

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Слађан Ј. Аџић

РЕГУЛАЦИЈА ЕКСПРЕСИЈЕ ГЕНА
ЦВЕТАЊА ПРИМЕНОМ
ВЕРНАЛИЗАЦИЈЕ КОД КУПУСА
(*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

Докторска дисертација

Београд, 2014.

**UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE**

Sladon J. Adžić

**REGULATION OF FLOWERING GENE
EXPRESSION BY VERNALIZATION IN
CABBAGE
(*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)**

PhD dissertation

Belgrade, 2014

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
БЕОГРАД - ЗЕМУН**

Ментор:

Др Славен Продановић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Чланови Комисије:

Др Јасмина Здравковић, научни саветник
Институт за повртарство, Смедеревска Паланка

Др Вера Ракоњац, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

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

Др Мира Милисављевић, научни сарадник
Универзитет у Београду, Институт за молекуларну генетику
и генетичко инжењерство

Датум одбране: _____

ЗАХВАЛНИЦА

Ова докторска дисертација не би угледала светлост дана да није било несебичне помоћи и разумевања мог драгог ментора Др Славена Продановића, редовног професора Београдског Универзитета. Велико искуство и преданост науци, које ово значајно име носи, омогућило ми је да сва истраживања доведем до краја без великих искушења. Зато пре свих дугујем ментору веома велику захвалност.

Посебну захвалност дугујем мојој матичној кући: Институту за повртарство из Смедеревске Паланке.

Велику захвалност дугујем Др Јасмини Здравковић, научном саветнику Института за повртарство из Смедеревске Паланке као руководиоцу пројекта и као коментору у матичној кући.

Захваљујем се члановима комисије за одбрану дисертације са Пољопривредног факултета, редовним професорима: Др Вери Ракоњац и Др Томиславу Живановићу.

Целокупна анализа експресије гена BoFLC2 је урађена у Лабораторији за молекуларну биологију биљака Института за молекуларну генетику и генетичко инжењерство под руководством др Мире Милисављевић, научног сарадника ИМГГИ, којој се захваљујем на несебичној помоћи и залагању.

Имао сам част да у матичној кући имам интелектуалну, моралну и техничку подршку од мојих драгих колега: Др Зденке Гирек, Др Ненада Павловића и Сузане Павловић, дипл. мол. биолога и пољ. техничара Миланке Радивојевић којима такође дугујем велику захвалност.

Посебно се захваљујем родитељима Јовану и Љиљани, брату Златану и деди Чедомиру који ми је и одредио и благословио професионални пут агронома.

Творцу, роду и отаџбини захваљујем на животу и стеченом образовању.

*Докторски рад посвећујем својој породици:
супрузи Весни, ћерки Антонини, синовима Богдану и Теодору...*

Ова докторска дисертација представља део резултата пројекта TR-31059 под називом ''Нови концепт оплемењивања сорти и хибрида поврћа намењених одрживим системима гајења уз примену биотехнолошких метода'', који финансира Министарство просвете и науке Републике Србије. Руководилац пројекта је др Јасмина Здравковић а наосилац пројекта је Институт за повртарство, Смедеревска Паланка.

РЕГУЛАЦИЈА ЕКСПРЕСИЈЕ ГЕНА ЦВЕТАЊА ПРИМЕНОМ ВЕРНАЛИЗАЦИЈЕ КОД КУПУСА (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

РЕЗИМЕ

Двогодишње културе међу којима се убраја и врста *Brassica oleracea* var. *capitata* L., дужим излагањем ниским позитивним температурама, уз оптималне услове у влази, светлости и кисеонику, могу прећи из вегетативног стадијума у репродуктивни и тиме учинити практичнију и економичнију производњу семена. Физиолошка појава која омогућава трансформацију вегетативног меристемског ткива у репродуктивни, у наведеним условима, назива се вернализација. Вернализација, у случају купуса главичара, својим генетичким механизмом не дозвољава формирање једне етапе органогенезе, формирање главице. Она омогућава да биљка директно из розете, која презимљава, изврши морфогенезу репродуктивне фазе – процвета и донесе плод и семе.

Пут цветања вернализацијом снажно је блокиран *FLC* (*Flowering locus C*) локусом (*BoFLC* хомолог за купус главичар). Његова основна улога је да инхибира цветне сигнале из листова ка меристемском ткиву, блокира експресију *FT* (*Flowering Time*) (и других) локуса и тиме не дозволи да биљка процвета у неповољним условима зиме. Током хладног периода експресија *FLC* локуса значајно опада, јер ниска температура активира експресију тзв. епигенетског фактора: *VRN1* (*Vernalization 1*), *VRN2* (*Vernalization 2*), *VIN1* (*Vernalization Insensitive 1*) који деметилише *FLC* локус. Крај процеса вернализације подразумева активацију свих цветних гена, који са појавом одговарајуће температуре, започињу своју манифестацију на биљкама.

Ради испитивања практичне користи од процеса вернализације у производњи семена код купуса главичара креиран је оглед са три родитеља и три њихова F_1 хибрида, на пољима Института за повртарство из Смедеревске Паланке. Одабрани родитељи су: *Scc* (касни-јесењи купус пореклом из центра извођења огледа), *B* (такође касни јесењи купус са простора Семберије) и *N* (рана сорта Номер пореклом из европске Русије где је дан дужи а ниже температуре у односу на наше услове). F_1

хибриди су настали укрштањем у диалелу: *SccxB*, *BxN*, *SccxN*. Оглед, *in vivo* са шест генотипова и укупно 1.440 биљака у четири понављања, извођен је током три температурно различите сезоне: 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013 (редом: просечно хладна, хладна и топла). Експеримент је извођен у три рока сетве: 15. августа, 1. септембра и 15. септембра, а садња је вршена 20. октобра. Оглед се састоји од контролне варијанте и третмана гиберелинском киселином (GA_3). У току трајања огледа извођено је два третмана гиберелинском киселином (GA_3) у концентрацији од 300 ppm-а.

Главни задатак истраживања био је праћење утицаја наведених фактора (генотипа, године, рока сетве и третмана GA_3) на 16 особина: презимљавање биљака (%), вернализацију (%), масу биљке (kg), масу семена по биљци (g), жетвени индекс (%), број љуски по биљци, дужину љуски (cm), број семена по љусци, принос семена (kg/ha), садржај укупних шећера (%), масу хиљаду семена (g), енергију клијања (%), клијавост (%), фертилност полена (%), време цветања и време жетве (у броју дана од сетве и од првог јануара).

Сататистичким методама, пре свега ANOVA-ом, утврђена је значајност свих фактора: године, генотипа, рока сетве и третмана GA_3 на све особине, осим код особине дужине љуски код које рок сетве није статистички значајно утицао на просечну вредност њене дужине у cm. Утврђени су позитивни корелативни односи, анализирани кроз рокове сетве, између процента вернализованих биљака са особинама: приносом семена као и са процентом презимљавања биљака. Позитивна корелациона веза између процента вернализације са клијавошћу и енергијом клијавости констатована је у року сетве сејаном 15. септембра, док у осталим роковима сетве није била статистички значајна. АММИ анализом одређена је адаптибилност генотипова. За особину принос семена и проценат вернализације најстабилнији генотип показао се хибид *BxN*. Код хибрида *SccxB* израчунате су највише вредности релативног хетерозиса (*Hr*) за особине: дужина љуски – 47,31%, број семена по љусци - 36,6%, принос - 189,27%. Код хибрида *SccxN* израчуната је највиша вредност релативног хетерозиса за особину клијавости (%) – 18,31%. Утврђено да је начин наслеђивања времена цветања код F_1 хибрида био

интермедијаран где је један од родитеља био рани генотип N (*ScsxN*, *BxN*), а да је код хибрида настао укрштањем касних генотипова (*ScsxB*) утврђена доминација генотипа *B*. Третман GA_3 је статистички значајно утицао на особине, нарочито код процента презимљавања и вернализације у коме је смањио проценат презимелих биљака у односу на контролу у свим испитиваним сезонама и роковима сетве код свих генотипова. Третман GA_3 је повећао масу биљке и клијавост, статистички значајно у хладној сезони (2011/2012). Третман гиберелином се одразио и на скраћење периода појаве првог цвета у односу на контролу од свих генотипова у свим роковима и сезонама. Анализом експресије *BoFLC* локуса доказана је активност *BoFLC 2* са одговарајућим прајмерима који је дао умножак од 150 *bp*. Праћењем његове експресије током времена за генотипове (*Scs*, *B*, *ScsxB*) пореклом са наших локалитета потврђена је теза о смањењу његове репресије током периода вернализације. Такође је утврђена корелативна веза са нивоом експресије и временом цветања у групи испитиваних генотипова. Утицај GA_3 одразио се и на ниво експресије *BoFLC 2* локуса. У поређењу са контролом ниво експресије *BoFLC 2* локуса био је нижи, што се фенотипски одразило на скраћење периода времена појаве првог цвета код свих генотипова у поређењу са контролом.

Кључне речи: купус, вернализација, време сетве, ниво експресије *BoFLC 2* репресора, време цветања

Научна област: **Биотехничке науке**

Ужа научна област: **Генетика и оплемењивање биљака**

УДК: 635.342:631.527.2(043.3)

REGULATION OF FLOWERING GENE EXPRESSION BY VERNALIZATION IN CABBAGE

(*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

ABSTRACT

Biennial culture and *Brassica oleracea* var. *capitata* L. species among them, when exposed to low positive temperatures and optimal content of moisture, light and oxygen, can pass from the vegetative to the reproductive stage and thus make the seed production more practical and cost effective. The physiological phenomenon of conversion of vegetative meristem to reproduction tissue, in favorable conditions, is vernalization. Genetic mechanism of vernalization does not allow one part of organogenesis: formation of head. This process enables the plant to perform the morphogenesis of reproductive phase directly from the overwintering rosette and to flower, fructify and provide seed.

Flowering process is strongly blocked by *FLC* (*Flowering locus C*) locus (*BoFLC* homolog for head cabbage). Its main role is to inhibit the flowering signals from leaves towards the meristem tissue, block the expression of *FT* (*Flowering Time*) locus (and other loci) and thus does not allow the plants to flower in unfavorable winter conditions. During the cold winter period the expression of *FLC* significantly decreases since low temperature activates the expression of epigenetic factor: *VRN1* (*Vernalization 1*), *VRN2* (*Vernalization 2*), *VIN1* (*Vernalization Insensitive 1*) which demethylates *FLC* locus. The vernalization process ends when all flower genes are activated that together with favorable temperature start to manifest on plants.

In order to research practical uses of vernalization in process of cabbage seed production, a trial with three parents and its three hybrids has been set at the trial field of the Institute for Vegetable Crops, Smederevska Palanka. The selected parents were: *Scs* (late, autumn cabbage originating from The Institute for Vegetable Crops), *B* (also late autumn cabbage from Semberia) and *N* (early variety Nomer originating from European part of Russia, where the day is longer and the temperatures are lower comparing to Serbia). F_1 hybrids were obtained from diallele crossing: *Scs* $\times$ *B*, *B* $\times$ *N*, *Scs* $\times$ *N*. The trial, *in vivo* with six genotypes and totally 1.440 plants in four repetitions was set during three

different temperature seasons: 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013 (in this order: averagely cold, cold and warm). There were three sowing period in this experiment: August 15th, September 1st, September 15th, and the planting was performed of October 20th. During this trial, there were two treatments with gibberellic acid (GA_3) in concentration of 300 ppm.

The main goal of the research was to follow the impact of the factors mentioned above (genotype, year, sowing period and GA_3 treatment) for 16 traits: overwintering of plants (%), vernalization (%), plant mass (kg), seed mass per plant (g), yield index (%), number of siliques per plant, siliques length (cm), number of seeds per siliques, seed yield (kg/ha), total sugar content (%), weight of a thousand seeds (g), germination energy (%), germination (%), pollen fertility (%), time of flowering and time of yield (number of days from sowing to January 1st).

Statistical methods, first of all ANOVA proved significant influence of all factors: year, genotype, sowing dates and treatments with GA_3 for all traits, except for length of silique where the time of sowing did not significantly influence the average value of its length in cm. Positive correlative relations, analysed through all the planting dates, were determined among percent of vernalization and traits: seed yield as well as overwintering. Positive correlation among the percent of vernalization and germination and germination energy (%) was determined in the crops planted on the 15th of September, while in other planting periods it was not statistically significant. Adaptability of genotypes was determined by applying AMMI analysis. For the trait of seed yield and the percentage of vernalization the most stable genotype was a hybrid BxN. Hybrid SccxB had the highest value of relative heterosis (H_r) for traits: length of silique – 47.31%, number of seeds per silique – 36.6%, yield – 189.27%. Hybrid SccxN had the highest value of relative heterosis for germination (%) – 18.31%.

The mode of inheritance of flowering time in F1 hybrids SccxN and BxN was intermediate (additive effect) - the diallel present early genotype N. The mode of inheritance of flowering time in the hybrid created by crossing late genotypes (SccxB) established the dominant mode of inheritance - the dominance of genotype B. The GA_3 treatment had statistically significant influence for the traits, especially on the percentage of overwintering and vernalization in which the percentage of overwintering plants decreased

comparing to the control in all researched season and sowing period for all genotypes. The GA_3 treatment increased the plant mass and germination, statistically significant in cold season (2011/2012). The GA_3 treatment had an impact on shortening the period of appearance of the first flower comparing to the control in all genotypes in all periods and seasons. Analysis of *BoFLC* expression proved the activity of *BoFLC* 2 with the matching primers which gave the product of amplification 150 *bp*. Monitoring of its expression during time for genotypes (*Sc*, *B*, *ScxB*) originating from our localities proved the presumption that the repression decreases during vernalization. Also, the correlative connection with the level of expression and time of flowering in the group of researched genotypes was found. The influence of GA_3 had an impact on the level of expression of *BoFLC* 2. Comparing to the control the level of *BoFLC* 2 expression was lower, which had phenotypic impact on shortening the period of the first flower appearance in all genotypes comparing to control.

Key words: cabbage, vernalization, sowing time, level of *BoFLC* 2 repressor expression, flowering time

Scientific field: **Biotechnical Sciences**

Scientific discipline: **Genetics and plant breeding**

UDC: 635.342:631.527.2(043.3)

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
2. ЗНАЧАЈ, ЦИЉ И ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	4
2.1. Значај истраживања.....	4
2.2. Научни циљ истраживања.....	5
2.3. Основне хипотезе истраживања.....	6
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ.....	8
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА.....	14
4.1. Биљни материјал.....	14
4.2. Поставка пољског огледа.....	16
4.3. Методе евалуације материјала.....	18
4.3.1. Испитиване особине.....	18
4.3.2. Статистички показатељи евалуације материјала.....	23
4.3.3. Анализа интеракције генотипова и спољне средине – АММИ анализа.....	23
4.4. Изолација, квалитативно и квантитативно одређивање <i>RNK</i>	25
4.4.1. Изоловање <i>RNK</i> из биљног ткива.....	25
4.4.2. <i>cDNK</i> синтеза.....	26
4.4.3. Реакција ланчаног умножавања <i>DNK (PCR)</i>	26
4.4.4. <i>Real time RT-PCR</i> метода.....	27
5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА.....	28
5.1. Дескрипција родитељских генотипова и F_1 хибрида у вегетативној фази развоја по <i>UPOV</i> -у.....	28
5.2. Средње вредности, варијабилност и хетерозис испитиваних особина.....	30
5.2.1. Презимљавање.....	30
5.2.2. Вернализација	38
5.2.3. Маса биљке.....	45
5.2.4. Маса семена по биљци.....	51

5.2.5. Жетвени индекс.....	57
5.2.6. Број љуски по биљци.....	63
5.2.7. Дужина љуски.....	70
5.2.8. Број семена по љусци.....	75
5.2.9. Принос семена.....	80
5.2.10. Садржај укупних шећера након презимљавања.....	87
5.2.11. Апсолутна маса семена (маса 1000 семена).....	91
5.2.12. Енергија клијавости семена.....	97
5.2.13. Клијавост семена.....	102
5.2.14. Фертилноост полена.....	107
5.2.15. Морфогенеза репродуктивне фазе (време појаве првог цвета, време сазревања семена).....	111
5.3. Корелационе везе између особина.....	126
5.4. Анализа интеракције генотипова и спољне средине за испитиване особине по <i>АММ</i> моделу.....	131
5.4.1. Презимљавање.....	131
5.4.2. Вернализација.....	136
5.4.3. Принос семена.....	141
5.4.4. Клијавост семена.....	145
5.4.5. Време цветања.....	150
5.5. Анализа експресије <i>BoFLC 2</i> репресора цветања.....	156
6. ЗАКЉУЧАК.....	164
7. ЛИТЕРАТУРА.....	169
8. ПРИЛОЗИ.....	186
9. БИОГРАФИЈА.....	189

1. УВОД

Купус „главичар“ *Brassica oleracea* var. *capitata* L. припада повртарским врстама са јако дугом традицијом гајења. Убраја се у групу дикотила, карактерише га компактна главица. Разврстан је у два субваријетета *Brassica oleracea* var. *capitata* sub. var. *alba* – бели купус главичар и *Brassica oleracea* var. *capitata* sub. var. *rubra* – црвени. Врста *Brassica oleracea*, обухвата варијете које се међусобно могу укрстити, (купус – *B.o.* var. *capitata*, броколи – *B.o.* var. *italica*, карфиол – *B.o.* var. *botrytis*, келераба – *B.o.* var. *gongylodes*, кељ пупчар – *B.o.* var. *gemmifera*, кељ лишћар, раштан – *B.o.* var. *acephala*, кељ главичар – *B.o.* var. *sabauda*.) а имају различите морфолошке карактеристике (*Balkaya et al.*, 2005). Цела фамилија *Brassicaceae* броји око 3000 врста развртаних у 360 родова. Економски најважнији представник на нашим просторима је купус главичар. Купус је незамењива повртарска врста у исхрани људи. Може се користити као свеж током целе године или као прерађен. Његова драгоценост потиче од садржаја есенцијалних аминокиселина (посебно сумпорних), минерала (калцијум, гвожђе, магнезијум, калијум, фосфор) и антиоксиданата са израженим анти-канцер дејством (*Singh et al.*, 2006). Такође, значајан је извор аскорбинске киселине, каротена (провитамин А) и поседује висок садржај целулозе (*Swarup*, 2006). Посебно се данас, у светској јавности, даје значај глукозинолатима – сумпорним гликозидима којима се прописују: антиканцерогена, антибиотска, имунолошка и антимикробна деловања (редукција колонизације бактерија одговорних за проузроковање хроничног гастритиса).

Купус главичар је пореклом из подручја источног Медитеран и Азије (*Dickson and Wallace*, 1986). Данашњи купус главичар, највероватније, води порекло од дивље форме која није образовала главицу (*Brassica oleracea* var. *silvestris*), око обале Балтичког мора (*Monteiro and Lunn*, 1998). Земље лидери у свету по производњи купуса су: Кина, Индија, Русија, Кореја, Јапан и САД (*Meena et al.*, 2010). У Србији од свих гајених купусњака 80% је купус главичар. Површински посматрано, купус

главичар поред паприке и парадајза, заузима једно од водећих места међу повртарским врста.

Број хромозома купуса *Brassica oleracea* var. *capitata* је $2n=18$, као и код карфиола и броколија (Redden et al., 2009). Фамилија *Brassicaceae* (*Cruciferae*) има два модел система за изучавање. Први је *Arabidopsis thaliana* L., то је најшире проучен модел и прва цветница са целим секвенционираним геномом. Други модел обухвата биљке које имају велики пољопривредни значај тзв. *Brassica oleracea* complex (*B. oleracea*., *B. rapa*., *B. nigra* и њихови међусобни хибриди, U-троугао, (Nagarahu, U. 1935), код кога је највише изучавана генетска основа времена цветања (Beilstein et al., 2006).

Главна особина морфолошког диверзитета у оквиру рода *Brassica* је варирање времена цветања (Schranz et al., 2002). Контрола времена цветања је изузетно важна код биљака које имају примену у пољопривредној производњи. Контрола времена цветања је идентификована преко генетичке анализе *Arabidopsis* мутаната (Zhao et al., 2010). Истраживања су показала да је ова особина контролисана од стране више фактора и укључује у себе процес вернализације, фотопериодизам, аутономни и гибберелински пут (Mouradov et al., 2002; Jack, 2004; Schmitz and Amasino, 2007; Alexandre and Hennig, 2008, Seo et al., 2009). Цветање је круцијалан и компликован процес у животном циклусу виших биљака. Код купусњака време цветања екотипова је условљено алелном варијацијом локуса, *Flowering locus C (FLC)* и *Frigida (FRI)*. Активација ових генских локуса је условљена факторима спољне средине у првом реду темературом и светлошћу (Yan et al., 2006). *FLC* је главни регулатор цветања и на њега директно утиче темература (Chiang et al., 2009). Вернализација код купуса главичара индукује цветање. Постоје два типа вернализације у зависности од старости биљке и осетљивости на ниске температуре. Први тип је да осетљиве биљке, при ниским температурама кроз овај процес прођу у фази клијанаца тзв. семе-вернализација. Други тип је да биљке захтевају одређену фазу вегетативног пораста тзв. биљка-вернализација. Купус (*B. oleracea* var *capitata* L.) припада типу биљка-вернализација. Захтева фазу пораста 7-9 листова и температуру од 5°C у трајању 6-8 недеља (Friend, 1985).

Утврђено је да гибберелинска киселина (GA_3) има кључну улогу у процесу вернализације. Истраживачи улажу велике напоре у изналажењу комерцијалне могућности примене GA_3 , чиме би се избегла потреба за хладним третманом како би биљке прешле из вегетативне у репродуктивну фазу. Под утицајем ове киселине биљке процветају, чак и ако одсуствује хладни индукциони период (*Konig and Combrink, 2002*). Данас се зна да GA остварује свој утицај тако што повећава величину меристемског региона а тиме и пропорционално увећава ћелије које иду у процес деобе (*Abdel et al., 2009*).

Производња семена високог квалитета и очување његове енергије је циљ сваког произвођача. Заправо, не зна се пуно о физиолошким, биохемијским и молекуларним механизмима који утичу на квалитет семена. Купусњаче су идеалан модел за изучавање квалитета семена, јер оно може бити пожњевено у различитим фазама зрелости кроз дуги временски интервал (*Still, 1999*). Томе доприноси индетерминантан пораст купусњача.

Институт за повртарство у Смедеревској Паланци негује традицију у решавању јако сложених задатака из оплемењивачких програма купусњача. Као резултат тога креирано је неколико сората купуса главичара. Проблематика цветања купусњача и уопште двогодишњих врста и праћење генетике цветања, данас је актуелна тема. Применом методе молекуларних маркера у проучавању транскрипције гена цветања и смањења интензитета репресора допринеће и унапредити практичан развој семенарске производње купусњача у Србији.

2. ЗНАЧАЈ, ЦИЉ И ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Значај истраживања

Решавање сложених задатака из области семенске производње купуса главичара је јако спор процес, зато што је потребно две године за добијање једне генерације (семе-главица, главица–семе). Економски најзначајнији део купуса је главица. Оплећењивачи морају пратити њене особине у свакој генерацији и произвести квалитетно семе. Затим, купус је страноопходна биљка која показује изузетно јаку инбридинг депресију и захтева услове слободне оплодње. Имајући све ово у виду, добија се права слика сложености посла како производње квалитетног семена тако и креирања F_1 хибрида купуса главичара.

У Институту за повртарство покренут је програм истраживања који ће омогућути да се недвосмислено утврде најбољи начини за добијање квалитетног семена ове биљне врсте. Првенствено се мисли на добијање семенског материјала високог процента клијавости и енергије клијања уз оптималан принос семена. Обзиром да је време цветања детерминисано генетичким параметрима који се активирају на одговарајући утицај спољне средине, истраживање о механизмима регулисања експресије гена за цветање омогућиће истраживачима да лакше разумеју и са више успеха контролишу процес добијања семена. Јако је битно да биљка из вегетативне пређе у репродуктивну фазу у најоптималнијем тренутку. Само тада биљке дају максималан принос семена уз добар његов квалитет. Заправо, ово је „горућа“ проблематика за семенске компаније.

Зна се да је транскрипција гена цветања уско везана, поред, дејства ниске температуре као константног фактора и за сам генотип. Због тога, извршена су укршања генетички дивергентног биљног материјала, по својству дужине вегетационог периода (један рани и два генотипа касног купуса). Рани генотипови

имају краћи период вернализације па се на основу тога очекује могућност смањења потребног времена вернализације код њихових F_1 хибрида.

Процес вернализације код купуса главичара везан је за извесни стадијум вегетативног пораста биљке. Активација гена цветања је у директном корелативном односу са интензивнијим стадијумом вегетативног развоја (надземне масе биљке која презимљава), већом концентрацијом шећера у биљкама, који резултира већим процентом јаровизације, већом фертилношћу полена, приносом и квалитетом семена (Meena et al., 2010; Friend, 1985; Lin et al., 2005).

Доказан је утицај ендogene гиберелинске киселине на транскрипцију неких гена цветања. Чак се и један од могућих путева цветања назива гиберелински пут, (Konig and Combrink, 2002). Гиберелинска киселина је хормон који се између осталог, синтетише у биљкама током времена вернализације. Очекујемо да ће се употребом егзогене GA_3 два пута током презимљавања (прва декада децембра и прва декада фебруара уколико не засмета снежни покривач) произвести њен пун физиолошки ефекат и у нижим вегетативним развојним стадијумима биљака у којима није дошло до његове биосинтезе у неопходној концентрацији за цветање.

У процесу вернализације јако је битно правилно разумевање утицаја биотичких и абиотичких фактора.

Узимајући климатске услове и производну праксу, можемо рећи да процес семенске производње купуса главичара у Србији није ни мало једноставан. Произвођачи тренутно не успевају или врло ретко, да остваре висок принос и добар квалитет семена купусњака.

Овај проблем може бити превазиђен једино стицањем и правилном применом знања из физиологије цветања купуса у климатским условима Србији.

2.2. Научни циљ истраживања

Научни циљеви истраживања подељени су у 4 групе :

1. Утврђивано је оптимално време (датум) сетве код процеса семенске производње купуса. Од времена сетве је зависила величина биомасе розете и интензитет фотосинтетичке активности.

2. Испитиван је утицај генотипа на процента вернализације – процветалих биљака. Због овог циља у оглед су увршћени један рани и два касна генотипа (родитеља), и три њихова F_1 хибрида у диалелу. Утврђен је начин наслеђивања времена цветања код F_1 хибрида.

3. Испитиван је и утицај третмана GA_3 на испитиване особине а нарочито на проценат вернализације и време цветања код биљака. Ради овог циља у огледу је коришћен GA_3 бињни хормон за истовремени третман материјала из различитог времена сетве, како је испитана реакција на GA_3 код свих 3 стадијума розете.

4. Применом молекуларних маркера анализиран је *BoFLC2* цветни репресорни ген код родитеља и F_1 хибрида.

2.3. Основне хипотезе истраживања

Хипотезе су постављене у 4 групе:

1. Транскрипција гена цветања и време цветања индивидуално је својство генотипа која је неодвојиво везана и за дејство одговарајућих температурних услова. Кренуло се претпоставке да је одабрани материјал генетички дивергентан, тиме што је географски дивергентан и дивергентан по дужини вегетационог периода. Због тога је и извршена хибридизација између генетичких дивергентних генотипова купуса главичара. Рани генотипови имају краћи период вернализације па се на основу тога претпоставила могућност корекције потребног времена вернализације код F_1 хибрида.

2. Процес вернализације код купуса главичара везан је за извесни стадијум вегетативног пораста биљке. Претпоставка да је активација гена цветања у корелативном односу са одређеним стадијумом вегетативног развоја (надземне масе биљке која презимљава) и извесном концентрацијом шећера у биљкама. Такође је

претпостављено да су све испитиване особине, а нарочито клијавост и принос семена у корелацији са извесним стадијумом вегетативног развоја биљке.

