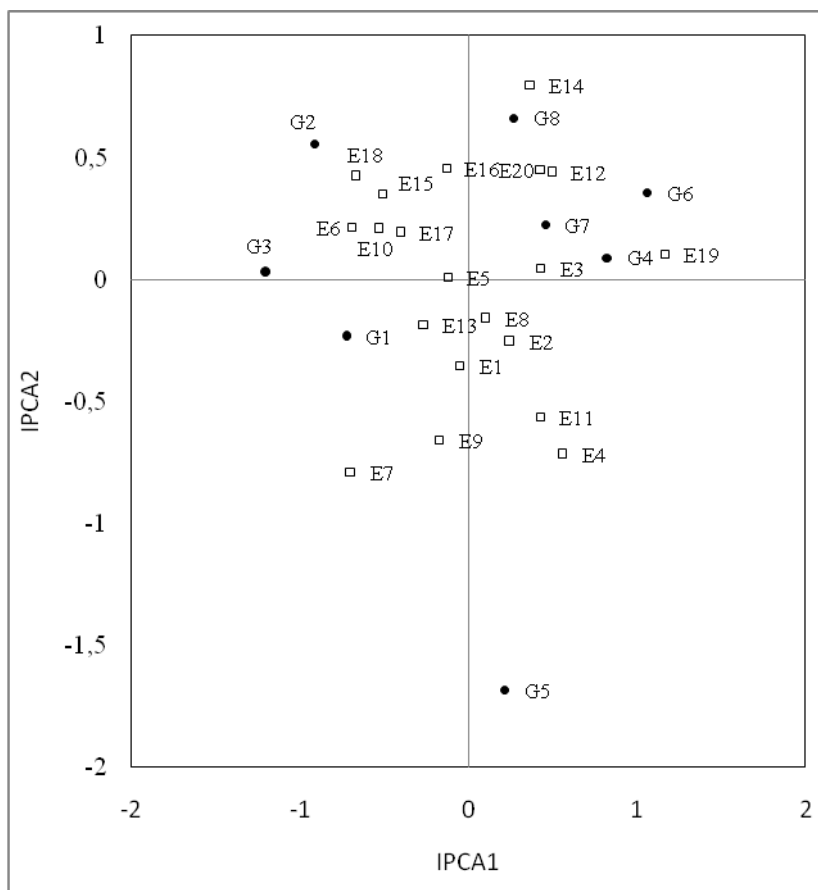
Графикон 8. *AMMI 1* биplot садржаја шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

Графикон 8 представља биplot графички приказ са садржајем шећера на x-оси и IPСА 1 скоровима на ординати, односно главни ефекат представљен је апсцисом (x - осом) док је величина интеракције презентована ординатом (y – осом). На основу графика *АММИ 1* модела уочава се да је највећи садржај шећера остварен код генотипа G5 (Тајфун) док је најмањи садржај шећера имао генотип G6 (Алфонса). Хибрид G5 (Тајфун) се такође истакао као најстабилнији генотип, а висок ниво стабилности је уочен и код хибрида G8 (Бегонија). Највећу реакцију у погледу интеракције имали су хибриди G4 (Оригинал) и G3 (Тибор). Најстабилније односно средине са најмањим интеракцијским скором за ову особину биле су E1 (Контрола), E2 (N100), E7 (P100 K100), E8 (N50 P 50 K50), E9 (N50 P100 K50) и E13 (N100 P100 K100). E6 (N100 K100), E18 (N150 P100 K100) и E19 (N150 P150 K100)су имале највеће вредности IPСА 1 осе, односно најизразитије варирање садржаја шећера.



Графикон 9. *АММИ 1* биplot садржаја шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015 години

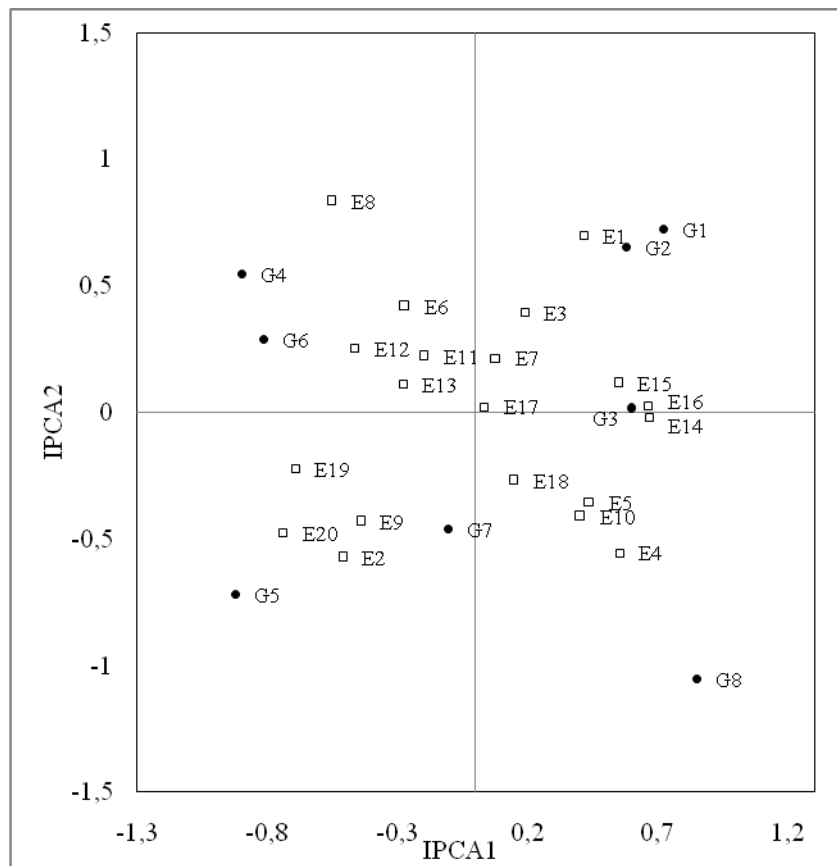
На основу графикана 9 *АММИ 1* модела можемо закључити да је највећи садржај шећера утврђен код хибрида G5 (Тајфун) као и код третмана E1 (Контрола), E3 (P100), E4 (K100), E7 (P100 K100) и E11 (N100 P50 K50). По изразито ниском садржају шећера у 2015. години су се истакли хибрид G6 (Алфонса) и средине E17 (N150 P100 K50) и E18 (N150 P100 K100). По најмањем интеракцијском скору су се истакли хибрид G7 (Марианка) и средине E7 (P100 K100) и E17 (N150 P100 K100). Највећи интеракцијски скор односно најмању стабилност у погледу садржаја шећера су показали хибриди G4 (Оригинал), G5 (Тајфун) и G8 (Бегонија) као и средине E14 (N100 P150 K50), E16 (N150 P50 K50) и E20 (N150 P150 K150). Наведени резултати су у сагласностима са радовима *Скленара* (1996), *Moradi et al.* (2012) и *Al Jbawi et al.* (2016) који су утврдили значајан утицај интеракције између генотипа и средине на садржај шећера у корену шећерне репе, а у супротности су са резултатима *Скленар и сар.* (2000), који у својим истраживањима нису установили статистички значајан утицај интеракције на ову особину. *El-Hawary* (1999) и *Јаћимовић и сар.* (2006) такође наводе да утицај интеракције генотипа и минералне исхране има значајан ефекат на садржај шећера, док *Marwa* (2007) и *Бојовић* (2014) у својим радовима износе да интеракција два наведена фактора није била сигнификантна. Резултати ове дисертације и претходних истраживања указују да је за прецизнију анализу интеракције генотипа и средине поред непараметријских метода, неопходна и примена мултиваријационе анализе попут *АММИ* модела или *GGE* (*Yan et al.*, 2010; *Gauch*, 2013).



Графикон 10. *AMMI 2* биplot садржаја шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

Графикон 10 представља *AMMI 2* биplot са *IPCA 1* осом као апцисом и *IPCA 2* осом као ординатом. Према распореду хибрида на овом графикону може се уочити да је хибрид G5 (Тајфун) имао највећу негативну вредност *IPCA 2* осе, док су високе позитивне вредности ове осе забележене код хибрида G8 (Бегонија) и G2 (Лара). Средине E14 (N100 P150 K50), E4 (K100), E11 (N100 P50 K50), E9 (N50 P100 K50) и E7 (P100 K100) су биле најудаљеније од центра биplotа и имале су највећи интеракцијски скор. Међу срединама са малим интеракцијским вредностима се издвајају E5 (N100 P100), E3 (P100), E8 (N50 P50 K50), E13 (N100 P100 K100), E2 (N100) и E1 (Контрола), које су се груписале око центра биplotа. На основу овог биplotа може се уочити блиска веза између средина E6 (N100 K100), E10 (N50 P100 K100) и E17 (N150 P100 K50) што указује да су хибриди у овим срединама имали сличан ранг. Генотипови и средине који су позиционирани близу један другом имају позитивне асоцијације, што

омогућава формирање потенцијалних агрономских зона или у нашем случају препорука за минералну исхрану прилађених сваком хибриду посебно. Генотип G8 (Бегонија) је имао асоцијацију са средином E14 (N100 P150 K50), генотип G2 (Лара) са средином E18 (N150 P100 K100), док се генотип G4 (Оригинал) налазио близу средина E19 (N150 P150 K100) и E3 (P100). Позитивне асоцијације између средине и генотипа наводи и *Silveira et al.* (2013), као и *Миросављевић и сар.* (2014), који истичу да ова појава омогућава формирање мега-средине и давање препорука у погледу избора хибрида за средине односно локалитете. И *Ђулаковић и сар.* (2015) сматрају да је неопходно прилагодити агротехничке мере појединачним хибридима како би остварили свој генетички потенцијал за принос и квалитет.



Графикон 11. AMMI 2 биplot садржаја шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

На основу графикана 11 у 2015. години високе позитивне вредности ИРСА 2 осе су забележене код средина Е8 (N50 P50 K50) и Е1 (Контрола), док су високе негативне вредности имале средине Е4 (K100) и Е2 (N100). Истовремено, средине Е17 (N150 P100 K50), Е13 (N100 P100 K100), Е11 (N100 P50 K50) и Е7 (P100 K100) се могу издвојити на основу мале интеракције у овој сезони. Поред тога, хибриди G1 (Сара), G2 (Лара) и G8 (Бегонија) су највише били удаљени од центра биплота и на основу тога се може закључити да су били најмање стабилни, док се хибрид G7 (Марианка) одликовао највећом стабилношћу. На графикону 11 такође се уочава да су се средине Е14 (N100 P150 K50), Е15 (N100 P150 K150) и Е16 (N150 P50 K50) груписале заједно. Ове три средине су биле у блиској асоцијацији са хибридом G3 (Тибор). Генотипови G1 (Сара) и G2 (Лара) су имали блиску везу са средином Е1 (Контрола) односно са контролним третманом. Такође, блиска веза између генотипова G1 (Сара) и G2 (Лара) указује да су имали сличне перформансе у срединама у којима су се гајили.

6.3 Садржај штетног калијума

Садржај штетног К у корену шећерне репе анализиран је током две године (2014 и 2015). На основу резултата анализе варијансе *АММИ* модела (Таб.10) може се уочити да су у обе сезоне генотип, средина и интеракција (*GEI*) имали значајан утицај на вредности овог параметра ($p < 0,01$). Варијација у садржају штетног К у корену у 2014. години била је пре свега резултат утицаја средине (44,43%) и генотипа (32,63%), док је интеракција генотип \times средина објаснила око 20% варијације садржаја штетног К. За разлику од 2014. године када је средина имала највећи утицај на варијацију штетног К, наредне године варирање у садржају овог елемента је у највећем делу било резултат утицаја генотипа (48,68%), док су утицај средине и интеракције генотипа и средине, заједно објаснили 51% варијације. Закључци аутора који су испитивали проблематику утицаја минералног ђубрења на технолошки квалитет и садржај К у корену су различити. Тако *Draycot* (1970) истиче да су највећи утицај на садржај штетног К у корену шећерне репе имали тремани минералног ђубрења, док *Antunović и сар.* (2002) наводе да је најјачи ефекат на испољавање ове особине имао генотип. Са друге стране *Allison et al.* (1994) истичу да су највећи утицај на садржај К имали локалитет и година, док утицај минералних ђубрива није био значајан. Сличне закључке о утицају минералних хранива износи *Лазовић* (1984) наводећи да садржај К у корену шећерне репе највише варира у зависности од сорте (генотипа) и рока сетве, док минерална ђубрива нису имала значајан утицаја на ову особину чак и на варијантама где су примењене веће дозе овог хранива пошту је земљиште на којима је оглед изведен било добро снабдевано К. *Marwa* (2003) и *Бојовић* (2014) такође износе резултате огледа по којима ни минерална ђубрива као ни њихова интеракција са хибридима нису имали статистички значајан утицај на ову испитивану особину. Садржај штетног К представља особину која је битна за квалитет корена. Истраживања *Сарића и Петровића* (1976) и *Kastori et al.* (1979, 2013) су показала позитиван ефекат примене К ђубрива на концентрацију К у шећерној репи. Сличне резултате наводи *Јаћимовић* (2005) који наглашава да је највећи утицај на заступљеност штетног К у корену имала управо примена *НРК* минералних ђубрива. Управо због тога, исти аутори стиче да је неопходно применити балансиране и одговарајуће дозе минералних хранива у

производњи шећерне репе, како би се остварио висок принос квалитетног корена који се одликује мањим садржајем штетног К.

Табела 10. Анализа варијансе *АММ* модела за садржаја штетног К у 2014. и 2015. години

Извор и варијације	df	2014				2015			
		SS	MS	F вредност	SS (%)	SS	MS	F вредност	SS (%)
Третман	159	129,67	0,82	11,76		133,05	0,84	8,87	
Генотип (G)	7	43,41	6,20	89,44**	32,63	64,77	9,25	98,04**	48,68
Средина (E)	19	59,11	3,11	2,12**	44,43	27,37	1,44	2,31**	20,57
Блок	40	58,66	1,47	21,15**		24,92	0,62	6,6**	
GE интеракција	133	27,15	0,20	2,94**	20,41	40,91	0,31	3,26**	30,75
IPCA1	25	8,68	0,35	5,01**	31,97	10,49	0,42	4,44**	25,64
IPCA2	23	5,73	0,25	3,6**	21,10	9,09	0,40	4,19**	22,22
IPCA3	21	3,99	0,19	2,74**	14,70	8,29	0,40	4,18**	20,26
IPCA4	19	3,41	0,18	2,59**	12,56	6,23	0,33	3,48**	15,23
IPCA5	17	2,3	0,14	1,95*	8,47	4,01	0,24	2,5**	9,80
IPCA6	15	1,86	0,12	1,79*	6,85				
Погрешка	280	19,41	0,07	*		26,42	0,09	*	

*значајно на нивоу $p < 0,05$; **значајно на нивоу $p < 0,01$; df-степен слободне ; SS-сума квадрата; MS-средина квадрата; F values-Ф вредност; SS(%)-процент суме квадрата

Резултати F теста указују да је првој години огледа било значајно првих шест, а у наредној првих седам интеракцијских оса. Овај тест често укаже да је велики број оса значајан, па значајност оса која је утврђена овим тестом често није поуздан показатељ (*Gauch*, 2013). У првој години прва оса је објаснила око једне трећине интеракције, док је друга оса објаснила око једне петине. Преостале четири осе су заједно објасниле око 40% интеракције. У наредној сезони, прве три осе су заједно објасниле више од 60%, интеракције.

Табела 11. Садржај штетног К у корену осам хибрида шећерне репе у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2014. години

Средина	Хибрид								Просек*
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1. Контрола	4,39	3,79	3,93	3,80	4,06	3,51	3,82	3,57	3,86 ^{abc}
2. N 100	4,51	3,89	3,23	3,72	3,45	3,18	3,23	3,48	3,58 ^{bc}
3. P 100	5,25	4,34	4,33	3,96	4,84	3,55	3,62	3,69	4,19 ^{ab}
4. K 100	4,36	4,38	4,74	3,35	3,84	3,59	3,23	3,36	3,85 ^a ^{bc}
5. N100 P100	4,45	3,84	3,56	3,63	3,55	3,52	3,40	3,45	3,67 ^{bc}
6. N100 K100	5,14	4,71	4,44	5,04	4,50	3,47	4,24	4,60	4,51 ^a
7. P100 K100	4,71	4,42	4,08	3,76	4,22	4,10	3,90	4,19	4,17 ^{ab}
8. N50 P50 K50	5,14	4,76	4,79	4,26	4,85	4,41	4,16	4,57	4,61 ^a
9. N50 P100 K50	4,63	4,40	4,05	4,58	4,30	4,18	4,10	3,94	4,27 ^{ab}
10. N50 K100 P100	4,88	4,25	3,98	4,49	4,11	3,96	4,19	4,30	4,27 ^{ab}
11. N100 P50 K50	4,51	4,53	3,84	3,58	4,09	3,53	3,53	3,92	3,94 ^{abc}
12. N100 P100 K50	4,52	4,09	3,34	3,25	3,21	3,29	3,28	3,69	3,58 ^{bc}
13. N100 P100 K100	4,61	4,07	4,14	3,88	3,94	3,50	3,85	3,86	3,98 ^{abc}
14. N100 P150 K50	4,52	4,58	3,72	4,02	3,94	3,28	3,61	3,69	3,92 ^{abc}
15. N100 P150 K150	3,84	3,54	3,32	3,07	3,30	3,05	3,04	3,03	3,27 ^c
16. N150 P50 K50	5,26	4,48	4,24	4,01	4,23	4,03	4,08	3,89	4,28 ^{ab}
17. N150 P100 K50	5,34	4,76	4,51	4,29	4,51	3,89	4,92	4,40	4,58 ^a
18. N150P100 K100	4,04	4,10	3,82	4,29	3,78	3,59	3,82	2,97	3,80 ^{abc}
19. N150 P150 K100	4,95	4,22	4,03	4,52	4,73	4,30	4,37	3,91	4,38 ^{ab}
20. N150 P150 K150	4,67	4,57	4,09	3,49	3,71	3,58	3,85	3,80	3,97 ^{abc}
Просек	4,68 ^a	4,28 ^b	4,01 ^{cd}	3,95 ^d	4,05 ^c	3,67 ^f	3,81 ^e	3,81 ^e	4,03

*Различита слова указују на постојање значајне разлике ($p < 0,05$)

Према резултатима табеле 11 просечан садржај штетног К на нивоу целог огледа је износио око 4 mmol 100g⁻¹. У зависности од утицаја генотипа и средине (минералне исхране), садржај штетног К се кретао у интервалу од 2,97 mmol 100g⁻¹ код хибрида G8 (Бегонија) на третману E18 (N150P100 K100) до 5,34 mmol 100g⁻¹ код хибрида G1 (Сара) на третману E17 (N150 P100 K50). Највећи просечан садржај К (4,68 mmol 100g⁻¹) је утврђен код хибрида G1(Сара) што је статистички значајно више у односу на остале хибриде. Од средина са максималним вредностима за ову особину се истакао третман E8 (N50 P50 K50)са вредношћу 4,61 mmol 100g⁻¹, међутим сигнификантна разлика је постојала само између овог и третмана E2 (N 100), E5 (N100 P100), E12 (N100 P100 K50) и E15 (N100 P150 K150). Хибрид са најмањим вредностима за ову особину је био G6 (Алфонса), чији је ниво штетног К износио 3,67 mmol 100g⁻¹

што је статистички значајно мање у поређењу са осталим хибридама. Најмањи просечни ниво штетног К од $3,27 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ је забележен на третману E15 (N100 P150 K150) и био је $0,6 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ мањи у односу на контролну варијанту. Овај третман је имао значајно нижи ниво штетног К у односу на третмане E3 (P100), E6 (N100 K100), E7 (P100 K100), E8 (N50 P50 K50), E9 (N50 P100 K50), E10 (N50 P100 K100), E16 (N150 P50 K50), E17 (N150 P100 K50) и E19 (N150 P150 K100).

Табела 12. Садржај штетног К у корену осам хибрида шећерне репе у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2015. години

Средина	Хибрид								Просек*
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1. Контрола	3,95	3,83	3,15	3,00	3,44	2,81	2,88	3,16	3,27 ^{bcd}
2. N 100	4,05	3,89	3,32	2,80	3,82	2,66	4,10	3,05	3,46 ^{abcd}
3. P 100	4,80	3,67	4,12	4,22	3,74	2,98	3,34	4,11	3,87 ^a
4. K 100	4,35	4,18	3,80	3,15	3,66	3,76	3,75	3,89	3,82 ^{ab}
5. N100 P100	3,44	3,67	3,35	2,71	3,24	2,62	3,03	2,88	3,11 ^d
6. N100 K100	4,30	4,31	3,96	3,36	4,00	3,05	3,18	3,73	3,73 ^{abc}
7. P100 K100	4,63	4,14	3,94	3,18	3,73	4,01	3,73	3,59	3,87 ^a
8. N50 P50 K50	3,42	4,04	3,18	3,26	3,23	3,01	3,07	3,14	3,29 ^{bcd}
9. N50 P100 K50	3,61	3,53	3,34	2,85	3,17	3,10	3,09	3,12	3,22 ^{cd}
10. N50 K100 P100	4,12	3,89	3,82	2,87	3,73	2,91	3,02	3,16	3,44 ^{abcd}
11. N100 P50 K50	4,34	3,91	3,51	2,91	3,04	2,82	2,97	3,21	3,34 ^{abcd}
12. N100 P100 K50	3,76	3,72	3,11	3,68	3,24	3,09	3,30	3,08	3,37 ^{abcd}
13. N100 P100 K100	4,36	4,07	3,55	3,13	3,32	3,13	3,30	4,17	3,63 ^{abcd}
14. N100 P150 K50	5,02	4,45	3,82	3,04	4,08	3,13	3,37	4,01	3,86 ^a
15. N100 P150 K150	4,76	3,86	3,43	2,78	3,60	3,24	3,63	3,35	3,59 ^{abcd}
16. N150 P50 K50	3,94	4,34	3,55	2,91	4,04	2,52	2,98	3,07	3,42 ^{abcd}
17. N150 P100 K50	3,72	4,39	3,28	3,13	3,05	2,00	2,88	3,17	3,20 ^{cd}
18. N150P100 K100	4,74	4,05	3,30	3,04	3,33	2,63	4,16	3,11	3,54 ^{abcd}
19. N150 P150 K100	3,85	3,16	2,99	3,30	3,48	3,02	3,30	3,09	3,27 ^{bcd}
20. N150 P150 K150	3,62	4,86	3,59	3,50	3,60	3,49	3,48	3,52	3,71 ^{abc}
Просек	4,14 ^a	3,99 ^a	3,50 ^b	3,14 ^d	3,53 ^b	3,00 ^d	3,33 ^c	3,38 ^{bc}	3,50

*Различита слова указују на постојање значајне разлике ($p < 0,05$)

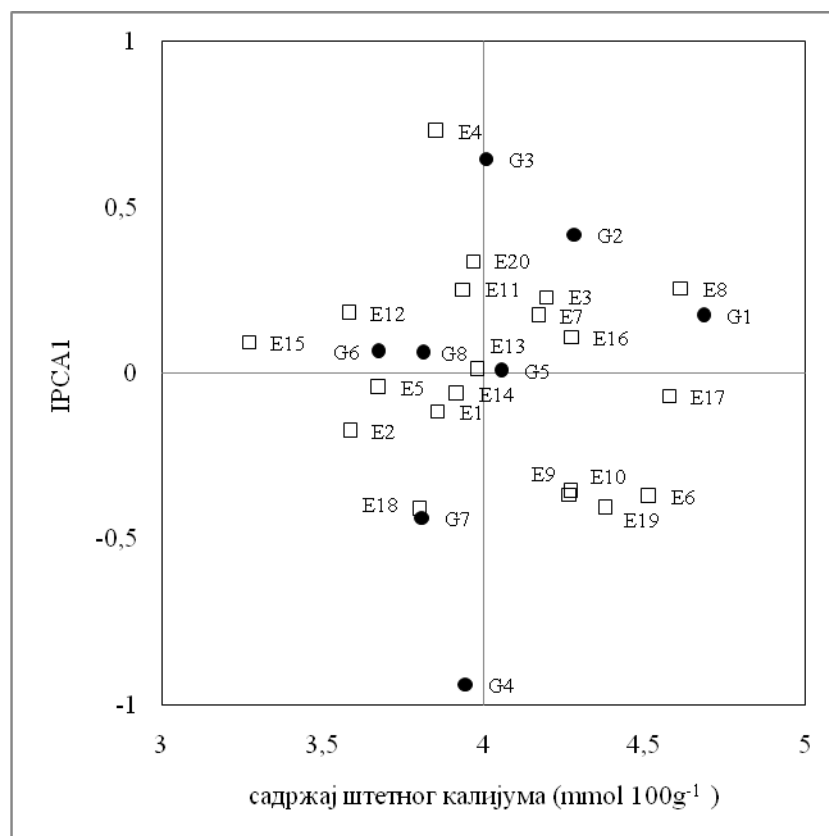
У аридној 2015. години садржај штетног К ($3,50 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$) је био у просеку огледа нижи у односу на прву годину ($4,03 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$) што је у супротности са резултатима *Sadeghian et al.* (2004) који у условима суше бележе повећање садржаја К

и других нечистоћа у корену репе. *Antunović u sar.* (2002) наводе како садржај штетног К у корену значајно варира између сезона гајења шећерне репе. Разлике у агроеколошким условима током сезона гајења доводе до значајних варијација у технолошким особинама корена, као што је садржај штетног К (*Гујанчић*, 1996). У 2015. години, садржај штетног К се кретао у опсегу од 2,00 mmol 100g⁻¹ колико је утврђено код хибрида G6 (Алфонса) у средини E17 (N150 P100 K50) па до 5,02 mmol 100g⁻¹ код хибрида G1 (Сара) у средини E14 (N100 P150 K50). Највећи просечан садржај штетног К је имао хибрид Сара (4,14 mmol 100g⁻¹) што је за 18,2% више у односу на просек огледа за 2015.годину и статистички значајно веће спрам осталих хибрида осим G2 (Лара). Код посматраних средина по просечном садржају К су се издвојили третмани E3 (P100) и E7 (P100 K100) са вредношћу 3,87 mmol 100g⁻¹ што је 10,6% више од просека целог огледа у 2015. години. Садржај штетног К у срединама E3 (P100) и E7 (P100 K100) је статистички значајно виши у односу на средине E1 (Контрола), E5(N100 P100), E8 (N50 P50 K50), E9 (N50 P100 K50), E17 (N150 P100 K50) и E19 (N150 P150 K100). Најмањи просечан садржај К у корену од 3,00 mmol 100g⁻¹ је имао хибрид G6 (Алфонса), што је билоза 14,3% мање од просека огледа у 2015. Садржај штетног К код хибрида G6 (Алфонса) је био статистички значајно мањи од осталих хибрида у огледу осим од G4 (Оригинал) спрам кога нису постојале значајне разлике. Средина са најмањим садржајем штетног К је E5 (N100 P100) чији је просечни садржај К износио 3,11 mmol 100g⁻¹.

Значај утицаја генотипа на садржај штетног К у корену шећерне репе наводе и *Бојовић* (2014) која је утврдила да је у зависности од генотипа садржај К варирао од 3,07 mmol 100g⁻¹ до 4,66 mmol 100g⁻¹. *Pospišil u sar.* (2009) сматрају да се правилним одабиром хибрида побољшава технолошки квалитет шећерне репе и тиме смањује садржај штетног К у корену.

Поред значајног утицаја генотипа на садржај штетног К, вредност овог параметра значајно варира између средина у којима се гаји и под утицајем је интеракције генотипа и средине (*Abdel-Motagally et al.*, 2009). У зависности од примене минералних хранива, у овој дисертацији садржај штетног К је варирао измеђи 3,67 - 4,64 mmol 100g⁻¹ у првој години и 3,11 - 3,87 mmol 100g⁻¹ у другој години испитивања. *Draycot et al.* (1970) такође наводе значајно варирање у садржају штетног К у зависности од

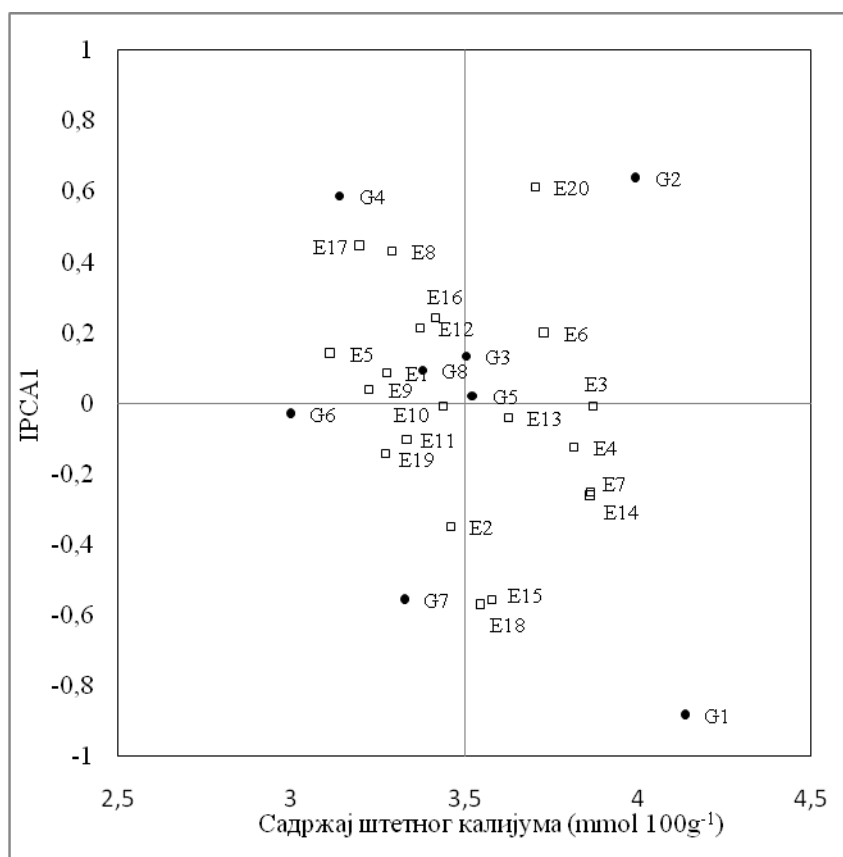
примене минералних хранива, чије је истраживање са различитим дозама калијумових ђубрива показало да са порастом количина примењених хранива расте и садржај штетног К у корену. Сличне резултате износи *Abdel-Motagally et al.* (2009) у чијем огледу се садржај К у корену кретао од $4,84 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ до $5,41 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ у зависности од примењене варијанте минералних хранива. Такође, сувишак азотних ђубрива доводи до пораста нечистоћа у корену, пре свега алфа аминокиселина, али и штетног К и штетног Na (*Hoffmann, 2005; Malnou et al., 2008*).



Графикон 12. *AMMI 1* биplot садржаја штетног К код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

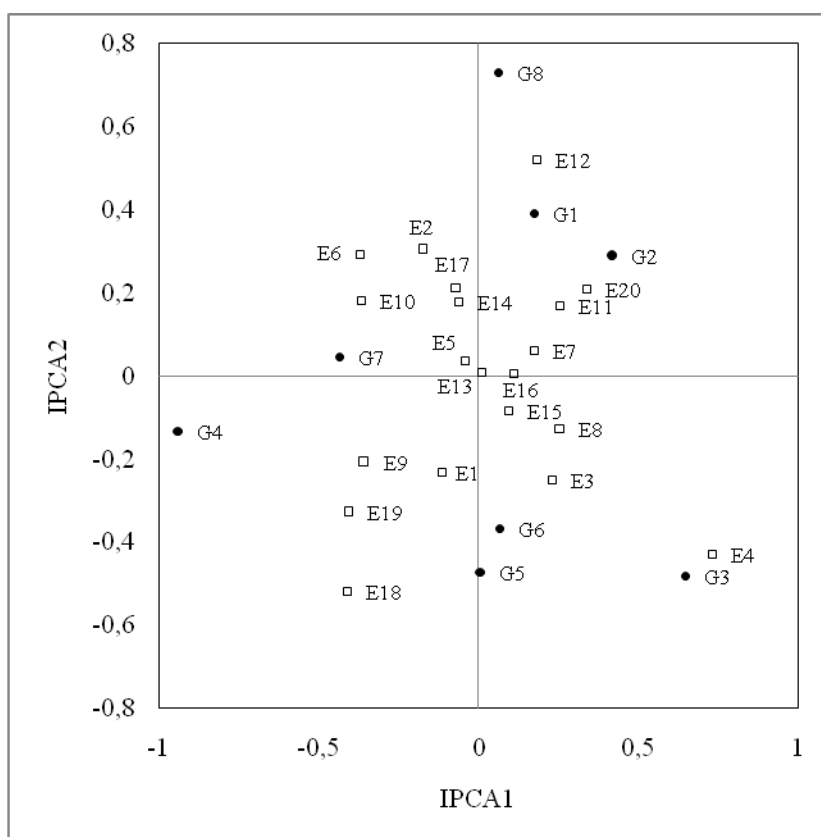
На графикону 12 *AMMI 1* модела приказане су просечне вредности и стабилност за садржај штетног К у корену код осам хибрида шећерне репе гајених на двадесет испитиваних средина представљених у виду различитих третмана минералних хранива у 2014. години. Главни ефекат представљен је апсцисом (x - осом) док је величина

интерације презентована ординатом (у – осом). На основу графичког приказа *АММИ 1* модела за садржај штетног К уочава се да је највећи ниво К забележен код хибрида G1 (Сара) док је најмањи ниво имао хибрид G6 (Алфонса). Најстабилнији хибриди у погледу ове особине су били G5 (Тајфун), G6 (Алфонса) и G8 (Бегонија). Од ова три хибрида, G6 и G8 су имале мање вредности штетног К у односу на просек огледа. Хибриди G4 (Оригинал)и G3 (Тибор) имали су високе вредности ИРСА1 осе, што указује на специфичну адаптацију ових генотипова. Средине са најмањим интеракцијским скором за садржај штетног К биле су E1 (Контрола), E5 (N100 P100), E13 (N100 P100 K100), E14 (N100 P150 K50) и E15 (N100 P150 K150). Средине E6 (N100 K100), E19 (N150 P150 K100),E10 (N50 P100 K100) и E9 (N50 P100 K50) су се карактерисале високим вредностима садржаја штетног К и интеракцијског скорa. Средине E18 (N150 P100 K100) и E4 (K100) су такође имале високе вредности ИРСА1 осе, али је у овим срединама садржај штетног К био мањи у односу на просек огледа.



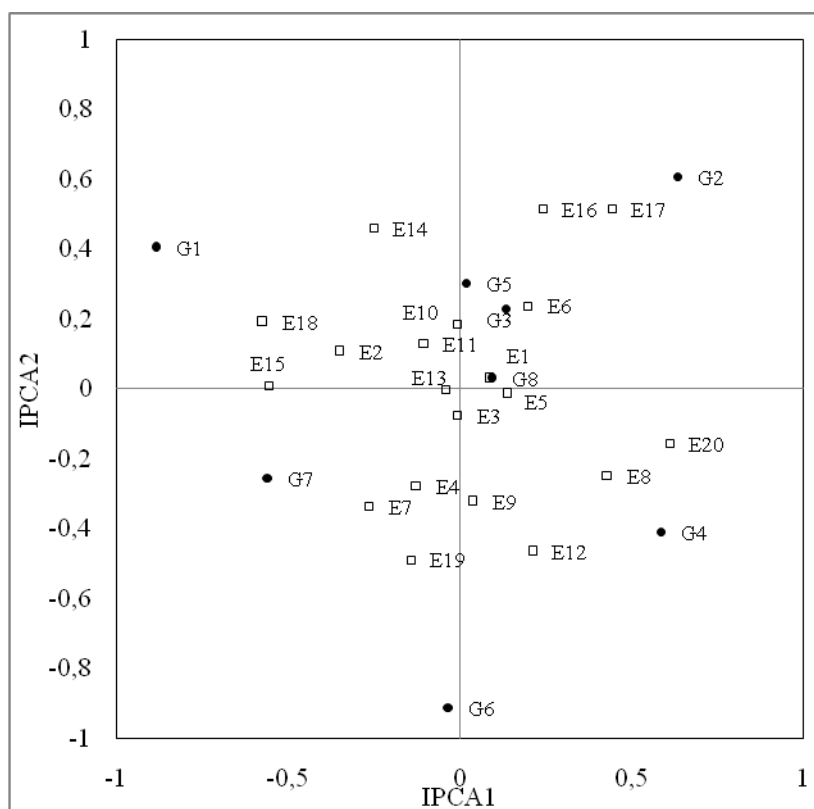
Графикон 13. *АММИ 1* биplot садржаја штетног К код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

Према графикону 13 *АММИ 1* модела, генотипови G1(Сара) и G2 (Лара) су се одликовали високим IPCA 1 вредностима и високим садржајем штетног К у 2015. години. Низак садржај овог елемента и високе IPCA 1 вредности су утврђене код генотипова G4 (Оригинал) и G7(Марианка). Хибриди G6 (Алфонса), G5 (Тајфун), G3 (Тибор) и G8 (Бегонија)су се одликовали високом стабилношћу у садржају штетног К. Међу ова четири хибрида, G6 (Алфонса) се издваја са најмањим садржајем штетног К. Средине E18 (N150 P100 K100), E15 (N100 P150 K150), E17 (N150 P100 K50), E8 (N50 P50 K50) и E20 (N150 P150 K150) су имале највећи допринос у интеракцији генотипа и средине, и међу њима E17 (N150 P100 K50) и E8 (N50 P50 K50) су имале вредности штетног калијума мање од просека огледа. Средине E3 (P100) и E13 (N100 P100 K100) су се одликовале малим вредностима прве интеракцијске осе, али и садржајем штетног К изнад просека огледа. Мали допринос интеракцији и вредности испод просека огледа су забележене код средина E10 (N50 P100 K100), E9 (N50 P100 K50), E11 (N100 P50 K50), E1 (Контрола), E5 (N100 P100) и E19 (N150 P150 K100).



Графикон 14. *АММИ 2* биplot садржаја штетног К код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

На основу графикана 14 може се видети приказ интеракцијских веза између хибрида и средина за садржај штетног К у 2014. години. У производној 2014. години може се видети да је хибрид G7 (Марианка) имао највећу стабилност у погледу садржаја штетног К што нам указује њен положај близак центру графикана 14. Средине које су показале висок ниво стабилности су биле E5 (N100 P100), E7 (P100 K100), E13 (N100 P100 K100), E15 (N100 P150 K150), E16 (N150 P50 K50). Велики интеракцијски скор је забележен код хибрида G3 (Тибор), G5 (Тајфун) и G8 (Бегонија) што указује на висок степен нестабилности у погледу ове особине. Јаку реакцију у погледу интеракције су испољиле и средине E12 (N100 P100 K50) и E18 (N150 P100 K100) које су биле најдаље од центра графикана 14. До интеракције је дошло између хибрида G3 (Тибор) и средине E4 (K100), G2 (Лара) и средине E20 (N150 P150 K150), G1 (Сара) и средине E12 (N100 P100 K 50) која се манифестовала вишим садржајем штетног К у корену наведених хибрида у истакнутим срединама. Са друге стране негативна интеракција се испољила код хибрида G1 (Сара) која је имао најмањи садржај штетног К у срединама E9 (N50 P100 K50) и E19 (N150 P150 K100) и код хибрида G5 (Тајфун) и G6 (Алфонса) у средини E12 (N100 P100 K50).



Графикон 15. АММИ 2 биplot садржаја штетног К код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

На приложеном графикону 15 може се видети како су се хибриди и средине понашали у погледу стабилности и јачине интеракцијске везе за садржај штетног К у 2015.години. Највећу стабилност у погледу ове особине су показали хибриди G8 (Бегонија), G3 (Тибор) и G5 (Тајфун) као и средине E1(Контрола), E3 (P100), E5(N100 P100), E10 (N50 P100 K100) и E11 (N100 P50 K50). Са друге стране, хибриди са најмањом стабилности и највећим интеракцијским скором су били G6 (Алфонса) и G1 (Сара), као и средине E14 (N100 P150 K50), E16 (N150 P50 K50), E17 (N150 P100 K50), E18 (N150 P100 K100) и E20 (N150 P150 K150). Интеракција у виду повећаног садржаја штетног К се јављала између хибрида G8 (Бегонија) и средине E1 (Контрола), хибрида G3 (Тибор) и средине E6 (N100 K100). Хибрид G4 (Оригинал) имала је већи садржај штетног К у средини E8 (N50 P50 K50) док је у срединама E16 (N150 P50 K50) и E17 (N150 P100 K50) имао нижи ниво овог елемента. Хибрид G5 (Тајфун) је у

средини E10 (N50 P100 K100) имала већи ниво штетног К док је у средини E9 (N50 P100 K50) тај ниво био значајно мањи. Средине E16 (N150 P50 K50) и E17 (N150 P100 K50) су заузимале сличне позиције на графику што нам указује да имају приближно једнак интеракцијски скор и сличну реакцију. У сличној позицији се налазе и средине E2 (N100), E15 (N100 P150 K150) и E18 (N150 P100 K100), као и E4 (K100), E7 (P100 K100) и E19 (N150 P150 K100).

С обзиром, да садржај штетног К у корену шећерне репе представља особину која има негативан утицај на квалитет корена (*Bosemark,1993*), присуство специфичних веза између средине и генотипа представља један од могућих проблема у производњи шећерне репе. Како би се постигао, не само висок принос корена, већ и добар квалитет, неопходно је гајити генотипове који се одликују малим интеракцијским скором и малим садржајем овог елемента.

6.4 Садржај штетног натријума

Анализа варијансе *АММИ* модела за садржај штетног Na је показала да је код свих извора варијације утврђена висока статистичка значајност у обе године истраживања (Таб. 13). Највећи део варијабилности је настао дејством утицаја средине. Утицај средине је објаснио 58,23% у варијацији садржаја штетног Na у 2014. години, док је у наредној години овај фактор објаснио 51,32% варијације. Готово једна четвртина варијације третмана се налазила под утицајем генотипа (23,69% у сезони 2014 и 28,29% у сезони 2015), док је утицај средине објаснио 18,07% варијације штетног Na у 2014. години и 20,39% у 2015. години. Резултати овог истраживања указују да је утицај средине односно минералне исхране главни фактор одговоран за варирање у садржају штетног Na, с обзиром да је у обе сезоне више од половине варијације третмана обухваћено утицајем средине, односно минералне исхране. И *Лазовић* (1984) наводи да су третмани минералног ђубрења имали највећи утицај на садржај штетног Na у корену шећерне репе. *Јаћимовић* (2005) сматра да се због тога правилном применом агротехничких мера, пре свега одговарајућим дозама минералних хранива може побољшати квалитет корена, а самим тим и смањити садржај штетног Na у корену.

Табела 13. Анализа варијансе *АММИ* модела за садржаја штетног Na у 2014. и 2015. години

Извори варијације	df	2014				2015			
		SS	MS	F values	SS (%)	SS	MS	F values	SS (%)
Третман	159	112,1	0,705	35,86**		116,34	0,7317	14,07**	
Генотип (G)	7	26,56	3,7938	192,97**	23,69	32,91	4,7008	90,4**	28,29
Средина (E)	19	65,28	3,4359	9,9**	58,23	59,71	3,1424	7,12**	51,32
Блок	40	13,89	0,3472	17,66**		17,65	0,4413	8,49**	
GE интеракција	133	20,26	0,1523	7,75**	18,07	23,72	0,1784	3,43**	20,39
IPCA1	25	7,56	0,3026	15,39**	37,31	9,51	0,3804	7,32**	40,09
IPCA2	23	5	0,2172	11,05**	24,68	4,66	0,2028	3,9**	19,65
IPCA3	21	3,36	0,1599	8,13**	16,58	3,66	0,1741	3,35**	15,43
IPCA4	19	1,81	0,0951	4,84**	8,93	2,48	0,1306	2,51**	10,46
IPCA5	17	1,33	0,0781	3,97**	6,56	1,91	0,1123	2,16**	8,05
IPCA6	15	0,87	0,0578	2,94**	4,29				
Погрешка	280	5,5	0,0197			14,56	0,052	*	*

**значајно на нивоу $p < 0,01$; df-степен слободe ; SS-сума квадрата; MS-средина квадрата; F values-Ф вредност; SS(%)-процент суме квадрата

На основу резултата F теста може се закључити да је у првој сезони шест ИРСА оса било значајно, док је у наредној сезони пет оса било сигнификантно (Таб. 12). У 2014. години прва оса је објаснила 37% варијације у интеракцији генотипа и средине, а друга оса око једне четвртине. Преостале осе (ИРСА 3, ИРСА 4, ИРСА 5 и ИРСА 6) заједно су објасниле око 35% интеракције. У наредној сезони, прва и друга оса су објасниле око 60% варирања услед утицаја интеракције, док су преостали део варијације под овим фактором трећа, четврта и пета оса заједно објасниле са око 34%.

Табела 14. Садржај штетног Na у корену осам хибрида шећерне у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2014. години

Средина (E)	Хибрид								Просек*
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1. Контрола	1,41	1,20	1,15	1,14	1,11	1,68	1,53	1,75	1,37 ^{fgh}
2. N 100	1,23	1,40	1,29	1,50	1,48	1,89	1,53	1,45	1,47 ^{defgh}
3. P 100	1,63	1,16	1,34	0,94	1,65	1,76	1,46	1,51	1,43 ^{efgh}
4. K 100	0,72	1,01	0,72	0,71	0,72	1,15	1,05	0,81	0,86 ⁱ
5. N100 P100	1,45	1,32	1,11	1,18	1,45	1,85	1,24	1,71	1,41 ^{fgh}
6. N100 K100	1,82	1,57	1,38	2,30	1,97	2,21	2,11	2,32	1,96 ^{abc}
7. P100 K100	0,92	0,91	0,86	1,18	1,16	1,58	1,25	1,28	1,14 ^{ghi}
8. N50 P50 K50	0,91	0,91	1,01	1,04	1,16	1,51	1,26	1,31	1,13 ^{ghi}
9. N50 P100 K50	1,45	1,08	0,98	1,24	1,47	2,22	1,41	1,42	1,41 ^{fgh}
10. N50 P100 K100	1,28	1,28	1,12	1,42	1,57	1,85	1,55	1,53	1,45 ^{efgh}
11. N100 P50 K50	1,08	1,28	1,01	1,25	1,22	1,40	1,40	1,49	1,26 ^{fghi}
12. N100 P100 K50	1,11	1,08	0,78	0,84	1,21	1,03	0,89	1,28	1,02 ^{hi}
13. N100 P100 K100	1,95	2,02	1,42	1,81	2,07	3,06	2,08	2,02	2,05 ^{ab}
14. N100 P150 K50	1,48	1,60	1,15	1,30	2,31	1,62	1,34	1,68	1,56 ^{cdefg}
15. N100 P150 K150	1,32	1,14	1,10	1,30	1,91	2,46	1,81	1,92	1,62 ^{bcdefg}
16. N150 P50 K50	1,89	1,60	1,57	1,93	2,29	2,49	1,81	2,17	1,97 ^{abc}
17. N150 P100 K50	1,86	1,91	1,71	1,96	2,39	3,26	2,59	2,57	2,28 ^a
18. N150P100 K100	1,58	1,51	1,31	2,62	2,17	2,67	2,09	1,60	1,94 ^{abcd}
19. N150 P150 K100	1,98	1,64	1,19	1,21	1,97	2,26	1,61	1,99	1,73 ^{bedef}
20. N150 P150 K150	1,83	1,77	1,54	1,43	2,44	2,17	1,96	2,12	1,91 ^{abcde}
Просек	1,44 ^c	1,37 ^c	1,18 ^d	1,41 ^c	1,68 ^b	2,00 ^a	1,60 ^b	1,69 ^b	1,55

*Различита слова указују на постојање значајне разлике ($p < 0,05$)

У првој години огледа (2014), просечан садржај штетног Na на нивоу читавог огледа је износио $1,55 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ (Таб. 14). Садржај овог елемента се кретао у интервалу $0,71 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ код хибрида G4 (Оригинал) у средини E4 (K100) па све до $3,26 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ код хибрида G6 (Алфонса) на третману E17 (N150 P100 K50). Највећи

просечни садржај штетног Na имао је хибрид G6 (Алфонса) - 2,00 mmol 100g⁻¹, што је за 29% више од просека огледа за 2015. годину и статистички значајно више у односу на друге хибриде. Од третмана се издвојио третман E17 (N150 P100 K50), где је утврђена највећа просечна вредност садржаја штетног Na од 2,28 mmol 100g⁻¹, с тим да између њега и третмана E6 (N100 P100), E13 (N100 P100 K100), E16 (N150 P50 K50), E18 (N150 P100 K100) и E20 (N150 P150 K150) нису утврђене статистички значајне разлике. Најмањи просечни садржај овог елемента, од 1,19 mmol 100g⁻¹, је забележен код хибрида G3 (Тибор), која је имао сигнификантно мању вредност за ову особину спрам других генотипова и за 3,5% мање од контроле. Код минералних хранива третман E4 (K100), са вредношћу 0,86 mmol 100g⁻¹ је имао најнижу вредност, али између овог третмана и третмана E7 (P100 K100), E8 (N50 P50 K50), E11 (N100 P50 K50) и E12 (N100 P100 K50) није било статистички значајних разлика.

Табела 15. Садржај штетног Na у корену осам хибрида шећерне репе у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2015. години

Средина (E)	Хибрид								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	Просек*
1. Контрола	0,89	0,94	0,77	1,06	1,28	1,47	1,56	1,42	1,17 ^{efg}
2. N 100	1,39	1,27	0,93	0,71	1,37	1,39	1,35	1,17	1,19 ^{ef}
3. P 100	1,30	0,93	0,71	1,23	1,24	1,18	1,18	1,10	1,11 ^{efg}
4. K 100	1,11	1,18	0,99	1,12	1,09	1,60	1,35	1,20	1,20 ^{ef}
5. N100 P100	1,00	0,80	0,61	0,64	1,24	1,31	1,17	1,00	0,97 ^g
6. N100 K100	0,98	1,30	0,62	0,76	1,52	1,29	1,01	1,39	1,10 ^{efg}
7. P100 K100	1,65	1,63	1,16	1,60	1,68	2,12	1,74	1,88	1,68 ^{bc}
8. N50 P50 K50	1,95	1,42	1,09	1,22	1,88	2,01	1,57	2,16	1,66 ^c
9. N50 P100 K50	0,90	1,20	0,73	0,83	1,05	1,39	0,96	1,37	1,05 ^{fg}
10. N50 K100 P100	1,72	1,48	1,30	1,81	2,35	3,28	2,01	1,74	1,96 ^a
11. N100 P50 K50	2,26	1,86	1,22	2,07	1,80	2,32	1,82	2,15	1,94 ^a
12. N100 P100 K50	1,61	1,03	0,62	1,09	1,31	1,71	1,27	1,91	1,32 ^{de}
13. N100 P100 K100	1,94	2,13	1,37	1,05	2,40	2,13	2,15	2,58	1,97 ^a
14. N100 P150 K50	1,47	1,08	0,76	1,25	1,92	2,29	1,42	1,22	1,42 ^d
15. N100 P150 K150	1,64	1,84	1,37	1,96	2,69	2,33	1,67	2,09	1,95 ^a
16. N150 P50 K50	0,88	0,72	0,83	1,52	1,52	1,76	1,11	1,45	1,22 ^{def}
17. N150 P100 K50	1,42	1,85	1,64	1,56	1,93	2,03	1,88	2,23	1,81 ^{abc}
18. N150 P100 K100	1,02	1,17	0,69	1,02	1,72	1,50	1,30	1,35	1,22 ^{def}
19. N150 P150 K100	1,88	1,89	1,40	1,09	2,22	2,10	2,09	2,48	1,89 ^{ab}
20. N150 P150 K150	1,91	1,81	1,20	1,35	1,84	2,11	1,95	2,20	1,79 ^{abc}
Просек	1,44 ^{cd}	1,37 ^d	1,00 ^f	1,24 ^c	1,70 ^b	1,86 ^a	1,53 ^c	1,70 ^b	1,48

*Различита слова указују на постојање значајне разлике (p<0,05)

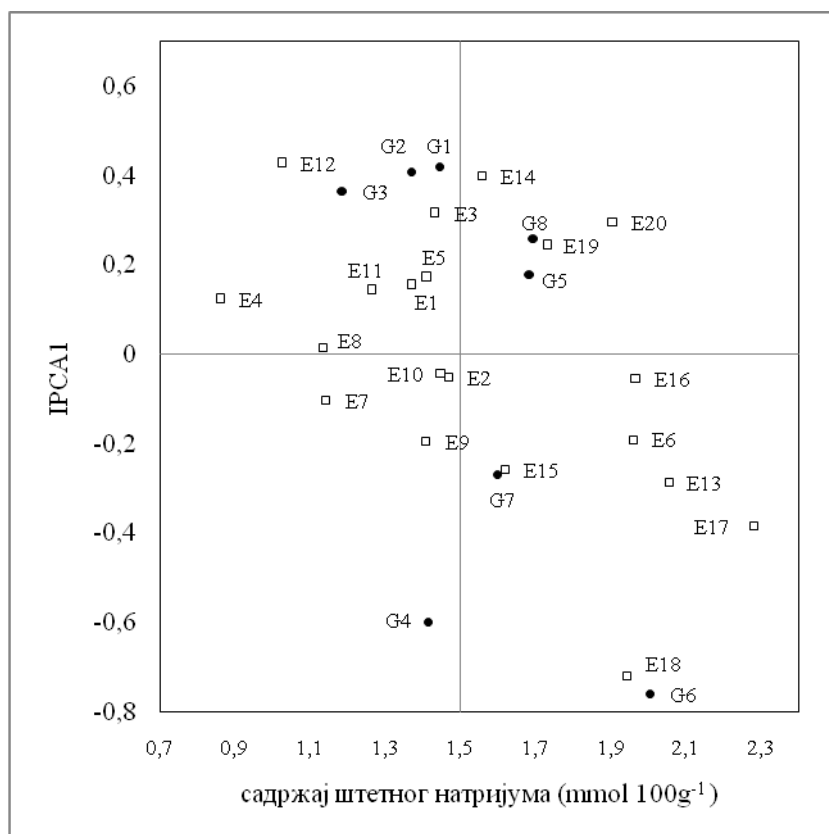
У другој години огледа (Таб. 15), забележене су нешто мање вредности садржаја штетног Na у односу на 2014. годину. Интервал садржаја штетног Na у 2015. години је био у опсегу од 0,61 mmol 100g⁻¹ код хибрида G3 (Тибор) на третману E5 (N100 P100) до 2,58 mmol 100g⁻¹ код хибрида G8 (Бегонија) на третману E13 (N100 P100 K100). Највећи просечни садржај штетног Na од 1,86 mmol 100g⁻¹ је утврђен код хибрида G6 (Алфонса) што је за 25,8% више од просека целог огледа у 2015. години и статистички значајно више од осталих хибрида. Код посматраних средина највиши ниво штетног Na од 1,97 mmol 100g⁻¹ је утврђен у средини E13 (N100 P100 K100). Садржај овог елемента у средини E13 је био за 32,7% виши од просека целог огледа у 2015. години и статистички значајно већи од осталих средина осим средина E10 (N50 P100 K100), E11 (N100 P50 K50), E15 (N100 P150 K150) и E17 (N150 P100 K100). Најмањи просечан садржај штетног Na је имао хибрид G3 (Тибор) и износио је 1,00 mmol 100g⁻¹ што је за 32,7% мање од просека огледа за наведену годину и такође статистички значајно мање од осталих хибрида. Међу срединама по ниском садржају штетног Na се истакла средина E5 (N100 P100) са вредношћу 0,97 mmol 100g⁻¹ што је за 34,6% мање од просека огледа и статистички значајно мање од осталих средина, изузев средина E1 (Контрола), E3 (P 100), E6 (N100 K100) и E9 (N50 P100 K100) где нису утврђене значајне разлике.

Значајно варирање садржаја штетног Na у зависности од утицаја генотипа, средине и минералне исхране наводе и други аутори (*Крстановић*, 2001; *Hoffmann et al.*, 2009; *Pospišil u cap.*, 2009; *Mekki*, 2014; *Mubarak et al.*, 2015). *Гујаничић* (1997) у свом истраживању наводи да је просечан садржај штетног Na у корену шећерне репе у интервалу од 3,69 mmol 100g⁻¹ до 7,94 mmol 100g⁻¹ у зависности од године, типа земљишта и одабира хибрида. У обе године истраживања хибрид G3 (Тибор) се издвојио као генотип са најмањим просечним вредностима овог показатеља квалитета корена шећерне репе. Са друге стране, код хибрида G6 (Алфонса) је утврђен висок садржај штетног Na. Присуство генотипске варијације у садржају штетног Na условљава правилан одабир хибрида која ће се гајити у одређеној средини (локалитет или минерална исхрана).