3. Доказано је дејство GA_3 на транскрипцију неких гена цветања. GA_3 је хормон који се између осталог и синтетише у биљкама у време јаровизације. Претпостављено је да ће употреба два третмана GA_3 извршити извесне корекцију, смањење времена цветања, као и корекцију процента вернализованих биљака и стим у вези и приноса семена и клијавости.

4. Остављена је се хипотетичка могућност да поједине биљке у огледу не процветају што се могло објаснити утицајем непредвиђених абиотичких и биотичких фактора као последицом фенотипске и генотипске варијабилности на вернализацију материјала у истраживању.

3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Производња семена високог квалитета и процента клијавости је циљ сваког произвођача. Заправо, висока минимална клијавост семена од 75%, постављена *ISTA* стандардом, са којом се може ставити сертифициковано семе у промет, мотивише истраживачку и произвођачку делатност у циљу постизања високог квалитета семена. *Still et al.* (1999) истичу да семе током свог формирања и развоја пролази кроз три посебне фазе:

1. Диференцијација ћелија и деоба,
2. Акумулација скроба, липида и протеина,
3. Сазревање, укључујући и сушење семена.

До истог закључка дошли су и *Finkelstein and Crouch* (1984), као и *Hughes and Galau* (1991).

Истражујући квалитет семена код купусњача *Still and Bradford* (1997), наглашавају да је квалитет семена квантитативна особина која стоји у корелацији са великим бројем гена и њиховим продуктима.

Главна компонента морфолошког диверзитета код припадника рода купусњача је варијација времена цветања (*Schranz et al.*, 2002). Велики број истраживача истиче да је цветање биљака код *B. oleracea* квантитативна особина (*Bagget and Kean*, 1989; *Camargo and Osborn*, 1996).

Модел биљка за изучавање механизма цветања код припадника рода *Brassica* је *Arabidopsis thaliana* (*Lagercrantz*, 1998). Између генома *Arabidopsis*-а и купуса могу се преносити генетичке информације за контролу цветања јер постоји апсолутна подударност (*Li et al.*, 2003; *Lukens et al.*, 2003; *Suwabe et al.*, 2006; *Yuan et al.*, 2009).

Arabidopsis thaliana L. је најшире проучен модел и прва цветница са целим секвенционираним геномом (*Beilstein et al.*, 2006).

Прелаз биљке из вегетативне фазе у репродуктивну је есенцијалан за комплетирање животног циклуса цветница. Овај процес је условљен ендегеним и факторима спољне средине (*Koornneef et al.*, 1998; *Lin et al.*, 2005; *Kim et al.*, 2007).

Такође, они су утврдили да постоје два кључна локуса одговорна за вернализациони одговор код *Arabidopsis*-а. То је *Frigida* (*FRI*) и *Flowering Locus C* (*FLC*). *FRI* алели показују антагонистичку функцију према вернализацији (*Gendall et al.*, 2001). Међутим, по њима је ипак локус *FLC* главни.). Са овом констатацијом сложили су се и *Chiang et al.* (2009). Затим, установљено је да је код *Arabidopsis thaliana* повезано више гена са *FLC* локусом. Пример су гени цветног меристема (*LFY*, *AP1*, *CAL*, *FUL*) и гени цветних органа (*AP1*, *AP2*, *AP3*, *PI*, *AG*). *LFY* је ген који ће бити први транскрибован и он ће даље активирати гене цветних репродуктивних органа (*Wagner et al.*, 1999).

По *Friend* (1985), у оквиру фамилије *Brassicaceae* могу се разликовати два типа биљака у зависности од реакције на ниске температуре и фенолошке фазе пораста. Тако да постоје два врсте вернализације: семе-вернализација тј могућност пролажења процеса вернализације у стадијуму семена и биљка-вернализација тј могућност пролажења кроз стадијум вернализације само у извесном стадијуму вегетативног развоја биљке. Такође, он истиче да је цветање условљено ниским температурама и дужином дана. Ниске температуре су главни фактор, збоге чега је купусњаче разврстао у два типа: вернализациони тип (купус главичар, броколи и карфиол) и не-вернализациони тип (представници купусњача који не одговарају на ниске температуре цветањем). Генерално посматрано, прелаз биљака из вегетативне фазе у репродуктивну захтева температуру од 5°C у трајању од 8 недеља и да вршни меристем има дијаметар од 6 mm или фаза пораста биљке 7-9 листова (*Ito et al.*, 1966).

Okazaki et al. (2007) и *Yan et al.* (2010) истичу да је процес цветања јако усложњен и састоји се од вишеструког утицаја ендогених и фактора спољне средине. И по њима, можемо разликовати: сопствени пут, фотопериодизам, вернализација и GA пут. У својим истраживањима наведени аутори су утврдили да кључни ген *FLC*, блокира цветање инхибирајући гене одговорне за прелазак вегетативне у репродуктивну фазу. Такође, су утврдили да касне (озиме) купусњаче имају доминантне алеле *FRI* и *FLC*, док ране (летње) имају нефункционалне или слабе ове алеле. *De Lucia et al.* (2008) се слажу да разлике између касних и раних купуса се јављају услед алелске варијације. *Rouse et al.* (2002) су установили да је код касно –

цветајућих купуса присутан висок ниво *FLC* експресије у поређењу са рано - цветајућим.

Аутономни процес цветања координира физиологију цветања кроз целокупни развојни стадијум биљака (*Simpson and Dean, 2002*).

Sheldon et al. (2002) су утврдили да је степен репресије *FLC* експресије пропорционалан дужини трајања хладног третмана и у корелацији са обимом процветавања биљака. При краћим периодима хладних третмана долази до смањења убрзавања процветавања биљака, што условљава парцијална репресија *FLC* утицаја.

Michaels and Amasino (2000) доказују у својим истраживањима да *FLC* алели имају адитиван ефекат.

Lou et al. (2007) су уочили да постоји велика варијација у времену цветања код *Arabidopsis*-а у зависности од екотипа, географског порекла и утицаја саме сезоне гајења. Они то приписују утицају алелне варијације локуса *FLC* и *FRI*. Ову чињеницу су у својим истраживањима потврдили и *Koornneef et al.* (2004) и *Engelmann and Purugganan* (2006).

Недавно је изолован и четврти алел локуса *FLC* код *B. oleracea*: *BoFLC2* можда и најзначајнији у контроли времена цветања, док *BoFLC1*, *BoFLC3* и *BoFLC5* су раније пронађени и нису имали везу са контролом цветања (*Okazaki et al.*, 2007).

Једном потиснут *FLC* од стране вернализације, може се једино поново реактивирати у следећој генерацији (*Alexandre and Henning, 2008*).

Ендогена гиберелинска киселина (GA_3) настаје као одговор биљке на хладну индукцију током процеса вернализације. Због тога се улажу велики напори да се пронађе могућност егзогене комерцијалне примене GA_3 , која ће бити замена хладном третману биљака. Експериментима је доказано да је то могуће (*Konig and Combrink, 2002*).

Гиберелински процес подразумева промоцију цветања под утицајем GA_3 и одговоран је за цветање у неиндукујућем фотопериоду (*Blasquez et al.*, 2000).

Примена GA_3 у комбинацији са факторима спољне средине игра главну улогу у модификацији пораста и приноса купуса (*Roy and Nasiruddin, 2011*). Они су такође утврдили да све морфо-физиолошке особине показују сигнификантну варијацију,

повећавају се са повећањем концентрације GA_3 до 75 ppm. Akter et al. (2007) су утврдили да концентрација GA_3 од 50 ppm, сигнификантно повећава висину биљке, број цветова по биљци, број љуски/биљци, број семена/љусци, садржај суве материје и жетвени инекс, док број цветова/биљци се повећавао све до концентрације од 75 ppm. Такође, највећи принос семена/биљци је остварен при концентрацији од 50 ppm GA_3 .

Директан статистички значајан утицај GA_3 на ранију појаву цветонских стабала код купуса главичара у односу на контролу у својим истраживањима установили су и Аџић и сар. (2011).

Утицај гиберелинске киселине је испитиван и код других припадника рода *Brassicaceae*. Singh et al. (2011) су уочили сигнификантно позитиван утицај GA_3 и кинетина на принос код броколија. Abdel et al. (2009), испитијући утицај GA_3 на карфиол, закључили су да сигнификантно повећава принос, број листова/биљци, тежину свежих листова итд.

За успешан селекциони рад, неопходно је познавање структуре корелативних односа који постоје између појединих особина. Међузависност између појединих особина су резултат деловања плејотропних или везаних гена. Према истраживањима Simmonds (1981) и Falconera (1981) на корелацију особина више утичу плејотропни гени, док по Mather and Jinks (1982), везаност гена је главни разлог ове појаве.

Червенски (1995) је утврђивао вредности генотипских и фенотипских корелативних односа и утврдио да су вредности генотипских корелација биле више у односу на фенотипске корелације код испитивних компоненти приноса. Shavorskaya (2004) и Meena et al. (2010) су такође, у својим истраживањима потврдили постојање корелативних односа између појединих особина главице купуса. По Adžić et al. (2011) највећи коефицијент корелације са приносом главица има тежина главице и дужина вегетационог периода купуса.

Израчунавајући корелативне односе код слачице, Akter et al., (2007) утврдили су да постоји позитивно сигнификантна корелација између висине биљке, број семена по љусци, број фертилних љуски по биљци и број љуски по биљци.

Молекуларни маркери представљају тзв. «нову генетику» која снажно и брзо прожима све области биологије, систематике, екологије, физиологије, биологије раста и развића, трансгених организама а нарочито оплемењивања организама (O'Neil et al., 1997). Пре више од 20 година Botstein et al. (1980) су описали ову технику рада са молекуларним маркерима *RFLP* (*Restriction Fragment Length Polymorphisms*), отварајући ново поглавље у »неограниченом избору генетског полиморфизма за оплемењивачке сврхе» (Koebner et al., 2001).

Маркери су показатељи карактеристика генотипа који омогућавају да се једна јединка или популација разликује од других. Постоје два основна типа маркера који имају биолошку основу: фенотипски и молекуларни. Молекуларни маркери могу бити биохемијски или генетички (*DNA*, *RNA*) маркери (Продановић и сар., 2008).

Kik et al. (1997) наводе да примена биотехнолошких метода директно зависи од њихове практичне примене у програмима оплемењивања, као и да је *PCR* веома корисна и брза анализа у идентификацији гена који детерминишу агрономски важне особине.

Franco et al. (2001) наглашавају да ће разврставање генотипова у кластере на основу *DNA* анализе агрономских својстава, за потребе проучавања генетичког и фенотипског диверзитета постати водећа метода истраживања у пракси.

Примена молекуларних маркера у изучавању генетичке конституције повртарских врста (паприка, црни лук) постаје пракса код домаћих истраживача (Цвикић и сар., 2009; Павловић и сар., 2010).

Прва изучавања на молекуларном нивоу везана за идентификацију контроле цветања и времен цветања у роду *Brassicaceae*, одређивањем *FLC* и *FRI* локуса и њихових алела започели су Michaels and Amasino (1999), Sheldon et al. (1999), Johanson et al. (2000).

Zhao et al. (2005) су уз помоћ *AFLP* фингерпринтинга установили да су генетичке дистанце у роду *Brassica*, утолико веће уколико су генотипови међусобно географски удаљенији. Они предлажу међусобно укрштање географски удаљених генотипова ради утврђивања генетичких односа.

Време експримирања одређеног својства у извесном стадијуму органогенезе могуће је утврдити само праћењем квалитета и квантитета изоловане информационе РНК (*m-RNA*) која се транскрибује и која је присутна у цитоплазми. Праћење квалитета и квантитета цветног репресорног гена *BoFLC*, могуће је применом посебне *PCR* методе *RT-PCR*. Она подразумева примену реверзибилне транскриптазе која једноланчану *RNA* преводи у дволанчану која постаје подесна за *PCR*. Намењена је за квалитативно одређивање експримираног гена. Квантитативно одређивање количине *RNA* одређује се помоћу *Real-time* апаратуре.

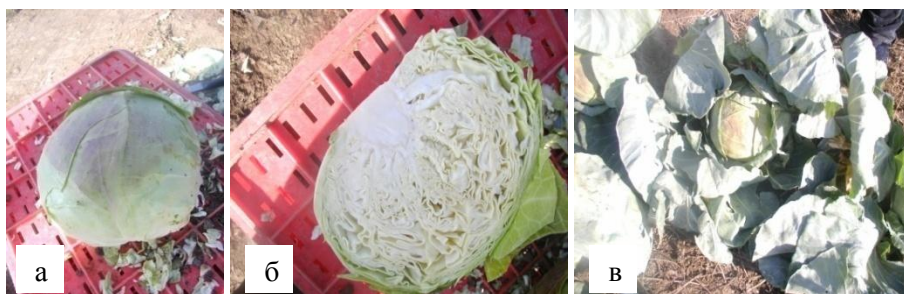
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

4.1. Биљни материјал

Генетички материјал који је коришћен у циљу истраживања је саставни део колекције Института за повртарство д.о.о., Смедеревска Паланка. Одабран је једана рани сорта Номер (*N*) – слика 1, који потиче са севера Европе где владају услови дужег али хладнијег дана и два касна генотипа – локална сорта Сараорци (*Scs*) – слика 2, и Бијељински купус (*B*) – слика 3, из услова краћег али топлијег дана. Материјал је дивергентан по дужини вегетационог периода, рани генотип сазрева за 90 дана од сетве, а код касни генотипови за 120-135 дана од сетве. Одабрани генотипови воде порекло са простора: Семберије (*B*), Поморавља (*Scs*) и европског дела Русије (*N*). Оваквим одабиром генотипова испоштован је принцип дивергенције на основу географског порекла.



Слика 1: Сорта Номер (*N*) (а – изглед главице, б – пресек главице, в – изглед целе биљке)



Слика 2: Локална сорта Сараорци (*Scs*) (а – изглед главице, б – пресек главице, в – изглед целе биљке)

2010. године је извршена хибридизација између генотипова у циљу добијања нове гермплазме. Хибридизација је обављена ручно (*hand pollination*). Полен је преношен са оца на мајку директним контактом прашника оца са жигом тучка мајке. Хибридизоване мајке штићене су ланеним изолаторима до појаве плода. После хибридизације добијено је укупно три нова F_1 хибрида: $Scc \times B$ (слика 4), $B \times N$ (слика 5) и $Scc \times N$ (слика 6).



Слика 3: Локална сорта Бељинац (B) (а – изглед главице, б – пресек главице, в – изглед целе биљке)



Слика 4. Хибрид $Scc \times B$ (а – изглед целе биљке, б – фенотиско упоређење родитеља, лево, и F_1 хибрида, десно, в – пресек и изглед целе главице)



Слика 5: Хибрид $B \times N$ (а – изглед целе биљке, б – фенотиско упоређење родитеља, лево, и F_1 хибрида, десно, в – пресек и изглед целе главице)



Слика 6: Хибрид $S_{cc} \times N$ (а – изглед целе биљке, б – фенотиско упоређење родитеља, лево, и F_1 хибрида, десно, в – пресек и изглед целе главице)

Жетва родитељских генотипова и F_1 хибрида вршена је сукцесивно, у односу на то како семе дозрева у љускама. Након жетве, семе је остављено на дозревање у укупном трајању од 45 дана. Са тим материјалом постављен је компаративни оглед (заједно родитељи и хибриди).

4.2. Поставка пољског огледа

Оглед је извођен током сезона: 2010/11, 2011/12 и 2012/13 на отвореном пољу Института за повртарство у Смедеревској Паланци. Експеримент је постављен као четворофакторијелни по случајном блок распореду. Целокупан оглед је постављан два пута (у два одвојена дела са просторном изолацијом од 3m) у циљу извођења огледа у третману GA_3 (концентрације 300 ppm) и остављања контролне варијанте без третмана. Биљни материјал је сејан у три рока сетве: 15. август, 1. септембар, 15. септембар, у циљу постизања различите старости биљака (различите биомасе). Због запажене дормантности семена код купусњача, 48 часова пре сетве семе је држано на $+4^{\circ}C$ у фрижидеру. Сетва семена за производњу расада обављана је по принципу једно семе у дезинфикованом супстрату у саксијама пречника 11 cm са по 240 биљака по једном генотипу. Расад је штићен од болести и штеточина и прихрањиван на 15 дана лако доступним хранивима (Хаифа минерална хранива $NPK\ 20:20:20 - 25\ g / 10\ l$ воде).

Пре расађивања материјал је изношен на отворено у циљу аклиматизације. Расађивање је извођено 20. октобра: 2010, 2011 и 2012. У сваком понављању, за сваки генотип постављено је по 10 биљака за сваку групу расада, а свако понављање је

дуплирано због третмана гибберелинском киселином. Укупан број постављених биљака у огледу био је 1.440 у свакој сезони истраживања, а површина огледа била је око 8 ари. Од сваког генотипа расађено је по 240 биљака, од тога 80 биљака из сваке групе расада. Одабран је вегетациони простор од 70x50 *cm* или 28.500 биљака по хектару. У току периода вернализације извршена су два третирања GA_3 (концентрације 300 *ppm*) и то прво у првој декади децембра и друго у првој декади фебруара (Mobin *et al.*, 2007).



Слика 7. Оглед у фази краја цветања и формирања плодова

4.3. Методе евалуације материјала

4.3.1. Испитиване особине

У све три године истраживачког рада у периоду фенофаза розета која улази у јаровизацију – цветање – сазревање – пуна зрелост извршена је евалуација материјала по следећим особинама:

1. Дескрипција фенотипских особина одабраног материјала у вегетативној фази биљке вршена је по правилима *UPOV*-а, (*UPOV*, 2002) за особине розете: унакрсне ширине (H , W) (cm) и броја листова, као и главице биљке: број овојних листова, тежина (kg), обим (cm), унакрсне ширине (H , W), дужине унутрашњег кочана – стабла (cm), чврстине и сложености.
2. Презимљавање биљака. Представља однос расађених и преживелих биљака праћен кроз све варијанте огледа. Број преживелих биљака доводи се тиме у везу са надземном масом биљке – роком сетве и са утицајем третмана са GA_3 као и са утицајем фактора спољашње средине – утицаја сезоне, пре свега периода трајања температуре испод $0^{\circ}C$ и периода трајања високог снежног покривача са покорицом који узрокује недостатак кисеоника – хипооксигенију (*Bond et al.*, 2009).
3. Вернализација. Одређена је на основу броја биљака са цветом у односу на поетни број биљака изражен у процентима. Представљена је средња вредност процента вернализованих биљака појединог генотипа у зависности од дужине вегетационог периода (регулисан роком сетве) и утицаја третмана са GA_3 . (*Adžić et al.*, 2012).
4. Маса биљке. Утврђивана је мерењем масе надземног дела сваке биљке при жетви семена механичком вагом и изражена је у kg , (*Adžić et al.*, 2012).

5. Маса семена по биљци. Представља средњу вредност узорка масе семена по биљци изражену у g/биљци сваког у свакој варијанти: сезона - генотип – рок сетве – третман GA_3 , без третмана GA_3 . (*Adžić et al*, 2012). За узорак је узето по три биљке од сваког рока сетве.
6. Жетвени индекс. Израчунато као однос између корисне масе (маса семена) и целокупне надземне масе (биомасе) биљке или однос између економског дела биљке (оно што представља принос) и укупне биомасе биљке (*Donald*, 1962).
7. Број љуски по биљци. Представља укупан број љуски по једној биљци, у раду је представљен просечан број љуски по биљци по року сетве одређеног генотипа у понављању и третману GA_3 (*Moaveni et al*, 2010; *Zhang et al.*, 2010; *Adžić et al.*, 2012).
8. Дужина љуске. Дужина љуске мерена је у потпуно зрелом стању, тј после дехидрирања (*Silverstrone et al.*, 1997). Одређивана је из 10% узорка укупног броја љуски на биљци.
9. Број семена по љусци. Семе је бројано из 10% узорка укупног броја љуски по биљци (*Douglas et al.*, 2001; *Külheim et al.*, 2002).
10. Принос семена. Процењен и израчунат на основу резултата узорка масе семена по биљци у свим варијантама огледа помножен са процентом веарнализованих биљака (у децималном облику са једном децималом) која се коригује са идеалном густинином огледа – 100% вернализација која садржи 28.500 биљака по хектару у kg/ha (на пр. 10% вернализације 2850 биљака) (*Adžić et al.*, 2012).
11. Садржај укупног шећера након презимљавања. Одређивање укупног садржаја шећера у процентима извршено је Бертрандовом методом (1972). Одређивање

укупног садржаја шећера вршено је за сваки рок сетве сваког генотипа из сваког понављања из лисне розете из просечног узорка.

Принцип одређивања шећера по Бертрадну састоји се у томе што слободна алдехидна група шећера врши редукцију фелинговог раствора и ствара бакар I оксид који се затим раствара са фериамонсулфатом. Еквивалентна количина настале феро-соли се титрује са $KMnO_4$. Из утrophка $KMnO_4$ израчунава се еквивалентна количина бакар оксида и у таблицама прочита одговарајућа количина шећера. Реагенси:

- Засићен раствор базног оловоацетата (20%)
- Засићен раствор Na_2HPO_4
- Концентрирана HCl специфичне тежине 1,19
- 10% HCl
- 20% $NaOH$
- Фелинг I (69,2 g $CuSO_4 \times 5H_2O$ на 1 l H_2O)
- Фелинг II (346 g KNa -тартарата и 250 g KOH на 1 l H_2O)
- Раствор соли фериамонсулфата - 60 g фериамонсулфата раствори се у 350 ml H_2O , филтрира у нормални суд, дода 200 g конц. H_2SO_4 допуни са водом до 1 литра. Овом раствору се дода 200 g 2-3 капи $KMnO_4$ до слабо ружичасте боје да би се оксидовало Fe^{2+} у Fe^{3+} .
- Метил оранж: 0,5 g на 1 литар H_2O
- $n/10 KMnO_4$ са одређеним фактором

Поступак: Одмери се у чашу 10 или више грама супстанце, дода 20-30 ml H_2O прокува се и пренесе у нормални суд од 250 ml. Профилтрира се и од филтрата узме 50 ml у нормални суд од 100 ml. Овоме се дода 2 ml оловоацетата и остави да стоји најмање 10 минута да се исталоже беланчевине. После тога сувишно олово исталожи се са 6-7 ml засићеног раствора Na_2HPO_4 .

Одпипетира се 50 ml основног раствора у нормални суд запремине 100 ml и дода 1 ml концентроване HCl и врши инверзија у прокључалом воденом купатилу од 30 мин. Раствор се неутралише са 2-3 капи метил оранжа а са 20% $NaOH$ до ружичасто наранчасте боје и допуни до марке водом. Овај раствор служи за одређивање укупног шећера после инверзије. У ерленмајер од 300 ml се одпипетира по 25 ml оба Фелингова раствора и 25 ml воде, када прокључа дода се 25 ml раствора који се испитује. Док је врело филтрира испира се раствором фероамонијумсулфатом. Добијени раствор титрира се са 0,1 N $KMnO_4$ до појаве ружичасте боје.

Израчунавање: 25 ml раствора који смо добили за кување одговара 0,25 g узете супстанце за анализу

Број ml $KMnO_4 \times F \times 7,157 = mg Cu_2O$ и 0,25 g, за добијену вредност бакар I оксида пронађе се одговарајућа таблична вредност шећера и прерачуна са 100 да би се добили проценти.

Упоредо се ради и проба да би се утврдила и чистоћа реагенса.

12. АМС (апсолутна маса семена). Утврђивана методом бројања понављања (8 пута 100 семенки) и мерења семена, рачунања просека, потом прерачунавања масе хиљаду семенки (ISTA, 1969).

$$A_T(\text{АМС}) = \frac{(m_1 + m_2 + \dots + m_8)}{8} \cdot 10$$

A_T - апсолутна тежина семена или маса хиљаду семена - МХС (g)

$m_1, m_2, \dots, m_8$ – масе појединачних узорака од сто семенки (g)

Пре него ли се закључи A_T израчунава се варијанса, стандардна девијација и варијацијски коефицијент:

1) Варијанса

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X - \mu)^2}{N} = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}}{N}$$

X – маса сваког понављања (g)

$N = n(n-1)$, n – број понављања

2) Стандардна девијација

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

3) Коефицијент варијације

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

($S=\sigma$);

Уколико коефицијент варијације не прелази 4,0 може се прихватити резултат.

13. Клијавост и енергија клијавости семена. Испитана је а) енергија клијања и б) укупна клијавост просечног узорка семена.

а) Енергија клијања представља број нормалних клијанаца (са развијеним кореном и изданком) у односу на број семена (100 семенки) стављаних на

клијање утврђен после истека времена предвиђеног за прво оцењивање, односно утврђивање енергије клијања. (Правилник о квалитету семена пољопривредног биља, 1987; ISTA, 1969). Поступак се изводи на сто семенки у четири понављања у петри кутијама на влажном филтер папиру. Узорци стоје у Дигиталном термостату LO 650 VL на 20°C, енергија се према правилнику за купусњаче читава петог дана.

$$E_K = \frac{(n_1 + n_2 + n_3 + n_4)}{4}$$

E_K – енергија клијања (%)

n_1, n_2, n_3, n_4 – представља број нормалних клијанаца прочитан после 5. дана у сваком понављању (%)

б) клијавост семена се одређује индентичном методом према правилнику за купусњаче али се читава десетог дана. Просечан узорак неопходан за испитивање клијавости партије је 40 g, а радни узорак 4 g. Семе је по квалитету исправно када клијавост пређе 75%, која представља лимит квалитета партије који се ставља у промет.

14. Фертилноост полена. Утврђивана бојењем полена 2% раствором ацетокармина и представљена као однос обојених и укупног броја поленових зрна (*Bhaskar et al.*, 2002). Праћен је само генотип и третман гибберелином.

15. Време цветања. Праћена је као време појаве првог цвета у свим варијантама. Време цветања статистички анализирана на два начина, први: сагледаван је број дана до појаве првог цвета од сетве семена и други: сагледаван је број дана до појаве првог цвета од првог јануара. (Датумски се сетве раликују по 15 дана, између првог и трећег рока 30 дана, жетва не одступа толико па је нужно сагледавање за све варијанте од једног временског пресека).

16. Време сазревања семена – време жетве. Жетва семена одређује се бројем дана од сетве када је семе ушло у фазу пуне зрелости. Жетва се обавља када биљке изгубе лишће а остали делови сем цветоносног стабла добијају жуту боју. Цветоносно стабло при жетви остаје у зеленој фази (Червенски Ј., 2010).

4.3.2. Статистички показатељи евалуације материјала

У циљу утврђивања статистички значајних разлика између генотипова и њихових хибрида као и осталих фактора који утичу на време цветања и остала испитивана својства коришћена је анализа варијансе (*ANOVA*), а тестирање значајности разлика између средина коришћен је *LSD*-тест (Хацивуковић, 1991).

Статистичка анализа је обухватила израчунавање дескриптивних статистичких параметара за све наведене квантитативне особине (средња вредност, коефицијент варијације).

Израчунати су корелациони коефицијенти између особина као и њихова статистичка значајност. Корелациона анализа обухватила је све испитиване особине посматране посебно у свим роковима сетве у контроли и посебно у свим роковима сетве у третману GA_3 , независно од сезоне истраживања и испитиваних генотипова.

Израчунат је релативни и апсолутни хетерозис код F_1 хибрида за особине: тежина главице, број семена по лусци, принос семена и клијавост семена у односу на средњу вредност родитеља. Такође је утврђен и начин наслеђивања времена цветања у односу на средњу вредност родитеља.

4.3.3. Анализа интеракције генотипова и спољне средине – *АММИ* анализа

Интеракција генотип x средина ($G \times E$) је значајна како у програмима оплемењивања биља тако и код увођења нових сорти и хибрида у производњу (*Freeman*, 1985). За анализу интеракције $G \times E$ у претходном периоду углавном је коришћен адитивни статистички модел – анализа варијансе (*ANOVA*). Анализа варијансе је ефикасан модел у подели укупне суме квадрата на а) ефекат генотипа; б)

ефекат средине, и ц) ефекат $G \times E$. Међутим, ова анализа не пружа детаљан опис интеракције $G \times E$ (Zobel et al., 1988; Mahalingam et al., 2006). Gauch (1988, 1992) је први предложио употребу *AMMI* анализе за опис интеракције $G \times E$ у пољским огледима са гајеним биљкама у које су укључени разни локалитети, односно спољни услови. *AMMI* анализу – *Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Models*, данас користи све више истраживача. *AMMI* је комплексна статистичка анализа која се састоји из две статистичке процедуре: 1) Анализа варијансе и 2) Метод главних компоненти (*Principal components analysis - PCA*). *AMMI* анализом се прерачунавају вредности главних компоненти генотипова и средина које представљају $G \times E$ интеракцију (Naveed et al., 2007).