Kuzevski u cap. (2008) такође наводе да садржај штетног Na варира и у зависности од минералне исхране. *Лазовић* (1984) у свом истраживању наводи да је

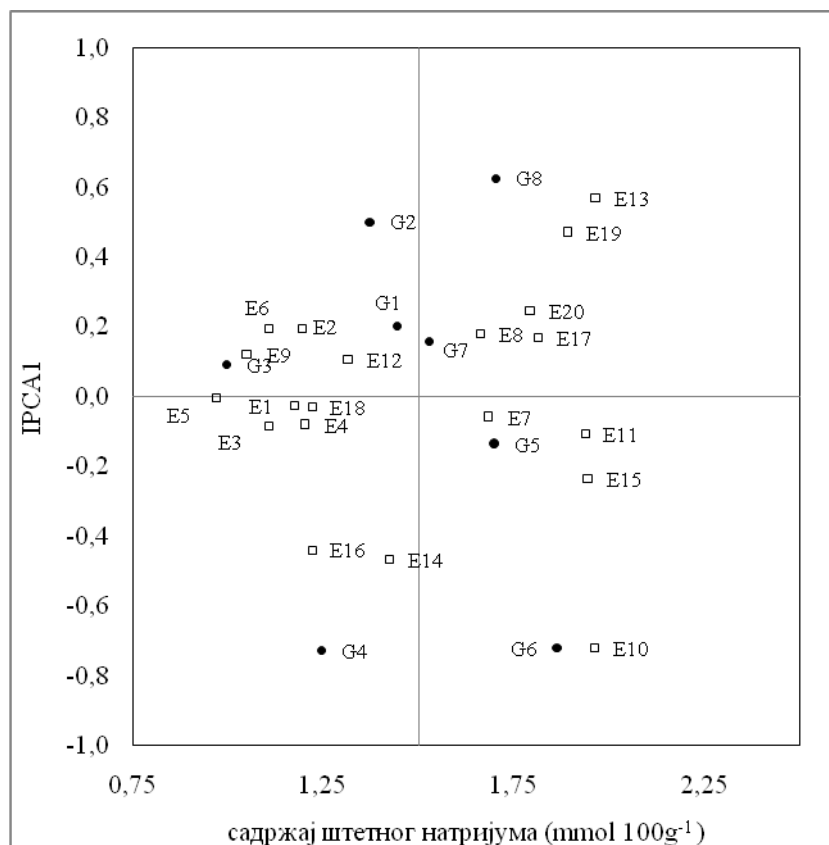
применом високих доза N (варијанте са 150 kg ha⁻¹N и 200 kg ha⁻¹N) остварен висок садржај штетног Na у односу на контролни третман, док код осталих третмана примена минералних хранива није довела до пораста вредности овог параметра. И *Hoffman* (2005) закључује да примена високих доза азотних ђубрива резултира у порасту штетног Na.

Резултати огледа указују да је у обе године низак садржај Na забележен у срединама без или са мањим дозама хранива. Високе дозе K утичу на усвајање и транспорт других јона (Na⁺, NH₄⁺, BO₃⁻) из земљишта (*Kastori*, 1993; *Mubarak et al.*, 2015) као и на способност биљке да одржава одговарајући однос K и Na (*Marschner*, 2012). Према томе, велике количине K доводе до смањења садржаја Na у корену репе, а самим тим и до побољшања квалитета корена. Ови резултати указују да је поред N и P, неопходно применити и одговарајуће количине K како би се остварио не само висок принос већ и квалитет корена, односно мањи садржај штетног Na.



Графикон 16. АММ1 I биplot садржаја штетног Na код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

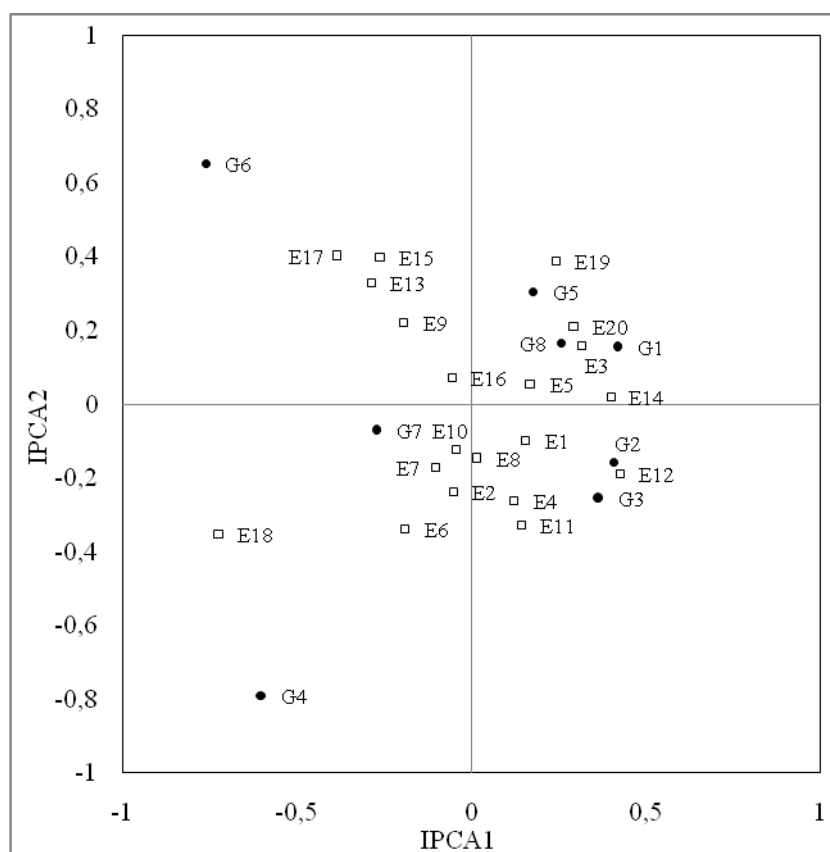
Графикон 16 представља просечне вредности главног ефекта (садржаја штетног Na) и прве интеракцијске осе код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у току 2014. године. На графикону 16 се може видети да је највећу вредност за проучавано својство имао хибрид G6 (Алфонса) и средине E17 (N150 P100 K50), E13 (N100 P100 K100), E6 (N100 K100), E16 (N150 P50 K50) и E20 (N150 P150 K150). Најмања вредност за садржај Na је забележена код хибрида G3 (Тибор). Генотипови G1 (Сара), G2 (Лара) и G3 (Тибор) су се одликовали нижим садржајем Na који је био испод просека огледа, али и високим вредностима прве интеракцијске осе. Међу посматраним срединама E4 (K100), E12 (N100 P100 K50), E8 (N50 P50 K50) и E7 (P100 K100) су се одликовале малим садржајем Na и међу њима средина E8 (N50 P50 K50) је имала најмањи допринос интеракцији. Најмање варијације у садржају штетног Na на шта указује њихов положај близу осе стабилности, је забележен код хибрида G5 (Тајфун), G7 (Марианка) и G8 (Бегонија). Највећи интеракцијски скор односно најизразитија варирања забележена су код хибрида G1 (Сара) и G6 (Алфонса) односно код средина E12 (N100 P50 K50), E14 (N100 P150 K50) и E18 (N150 P100 K100).



Графикон 17. *AMMI I* биplot садржаја штетног Na код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

И наредне сезоне дошло је до велике дисперзије тачака средина и генотипова на *AMMI I* биplotу (Граф.17). Као и у претходној години хибрид G6 (Алфонса) се издвајао по високим вредностима садржаја штетног Na у корену и прве интеракцијске осе. Мањим нивоом стабилности у поређењу са осталим генотиповима су се карактерисали хибриди G4 (Оригинал) и G8 (Бегонија). Са друге стране, код хибрида G3 (Тибор) су утврђене мање вредности IPCA 1 осе, као и најмањи садржај штетног Na у корену. Међу посматраним средина, E5 (N100 P100), E3 (P100), E1 (Контрола), E4 (K100), E12 (N100 P100 K50), E9 (N50 P100 K50) и E18 (N150 P100 K100) су имале мали допринос интеракцији и у овим срединама генотипови су у просеку имали садржај штетног Na испод просека огледа. Средине E8 (N50 P50 K50), E17 (N150 P100 K50), E11 (N100 P50 K50) и E7 (P100 K100) су такође имале мали допринос интеракцији, али у овим срединама садржај Na је био изнад просека огледа. Као

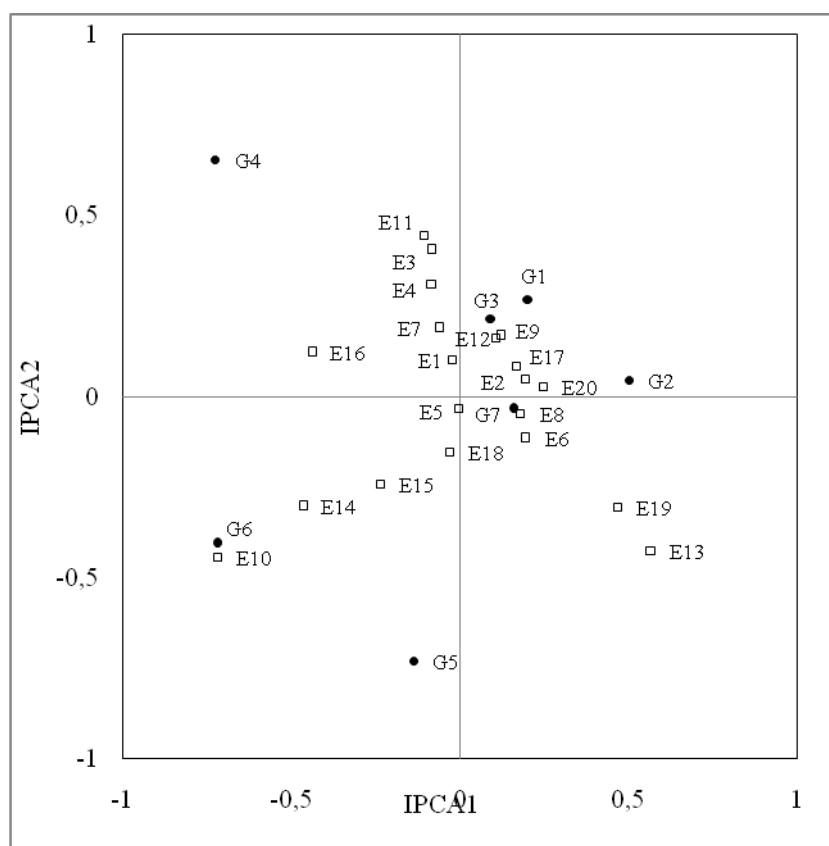
средине са највећим интеракцијским скором се издвајају E10 (N50 P100 K100) и E13 (N100 P100 K100).



Графикон 18. АММИ 2 биplot садржаја штетног Na код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 срединау 2014. години

Графикон 18 приказује интеракцијску везу осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014 години. Највећу стабилност показали су хибриди G7 (Марианка) и G8 (Бегонија) које су биле лоциране најближе центру биplotа. Са друге стране, хибриди G4 (Оригинал) и G6 (Алфонса) су били најудаљеније од центра биplotа, односно код њих је забележен највећи интеракцијски скор и најмања стабилност за садржај штетног Na. Међу срединама, као најстабилније се издвајају E8 (N50 P50 K50), E10 (N50 P100 K100) и E16 (N150 P50 K50). Највећу удаљеност од центра биplotа имале су средине E17 (N150 P100 K50) E18 (N150 P100 K100) и E19 (N150 P150 K100). Средине E17 (N150 P100 K50), E15 (N100 P150 K150), E13 (N100 P100 K100) и E9 (N50 P100 K50) су се међусобно груписале показујући сличан ранг. Позитивну интеракцију су имали хибрид G5 (Тајфун) и средина E19(N150 P150 K100), затим хибриди G1

(Сара) и G8 (Бегонија) са срединама E3 (P100) и E20 (N150 P150 K150), док су са наведеним срединама хибриди G2 (Лара) и G3 (Тибор) имали негативну интеракцију.



Графикон 19. AMMI 2 биplot садржаја штетног Na код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

На графикону 19. можемо видети да су се у 2015. години као најстабилније показали хибриди G3 (Тибор), G7 (Марианка) и G1 (Сара) и средине E5 (N100 P100), E1 (Контрола) E18 (N150 P100 K100), E7(P100 K100) и E12 (N100 P100 K50). Хибрид G6 (Алфонса) је имала интеракцију са средином E10 (N50 P100 K100), у којој је наведени хибрид имао повећан садржај Na, док је у истој средини хибрид G4 (Оригинал) имао много бољу реакцију са значајно нижим нивоом штетног Na. Хибрид G3(Тибор) је показао интеракцију са срединама E9 (N50 P100 K50) и E12 (N100 P100 K50) у којима је имала повишен ниво штетног Na, док је у срединама E6 (N100 K100) и E8 (N50 P50 K50) реакција била боља са нижим нивоом Na. Дијаметрално супротни положај на графикону 19 између хибрида G6 (Тајфун) и средина E3 (P100) и E11 (N100

P50 K50) нам указује да наведени хибрид у датим срединама има нижи садржај штетног Na. Близина средина E13 (N100 P100 K100) и E19 (N150 P150 K100), затим E6 (N100 K100) и E8 (N50 P50 K50), као и хибрида G1 (Сара) и G3 (Тибор), а такође и G2 (Лара) и G8 (Бегонија) сугерише да имају сличне реакције у погледу испитиване особине.

6.5 Садржај штетног азота

Садржај штетног N односно алфа аминокиселиног N у корену шећерне репе је испитиван током две сезоне код осам генотипова шећерне репе гајених у 20 средина које представљају различите третмане минералних хранива. Анализа варијансе *АММ* модела је показала да је утицај средине на вредности ове особине био већи од осталих извора варијације у обе сезоне (Таб. 16) што потврђује резултате *Hoffmann* и *Märlander* (2005). У 2014. и 2015. години утицај средине је објаснио више од две трећине варијације у садржају штетног N. Највећи број аутора који су испитивали варијабилност садржаја штетног N утврдио је значајан утицај локалитета, година, али и генотипова као и њихових интеракција на вредности ове особине (*Ковачев*, 1985, *Станчић*, 1997), док *Крстановић* (2001) није утврдио статистички значајан ефекат наведених фактора на испитивано својство. Око једне петине варијације ове особине у обе године објаснио је утицај интеракције генотипа и средине, док је утицај генотипа објаснио 11,38% варијације садржаја штетног N у 2014. односно 8,36% у 2015. години. На основу ових резултата јасно се уочава да примена минералних ђубрива представља основни фактор који утиче на вредности ове особине. Управо, правилна примена хранива омогућава раст и развиће корена који ће се одликовати високим садржајем шећера, али и малим присуством нечистоћа попут штетног N (алфа аминокиселиног N) (*Лазовић*, 1984). И *Kuzevski u sar.* (2008), *Hashemi et al.* (2014), *Mekdad et al.*, (2014) наводе да је садржај штетног N под највећим утицајем минералне исхране, нарочито азотних ђубрива. Такође, *Бојовић* (2014) у својим огледима са пет хибрида шећерне репе гајених током више година у условима интензивног минералног ђубрења долази до закључка да минерална исхрана представља основни фактор који утиче на садржај штетног N у корену шећерне репе.

Табела 16. Анализа варијансе АММ/модела за садржаја штетног N у 2014. и 2015. години

Извори варијације	df	2014				2015			
		SS	MS	F values	SS (%)	SS	MS	F values	SS (%)
Третман	159	319,2	2,01	19,91**		654,2	4,11	13,7**	
Генотип (G)	7	36,3	5,19	51,47**	11,38	54,7	7,82	26,0**	8,36
Средина (E)	19	213,1	11,21	25,46**	66,76	458,7	24,15	8,0**	70,12
Блок	40	17,6	0,44	4,37**		120,5	3,01	10,0**	
GE интеракција	133	69,8	0,53	5,20**	21,86	140,7	1,06	3,5**	21,51
IPCA1	25	24,3	0,97	9,62**	34,75	47,7	1,91	6,3**	33,90
IPCA2	23	15,3	0,66	6,58**	21,87	30,0	1,31	4,3**	21,32
IPCA3	21	9,9	0,47	4,67**	14,17	24,9	1,18	3,9**	17,70
IPCA4	19	8,6	0,45	4,49**	12,31	22,0	1,16	3,8**	15,64
IPCA5	17	5,8	0,34	3,35**	8,24				
IPCA6	15	3,9	0,26	2,55**	5,53				
Погрешка	280	28,2	0,10	*		84,1	0,30	*	*

**значајно на нивоу $p < 0,01$; df-степен слободe ; SS-сума квадрата; MS-средина квадрата; F values-Ф вредност; SS(%)-процент суме квадрата

У првој сезони (2014) било је значајно шест интеракцијских оса, док је у наредној сезони четири осе било значајно, на шта указују резултати *F* теста (Таб. 15.). У 2014. години прва ИРСА оса је објаснила око трећине варијације у интеракцији генотипа и средине, а друга ИРСА оса око једне петине. Поред тога, трећа оса је објаснила 4,67%, четврта 4,49%, пета 3,35% а шеста оса 2,55% варијације интеракције. У наредној сезони, прва и друга ИРСАоса су обухватиле највећи део интеракције, и ове осе су заједно објасниле 55% варијације у интеракцији. Преостале ИРСА осе (трећа и четврта) су заједно објасниле око једне трећине интеракције.

Табела 17. Садржај штетног N у корену осам хибрида шећерне репе у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2014. години

Средина	Хибрид								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	Просек*
1. Контрола	1,81	0,88	1,16	0,68	0,58	1,1	0,93	0,92	1,01 ^j
2. N 100	2,77	2,29	0,98	1,25	0,97	1,81	2,63	1,94	1,83 ^{hi}
3. P 100	1,2	1,37	0,86	0,72	1,23	0,98	1,09	1,1	1,07 ^j
4. K 100	1,38	1,04	1,27	1,3	1,05	1,23	1,46	1,04	1,22 ^j
5. N100 P100	2,97	2,41	1,12	1,5	1,99	2,2	2,35	2,16	2,09 ^{fghi}
6. N100 K100	3,13	2,34	0,97	1,38	0,96	1,55	1,91	2,39	1,82 ^{hi}
7. P100 K100	2,1	1,04	0,93	0,98	1,14	1,44	1,1	1,71	1,30 ^j
8. N50 P50 K50	2,38	1,68	2,29	2,2	1,95	2,47	1,59	1,28	1,98 ^{ghi}
9. N50 P100 K50	2,99	2,28	1,91	2,31	2,83	2,06	1,82	1,77	2,24 ^{efg}
10. N50 K100 P100	1,84	2,43	1,87	2,51	1,48	1,33	1,45	1,14	1,75 ⁱ
11. N100 P50 K50	2,49	1,91	1,38	1,98	1,77	1,41	2,03	1,74	1,84 ^{hi}
12. N100 P100 K50	3,5	2,4	2,26	3,06	3,12	2,51	2,57	3,31	2,84 ^c
13. N100 P100 K100	3,63	2,22	2,42	2,52	2,56	1,78	2,25	2,6	2,49 ^{de}
14. N100 P150 K50	2,26	2,16	1,42	2,12	2,1	3,05	3,12	2,56	2,35 ^{ef}
15. N100 P150 K150	2,54	2,43	1,89	1,74	2,34	2,41	1,98	2,2	2,19 ^{efg}
16. N150 P50 K50	2,09	2,64	1,72	2,28	2,08	1,96	2,01	2,14	2,11 ^{fgh}
17. N150 P100 K50	4,23	3,59	1,81	2,49	1,89	2,45	2,95	2,47	2,73 ^{cd}
18. N150P100 K100	4,31	3,07	3,73	2,5	2,67	2,9	3,56	3,16	3,24 ^{ab}
19. N150 P150 K100	3,77	3,32	2,89	2,44	3,05	2,47	2,4	3,26	2,95 ^{bc}
20. N150 P150 K150	3,78	3,04	2,52	3,61	2,98	3,43	4	3,77	3,39 ^a
Просек	2,76 ^a	2,22 ^b	1,77 ^e	1,98 ^{cd}	1,93 ^{de}	2,024 ^{cd}	2,16 ^{bc}	2,13 ^{bc}	2,12

*Различита слова указују на постојање значајне разлике (p<0,05)

Просечан садржај штетног N у корену шећерне репе у 2014. години на нивоу огледа износио је 2,12 mmol 100g⁻¹ (Таб.17). У читавом огледу садржај штетног N у корену различитих хибрида шећерне репе се кретао од 0,58 mmol 100g⁻¹ код хибрида G5 (Тајфун) на третману E1 (контрола) па до 4,31 mmol 100g⁻¹ код хибрида G1 (Сара) на третману E18 (N150 P100 K100). Највећи просечни садржај штетног N је имао хибрид G1 (Сара), 2,76 mmol 100g⁻¹, што је за 30,1% више у односу на просек огледа и статистички значајно више у односу на све остале хибриде. Третман E20 (N150 P150 K150) је имао највећу вредност алфа аминокиселине N - 3,39 mmol 100g⁻¹, с тим да између њега и третмана E18 (N150 P100 K100) није било статистички значајних разлика. Хибрид G3

(Тибор) је имао најмањи садржај штетног N, 1,77 mmol 100g⁻¹ што је за 16,5 % мање у односу на просек огледа у 2014. години и статистички значајно мање у односу на остале хибриде осим G5 (Тајфун). Најмањи ниво штетног N је забележен на третману E1 (Контрола) - 1,01 mmol100g⁻¹. Низак ниво штетног N је забележен на третманима E3 (P100), E4 (K100) и E7 (P100 K100) што указује на важност фосфорних и калијумових ђубрива у одржавању алфа аминокиселина N на ниском нивоу. Наведени резултати су у супротности са закључцима *Лазовића* (1984) у чијем истраживању повећане дозе P и K у огледима са минералним хранивима нису утицале на садржај штетног N.

Табела 18. Садржај штетног N у корену осам хибрида шећерне репе у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2015. години

Средина	Хибрид								Просек*
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1. Контрола	2,98	2,87	1,58	2,39	2,27	3,26	2,07	1,86	2,41 ^{efg}
2. N 100	2,77	4,39	4,27	3,47	3,36	3,76	3,90	4,17	3,76 ^{bcd}
3. P 100	2,28	3,19	3,12	2,88	3,12	2,89	2,66	2,43	2,82 ^{defg}
4. K 100	2,64	3,22	1,93	1,63	2,66	2,09	2,56	1,94	2,33 ^{efg}
5. N100 P100	3,63	5,04	4,13	3,55	5,72	4,02	5,40	3,35	4,35 ^{abc}
6. N100 K100	5,32	4,79	4,09	4,34	3,75	4,01	6,43	3,75	4,56 ^{ab}
7. P100 K100	2,22	2,26	2,64	1,73	1,98	2,26	2,16	2,39	2,20 ^{fg}
8. N50 P50 K50	2,22	1,99	2,14	2,21	1,90	1,39	1,29	1,60	1,84 ^g
9. N50 P100 K50	2,20	2,77	3,11	2,79	3,44	2,48	2,78	2,72	2,78 ^{defg}
10. N50 P100 K100	2,28	3,37	2,18	1,87	2,15	1,82	2,67	2,15	2,31 ^{efg}
11. N100 P50 K50	3,42	3,02	2,20	2,54	3,26	2,57	3,65	2,66	2,91 ^{def}
12. N100 P100 K50	3,88	4,60	3,97	3,88	5,35	4,38	3,37	3,92	4,17 ^{abc}
13. N100 P100 K100	2,77	2,94	2,43	2,96	3,19	3,08	3,06	3,19	2,95 ^{def}
14. N100 P150 K50	4,29	3,49	3,25	2,10	3,46	3,11	3,77	3,28	3,342 ^{cde}
15. N100 P150 K150	5,25	4,19	3,80	2,47	2,71	2,96	3,31	3,71	3,55 ^{bcd}
16. N150 P50 K50	5,93	6,61	5,69	2,59	5,29	3,95	5,72	5,34	5,14 ^a
17. N150 P100 K50	5,30	4,94	3,95	3,28	4,76	3,99	3,74	4,06	4,25 ^{abc}
18. N150P100 K100	4,79	5,71	4,18	3,16	4,30	3,80	4,64	3,90	4,31 ^{abc}
19. N150 P150 K100	5,44	5,40	3,84	4,03	4,41	4,05	4,33	4,65	4,52 ^{ab}
20. N150 P150 K150	5,34	6,12	4,18	4,36	6,33	4,83	4,31	3,24	4,83 ^a
Просек	3,74 ^b	4,04 ^a	3,33 ^{cd}	2,91 ^e	3,67 ^b	3,23 ^d	3,59 ^{bc}	3,21 ^d	3,47

*Различита слова указују на постојање значајне разлике (p<0,05)

У 2015. години просечан садржај штетног N је износио за око $1,35 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ више у односу на претходну сезону (Таб 18.). На нивоу огледа, садржај штетног N се кретао у границама између $1,29 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ код хибрида G7 (Марианка) на третману E8 (N50 P50 K50) до $6,61 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ код хибрида G2 (Лара) на третману E16 (N150 P50 K50). Највећи просечан садржај штетног N од $4,04 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$, имао је хибрид G2 (Лара), 16,6% више од просека целог огледа у 2015. години и статистички значајно више од осталих хибрида. Код третмана се по високом садржају издвојио третман E16 (N150 P50 K50) са нивоом штетног N од $5,14 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ што је за 48,2% више од просека огледа и статистички значајно више од већег броја средина осим E5 (N100 P100), E6 (N100 K100), E12 (N100 P50 K50), E16 (N150 P50 K50), E17 (N150 P100 K50), E18 (N150 P100 K100), E19 (N150 P150 K100) и E20 (N150 P150 K150) са којима нису установљене значајне разлике. Најнижи просечан ниво штетног N од $2,91 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$ је имао хибрид G4 (Оригинал), што је за 16,1% мање од просека целог огледа и статистички значајно мање од осталих хибрида. Од третмана се издвојио E8 (N50 P50 K50) који је имао садржај штетног N $1,841 \text{ mmol } 100\text{g}^{-1}$, што је за 46,9% мање од просека целог огледа и статистички значајно мање од свих третмана осим средина E1 (контрола), E3 (P100), E4 (K100), E7 (P100 K100), E9 (N50 P100 K50) и E10 (N50 P100 K100) где нису нађене значајне разлике.

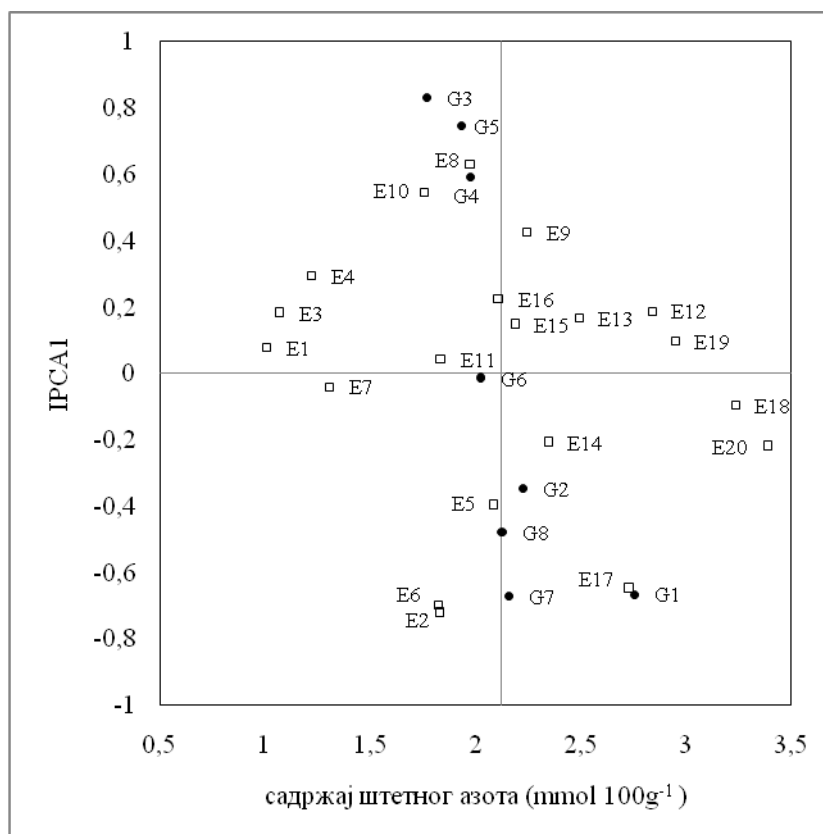
Варирања у садржају штетног N између година су настала као резултат великих разлика у метеоролошким условима, које су имале значајан утицај на раст и развиће усева и саму динамику усвајања N. Сличне закључке износи *Гујаничић* (1997) у резултатима свог двогодишњег испитивања утицаја густине сетве и типа земљишта на принос и квалитет шећерне репе где наводи да је штетни N био пре свега под утицајем еколошких фактора и типа земљишта док утицаји генотипа и густине усева нису били статистички значајни. Временске прилике на почетку вегетације у првој и другој години погодовале су расту усева. Обилне падавине у априлу и мају и умерене температуре омогућили су формирање лисне површине и добар почетни пораст шећерне репе. Другу годину огледа обележио је значајан недостатак падавина од краја јуна до половине августа, који је био праћен повишеним температурама, што је на крају сезоне имало за резултат нижи просечан принос корена у односу на прву годину огледа. С обзиром да се N највише усваја у овом периоду када је раст и развој биљке најинтензивнији (*Јевтић и сар.*, 1986, *Убавић и Богдановић*, 1995), појава суше у

летњим месецима онемогућила је његово искоришћење, успорила је метаболичке процесе и синтезу шећера, што је на крају резултирало повишеним нивоом штетног N у корену. Према *Pidgeon et al.* (2001) суша представља један од лимитирајућих фактора у производњи шећерне репе у области Медитерана. Поред негативног утицаја на принос (*Richter et al.*, 2001; *Bloch et al.*, 2006), суша има и негативан утицај на квалитет корена шећерне репе (*Rover and Buttner*, 1999; *Choluj et al.*, 2004). Такође и *Clover et al.* (1999) и *Hoffmann* (2010) наводе да услед појаве суше долази до пораста нивоа штетног N што има за последицу смањење квалитета корена шећерне репе.