На основу *AMMI* анализе може се закључити који генотипови слично реагују у различитим условима и које средине имају сличан утицај на испитиване генотипове. Могу се добити и други резултати од практичног значаја за предоплећење (пребридинг) и производњу различитог сортимента на бројним локацијама и различитим спољним условима.

Неки домаћи аутори већ су користили *AMMI* и публиковали добијене резултате. Бабић и сар. (2010) су применом *AMMI* анализирали интеракцију $G \times E$ код кукуруза, Христов и Младенов (2005), Петровић и сар. (2005) и Петровић и сар. (2010) код пшенице, Васић и сар. (2010) код пасуља, Танчић и сар. (2011) код сунцокрета, Марјановић-Јеромела и сар. (2011) код уљане репице и Здравковић и сар. (2011) код плавог патлиџана. У свету су *AMMI* анализу користили и код пиринча (Mahalingam et al., 2006), кромпира (Hassanpanah, 2010), дувана (Sadeghi et al., 2011), памука (Naveed et al., 2007), боба (Flores et al., 1996), диње (Girek et al., 2013) и других биљних врста.

AMMI модел се утврђује на основу броја оси главних компоненти а приказује се графички биplotом. На *AMMI* 1 биplotу главни ефекти (G и E) се приказују на апсциси, а вредности прве главне компоненте на ординати (Zobel et al., 1988). *AMMI* 2 биplot показује однос прве и друге главне компоненте.

Уколико је вредност прве главне компоненте генотипа или средине близу нуле, може се закључити да тај генотип, одн. средина имају мали ефекат интеракције.

Када су генотип и средина истог знака, било позитивног или негативног, њихова интеракција је позитивна, а уколико су различитог знака интеракција им је негативна (*Mahalingam et al.*, 2006).

Израчуната је вредност *AMMI* стабилности (*ASV*) с циљем да се рангирају генотипови у погледу стабилности. Коришћена је формула (*Purchase*, 2000):

$$ASV = \sqrt{\left[\frac{SSPC1}{SSPC2} (vrednost PC1)\right]^2 + [vrednost PC2]^2}$$

SS = сума квадрата;

PC1 = прва главна компонента;

PC2 = друга главна компонента.

AMMI анализа је рађена уз помоћ *R software*, верзија 2.15.2 (*A Language and Environment*, Copyright 2012).

4.4. Изолација, квалитативно и квантитативно одређивање *RNK*

4.4.1. Изоловање *RNK* из биљног ткива

Материјал неопходан ради изолације *DNK* узет је за прву анализу када су се биљке адаптирале на спољашње услове и укорениле тј. 15 новембра. За другу анализу 20. децембра а за трећу анализу 5. фебруара. Применом *PCR* технике анализирано се присуство маркера за гене цветања - *BoFLC* цветном репресорном гену, код родитеља и њихових хибрида.

За изоловање РНК из листова купуса, коришћен је “*GeneJET RNA Purification Kit*” (*Thermo Scientific*), по упутству произвођача. У 30-100 *mg* биљног ткива самлевоеног у течном азоту, брзо је додавано 300 μ l пуфера за лизу са 40mM DTT. Након додавања 600 μ l *proteinase K* растворене у води, смеша је инкубирана 10 мин на собној температури. Након центрифугирања на 13.200 обрт/мин током 5 мин, супернатант је помешан са 450 μ l апсолутног етанола и нанесен на *GeneJET RNA Purification* колону. Након центрифугирања на 13.200 обрт/мин током 1 мин, колонице су пране са 700 μ l пуфера за прање 1 и 2 пута са по 500 μ l пуфера за прање

2. После сваког прања колонице су центрифугиране у истим условима. Елуција РНК је вршена са 40 μl *RNAse-free* воде и квалитет и концентрација су одређени спектрофотометријски (*NanoVue* спектрофотометар *GE Healthcare Life Sciences*).

Уклањање *g*ДНК из РНК изолата вршена је помоћу “*DNA-free DNase Treatment and Removal kit*” (*Ambion*, према упутству произвођача). У ~45 μl изоловане РНК, додавано је 5 μl 10X *DNase I* пуфера и 1 μl *DNase I* и смеша је инкубирана на 37°C током 30 минута. *DNase I* је инактивирана инкубирањем са 5 μl *Dnase Inactivation* реагенса на собној температури током 2 мин. Након центрифугирања на 10.000 обрт/мин током 90 s, супернатант са пречишћеном РНК је пребациван у чисту тубу.

4.4.2. *c*ДНК синтеза

За синтезу првог ланца *c*ДНК, 1 μg тоталне РНК је инкубиран са 0.2 μg *Random hexamer primers* (*Thermo Scientific*) 5 мин. на 65°C у финалној запремини од 12 μl . Смеша је затим пребацивана на лед 2 мин. и потом је додато 4 μl 5X пуфера, 2 μl 10 mM *dNTP* смеше и 1 μl 200 U/ μl *RevertAid* reverzne transkriptaze (*Thermo Scientific*). Реакција је текла 1 h на температури од 42°C. Реакција је заустављена инкубирањем на 70°C 5 мин.

4.4.3. Реакција ланчаног умножавања ДНК (PCR)

У 0,5 ml епруветама помешани су 10-20 ng *c*ДНК матрице, 0,2 mM *dNTP* смеше, 0,2 μM прајмера и одговарајући пуфер и *Taq* полимераза (*Thermo Scientific*) у запремини 25 μl . Профил реакције се састојао од иницијалне денатурације 95°/5 мин., за којом је следило 35 циклуса денатурације, везивања прајмера и екстензије (95°/30 s, 60°/30 s, 72°/30 s). Продукти амплификације су анализирани електрофорезом на 2% агарозном гелу (100 V, 80 mA)

Прајмери коришћени у *PCR* реакцијама су дизајнирани у програму *Primer3Plus* (<http://primer3plus.com/cgi-bin/dev/primer3plus.cgi>), на основу парцијалне

сДНК секвенце *BoFLC2* из базе података (Acc. No. DQ222850) и гена за 26S рибозомалну РНК.

Секвенце прајмера:

BoFLC2f: 5'-AGAGCTTGTCTGAAAGTAAGCTTGT-3'

BoFLC2r: 5'-CCTTTTCTTTGAGGCTATCAAACA-3'

26Sf: 5'-ATTCCCAAACAACCCGACTC-3'

26Sr: 5'-GCCGTCCGAATTGTAGTCTG-3'

4.4.4. Real time RT-PCR метода

Real time RT PCR је рађен у запремини од 10 μ l, са по 0,2 μ M прајмера и 1X *Maxima SYBR Green qPCR Master Mix (Thermo Scientific)*. *PCR* је рађен 7500 *Real-Time System (Applied Biosystem)*. Профил реакције препоручен је од стране произвођача (2 мин. на 50°C, 10 мин. на 95°C и (95°C/15 s, 60°C/1 мин) x 40 циклуса). Све *PCR* реакције су рађене у трипликату и са контролом која није задржавала матрицу. Акумулација *PCR* продуката је детектована у реалном времену и анализирана у оквиру 7500 *System Software (Applied Biosystems)* у оквиру кога су одређене и ефикасности коришћених прајмера, као и стандардне грешке. Релативна експресија је приказана као 2^{-dCt} , *dCt (Threshold cycle)* - разлика таргет гена (*BoFLC2*) и ендогене контроле (ген за 26S RNA).

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

5.1. Дескрипција родитељских генотипова и F_1 хибрида у вегетативној фази развоја по *UPOV* - у

Плод у пољопривредном смислу код купуса је главица. Она настаје порастом листова из унутрашњег стабла или унутрашњег кочана. Главица се састоји од овојних листова који први затварају и штите апикални меристем од измрзавања са једне стране а са друге стране иницирају затварање главице, унутрашњих листова и кочана. Затварање главице врши се сукцесивно са порастом унутрашњег стабла „изнутра“ а не споља, како постоји мишљење (Червенски, 2010). У пазуху сваког унутрашњег листа главице, који по правилу етиолирају због недостатка светлости, налази се по један герминативни пупољак из кога избијају бочне цветне гране у репродуктивној фази биљке. Герминативни пупољци користе се за микропропацију (култура ткива – *in vitro*) у циљу стварања клонова за, најчешће, одржавање инбред линија. У једној главици, у зависности од броја листова, може бити велики број меристемских ткива у којима се врши трансформација меристема из вегетативног у репродуктивни аутономним путем цветања. Обично уколико је физиолошки стабилан апикални пупољак он ће у великој мери преузети функцију цветања, а уколико он пропадне током хладног периода ту улогу преузима неки од бочних пупољака.

Представивши податке по правилима *UPOV*-а (2002) увидели смо повећање вредности особина код F_1 хибрида које чине компоненте приноса (Табела 1). Израчунате су вредности апсолутног и релативног хетерозиса за тежину главице код F_1 хибрида (Табела 2). Највећа вредност релативног хетерозиса уочава се код хибрида где је један од родитеља касна *Scc* сорта (која је у завршном циклусу селекције). Највећи хетерозис од 149,69% уочен код хибрида *SCCxN* где постоји дивергенција како у географском смислу, тако и у дужини вегетационог периода, а с тим у вези, вероватно, и у генетичком смислу.

Табела 1 – Дескриптор особина родитеља и F_1 хибрида купуса по *UPOV*-у

	Особина	Мера	Генотип					
			<i>Scc</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>SccxN</i>	<i>SccxB</i>	<i>BxN</i>
Розета	<i>H</i> *	<i>cm</i>	86	96,5	94,5	97	103	86,5
	<i>W</i> *	<i>cm</i>	85	96,5	85,5	100,5	106,5	88,5
	Висина	<i>cm</i>	24,5	26,5	26	37	30	28,5
	Бр. листова		15,5	19	20,5	20,5	18	16,5
Главица	Бр. овојних лист.		2	2	2	2	2	1,5
	Тежина	<i>kg</i>	1,38	1,84	1,65	4,02	3,06	2,81
	Обим	<i>cm</i>	58,3	68,3	62	75	73,7	72
	<i>H</i> *	<i>cm</i>	15,3	15,3	16	20	19,5	18
	<i>W</i> *	<i>cm</i>	17,7	20,7	19,3	22	22	22
	Дуж. у. кочана	<i>cm</i>	7	9,5	10	11	8,5	11,5
	Чврстина		8	7	8	9	8,5	9
	Сложеност		9	7	9	9	9	8

**H* - унакрсна ширина 1; *W* - унакрсна ширина 2

Табела 2 – Просечне вредности и апсолутни и релативни хетерозис тежине главице код F_1 хибрида

<i>F1</i> хибрид	Тежина главице (<i>kg</i>)				Хетерозис (%)	
-	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>MP</i>	<i>F1</i>	<i>Ha</i>	<i>Hr</i>
<i>SccxN</i>	1,4	1,8	1,61	4,0	2,41	149,69
<i>SccxB</i>	1,4	1,7	1,52	3,1	1,55	101,98
<i>BxN</i>	1,7	1,8	1,75	2,8	1,07	61,03

P1, *P2* – средње родитељске вредности за тежину главице, *MP* – средња вредност збира (средњих вредности) тежина родитељских главица, *F1* – тежина главице хибрида, *Ha* – апсолутни хетерозис, *Hr* – релативни хетерозис

5.2. Средње вредности, варијабилност и хетерозис испитиваних особина

5.2.1. Презимљавање

Основна карактеристика двогодишњих врста, као и врсте *Brassica oleracea* var. *capitata* L., у циљу биолошког преживљавања јесте отпорност на зимске услове у континенталном климату (Kacperska-Palacz, 1978; Palta, 1992). Највише изучавана врсте из рода *Brassica* су *Brassica rapa* L. и *Brassica napus* L. На основу проученог генома рода *Brassica* где *Brassica napus* L. представља тетраплоид (амфидиплоид) генома *CC Brassica oleracea* и генома *AA Brassica rapa*: *AACC*, $n=19$, утврђује се хомолого присуство својства и у осталим двогодишњим представницима рода (Nagarahu, U., 1935; Parkin et al., 1995).

У циљу доказивања хомологих локуса за особине презимљавања и цветања рађено је *QTL* поређење (особина: времена цветања, отпорности на зиму и толеранције на смрзавање) методом *RFLP*-а за ове три врсте: *Brassica rapa*, *Brassica oleracea*, *Brassica nigra* и утврђено је значајно хомолого подударање између многих локуса. Особина презимљавања биљака, као и особина преласка биљке из вегетативне у репродуктивну фазу путем вернализације, заједничка је особина свих двогодишњих врста из рода *Brassica* (Osborn et al., 1997), а присутна је и код других врста које презимљавају зиму (пшеница и јечам) (Hayes et al., 1993a; 1993b; Pan et al., 1994; Galiba et al., 1995; Storlie et al., 1998), и представља квантитативно својство групе гена са доминантним деловањем, где је уочен мали адитиван ефекат (Kole et al., 2002). Да је у питању супер-доминантно деловање гена потврђују Teutonico et al. (1995) тиме да су хомозиготни генотипови у супер доминацији над хетерозиготним посматрано за особину презимљавања или превазилажења ниских температура који доводе до замрзавања физиолошке воде у биљци.

Устаљена пракса аклиматизације биљака, која подразумева да се припремљени расад свакодневно у све дужем временском року износи на спољашње

услове пре расађивања, проналази и генетичко утемељење. Наиме, утврђен је утицај две групе гена (два одвојена *QTL*-а) који у зависности да ли је биљка аклиматизована или не, спречавају замрзавање тј. присутне су групе гена који утичу на аклиматизацију биљке или постепено прилагођавање биљке ниским температурама и гена који експримирају толеранцију или отпорност на ниске температуре (*Kole et al.*, 2002).

У циљу утврђивања статистичке значајности утицаја фактора: генотипа, године, третмана GA_3 , рока сетве и њихових интеракција коришћена је четворофакторијална анализа варијансе. Утврђена је статистичка значајност, на оба нивоа ($p < 0,01$ и $p < 0,05$), генотипа, године, третмана GA_3 , рока сетве на проценат презимљавања биљака као и њихових интеракција (Табела 3).

Посматрајући податке утврђен је највећи проценат презимљавања у трећој години истраживања са најмањим коефицијентима варијације. Највећи проценат презимљавања биљака догодио се у трећем року сетве, треће године истраживања код хибрида: $Scc \times N$ у висини од сто процента, као и најмањи проценат од 10% у другом року сетве прве године експеримента. Најмањи проценат презимљавања догодио се и код генотипа: N у третману првог рока сетве, прве године истраживања 10% (Табела 3). Генерално гледајући временски услови друге године истраживања, када се у фебруару 2012. године догодило дуже захлађење од просечно $-4,3^\circ C$ у трајању од 20 дана, екстремумом од $-28,4^\circ C$ 9. фебруара, негативно су се одразиле на презимљавање биљака. Поред ниских температура, висок снежни покривач онемогућио је процес дисања.

Посматрајући рокове сетве у оквиру сезона, утврђена је статистичка значајност ($p < 0,05$) другог рока сетве (1. сеп.), друге сезоне (2011/12) контроле код генотипа Scc у односу на трећи рок сетве (15. сеп.). На основу *lsd* теста проценат презимљавања код генотипа N у првој сезони (2010/2011) трећи рок сетве (15. сеп.) показао се статистички значајан ($p < 0,01$) у односу на први рок сетве. Код хибрида $Scc \times N$, проценат презимљавања у првој сезони (2010/2011) други рок сетве (1. сеп.) је статистички значајан ($p < 0,01$) у односу на остале рокове а у другој сезони (2011/12)

други рок сетве, на основу *lsd* теста, је статистички значајан ($p<0,01$) у односу на први рок сетве (15. авг.) (Табела 4).

Табела 3 – ANOVA за презимљавање биљака

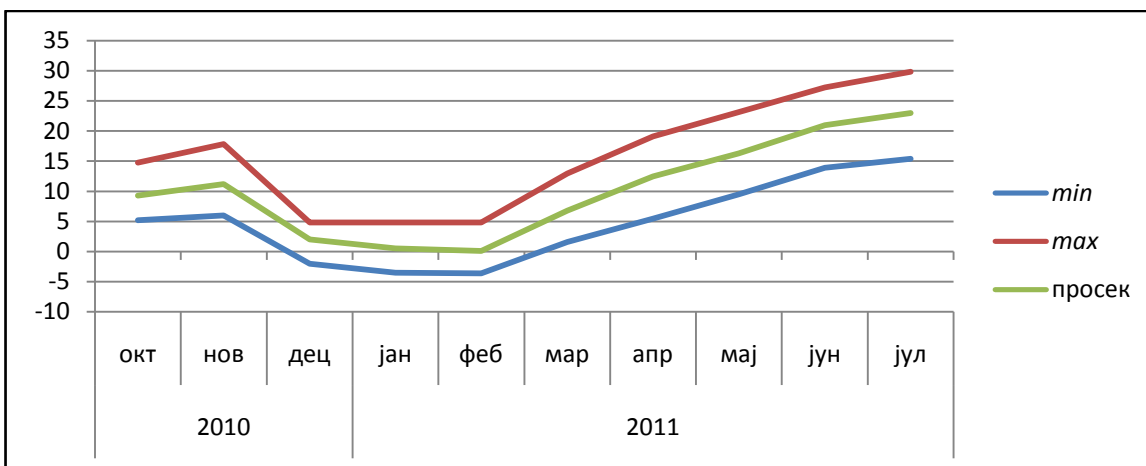
Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	272,45	1,74	2,63	3,84
Генотип (A)	5	3234,31**	20,70	2,24	3,07
Сезона (B)	2	39025,00**	249,75	3,02	4,67
Третман GA ₃ (C)	1	46252,08**	296,01	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	3402,78**	21,78	3,02	4,67
AB	10	3843,89**	24,60	1,86	2,38
AC	5	552,08**	3,53	2,24	3,07
AD	10	178,33	1,14	1,86	2,38
BC	2	1408,33**	9,01	3,02	4,67
BD	4	1474,65**	9,44	2,40	3,38
CD	2	833,33**	5,33	3,02	4,67
ABC	10	798,33**	5,11	1,86	2,38
ABD	20	410,63**	2,63	1,60	1,94
ACD	10	355,00*	2,27	1,86	2,38
BCD	4	380,21*	2,43	2,40	3,38
ABCD	20	350,62**	2,24	1,60	1,94
Грешка	321	156,25			
Укупно	431				

Период експерименталног рада на испитивању експресије гена цветања код купуса праћен у три сезоне 2010/2011, 2011/2012 и 2012/2013 карактерисао се једном просечном (2010/2011), једном хладном (2011/2012) и једном благом зимом (2012/2013). Трећа сезона била је нарочито повољна за презимљавање биљака у којој се и проценти били виши и нижи коефицијенти варијације у односу на остале две сезоне (Графикони 1а, 1б, 1в).

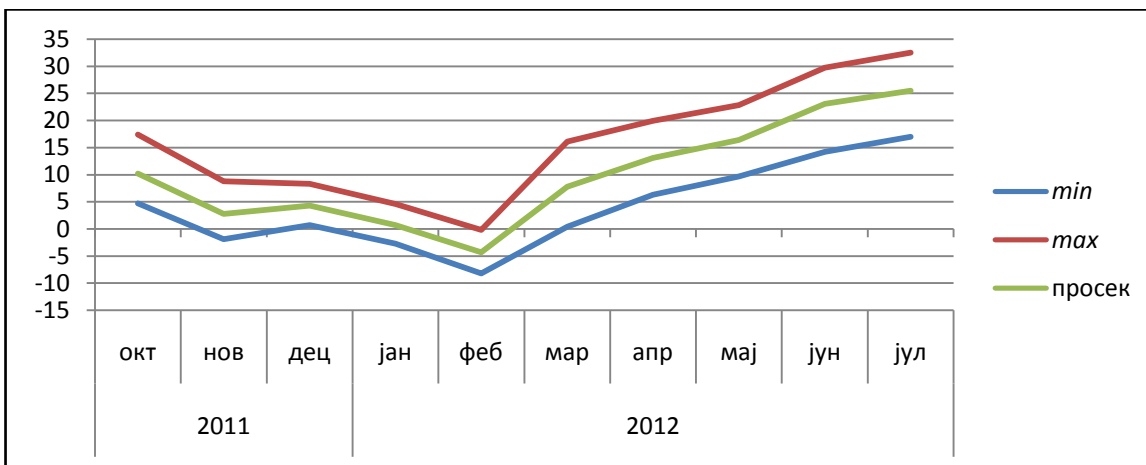
Табела 4 - Средње вредности презимљавања (%) и коефицијент варирања (Cv)

Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Презимљавање биљака					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)
Scc	I	Контрола	80,0	14	45,0	11	85,0	15
	II		82,5	6	60,0	17	90,0	9
	III		82,5	15	40,0	2	92,5	1
	I	Третман GA_3	42,5	23	30,0	38	55,0	23
	II		70,0	12	50,0	16	87,5	17
	III		47,5	11	20,0	35	47,5	5
N	I	Контрола	62,5	15	72,5	13	82,5	25
	II		67,5	25	75,0	23	85,0	15
	III		82,5	15	57,5	26	90,0	1
	I	Третман GA_3	10,0	0	40,0	2	57,5	22
	II		17,5	35	80,0	23	75,0	28
	III		35,0	35	40,0	30	50,0	30
B	I	Контрола	77,5	16	62,5	33	92,5	1
	II		75,0	17	62,5	33	95,0	11
	III		72,5	7	60,0	19	97,5	5
	I	Третман GA_3	62,5	2	40,0	2	70,0	12
	II		67,5	22	50,0	2	87,5	11
	III		72,5	13	15,0	30	95,0	6
Scc x N	I	Контрола	37,5	26	40,0	35	97,5	4
	II		62,5	15	67,5	7	95,0	6
	III		45,0	13	57,5	22	100,0	0
	I	Третман GA_3	12,5	4	45,0	22	90,0	9
	II		10,0	0	42,5	22	92,5	5
	III		25,0	33	12,5	4	85,0	7
Scc x B	I	Контрола	82,5	12	77,5	3	97,5	5
	II		82,5	15	80,0	18	92,5	16
	III		85,0	7	62,5	7	92,5	1
	I	Третман GA_3	47,5	26	72,5	31	60,0	3
	II		67,5	7	90,0	9	75,0	17
	III		60,0	19	57,5	9	97,5	28
B x N	I	Контрола	75,0	13	67,5	28	92,5	1
	II		80,0	1	67,5	22	97,5	5
	III		77,5	6	62,5	2	95,0	6
	I	Третман GA_3	45,0	29	45,0	22	80,0	2
	II		57,5	22	32,5	30	90,0	9
	III		57,5	17	45,0	13	47,5	32
$lsd_{0,05}$			14,49		19,97		17,94	
$lsd_{0,01}$			19,18		26,43		23,75	

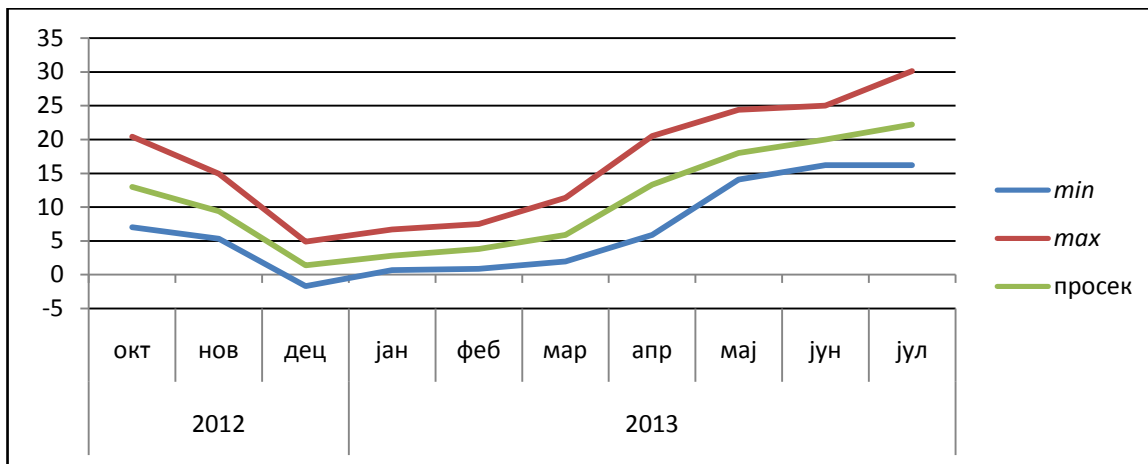
Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.



Графикон 1а - Кретање просечних, средњих минималних и средњих максималних температура (°C) током прве сезоне извођења огледа на подручју општине Смедеревска Паланка (октобар 2010 – јул 2011; РХМЗС)



Графикон 1б - Кретање просечних, средњих минималних и средњих максималних температура (°C) током друге сезоне извођења огледа на подручју општине Смедеревска Паланка (октобар 2011 – јул 2012; РХМЗС)



Графикон 1в - Кретање просечних, средњих минималних и средњих максималних температура (°C) током треће сезоне извођења огледа на подручју општине Смедеревска Паланка (октобар 2012 – јул 2013; РХМЗС)

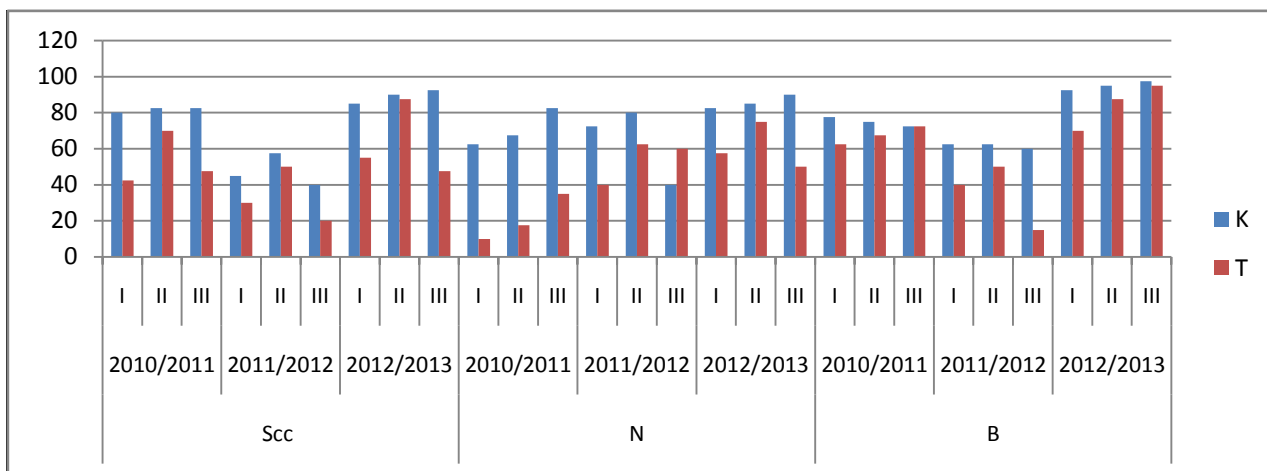
Rife and Zeinali (2002) су утврдили да је проценат презимљавања већи уколико су биљке имале могућности да се аклиматизују.

Презимљавање биљака може се представити процентом биљака које су преживеле зимски период или период ниских позитивних и негативних температура. *Kole et al.* (2002) приказују различит проценат презимљавања биљака током различитих година и код различитих генотипова.