Резултати овог двогодишњег истраживања јасно указују да су се средине са већим дозама минералних хранива посебно азотних одликовале и већим садржајем штетног N у корену. Виши ниво азотних хранива у срединама E18 (N150 P100 K100), E19 (N150 P150 K100) и E20 (N150 P150 K150) омогућиле су биљкама веће усвајање овог елемента и његово складиштење у корену. И други аутори (*Troncoso and Cantos*, 1990; *Гламочлија*, 1990; *Marlander* 1990; *Pospišil*, 2004, *Franzen*, 2004; *Stevanato et al.*, 2010) наводе да повећана примена N често резултира у порасту садржаја штетног N у корену биљака. Такође, *Јаћимовић* (2005) у свом истраживању са два хибрида шећерне репе наводи да је највећи садржај штетног N забележен код третмана са највећим количинама азотних ђубрива ($150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$). С обзиром да квалитет и прерада шећерне репе зависи и од садржаја нешећерних материја, у које спада и штетни N (*Филиповић*, 2009), уравнотежена минерална исхрана треба да омогући производњу корена са ниским садржајем азотних једињења. Негативан утицај азотних једињења и других нешећерних компоненти се огледа у смањењу екстракције кристалног шећера из меласе током процеса прераде (*Pytlarz-Kozicka*, 2005; *Јаћимовић и сар.*, 2006; *Mahmood et al.*, 2007; *Filipović*, 2009).

Поред утицаја средине, и одабир генотипова је имао значајан ефекат на вредности овог параметра (Таб. 16). Бројни аутори (*Јаћимовић*, 2006; *Јарамаз*, 2015) такође наводе значајне генотипске разлике у погледу ове особине. Смањење садржаја нечистоћа укључујући и азотна једињења резултира у побољшању технолошких параметара шећерне репе, пре свега повећања садржаја шећера (*Бојовић*, 2014). Иако се садржај сахарозе мало променио током последње деценије, повећање искоришћења и приноса шећера је било резултат пре свега повећања приноса корена уз истовремено

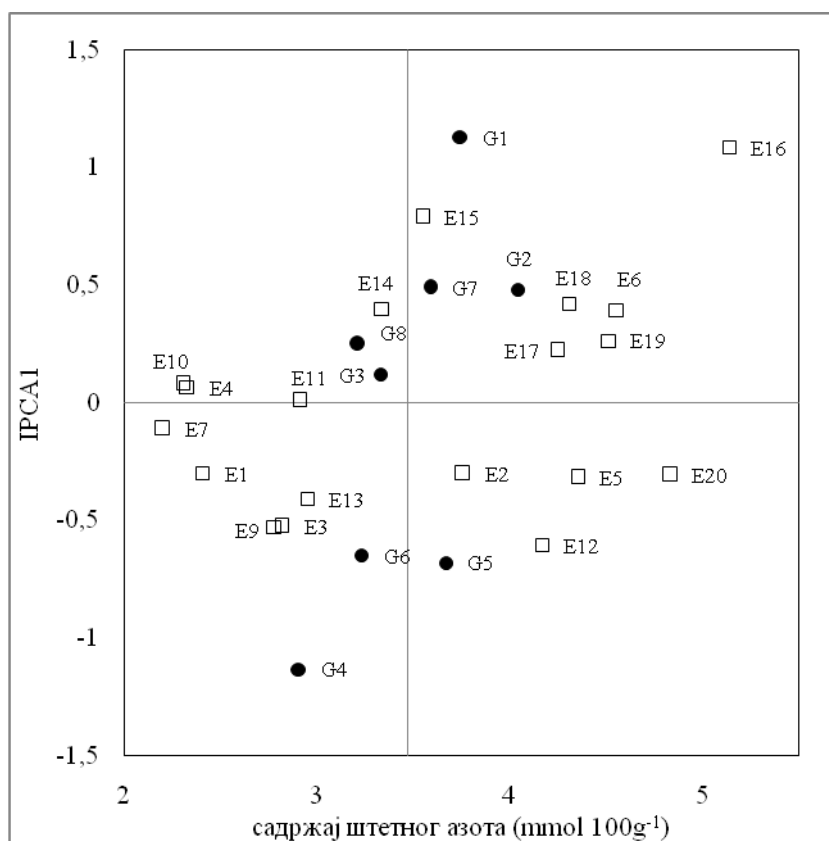
смањење садржаја нечистоћа (*Hoffman et al.*, 2011). Смањење нечистоћа у шећерној репи за око 30-40% је резултат напретка оплемењивања које је током последњих неколико деценија значајно редуковало концентрацију алфа аминокиселине N у корену ове биљке (*Dutton and Huijbregts*, 2006).



Графикон 20. *AMMI 1* биplot садржаја штетног N код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

Просечне вредности главног ефекта (садржаја штетног N) и прве интеракцијске осе код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у току 2014. године су приказане на графикону 20. На овом графику *AMMI 1* модела може се видети да је највећу вредност за садржај штетног N имао хибрид Сара (G1), док је најмања вредност била код хибрида Тибор (G3). Као хибрид са најмањим вредностима прве интеракцијске осе издваја се G6 (Алфонса). Високе вредности прве интеракцијске осе су показали хибриди G1 (Сара), G3 (Тибор), G5 (Тајфун) и G7 (Марианка), при чему су

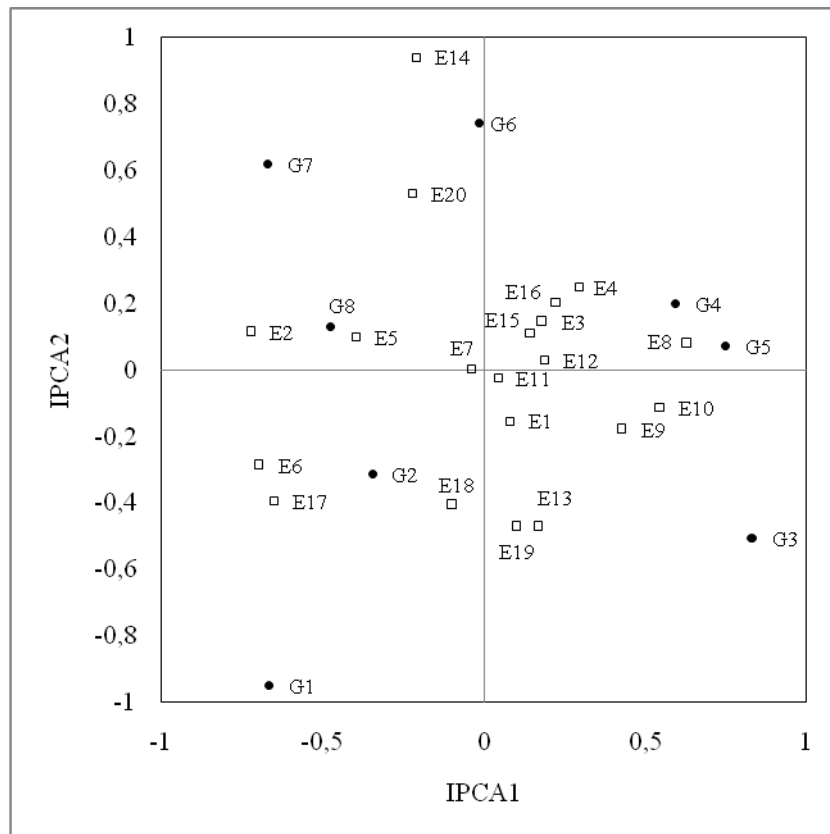
G3 (Тибор) и G5 (Тајфун)имали садржај штетног N који је био мањи у односу на просек огледа. Средине E1 (Контрола), E7 (P100 K100), E11 (N100 P50 K50) су имале мали интеракцијски скор и мањи садржај штетног N у односу на просек огледа. Средине E18 (N150 P1500 K100) и E19 (N150 P150 K100) имале мале су вредности прве интеракцијске осе, али је просечан садржај штетног N био већу у односу на просек огледа.



Графикон 21. АММИ 1 биplot садржаја штетног N код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

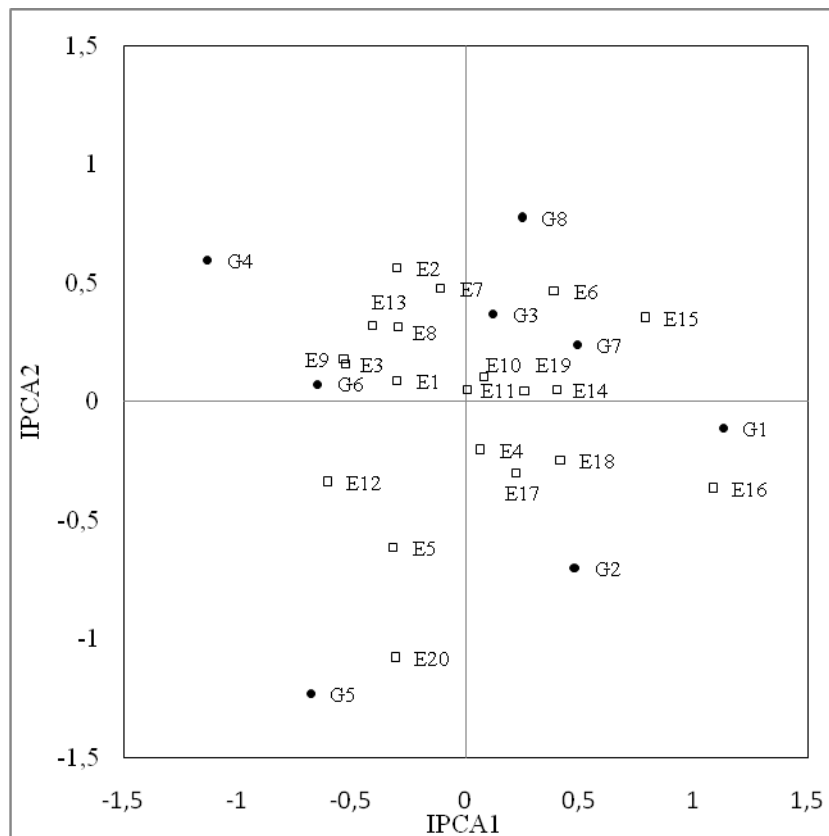
На основу АММИ биplotа (Граф. 21) може се уочити да се већина хибрида на наведеном графикону, као и на претходном, груписала око средње вредности садржаја штетногN. Са друге стране, средине су се више раздвојиле по оси главног ефекта што је било и очекивано с обзиром да је највећи део варијације ове особине био под

утицајем средине. Хибриди G1 (Сара) и G4 (Оригинал) су се одликовали високим интеракцијским скором, при чему је G4 (Оригинал) имао најмањи садржај штетног N, док је хибрид G1 (Сара) имао садржај штетног N који је био изнад просечног нивоа огледа. Хибрид G3 (Тибор) се одликовао највећом стабилношћу као и мањим садржајем овог параметра у односу на просек огледа. Међу срединама, по највећем доприносу интеракцији и надпросечном садржају штетног N издвајају се третмани E16 (N150 P50 K50), E15 (N100 P150 K150) и E12 (N100 P100 K50). Са друге стране, висок интеракцијски скор и мањи садржај N је забележен у срединама E9 (N50 P100 K50) и E3 (P100). Као средине са најмањим вредностима прве интеракцијске осе могу се издвојити E7 (P100 K100), E10 (N50 P100 K100), E4 (K100) и E11 (N100 P50 K50).



Графикон 22. АММИ 2 биplot садржаја штетног N код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

АММИ 2 модел на приказаном графикаону 22 описује јачину интеракцијске везе између хибрида и средина за садржај штетног N. На наведеном биplotу можемо видети да су се као најстабилнији показали хибриди G2 (Лара) и G8 (Бегонија) као и средине E1 (Контрола), E7 (P100), E11 (N100 P50 K50), E12 (N100 P100 K50) и E15 (N100 P150 K150). Највећи интеракцијски скор су имали хибриди G1 (Сара), G3 (Тибор), G6 (Алфонса) и G7 (Марианка). Средине са великим интеракцијским скором су биле E2 (N100), E6 (N100 K100), E14 (N100 P150 K50) и E17 (N150 P100 K50). Хибриди G4 (Оригинал) и G5 (Тајфун) су реаговале на средину E8 (N50 P50 K50) у којојсу имале висок ниво штетног N. До реакције је дошло и између хибрида G8 (Бегонија) средине E5 (N100 P100) и E2 (N100), као и између хибрида G2 (Лара) и средина E6 (N100 K100), E17 (N150 P100 K50) и E18 (N150 P100 K100). Такође средине E3 (P100), E4(K100), E15 (N100 P150 K150) и E16 (N150 P50 K50) су показале сличну реакцију у погледу нивоа стабилности овог параметра.



Графикон 23. АММИ 2 биplot садржаја штетног N код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

На *АММИ 2* биplotу (Граф. 23) уочава се да је у 2015. години G3 (Тибор) био најстабилнији хибрид. Од посматраних средина висока стабилност је забележена код E4(K100), E10 (N50 P100 K100), E11 (N100 P50 K50), E17 (N150 P100 K50) и E19 (N150 P150 K100). Најдаље од центра графикана, а самим тим и најмање стабилни су били су хибриди G1 (Сара), G4 (Оригинал) и G5 (Тајфун) и средине E15 (N100 P150 K150), E16 (N150 P50 K50) и E20(N150 P150 K150). Хибрид G1 (Сара) је био у интеракцији са средином E16 (N150 P50 K50) у којој је имао највећи садржај штетног N док је у средини E3 (P100) и E9 (N50 P100 K50) остварио најмањи садржај. Хибрид G7 (Марианка) показао је интеракцију са средином E6 (N100 K100) показујући висок ниво штетног N. Хибрид G5 (Тајфун) имала је интеракцију са средином E20 (N150 P150 K150) у којој је имао висок ниво овог параметра, док је у средини E15 (N100 P150 K150) остварио значајно нижи ниво што се може закључити из њихових положаја на биplotу.

6.6 Искоришћење шећера из корена

Искоришћење шећера представља сложену особина која утиче на принос кристалног шећера и самим тим једну од најзначајних особина које су проучаване у овој студији. На основу резултата табеле 19 може се закључити да су средина, генотип и њихове интеракције имали значајан утицај на варијацију искоришћења шећера у обе године огледа што је у сагласности резултатима *Скленара* (1996) и *Kaloi et al.* (2014). У првој години огледа, суме квадрата показују да је варијација највише била резултат утицаја средине (51,83%), затим интеракције генотипа и средине (29,19%) и на крају утицаја генотипа (18,98%). Наредне сезоне варирање у искоришћењу шећера је највећим делом било под утицајем генотипа (53,91%), затим средине (31,14%), а најмање услед утицаја интеракције генотипа и средине (14,95%).

Наведени резултати истраживања указују да у сезонама које су повољне за производњу ове културе (2014.) примена минералних хранива представља главни ограничавајући фактор производње, док избор генотипа има мању улогу. Према различитим ауторима (*Lauer et al.*, 1997; *Јаћимовић*, 2005, *Filipović и сар.*, 2011) агротехничке мере (датум сетве, ђубрење, густина склопа) су најодговорније за варијацију у искоришћењу шећера из корена шећерне репе. Међутим, у неповољним сезонама попут 2015. године поред примене одговарајућих агротехничких мера, правилан одабир хибрида има битну улогу у постизању високог искоришћења шећера што је становиште *Radivojević-a and Došenović-a* (2006). *Бојовић и сар.* (2014) закључују да правилан одабир хибрида има кључну улогу у технолошком квалитету шећерне репе јер омогућује максимално искоришћења шећера из корена, при чему се наравно не сме занемарити поштовање технологије производње ове културе. *Скленар* (1996) наводи да је за укупну варијабилност искоришћења шећера највећи значај имао фактор године.

Табела 19. Анализа варијансе *АММ* модела за искоришћење шећера у 2014. и 2015. години

Извори варијације	df	2014				2015			
		SS	MS	F values	SS (%)	SS	MS	F values	SS (%)
Третман	159	941,4	5,92	31,3**	-	1019,1	6,41	21,2**	-
Генотип (G)	7	178,7	25,53	135,0**	18,98	549,4	78,49	259,6**	53,91
Средина (E)	19	487,9	25,68	3,7**	51,83	317,3	16,70	11,9**	31,14
Блок	40	274,7	6,87	36,3**	-	56,0	1,40	4,6**	-
GE интеракција	133	274,8	2,07	10,9**	29,19	152,4	1,15	3,8**	14,95
IPCA1	25	85,9	3,44	18,2**	31,26	57,5	2,30	7,6**	37,73
IPCA2	23	66,1	2,87	15,2**	24,05	32,1	1,39	4,6**	21,06
IPCA3	21	41,6	1,98	10,5**	15,14	27,8	1,33	4,4**	18,24
IPCA4	19	32,4	1,71	9,0**	11,79	13,2	0,70	2,3**	8,66
IPCA5	17	23,4	1,38	7,3**	8,52	11,8	0,69	2,3**	7,74
IPCA6	15	15,0	1,00	5,3**	5,46	-	-	-	-
IPCA7	13	10,3	0,79	4,2**	3,75	-	-	-	-
Погрешка	280	52,9	0,19	-	-	84,6	0,30	-	-

*значајно на нивоу $p < 0,05$; **значајно на нивоу $p < 0,01$; df-степен слободe ; SS-сума квадрата; MS-средина квадрата; F values-Ф вредност; SS(%)-процент суме квадрата

У првој сезони (2014) на основу резултата F теста може се закључити да је седам интеракцијски оса било статистички значајно, док је наредне сезоне било значајно пет оса. У обе године прва и друга оса су заједно објасниле преко 50% варијације у интеракцији генотипа и средине. У 2014. години трећа оса је објаснила око 15%, а четврта оса око 12%, док су преостале осе појединачно објасниле испод 10% варијабилности интеракције. У наредној сезони трећа интеракцијска оса је објаснила готово 18%, док су четврта и пета оса појединачно објасниле испод 10% варијабилности унутар интеракције.

Табела 20. Искоришћење шећера из корена осам хибрида шећерне у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2014. години

Средина (E)	Хибрид								Просек*
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1.Контрола	10,85	11,47	10,84	11,08	13,18	9,75	12,37	10,70	11,28 ^{abcde}
2.N100	10,28	10,08	9,94	10,93	12,41	9,63	10,28	10,82	10,55 ^{cdefgh}
3.P100	11,11	11,22	11,66	12,94	12,72	11,75	12,24	12,07	11,96 ^{ab}
4.K100	11,06	10,54	11,64	13,02	14,68	11,45	12,26	12,01	12,08 ^a
5.N100 P100	9,21	10,34	11,01	10,55	11,34	9,11	11,27	9,19	10,25 ^{efgh}
6.N100 K100	8,73	9,71	10,83	8,74	9,88	9,48	8,44	11,91	9,71 ^{ghij}
7.P100K100	11,91	11,19	12,38	10,08	13,49	9,78	12,29	9,62	11,34 ^{abcd}
8.N50P50K50	10,94	10,68	10,53	10,41	12,49	10,40	11,58	11,10	11,02 ^{abcdef}
9.N50P100K50	10,64	10,70	12,81	11,13	13,87	9,77	12,03	11,68	11,58 ^{abc}
10.N50K100P100	10,98	11,74	13,09	11,10	12,80	9,47	12,66	12,70	11,82 ^{ab}
11.N100P50K50	11,86	10,06	11,44	11,80	13,80	11,61	12,01	11,59	11,77 ^{ab}
12.N100P100K50	8,93	9,81	10,43	10,52	10,93	10,87	11,54	9,92	10,37 ^{defgh}
13.N100P100K100	10,34	9,89	12,55	11,12	12,24	9,32	11,57	10,95	11,00 ^{bcdef}
14.N100P150K50	9,89	8,86	9,91	10,06	9,49	9,62	11,55	10,98	10,05 ^{fghi}
15.N100P150K150	9,80	11,60	12,09	10,85	11,13	9,75	10,16	10,08	10,68 ^{cdefg}
16.N150P50K50	8,64	9,23	8,81	8,34	8,96	8,04	10,38	8,21	8,82 ⁱ
17.N150P100K50	8,75	9,24	9,78	10,01	9,84	6,93	8,21	9,41	9,02 ^{ij}
18.N150P100K100	9,78	9,65	10,95	8,13	9,90	8,39	9,25	10,52	9,57 ^{hij}
19.N150P150K100	6,53	7,94	8,97	10,57	10,25	9,05	11,03	9,06	9,18 ^{ij}
20.N150P150K150	8,48	8,83	9,42	9,74	10,15	9,52	9,89	10,33	9,54 ^{hij}
Просек	9,94 ^{ef}	10,14 ^e	10,95 ^{bc}	10,55 ^d	11,68 ^a	9,68 ^f	11,05 ^b	10,64 ^{cd}	10,58

*Различита слова указују на постојање значајне разлике ($p < 0,05$)

У првој години огледа просечно искоришћење шећера је износило 10,58% (Таб. 20). Искоришћење шећера се кретало у интервалу 6,53 % код хибрида G1 (Сара) у средини E19 (N150 P150 K100) па све до 13,87% код хибрида G5 (Тајфун) у средини E9 (N50 P100 K50). Највеће просечно искоришћење 11,68% је имао хибрид G5 (Тајфун) што је статистички значајно више од осталих генотипова. Међу срединама се издвојила E4 (K100) која је имала вредност 12,08%, с тим да између ње и средина E3(P100), E7 (P100 K100), E8 (N50 P50 K50), E9 (N50 P100 K50), E10 (N50 P100 K100) и E11 (N100 P50 K50) није било статистички значајних разлика. Најмање искоришћење шећера од 9,68% је имао хибрид G6 (Алфонса) што је статистички сигнификантно мање од осталих хибрида осим G1 (Сара). Минимални ниво искоришћења шећера међу срединама од 8,82% је утврђен у E16 (N150 P50 K50) где су хибриди у просеку

имализначајно ниже искоришћење, осим средина Е6 (N100 P100), Е17 (N150 P100 K50). Е18 (N150 P100 K100), Е19 (N150 P150 K100) и Е20 (N150 P150 K150) где нису нађене статистички значајне разлике. Сличне резултате је добио *Јаћимовић* (2005) који наводи да комбинације са средњим и високим дозама N и малим количинама P и K смањују искоришћење шећера у корену шећерне репе.

Табела 21. Искоришћење шећера из корена осам хибрида шећерне у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2015. години

Средина	Хибрид								Просек*
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1.Контрола	16,20	15,88	17,89	16,12	17,00	14,81	16,62	15,37	16,24 ^a
2.N100	12,49	12,20	14,80	14,33	16,29	13,49	15,05	13,95	14,08 ^{hij}
3.P100	15,26	15,11	17,21	15,70	17,01	15,09	15,59	15,52	15,81 ^{ab}
4.K100	14,87	14,57	19,04	15,54	18,18	13,60	15,92	16,31	16,00 ^{ab}
5.N100P100	13,70	14,63	16,44	14,28	16,16	13,71	15,79	15,46	15,02 ^{cdef}
6.N100K100	13,30	13,59	15,86	14,94	15,94	13,75	14,97	13,20	14,44 ^{fghi}
7.P100K100	15,50	14,25	17,79	15,58	18,02	13,90	15,43	14,68	15,64 ^{abcd}
8.N50P50K50	13,89	14,33	16,62	15,37	16,93	14,04	15,27	12,39	14,85 ^{efgh}
9.N50P100K50	13,41	13,00	16,25	14,96	17,02	14,22	15,79	14,47	14,89 ^{defg}
10.N50K100P100	14,04	15,13	17,08	14,53	17,32	13,42	15,68	15,75	15,37 ^{bcde}
11.N100P50K50	14,12	15,26	17,38	15,61	17,85	14,46	16,90	14,28	15,73 ^{abc}
12.N100P100K50	12,38	13,88	15,81	15,06	16,12	13,70	13,95	13,71	14,33 ^{fghi}
13.N100P100K100	12,84	12,74	15,20	14,63	15,34	13,87	14,65	13,22	14,06 ^{hij}
14.N100P150K50	13,58	13,76	16,58	14,17	15,03	12,69	15,79	14,46	14,51 ^{fghi}
15.N100P150K150	13,45	14,21	15,69	13,86	15,33	12,87	14,96	14,32	14,33 ^{fghi}
16.N150P50K50	13,95	13,61	15,17	13,50	14,93	12,67	15,02	14,34	14,15 ^{ghij}
17.N150P100K50	12,55	12,08	14,35	13,57	14,73	12,91	13,98	13,33	13,44 ^j
18.N150P100K100	12,36	12,53	15,85	13,67	15,70	12,21	14,03	13,59	13,74 ^{ij}
19.N150P150K100	12,16	12,15	15,04	14,58	16,09	12,75	14,81	12,67	13,78 ^{ij}
20.N150P150K150	12,46	12,32	14,68	14,07	17,23	12,99	14,64	13,35	13,97 ^{ij}
Просек	13,62 ^e	13,76 ^e	16,24 ^a	14,70 ^c	16,41 ^a	13,56 ^e	15,24 ^b	14,22 ^d	14,72

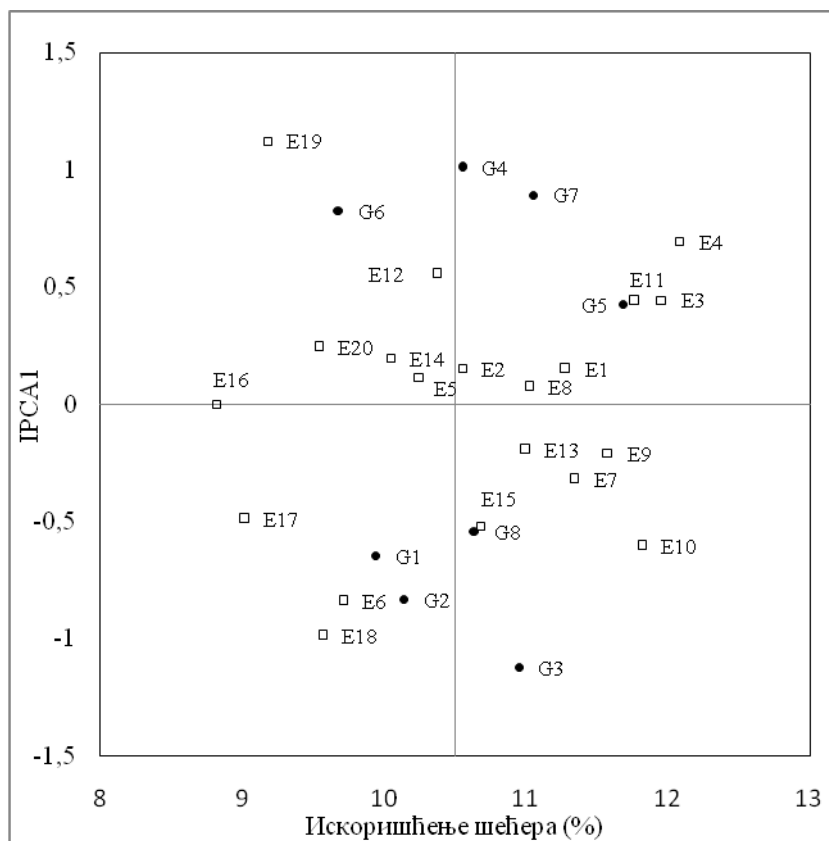
*Различита слова указују на постојање значајне разлике (p<0,05)

Искоришћење шећера из корена репе се у 2015. је било веће за више од 4% у односу на претходну годину (Таб. 21). Искоришћење шећера се кретало у распону 12,08% код хибрида G2 (Лара) у средини Е17(N150 P100 K50) до 19,04% код хибрида G3 (Тибор) у средини Е4(K100). Највеће просечно искоришћење је имао хибрид G5 (Тајфун) и то 16,41% што је за 11,5% више од просека огледа за 2015. годину и

статистички значајно више од осталих хибрида сем G3 (Тибор) где нису постојале статистички значајне разлике. Код минералних хранива највеће просечно искоришћење шећера од 16,24% су имали хибриди гајени у средини E1 (контрола) што је за 10,3% више у односу на просек целог огледа и статистички значајно више у односу на остале средине осим E3 (P100), E4 (K100), E7 (P100 K100) и E11 (N100 P50 K50) где нису нађене статистички значајне разлике. Најмање просечно искоришћење шећера од 13,62% је имао хибрид G1 (Сара). То је за 7,5% мање од просека целог огледа и статистички значајно мање од осталих хибрида осим у односу на G2 (Лара) и G6 (Алфонса) где нису нађене сигнификантне разлике. Међу срединама најмање просечно искоришћење је од 13,44% је утврђено у средини E1 (N150 P100 K50) које је било за 8,7% мање од просека искоришћења за цео оглед. Овај третман је био статистички значајно мањи од осталих третмана са изузетком третмана E2 (N100), E13 (N100 P100 K100), E16 (N150 P50 K50), E18 (N150 P100 K100), E19 (N150 P150 K100) и E20 (N150 P150 K150) где нису нађене статистички значајне разлике.

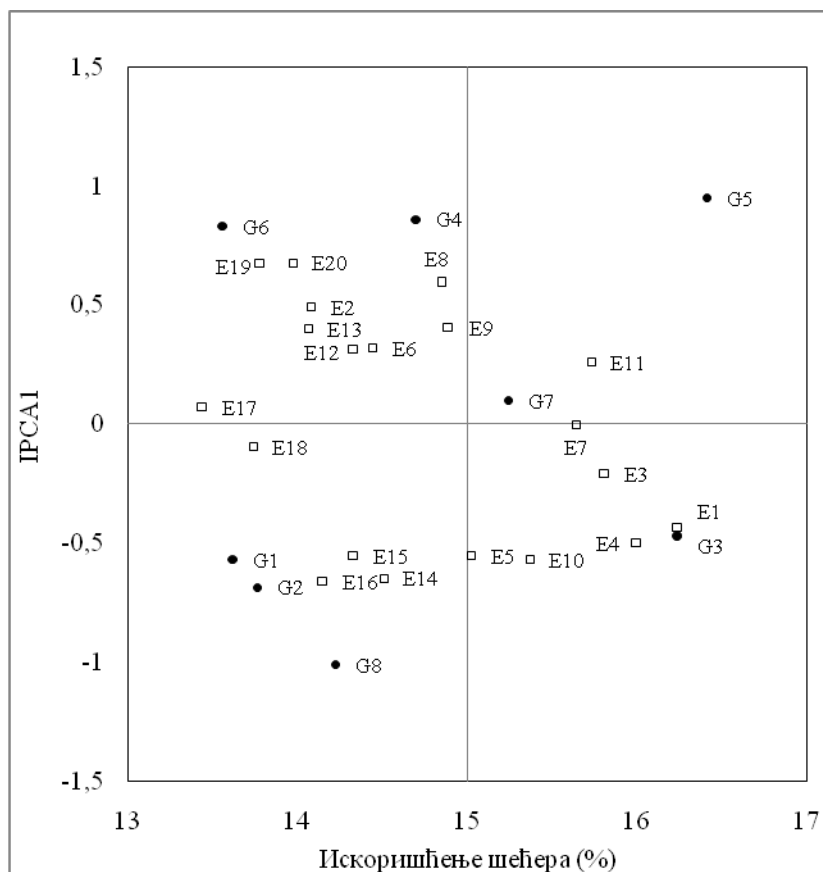
Резултати истраживања указују на две битне чињенице. Велика варирање климатских фактора нарочито разлике у количини падавина између испитиваних година се одржава на варијабилност одређених испитиваних особина попут искоришћења шећера, услед чега резултате истраживања на истој локацији у различитим годинама треба третирати као посебне локалитете (*van Eeuwijk and Kroonenberga, 1995*).

Године са изразитим климатским обележјима, попут надпросечних падавина у сезони 2014. години или суше у 2015. години умањују ефикасност минералних ђубрива код свих гајених усева па и шећерне репе. Третмани са високим дозама NPK хранива као и у случају претходно наведених особина (штетни K, штетни Na и алфа аминокиселина N) имали су негативан утицај на квалитет ове културе што се одразило на искоришћење шећера у корену.



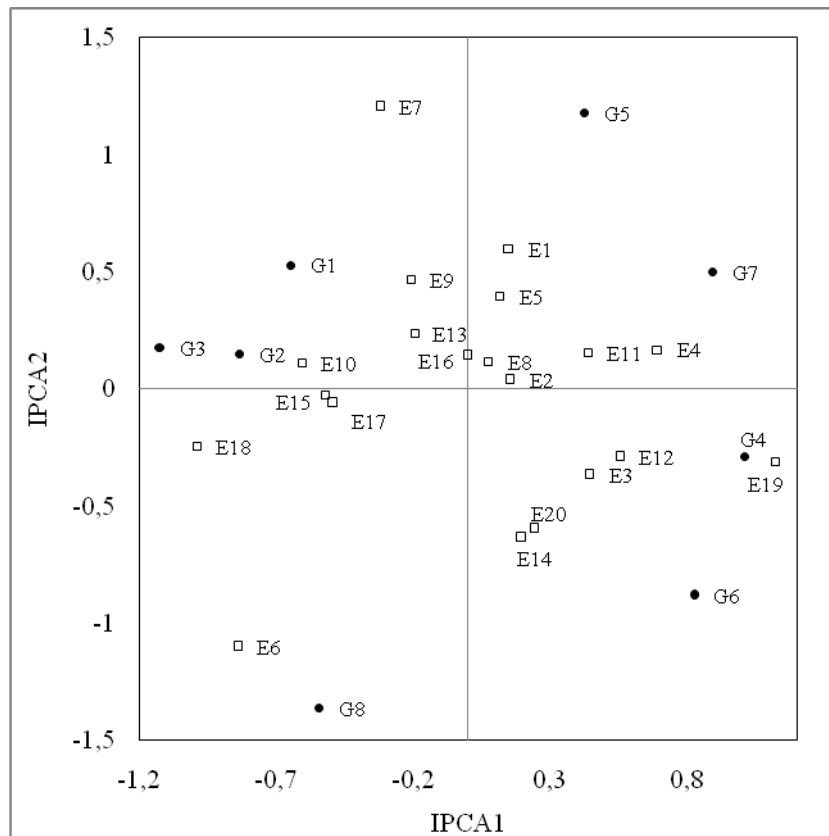
Графикон 24. *AMMI 1* биплот искоришћења шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

AMMI 1 модел на графикону 24 представља просечне вредности и стабилност хибрида шећерне репе у оквиру различитих средина за особину искоришћење шећера. Визуелним приказом можемо закључити да је највећу вредност за искоришћење имао хибрид G5 (Тајфун), док је најмања вредност код хибрида G6 (Алфонса). Од средина истичу се E4 (K100) са највећим нивоом искоришћења и E16 (N150 P50 K50) са најслабијим резултатом. Најстабилније вредности искоришћење су имали хибриди G5 (Тајфун) и G8 (Бегонија) и средине E1 (Контрола), E2 (N100), E5 (N100 P100), E8 (N50 P50 K50), E13 (N100 P100 K100), E14 (N100 P150 K150) и E16 (N150 P50 K50). Највећи интеракцијски скор су имали хибриди G3 (Тибор) и G4 (Оригинал) и третмани E18 (N100 P100 K100) и E19 (N100 P150 K100).



Графикон 25. *AMMI 1* биplot искоришћења шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

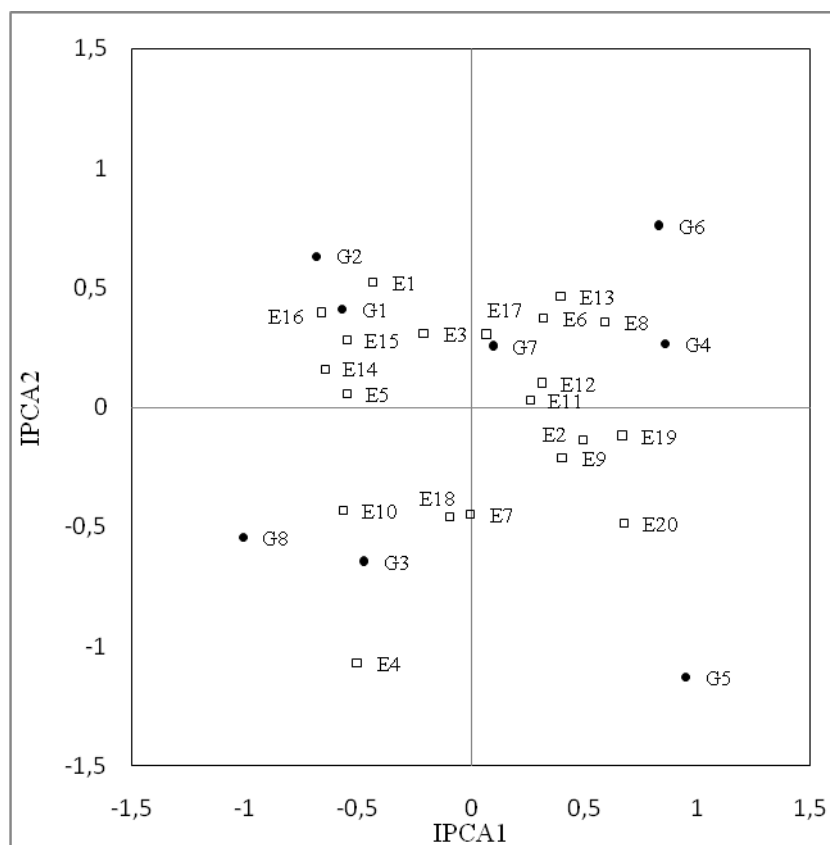
Графикон 25 представља *AMMI 1* биplot са искоришћењем шећера на апциси и *IPCA 1* осом на ординати. На графикону се уочава да се хибриди и средине значајно разликују како по искоришћењу шећера тако и по интеракцијском ефекту за особину искоришћење шећера у корену шећерне репе у 2015. години. Анализирајући биplot види се да су највеће просечне вредности за искоришћење шећера присутне код хибрида G5 (Тајфун) и G3 (Тибор) као и код средине E4(K100). Најмање вредности за искоришћење су имали хибриди G6 (Алфонса) и G1 (Сара) и средина E17 (N150 P100 K50). Као најстабилнији су се показали хибрид G7(Марианка) и средине E3 (P100), E7 (P100 K100), E11 (N100 P50 K50), E17 (N150 P100 K50) и E18 (N150 P100 K100). Највећи интеракцијски скор односно најмању стабилност су показали хибриди G8 (Бегонија), G4 (Оригинал) и G5 (Тајфун) и средине E14 (N100 P150 K50), E16 (N150 P50 K50), E19 (N150 P150 K100) и E20 (N150 P150 K150).



Графикон 26. *AMMI 2* биplot искоришћења шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

Графикон 26. представља *AMMI 2* биplot са *IPCA1* осом као апцисом и *IPCA 2* осом као ординатом. На овом графику се јасно уочава разлика између хибрида и средина по висини *IPCA 1* и *IPCA 2* скорa. На биplotу је приказана јачина интеракцијске везе између осам хибрида и двадесет средина за особину искоришћење шећера у 2014.години. Позитивну интеракцију су остварили хибрид G4 (Оригинал) и средина E19 (N150 P150 K100). Хибрид G2 (Лара) и средина E10 (N50 P100 K100), хибрид G7 (Марианка) и средина E4 (K100) су такође били пример позитивне интеракције. Хибрид G8 (Бегонија) имао је позитивану интеракцију са средином E6 (N100 K100), док је са средином E7 (P100 K100) његова интеракција била негативна. Средине E3 (P100), E12 (N100 P100 K100), E14 (N100 P150 K50) и E20 (N150 P150 K150) су биле близу једна до друге на графикону што нас наводи на закључак да имају

сличан ефекат на хибриде. На сличан начин се могу груписати средине E10 (N50 P100 K100), E15 (N100 P150 K150) и E17 (N150 P100 K50) с једне стране и средине E2 (N100), E5 (N100 P100), E8 (N50 P50 K50) и E16 (N150 P50 K50) са друге као групе средина са сличним ефектом.



Графикон 27. АММИ 2 биplot искоришћења шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

У 2015. години, као најстабилнији су се показала хибрид G7 (Марианка) и средине E3 (P100), E7 (P100 K100), E11 (N100 P50 K50) и E12 (N100 P100 K50) што нам указује њихов положај близу центра графикона 27. Најмању стабилност су показали хибриди G5 (Тајфун), G6 (Алфонса) и G8 (Бегонија) као и средине E4 (K100) и E20 (N150 P150 K150). На биplotу се може видети да је дошло до позитивне интеракције између хибрида G1 (Сара) и G2 (Лара) и средине E1 (контрола), такође до

интеракције је дошло између хибрида G3 (Тибор) и средине E10 (N50 P100 K100), хибрида G7 (Марианка) и средине E11 (N100 P50 K50). Средине E11(N100 P50 K50), E12 (N100 P100 K50), E17 (N150 P100 K50), E6 (N100 K100) и E13 (N100 P100 K100) су заузимале сличне позиције које на биплоту и могу се означити као група третмана са сличним ефектом на хибриде шећерне репе. Хибрида G6 (Алфонса) и G8 (Бегонија) заузимају дијаметрално супротне положаје што нам указује да имају изразито другачије захтеве у погледу услова и средине, а слична ситуација је са хибридима G2 (Лара) и G5 (Тајфун).

6.7 Принос кристалног шећера

Принос кристалног шећера код осам генотипова, гајених у 20 средина које су представљале различите третмане минералних хранива, анализиран је током 2014. и 2015. године. Анализа варијансе *АММ* за принос кристалног шећера (Таб. 22) показала је високо значајан утицај генотипа, средине и њихове интеракције на принос кристалног шећера у обе године ($p < 0,01$). Суме квадрата показују да је варијација у првој години огледа била највише резултат утицаја средине (45,99%), затим интеракције (36,34%) и на крају утицаја генотипа (17,66%) што је у сагласности са резултатима *Лазовића* (1984) у чијем истраживању је принос шећера највише зависио од чинилаца средине (минерално ђубрење, рокови вађења корена) и *Јаћимовића* (2006) који истиче ефекат средине (представљен утицајем године односно локалитета) као најбитнији. За разлику од претходне сезоне у 2015. години, варирање у приносу кристалног шећера је највећим делом било под утицајем генотипа (46,51%), затим интеракције генотипа и средине (32,53%), док је утицај средине био најслабији (20,97) што се подудара са резултатима *Скленара* (1996) који истиче утицај генотипа као најважнијег фактора за ову особину.

Према резултатима истраживања може се закључити да се значај средине (минералних хранива) и генотипа у варирању приноса кристалног шећера мењао у током сезоне гајања. Као и код других анализираних особина (принос корена, садржај шећера, штетни К и искоришћење шећера) у повољнијој сезони (2014) утицај средине (минералне исхране) је био највећи, док је у мање повољној сезони (2015) утицај генотипа био доминантнији.

Табела 22. Анализа варијансе АММ/И моделаза принос кристалног шећера у 2014. и 2015. години

Извори варијације	df	2014				2015			
		SS	MS	F values	SS (%)	SS	MS	F values	SS (%)
Третман	159	1444,2	9,08	14,46**		660,1	4,15	6,23**	
Генотип (G)	7	255,1	36,45	58,01**	17,66	307,0	43,86	65,81**	46,51
Средина (E)	19	664,2	34,96	5,96**	45,99	138,4	7,28	1,73**	20,97
Блок	40	234,6	5,86	9,33**		168,0	4,20	6,30**	
GE интеракција	133	524,8	3,95	6,28**	36,34	214,7	1,62	2,42**	32,53
IPCA1	25	182,2	7,29	11,60**	34,72	59,4	2,38	3,57**	27,67
IPCA2	23	121,3	5,27	8,39**	23,11	54,7	2,38	3,57**	25,48
IPCA3	21	77,5	3,69	5,88**	14,77	44,7	2,13	3,19**	20,82
IPCA4	19	51,9	2,73	4,34**	9,89	26,4	1,39	2,08**	12,30
IPCA5	17	48,2	2,83	4,51**	9,18				
IPCA6	15	28,5	1,90	3,03**	5,43				
IPCA7	13	15,3	1,18	1,87**	2,92				
Погрешка	280	175,9	0,63	*		186,6	0,67		

**значајно на нивоу $p < 0,01$; df-степени слободe ; SS-сума квадрата; MS-средина квадрата; F values-Ф вредност; SS(%)-процент суме квадрата

На основу резултата F теста, може се уочити да је у првој сезони седам интеракцијских оса било значајно, док је наредне сезоне статистичка значајност утврђена код четири интеракцијске осе. У првој години огледа, прва оса је објаснила 34,72%, друга 23,11% и трећа 14,77% варијабилности у оквиру интеракције. У наредној сезони највеће учешће у интеракцији генотипа и средине имале су прва (27,67%) и друга интеракцијска оса (25,48%), док су трећа и четврта заједно објасниле око једне трећине варијације унутар интеракције.

Табела 23. Принос кристалног шећера у корену осам хибрида шећерне у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2014. години

Средина	Хибрид								Просек*
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	
1. Контрола	6,19	5,95	6,86	6,66	9,44	5,35	8,16	7,05	6,96 ⁱ
2. N 100	7,91	6,98	8,44	7,49	8,7	6,93	8,57	8,9	7,99 ^{fgh}
3. P 100	8,87	8,54	10,47	10,39	8,98	10,51	10,39	10,45	9,83 ^{bcd}
4. K 100	6,19	7,68	8,72	11,02	8,77	8,61	8,55	8,64	8,52 ^{efgh}
5. N100 P100	5,67	8,11	8,53	9,14	9,14	6,88	7,1	6,69	7,66 ^{hi}
6. N100 K100	6,5	8,29	8,29	7,14	8,92	5,93	8,38	7,68	7,64 ^{hi}
7. P100 K100	6,93	6,88	10,05	7,92	9,91	5,77	6,44	6,42	7,54 ^{hi}
8. N50 P50 K50	7,3	7,88	7,7	8,73	9,1	8,24	10,46	10,14	8,69 ^{efg}
9. N50 P100 K50	8,68	8,09	12,16	4,52	10,25	8,17	8,69	9,76	8,79 ^{ef}
10. N50 P100 K100	10,1	10,33	13,67	12,12	11,04	9,6	12,87	13,24	11,62 ^a
11. N100 P50 K50	9,9	7,31	9,97	10,68	12,18	11,71	10,99	12,08	10,60 ^b
12. N100 P100 K50	7,38	7,62	9,04	8,99	9,09	11,49	9,36	8,75	8,96 ^{de}
13. N100 P100 K100	8,21	8,01	12,49	10,24	10,45	8,17	11,56	9,59	9,84 ^{bcd}
14. N100 P150 K50	8,04	7,81	9,77	10,49	7,65	8,64	11,83	10,6	9,35 ^{cde}
15. N100 P150 K150	8,06	10,6	12,34	11,14	11,47	9,2	10,12	9,34	10,28 ^{bc}
16. N150 P50 K50	7,41	7,92	8,01	6,96	6,91	7,94	9,87	6,9	7,74 ^{ghi}
17. N150 P100 K50	8,04	7,35	9,65	9,17	7,89	5,93	6,95	8,03	7,88 ^{fghi}
18. N150 P100 K100	8,57	6,99	11,06	7,99	9,44	7,93	8,52	9,44	8,74 ^{ef}
19. N150 P150 K100	5,02	6,3	8,03	9,26	8,62	7,36	8,55	7,69	7,60 ^{hi}
20. N150 P150 K150	7,81	6,84	8,22	10,08	9,36	9,86	10,04	9,75	9,00 ^{de}
Просек	7,64 ^d	7,77 ^{cd}	9,67 ^a	9,01 ^b	9,37 ^{ab}	8,21 ^c	9,37 ^{ab}	9,06 ^b	8,76

*Различита слова указују на постојање значајне разлике ($p < 0,05$)

У 2014. години која се одликовала повољнијим временски условима за производњу шећерне репе, просечан принос кристалног шећера је износио 8,76 tha^{-1} (Таб. 23). На нивоу огледа, принос кристалног шећера у току ове године се кретао у интервалу од 4,52 tha^{-1} код хибрида G1 (Сара) у средини E9 (N50 P100 K50) па до 12,87 t ha^{-1} код хибрида G7 (Марианка) у средини E10 (N50 P100 K100). Највећи просечни принос кристалног шећера је 9,67 t ha^{-1} остварен је код хибрида G3 (Тибор) што је за 10,4% већи принос у односу на просек целог огледа у 2014. години. Овај хибрид је уједно имао статистички значајно већи принос шећера од других хибрида у огледу осим у односу на G5 (Тајфун) и G7 (Марианка) где није било сигнификантних разлика.

Средина са највећим приносом шећера је била Е10 (N50 P100 K100) где је остварен резултат од 11,62 t ha⁻¹ кристалног шећера. Ова средина је имала статистички значајно већу вредност спрам осталих средина и за 32,6% већу вредност од општег просека огледа за 2014. годину. Најмањи просечан принос корена је имала хибрид G1 (Сара) - 7,64 t ha⁻¹ што је за 20,5% мање од просечне вредности огледа за 2014. годину и статистички значајно мање од осталих хибрида осим хибрида G2 (Лара) у односу на кога није било сигнификантних разлика. Средина са најмањим приносом кристалног шећера од 6,96 t ha⁻¹ је била Е1 (контрола) с тим да између ове средине и средина Е5 (N100 P100), Е6 (N100 K100), Е16 (N150 P50 K50), Е17 (N150 P150 K50) и Е19 (N150 P150 K100) није било статистички значајних разлика.

Табела 24. Принос кристалног шећера у корену осам хибрида шећерне у различитим срединама (третманима минералне исхране) у 2015. години

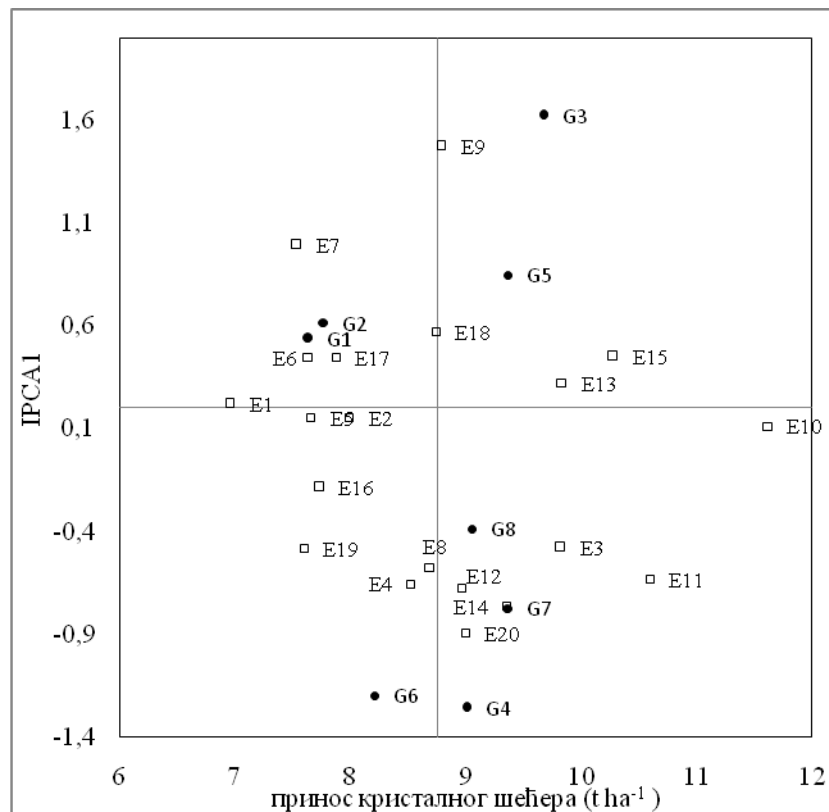
Средина (Е)	Хибрид								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	Просек*
1. Контрола	3,90	5,81	8,26	6,98	6,37	5,62	7,17	5,79	6,24 ^{bcd}
2. N 100	5,21	5,45	8,07	7,16	7,05	6,07	9,18	6,04	6,78 ^{abcd}
3. P 100	4,98	5,13	8,53	5,35	5,62	6,19	5,37	5,91	5,88 ^d
4. K 100	6,15	6,29	8,49	6,67	7,77	6,94	8,45	8	7,35 ^{ab}
5. N100 P100	6,72	7,11	9,18	7,71	7,62	8,79	7,73	7,4	7,78 ^a
6. N100 K100	5,92	4,24	7,56	6,25	7,09	7,01	7,79	7,03	6,61 ^{abcd}
7. P100 K100	6,38	5,27	8,44	5,98	6,35	7,29	6,44	7,1	6,65 ^{abc}
8. N50 P50 K50	5,73	6,60	9,45	8,79	7,04	6,92	8,51	5,22	7,28 ^{abc}
9. N50 P100 K50	5,97	6,09	8,60	6,68	6,64	6,62	8,78	7,94	7,17 ^{abcd}
10. N50 P100 K100	4,02	6,47	7,86	5,77	6,04	4,52	7,44	5,59	5,96 ^{cd}
11. N100 P50 K50	5,68	4,80	8,70	7,82	7,41	6,48	7,41	5,64	6,74 ^{abcd}
12. N100 P100 K50	4,76	5,62	7,07	7,23	6,53	7,36	6,85	6,12	6,44 ^{bcd}
13. N100 P100 K100	4,92	4,69	8,43	7,84	5,92	6,77	8,28	6,9	6,72 ^{abcd}
14. N100 P150 K50	5,55	7,61	9,15	7,38	6,99	6,75	9,62	7,41	7,56 ^{ab}
15. N100 P150 K150	6,64	6,80	8,48	7,83	7,09	6,37	8,28	7,47	7,37 ^{ab}
16. N150 P50 K50	6,43	6,79	8,68	7,31	6,99	7,17	7,86	6,87	7,26 ^{abc}
17. N150 P100 K50	5,27	5,22	5,78	7,51	7,10	6,38	7,97	6,79	6,50 ^{abcd}
18. N150 P100 K100	4,99	4,56	6,21	6,92	6,38	4,54	7,45	5,94	5,87 ^d
19. N150 P150 K100	5,96	6,57	7,31	8,23	6,98	6,58	6,66	6,89	6,90 ^{abcd}
20. N150 P150 K150	6,30	5,56	7,00	8,06	7,60	6,71	7,01	5,21	6,68 ^{abcd}
Просек	5,57 ^d	5,83 ^d	8,06 ^a	7,17 ^b	6,83 ^{bc}	6,55 ^c	7,71 ^a	6,56 ^c	6,80

*Различита слова указују на постојање значајне разлике (p<0,05)

Сезона 2015. године се одликовала неповољнијим временским условима за производњу шећерне репе у односу на претходну, што је имало за последицу смањење приноса кристалног шећера за око 2 t ha^{-1} у односу на 2014. годину (Таб. 24). Принос кристалног шећера се кретао у интервалу од $3,90 \text{ t ha}^{-1}$ код хибрида G1 (Сара) на третману E1 (Контрола) до $9,45 \text{ t ha}^{-1}$ код хибрида G3 (Тибор) на третману E8 (N50 P50 K50). Највећи просечан принос од $8,06 \text{ t ha}^{-1}$ је имао хибрид G3 (Тибор) што је за 18,5% више од просека целог огледа у 2015. години и статистички значајно више од осталих хибрида осим G7 (Марианка) где разлике нису биле значајне. Највећи принос кристалног шећера међу срединама од $7,78 \text{ t ha}^{-1}$ је забележен код средине E5 (N100 P100) што је за 14,4% више од просека целог огледа у 2015. години и статистички значајно више од средина E1(контрола), E3 (P100), E10 (N50 P100 K100), E12 (N100 P100 K50) и E18 (N150 P100 K100). Најмањи принос кристалног шећера од $5,57 \text{ t ha}^{-1}$ је имао хибрид G1 (Сара) што је за 18,1% мање од просека целог огледа и статистички значајно мање од осталих генотипова сем хибрида G2 (Лара) где нису нађене значајне разлике. Од средина најмањи принос кристалног шећера је имала средина E18 (N150 P100 K100) - $5,87 \text{ t ha}^{-1}$, што је за 13,7% мање од просека целог огледа у 2015. години и статистички значајно мање од осталих третмана сем E4 (K100), E5 (N100 P100), E7 (P100 K100), E8 (N50 P50 K50), E14 (N100 P150 K50), E15 (N100 P150 K150) и E16 (N150 P50 K50).