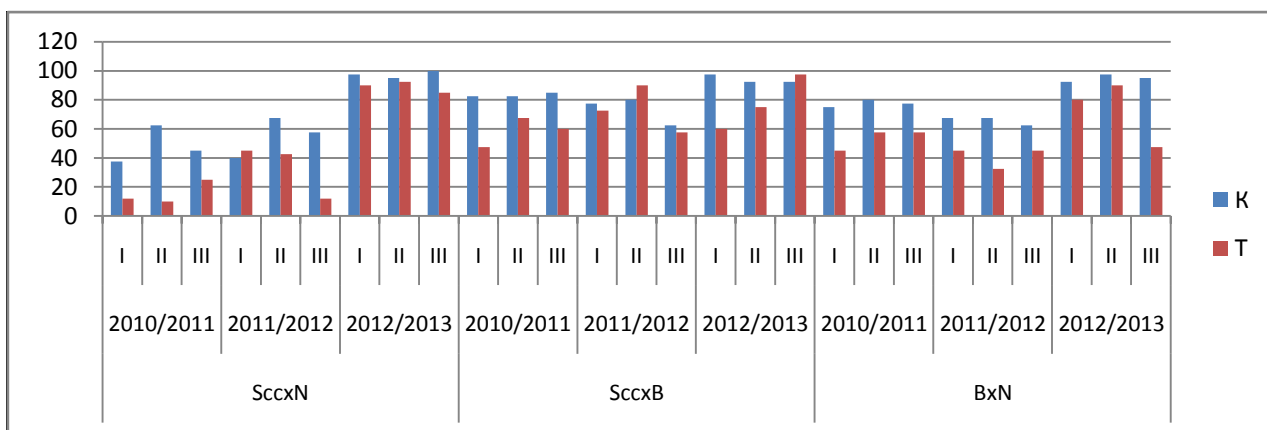
Gusta and Fowler (1977) су утврдили да је велики проценат пропадања биљака уколико су у кратком временском року доживеле одмрзавање и поновно замрзавање, што је био случај у другој години овог истраживања.

Darby et al. (2013) су утврдили статистичку значајност рокова сетве на проценат презимљавања биљака код *Brassica napus* L.

Утицај GA_3 хормона се негативно одразио на презимљавање биљака, осим у случајевима код генотипа *N* када је у другом року сетве друге сезоне статистички незначајно повећан степен презимљавања, као и код хибрида *Scc x B* у другом року друге године и трећем року треће године повећање процента презимљавања такође статистички незначајно (Графикон 2 и 3).



Графикон 2 – Презимљавање (%) код родитељских генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве (2010/2011; 2011/2012; 2012/2013) кроз упоредно посматрање односа контрола (плаво) са третманом GA_3 (црвено)



Графикон 3 - Презимљавање (%) код хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве (2010/2011; 2011/2012; 2012/2013) кроз упоредно посматрање односа контрола (плаво) са третманом GA_3 (црвено)

Просечна минимална температура у трећој сезони имала је негативне вредности двадесет дана у децембру. Јануар и фебруар 2013. окарактерисани су према подацима Хидрометеоролошког Завода Србије као веома топли или топли у односу на вишегодишњи просек са просечним одступањем од више од 3°C за ово подручје у односу на климатолошку стандардну нормалу* за просечну температуру, што се позитивно одразило на проценат презимљавања биљака у трећој сезони. Тим температурним условима били су у потпуности обезбеђени услови континуираности ниских позитивних температура погодних за презимљавање и вернализацију.



Слика 8 - Оштећене и измрзле биљке, март 2011



Слика 9 - Биљке које су успешно презимеле и прошле стадијум јаровизације, март 2011

*Климатолошка стандардна нормала представља средњу вредност климатског елемента израчуната за период од 1. јануара 1961. до 31. децембра 1990. године

5.2.2. Вернализација

Јаровизација представља групу мера у семенарству која подстиче да се испољи полна репродукција биљака у години сетве / садње код озимих једногодишњих и код двогодишњих биљака. Вернализација је физиолошки процес који подразумева индукцију цветања под утицајем ниских позитивних температура. Она се одвија код свих биљака, само су захтеви за вернализацијом код јарих усева мањи. Уопштено посматрано, вернализација се одвија у одређеном стадијуму развића биљке у којем она захтева одређену температуру да би се нормално развила и донела плод и семе. Вернализацијом се може манипулисати помоћу следећих фактора: применом ниских температура у одређеној фенофази и применом хормона, а деловање ових фактора значајно зависи од генотипа (*Bernier et al.*, 1988; *Levy and Dean*, 1998; *Wellseniek*, 1962).

Двогодишње културе, међу којима се убраја и врста купус главичар (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) дужим излагањем ниским температурама (око 5°C) у трајању од 6 – 8 недеља (*Friend et al.*, 1985) уз одређене услове у погледу величине розете, влаге, светлости и кисеоника могу прећи из вегетативног стадијума директно у генеративни, прескочивши једну етапу органогенезе, тј. прескочивши формирање главица. Тиме се скраћује вегетациони период биљке на једну сезону, што значајно доприноси процесу семенске производње.

Утврђено је да гибберелинска киселина (GA_3) има кључну улогу у процесу вернализације, настаје као одговор биљке на хладну индукцију. Истраживачи улажу велике напоре у изналажењу комерцијалне могућности примене GA_3 , чиме би се избегла потреба за хладним третманом како би биљке прешле из вегетативне у репродуктивну фазу. Под утицајем ове киселине биљке процветају, чак и ако одсуствује хладни индукциони период (*Konig and Combrink*, 2002). Данас се зна да GA_3 остварује свој утицај тако што повећава величину меристемског региона а тиме и пропорционално увећава ћелије које иду у процес деобе (*Abdel et al.*, 2009).

Један од најпроучаванијих представника фамилије *Brassicaceae* је врста *Arabidopsis thaliana*. Њен геном је веома подесан за генетичка испитивања.

Генетичким испитивањима процеса цветања доказано је да је процес цветања код ове врсте у првој години онемогућен или блокиран репресором названим *AtFLC* (*Arabidopsis thaliana* Flowering Locus Center) (Burn *et al.*, 1993; Clarke and Dean, 1994; Johanson *et al.*, 2000; Koornneef *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 1993; Michaels *et al.*, 2004; Poduska *et al.*, 2003; Zhang and van Nocker, 2002). Аналогно закону хомологих серија у варирању својстава (Вавилов, 1935), исти овакви гени репресори цветања постоје и у осталим двогодишњим врстама ове фамилије. Тачније код купуса главичара постоји *BoFLC* (*Brassica oleracea* Flowering Locus Center) група гена репресора цветања (*BoFLC 1*, *BoFLC 2*, *BoFLC 3*, *BoFLC 5*) од којих је најзначајнији *BoFLC 2* цветни репресорни ген (Osborn *et al.*, 1997).

Циљ истраживања био је да се детаљно проучи утицај године на презимљавање биљака *in vivo* као и на остале особине. Да би биљке неометано доживеле репродуктивни преображај, неопходно је да период ниских позитивних температура буде континуиран и непрекидан дужим осцилацијама негативних температура.

На основу података приказаних у табели 6 можемо да закључимо да се највећи проценат вернализације догодио код хибрида *Scc x B* у контроли и износио је 82,5% и то у првој сезони (2010/11) експеримента у другом и трећем року сетве као и треће сезоне (2012/13) у првом року сетве. У условима хладне, друге сезоне, показује отпорност на зиму и даје врло висок проценат вернализације у првом и другом року сетве 72,5% и 77,5%. Одступања у свим роковима сетве осим трећег рока друге сезоне нису статистички значајна. У другој сезони у свим роковима сетве и свим генотиповима изражен је нижи проценат вернализације осим за овај хибрид.

На већи проценат вернализације код раног генотипа *N* у контроли утицао је каснији рок сетве (15. септембар) у свим сезонама: 2010/11 – 65,0%, 2011/12 – 72,5%, 2012/13 – 52,5%. У првој сезони истраживања (2010/11) су се, код истог генотипа *N*, рокови сетве показао статистички значајним на проценат вернализације. У другој сезони (2011/12) *lsd* тестом утврђена статистичка значајност ($p < 0,01$), другог и трећег рока сетве у односу на први, на проценат вернализације, табела 6.

Табела 5 – ANOVA за вернализацију биљака

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	47,53	0,62	2,63	3,84
Генотип (A)	5	7935,37**	104,79	2,24	3,07
Година (B)	2	39037,73**	515,53	3,02	4,67
Третман GA ₃ (C)	1	24903,70**	328,87	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	1723,15**	22,76	3,02	4,67
AB	10	3330,51**	43,98	1,86	2,38
AC	5	2208,70**	29,17	2,24	3,07
AD	10	445,09**	5,88	1,86	2,38
BC	2	1934,95**	25,55	3,02	4,67
BD	4	2466,20**	32,57	2,40	3,38
CD	2	317,59*	4,19	3,02	4,67
ABC	10	646,62**	8,54	1,86	2,38
ABD	20	720,23**	9,51	1,60	1,94
ACD	10	778,43**	10,28	1,86	2,38
BCD	4	259,26**	3,42	2,40	3,38
ABCD	20	358,01**	4,73	1,60	1,94
Грешка	321	75,72			
Укупно	431				

Касни генотип B у контроли у временски стабилнијим годинама (сезоне 2010/11 и 2012/13) повољно реагује на ранију сетву при чему проценти вернализације износе 70,0% и 72,5%, рокови сетве статистички значајно утичу на проценат вернализације. Показао се неотпоран у условима дужег излагања ниским температурама у другој сезони испитивања (2011/12).

Касни генотип Scc у контроли показао је у прве две сезоне статистичку значајност другог рока сетве на проценат вернализације у односу на остале рокове. У трећој сезони (2012/13), у којој није било екстрема у погледу ниских температура, генотип Scc у првом року сетве (15. авг.) са 75,0% вернализације био је статистички значајан, у односу на остале рокова сетве (1. сеп., 15. сеп.).

Табела 6 - Средње вредности вернализације (%) и коефицијент варирања (%)

Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA ₃	Вернализација					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)
Scc	I	Контрола	32,5	29	17,5	28	75,0	23
	II		47,5	19	32,5	15	35,0	16
	III		36,0	26	12,5	30	17,5	28
	I	Третман GA ₃	25,0	23	10,0	0	70,0	12
	II		22,5	22	10,0	0	10,0	0
	III		48,0	11	10,0	0	15,0	31
N	I	Контрола	45,0	13	10,0	0	67,5	14
	II		25,0	23	47,5	20	70,0	11
	III		65,0	19	52,5	15	72,5	23
	I	Третман GA ₃	10,0	0	10,0	0	47,5	0,2
	II		10,0	35	10,0	0	70,0	0,1
	III		27,5	35	12,5	35	67,5	14
B	I	Контрола	70,0	20	15,0	30	72,5	17
	II		60,0	23	17,5	10	42,5	22
	III		53,0	10	22,5	22	22,5	22
	I	Третман GA ₃	42,5	30	10,0	0	55,0	10,5
	II		75,0	8	10,0	0	70,0	16,5
	III		67,5	18	10,0	0	62,5	20
Scc x N	I	Контрола	32,5	15	10,0	0	65,0	9
	II		45,0	22	32,5	15	65,0	9
	III		25,0	23	27,5	18	65,0	15
	I	Третман GA ₃	10,0	0	25,0	23	62,5	24
	II		10,0	0	20,0	0	50,0	16
	III		25,0	23	10,0	0	57,0	20
Scc x B	I	Контрола	80,0	10	72,5	13	82,5	11
	II		82,5	15	77,5	12	75,0	17
	III		82,5	6	50,0	16	67,5	14
	I	Третман GA ₃	57,5	16	17,5	28	75,0	17
	II		67,5	14	17,5	28	60,0	23
	III		67,5	7	15,0	35	42,5	22
B x N	I	Контрола	49,0	16	47,5	20	55,0	23
	II		65,0	9	45,0	13	55,0	11
	III		72,0	7	27,5	18	57,5	17
	I	Третман GA ₃	27,5	18	22,5	22	60,0	19
	II		40,0	20	27,5	18	40,0	0
	III		17,5	28	10,0	0	27,5	18
lsd _{0,05}			11,89		9,41		14,22	
lsd _{0,01}			15,73		12,45		18,82	

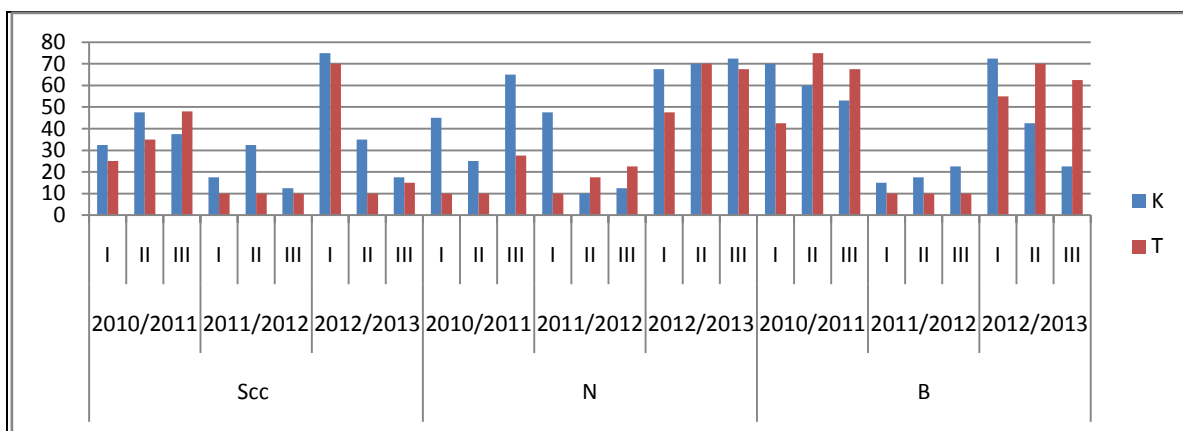
Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

Анализирајући вредности процента вернализације у трећој, топлој (2012/13), сезони извођења експеримента у контроли, примећена је стабилизација процента вернализације свих хибридних комбинација у свим роковима сетве. Вредност процента вернализације између рокова није била статистички значајна.

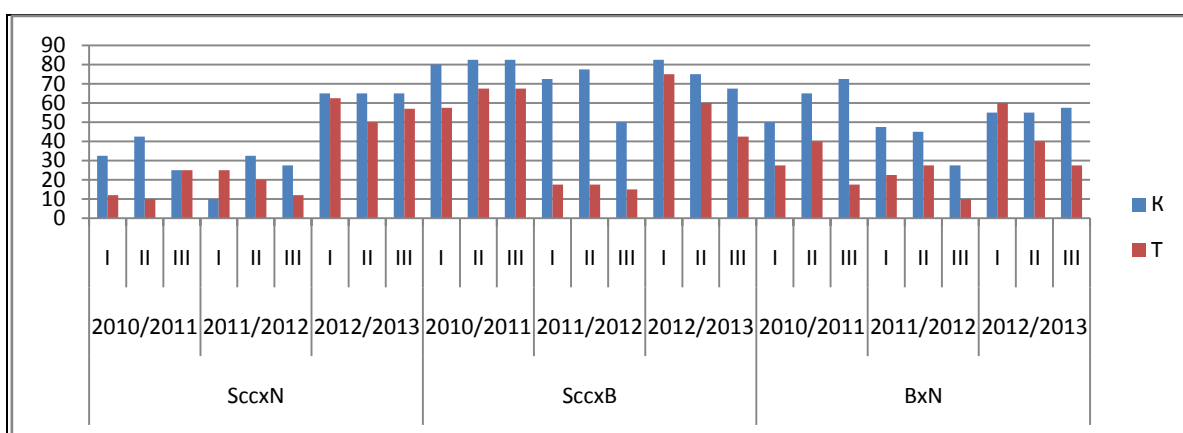
Код хибрида $B \times N$ у контроли у првој (2010/11) и трећој (2012/13) сезони (прва сезона - статистички значајан други и трећи рок у односу на први). Овакви резултати процента вернализације уочени су код његовог раног родитеља генотипа N посматрани у истим сезонама. У условима хладне зиме (2011/12), хибрид $B \times N$, се понаша као и касни родитељ B , тиме што су констатовани виши проценти вернализације код првог (15. авг.) и другог рока сетве (1. сеп.) – први и други рок су статистички значајни у односу на први рок.

Хибрид $Scc \times N$ у контроли у прве две сезоне показао је статистичку значајност процента вернализације другог рока сетве у односу на први и трећи рок индентично као код родитеља Scc . У трећој сезони (2012/13) уочено је да је вернализације у свим роковима сетве била стабилна – 65,0% и да су и коефицијенти варијације у првом и другом року сетве индентични – 9%.

Третман GA_3 у већини случајева је статистички значајно смањио проценат вернализације, осим у следећим случајевима: а) у првој сезони (2010/11) код генотипа Scc у трећем року сетве у односу на контролу на нижем нивоу значајности, б) у првој (2010/11) и трећој сезони (2012/13) у другом и трећем року сетве код генотипа B статистички значајно повећање процента вернализације у односу на контролу, в) код хибридне комбинације $B \times N$ у трећој сезони (2012/13) у првом року сетве (Графикони 4 и 5).



Графикон 4 - Вернализација (%) код родитељских генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве (2010/2011; 2011/2012; 2012/2013) – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)



Графикон 5 - Вернализација (%) код $F1$ хибрида кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве (2010/2011; 2011/2012; 2012/2013) – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)

Посматрајући вредност просечних температура (Графикон 1а, 1б и 1в), температура нижа или једнака $5^{\circ}C$ догађала се: половином новембра у другој сезони, половином децембра у првој и трећој сезони. У све три сезоне просечна температура од $5^{\circ}C$ окончава се у првој декади марта. Што се тиче просечних минималних температура у другој сезони од половине октобра наступају оптималне температуре, а у првој и трећој сезони од половине новембра и трају до прве половине априла. Овим временским интервалима обезбеђује се 90 дана одговарајућих температура

неопходних да се изврши процес трансформације примарног-вегетативног у секундарни-репродуктивни меристем. Третман гиберелином је статистички значајно утицао на време појаве првих цветоносних стабала у третману (Слике 10 и 11), о чему ће бити више речи о поглављу о времену цветања.

Ефекат вернализације и фотопериодизма (дужине дана) на број листова код *Arabidopsis thaliana* L. изучавали су *Karlesson et al.* (1993) и утврдили да у условима кратког дана кроз стадијум вернализације пролазе биљке са мањим вегетативним стадијумом него у условим дугог дана када биљке пролазе фотопериодски пут цветања и захтевају већи вегетативни пораст.

Упоређујући регулацију гена цветања између *Arabidopsis thaliana* L. и *Brassica oleracea* var. *capitata* L. путем вернализације, утврђено је да први може проћи стадијум вернализације и у стању семена које се излаже одговарајућим температурама у одређеном року, док други, купус главичар, искључиво може да прође кроз вернализацију у одређеном вегетативном стадијуму (*Lin et al.*, 2005). Циљ истраживања је био да се управо одреди који је то оптимални вегетативни стадијум који ће резултирати највећим процентом јаровизираних биљака.

Процес вернализације условљен је ниским позитивним температурама, просечно $+5^{\circ}\text{C}$ (*Friend et al.*, 1985).



Слика 10 - Вегетативни изглед биљака у контроли, крај марта и почетак априла 2013. године



Слика 11 - Прорастање цветоносних стабала као последица третмана GA_3 , третман крај марта почетак априла 2013. године

5.2.3. Маса биљке

Надземна маса биљке најчешће у семенарским огледима се мери у циљу одређивања жетвеног индекса (Боројевић, 1992). Надземна маса биљке у генеративној фази мерена је у фази пуне зрелости, када је биљка отпустила највећи проценат физиолошке воде (Слика 12).



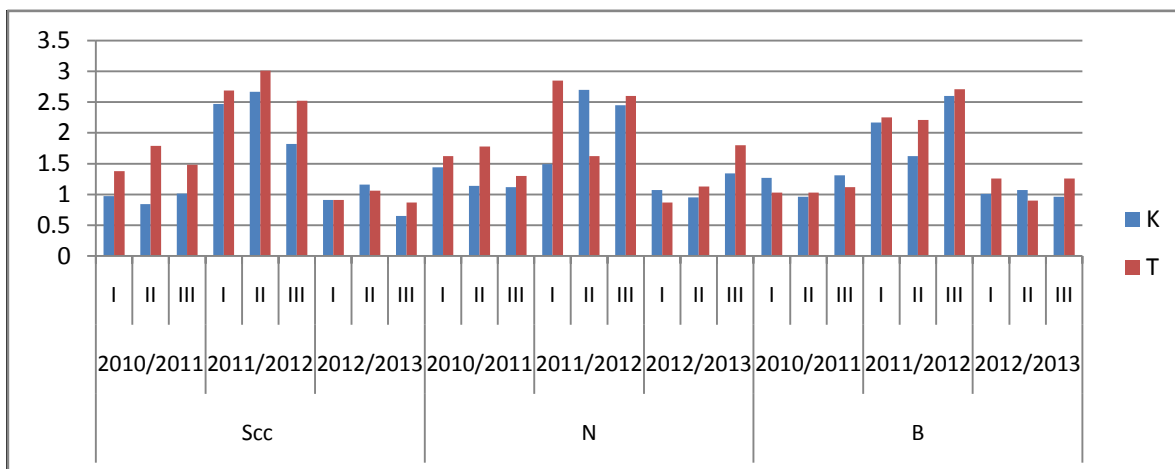
Слика 12 - Надземна биомаса (мерење техничком вагом)

У циљу утврђивања статистичке значајности утицаја фактора: генотипа, године, третманана са GA_3 , рока сетве и њихових интеракција на масу биљке коришћена је четворофакторијелна анализа варијансе. Утврђена је статистичка значајност ($p < 0,01$), свих фактора као и њихових интеракција на масу биљака (Табела 7).

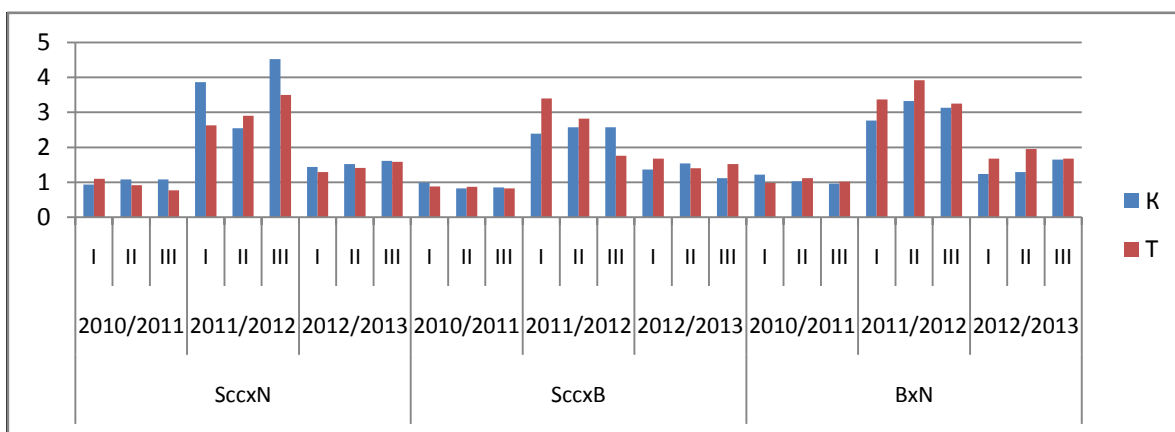
Табела 7: ANOVA за масу биљке

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	0,04	0,48	2,63	3,84
Генотип (A)	5	7,56**	84,96	2,24	3,07
Година (B)	2	16,87**	189,7	3,02	4,67
Третман GA_3 (C)	1	20,43**	229,67	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	1,24**	13,94	3,02	4,67
AB	10	6,70**	75,37	1,86	2,38
AC	5	1,13**	12,66	2,24	3,07
AD	10	1,06**	11,97	1,86	2,38
BC	2	33,22**	17,26	3,02	4,67
BD	4	1,54**	20,73	2,40	3,38
CD	2	1,84**	13,66	3,02	4,67
ABC	10	1,21**	10,87	1,86	2,38
ABD	20	0,97**	20,74	1,60	1,94
ACD	10	1,84**	10,28	1,86	2,38
BCD	4	2,31**	26,03	2,40	3,38
ABCD	20	1,49**	16,71	1,60	1,94
Грешка	321	0,09			
Укупно	431				

Посматрајући табелу 8 и графиконе 6 и 7, можемо закључити да је друге сезоне огледа маса биљака била већа у односу на остале сезоне. Највећа маса биљака запажена је у контроли трећег рока сетве код хибрида $Scc \times N$ - 4,52 kg. Најниже вредности констатоване су код хибридне комбинације $Scc \times B$ у првој сезони огледа и кретале су се од 0,82-0,99 kg, без статистички значајног одступања међу роковима сетве у контроли и третману (Табела 8).



Графикон 6 – Маса биљке (kg) код родитељских генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)



Графикон 7 - Маса биљке (kg) код $F1$ хибрида кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)

Код касног генотипа Scc статистички значајно одступање догодило се у другом року сетве у односу на први рок контроле прве сезоне (2010/11) ($p < 0,05$). У погледу масе биљке, на оба нивоа значајности ($p < 0,05$), догодило се одступање првог и другог рока сетве у односу на трећи рок, као и други рок у односу на трећи рок треће сезоне. Маса биљке је друге (2011/12) и треће сезоне (2012/13) у контроли у другом року била је највиша.

Табела 8: Просечне вредности масе биљака (kg) и коефицијент варирања (%)

Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Маса бильке					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$ (kg)	Cv (%)	$\bar{x}$ (kg)	Cv (%)	$\bar{x}$ (kg)	Cv (%)
Scc	I	Контрола	0,97	16	2,47	17	0,91	19
	II		0,84	13	2,67	6	1,16	32
	III		1,02	14	1,82	3	0,65	29
	I	Третман GA_3	1,38	9	2,69	12	0,91	22
	II		1,79	9	3,01	10	1,06	20
	III		1,48	16	2,52	9	0,87	22
N	I	Контрола	1,44	12	1,49	21	1,07	21
	II		1,14	4	2,03	11	0,95	13
	III		1,12	30	1,18	4	1,34	27
	I	Третман GA_3	1,62	41	2,85	6	0,87	13
	II		1,78	25	2,70	4	1,13	14
	III		1,30	11	2,45	12	1,80	14
B	I	Контрола	1,27	12	2,17	21	1,01	9
	II		0,96	20	1,62	6	1,07	29
	III		1,31	8	2,60	13	0,96	5
	I	Третман GA_3	1,03	18	2,25	5	1,26	11
	II		1,03	7	2,21	9	0,90	9
	III		1,12	15	2,71	15	1,26	27
Scc x N	I	Контрола	0,93	27	3,86	27	1,44	21
	II		1,08	6	2,55	5	1,52	14
	III		1,08	38	4,52	12	1,61	18
	I	Третман GA_3	1,10	18	2,63	8	1,29	27
	II		0,92	11	2,90	13	1,41	29
	III		0,77	9	3,5	5	1,58	16
Scc x B	I	Контрола	0,99	2	2,39	4	1,36	9
	II		0,82	17	2,57	13	1,54	18
	III		0,85	22	2,57	17	1,12	19
	I	Третман GA_3	0,88	8	3,40	2	1,68	15
	II		0,87	30	2,82	5	1,40	12
	III		0,82	22	1,76	29	1,52	4
B x N	I	Контрола	1,22	9	2,77	20	1,24	25
	II		1,03	11	3,32	20	1,29	14
	III		0,96	9	3,13	12	1,65	12
	I	Третман GA_3	0,98	29	3,37	6	1,68	17
	II		1,12	18	3,92	7	1,95	18
	III		1,02	14	3,25	12	1,68	11
$lsd_{0,05}$			0,33		0,54		0,36	
$lsd_{0,01}$			0,44		0,71		0,48	

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

Маса биљака код генотип *B* испољила је статистичку значајност у првој сезони (2010/11) трећег рока сетве у односу на други рок ($p < 0,05$). Највећу надземну масу биљака је показала у трећем року сетве друге сезоне (2011/12) која је статистички значајна ($p < 0,05$) у односу на први рок. У трећој сезони (2012/13) генотип је испољио стабилност у погледу надземне масе биљке, рокови сетве нису утицали на масу биљака.