Разлика у временским условима између две сезоне довела је до знатног варирању приноса кристалног шећера. У повољнијој сезони (2014) хибриди су у просеку имале за око 2 t ha^{-1} већи принос кристалног шећера у односу на релативно сушну 2015. годину. Одсуство падавина и високе температуре (суша) током летњих месеци представљају главне лимитирајуће факторе у производњи многих пољопривредних усева (*Cattivelli et al.*, 2008; *Ashraf*, 2010), укључујући и шећерну репу (*Pidgeon et al.*, 2001; *Ober et al.*, 2005; *Pidgeonet al.*, 2006). Летњи период у региону Војводине односно Панонске низије карактеришу семиаридни до семихумидни услови (*Бошњак*, 2001) и у зависности од агроеколошких чинилаца у сезони производње честа су варирања приноса кристалног шећера (*Јаћимовић*, 2005). На основу тога *Мунћан* и *Живковић* (2006) закључују да је правилан избор хибрида и њихово усаглашавање са технологијом производње, пре свега са употребом минералних ђубрива, неопходно како би се боље искористили природни услови, остварили високи приноси корена и

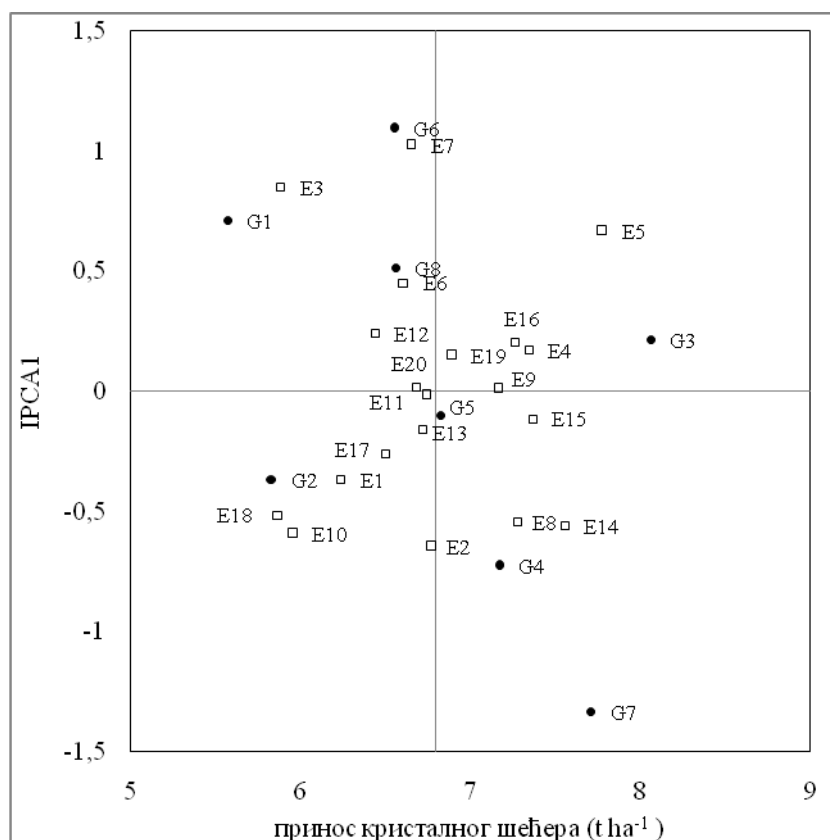
кристалног шећера и на тај начин обезбедили бољи економски ефекти. Вредност генотипа постаје нарочито важна у условима сувог ратарења када долази до изражаја способност различитих хибрида да поднесу стрес изазван високим температурама, недостатком падавина и другим чиниоцима средине. Генетске карактеристике хибрида тада имају пресудан утицај на искоришћење хранљивих материја из земљишта и агрономски битне особине шећерне репе (*Dobrovnaya et al.*, 2009; *Pejić u sar.*, 2010).



Графикон 28. *AMMI 1* биplot приноса кристалног шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. години

На основу *AMMI 1* биplotа за принос кристалног шећера може се уочити је распоред хибрида више варирао по интеракцијском скору него по оси приноса кристалног шећера, с обзиром да се већина хибрида груписала око вредности просечног приноса (Граф. 28). Међу проучаваним генотиповима, највећи принос је остварио хибрид G3 (Тибор), док је најмањи принос имао хибрид G1 (Сара). Принос кристалног шећера хибрида G4 (Оригинал), G5 (Тајфун) и G8 (Бегонија) био је изнад

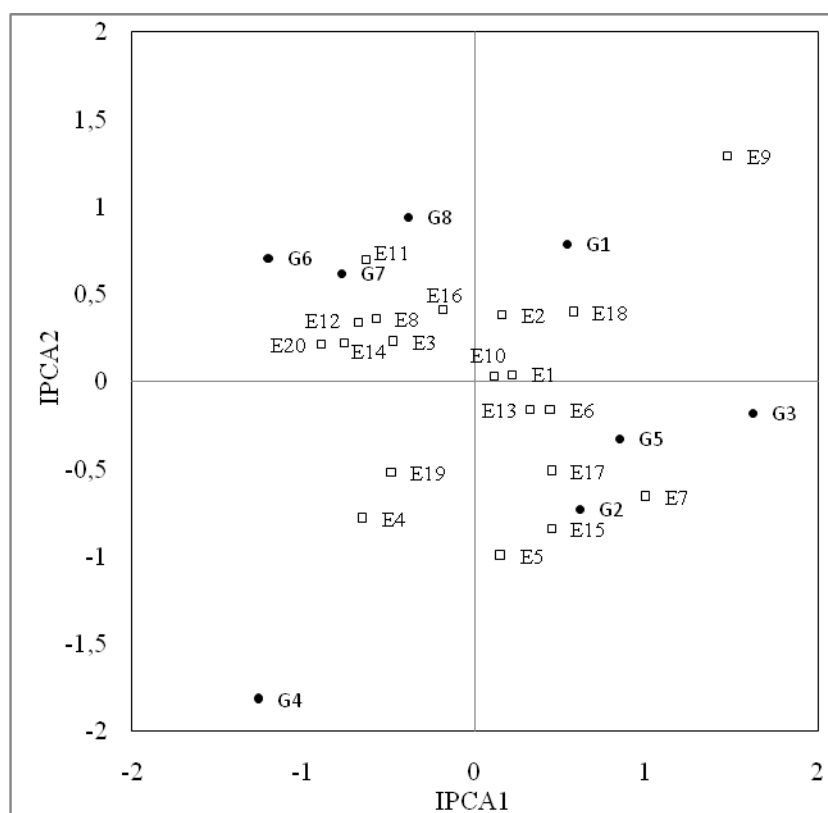
просека огледа за 2014. годину. Поред приноса шећера, хибриди су разликовали и на основу вредности прве интеракцијске осе. По највећим вредностима IPСА 1 осе издвајају се G3 (Тибор), G4 (Оригинал) и G6 (Алфонса), док су најмање вредности забележене код хибрида G1(Сара) и G2 (Лара). Средина E10 (N50 P100 K100) се издвојила на основу високог приноса и мале вредности IPСА 1 осе. Поред ове средине, високу стабилност су имале и E1 (Контрола), E2 (N100), E5 (N100 P100), E10 (N50 P100 K100) и E13 (N100 P100 K100), док су најмању стабилност су показале средине E9 (N50 P100 K50) и E20 (N150 P150 K150).



Графикон 29. AMMI 1 биplot приноса кристалног шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

У наредној сезони највећи принос је имао хибрид G3 (Тибор). Највећа стабилност међу посматраним генотиповима је забележена код хибрида G5 (Тајфун),

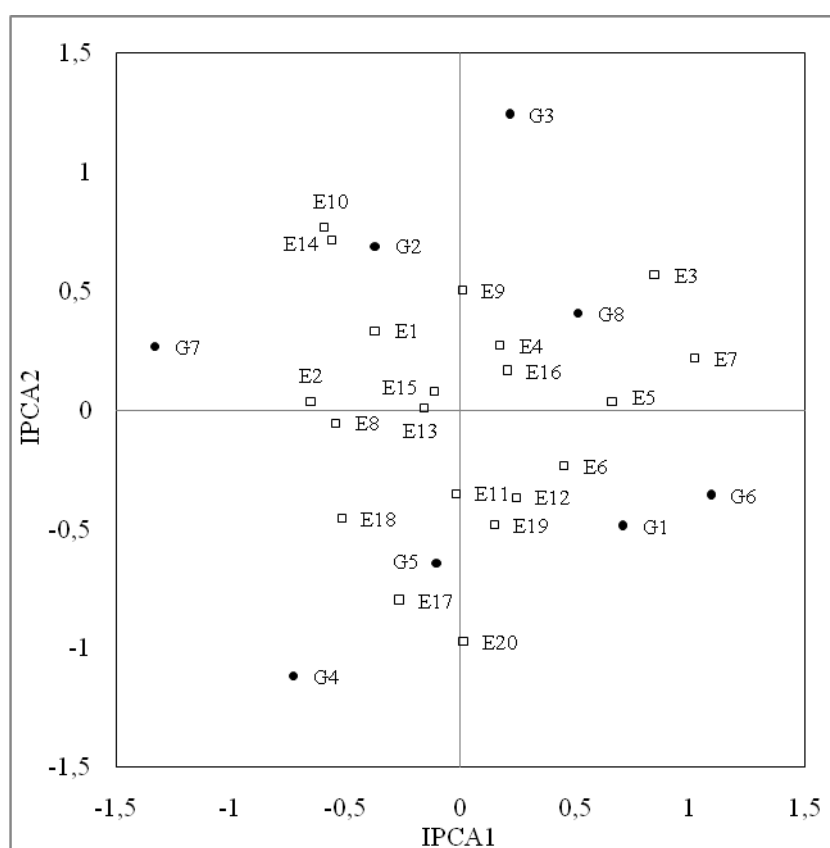
који је имао принос кристалног шећера на нивоу просека огледа. Међу хибридима са најмањим приносом кристалног шећера издвајају се генотипови G1 (Сара) и G2 (Лара), од којих се G2 (Лара) одликовао мањом вредношћу интеракцијског скорa. Најмањи допринос интеракцији забележен је код средина E20 (N150 P150 K150), E11 (N100 P50 K50), E13 (N100 P100 K100), E9 (N50 P100 K50), E19 (N150 P150 K100), E4 (K100), E15 (N100 P150 K150), E12 (N100 P100 K50), E16 (N150 P50 K50) и E17 (N150 P100 K50), док су средине E7 (P100 K100), E5 (N100 P100) и E3 (P100) имале високе вредности интеракцијског скорa (Граф. 29).



Графикон 30. АММИ 2 биplot приноса кристалног шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 срединау 2014. години

На АММИ 2 биplotу (Граф. 30) можемо видети да су најмањи интеракцијски скор односно највећу стабилност показали хибриди G1 (Сара), G2 (Лара) и G7 (Марианка), док су се хибриди G3 (Тибор), G4 (Оригинал) и G6 (Алфонса) показали

као најнестабилнији (односно најудаљенији од центра графикона). Код средина највећу стабилност су показале E1 (контрола), E2 (N100), E6 (N100 K100), E10 (N50 P100 K100), E13 (N100 P100 K100) и E16 (N150 P50 K50) док су се као најнестабилније показале средине E4 (K100), E5(N100 P100), E9 (N50 P100 K50) и E11 (N100 P50 K50). Хибрид G2 (Лара) је имала добру интеракцију са срединама E15 (N100 P150 K150) и E17 (N150 P100 K50), док је хибрид G7 (Марианка) добро реаговала са средином E11 (N100 P50 K50). Средине E3 (P100), E8 (N50 P50 K50), E12 (N100 P100 K50), E14 (N100 P150 K50) и E20 (N150 P150 K150) заузимале су исто подручје на биplotу што нам указује да ове средине пружају исту или сличну реакцију у погледу приноса кристалног шећера.



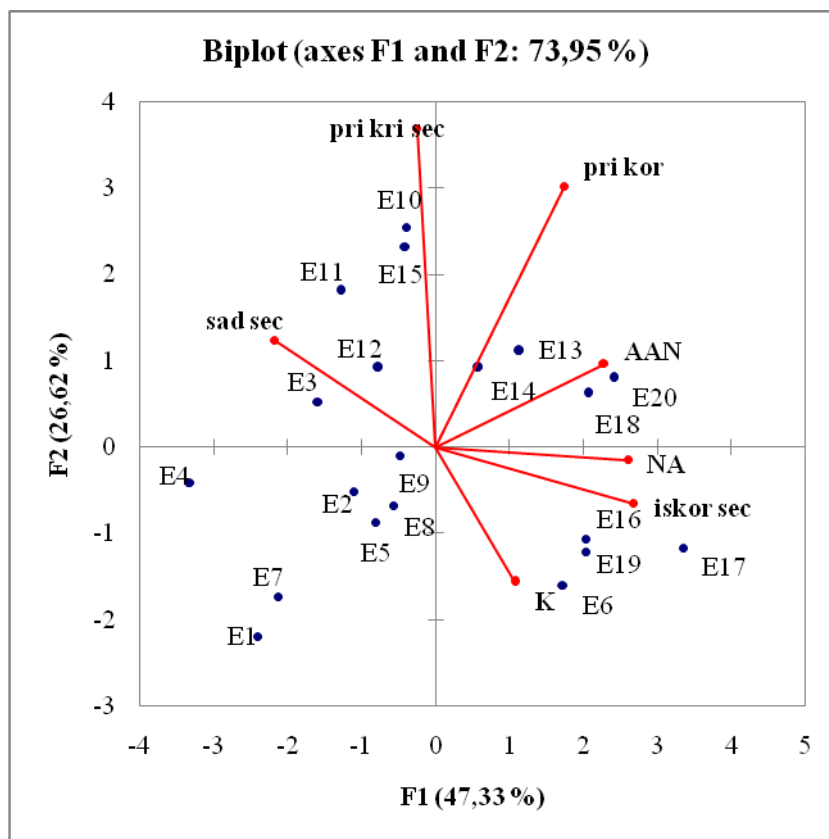
Графикон 31. АММИ 2 биplot приноса кристалног шећера код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2015. години

У наредној години на графикону 31 се уочава да је већина хибрида била подједнако удаљена од центра биплота, односно имали су сличну стабилност. Средине са високом стабилношћу у овој години су биле E13 (N100 P100 K100), E15 (N100 P150 K150), E4 (K100), E16 (N150 P50 K50), E11 (N100 P50 K50). До позитивне реакције је дошло између хибрида G2 (Лара) и средина E10 (N50 P100 K100) и E14 (N100 P150 K50), хибрида G8 (Бегонија) са средином E4 (K100) и хибрида G5 (Тајфун) са срединама E11 (N100 P50 K50), E17 (N150 P100 K50), E18 (N150 P100 K100) и E19 (N150 P150 K100). Хибрид G1 (Сара) имао је позитивну интеракцију са средином E6 (N100 K100). Генотипови G1 (Сара) и G6 (Алфонса) су заузимали сличне позиције на графику што сугерише да имају сличне реакције у погледу приноса кристалног шећера односно да им одговарају сличне средине када је принос кристалног шећера у питању. Сличне услове пружају и средине E3 (P100) и E7 (P100 K100), E2 (N100) и E8 (N50 P50 K50), E6 (N100 K100), E12 (N100 P100 K50) и E19 (N150 P150 K100).

6.8 Међузависност особина шећерне репе у оквиру различитих генотипова и средина

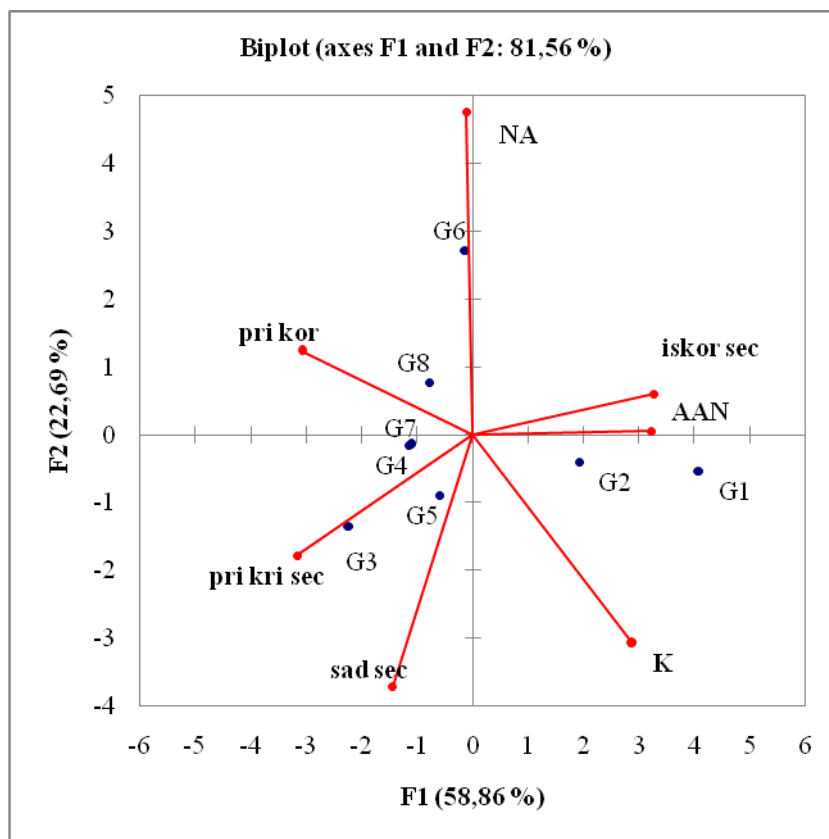
У овом поглављу анализирана је међузависност између проучаваних особина код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина током две године. Веза између проучаваних особина је анализирана помоћу простих корелација и применом мултиваријационе анализе (*environment by trait biplot*- средина × особина биplot и *genotype by trait biplot* - генотип × особина биplot). Мултиваријациони приступ приказује везу између особина у профилу генотипова и средина, у дводимензионом простору (Yan and Kang, 2003). Код ова два типа биплота, корелациони коефицијенти између анализираних особина представљени су косинусом угла између њихових вектора, тако да је $r = \cos 180^\circ = -1$, $\cos 0^\circ = 1$, и $\cos 90^\circ = 0$ (Yan and Rajcan, 2002).

Након израчунавања просечних вредности средина, формирана је табела средина × особина и приказан је одговарајући биplot. Овај тип биплота омогућава проучавање интеракције и везе особина у односу на средине. Такође, ова анализа је значајана и за агрономе јер омогућава да се истовремено утврди које средине су повољне (или неповољне) за експресију већег броја особина (Yan and Tinker, 2006). На средина × особина биplotу (Граф. 32) у 2014. години првом главном компонентом је објашњено 47,33% укупне варијансе, другом 26,62%. Прва оса је била у вези са садржајем штетног Na, алфа аминокиселина N и искоришћењем шећера, док је друга оса дискриминисала принос кристалног шећера. На основу овог биплота, може се уочити да је принос кристалног шећера био у позитивној асоцијацији са приносом корена и садржајем шећера, док је између приноса кристалног шећера и садржаја штетног K утврђена негативна веза што је у сагласности са резултатима Antunovića и сар. (2002). Поред тога, утврђена је позитивна веза између алфа аминокиселина N (садржаја штетног N), садржаја штетног Na и садржаја штетног K што је у складу са резултатима Schneider et al. (2002). Ова три показатеља нечистоће шећерне репе су била у блиској вези са искоришћењем шећера, али и негативној вези са садржајем шећера што потврђује резултате Станчића (1997) и Николића (1997).



Графикон 32. Средина × особина биplot проучаваних особина и 20 средина у 2014. години

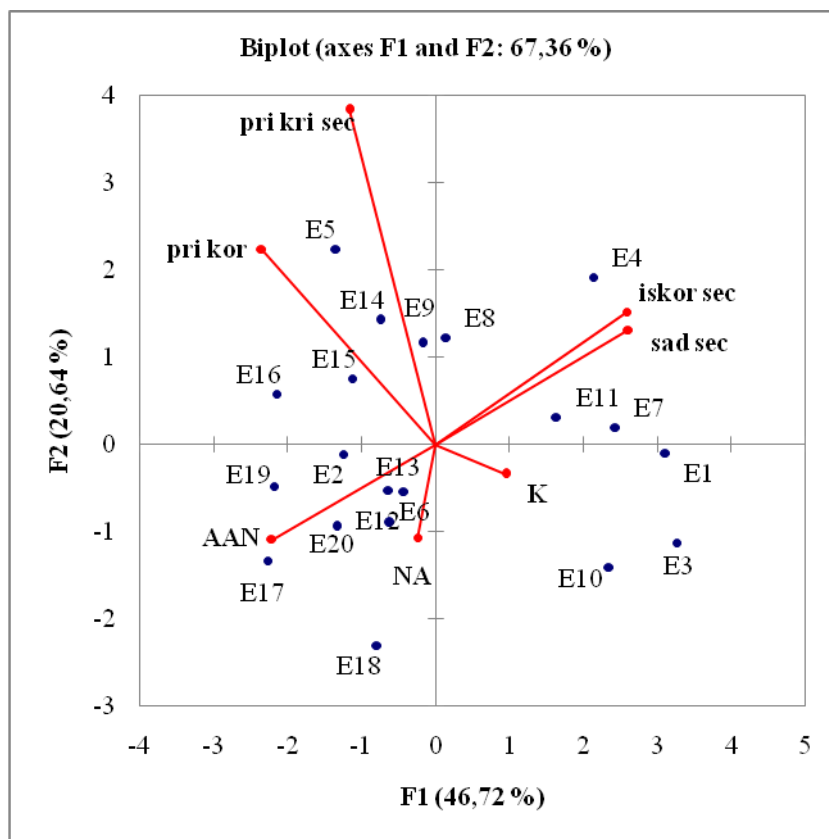
На основу распореда средина и вектора особина, може се увидети да су се средине E10 (N50 P100 K100), E11 (N100 P50 K50) и E15 (N100 P150 K150) одликовале високим приносом кристалног шећера и мањим садржајем штетног K и Na. Са друге стране, средине E18 (N150 P100 K100), E20 (N150 P150 K150), E16 (N100 P150 K150), E19 (N150 P150 K100) и E17 (N150 P100 K50) су се одликовале високим вредностима алфа аминокиселине N, штетног Na и K. За ове средине је било карактеристично да су у својој комбинацији минералних хранива имале највеће дозе азотних ђубрива.



Графикон 33. Генотип × особина биplot проучаваних особина и осам хибрида у 2014. години

Поред средина × особина биplotа приказан је и генотип × особина биplot за 2014. годину (Граф. 33). Дати биplot је формиран након израчунавања средње вредности генотипова по срединама. Овај тип биplotа омогућава додатну анализу везе између особина, као и визуелизацију односа генотипова и особина. На датом биplotу, првом главном компонентом објашњено је 58,86% укупне варијансе, док је другом објашњено 22,69%. Првом компонентом дискриминисани су пре свега алфа аминокиселина N (садржај штетног N) и искоришћење шећера. Друга главна компонента раздваја садржај шећера и садржај штетног Na од других особина. Принос кристалног шећера је био пре свега у блиској асоцијацији са садржајем шећера и приносом корена. Приближно прав угао између садржаја шећера и приноса корена указује на слабу повезаност ових особина.

На биplotу (Граф. 33) се може уочити да је хибрид G6 (Алфонса) имао високе вредности штетног Na, а низак садржај шећера и штетног K. Генотипови G2 (Лара) и G1 (Сара)су се одлуковали мањим приносом корена и кристалног шећера, високим садржајем штетног N и добрим искоришћењем шећера. Генотипови G3 (Тибор) и G5 (Тајфун) имали су висок садржај и принос шећера и нижи садржај штетног Na.

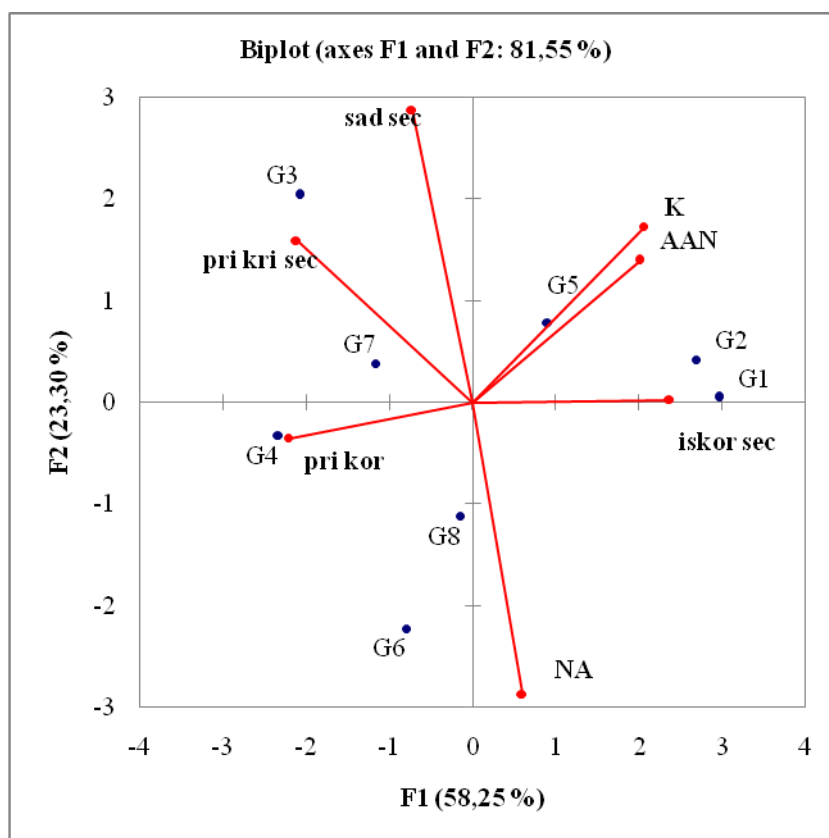


Графикон 34. Средина × особина биplot проучаваних особина и 20 средина у 2015. години

У наредној сезони (2015) прва компонета је објаснила 46,72%, а друга 20,64% укупне варијације (Граф. 34). Прва компонета је највише дискриминисала садржај штетног K док је друга била у вези са садржајем штетног Na и приноса кристалног шећера. За разлику од претходне сезоне, садржај шећера је био у блиској вези са искоришћењем шећера што потврђује резултате *Vahidi et al.* (2013). Поред тога

утврђена је блиска веза између приноса корена и приноса кристалног шећера. Садржај и искоришћење шећера су били у негативној асоцијацији са садржајем штетног Na и алфа аминокиселина N што је у сагласности са резултатима *Радивојевића и сар.* (2010).

Према биplotу, може се уочити да се средина Е4 (К100) одликовала високим искоришћењем и садржајем шећера, док је у овој средини утврђен низак садржај штетног Na и алфа аминокиселина N. Сличне вредности су забележене у срединама попут Е11 (N100 P50 K50) и Е7 (P100 K100). Високе вредности алфа аминокиселина N у сезони 2015, као и у претходној години су забележене у срединама са високим нивоом азотних хранива (Е17, Е18, Е19, Е20) и срединама Е2 (N100), Е6 (N100 K100), Е12 (N100 P100 K50) и Е13 (N100 P100 K100). Висок принос корена и кристалног шећера је забележен пре свега у средини Е5 (N100 P100), али и срединама Е14 (N100 P150 K50) и Е15 (N100 P150 K150).



Графикон 35. Генотип × особина биplot проучаваних особина и осам хибрида у 2015. години

У 2015. години прва компонента је објаснила 58,25%, а друга компонента 23,30% укупне варијације (Граф. 35). Према овом биplotу се уочава да су садржај штетног К и алфа аминокиселине N у блиској вези. Принос кристалног шећера је био у позитивној вези са приносом корена и садржајем шећера, док између садржаја шећера и приноса корена уочена негативна веза на шта указује туп угао између ових особина. Сличан угао од готово 180° између садржаја Na и садржаја шећера, указује на високу негативну асоцијацију између ове две особине.

Хибриди G2 (Лара) и G1 (Сара) су се карактерисали високим искоришћењем шећера, садржајем штетног К и алфа аминокиселине N, а нижим приносом корена и кристалног шећера. Као и претходној сезони, хибрид G6 (Алфонса) је имао висок садржај штетног Na и низак садржај шећера. Према биplotу (Граф. 35) хибрид G3 (Тибор) се одликовао високим садржајем и приносом шећера, а ниским садржајем штетног Na. Хибрид G4 (Оригинал) је имао висок принос корена, али низак ниво искоришћења шећера.

Табела 25. Корелација између приноса корена (ПК), садржаја шећера (СШ), штетног калијума (К), штетног натријума (Na), штетног азота (AAN), искоришћења шећера (ИШ) и приноса кристалног шећера (ПКШ) код осам хибрида шећерне репе гајених у 20 средина у 2014. и 2015. години

Година	Особина	ПК	СШ	К	Na	N	ИШ
2014	СШ	-0,074	-	-	-	-	-
	К	-0,180*	-0,034	-	-	-	-
	Na	0,274**	-0,514**	0,045	-	-	-
	AAN	0,324**	-0,406**	0,112	0,313**	-	-
	ИШ	0,136	-0,436**	0,692**	0,704**	0,529**	-
	ПКШ	0,724**	0,597**	-0,262**	-0,193**	-0,069	-0,299**
2015	СШ	-0,177*	-	-	-	-	-
	К	-0,279**	0,080	-	-	-	-
	Na	-0,062	-0,223**	-0,10	-	-	-
	AAN	0,185*	-0,260**	0,134	-0,138	-	-
	ИШ	-0,140	0,985**	-0,046	-0,304**	-0,323**	-
	ПКШ	0,823**	0,392**	-0,264**	-0,249**	-0,015	0,435**

*значајно на нивоу $p < 0,05$

**значајно на нивоу $p < 0,01$

Резултати табеле корелација (Таб.25) указују да је у обе сезоне принос кристалног шећера био у значајној позитивној вези са садржајем шећера и приносом

коренашто је у сагласности са резултатима *Ahmad et al.* (2012). Принос кристалног шећера је био у значајној негативној вези са садржајем штетног Na и K, док је веза између приноса кристалног шећера и алфа аминокиселине N била негативна, али без статистичке значајности. Такође, у табели 25 се уочава негативна асоцијација између приноса корена и садржаја штетног K, што указује да су високо приносни хибриди истовремено имали и мале вредности овог показатеља нечистоће корена шећерне репе. Поред тога, уочава да се између сезона мењала веза између појединих особина. У 2014. години веза између искоришћења и садржаја шећера је била значајно негативна, док је у наредној сезони утврђена позитивна асоцијација између ове две особине. Поред тога, искоришћење шећера је у 2014. години било у позитивној вези са садржајем штетног Na, док је наредне сезоне ове веза била негативна. И принос кристалног шећера је у првој години био у негативној вези са искоришћењем шећера, а у 2015. години утврђена је позитивна веза између ове две особине што се подудара са резултатима *Ahmad et al.* (2012).