Рани генотип *N* је у првој сезони показао стабилност по роковима сетве у погледу масе биљке. У другој сезони (2011/12) виша је просечна вредност масе биљке у други рок сетве у односу на први статистички значајно ($p < 0,05$), а у односу на трећи рок статистички врло значајно ($p < 0,01$). У трећој сезони (2012/13) просечне вредности масе биљака су у трећем року сетве биле више у односу на други рок ($p < 0,05$).

Хибридна комбинација *Scc x B* је показала изузетну стабилност у погледу масе биљака у овирима сваке испитиване сезоне појединачно, тј. просечне вредности масе биљака нису на основу *lsd* теста статистички значајно одступале једна од друге у зависности од рока сетве. Није било значајних статистичких одступања у роковима сетве у оквирима сезона појединачно, али се показало значајно одступање масе биљака у годинама огледа (Табела 8).

Хибрид *B x N* испољио је стабилност у првој сезони експеримента као и рани родитељ *N*. У другој сезони (2011/12) огледа други рок сетве у погледу висине просечних вредности масе биљака је испољио значајност ($p < 0,05$) у односу на први рок, понаша се индентично раном родитељу *N*. У трећој сезони (2012/13) се такође хибрид *B x N* понашао као рани родитељ *N*, у погледу висине просечних вредности масе биљака, у којој трећи рок сетве испољио значајно више вредности масе биљака у односу на први и други рок сетве ($p < 0,05$).

Scc x N хибридна комбинација показала је стабилност масе биљака у односу на рок сетве, није било статистички значајних одступања између рокова сетве. У другој сезони (2011/12) на основу *lsd* теста констатовано је да су сви рокови сетве показали статистичку значајност у погледу масе биљака, с тим што су просечне вредности масе биљака биле највише у трећем року сетве.

Третман GA_3 показао је статистички значајан утицај на масу биљке (Табела 8). У многим случајевима дошло је до повећања биомасе биљке. На статистички значајно повећање биомасе биљке најбоље је реаговао касни генотип *Scc*, у првој сезони (2010/11) у свим роковима сетве констатовано је врло статистички значајно ($p < 0,01$), повећање биомасе биљке под утицајем третмана GA_3 .

Табела 9 - Ефекат третмана GA_3 на масу биљке - поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана („+“ - повећање вредности особине; * $p > 0,05$, ** $p > 0,01$; „-“ - смањење вредности особине; * $p > 0,05$, ** $p > 0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона						
		2010/2011		2011/2012		2012/2013		
		lsd _{0,05} =0,33 lsd _{0,01} =0,44		lsd _{0,05} =0,54 lsd _{0,01} =0,71		lsd _{0,05} =0,36 lsd _{0,01} =0,48		
<i>Scc</i>	I	+	-0,41 **	+	-0,22	-	0	
	II	+	-0,95 **	+	-0,34	-	0,1	
	III	+	-0,46 **	+	-0,7 *	+	-0,22	
<i>N</i>	I	+	-0,18	+	-1,36 **	-	0,2	
	II	+	-0,64 **	-	1,08 **	+	-0,18	
	III	+	-0,18	+	-0,15	+	-0,46	*
<i>B</i>	I	-	0,24	+	-0,08	+	-0,25	
	II	+	-0,07	+	-0,59 *	-	0,17	
	III	-	0,19	+	-0,11	+	-0,3	
<i>Scc x N</i>	I	+	-0,17	-	1,23 **	-	0,15	
	II	-	0,16	+	-0,35	-	0,11	
	III	-	0,31	-	1,02 **	-	0,03	
<i>Scc x B</i>	I	-	0,11	+	-1,01 **	+	-0,32	
	II	+	-0,05	+	-0,25	-	0,14	
	III	-	0,03	-	0,81 **	+	-0,4	
<i>B x N</i>	I	-	0,24	+	-0,6 *	+	-0,44	*
	II	+	-0,09	+	-0,6 *	+	-0,66	**
	III	+	-0,06	+	-0,12	+	-0,03	

Посматрано по свим сезонама и за све генотипове укупно највише је статистички значајних реаговања на третман GA_3 било у другој сезони (2011/12) и то укупно 10, од којих је било три врло статистички значајна одступања у негативном смислу, тј. на смањење биомасе биљке у односу на контролу. Негативни ефекат

гиберелина одразио се код хибридних комбинација $S_{cc} \times B$, у трећем року сетве, као и код $S_{cc} \times N$ у првом и трећем року сетве, друге сезоне (2011/12) огледа када су и временски услови били екстремно хладни (Табела 9).

5.2.4. Маса семена по биљци

Кроз три различите сезоне у огледу утврђено је значајно варирање масе семена по биљкама у зависности од генотипа, године (сезоне), третмана GA_3 и рока сетве (Табела 10).

Табела 10: ANOVA за масу семена по биљци

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	75,21	0,75	2,63	3,84
Генотип (A)	5	14124,19**	140,67	2,24	3,07
Година (B)	2	163241,75**	1625,80	3,02	4,67
Третман (C)	1	10177,44**	101,36	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	2905,67**	28,94	3,02	4,67
AB	10	8821,95**	87,86	1,86	2,38
AC	5	1875,87**	18,68	2,24	3,07
AD	10	804,29**	8,01	1,86	2,38
BC	2	408,39*	4,07	3,02	4,67
BD	4	1057,90**	10,54	2,40	3,38
CD	2	1380,14**	13,75	3,02	4,67
ABC	10	1633,07**	16,26	1,86	2,38
ABD	20	807,43**	8,04	1,60	1,94
ACD	10	238,33**	2,37	1,86	2,38
BCD	4	1363,05**	13,5	2,40	3,38
ABCD	20	759,42**	7,56	1,60	1,94
Грешка	321	100,41			
Укупно	431				

Табела 11 - Просечне вредности масе семена по биљци (g) и коефицијент варирања (%)

Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Маса семена по биљци					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$ (g)	Cv (%)	$\bar{x}$ (g)	Cv (%)	$\bar{x}$ (g)	Cv (%)
<i>Scc</i>	I	Контрола	64,33	13	2,35	5	56,00	9
	II		74,50	10	3,37	4	51,75	5
	III		59,50	7	1,90	4	17,75	4
	I	Третман GA_3	46,25	10	1,87	4	52,50	7
	II		88,50	12	7,60	8	53,75	7
	III		47,50	19	1,72	5	20,50	6
<i>N</i>	I	Контрола	60,00	7	8,40	4	52,17	12
	II		57,72	9	3,99	2	37,00	11
	III		53,78	2	1,60	8	44,78	13
	I	Третман GA_3	14,50	9	0	0	56,00	6
	II		20,75	5	0	0	60,34	9
	III		41,75	7	0	0	30,00	7
<i>B</i>	I	Контрола	61,78	6	0,85	7	42,50	3
	II		57,48	18	0	0	23,00	7
	III		53,13	13	5,10	13	17,12	10
	I	Третман GA_3	52,40	28	1,07	12	74,00	7
	II		76,51	22	0	0	20,00	4
	III		34,00	14	0	0	23,50	15
<i>Scc x N</i>	I	Контрола	59,05	16	24,95	17	145,40	28
	II		73,13	14	21,90	20	88,75	5
	III		57,21	19	15,07	10	177,06	10
	I	Третман GA_3	57,55	13	6,62	14	85,42	11
	II		26,98	25	12,60	12	108,39	27
	III		31,39	26	0	0	103,49	25
<i>Scc x B</i>	I	Контрола	60,68	5	17,97	28	127,65	26
	II		54,95	22	10,30	19	109,29	8
	III		52,31	28	2,45	26	119,48	10
	I	Третман GA_3	65,53	26	18,13	15	93,40	9
	II		53,06	17	2,13	3	73,75	7
	III		57,28	12	5,25	23	50,25	8
<i>B x N</i>	I	Контрола	73,00	6	20,78	28	90,01	2
	II		73,58	3	13,75	11	71,22	2
	III		69,25	21	19,70	21	105,37	2
	I	Третман GA_3	58,18	4	4,00	9	109,40	9
	II		55,54	7	5,27	8	109,84	16
	III		45,81	26	0	0	76,68	13
<i>lsd</i> _{0,05}			13,38		2,81		19,21	
<i>lsd</i> _{0,01}			17,71		3,71		25,42	

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

Ефекат рока сетве на просечну масу семена по биљци код касног генотипа *Scc* испољио је значајност у првој (2010/11) и трећој сезони (2012/13) извођења експеримента. Генерално анализирајући просечне вредности масе семена у свим сезонама утврђене су највеће вредности код другог рока сетве (1. септембар). Маса семена по биљци у првој сезони (2010/11) у другом року сетве има статистички значајно више вредности у односу на трећи рок сетве, док статистички врло значајно у првом и другом року сетве, у трећој сезони (2012/13), маса семена по биљци има више вредности у односу на трећи рок сетве ($p<0,01$).

Рани генотип *N* испољио је стабилност у особини просечна маса семена по биљци у свим сезонама осим у другој сезони у којој су владали екстремни услови на крају периода презимљавања (Табела 11; Графикони 8 и 9).

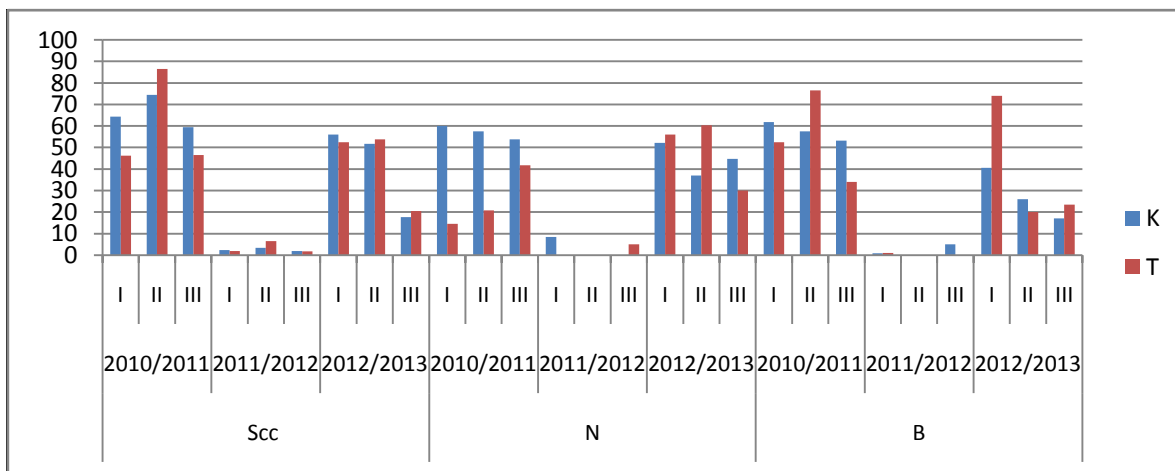
Касни родитељ *B* показао је различите вредности масе семена по биљци у све три сезоне. У првој сезони овај генотип је испољио стабилност и није било значајних одступања ове особине кроз рокове сетве. У другој, екстремно хладној сезони (2011/12) на крају периода презимљавања, генотип је показао статистички врло значајно ($p<0,01$) вишу просечну вредност масе семена по биљци трећег рока сетве у односу на остале рокове. У трећој сезони, у којој није било дужег временског периода са негативним просечним дневним температурама, највиша вредност просечне масе семена по биљци измерена је у првом року сетве, статистички значајно одступање са другим роком сетве ($p<0,05$) и статистички врло значајно одступање са трећим роком ($p<0,01$). У трећој години (2012/13), повољној за презимљавање, касни генотипови *Scc* и *B* испољили су слична статистичка одступања по роковима сетве за особину маса семена по биљци.

Хибрид касних родитеља *Scc* и *B* (*Scc* x *B*) показује стабилност у првој и трећој сезони и нема значајних одступања у погледу маса семена по биљци. У другој сезони (2011/12) први рок сетве статистички врло значајно има вишу вредност масе семена по биљци у односу остале рокове сетве ($p<0,01$).

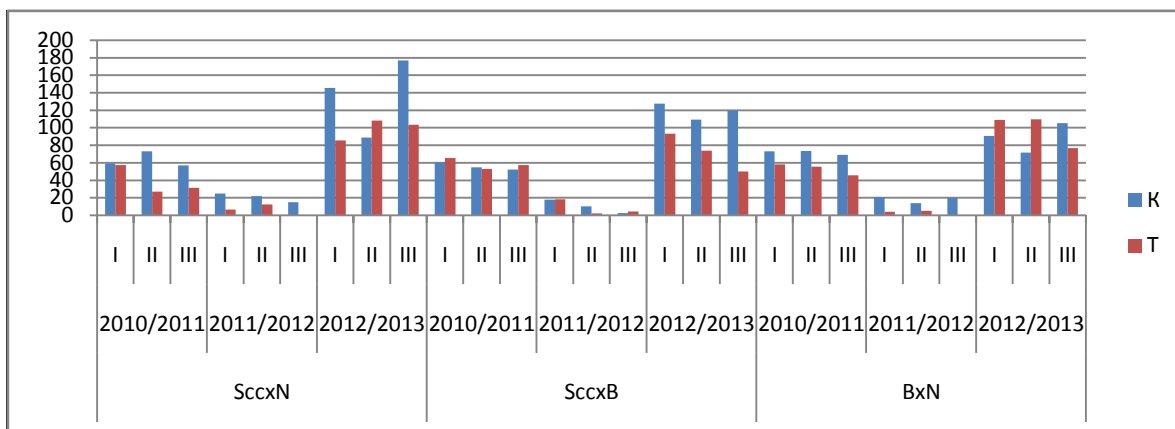
Хибрид *B* x *N* је испољио стабилност масе семена по биљци у првој сезони (2010/11) – није било статистички значајних разлика међу роковима сетве. У другој сезони (2011/12) први и трећи рок сетве статистички врло значајно ($p<0,01$) одступа

од другог рока сетве који има нижу вредност масе семена по биљци. Код раног родитеља овог хибрида *N* у другој сезони (2011/12) први рок сетве има вишу вредност особине у односу на остале, док код касног родитеља овог хибрида *B* трећи рок сетве има највишу вредност масе семена по биљци у односу на остале рокове сетве, док хибрид, «као сублимат» има и у првом и у трећем року вишу вредност особине у односу на други рок. У трећој сезони (2012/13) хибрид *B* x *N*, индентично касном родитељу *B*, првим роком одступа од другог са статистички значајно вишој просечној вредности масе семена по биљци ($p < 0,05$). Трећи рок у трећој сезони (2012/13), статистички врло значајно по вредности особине одступа од другог рока сетве ($p < 0,01$).

Хибрид *Scc* x *N* у првој сезони понаша се као касни родитељ, други рок има више вредности значајно ($p < 0,05$) у просечној маси семена по биљци у односу на први и други рок сетве. У другој сезони понаша се као рани родитељ *N*, први рок сетве по особини просечној маси семена по биљци има вишу вредност од осталих статистички значајно ($p < 0,05$). Код овог хибрида у трећој сезони (2012/13) констатована је и највиша просечна вредност масе семена по биљци – 177,06 g са релативно ниским коефицијентом варијације (10%).



Графикон 7: Маса семена по биљци (g) код родитељских генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)



Графикон 8: Маса семена по биљци (g) код $F1$ хибрида кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)

У огледу је lsd – тестом утврђено седам значајних утицаја фактора третмана GA_3 на просечну масу семена по биљци ($p < 0,05$), четири су била повећање масе семена, поређено по индентичним роковима сетве контрола-третман, а од тога су се три повећања догодила у другом року сетве. Од 23 статистички врло значајне ($p < 0,01$) промене које су се манифестовале на овој особини, код 19 констатован је негативан ефекат (смањење просечне масе семена по биљци), док је у 4 случаја констатовано повећање просечне масе семена по биљци и то код генотипа B у првој сезони (2010/11) у другом року сетве и у трећој сезони (2012/13) у првом року сетве. Код хибрида $B \times N$ маса семена по биљци се повећала под утицајем третмана GA_3 у другој сезони (2011/12) у првом року сетве и у трећој сезони (2012/13) у другом року сетве.

У трећој сезони (2012/13) било је највише позитивних утицаја третмана GA_3 (маса семена у третману виша него у контроли) на масу семена по биљкама него у првој (2010/11) и другој (2011/12) сезони, табела 12.

Табела 12 - Ефекат третмана GA_3 на масу семена по биљци, поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана („+“ - повећање вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ - смањење вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона						
		2010/2011		2011/2012		2012/2013		
		$lsd_{0,05}=13,38$ $lsd_{0,01}=17,71$		$lsd_{0,05}=2,81$ $lsd_{0,01}=3,71$		$lsd_{0,05}=19,21$ $lsd_{0,01}=25,42$		
Scc	I	-	18,08 **	-	0,48	-	3,5	
	II	+	-12 *	-	3,23 **	+	2	
	III	-	13 *	-	0,18	+	2,75	
N	I	-	45,5 **	/	/	+	3,83	
	II	-	36,75 **	/	/	+	-23,33	*
	III	-	12,03	/	/	-	14,78	
B	I	-	9,38	+	-0,22	+	-33,5	**
	II	+	-19,03 **	/	/	-	6	
	III	-	19,13 **	-	5,1 **	+	6,38	
Scc x N	I	-	1,5	-	18,33 **	-	59,98	**
	II	-	46,145 **	-	9,3 **	+	-19,64	*
	III	-	25,82 **	/	/	-	73,57	**
Scc x B	I	+	4,85	+	-0,16	-	34,25	**
	II	-	1,89	-	8,17 **	-	35,54	**
	III	+	4,97	+	-1,8 *	-	69,23	**
B x N	I	-	14,82 *	+	-16,78 **	+	-19,30	*
	II	-	18,04	-	8,48 **	+	-38,26	**
	III	-	23,44 **	0	/	-	28,69	**

Akter et al. (2007) су радили на испитивању ефекта различитих концентрација гиберелинске киселине (GA_3) на компоненте приноса семена код *Brassica napus* L. Жељени ефекат повећања броја цветова и количине семена остварен је са концентрацијом од 75 и 50 ppm.

5.2.5. Жетвени индекс

Кроз три различите сезоне у огледу утврђено је значајно варирање жетвеног индекса у зависности од генотипа, године, третмана GA_3 и рока сетве (Табела 13).

Gouping and Etman (1992), *Khan* (1997) и *Akter et al.* (2007) утврдили су утицај ефекта гибберелинске киселине на жетвени индекс код уљане репице *Brassica napus* L. Утврђена је статистичка значајност ефекта овог фактора на жетвени индекс при малим концентрацијама 50-75 ppm.

Табела 13 - ANOVA за жетвени индекс

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	1,09	1,23	2,63	3,84
Генотип (A)	5	57,82**	65,08	2,24	3,07
Година (B)	2	1330,15**	1497,20	3,02	4,67
Третман (C)	1	118,62**	133,52	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	27,13**	30,54	3,02	4,67
AB	10	27,55**	31,01	1,86	2,38
AC	5	8,90**	10,02	2,24	3,07
AD	10	4,11**	4,63	1,86	2,38
BC	2	17,86**	20,12	3,02	4,67
BD	4	15,96**	17,96	2,40	3,38
CD	2	4,92**	5,54	3,02	4,67
ABC	10	15,42**	17,36	1,86	2,38
ABD	20	6,97**	7,84	1,60	1,94
ACD	10	1,86*	2,09	1,86	2,38
BCD	4	10,30**	11,59	2,40	3,38
ABCD	20	2,92**	3,29	1,60	1,94
Грешка	321	0,89			
Укупно	431				

На основу резултата приказаних у табели 14 уочена су, код касног генотипа *Scc*, статистички значајна одступања вредности жетвеног индекса у првој години експеримента код другог рока сетве у односу на остала два. У трећој сезони (2012/13) код поменутог генотипа први рок сетве је статистички значајно одступао (имао вишу вредност особине) од трећег рока сетве на основу *lsd* теста.

Табела 14 - Просечне вредности жетвеног индекса (%) и коефицијент варирања (%)

Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Жетвени индекс					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)
<i>Scc</i>	I	Контрола	6,66	5	0,09	11	6,31	21
	II		9,07	12	0,13	6	4,95	15
	III		5,93	13	0,10	1	3,95	23
	I	Третман GA_3	3,80	16	0,06	5	6,99	24
	II		4,85	13	0,25	7	5,34	10
	III		3,24	28	0,07	12	2,85	10
<i>N</i>	I	Контрола	4,19	10	0,58	22	4,95	15
	II		5,05	9	0,20	14	3,97	24
	III		5,34	21	0,14	12	3,44	14
	I	Третман GA_3	1,06	13	0	0	6,49	13
	II		1,23	22	0	0	5,42	7
	III		3,24	14	0	0	1,67	7
<i>B</i>	I	Контрола	4,98	17	0,04	19	4,02	8
	II		6,33	11	0	0	2,58	18
	III		4,02	12	0,19	5	1,79	13
	I	Третман GA_3	5,28	22	0,48	16	5,98	4
	II		7,49	9	0	0	2,23	11
	III		3,11	15	0	0	1,94	22
<i>Scc x N</i>	I	Контрола	6,77	17	0,67	21	10,08	13
	II		6,77	9	0,87	18	5,96	19
	III		5,77	25	0,34	7	11,47	22
	I	Третман GA_3	5,33	19	0,25	16	7,11	11
	II		2,92	17	0,44	8	8,38	16
	III		2,17	20	0	0	6,79	17
<i>Scc x B</i>	I	Контрола	6,30	15	0,84	15	9,51	13
	II		6,78	21	0,38	24	7,20	14
	III		6,45	19	0,09	14	11,06	10
	I	Третман GA_3	7,66	18	0,54	11	5,64	18
	II		6,39	24	0,08	4	5,27	7
	III		7,17	18	0,30	15	3,17	10
<i>B x N</i>	I	Контрола	6,06	11	0,79	12	7,49	25
	II		7,24	11	0,43	15	5,54	18
	III		7,06	20	0,63	18	6,37	16
	I	Третман GA_3	6,29	23	0,12	17	6,57	9
	II		5,17	24	0,13	11	5,72	16
	III		4,36	19	0	0	4,62	19
<i>lsd</i> _{0,05}			1,39		0,09		1,82	
<i>lsd</i> _{0,01}			1,83		0,12		2,41	

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

Код раног генотипа *N* статистички значајна одступања жетвеног индекса у односу на рок сетве догодила су се само у другој, временски неодговарајућој сезони (2011/12), први рок сетве имао је врло статистички значајно више вредности жетвеног индекса у односу на остала два рока сетве. У првој и трећој сезони испољена је стабилност у жетвеном индексу кроз све рокове сетве код раног генотипа *N*.

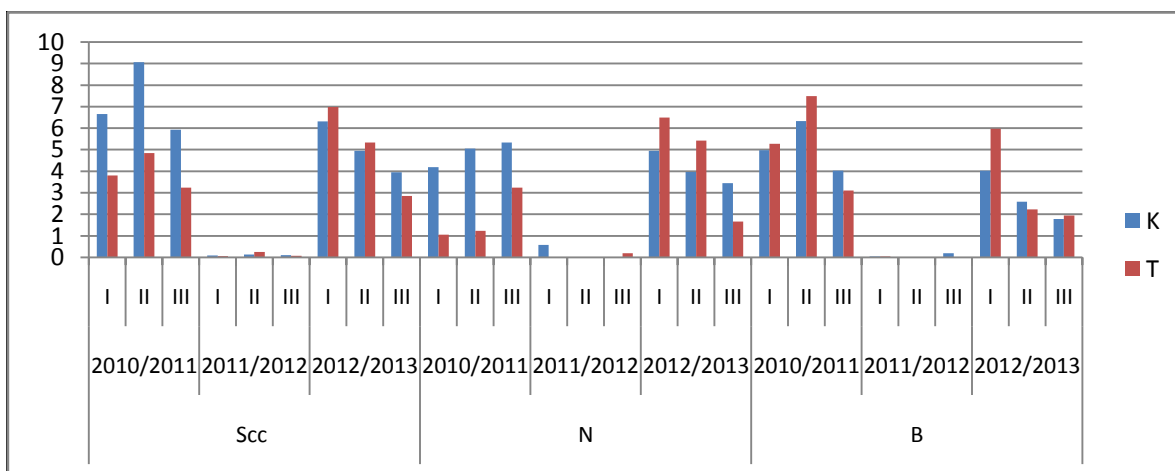
И код другог касног генотипа *B*, скоро индентично касном генотипу *Scc* се понављају одступања, наиме у првој (2010/11) и трећој (2012/13) сезони извођења огледа догодила су се статистички значајна одступања вредности жетвеног индекса у односу на рокове сетве. У првој сезони (2010/11) други рок сетве је имао статистички значајно више вредности жетвеног индекса од трећег рока сетве. У трећој сезони (2012/13) први рок сетве по вредности жетвеног индекса статистички значајно одступао од другог. Стога се и закључује да су за касне генотипове (*Scc* и *B*) у временски повољним сезонама (прва – 2010/11 и трећа – 2012/13) вредности жетвеног индекса биле више код првог и другог рока сетве у односу трећи рок сетве, што практично елиминише каснију сетву, у тим условима, од 1. септембра као економски продуктивну.

Код свих хибридних комбинација су се у нестабилној сезони (2011/12) појавила статистички значајна одступања (код родитеља то није био случај) и то код *Scc* x *B* први рок сетве има статистички значајно више вредности жетвеног индекса у односу на други и трећи рок. У трећој сезони (2012/13) трећи рок сетве статистички значајно одступа по висини вредности жетвеног индекса од другог рока сетве (као код родитеља *Scc*). Код хибрида *B* x *N* у другој години (2011/12) први и трећи рок сетве има статистички значајно више вредности жетвеног индекса од другог рока сетве. У трећој сезони (2012/13) хибрид *B* x *N*, понаша слично као родитељ *B*, у коме први рок статистички значајно има више вредности особине жетвеног индекса у односу на остале рокове сетве. Код хибрида *Scc* x *N* у другој сезони (2011/12) сви рокови одступају међу собом статистички значајно, док у трећој сезони максимална вредност жетвеног индекса забележена је у трећем року и износи 11,47%. Први и

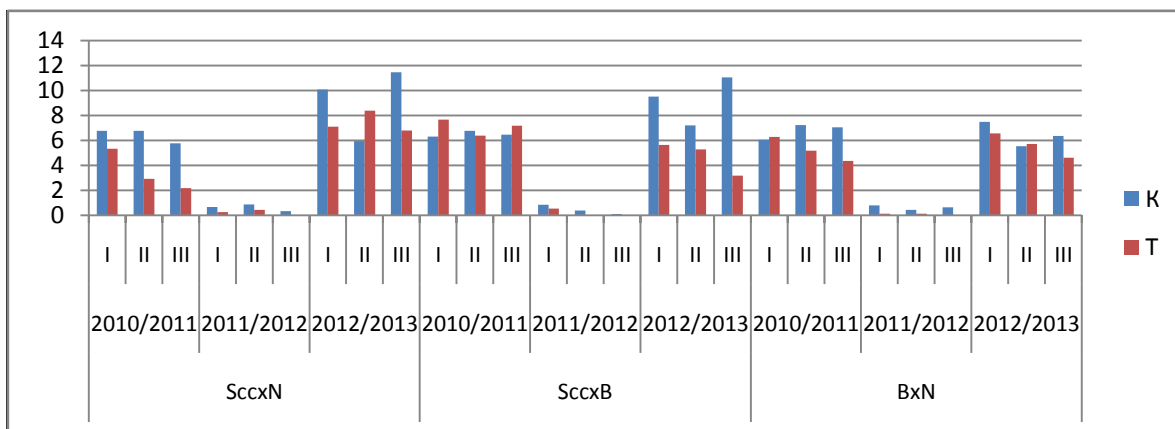
трећи рок одступа статистички значајно од другог (код родитеља *Scc* одступао је само први рок).

Rohan (2011) је утврдио значајност ефекта рока сетве на *Brassica napus* L и *Brassica juncea* L на жетвени индекс. Жетвени индекс се у три рока сетве значајно смањивао или повећавао у зависности од генотипа.

Анализирајући укупне промене које су се догодиле третманом гибберелинске киселине констатована су укупно 32 смањења и 13 увећања жетвеног индекса (Графикон 9 и 10; Табела 15). У огледу је *lsd* – тестом утврђено 22 статистички врло значајних ($p<0,01$) и 3 значајна утицаја фактора третмана GA_3 на жетвени индекс ($p<0,05$). У већини случајева третман GA_3 се негативно одразио на анализирану особину 22, а само три позитивно у другој (2011/12) и трећој (2012/13) години истраживања.



Графикон 9 – Жетвени индекс (%) код родитељских генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)



Графикон 10 - Жетвени индекс (%) код *F1* хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)

У временски најтоплијој трећој сезони (2012/13), у којој су се догодили екстремуми у погледу просечне дневне температуре у јануару 2013, у односу на вишегодишњи просек, третман GA_3 није значајно деловао на родитеље већ само на њихове хибриде (Табела 15).

Табела 15 - Ефекат третмана GA_3 на жетвени индекс, поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана („+“ - повећање вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ - смањење вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона						
		2010/2011			2011/2012			2012/2013
			$lsd_{0,05}=1,39$ $lsd_{0,01}=1,83$		$lsd_{0,05}=0,09$ $lsd_{0,01}=0,12$		$lsd_{0,05}=1,82$ $lsd_{0,01}=2,41$	
Scc	I	-	2,86	**	-	0,03	+	-0,68
	II	-	4,22	**	+	-0,12	**	-0,39
	III	-	2,69	**	-	0,03	-	1,1
N	I	-	3,13	**	/	/	+	-1,54
	II	-	3,82	**	/	/	+	-1,45
	III	-	2,1	**	/	/	-	1,77
B	I	+	-0,3		+	-0,01	+	-1,96 *
	II	+	-1,16		/	/	-	0,35
	III	-	0,91		/	/	+	-0,15
Scc x N	I	-	1,44	*	-	0,42	**	2,97 **
	II	-	3,85	**	-	0,43	**	-2,42 **
	III	-	3,6	**	/	/	-	4,68 **
Scc x B	I	+	-1,36		-	0,3	**	3,87 **
	II	-	0,39		-	0,38	**	1,93 *
	III	-	-0,72		/	/	-	7,89 **
B x N	I	-	-0,23		-	0,67	**	0,92
	II	-	2,07	**	-	0,3	**	-0,18
	III	-	2,7	**	/	/		1,75

5.2.6. Број љуски по биљци

Кроз три различите сезоне у огледу утврђено је значајно варирање броја љуски по биљкама у зависности од генотипа, године, третмана GA_3 и рока сетве (Табела 16).

Табела 16 - ANOVA за број љуски по биљци

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	9620,94	0,75	2,63	3,84
Генотип (A)	5	1671947,76**	130,90	2,24	3,07
Година (B)	2	36190627,10**	2833,46	3,02	4,67
Третман (C)	1	642335,56**	50,29	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	197803,21**	15,49	3,02	4,67
AB	10	582553,79**	45,61	1,86	2,38
AC	5	20750,21	1,62	2,24	3,07
AD	10	136693,98**	10,70	1,86	2,38
BC	2	265756,09**	20,81	3,02	4,67
BD	4	544873,82**	42,66	2,40	3,38
CD	2	172559,61**	13,51	3,02	4,67
ABC	10	111446,97**	8,73	1,86	2,38
ABD	20	191606,72**	15,00	1,60	1,94
ACD	10	16067,69	1,26	1,86	2,38
BCD	4	163901,71**	12,83	2,40	3,38
ABCD	20	73264,07**	5,74	1,60	1,94
Грешка	321	12772,59			
Укупно	431				

Akter et al. (2007) су утврдили утицај ефекта гибберелинске киселине на број фертилних љуски код уљане репице *Brassica napus* L. Утврђена је статистичка значајност концентрације од 25, 50 и 75 ppm на број љуски, где је највећи број љуски остварен при концентрацији од 50 ppm.

Дужина љуски представља важан фенотипски маркер у селекцији уљане репице и семеске производње купусњака (Diepenbrock et al., 2000).

Касни генотипови Scc и B у првој сезони (2010/11) показали су извесну стабилност у погледу значајних одступања у броју плодова (љуски по биљкама). Извесну варијабилност испољавају у другој (2011/12) и трећој (2012/13) сезони

огледа. Код генотипа *Scc* у другој – хладној сезони (2011/12) догодила су се статистички значајна одступања ($p<0,01$) првог рока сетве (15. авг.) у односу на други (1. сеп.) и трећи рок (15. сеп.), док у трећој – топлој сезони (2012/13) је први и други рок статистички значајно имао више просечне вредности борја љуски по биљкама од трећег рока сетве. Код касног генотип *B* у другој сезони (2011/12) у другом рок сетве није било вернализованих биљака па према томе није било ни плодова. Број љуски по биљци у трећем року сетве код генотипа *B* имао је више вредности, статистички значајно ($p<0,05$), у односу на просечне вредности броја љуски по биљци у првом року сетве. У топлој сезони, генотип *B*, (трећој – 2012/13), у другом року сетве у погледу просечног броја љуски по биљкама статистички значајно одступа од трећег рока сетве. (Табела 17; Графикони 11 и 12).

Број плодова (љуски) по биљци у зависности од рока сетве код раног генотипа *N* у трећој (топлој – 2012/13) сезони не варира. У првој просечној (2010/11) и другој (2011/12) хладној су примећене варијације особине у зависности од рока сетве тако да су у другом року сетве биљке имале највиши просечни број љуски и статистички значајно биле више вредности особине ($p<0,01$) у односу на први и трећи рок – важи за трећу сезону (2012/13) и у односу само на први рок, важи за просечно - топлу сезону (2010/11)

Касни хибрид *Scc* x *B* испољава стабилност у погледу варијабилности особине у првој – просечно хладној (2010/11) години. У другој сезони (2011/12) – хладној, статистички значајно други рок има више просечне вредности броја љуски по биљци, за разлику од родитеља *B* који није успео ни у једном понављању да образује плодове. У трећој (2012/13) – топлој сезони први рок сетве по особини има више вредности у односу на други рок сетве статистички значајно ($p<0,01$) и у односу на трећи рок сетве значајно ($p<0,05$), слично као родитељу *Scc*.

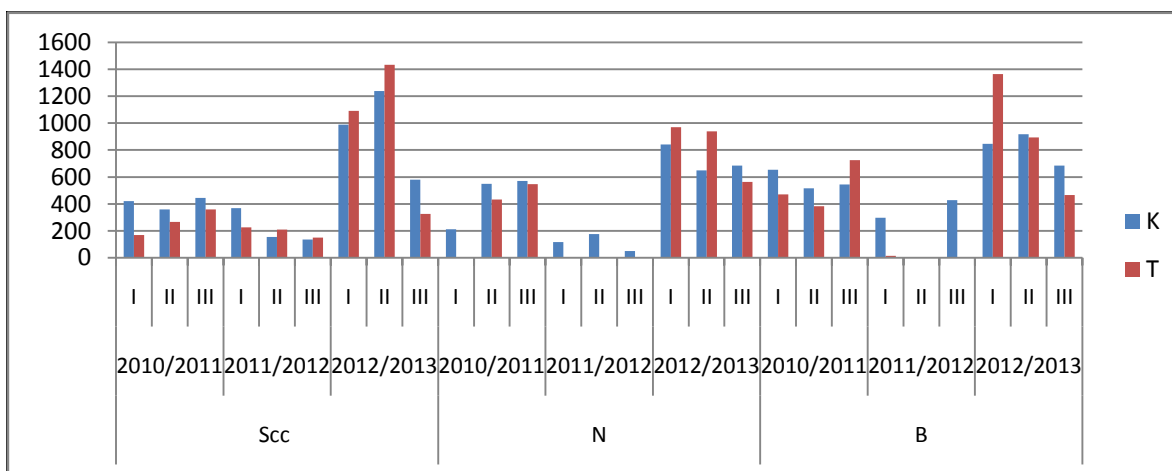
Хибрид *B* x *N* показује стабилност у погледу варијабилности броја љуски по биљци у просечно - хладној (првој – 2010/11) и топлој сезони (трећој – 2012/13), док у хладној сезони (другој - 2011/12) се статистички значајно истиче ранија сетва (први рок) у односу на касније (други и трећи рок сетве), скроз супротно од родитеља.

Табела 17 - Просечне вредности броја љуски по биљкама и коефицијент варирања (%)

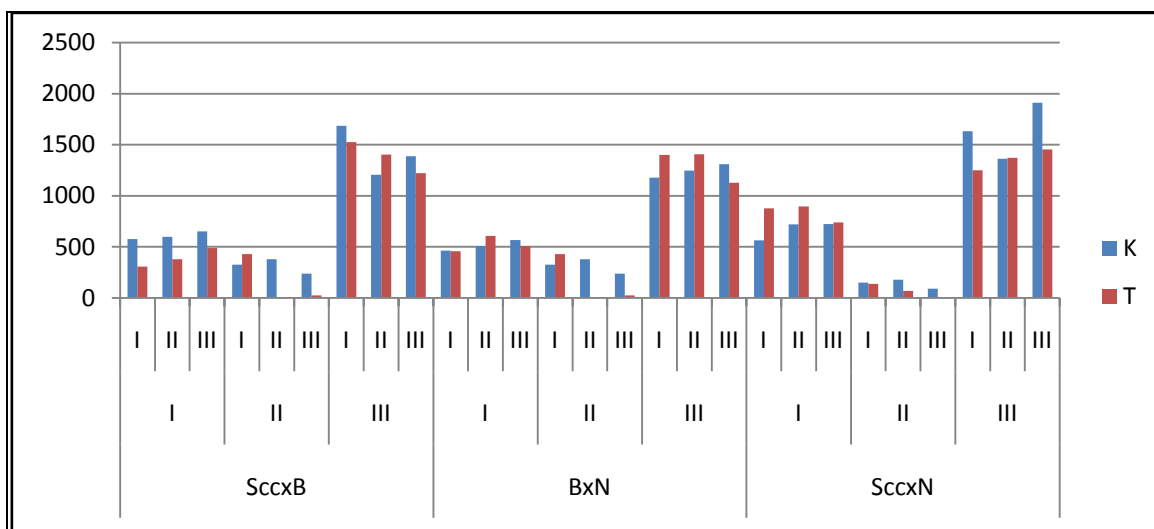
Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Број љуски по биљци					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$	Cv (%)	$\bar{x}$	Cv (%)	$\bar{x}$	Cv (%)
Scc	I	Контрола	421	9	369	8	98	14
	II		360	9	155	7	1239	7
	III		446	5	137	1	580	16
	I	Третман GA_3	169	7	225	5	1092	23
	II		266	21	210	21	1435	21
	III		359	13	150	14	325	25
N	I	Контрола	212	17	117	1	841	13
	II		550	13	176	15	650	6
	III		572	16	49	23	685	6
	I	Третман GA_3	0	0	0	0	970	14
	II		433	7	0	0	939	9
	III		546	7	0	0	563	24
B	I	Контрола	654	11	297	13	846	16
	II		515	2	0	0	920	27
	III		545	9	428	6	680	24
	I	Третман GA_3	470	2	14	1	1365	14
	II		382	15	0	0	895	8
	III		725	22	0	0	467	17
Scc x N	I	Контрола	564	11	150	15	1632	1
	II		721	15	180	11	1364	16
	III		724	22	90	2	1911	16
	I	Третман GA_3	878	15	139	8	1249	22
	II		896	12	68	25	1373	21
	III		741	9	0	0	1454	9
Scc x B	I	Контрола	577	26	326	15	1686	6
	II		598	23	379	7	1206	9
	III		651	17	237	12	1388	9
	I	Третман GA_3	308	11	430	6	1526	18
	II		527	12	0	0	1404	4
	III		490	16	25	21	122	8
B x N	I	Контрола	465	13	506	15	1177	6
	II		510	15	151	7	1247	9
	III		587	22	218	12	1311	9
	I	Третман GA_3	458	15	93	6	1401	18
	II		608	7	79	0	1407	4
	III		507	12	0	21	1129	8
$lsd_{0,05}$			119		28		240	
$lsd_{0,01}$			160		37		318	

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

Код касног хибрида *Scc* x *N* испољена су значајна одступања вредности броја љуски по биљкама у све три сезоне извођења експеримента. У прве две сезоне статистички значајно се истиче броју плодова по биљци у другом року сетве у односу на први рок сетве, индентично раном родитељу *N*. У трећој сезони (2012/13), топлој у поређењу са вишегодишњим просеком, хибрид *Scc* x *N* у трећем року сетве (15. сеп.) даје просечно 1.911 љуски по биљци, што је највиша вредност ове особине посматрано кроз све сезоне, рокове сетве и све генотипове укључене у експеримент, са коефицијентом варијације од 16% (родитељи су у индентичним роковима дали просечно код *Scc* 1.092 љуске са коефицијентом варирања 23% и *N* 685 љуски са коефицијентом варирања 6%, где се испољио релативан хетерозис (*Hr*) од 162%).



Графикон 11 – Број љуски по биљкама код родитељских генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)



Графикон 12 - Број љуски по биљкама код *F1* хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)

Lsd – тестом утврђивана је статистичка значајност утицаја третмана GA_3 (у односу на одговарајућу контролу) на просечен број љуски по биљкама. Утврђено је да постоји укупно за све сезоне извођења експеримента укупно 14 статистички врло значајних промена ($p < 0,01$) вредности особине од тога десет смањења вредности особине и четири повећања вредности просечног броја љуски по биљкама. Од четири статистички значајне промене ($p < 0,05$) три су биле смањење особине а једна повећање вредности особине под утицајем третмана GA_3 . (Табела 18).

Посматрајући по сезонама, највише значајних повећања броја љуски догодио се у првој (2010/11) сезони и трећој (2012/13) сезони: код касног генотипа *B* у трећем и у првом року сетве. Хибрид *Scc x N* у првој просечно хладној сезони (2010/11) повољно је реаговао на третман GA_3 у погледу повећања вредности особине броја љуски по биљкама у првом и другом року сетве.

Гледајући утицај третмана GA_3 на хибридне и родитељске генотипове на основу *lsd* – теста утврђујемо да су родитељски генотипови кроз све сезоне и рокове сетве били нестабилнији према утицају хормона на просечан број љуски по биљкама, табела 18.

Табела 18 - Ефекат третмана GA_3 на број љуски по биљци, поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана („+“ – повећање вредности особине: * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ - смањење вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона						
		2010/2011		2011/2012		2012/2013		
		$lsd_{0,05}=119$		$lsd_{0,05}=119$		$lsd_{0,05}=240$		
		$lsd_{0,01}=160$		$lsd_{0,01}=160$		$lsd_{0,01}=318$		
Scc	I	-	252,25 **	-	143,75 **	+	-103,5	
	II	-	93,75	+	-55,5	+	-195,5	
	III	-	87	-	-13,5	-	254,5	*
N	I	-	212,25 **	/	/	+	-128,25	
	II	-	117,25	/	/	+	-289	*
	III	-	25,5	/	/	-	122,75	
B	I	-	183,75 **	-	283,75 **	+	-519,25	**
	II	-	133 *	/	/	-	23	
	III	+	-180,75 **	/	/	-	217,25	
Scc x N	I	+	-313 **	-	11,25	-	383	**
	II	+	-173,75 **	-	112,25	+	-8,75	
	III	+	-16,25	/	/	-	457,5	**
Scc x B	I	-	269,75 **	+	-104,25	-	160	
	II	-	70,25	/	/	+	-197,5	
	III	-	161,5 *	-	212,25 **	+	164,75	
B x N	I	-	7,5	-	413,25 **	+	-224,25	
	II	+	-98,75	-	71,5	+	-159,5	
	III	-	80	/	/		182	



Слика 13 – Цела сазрела биљка у припреми за узимање података

5.2.7. Дужина љуски

Четворофакторском анализом варијансе утврђена је статистичка значајност ефекта генотипа, године, и третмана док утицај рока сетве на просечну дужину љуски није генерално показао значајан утицај те се може закључити да је ова особина испољила стабилност и независност од утицаја времена сетве (Табела 19).

Табела 19 - ANOVA за дужину љуски

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	16,4735	1,41	2,63	3,84
Генотип (A)	5	84,9530**	7,27	2,24	3,07
Година (B)	2	666,8161**	57,09	3,02	4,67
Третман (C)	1	421,6033**	36,10	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	8,0656	0,69	3,02	4,67
AB	10	29,866**	2,56	1,86	2,38
AC	5	7,2014	0,62	2,24	3,07
AD	10	11,7757	1,01	1,86	2,38
BC	2	44,5203*	3,81	3,02	4,67
BD	4	14,9336	1,28	2,40	3,38
CD	2	3,9933	0,34	3,02	4,67
ABC	10	21,7614*	1,86	1,86	2,38
ABD	20	13,5204	1,16	1,60	1,94
ACD	10	8,5799	0,73	1,86	2,38
BCD	4	15,1603	1,30	2,40	3,38
ABCD	20	13,8846	1,19	1,60	1,94
Грешка	321	11,6797			
Укупно	431				



Слика 14 - Дужина љуски (мерење просечног узорка)

Zilkah et al. (1995) су установили да деловање третмана GA_3 на дужину плода зависи од времена примене, концентрације и одговарајућег физиолошког тренутка биљке.

Највећа просечна вредност дужине љуске забележена је треће године експеримента код хибрида $B \times N$ 9,00 cm са коефицијентом варијације 7%, а најмања код генотипа B исте године у трећем року сетве 5,22 cm са коефицијентом варијације 3% (Табела 20).

Код Scc генотипа најмања просечна дужина љуске констатована је у топлој сезони (трећој – 2012/13), док је код другог касног генотипа B она забележена у хладној (другој – 2011/12) сезони. За разлику од касних генотипова рани N је показао скроз супротне вредности у односу на сезону као код касних генотипова, највећа дужина љуске измерена је у топлој (трећо – 2012/13) сезони, док је најмања просечна вредност дужине љуске забележена у просечној сезони (првој – 2010/11). Што се тиче просечних максималних вредности дужине љуске сви хибриди су показали да су се оне манифестовале у топлој сезони (трећој – 2012/13). Минималне вредности код свих хибрида испољене су у хладној сезони (другој – 2011/12), а просечне у просечној (2010/11) сезони.

Највиша вредност релативног хетерозиса (Hr) израчуната је код касног хибрида $Scc \times B$ 47,31% (Табела 21).

Табела 21 – Средње вредности и апсолутни и релативни хетерозис за особину дужина љуски (cm)

F1 хибрид	Тежина главице (kg)				Хетерозис (%)	
	$P1$	$P2$	MP	$F1$	Ha	Hr
-						
$Scc \times N$	6,51	7,07	6,79	8,08	1,29	19,00
$Scc \times B$	5,63	5,60	5,61	8,27	2,66	47,31
$B \times N$	5,60	7,07	6,34	7,80	1,47	23,13

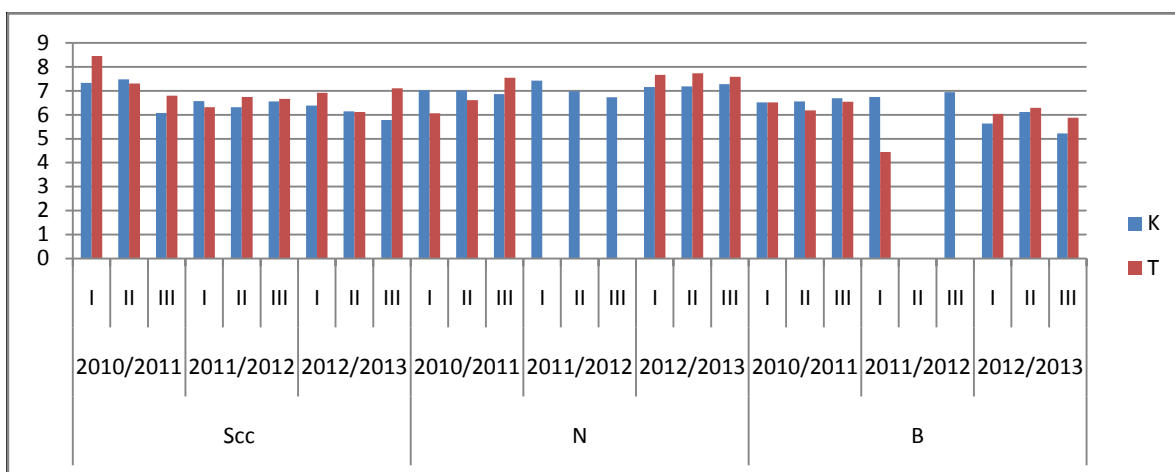
$P1$, $P2$ – средње родитељске вредности за дужину љуски, MP – средња вредност збира (средњих вредности) дужине љуски, $F1$ – дужина љуски код хибрида, Ha – апсолутни хетерозис, Hr – релативни хетерозис

Табела 20 - Просечне вредности дужине љуски (cm) и коефицијент варирања (%)

Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Дужина љуски					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$ (cm)	Cv (%)	$\bar{x}$ (cm)	Cv (%)	$\bar{x}$ (cm)	Cv (%)
Scc	I	Контрола	7,33	13	6,57	1	6,38	7
	II		7,48	4	6,32	1	6,14	9
	III		6,08	1	6,55	4	5,78	17
	I	Третман GA_3	8,45	16	7,10	10	6,92	1
	II		7,30	12	6,21	12	6,12	5
	III		6,80	8	7,23	1	7,11	3
N	I	Контрола	7,03	14	7,43	5	7,16	6
	II		7,01	6	6,98	7	7,18	6
	III		6,86	11	6,73	6	7,28	19
	I	Третман GA_3	6,06	13	0	0	7,66	12
	II		6,61	6	0	0	7,73	12
	III		7,55	1	0	0	7,58	5
B	I	Контрола	6,52	4	6,75	4	5,63	15
	II		6,55	4	0	0	6,11	18
	III		6,69	5	6,94	5	5,22	3
	I	Третман GA_3	6,51	8	4,45	6	6,03	7
	II		6,18	12	0	0	6,29	1
	III		6,54	5	0	0	5,87	2
Scc x N	I	Контрола	8,24	4	6,03	14	8,71	11
	II		9,16	7	7,12	9	8,52	5
	III		8,32	10	7,76	2	8,83	6
	I	Третман GA_3	8,14	11	7,43	1	7,86	9
	II		7,66	1	6,98	5	7,15	7
	III		8,11	4	0	0	7,24	11
Scc x B	I	Контрола	8,46	4	7,09	5	8,69	4
	II		8,29	5	7,05	6	8,85	2
	III		8,8	2	8,5	23	8,71	6
	I	Третман GA_3	7,41	14	7,08	10	8,54	2
	II		7,34	11	0	0	8,41	4
	III		8,14	9	8,94	8	8,48	3
B x N	I	Контрола	7,49	8	7,14	7	8,75	4
	II		7,05	2	7,6	8	8,48	3
	III		7,5	10	7,22	4	9,00	7
	I	Третман GA_3	8,15	3	6,86	13	8,43	3
	II		7,09	12	7,33	3	8,26	7
	III		7,58	8	0	0	7,59	3
$lsd_{0,05}$			0,91	0,69		0,79		
$lsd_{0,01}$			1,21	0,91		1,05		

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

У огледу је *lsd*-тестом утврђена значајност утицаја третмана GA_3 на дужину љуски, (*Cano-Meldrano and Darnell, 1998*). Укупно је констатовано два значајна ($p<0,05$) смањења и и једно значајно повећање просечне вредности особине под утицајем третмана GA_3 поређене по индентичним роковима сетве у оквиру истих сезона и истих генотипова, као и два статистички врло значајних ($p<0,01$) повећања особине и пет смањења дужине љуски односу на контролу (Табела 22; Графикони 13 и 14).



Графикон 13 - Дужина љуски (cm) код родитељских генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)



Графикон 14 - Дужина љуски (cm) код F1 хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)

Табела 22 - Ефекат третмана GA_3 на дужину љуски (cm), поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана („+“ - повећање вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ - смањење вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона						
		2010/2011		2011/2012		2012/2013		
			$lsd_{0,05}=0,91$ $lsd_{0,01}=1,21$		$lsd_{0,05}=0,69$ $lsd_{0,01}=0,91$		$lsd_{0,05}=0,79$ $lsd_{0,01}=1,05$	
Scc	I	+	-1,12	**	-	0,25	+	-0,54
	II	-	0,18		+	-0,43	-	0,02
	III	+	-0,72		+	-0,11	+	-1,33 *
N	I	-	0,97	*	/	/	+	-0,5
	II	-	0,4		/	/	+	-0,55
	III	+	-0,69		/	/	+	-0,3
B	I	-	0,01		-	2,3 **	+	-0,4
	II	-	0,37		/	0	+	-0,18
	III	-	0,15		/	0	+	-0,65
Scc x N	I	-	0,1		+	-1,4 **	-	0,85 *
	II	-	1,5	**	-	0,14	-	1,37 **
	III	-	0,21		/	/	-	1,59 **
Scc x B	I	-	1,05	**	-	0,01	-	0,15
	II	-	0,95	*	/	0	-	0,44
	III	-	0,66		+	-0,41	-	0,23
B x N	I	+	-0,66		+	0,28	-	0,32
	II	+	-0,04		+	0,27	-	0,22
	III	+	-0,08		/	0	-	1,41

Посматрајући сезоне (године извођења огледа) највише позитивних значајних и статистички значајних промена догодило се код хибридних генотипова у првој (2010/11) просечно хладној и трећој, топлој (2012/13) сезони. У топлој сезони (трећој – 2012/13) родитељски генотипови су у великој већини случајева манифестовали повећање дужине љуске али ни једно није били значајно. За разлику од родитеља сви хибриди су у трећој сезони претрпели негативан ефекат а међу њима два статистички врло значајна ($p<0,01$) и другог и трећег рока хибрида Scc x N, табела 22.

5.2.8. Број семена по љусци

Кроз три различите сезоне у огледу утврђено је значајно варирање броја семена по љусци у зависности од генотипа, године, третмана GA_3 и рока сетве (Табела 23).

Табела 23: ANOVA за број семена по љусци

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	2,70	0,29	2,63	3,84
Генотип (A)	5	846,59**	91,27	2,24	3,07
Година (B)	2	9977,39**	1075,61	3,02	4,67
Третман (C)	1	1307,37**	140,94	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	127,00**	13,69	3,02	4,67
AB	10	146,10**	15,75	1,86	2,38
AC	5	107,59**	11,60	2,24	3,07
AD	10	118,51**	12,78	1,86	2,38
BC	2	2102,66**	226,68	3,02	4,67
BD	4	155,66**	16,78	2,40	3,38
CD	2	114,69**	12,36	3,02	4,67
ABC	10	245,61**	26,48	1,86	2,38
ABD	20	91,63**	9,88	1,60	1,94
ACD	10	68,99**	7,44	1,86	2,38
BCD	4	156,40**	16,86	2,40	3,38
ABCD	20	78,46**	8,46	1,60	1,94
Грешка	321	9,28			
Укупно	431				

Canno-Meldarano et Darnell (1998) су утврдили редуccionи утицај у GA_3 хормона на број семена по плоду боровнице а позитиван утицај на величину плода.



Слика 15 - Семе у љускама смештено у две засебне коморе одвојене септумом

Код раног генотипа *N* на основу *lsd*-теста није утврђена зависност утицаја рока сетве на особину, те је овај генотип испољио стабилност од утицаја овог фактора (Табела 24).

Код касних генотипова *Scc* и *B*, основу *lsd*-теста, утврђена је зависност броја семена по плодовима у односу на рок сетве. Први и други рок сетве по броју семена по љусци статистички значајно има више вредности у првој (2010/11) и трећој (2012/13) сезони (просечно хладној и топлој) од трећег рока код генотипа *Scc* и треће сезоне код генотипа *B*. Друга сезона (2011/12), просечно хладна, код *Scc* родитеља показала је значајну предност ране и касне сетве у односу на средње рану. Родитељ *B* се у другој сезони (2011/12 – хладној) показао се биолошки неефикасан у другом року сетве јер ни у једном понављању није успео да доживи репродуктивни преображај и да образује плодове. Код генотипа *B* је предност у висини особине у касној сетви (трећи рок – 15. сеп.) била значајна у односу на рану сетву (први рок сетве 15. авг.).