Главни циљ у производњи шећерне репе представља стварање и производња хибрида шећерне репе које се одликују високим приносом кристалног шећера. У обе сезоне се уочава да је принос кристалног шећера био у блиској вези са садржајем шећера и приносом корена. Ове асоцијације недвосмислено указују на значај ових особина у формирању приноса кристалног шећера код шећерне репе. Сличне корелације у својим истраживањима наводе *Станчић* (1997), *Николић* (1997) и *Ahmad et al.* (2012) који указују да поред пораста приноса шећера, основни начин за повећање кристалног шећера представља гајење хибрида са високим садржајем шећера. Ипак већина аутора у својим истраживањима указује на негативну везу приноса корена и садржаја шећера (*Bosemark*, 1993; *Schneider et al.*, 2002; *Ђурчић*, 2014) И други аутори (*Wyse*, 1979; *McGrath*, 2005) су истичу блиску пре свега негативну везу између приноса кристалног шећера и ове две особине.

Такође на основу биплота (Граф. 35) се може уочити да је између искоришћења шећера и приноса кристалног шећера благо негативна веза. Ови подаци указује да је тешко створити хибриде које ће се карактерисати високим вредностима за ове две особине, што вероватно представља резултат постојања компензаторних механизма биљака.

Средине E18 (N150 P100 K100), E19 (N150 P150 K100), E17 (N150 P100 K50), E20 (N150 P150 K150) са високим нивоом минералних хранива (пре свега N), су се одликовале високим алфа аминокиселином N. Управо висок ниво азотних ђубрива представља један од главних узрочника лошег технолошког квалитета шећерне репе (*Радивојевић*, 1981; *Marlander*, 1990; *Станчић*, 1997; *Pospišil*, 2004). *Николић* (1996) наводи да повећана примена азотних ђубрива узрокује пораст приноса корена и лисне масе, али је сумарни ефекат на технолошка својства и принос шећера негативан. Сличне закључке у својим радовима истичу *Маринковић и сар.* (2001, 2004), *Nasr et al.* (2011) и *Barlog et al.* (2013).

Разлике у асоцијацији између особина код мултиваријационе анализе и простих корелација престављају пре свега резултат различитог начина посматрања односа између особина. Код анализе простих корелација, посматра се веза између две особине, при чему се занемарију утицај других особина. Са друге стране, код мултиваријационе анализе, посматра се повезаност између особина у мултиваријационом простору где је приказано истовремено деловање свих анализираних особина (*Yan and Rajcan, 2002*).

7. ЗАКЉУЧАК

1. Генотип, средина и њихова међусобна интеракција имали су значајан ефекат на варирање приноса корена шећерне репе. Утицај генотипа на производњу шећерне репе је био већи у неповољној години, док је утицај средине био израженији у години коју су обележили бољи услови средине за производњу ове културе. Према резултатима из обе године генотипови (хибриди) G7 (Марианка), G4 (Оригинал), G3 (Тибор) и G6 (Алфонса) се истичу као високоприносни, а G2 (Лара) и G5 (Тајфун) као најстабилнији.
2. Просечан принос корена у сушној 2015. години је био значајно нижи у односу на 2014. годину, што указује на негативан ефекат високих температура и дефицита падавина на продуктивност биљака шећерне репе. Третмани са високим дозама N и P и умереним и ниским дозама K су имали високе и стабилне приносе корена шећерне репе и препоручују се за све генотипове у условима повољног водног режима као што је била сезона 2014. У наредној сезони која се одликовала неповољним условима за производњу ове културе, третман E14, са умереним нивоом N и високим нивоом P ђубрива, остварио је висок просечан и стабилан принос.
3. Утицај генотипа, средине и њихова интеракција је такође имао значајан утицај на варирање садржаја шећера у корену. У повољним сезонама попут 2014. године правилна примена минералних ђубрива има значајнији утицај на садржај шећера, док у мање повољним сезонама попут 2015. године или локалитетима са сличним условима, произвођачи треба више пажње да посвете правилном одабиру генотипова (хибрида). У неповољнијој сезони у просеку дошло је до пораста садржаја шећера.
4. У обе године у срединама без N или са мањим дозама овог елемента су забележене највеће просечне вредности садржаја шећера. Као хибрид са највећим садржајем шећера у обе сезоне издвојио се хибрид G5 (Тајфун), али се његова стабилност у погледу ове особине разликовала у сезонама.

5. Варијација у садржају штетног К у корену у 2014. години била је пре свега резултат утицаја средине, док је у наредној сезони варирање у садржају овог елемента највећим делом било резултат утицаја генотипа. Према *АММИ I* биplotу, хибрид G6 (Алфонса) се издвојио у односу на остале генотипове на основу стабилних и ниских вредности садржаја штетног К у обе сезоне. Према *АММИ I* биplotу, средине E5 (N100 P100), E11 (N100 P50 K50) и E12 (N10 P100 K50) су у обе сезоне имале најмањи интеракцијски скор и највећу стабилност у погледу ове особине.
6. У обе сезоне највећи део варијабилности у садржају штетног Na у корену је настао под утицајем минералне исхране, што указује да се правилном применом минералних хранива може смањити садржај овог елемента и побољшати квалитет корена шећерне репе. Резултати огледа указују да је у обе године низак садржај штетног Na забележен у срединама без или са мањим дозама минералних хранива, док је највећи просечни садржај штетног Na имао хибрид G6 (Алфонса).
7. Примена минералних ђубрива представља основни фактор који утиче на вредности алфа аминокиселина N, с обзиром да је утицај средина био већи од осталих извора варијације. Резултати овог двогодишњег истраживања јасно указују да су се средине са већим дозама минералних ђубрива, а пре свега азотних хранива одликовале већим садржајем штетног N у корену. Такође, у другој сезони која се одликовала сушним условима дошло је до пораста садржаја овог показатеља у корену.
8. Наведени резултати истраживања указују да у сезонама које су повољне за производњу шећерне репе примена минералних хранива представља главни фактор који утиче на искоришћење шећера. Међутим, у неповољним сезонама попут 2015. године поред примене одговарајућих агротехничких мера, правилан одабир хибрида има кључну улогу у технолошком квалитету шећерне репе јер омогућује максимално искоришћење шећера из корена. Третмани са високим дозама NPK- хранива, E16 (N150 P50 K50), E17 (N150 P100 K50), E18 (N150 P100 K100), E19 (N150 P150 K100) и E20 (N150 P150 K150), имали су негативан

утицај на квалитет ове културе што се одразило и на искоришћење шећера у корену.

9. У обе сезоне код хибрида G5 (Тајфун) забележене су највеће вредности искоришћења шећера, а код хибрида G6 (Алфонса) најмање вредности ове особине. Хибрид G4 (Оригинал) се одликовао високим вредностима прве интеракцијске осе у обе сезоне огледа.
10. Према резултатима истраживања може се закључити да се значај средине (минералних хранива) и генотипа у варирању приноса кристалног шећера мењао у зависности од сезоне гајења. Као и код претходно анализираних особина (принос корена, садржај шећера, штетни К и искоришћење шећера) у повољнијој сезони (2014) утицај средине (минералне исхране) је био највећи, док је у мање повољној сезони (2015) утицај генотипа био доминантнији.
11. У 2014. години средине E10 (N50 P100 K100) и E15 (N100 P150 K150) су се издвојиле на основу високог приноса кристалног шећера и мале вредности ИРСА 1, док су у наредној сезони као високо приносне средине са малим вредностима прве интеракцијске осе издвојиле E15 (N100 P150 K150) и E9 (N50 P100 K50). Највећи просечан принос кристалног шећера у обе сезоне је забележен код хибрида G3 (Тибор), али се стабилност приноса кристалног шећера код овог хибрида разликовала између сезона гајења.
12. Према биплоту средина \times особина, принос кристалног шећера био у позитивној асоцијацији са приносом корена и садржајем шећера у обе сезоне гајења. У првој сезони садржај шећера је био у негативној вези са искоришћењем шећера, док је у наредној сезони утврђена блиска веза између ових особина. У првој сезони средине са високим дозама минералних хранива су се одликовале високим садржајем штетног Na и K, док су наредне сезоне ове средине имале и високе вредности алфа аминокиселина N.
13. Према генотип \times особина биплоту, генотип G3 (Тибор) је имао висок садржај и принос шећера и нижи садржај штетног Na у 2014. и 2015. години.

14. На основу анализе корелација може се уочити да се веза између проучаваних особина мењала током сезона испитивања. У 2014. години веза између искоришћења и садржаја шећера је била значајно негативна, док је у наредној сезони утврђена позитивна асоцијација између ове две особине. Слична ситуација је била са приносом кристалног шећера који је у првој години био у негативној вези са искоришћењем шећера, а у 2015. години утврђена је позитивна веза ових особина.
15. Резултати истраживања указују на значај анализе интеракције генотипа и средине односно минералне исхране у остваривању високих и стабилних приноса корена који се одликују добрим технолошким особинама. Примена мултиваријационих метода попут *АММ* модела или *РСА* омогућава додатну анализу интеракције генотипа и средине што је битно за даље унапређење селекције и правилне препоруке хибрида шећерне репекако би се унапредила производња ове културе у агроеколошким условима Панонске низије.

8. ЛИТЕРАТУРА

- Abdel-Motagally FMF, Attia KK (2009): Response of sugar beet plants to nitrogen and potassium fertilization in sandy calcareous soil. *Int. J. Agric Biol.*, 11(6): 695-700.
- Abdollahian Noghabi M, Radaei-al-amoli Z, Akbari GA, Sadat Nuri SA (2011): Effect of Sever Water Stress on Morphological, Quantitative and Qualitative Characteristics of 20 Sugar Beet Genotypes. *Iran. J. Crop. Sci.* 42(3): 453-464.
- Abdou MA, Awad NMM, Selim EHH (2008): Effect of Ploughing and Phosphorus Fertilizer Level on Sugar Beet Productivity and Quality. *J.Agric.&Env.Sci.Alex.Univ.,Egypt*, Vol.7 (2), pp 1-14.
- Ahmad S, Zubair M, Iqbal N, Cheema NM, Mahmood K (2012): Evaluation of sugar beet hybrid varieties under Thal-Kumbi soil series of Pakistan. *Int. J. Agric. Biol*, 14, 605-608.
- AkbarpourO, DehghaniH, SorkhiB, Gauch Jr HG (2014): Evaluation of genotype x environment interaction in Barley (*Hordeum Vulgare* L.) based on AMMI model using developed SAS program. *J. Agr. Sci. Tech.*, 16(4): 909-920.
- Al JbawiE, Al RaeiAF, Al AliA, Al Zubi H (2016): Genotype–environment interaction study in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Int. J. Environ.*, 5(3): 74-86.
- Allard RW, Bradshaw AD (1964): Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. *Crop sci*, 4(5), 503-508.
- Allison MF, Jaggard KW, Armstrong MJ (1994): Time of application and chemical form of potassium, phosphorus, magnesium and sodium fertilizers and effects on the growth, yield and quality
- Andrieu B, Allirand, JM, Jaggard, K (1997): Ground cover and leaf area index of maize and sugar beet crops. *Agronomie*, 17(6-7), 315-321.

- Antunović M, Kovacević V, Banaj D (2002): Influences of liming on field crops yields on pseudogley soils. In: Proceedings of the Union of Scientists- Rouse "Energy Efficiency and Agricultural Engineering, 96-99, Vol. 1 (editor Mihailov N.) Rouse, Bulgaria.
- Asadi M (2006): Beet-sugar handbook. John Wiley & Sons.
- Ashraf M (2010): Inducing Drought Tolerance in Plants: Recent Advances. *Biotechnology Advantages* 28:169–183.
- Awad NMM, Gharib HS, Moustafa SM (2013): Response of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) to Potassium and Sulphur Supply in Clayed Soil at North Delta, Egypt. *Egypt. J. Agron.* Vol. 35, No. 1, pp. 77-91.
- Babić V, Babić M, Ivanović M, Kraljević-Balalić M, Dimitrijević M (2010): Understanding and utilization of genotype-by-environment interaction in maize breeding. *Genetika*, 42(1), 79-90.
- Barlog P, Grzebisz W, Peplinski K, Szczepaniak W (2013): Sugar beet response to balanced nitrogen fertilization with phosphorus and potassium Part I. Dynamics of beet yield development. *Bulgarian J. Agricult. Sci.*, 19, 2013 (6) s. 1311–1318
- Barracough PB, Howarth JR, Jones J, Lopez-Bellido R, Parmar S, Shepherd CE, and Hawkesford MJ (2010): Nitrogen efficiency of wheat: genotypic and environmental variation and prospects for improvement. *Eur. J. Agron.* 33, 1–11.
- Bateson W, Saunders ER, Punnett RC (1906): Further experiments on inheritance in sweet peas and stocks: preliminary account. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, 77(517), 236-238.
- Biancardi E, Panella LW, Lewellen RT (2012): *Beta maritima*: the origin of beets. Springer, New York, p 293.
- Bloch B, Hoffmann CM, Maerlaender B (2006): Solute accumulation as a cause for quality losses in sugar beet submitted to continuous and temporary drought stress. *J. Agron. Crop Sci.* 192: 17-24.

- Bojović R (2014): Morfološke i proizvodne osobine genotipova šećerne repe u uslovima intenzivne ishrane biljaka, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Bojović R, Glamočlija Đ, Popović V, Popović B, Filipović V, Kuzevski J (2014): Sugar beet yield parameters on carbonate chernozem soil type. *Poljoprivreda i Šumarstvo*, 60(3), 41.
- Bordonos MG (1941): Unilocular monogerm types of sugar beets. *Proc. Lenin All Union Acad. Agric. Sci.* No. 11: pp. 3-4. (In Russian)
- Borojević S (1992): Principi i metode oplemenjivanja bilja. Naučna knjiga, Beograd.
- Bosemark, NO (1993): Genetics and breeding. In: Cooke DA, Scott RK (eds) *The Sugar Beet Crop: Science into Practice*. Chapman and Hall, London, pp. 67–119.
- Čačić N, Kovačev L, Mezei S, Sklenar P (1997): Uticaj interakcije genotip i spoljna sredina na proizvodna svojstva šećerne repe. *Selekcija i semenarstvo Vol.IV*, Broj 1-2 (1997) str.127-134, Novi Sad.
- Cakmak I (2005): The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 168: 521-530.
- Campbell LG, Kern JJ (1982): Cultivar x Environment Interactions in Sugar Beet Yield Trials. *Crop Science*, Vol.22 (5),932-935.
- Campbell LG, Cole DF (1986): Relationships between taproot and crown characteristics and yield and quality traits in sugarbeets. *Agron. J.* 78: 971-973.
- Campbell LG (2002): Sugar beet quality improvement. *Journal of crop production*, 5(1-2), 395-413.
- Cariolle M, R Duval (2006): Nutrition—nitrogen. In *Sugar beet*, ed. A.P. Draycott, 169–184. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Carruthers A, Oldfield JFT (1961): Methods for the assessment of beet quality. *International Sugar J.* 63:72-74, 103-105, 137-139.

- Carruthers A, Oldfield JFT (1962): Methods for the assessment of beet quality. The technological value of sugarbeet. In "Proceedings of the XIth Session of the Commission Internationale Technique de Sucrierie". p. 224-248. Elsevier, Amsterdam, Netherland.
- Cattivelli L, Rizza F, Badeck FW, Mazzucotelli E, Mastrangelo AM, Francia E, Mare C, Tondelli A, Stanca AM (2008): Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Res.* 105:1-14.
- Choluj D, Karwowska R, Jasińska M, Haber G (2004): Growth and dry matter partitioning in sugar beet plants (*Beta vulgaris* L.) under moderate drought. *Plant Soil Environ.* 50, 265-272.
- Chołuj D, Wiśniewska A, Szafranski KM, Cebula J, Gozdowski D, Podlaski S (2014): Assesment of the physiological responses to drought in different sugar beet genotypes in connection with their genetic distance. *J. Plant Physiol.*, 171: 1221-1230.
- Christenson DR, Draycott AP (2006): Nutrition—phosphorus, sulphur, potassium, sodium, calcium, magnesium and micronutrients—liming and nutrient deficiencies. In *Sugar beet*, ed. A.P. Draycott, 185–220. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Clover GRG, Smith HG, Azam-Ali SN, Jaggard KW (1999): The effects of drought on sugar beet growth in isolation and in combination with beet yellows virus infection. *J. Agric. Sci.*, 133(03), 251-261.
- Coe, GE (1987): Selecting sugar beets for low content of nonsucrose solubles. *J Am. Soc. Sugar Beet Technol.* 24: 41-48.
- Comstock RE, Moll RH (1963): Genotype-environment interactions. *Statistical genetics and plant breeding*, 982, 164-196.
- Cooke DA, Scott RK (1993): *The sugar beet crop*. Chapman & Hall, UK.
- Cornelius PL, Van Sanford DA, Seyedsadr MS (1993): Clustering cultivars into groups without rank-change interactions. *Crop Sci.* 33: 1193-1200.

- Crossa J (1990): Statistical analyses of multilocation trials. *Adv. Agron.*, 44: 55-85.
- Ćurčić Ž, Danojević D, Čačić N, Nagl N, Taški-Ajduković K, Kovačev L (2012): Influence of harvest dates on sugar beet quantitative traits. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49(2), 141-145.
- Ćurčić Ž (2014): Genetička divergentnost i kombinacione sposobnosti multigerminih oprašivača šećerne repe. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Daliparthi J, Barker AV, Mondal SS (1994): Potassium fractions with other nutrients in crops: A review focusing on the tropics. *J. Plant Nutr.* 17, 1859-1886.
- Des Marais DL, Hernandez KM, Juenger TE (2013): Genotype-by-environment interaction and plasticity: exploring genomic responses of plants to the abiotic environment. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 44, 5-29.
- Dobrovnaya OV, Tishalenko EN, Sakalo VD, Chungunkova TV, Lyalao II (2009): Use of biotechnical methods for increasing sugar content and tolerance of sugar beet to stress factors of environment collected scientific work of Nikit. *Botan.Gard.* (p. 202-206).
- Draycott AP, Marsh JAP, Tinker PBH (1970): Sodium and potassium relationships in sugar beet. *J. Agric. Sci., Cambridge* 74, 567-573.
- Dragović S (1973): Navodnjavanje šećerne repe u uslovima različitog nivoa ishrane na černozimu. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Draycott AP (1993): Nutrition In „The sugar beet crop“ (D. A. Cooke and R. K. Scott, Eds.), 67-119, Chapman and Hall, London.
- Draycott AP, Christenson DR (2003): Nutrients for Sugar Beet Production: Soil–Plant Relationships. CAB International, Wallingford, 242 pp.
- Drezgić P, Mihalić V, Manojlović S, Vučić N (1980): Problemi zemljišta u intenzivnom korišćenju. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, VI kongres, Novi Sad, str 1-22.

- Dudley JW, Powers L (1960): Population genetic studies on sodium and potassium in sugar beets (*Beta vulgaris* L.). 9 (2): 97-127.
- Dunham R, Clark N (1992): Cropping with stress. Brit. Sugar Beet Rev. 60:10-13.
- Durrant MJ, Draycott AP, Payne PA (1974): Some effects of sodium chloride on germination and seedling growth of sugar beets. Ann. Bot. 38, 1045–1051.
- Dutton JV, Bowler G (1984): Money is still being wasted on nitrogen fertilizer. British Sugar Beet Review, 52(4), 74-77.
- Dutton J, Huijbregts T (2006): Root quality and processing. p. 409-442. In A.P. Draycott (ed.), Sugar Beet, Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK.
- Димитријевић М, Петровић, Софија (2000): Адаптабилност и стабилност генотипа. Зборник извода, III ЈУСЕМ, 68, Златибор, 28. мај - 1. јун 2000.
- Đorđević R (1972): Correlation of some traits of sugar beet (in Serbian Korelacija između nekih svojstava šećerne repe). Zbornik radova, Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad 8: 57-61.
- Đulaković V, Glamočlija N, Filipović V, Ugrenović V (2015): Mineralna ishrana biljaka u funkciji stabilne proizvodnje šećerne repe. Selekcija i semenarstvo, 21(2), 39-49.
- Eberhart ST, Russell WA (1966): Stability parameters for comparing varieties. Crop sci, 6(1), 36-40.
- El-Hawary MA (1999): Influence of nitrogen, potassium and boron fertilizer levels on sugar beet under saline soil condition. Mansoura University, Journal of Agricultural Sciences (Egypt).
- El-Refaey RA, El-Seidy EH, El-Geddawy IH, El-Sayed HM (2012): Phenotypic and genotypic stability for some sugar beet genotypes. Proc. 13th international Conf. Agron., Fac.of Agric., Benha Univ., Egypt, 9-10 September 2012. 317 – 331.
- FAOSTAT (2017) [Online Database]. Rome, Italy. URL: <http://faostat3.fao.org>

- Filipović V, Glamočlija Đ, Jaćimović G (2007): Uticaj vegetacionog prostora na prinos i kvalitet različitih sorata šećerne repe. III Simpozijum sa međunarodnim učešćem „Agroinovacije u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji”, Beograd , 19-20. 10.2007, Zbornik izvoda, str. 136-137.
- Filipović V, Glamočlija Đ, Radivojević S, Jaćimović G (2008): Uticaj gustine useva na prinos i kvalitet različitih sorti šećerne repe. Arhiv za poljoprivredne nauke, Beograd. 69 (4), 33-48.
- Filipović V, Glamočlija Đ, Radivojević G (2009): Uticaj gustine useva i rokova vađenja na prinos i kvalitet različitih sorti šećerne repe. Selekcija i semenarstvo. Novi Sad. Vol. 25, br 1. (str. 45-53)
- Filipović, V. (2009): Uticaj gustine useva na rasteenje, prinos i kvalitet korena različitih sorti šećerne repe. Beograd, Doktorska disertacija.
- Filipović V, Radivojević S, Andrej J, Subić J, Ugrenović V (2011): Non-sugar matter as an indicator of technological value in different sugar beet genotypes. Afr. J. Biotechnol., 10(67), 15179-15183.
- Finlay KW, Wilkinson GN (1963): The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res., 14: 742-754.
- Fischer H E (1989): Origin of the "Weisse Schlesische Rude" (white Silesian beet) and resynthesis of sugar beet. Euphytica 41: 75-80.
- Flores-Olvera H, Smets E, Vrijdaghs A (2008): Floral and inflorescence morphology and ontogeny in *Beta vulgaris*, with special emphasis on ovary position. Ann Bot 102: 643-651.
- Franzen DW (2004): Delineating nitrogen management zones in a sugarbeet rotation using remote-sensing-A review. J. Sugar Beet Res. 41:47-60.
- Gabriel K R (1978): Least squares approximation of matrices by additive and multiplicative models. J. R. Stat. Soc, Series B 40, 186-196.

- Gauch Jr HG (1988). Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics*, 705-715
- Gauch HG (1992): Statistical analysis of regional yield trials. *AMMI analysis of factorial designs*. Elsevier, New York, 278p.
- Gauch HG, Zobel RW (1996): AMMI analysis of yield trials. pp. 85-122. In: Kang, M.S., Gauch, H.G. (eds), *Genotype by environment interaction*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gauch HG (2013): A simple protocol for AMMI analysis of yield trials. *Crop Sci.*, 53(5): 1860-1869.
- Gilbert N (2009): The disappearing nutrient: phosphate-based fertilizers have helped spur agricultural gains in the past century, but the world may soon run out of them. Natasha Gilbert investigates the potential phosphate crisis. *Nature*, 461(7265), 716-719.
- Girek Z, Prodanović S, Živanović T, Zdravković J, Đorđević M, Adžić S (2013): Analysis of G×E interaction by using AMMI model in melon breeding. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 19(1-2): 165-174.
- Glamočlija Đ (1990): Uticaj jačine đubriva i gustine useva na prinos i kvalitet šećerne repe. *Zbornik radova „IV zimski seminar agronoma-ratarara Srbije“*, Vrnjačka Banja.
- Glamočlija Đ (2010): *Posebno ratarstvo, Industrijske biljke i krmno bilje*. Beograd.
- Gollob HF (1968): A statistical model which combines features of factor analytic and analysis of variance techniques. *Psychometrika*, 33(1), 73-115.
- Graf A, Müller HJ (1979): N-Düngung nur so viel wie netwendig, *Zuckerribenbau, informacion*. Österreich.
- Grattan SR, Grieve CM (1993): Mineral nutrient acquisition and response of plants grown in saline environments. In Pessarakli, M. *Handbook of plant stress*. Marcel Dekker, Inc. New York Basel Hong Kong.
- Griffiths AJF, Miller JH, Suzuki DT, Lewontin RC, Gelbart WM (1996): *An Introduction to Genetic Analysis*. New York, NY: WH Freeman and Company.

- Grzebisz W, Diatta J (2012): Constraints and solutions to maintain soil productivity: a case study from central Europe. In Soil Fertility Improvement and Integrated Nutrient Management-A Global Perspective. InTech.
- Grzebisz W, Pepliński K, Szczepaniak W, Barlog P, Cyna K (2012): Impact of nitrogen concentration variability in sugar beet plant organs throughout the growing season on dry matter accumulation patterns. *J. Elementol.*, 17(3).
- Gujaničić T (1996): Uticaj gustine useva i tipa zemljišta na prinos i kvalitet sorti šećerne repe u agroekološkim uslovima južnog Banata. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet. Beograd – Zemun.
- Hashemi G, Farnia A, Rahnamaeian M, Shaban M (2014): Changes in Carbohydrates and Sugar Yield in Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) under different biofertilizers and irrigation closed time, *Int. J. Adv. Biol. Biom. Res.*, 2 (8), 2350-2355.
- Haunold E (1983): Isotopstudie über die Nutzung von Dünger und Bodenstickstoff durch die Zuckerrübe. Proceedings of IIRB congress. pp.136-144.
- Hergert GW (2010): Sugar Beet Fertilization. *Sugar Tech*, 12: 256-266
- Hermans C, Hammond JP, White PJ, Verbruggen N (2006): How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation? *Trends in plant science*, 11(12), 610-617.
- Hirel B, Le Gouis J, Ney B, Gallais A (2007): The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches. *J. Exp. Bot.*, 58, 2369–2387.
- Hoffmann C, Schierolt A, Mahn K (2001): Composition of harmful nitrogen in different sugar beet varieties. Institut für Zuckerrubenforschung, Göttingen. www.ifz-goettingen.de/media.
- Hoffmann CM (2005): Changes in N composition of Sugar Beet Varieties in Response to increasing N supply. *J. Agronomy and Crop Science*, 191: 138-145.

- Hoffmann CM, Märlander B (2005): Composition of harmful nitrogen in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) – amino acids, betaine, nitrate – as affected by genotype and environment. *European Journal of Agronomy*, 22: 255-265
- Hoffmann CM, Huijbregts T, van Swaaij N, Jansen R (2009): Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. *European Journal of Agronomy*, 30(1), 17-26.
- Hoffmann CM (2010): Sucrose accumulation in sugar beet under drought stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196(4), 243-252.
- Hoffmann CM, Kluge-Severin S (2011): Growth analysis of autumn and spring sown sugar beet. *European journal of agronomy*, 34(1), 1-9.
- Hoffmann CM (2014): Adaptive responses of *Beta vulgaris* L. and *Cichorium intybus* L. root and leaf forms to drought stress. *Journal of agronomy and crop science*, 200(2), 108-118.
- Hristov N, Mladenov N, Djuric V, Kondic-Spika A, Marjanovic-Jeromela A, Simic D (2010): Genotype by environment interactions in wheat quality breeding programs in southeast Europe. *Euphytica*, 174(3), 315-324.
- Jaćimović G (2005): Dinamika prinosa i kvalitet korena šećerne repe pri različitim nivoima đubrenja. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Jaćimović G, Marinković B, Crnobarac J (2006): Prinos rafinisanog šećera u zavisnosti od nivoa đubrenja šećerne repe. *Savremena poljoprivreda*, Vol. 54, br. 3-4, str. 285-289.
- Jocić B (1992): Višegodošnja istraživanja delovanja mineralnih đubriva na prinos šećerne repe u stacionarnom ogledu. *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, vol. 20, str 139-151.

- Jaggard KW, Dewar AM, Pidgeon JD (1998): The relative effects of drought stress and virus yellow on the yield of sugar beet in the UK, 1980-1995. *J. Agric. Sci.* 103(2): 337-343.
- Jaramaz DM (2015): Genotipske specifičnosti sorti šećerne repe u uslovima različite gustine useva, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Jeftić S, Milošević R, Šuput M, Mustapić Z, Uzunoski M, Gotlin J, Đorđevski J, Španring J, Miletić N (1986): Posebno ratarstvo 2. Naučna knjiga, Beograd.
- Jocić B (1992): Višegodišnja istraživanja delovanja mineralnih đubriva na prinos šećerne repe u stacionarnom ogledu. Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, vol. 20, str.139-151.
- Kafkafi U (1984): Plant nutrition under saline conditions, *Soil Salinity Under Irrigation-Processes and Management* (eds 1. Shainberg and J. Shalhevet), Springer-Verlag, Berlin, pp. 319-338 (1984).
- Kaloi GM, Mari AH, Zubair M, Panhwar RN, Bughio N, Junejo S, Bhutto MA (2014): Performance of exotic sugar beet varieties under agro-climatic conditions of lower sindh. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 24, 1135-1140.
- Kang MS (1998): Using genotype by environment interaction for crop cultivar development. *Adv Agron* 62: 199-246.
- Karadžić V, Grbić J, Đura J (1990): Rating of the sugar beet quality based on the results gained with automatic sugar-analytic lines, *Food industry*, vol. 1, br. 3-4, str. 59-64.
- Karadžić V, Grbić J, Jevtić R, Milić M, Došenović I, Radojević S (1998): Ocena tehnološkog kvaliteta šećerne repe. *Savremena poljoprivreda*, Novi Sad, vol. 4, 5-6, str. 51-56.
- Kastori R, Sarić M, Petrović M, Krstić B (1979): The specific characteristics of different sugar beet varieties related to potassium in nutrition. *Agrohemijska* 3/4: 97-107.