Све хибридне биљке су у повољним сезонама за производњу (2010/11 и 2012/13) семена испољиле стабилност у односу на рок сетве за ову особину – рок сетве није статистички значајно утицао на број семена по љусци. Касни хибрид *Scc* x *B* је био стабилан чак и у неповољној години. *B* x *N* хибрид је показао статистички значајну повољност сетве у средње раном и касном року сетве (другом и трећем

Табела 24: Просечне вредности броја семена по љусци и коефицијент варирања (%)

Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Број семена по љусци					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$	Cv (%)	$\bar{x}$	Cv (%)	$\bar{x}$	Cv (%)
Scc	I	Контрола	33,13	7	24,93	3	17,39	24
	II		31,03	8	21,18	4	20,98	13
	III		27,65	18	25,91	5	12,75	19
	I	Третман GA_3	33,25	5	27,12	4	22,42	11
	II		31,25	8	21,52	6	21,53	22
	III		25,63	20	29,01	9	21,75	7
N	I	Контрола	31,25	4	21,00	7	18,29	4
	II		30,91	4	2,175	7	16,77	16
	III		29,39	5	23,25	7	20,25	20
	I	Третман GA_3	2,00	6	0	0	23,78	9
	II		31,25	4	0	0	27,23	17
	III		31,50	8	0	0	21,03	14
B	I	Контрола	31,32	4	21,50	6	15,96	17
	II		32,75	5	0	0	12,93	5
	III		33,58	8	25,03	3	7,53	18
	I	Третман GA_3	33,5	3	22,50	6	21,29	14
	II		31,42	5	0	0	21,38	5
	III		32,92	4	0	0	20,33	2
Scc x N	I	Контрола	33,12	8	22,50	6	27,75	17
	II		35,63	12	24,00	13	24,83	9
	III		34,54	5	33,75	5	27,25	11
	I	Третман GA_3	31,75	5	21,25	5	24,38	12
	II		33,25	5	20,25	6	24,94	13
	III		36,00	13	0	0	24,87	4
Scc x B	I	Контрола	34,54	1	22,50	16	26,21	4
	II		35,46	4	22,75	26	26,60	4
	III		35,50	2	21,00	20	26,89	7
	I	Третман GA_3	34,50	5	26,25	4	24,02	6
	II		33,38	4	0	0	24,22	16
	III		34,58	4	19,25	5	24,22	6
B x N	I	Контрола	33,00	6	17,75	12	25,79	5
	II		31,83	5	25,00	12	24,25	10
	III		33,98	5	27,25	23	25,33	6
	I	Третман GA_3	32,67	6	22,75	9	23,00	8
	II		34,42	15	20,50	6	23,25	8
	III		34,42	6	0	0	21,69	7
$lsd_{0,05}$			3,33		3,86		5,15	
$lsd_{0,01}$			4,41		5,11		6,82	

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

року) у односу на рани (први рок), док хибрид *Scc* x *N* показује сасвим супротан ефекат рокова сетве на број семена по љусци у односу на *B* x *N* хибрид, статистички значајне више вредности особине у касном року сетве (15. сеп.) у односу на рану (15. авг.) и средње рану (1. сеп.).

Код свих хибрида утврђене су позитивне вредности релативног хетерозиса (*Hr*) а највиша вредност од 36,6% утврђена је код касног хибрида *Scc* x *B*, табела 25.

Табела 25 – Средње вредности и хетерозис за особину број семена по љусци

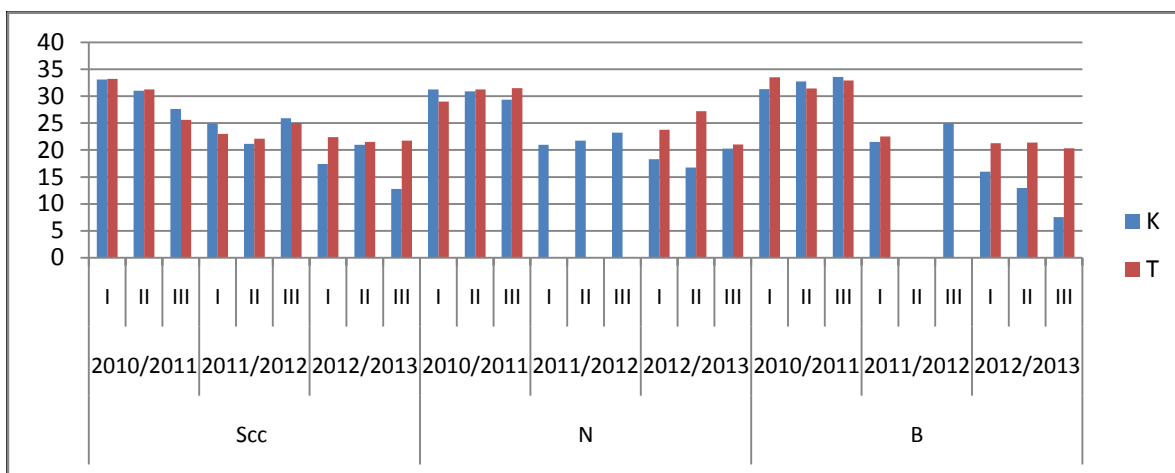
<i>F1</i> хибрид	Тежина главице (<i>kg</i>)			Хетерозис (%)		
-	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>MP</i>	<i>F1</i>	<i>Ha</i>	<i>Hr</i>
<i>Scc</i> x <i>N</i>	19,54	21,22	20,38	24,33	3,95	19,38
<i>Scc</i> x <i>B</i>	19,54	16,80	18,17	24,82	6,65	36,60
<i>B</i> x <i>N</i>	16,80	21,22	19,01	23,41	4,40	23,15

P1, *P2* – средње родитељске вредности за број семена по љусци, *MP* – средња вредност збира (средњих вредности) броја семена по љусци, *F1* – број семена по љусци код хибрида, *Ha* – апсолутни хетерозис, *Hr* – релативни хетерозис

Максималан број семена по љусци забележен је код хибрида *Scc* x *N* у првој (просечно хладној) сезони 35,63 семена по љусци са коефицијентом варирања (*Cv*) 12%, док је минимална вредност забележена код касног генотипа *B* у трећем року треће (топле) године огледа - 7,53 просечан број семена по љусци са *Cv*=18. Ови подаци су у складу са резултатима других истраживача (*Afrin et al.*, 2011).

Lsd – тестом утврђивана је значајност деловања третмана *GA*₃ на број семена по љусци (Графикони 15 и 16; Табела 26). Значајан позитиван утицај (третман делује позитивно на повећање броја семена по љусци) третмана констатован је у трећој сезони (топлој) код свих родитељских биљака значајно повећање особине у првом року сетве (*p*<0,05) код свих родитељских генотипова као и статистички врло значајно (*p*<0,01) повећање просечне вредности особине у трећем року сетве код касног генотипа *Scc*, другог рока раног родитеља *N* као и другог и трећег рока касног родитеља *B*.

Просечна сезона (прва) показала је стабилност од утицаја третмана на особину, у једној трећини случајева није дошло ни до смањења ни до повећања вредности особине.



Графикон 15 – Број семена по љусци код родитељских генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA₃ (црвено)



Графикон 16 – Број семена по љуски код F₁ хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA₃ (црвено)

Табела 26: Ефекат третмана GA_3 на број семена по љусци, поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана третмана („+“ - повећање вредности особине: * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ – смањење вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона					
		2010/2011		2011/2012		2012/2013	
		$lsd_{0,05}=3,33$		$lsd_{0,05}=3,86$		$lsd_{0,05}=5,15$	
		$lsd_{0,01}=4,41$		$lsd_{0,01}=5,11$		$lsd_{0,01}=6,82$	
Scc	I	+	-0,12	-	1,93	+	-5,03 *
	II	+	-0,22	+	-0,92	+	-0,55
	III	-	2,02	+	0,91	+	-9 **
N	I	-	2,25	/	0	+	-5,49 *
	II	+	-0,34	/	0	+	-10,46 **
	III	+	-2,11	/	0	+	-0,78
B	I	+	-2,18	+	-1	+	-5,33 *
	II	-	1,33	/	0	+	-8,45 **
	III	-	0,66	/	0	+	-12,8
Scc x N	I	-	1,37	-	1,25	-	3,37
	II	-	2,38	-	3,75	+	-0,11
	III	+	-1,46	/	0	-	2,38
Scc x B	I	-	0,04	+	-3,75	-	2,19
	II	-	2,08	/	0	-	2,38
	III	-	0,92	-	1,75	-	2,67
B x N	I	-	0,33	+	-5	*	2,79
	II	+	-2,59	-	4,5	*	1
	III	+	-0,44	/	0	-	3,64

5.2.9. Принос семена

Посматрајући рани и касне генотипове као и све њихове хибридне комбинације можемо утврдити да постоји статистички значајан утицај свих испитиваних фактора на принос семена (Табела 27). Посматрајући статистичке значајности интеракција утврђено је да није статистички значајна интеракција генотипа и рока сетве већ године и рока сетве ($p<0,01$). Такође, није статистички значајна ни интеракција фактора третмана и рока сетве већ утицај интеракције фактора године и рока сетве ($p<0,01$) на принос семена код испитиваних генотипова.

Табела 27 - ANOVA за принос семена

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	396057,86	1,43	2,63	3,84
Генотип (A)	5	4680691,65**	16,88	2,24	3,07
Година (B)	2	36470133,55**	131,52	3,02	4,67
Третман (C)	1	14766974,06**	53,25	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	1497232,62**	5,40	3,02	4,67
AB	10	3470251,18**	12,51	1,86	2,38
AC	5	1177689,01**	4,25	2,24	3,07
AD	10	285612,84	1,03	1,86	2,38
BC	2	2491048,56**	8,98	3,02	4,67
BD	4	2356866,55**	8,50	2,40	3,38
CD	2	324563,80	1,17	3,02	4,67
ABC	10	897925,76**	3,24	1,86	2,38
ABD	20	235766,30	0,85	1,60	1,94
ACD	10	147755,07	0,53	1,86	2,38
BCD	4	285791,91	1,03	2,40	3,38
ABCD	20	128685,90	0,46	1,60	1,94
Грешка	321	277296,49			
Укупно	431				



Слика 16 - Припрема узорка за одређивање приноса семена без губитака (биљке се стављају у изолатор на дозревање, оврше се гажењем цака, не расипа се семе)

Из резултата приказаних у табели 28, се види да средње рани рок сетве (1. сеп.) код касног родитеља Scc по својим вредностима статистички значајно одступа

од раног (15. авг.) и касног рока сетве (15. сеп.) у просечно топлој (2010/11) и хладној сезони (2011/12) истраживања, док у топлој сезони (2012/13) даје статистички значајно већи принос у првом, раном року сетве (15. авг.) у односу на средње рани (1. сеп.) и касни рок сетве. Касни генотип *B* у топлој сезони (2012/13) такође показује статистички значајно виши принос семена у првом року сетве у односу на други и трећи. Такође, у просечно хладној сезони, исти генотип, (2010/11) показује већи принос ($p<0,01$) у првом року у односу на други и трећи. У хладној сезони (2011/12) генотип *B* показује извесну критичну егзистенцијалну вредност у погледу приноса семена, у средње касном року сетве, други рок (1. сеп.) ни у једном понављању није образовао семе.

Рани испитивани генотип *N* показује стабилност приноса у зависности од рока сетве у топлој сезони (2012/13). У просечно хладној (првој – 2010/11)) касна сетва, трећи рок, има више вредности приноса семена у односу на први рок сетве ($p<0,05$) и други рок ($p<0,01$). За разлику од касних генотипова (*Scc* и *B*), генотип *N* даје извесну већу количину семена у хладној сезони (2011/12) и то у односу на *Scc* генотип 3,7 пута већу количину семена и у односу на генотип *B* 7,6 пута већу количину семена (поређење вршено по највишим вредностима а не по одговарајућим роковима сетве). Генотип *N* у хладној сезони (2011/12) у раној сетви, први рок (15. авг.), произвео је дупло више семена него у средње раној – други рок (1. сеп.) , док је у касној сетви – трећи рок (15. сеп.) произвео минималне егзистенционалне вредности семена од 5 kg/ha.

Касни хибрид *Scc* x *B* у просечно хладној сезони (2010/11) није показао утицај рокова сетве на принос семена, док је у осталим сезонама принос семена био највиши у првом року сетве (15. авг.) врло статистички значајно ($p<0,01$) у односу на други и трећи рок. Што се тиче приноса семена код хибрида *B* x *N*, у просечно хладној (2010/11) и топлој сезони (2012/13) у другом и трећем року је био виши него у првом року сетве, док је у хладној сезони (2011/12) први рок сетве дао највећи принос. Хибрид *Scc* x *N* се понашао индентично касном родитељу – *Scc*.

Табела 28 - Просечне вредности приноса семена (kg) и коефицијент варирања (%)

Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Принос семена					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$ (kg/ha)	Cv (%)	$\bar{x}$ (kg/ha)	Cv (%)	$\bar{x}$ (kg/ha)	Cv (%)
<i>Scc</i>	I	Контрола	581	22	12	32	1180	15
	II		1001	3	31	17	514	14
	III		642	3	7	24	88	27
	I	Третман GA_3	296	25	5	8	1052	17
	II		861	19	19	5	153	7
	III		349	19	5	8	86	24
<i>N</i>	I	Контрола	774	19	114	23	991	3
	II		406	20	60	10	739	16
	III		1033	20	5	8	933	28
	I	Третман GA_3	41	9	0	0	759	22
	II		59	5	0	0	1202	14
	III		327	24	0	0	576	15
<i>B</i>	I	Контрола	1279	29	4	29	835	16
	II		980	27	0	0	314	22
	III		798	29	15	13	109	18
	I	Третман GA_3	658	31	1	2	1166	4
	II		1628	25	0	0	399	17
	III		656	25	0	0	423	31
<i>Scc x N</i>	I	Контрола	552	27	113	23	2732	26
	II		878	23	196	30	1646	12
	III		426	14	118	21	3253	12
	I	Третман GA_3	164	13	48	30	1533	29
	II		77	25	72	12	1573	22
	III		215	16	0	0	1639	26
<i>Scc x B</i>	I	Контрола	1385	13	376	27	2977	27
	II		1317	23	224	24	2312	10
	III		1227	24	36	25	2276	6
	I	Третман GA_3	1037	24	77	27	2018	26
	II		1017	20	0	0	1262	25
	III		1105	17	16	27	606	21
<i>B x N</i>	I	Контрола	1035	13	283	30	1399	25
	II		1365	11	143	27	1115	22
	III		1470	24	151	12	1708	19
	I	Третман GA_3	458	21	25	27	1871	23
	II		639	26	41	18	1252	16
	III		255	26	0	0	545	27
$lsd_{0,05}$			296		44		466	
$lsd_{0,01}$			392		58		616	

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

Brill (2011) је утврдио већи принос семена код *Brassica juncea* и *Brassica napus* у ранијим роковима сетве. *Baghdadi et al.* (2012) су утврдили утицај времена сетве на принос код уљане реписе *Brassica napus*.

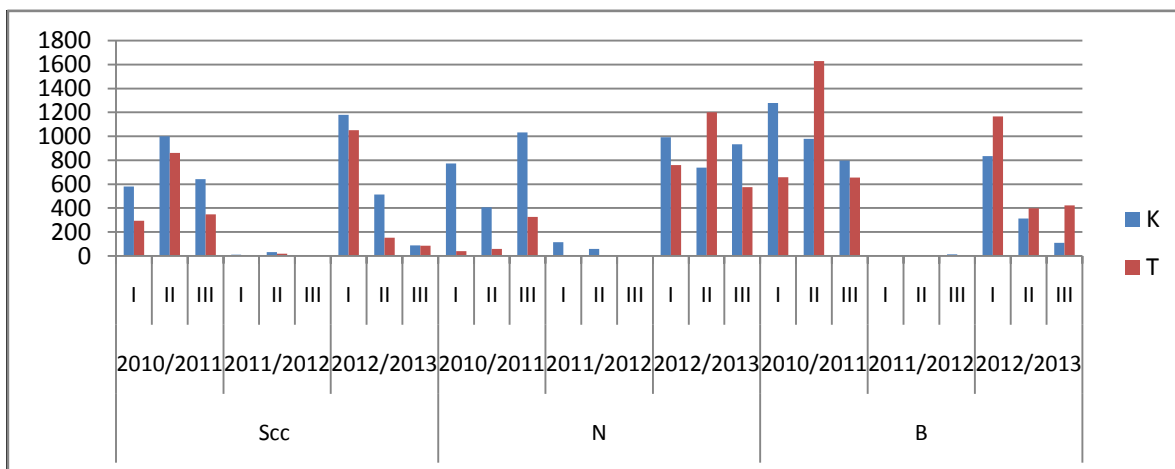
Код хибрида се испољио висок релативни хетерозис. Највиша вредност *Hr* израчуната је код касног хибрида 189 %. Хетерозис се значајно одразио на принос у хладној сезони у којој су хибриди давали принос семена од два до тридесет пута виши у односу на родитеље (Табела 29).

Табела 29 – Средње вредности и хетерозис за особину принос семена (*kg/ha*)

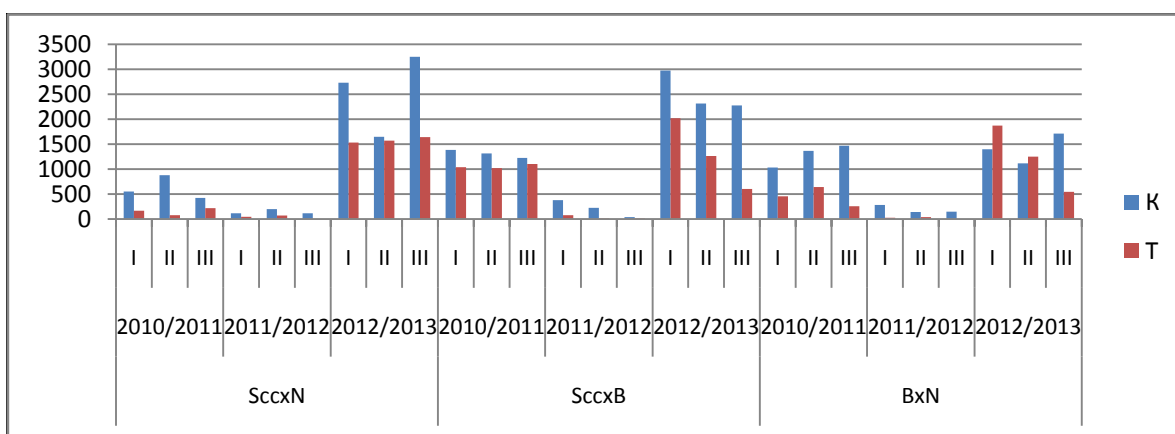
<i>F1</i> хибрид	Тежина главице (<i>kg</i>)				Хетерозис (%)	
	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>MP</i>	<i>F1</i>	<i>Ha</i>	<i>Hr</i>
-						
<i>ScxN</i>	451,00	562,00	506,50	1102,00	595,50	117,57
<i>ScxB</i>	451,00	481,00	466,00	1348,00	882,00	189,27
<i>BxN</i>	481,00	562,00	521,50	963,00	441,50	84,66

P1, *P2* – средње родитељске вредности за принос семена, *MP* – средња вредност збира (средњих вредности) приноса семена, *F1* – принос семена код хибрида, *Ha* – апсолутни хетерозис, *Hr* – релативни хетерозис

Lsd – тестом утврђивана је значајност деловања третмана *GA₃* у односу на контролу на принос семена (Графикони 17 и 18; Табела 30). Третман *GA₃* се углавном негативно одразио на принос семена поредећи са резултатима у контроли. У неким ситуацијама показано је и повећање приноса под утицајем третмана *GA₃* у односу на контролу те се према томе не може извести дефинитиван закључак о деструктивном деловању третмана на принос семена.



Графикон 17 – Принос семена (kg/ha) код родитељски генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)



Графикон 18 - Принос семена (kg/ha) код $F1$ хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)

Посматрајући све године и све рокове за све генотипове заједно, највиши принос остварен је у трећој (топлој) сезони а нарочито у првом року сетве ($p < 0,05$; $p < 0,01$). Такође, у хладној сезони уочава се статистички значајна предност старијих биљака на принос семена тј. првог рока сетве. Генерално у просечно хладној (2010/11) сезони незнатно се истиче други рок сетве.

Табела 30 - Ефекат третмана GA_3 на принос семена, поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана („+“ – повећање вредности особине: * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ - смањење вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона							
		2010/2011			2011/2012		2012/2013		
		<i>lsd</i> _{0,05} =296 <i>lsd</i> _{0,01} =392			<i>lsd</i> _{0,05} =44 <i>lsd</i> _{0,01} =58		<i>lsd</i> _{0,05} =466 <i>lsd</i> _{0,01} =616		
Scc	I	-	285,07	-	6,49	-	128,25		
	II	-	140,36	-	12,51	-	361,24		
	III	-	292,83	-	1,87	-	1,78		
N	I	-	732,37	**	/	0	232,5		
	II	-	346,99	*	/	0	-467,0	*	
	III	-	706,44	**	/	0	356,42		
B	I	-	620,52	**	-	2,77	+ -330,6		
	II	+	-647,82	**	/	0	+ -85,5		
	III	-	142,43		/	0	+ -313,66		
Scc x N	I	-	387,67	*	-	65,7	**	1198,87	**
	II	-	801,41	**	-	123,83	**	73,18	
	III	-	211,31		/	0	-	1613,97	**
Scc x B	I	-	348,74	*	-	299,41	**	959,87	**
	II	-	299,38	*	/	0	-	1050,48	**
	III	-	122,57		-	20,08	-	1670,35	**
B x N	I	-	576,29	**	-	258,7	**	+ -472,66	*
	II	-	726,45	**	-	101,41	**	+ -137,4	
	III	-	1215,25	**	/	0	-	1163,43	**

5.2.10. Садржај укупних шећера након презимљавања

Кроз три различите сезоне у огледу утврђено је варирање процента садржаја укупних шећера у зависности од генотипа, године, третмана GA_3 и рока сетве, (Табела 31). Интеракцијски односи година-третман и година-рок сетве нису показали значајност утицаја на садржај шећера.

Табела 31 - ANOVA за садржај шећера

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	0,0729	0,74	2,63	3,84
Генотип (A)	5	22,6354**	230,52	2,24	3,07
Година (B)	2	1,7026**	17,34	3,02	4,67
Третман (C)	1	7,2656**	73,99	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	1,1353**	11,56	3,02	4,67
AB	10	0,2084*	2,12	1,86	2,38
AC	5	1,1528**	11,74	2,24	3,07
AD	10	0,7768**	7,91	1,86	2,38
BC	2	0,0304	0,31	3,02	4,67
BD	4	0,1138	1,16	2,40	3,38
CD	2	1,2738**	12,97	3,02	4,67
ABC	10	0,1120	1,14	1,86	2,38
ABD	20	0,1478	1,50	1,60	1,94
ACD	10	0,3714**	3,78	1,86	2,38
BCD	4	0,1356	1,38	2,40	3,38
ABCD	20	0,0784	0,80	1,60	1,94
Грешка	321	0,0982			
Укупно	431				

Генерално посматрајући све рокове сетве и све сезоне истраживања (Табела 32) закључујемо да се по садржају шећера у вишој или нижој статистичкој значајности истиче други рок (средње рани рок сетве).

Табела 32 - Просечне вредности садржаја шећера (%) и коефицијент варирања (%)

Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Садржај шећера					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)
Scc	I	Контрола	5,87	1,0	5,86	2,0	6,12	3,0
	II		6,02	1,0	5,38	2,0	6,17	2,0
	III		5,50	4,0	5,06	4,0	5,38	2,0
	I	Третман GA_3	5,65	2,0	5,54	2,0	5,82	2,0
	II		5,63	2,0	5,47	1,0	5,63	6,0
	III		5,98	2,0	5,35	8,0	5,62	8,0
N	I	Контрола	4,88	4,0	4,84	3,0	5,05	1,0
	II		5,16	5,0	5,05	5,0	5,29	1,0
	III		4,57	9,0	4,26	2,0	4,77	1,0
	I	Третман GA_3	4,68	9,0	4,75	3,0	4,85	1,0
	II		5,04	6,0	5,19	2,0	5,05	0
	III		4,58	13,0	4,46	1,0	4,75	1,0
B	I	Контрола	4,40	1,0	4,32	0,3	4,55	0,2
	II		5,03	0,3	4,9	0,3	5,17	0,2
	III		4,36	1,0	4,48	1,0	4,75	1,0
	I	Третман GA_3	4,36	0,3	4,28	1,0	4,49	0,3
	II		4,31	0,7	4,21	0,3	4,41	0,0
	III		4,16	0,3	4,04	0,2	4,25	0,3
Scc x N	I	Контрола	5,44	0,3	5,23	0,2	5,60	1,0
	II		5,13	1,0	5,01	0,3	5,26	4,0
	III		5,55	0,2	4,77	0,8	4,89	2,0
	I	Третман GA_3	4,61	0,7	4,50	0,9	4,72	1,0
	II		4,47	0,2	4,21	0,3	3,64	2,0
	III		5,23	0,2	4,43	0,5	4,54	1,0
Scc x B	I	Контрола	5,07	0,2	4,96	3,0	5,18	1,0
	II		5,08	0,2	4,97	0,3	5,23	0,2
	III		5,27	0,2	5,18	0,1	5,05	0,3
	I	Третман GA_3	4,93	0,5	4,78	1,0	5,04	0,2
	II		4,88	1,6	4,86	2,0	5,12	0,2
	III		4,73	0,5	4,85	0,4	5,33	0,2
B x N	I	Контрола	3,74	0,3	3,68	0,2	3,93	0,6
	II		4,36	0,1	4,28	0,2	4,48	0,3
	III		4,15	1,4	4,03	0,1	4,01	0,2
	I	Третман GA_3	4,37	3,0	3,56	0,4	4,08	0,2
	II		3,98	0,2	3,85	0,2	4,08	0,3
	III		3,68	0,3	3,96	0,5	4,18	0,2
$lsd_{0,05}$			0,41		0,15		0,62	
$lsd_{0,01}$			0,54		0,2		0,82	

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

Проценат укупних шећера код генотипа *Scc* у другој години (2011/12) је у првом року статистички значајно био виши него у другом и трећем, а индентично се и хибрид *Scc* x *N* понашао у истим условима и у истој години. Констатована је стабилност концентрације шећера у зависности од рока сетве и у првој (2010/11) и трећој сезони (2012/13) код већине хибридних генотипова, али се и рани генотип *N* показао стабилним од утицаја посматраних фактора у трећој сезони на посматрану особину.

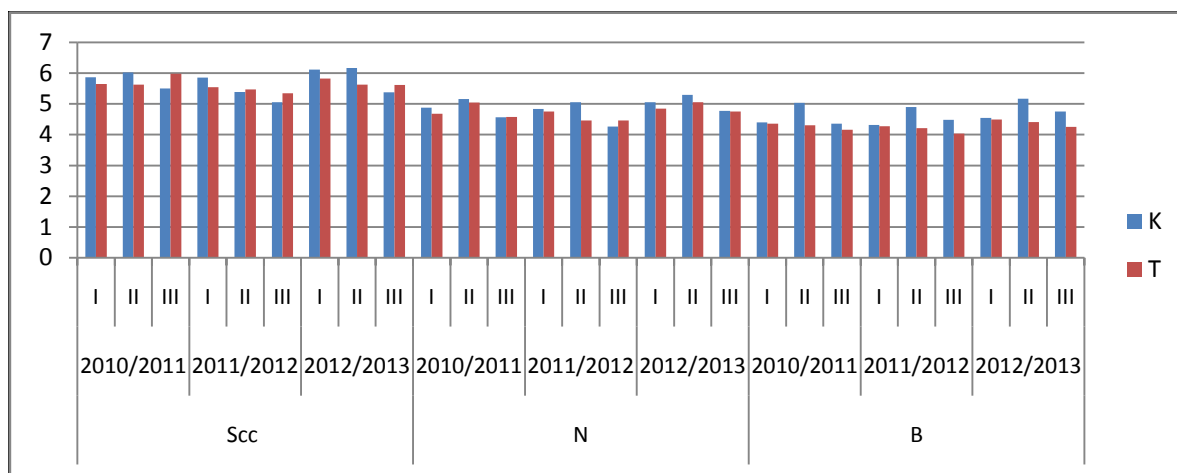
Уколико упоредимо вредности процента презимљавања (Табела 3), уочићемо да је највећи проценат презимљавања био у другом року сетве (1. сеп.) – средње раном року сетве где су и највише вредности садржаја шећера у биљкама.