- Kastori R, Petrović M (1992): Fiziologija šećerne repe. Šećerna repa, Jugošećer Beograd, 191-239.
- Kastori R (1993): Fiziologija biljaka. Feljton, Novi Sad.
- Kastori R, Ilin Ž, Maksimović I, Putnik-Delić M (2013): Kalijum u ishrani biljaka -kalijum i povrće. Poljoprivredni fakultet Novi Sad Univerzitet u Novom Sadu.
- Katerji N, Van Hoorn JW, Hamdy A, Mastrorilli M, Karzel EM (1997): Osmotic adjustment of sugar beets in response to soil salinity and its influence on stomatal conductance, growth and yield. *Agric. Water Manage.*, 34: 57–69.
- Kovačev L (1985): Ispitivanje kombinacionih sposobnosti roditeljskih komponenata i osobine F1 generacije monogermnih triploidnih hibrida šećerne repe. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Kovačev L (1992.): Sorta kao faktor povećanja prinosa šećerne repe. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Zbornik radova, sv. 20, 193.-201.
- Kristek A, Martinčić J (1996): Šećerna repa. Oplemenjivanje bilja. Ur. J. Martinčić i V. Kozumplik, Zagreb.
- Krstanović S (2001): Nasleđivanje kvantitativnih osobina korena šećerne repe. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun.
- Krunić Đ (1987): Uticaj različitih količina azota na veličinu lisne površine, prinos i kvalitet šećerne repe gajene na černozeu i gajnjači. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Kuzevski J, Krstanović S, Šurlan – Momirović G, Živanović T, Jeličić Z (2008): The effect of mineral nutrition on the chemical composition of the sugar beet root. Conventional and molecular breeding of field and vegetable crops. Novi Sad, 24-27, November 2008.

- Ladewig E, Marlander B (1993): Wirtschaftlich optimale Hohe der Stickstoff-Düngung zur Zuckerrube – eine kritische Betrachtung methodischer Ansätze am Beispiel von 39 niedersächsischen Feldversuchen. *Zuckerindustrie* 118, 692—695.
- Lakić Ž, Balalić I, Vojin S (2015): Interpretation of genotype× environment interaction in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Genetika*, 47(2), 509-522.
- Lamb JA, AL Sims, Smith LJ, Rehm GW (2009): Fertilizing sugar beet in Minnesota and North Dakota. University of MN Extension WW-07715.
- Lambers H, Finnegan PM, Laliberté E, Pearse SJ, Ryan MH, Shane MW, Veneklaas EJ (2011): Phosphorus nutrition of proteaceae in severely phosphorus-impooverished soils: are there lessons to be learned for future crops? *Plant Physiology* 156, 1058–1066.
- Last PJ, Draycott AP, Messem AB, Webb DJ (1983): Effects of Nitrogen Fertilizer and Irrigation on Sugar Beet at Broom's Barn. 1973-1978. *Journal of Agriculture Science, Cambridge*, 101:185-205
- Lauer JG (1995): Plant density and nitrogen rate effects on sugar beet yield and quality in early harvest. *Agron. J.* 87, 586-591.
- Lauer JG (1997): Sugar beet performance and interactions with planting date, genotype, and harvest date. *Agronomy journal*, 89(3), 469-475.
- Laufer D, Nielsen O, Wilting P, Koch HJ, Märlander B (2016): Yield and nitrogen use efficiency of fodder and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in contrasting environments of northwestern Europe. *European Journal of Agronomy*, 73, 124-132.
- Lazović D (1984): Uticaj rastućih količina NPK na dinamiku stvaranja prinosa šećerne repe i šećera i iznošenje mineralnih materija prinomom od šećernate i prinomne sorte šećerne repe. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu. Poljoprivredni fakultet.
- Li YG, Zhang L, Mang FM (2011): Response of *Cercospora beticola* in sugar beet at different cultivars and fertilization level. *African Journal of Microbiology Research* 5, 5985-5989.

- Lindemann Y, Guiraud G, Chabouis C, Christmann J, Mariotti A (1983): Cinq annees d'utilisation de l'isotope 15 de l'azote sur betteraves sucrieres en plein champ. Proceedings of the IIRB Congress. pp 99- 115.
- Lipkovich I, Smith EP (2002): Biplot and singular value decomposition macros for Excel. J. Stat. Softw., 7: 1-15.
- Љубомировић Д., Филиповић, В., Јовановић Б. (2006): Утицај различитих количина NPK на особине чернозема у периоду 1970-2004. Године, Савремена пољопривреда, вол. 55, бр.5, стр. 119-124. Нови Сад.
- Mahmood M, Ishfaq M, Iqbal J, Nazir, MS (2007): Agronomic Performance and Juice Quality of Autumn Planted Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) as Affected by Flat, Ditch and Pit Planting Under Different Spatial Arrangements. International J. of Agric. & Biol. 1560–8530/2007/09–1–167–169.
- Malnou C, Jaggard K, Sparkes D (2008): Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. European Journal of Agronomy, 28: 47-56.
- Malosetti M, Ribaut JM, van Eeuwijk FA (2014): The statistical analysis of multienvironment data: modelling genotype-by-environment interaction and its genetic basis. Drought phenotyping in crops: From theory to practice, 4(44): 53.
- Mandel J (1969): The partitioning of interaction in analysis of variance. Journal of Research of the National Bureau of Standards B. Mathematical Sciences, v.73, p.309-328, 1969.
- Marinković B, Crnobarac J (2000): Zavisnost kvaliteta i prinosa šećerne repe od primene NPK hraniva. Acta Periodica Technologica Tehnolo{ki fakultet, vol.31, Novi Sad, str.345-350.
- Marinković B., Crnobarac J, Jaćimović G, Janković S, Milošev D, Polaček M (2001): Značaj organskih i mineralnih đubriva u proizvodnji šećernerepe. Međunarodni simpozijum Hrana u 21. veku – zbornik rezimea, 14-17.novembar 2001, Subotica. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

- Marinković B, Starčević Lj, Crnobarac J, Jaćimović G, Janković S, Latković D (2003): The yield and quality of sugar beet root depending on the quantity and the position of easily approachable N. Practical Solutions for Managing Optimum C and N Content in Agricultural Soils, II International Workshop, Prague, 25th to 27th June 2003., Czech University of Agriculture, Prague, Czech Republic, p 138-143.
- Marinković B, Starčević L, Crnobarac J, Jaćimović G, Rajić M (2004): Sporedni proizvodi u proizvodnji šećerne repe kvalitetna stočna hrana. Glasnik Zaštite Bilja, 27(5), 114-118.
- Marjanović-Jeromela A, Nagl N, Gvozdanić-Varga J, Hristov N, Kondić-Špika A, Vasić, M, Marinković R (2011): Genotype by environment interaction for seed yield per plant in rapeseed using AMMI model. Pesqu. Agropecu. Bras. 46: 174-181.
- Marlander B (1990): Influence of nitrogen supply on yield and quality of sugarbeet. J.Plant Nutr. Soil Sci. 153, 327—332.
- Marschner H (2012): Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd Edn London: Academic Press.
- Martinčić J, Kozumplik V (1996): Oplemenjivanje bilja- teorija i metode, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Agronomski fakultet u Zagrebu.
- Marwa EM (2007): Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on the performance of three sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars, PhD thesis, Faculty of Agriculture, University of Khartoum.
- McGrath M (2005): Sugar Content, Root Weight and Sugar Yield. In: E Biancardi et al. (eds), Genetics and Breeding of Sugar Beet. Science Publishers Inc, Enfield, NH, USA, 119-122.
- Mekdad AAA (2015): Sugar beet productivity as affected by nitrogen fertilizer and foliar spraying with boron. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 4(4), 181-196.

- Mekki BB (2014): Root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in response to foliar application with urea, zinc and manganese in newly reclaimed sandy soil. *AmericanEurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 14: 800–806.
- Mengel K (2006): Potassium. In A.V. Barker, D.J. Pilbeam (eds). *Hand book of Plant Nutrition*. CRC, Taylor and Francis Group, Boca Raton, New York, USA. p, 91-120.
- Miller AJ, Cramer MD (2004): Root nitrogen acquisition and assimilation. *Plant Soil* 27: 1–36.
- Милошевић Р, Стефановић Д (1984): Утицај азота на принос и квалитет шећерне репе. *Савремена пољопривреда*. Вол. 32, бр. 7-8, стр. 305-316.
- Милошевић Р (1987): Азот као фактор повећања приноса и квалитета шећерне репе. *Саветовање о производњи шећерне репе*. Зборник XXXIX, Нови Сад, стр. 39-55.
- Milovanović M (1984): Reagovanje šećerne repe na ishranu azotom i vreme vađenja korena. *Magistarska teza*. Poljoprivredni fakultet. Beograd – Zemun.
- Mladenov N, Hristov N, Kondic-Spika A, Đuric V, Jevtić R, Mladenov V (2011): Breeding progress in grain yield of winter wheat cultivars grown at different nitrogen levels in semiarid conditions. *Breeding Science*, 61(3), 260-268.
- Moore A, Stark J, Brown B, Hopkins B (2009): Sugar Beets. *Southern Idaho Fertilizer Guide*, Sugar beets. *Current Inf. Ser.* 1174. Univ. of Idaho Agric. Exp. Stn., Moscow.
- Moradi F, Safari H, Jalilian A (2012): Study of genotype × environment interaction for sugar beet monogerm cultivars using AMMI method. *Journal of Sugar Beet*, 28(1), 29-35.
- Mubarak MU, Zahir M, Ahmad S, Wakeel A (2016): Sugar beet yield and industrial sugar contents improved by potassium fertilization under scarce and adequate moisture conditions. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(11), 2620-2626.
- Munćan P, Živković D (2006): Menadžment ratarske proizvodnje. *Poljoprivredni fakultet Beograd- Zemun*, str. 156-163.

- Nasr MI, Geweifel HGM, El-Sarag EI (2011): Effect of organic and mineral fertilization on productivity of sugar beets in sandy soils of Egypt. Proceedings of the 4th IAPSIT International Sugar Conference and Expo, November 21-25, 2011, New Delhi, India, pp: 115-119.
- Nikolić I (1996): Dinamika formiranja prinosa i kvaliteta šećerne repepri različitim nivoima đubrenja sa azotom. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Nikolić Ž (1997): Uticaj genotipa majke i multigeramnog tetraploida na produktivnost triploidnih hibrida šećerne repe. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Nikolova M (1998): The soil potassium resources and the efficiency of potassium fertilizers in Bulgaria. Nikola Poushkarow Inst. of Soil Science and Agroecology, Sofia, Bulgaria. IPI, Country Report, 12, 39 pp.
- Ober ES, Le Bloa M, Clark CJ, Royal A, Jaggard KW, Pidgeon JD (2005): Evaluation of physiological traits as indirect selection criteria for drought tolerance in sugar beet. *Field Crops Research*, 91(2), 231-249.
- Okanenko AS, Bershtein BI, Manuil'Skii, VD, II'Yashuk EM (1972): Disturbance of gas exchange in sugar beet leaves under conditions of potassium, phosphorus, and nitrogen deficits. *Soviet Plant Physiol.* 19, 963-9.
- Oldfield JFT (1974): Quality requirements for economic processing in the factory. Proceedings of the 37th Winter Congress of the Internationla Institute for Sugar Beet reaserch, Session II, Report no.2, 2 pp.
- Oltmann W, Burba M, Bolz G (1984): Die Qualität der Zuckerrübe: Bedeutung Blurteilungskriterien und züchterische Massnomen zu ihrer Verbesserung. *Fortschritte der Pflanzen züchtung*, 12,1-159. Paul Parey, Berlin and Hamburg.
- Ouk M, Basnayake J, Tsubo M, Fukai S, Fischer KS, Kang S, Men S, Thun V, Cooper M, (2007): Genotype-by-environment interactions for grain yield associated with water availability at flowering in rainfed lowland rice. *Field Crops Res* 101, 145–154.

- Owen FV (1948): Utilization of male-sterility in breeding superior-yielding sugar beets. Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Tech. pp. 156-161.
- Owen AG, Jones DL (2001): Competition for amino acids between wheat roots and rhizosphere microorganisms and the role of amino acids in plant N acquisition. Soil Biol Biochem 33(4-5):651-657
- Panella L, Kaffka SR, Lewellen RT, McGrath JM, Metzger MS, Strausbaugh CA (2014): Sugarbeet. In: S. Smith, B. Diers, J. Specht, and B. Carver, editors, Yield gains in major U.S. field crops. CSSA Spec. Publ. 33. CSSA, Madison, WI. p. 357-395.
- Paul H, van Eeuwijk FA, Heijbroek W (1993): Multiplicative models for cultivar by location interaction in testing sugar beets for resistance to beet necrotic yellow vein virus. Euphytica, 71(1-2): 63-74.
- Pavlović S, Stanačev S (1979): Uticaj đubrenja černoze različitim količinama azota, fosfora i kalijuma na prinos šećerne repe. Savremena poljoprivreda, Vol.27, br. 9-10, str. 419-432.
- Pejić B, Maksimović L, Milić S, Rajić M (2010): Uticaj navodnjavanja i đubrenja azotom na prinos i produktivnost šećerne repe. Savremena poljoprivreda. Novi Sad. Vol 59, br. 1-2 (str. 45).
- Petkeviciene B (2009): The effects of climate factors on sugar beet early sowing timing. Agron. Res., 7: 436-443.
- Petrović M, Stikić R (1992): Vodni režim šećerne repe. In Šećerna repa, ed. P. Spasić, N. Tošić, P. Dokić, R. Kastori, and R. Sekulić, 225-239. Beograd: Jugošećer. (in Serbian).
- Pidgeon JD, Werker AR, Jaggard KW, Richter GM, Lister DH, Jones PD (2001): Climatic impact on the productivity of sugar beet in Europe, 1961-1995. Field Crops Res., 109: 27-37.

- Pidgeon JD, Ober ES, Qi A, Clark CJ, Royal A, Jaggard KW (2006): Using multi-environment sugar beet variety trials to screen for drought tolerance. *Field crops research*, 95(2), 268-279.
- Pospišil M (2004): Temeljne mjere uzgoja šećerne repe. *Glasnik zaštite bilja*, 27(5), 108-113.
- Pospišil M, Pospišil A, Tot I, Žeravica A, Kristek S (2009.): Izbor hibrida kao čimbenik povećanja prinosa i kvalitete korijena šećerne repe. *Sjemenarstvo*, 26(1-2): 29.-38
- Przystalski M, Osman A, Thiemt EM, Rolland B, Ericson L, Østerga H, Levy L, Wolfe M, Buchse A, Piepho HP, Krajewski P (2008): Comparing the performance of cereal varieties in organic and non-organic cropping systems in different European countries. *Euphytica* 163, 417–433.
- Pytlarz-Kozicka M (2005): The effect of nitrogen fertilization and antifungal plant protection on sugar beet yielding. *Plant, Soil Environ.* 51(5): 232-236.
- Radivojević S (1978): Uticaj različitih količina azotnih hraniva na neke pokazatelje kvaliteta šećerne repe. *Agro-hemija*, No 5-6, 211-219.
- Radivojević S (1981): Uticaj azota na dinamiku akumulacije šećera u repi. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Radivojević SĐ, Došenović IS (2006): Varietal and environmental influence on the yield and the end-use quality of sugar beet. *Acta Periodica Technologica*, (37), 27-35.
- Radivojević SĐ, Marinković BJ, Jaćimović GP, Filipović VM (2010): Genetic potential of approved sugar beet cultivars in the Republic of Serbia. *Food and Feed Research (Serbia)*.
- Rao IM, Terry N (1989): Leaf phosphate status, photosynthesis, and carbon partitioning in sugar beet I. Changes in growth, gas exchange, and Calvin Cycle enzymes. *Plant Physiology*, 90 (3), 814-819.
- Reinefeld E, Emmerich A, Baumgarten G, Winner C und Beiß U (1974): Zur Voraussage des Melassezuckers aus Rübenanalysen. *Zucker* 27: 2–15.

- Reynolds MP, Trethowan R, Crossa J, Vargas M, Sayre KD (2002): Physiological factors associated with genotype by environment interaction in wheat. *Field Crops Research*, 75(2), 139-160.
- Richter GM, Jaggard KW, Mitchell RAC (2001): Modeling radiation interception and radiation use efficiency for sugar beet under variable climatic stress. *Agric. For. Meteorol.* 109(2): 13-25.
- Rodrigues PC, Malosetti M, Gauch HG, van Eeuwijk FA (2014): A weighted AMMI algorithm to study genotype-by-environment interaction and QTL-by-environment interaction. *Crop Sci.*, 54(4): 1555-1570.
- Römer W, Claassen N, Steingrobe B, Märländer B (2004): Reaktion der Zuckerrübe (*Beta Vulgaris* var. *altissima*) auf die Kaliumdüngung – ein 20-jähriger Feldversuch. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167: 726 – 735.
- Rosso F, Candolo G (2001): Evaluation of sugar beet main quality features through the analysis of the diffusion juices produced by a pilot plant. 64. IIRB Congress, Bruges, Belgium, 26-27 Jun 2001. v. 64 pp. 437 – 442.
- Rover A, Buttner G (1999): Einfluß von Trockenstreß auf die technische Qualität von Zuckerrüben. In: Proc. 62nd IIRB Congr. Spain, Sevilla: 97–109
- Sadeghian SY, Mohammadian R, Taleghani DF, Abdollahian-Noghabi M (2004). Relation between sugar beet traits and water use efficiency in water stressed genotypes. *Pak J Biol Sci*, 7, 1236-1241.
- Samonte SOPB, Wilson LT, McClung AM, Medley JC (2005): Targeting cultivars onto rice growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analysis. *Crop Science* 45:2414-2424.
- Sarić M, Petrović M (1976): Uticaj totalne deficijencije određenih jona u hranljivom rastvoru na sadržaj N, P, K i Ca kod nekih biljnih vrsta. *Zbornik za prirodne nauke. Matica srpska* 51, 47-61.
- Sarić M, Jocić B (1993): Biološki potencijal gajenih biljaka u agrofitocenozi u zavisnosti od mineralne ishranc. *Monografija*.

- Savitsky VF (1936): Genetic study of beets. Main conclusions from the research works of the All Union Institute of the Sugar Industry in 1936, pp. 166-17. Kiev.
- Schneider K, Schäfer-Pregl R, Borchardt D, Salamini F (2002): Mapping QTLs for sucrose content, yield and quality in a sugar beet population Wngerprinted by EST-related markers. *Theor Appl Genet* 104:1107–1113.
- Sharpley AN (1993): Assessing phosphorus bioavailability in agricultural soils and runoffs. *Fert. Res.*, 36: 259-272.
- Shrestha N, Geerts S, Raes D, Horemans S, Soentjens S, Maupas F, Clouet Ph (2010): Yield response of sugar beets to water stress under Western European conditions. *Agricultural Water Management*, Vol. 97 (2): 346-350.
- Silveira LCI da, Kist V, de Paula TOM, Barbosa MHP, Peternelli LA, Daros E (2013): AMMI analysis to evaluate the adaptability and phenotypic stability of sugarcane genotypes. *Sci. Agr.*, 70(1): 27-32.
- Sims AL (2004): Nitrogen management in sugar beet grown in spring wheat and corn residue. 2003 Sugarbeet Res. Ext. Rept., Coop. Ext. Serv., North Dakota State Univ. 35:80-91.
- Sklenar P, Kovačev L, Čačić N, Željka S (2000): The Effect of Potassium, Sodium and Alpha-amino Nitrogen on Sugar Utilization in Sugar Beet Hybrids. *Acta Periodica Tehnol. Novi Sad*. 31(A). APTEFF. 31. 2000: 339-344.
- Slafer GA (2003): Genetic basis of yield as viewed from a crop physiologist's perspective. *Ann. Appl. Biol.* 142: 117–128.
- Smith GA, Hecker RJ, Maag GW, Rasmuson DM (1973): Combining ability and gene action estimates in an eight parent diallel cross of sugarbeet. *Crop Science* 13, 312–316.
- Smith GA, Martin SS, Ash KA (1977): Path coefficient analysis of sugarbeet purity components. *Crop Science*, 17(2), 249-253.
- Stanačev S, Milošević R, Stefanović D (1983): Uticaj različitog đubrenja na prinos i kvalitet šećerne u intezivnoj kulturi. *Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, v.13, str. 71-81.

- Stančić I (1997): Genetička analiza kombinacionih sposobnosti roditeljskih genotipova i osobina F1 generacije diploidnih hibrida šećerne repe. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Stevanato P, Trebbi D, Saccomani M (2010): Root traits and yield in sugar beet: Identification of AFLP markers associated with root elongation rate. *Euphytica* 173: 289-298.
- Stratonovitch P, Semenov MA (2015): Heat tolerance around flowering in wheat identified as a key trait for increased yield potential in Europe under climate change. *Journal of experimental botany*, 66, 3599-3609.
- Supit I, van Diepen CA, de Wit AJW, Kabat P, Baruth B, Ludwig F (2010): Recent changes in the climatic yield potential of various crops in Europe. *Agricultural Systems*, 103: 83–694.
- Sylvester-Bradley R, Kindred DR (2009): Analysing nitrogen responses of cereals to prioritize routes to the improvement of nitrogen use efficiency. *Journal of Experimental Botany*, 60(7), 1939-1951.
- Terasawa Jr, F, Vencovsky R, Koehler H (2008): Environment and genotype Environment and genotype-environment interaction in environment interaction in maize breeding in Paraná, Brazil. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.*, 8: 17-22.
- Terrile II, Miralles DJ, González FG (2017): Fruiting efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L): Trait response to different growing conditions and its relation to spike dry weight at anthesis and grain weight at harvest. *Field Crops Research*, 201, 86-96.
- Therrien MC, Carmichael CA, Noll JS, Grant CA (1994): Effect of fertilizer management, genotype, and environmental factors on some malting quality characteristics in barley. *Canad. Journ. of Plant Science*, 74., 545-547.
- Todorčić B, Vukadinović V, Bertić B, Cvijović M, Sekulic P (1982.): Utjecaj ishrane šećerne repe na kvantite i kvalitet. Analiza limitirajućih faktora proizvodnje ratarskih i industrijskih kultura (savjetovanje) Opatija.

- Tzilivakis J, Warner DJ, Green A, Lewis KA (2013): Adapting to climate change: assessing the vulnerability of ecosystem services in Europe in the context of rural development. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20(4), 547-572.
- Vahidi H, Rajabi A, Hadi MRHS, Taleghani DF, Azadi, A (2013): Screening of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes for drought tolerance. *Intl. J. Agri. Crop Sci.*, 6 (16): 1104-1113.
- van Eeuwijk FA, Keizer LCP, Bakker JJ (1995): Linear and bilinear models for the analysis of multi-environment trials: II. An application to data from the Dutch maize variety trials. *Euphytica* 84: 9–22. [39].
- van Eeuwijk FA, Kroonenberg PM (1995): The simultaneous analysis of genotype by environment interaction for a number [of] traits using three-way multiplicative modelling. *Biuletyn Oceny Odmian/Cultivar Testing Bulletin*, 26(27), 83.
- Vancetovic J, Drinic G (1996): Correlations among more important agronomic traits in two maize composites. *Genetika*.
- Wang M, Zheng Q, Shen Q, Guo S (2013): The critical role of potassium in plant stress response. *International journal of molecular sciences*, 14(4), 7370-7390.
- Weber WE, Wricke G (1990): Genotype-environment interaction its implications in plant breeding. In: Kang, M.S. (ed.) *Genotype-by-environment interaction and plant breeding*. Louisiana St. university, Agricultural Center, 1-19.
- Werker AR, Jaggard KW (1998): Dependence of sugar beet yield on light interception and evapotranspiration. *Agricultural and forest Meteorology*, 89(3), 229-240.
- Wiebel J, Orlovius K (1997): Balanced nutrition and crop quality in sugar beet. IFA agro-economics committee conference 23-25 June 1997 VINCI - Centre International de Congrès, Tours, France, pp.8.
- Winner C, Bürcky K (1981): Ogleđi za utvrđivanje uticaja prihranjivanja na kvalitet šećerne repe. *Zucher*, 11. Prevod sa nemačkog objavljen u JPŠC, br. 7, Beograd.

- Winzer T, Lohaus G, Heldt HW (1996): Influence of phloem transport, N-fertilization and ion accumulation on sucrose storage in the taproots of fodder beet and sugar beet. *Journal of Experimental Botany*, 47: 863-870.
- Wyse RE (1979): Root parameters controlling sucrose content and root yield in sugarbeet. *J Am Soc Sugarbeet Technol* 10: 368-385.
- Yan W, Hunt LA (2001): Interpretation of genotype by environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Sci.* 41(1): 19-25.
- Yan W, Rajcan I (2002): Biplot evaluation of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Sci.* 42:11–20.
- Yan W, Kang MS (2003): *GGE Biplot Analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists.* CRC Press, Boca Raton, FL.
- Yan W, Tinker NA (2005): An integrated system of biplot analysis for displaying, interpreting, and exploring genotype-by-environment interactions. *Crop Sci.* 45:1004–1016.
- Yan W, Frégeau-Reid J, Martin R, Pageau D, Mitchell-Fetch J (2015): How many test locations and replications are needed in crop variety trials for a target region? *Euphytica* 202(3): 361-372.
- Zhu, Z (2000): Loss of fertilizer N from the plant–soil system and the strategies and techniques for its reduction in China. *Soil Environ. Sci.* 9, 1–6.
- Zobel, RW, Wright MJ, Gauch HG (1988): Statistical analysis of a yield trial. *Agron. J.* 80: 388-393
- Zocca A (1982): Rezultati dobijeni ispitivanjima sorti šećerne repe. *Prevod, Informator* br. 10

БИОГРАФИЈА

Михајло З. Тирић је рођен је 5. марта 1983. године у Сенти. Основну школу и Гимназију је завршио у Бечеју. Основне студије уписао је школске 2002/2003. године на Пољопривредном факултету Универзитета у Новом Саду, смер ратарство и повртарство. Дипломски рад под називом „Морфолошке особине и принос младог кромпира у зависности од сортимената” одбранио је из предмета Повртарство 2008. године, са оценом 10. Просечна оцена током основних студија износила је 9,63.

Мастер студије је уписао школске 2008/2009. на Пољопривредном факултету у Новом Саду, смер – Генетика, оплемењивање и семенарство и завршио их 2011. године са просечном оценом 9,57. Мастер рад „Комбинационе способности морфолошких особина инбред линија сунцокрета” одбранио је са оценом 10. Докторске студије је уписао је на Пољопривредном факултету у Београду 2011. године и положио све испите са просечном оценом 8,9.

1.9.2008.године запослен је на Институту за ратарство и повртарствоу Новом Саду на пословима истраживача приправника на Одељењу за уљане културе. 20.2.2012. године изабран је у звање истраживач сарадник за област Биотехничке науке. Од 1.3.2014. ради на Одељењу за шећерну репу. Ангажован је на два пројекта министарства за науку „Развој нових сорти и побољшања нових технологија производње уљаних биљних врста за различите намене” (TR-31025) и „Побољшање сорти, хибрида и технологије шећерне репе” (TR-31015).

До сада је као аутор и коаутор објавио 25 научних радова међу којима су и саопштења са домаћих и међународних научних скупова. Говори енглески језик.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а: Михајло Ђирић

Број индекса или пријаве докторске дисертације :

11/3

Изјављујем

Да је докторска дисертација под насловом:

Утицај интеракције генотипа и спољашње средине на принос и квалитет корена шећерне репе

- резултат сопственог истраживачког рада
- да предложена докторска дисертација у целини или у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високо школских установа
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица

Потпис Докторанда

У Београду 10.11.2017.

Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске
верзије докторске дисертације**

Име и презиме аутора: Михајло Ћирић

Број индекса или пријаве докторске дисертације: 11/3

Студијски програм: Пољопривредне науке- Ратарство и повртарство

Наслов докторске дисертације Утицај интеракције генотипа и спољашње средине
на принос и квалитет корена шећерне репе

Ментори др Славен Продановић, редовни професор и др Горан Јаћимовић,
доцент

Потписани/а Михајло Ћирић

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис Докторанда

У Београду 10.11.2017.

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Утицај интеракције генотипа и спољашње средине на принос
иквалитет корена шећерне репе

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитетау Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на крају).

Потпис докторанда

У Београду, 10.11.2017.

1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ко се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.