Највише вредности садржаја шећера (%) показао је касни генотип *Scc* који је заправо и линија у завршним циклусима селекције. Просечне светске вредности по садржају шећера (%) се крећу у интервалу 3,9 - 4,5 (*Ilin*, 2002) док генотип *Scc* има врло висок садржај шећера (6,12%), и перспектабилан је у смислу дугог чувања у традиционалном укишељеном стању.

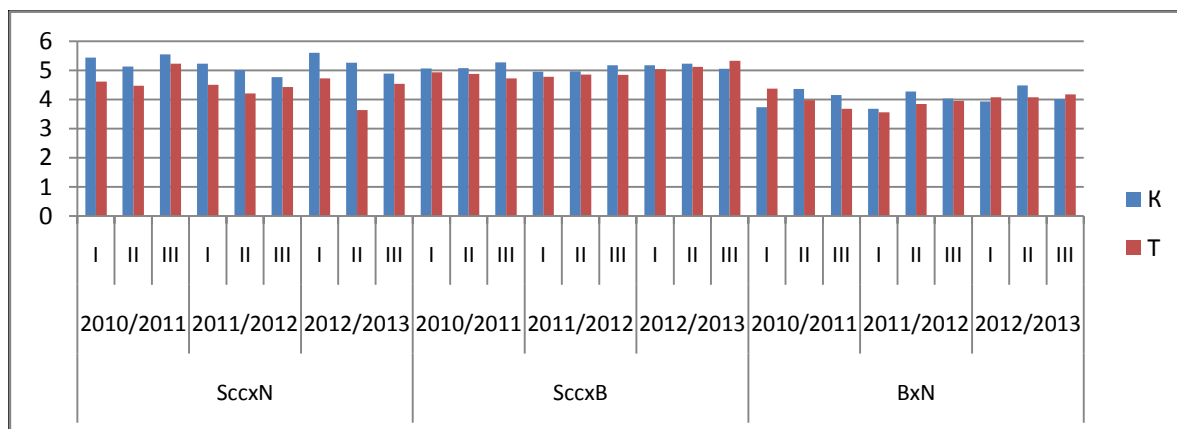
Lsd – тестом утврђена 4 значајна и 17 статистички врло значајних утицаја третмана *GA*₃ на садржај шећера. Од четири значајних утицаја на особину ($p < 0,05$) три су значајно смањила концентрацију шећера а једно је значајно повећао. Од 17 статистички врло значајних промена садржаја шећера ($p < 0,01$), 14 су показала негативан ефекат (смањена је концентрација шећера), а у три промене концентрације шећера констатован позитиван утицај. Промене су се у већој мери догодиле код хибридних биљака, док је у трећој сезони (топлој) уочена извесна статистичка стабилност од утицаја овог фактора на садржај укупних шећера (Графикони 19 и 20; Табела 33).

Концентрација шећера у биљкама у директној је зависности од интензитета активности фотосинтезе (*Masoumi et al.*, 2013). Међутим, биљке које презимљавају преко хладног периода године преко механизма „фотосистем 2“ имају могућност да утичу на стабилизацију концентрације продуката фотосинтезе и у неповољним светлосним условима и неповољној концентрацији *CO*₂ (*Roosta and Sajjadinia*, 2010).

Једне од кључних биоактивних супстанци који имају за задатак да штите биљку од измрзавања су шећери који имају улогу активних физиолошких антифриз метаболата током јаровизације (*Sasaki et al.*, 1996).



Графикон 19 – Концентрација укупних шећера (%) код родитељски генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)



Графикон 20 - Концентрација укупних шећера (%) код $F1$ хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)

Табела 33 - Ефекат третмана GA_3 на садржај шећера, поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана („+“ - повећање вредности особине: * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ – смањење вредности особине ; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона						
		2010/2011		2011/2012		2012/2013		
			$lsd_{0,05}=0,41$ $lsd_{0,01}=0,54$		$lsd_{0,05}=0,15$ $lsd_{0,01}=0,2$		$lsd_{0,05}=0,62$ $lsd_{0,01}=0,82$	
Scc	I	-	0,22	-	0,32	**	-	0,3
	II	-	0,39	+	-0,083		-	0,54
	III	+	-0,48	*	-0,29	**	+	-0,24
N	I	-	0,2	-	0,09		-	0,2
	II	-	0,12	+	-0,14		-	0,24
	III	+	-0,01	+	-0,2	**	-	0,02
B	I	-	0,04	-	0,04		-	0,06
	II	-	0,72	**	0,69	**	-	0,76
	III	-	0,2	-	0,44	**	-	0,5
Scc x N	I	-	0,83	**	0,73	**	-	0,88
	II	-	0,66	**	0,8	**	-	1,62
	III	-	0,32	-	0,34	**	-	0,35
Scc x B	I	-	0,14	-	0,18	*	-	0,14
	II	-	0,2	-	0,11		-	0,11
	III	-	0,54	**	0,33	**	+	-0,28
B x N	I	+	-0,63	**	0,12		+	-0,15
	II	-	0,38	-	0,43	**	-	0,4
	III	-	0,47	*	0,07		+	-0,17

5.2.11. АМС - Апсолутна маса семена

Кроз три различите сезоне у огледу утврђено је варирање апсолутне масе семена (АМС) у зависности од генотипа, године, третмана GA_3 и рока сетве (Табела 34).

Посматрајући све сезоне истраживања може се генерално закључити да су највише вредности масе 1000 семена констатоване код раног рока сетве и то у 45% случајева. Средње рани рок сетве у 27% случајева имао је највише вредности овог

обележја, касни рок сетве у 17%, а стабилност особине у зависности од времена сетве констатована је у 11% случајева.

Miri et al. (2013) проучавајући утицај времена сетве на компоненте приноса код уљане репице утврдили су да је ранија сетва значајно утицала на повећање апсолутне масе семена.

Nasser and Gizawy (2005) проучавајући три рока сетве код *Brassica napus* L. утврдили су незначајну предност средње раног рока сетве.

Табела 34 - ANOVA за масу 1000 семена

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	0,03	1,59	2,63	3,84
Генотип (A)	5	34,01**	1.803,43	2,24	3,07
Година (B)	2	21,91**	1.161,90	3,02	4,67
Третман (C)	1	127,26**	6.748,12	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	2,38**	126,31	3,02	4,67
AB	10	17,18**	910,76	1,86	2,38
AC	5	8,41**	445,72	2,24	3,07
AD	10	3,54**	187,87	1,86	2,38
BC	2	57,62**	3.055,30	3,02	4,67
BD	4	0,19**	10,29	2,40	3,38
CD	2	2,44**	129,14	3,02	4,67
ABC	10	5,68**	300,93	1,86	2,38
ABD	20	3,89**	206,39	1,60	1,94
ACD	10	4,46**	236,57	1,86	2,38
BCD	4	2,04**	107,92	2,40	3,38
ABCD	20	2,76**	146,55	1,60	1,94
Грешка	321	0,02**			
Укупно	431				

Посматрајући родитеље и њихове хибриде може се закључити да је већа вредност у маси хиљаду семенки у касним роковима сетве (трећи рок – 15. сеп.) више детектована код хибридних биљака (нарочито у временски повољнијим сезонама (2010/11 и 2012/13) код хибрида *Scc* x *N* и код хибрида *B* x *N*) него код родитељских генотипова, чак у 33% случајева више (Табела 35).

Табела 35 - Просечне вредности масе 1.000 семена (g) и коефицијент варирања (%)

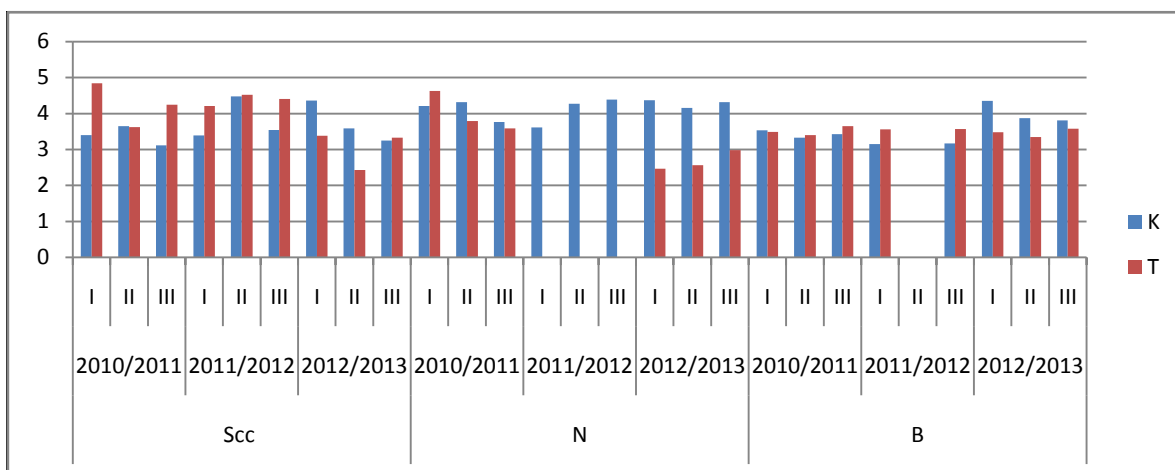
Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Маса 1000 семена					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$ (g)	Cv (%)	$\bar{x}$ (g)	Cv (%)	$\bar{x}$ (g)	Cv (%)
<i>Scc</i>	I	Контрола	3,40	0,44	3,39	4,88	4,36	3,10
	II		3,65	1,58	4,48	2,84	3,59	2,02
	III		3,12	1,06	3,54	1,97	3,25	1,78
	I	Третман GA_3	4,84	8,62	4,21	3,21	3,38	3,55
	II		3,62	0,79	4,52	4,55	2,43	4,14
	III		4,25	3,24	4,41	1,33	3,33	6,49
<i>N</i>	I	Контрола	4,21	3,69	3,61	3,98	4,37	5,38
	II		4,32	4,50	4,27	2,66	4,16	4,97
	III		3,77	1,04	4,39	2,65	4,32	0,23
	I	Третман GA_3	4,63	1,60	0	0	2,47	6,60
	II		3,79	2,65	0	0	2,56	1,88
	III		3,59	3,80	0	0	2,98	4,28
<i>B</i>	I	Контрола	3,53	3,05	3,15	2,20	4,35	5,66
	II		3,33	5,33	0	0	3,87	6,95
	III		3,43	3,36	3,17	1,98	3,81	7,78
	I	Третман GA_3	3,49	3,98	3,56	1,33	3,48	5,95
	II		3,40	3,16	0	0	3,35	5,01
	III		3,65	4,52	0	0	3,58	2,68
<i>Scc x N</i>	I	Контрола	4,47	1,95	5,23	4,24	4,38	2,27
	II		3,58	2,10	6,22	1,15	3,81	1,40
	III		4,85	0,64	5,27	1,04	4,71	1,50
	I	Третман GA_3	4,18	2,94	5,95	1,07	3,87	2,57
	II		4,80	2,17	6,23	3,79	4,04	1,77
	III		4,21	1,75	0	0	3,13	4,24
<i>Scc x B</i>	I	Контрола	3,58	2,59	4,68	2,73	4,29	1,97
	II		3,38	3,94	4,59	3,23	4,86	2,41
	III		3,62	2,74	5,53	7,54	4,78	3,33
	I	Третман GA_3	3,55	2,43	4,92	3,48	3,78	4,13
	II		3,42	3,48	0	0	3,61	1,83
	III		3,58	1,31	5,71	2,33	2,60	4,84
<i>B x N</i>	I	Контрола	3,78	3,14	5,33	0,99	5,39	3,66
	II		3,91	1,99	5,30	3,50	4,93	1,27
	III		3,14	2,66	5,84	1,25	5,47	2,78
	I	Третман GA_3	3,41	1,88	4,09	4,02	3,93	1,70
	II		4,19	5,17	5,48	1,75	3,62	1,51
	III		3,42	4,39	0	0	4,06	2,52
<i>lsd</i> _{0,05}			0,18	0,17		0,21		
<i>lsd</i> _{0,01}			0,24	0,22		0,28		

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

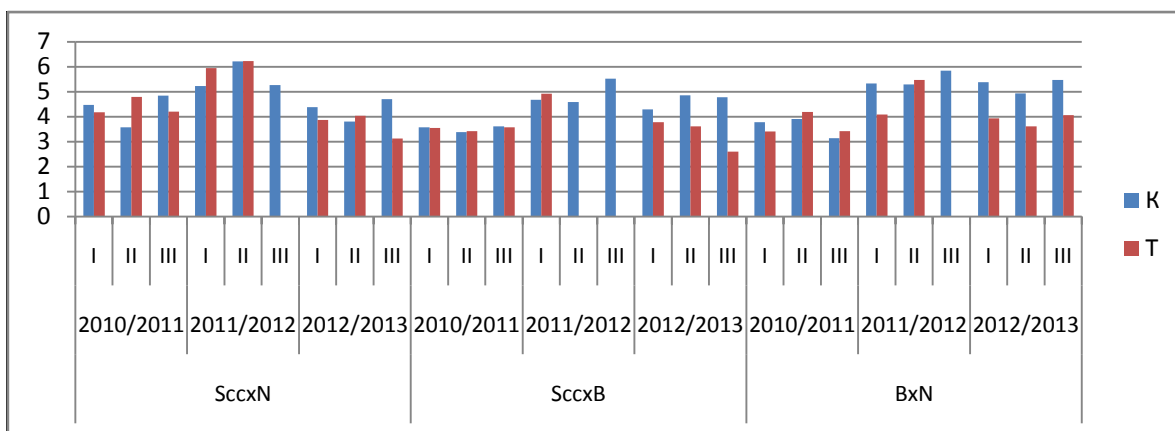
Код родитељских биљака само је рани генотип *N* повољно реаговао на касније рокове сетве (1. сеп. и 15. сеп.) у хладној (2011/12) и топлој (2012/13) сезони (заједно са првим роком) у односу на други рок сетве, што се делимично манифестовало и код хибрида у којима је он један од родитеља.

Abdel et al. (2012) су утврдили статистички значајн утицај различитих концентрација GA_3 на масу хиљаду семена. *Ayyub et al.* (2013) су такође утврдили статистички значајну промену (повећање) масе хиљаду семена која настаје фолијарном применом третмана GA_3 . Вршено је 5 третмана и највећа позитивна статистички значајна промена (повећање масе 1000 семена) констатовано је после трећег третмана, док су четврти и пети третман довели до смањења апсолутне масе семена - АМС.

У огледу је *lsd* – тестом утврђено 3 значајних и 32 статистички значајних утицаја третмана GA_3 на масу 1000 семена. Сва три значајних утицаја на особину ($p < 0,05$) показали су повећење вредности особине под утицајем третмана GA_3 . Од 32 статистички врло значајних промена масе 1000 семена ($p < 0,01$), 21 су показала негативан ефекат док је у 11 промена дошло до повећања вредности особине. Анализирајући промене масе 1000 семена под утицајем третмана GA_3 у односу по сезонама највише позитивних значајних и статистички врло значајних промена догодило се у првој (2010/12) и другој сезони (2011/12). У топлој (2012/13) и повољној сезони за раст, развој и прелазак у репродуктивни стадијум догодило се много више статистички значајних смањења АМС него повећања (94 % смањења а 6% повећања) (Графикони 22 и 23; Табела 36).



Графикон 22 – Маса 1000 семена (g) код родитељски генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)



Графикон 23 - Маса 1000 семена (g) код $F1$ хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)

Табела 36 - Ефекат третмана GA_3 на масу 1.000 семена (g), поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана („+“ - повећање вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ - смањење вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона								
		2010/2011			2011/2012			2012/2013		
			$lsd_{0,05}=0,18$ $lsd_{0,01}=0,24$			$lsd_{0,05}=0,17$ $lsd_{0,01}=0,22$			$lsd_{0,05}=0,21$ $lsd_{0,01}=0,28$	
Scc	I	+	-1,44	**	+	-0,82	**	-	0,98	**
	II	-	0,03		+	-0,04		-	1,16	**
	III	+	-1,13	**	+	-0,87	**	+	-0,08	
N	I	+	-0,42	**	/	/		-	1,9	**
	II	-	0,53	**	/	/		-	1,6	**
	III	-	0,18	*	/	/		-	1,34	**
B	I	-	0,04		+	-0,41	**	-	0,87	**
	II	+	-0,07		/	/		-	0,52	**
	III	+	-0,22	*	/	/		-	0,23	*
Scc x N	I	-	0,29	**	+	-0,72	**	-	0,51	**
	II	+	-1,22	**	+	-0,01		+	-0,23	*
	III	-	0,64	**	/	/		-	1,58	**
Scc x B	I	-	0,03		+	-0,24	**	-	0,51	**
	II	+	-0,04		/	/		-	1,25	**
	III	-	0,04		-	5,53	**	-	2,18	**
B x N	I	-	0,37	**	-	1,24	**	-	1,46	**
	II	+	-0,28	**	+	-0,18	*	-	1,31	**
	III	+	-0,28	**	/	/		-	1,41	**

5.2.12. Енергија клијавости семена

Кроз три различите сезоне у огледу утврђено је варирање енергије клијавости у зависности од генотипа, године, третмана GA_3 и рока сетве (Табела 37).

Табела 37 - ANOVA за енергију клијавости

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	56,99	2,53	2,63	3,84
Генотип (A)	5	5567,74**	246,85	2,24	3,07
Година (B)	2	63881,10**	2.832,22	3,02	4,67
Третман (C)	1	31523,02**	1.397,60	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	1207,01**	53,51	3,02	4,67
AB	10	2155,21**	95,55	1,86	2,38
AC	5	1026,88**	45,53	2,24	3,07
AD	10	914,50**	40,54	1,86	2,38
BC	2	7467,42**	331,07	3,02	4,67
BD	4	732,69**	32,48	2,40	3,38
CD	2	796,67**	35,32	3,02	4,67
ABC	10	1060,99**	47,04	1,86	2,38
ABD	20	778,80**	34,53	1,60	1,94
ACD	10	656,79**	29,12	1,86	2,38
BCD	4	1071,38**	47,50	2,40	3,38
ABCD	20	750,91**	33,29	1,60	1,94
Грешка	321	22,56**			
Укупно	431				

Посматрајући све сезоне и рокове сетве можемо генерално закључити да је у већини случајева енергија клијавости имала највеће вредности у раном року сетве (44,5% случајева). У 22,3% случајева уочена је стабилност у погледу утицаја године и третмана као и генотипа на ову особину. У по 16,6% случајева уочене су предности средње раног и касног рока сетве на енергију клијавости (Табела 38).

Анализирајући вредност особине по сезонама уочено је да је највише стабилности од утицаја генотипа и рока сетве на енергију клијавости било у првој (просечно хладној сезони – 2010/11) и то код оба касна генотипа (*Scc*, *B*), код њиховог хибрида (*Scc* x *B*) и код хибрида *Scc* x *N*.

Табела 38 - Просечне вредности енергије клијања (%) и коефицијент варирања (%)

Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Енергија клијавости					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)
Scc	I	Контрола	83	7,02	34	1,96	69	4,27
	II		88	4,96	62	2,21	59	4,59
	III		86	4,48	65	3,09	61	3,09
	I	Третман GA_3	73	3,76	55	2,11	58	10,34
	II		91	7,33	69	1,12	41	1,43
	III		82	2,51	63	1,42	53	5,45
N	I	Контрола	71	7,80	77	7,80	71	6,57
	II		79	10,14	73	3,60	71	1,35
	III		67	9,94	53	13,48	53	6,57
	I	Третман GA_3	60	8,01	0	0	68	0,73
	II		81	6,29	0	0	44	6,69
	III		70	11,25	0	0	29	12,91
B	I	Контрола	86	5,86	45	3,27	79	5,65
	II		82	8,11	0	0	70	11,49
	III		82	1,58	36	2,33	61	8,59
	I	Третман GA_3	77	9,52	54	2,35	45	15,14
	II		84	5,98	0	0	52	11,37
	III		76	3,59	0	0	79	4,17
Scc x N	I	Контрола	87	4,09	87	11,28	79	10,32
	II		87	5,80	78	6,09	83	3,31
	III		84	7,85	78	6,46	82	3,25
	I	Третман GA_3	82	3,45	54	6,08	74	4,08
	II		73	5,81	85	5,13	58	5,02
	III		88	6,73	0	0	53	12,03
Scc x B	I	Контрола	88	3,97	64	8,00	82	6,53
	II		82	11,33	71	9,32	79	6,37
	III		83	12,06	67	6,81	79	11,65
	I	Третман GA_3	79	8,57	81	5,01	80	7,00
	II		87	2,21	0	0	66	5,14
	III		82	3,86	75	6,19	44	3,39
B x N	I	Контрола	87	6,30	60	8,06	69	8,92
	II		83	5,74	72	6,18	69	8,61
	III		90	5,56	65	9,28	78	10,26
	I	Третман GA_3	86	0,68	67	8,56	48	7,97
	II		84	6,37	77	3,34	62	2,63
	III		83	7,14	0	0	50	6,70
$lsd_{0,05}$			8,28		4,7		6,53	
$lsd_{0,01}$			10,96		6,23		8,64	

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

У другој (хладној сезони – 2011/12) уочене су више вредности енергије клијавости код првог и другог рока сетве, док је касна сетва (15. сеп.) имала веће вредности особине ког касног генотипа *Scs*.

Трећа сезона (топла – 2012/13) генерално (у 67%) случајева истиче рани рок (први рок - 15. авг.) сетве по вредности енергије клијавости, док само у случају хибрида *B x N* истиче статистички врло значајну предност касног рока (трећег рока - 15. сеп.) сетве у односу на рани (први рок) и средње рани (други рок).

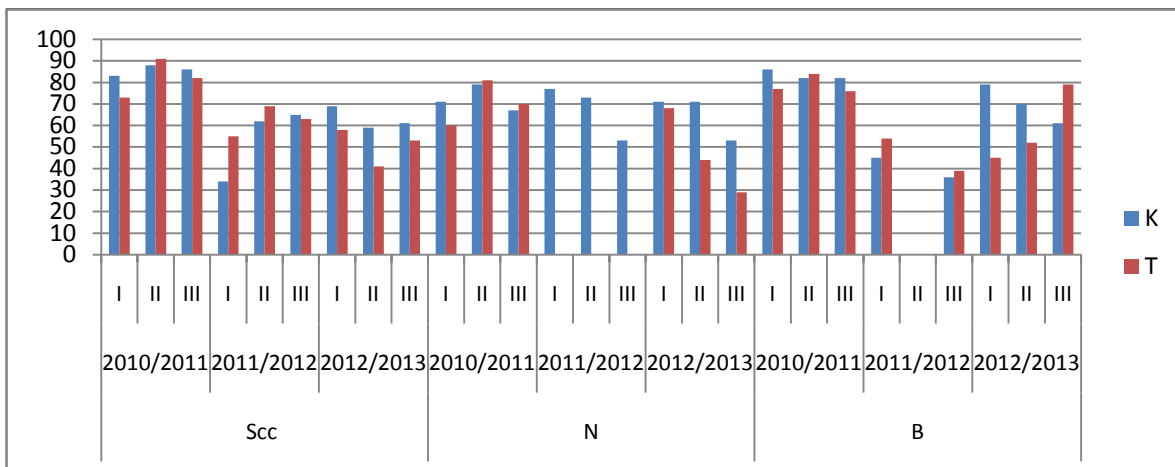
Гиберелинска киселина у комбинацији са цитокининима промовише клијавости и енергију клијавости независно од утицаја спољашњих фактора, онемогућава инхибицију *ABA* хормона (Bewley and Black, 1982; Bewley and Black, 1994).

Rood *et al.* (1989) су утврдили позитиван егзогени утицај гиберелинске киселине на мутант биљку *Arabidopsis thaliana* L. која је имала снижену синтезу ендогеног гиберелина, на енергију клијавости, дормантост, време цветања и клијавост.

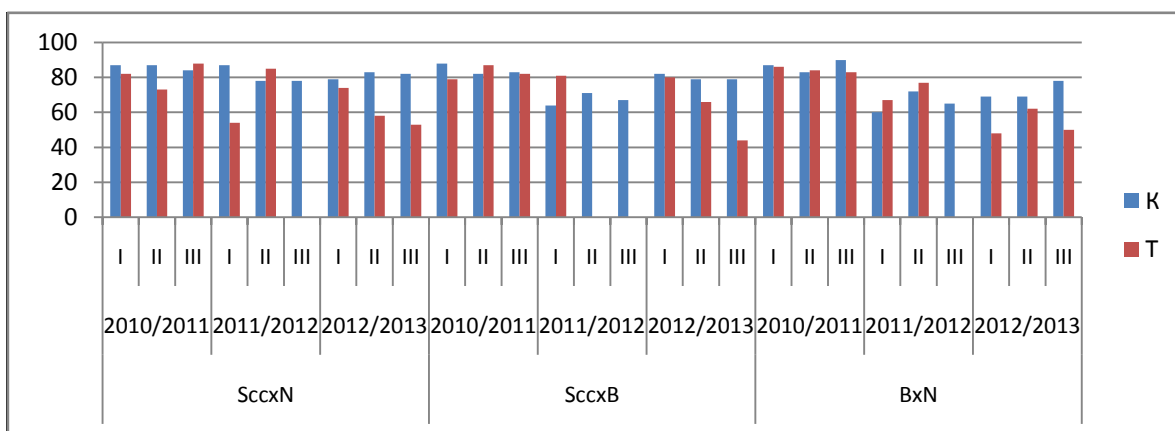
Adžić *et al.* (2012) су утврдили утицај рока сетве и гиберелинске киселина GA_3 на енергију клијавости у једногодишњем огледу. Констатовали су да је средње рани рок сетве имао највишу вредност енергије клијавости и да је третман GA_3 повећао вредност енергије у том року сетве за 9%.

У огледу је *lsd* – тестом утврђено 5 значајних и 22 статистички врло значајних утицаја третмана GA_3 на енергију клијавости. Од 5 значајних утицаја на особину ($p < 0,05$) четири су показала негативан (смањење енергије клијавости) а један позитиван ефекат (повећење енергије клијавости). Од 22 статистички врло значајних промена енергије клијавости ($p < 0,01$), 14 су показала негативан ефекат (смањење енергије клијавости), констатовано је осам позитивних утицаја на особину. Посматрајући сезоне највише позитивних значајних и статистички значајних промена догодило се у критичној другој, хладној сезони (2011/12). У топлој и повољној сезони (2012/13) за раст, развој и прелазак у репродуктивни стадијум догодило се много више статистички значајних смањења енергије клијавости него повећања (93 % смањења а 7 % повећања), док су просечно топлој сезони, (2010/11)

констатована су само статистички значајна смањења енергије клијавости (Графикони 24 и 25; Табела 39).



Графикон 24 – Енергија клијавости (%) код родитељски генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)



Графикон 25 - Енергија клијавости (%) код $F1$ хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено)

Табела 39 - Ефекат третмана GA_3 на енергију клијања (%), поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана („+“ - повећање вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ – смањење вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона									
		2010/2011				2011/2012				2012/2013	
			$lsd_{0,05}=8,28$ $lsd_{0,01}=10,96$			$lsd_{0,05}=4,70$ $lsd_{0,01}=6,23$				$lsd_{0,05}=6,53$ $lsd_{0,01}=8,64$	
Scc	I	-	10	*	+	-21	**	-		11	**
	II	+	-3		+	-7	**	-		18	**
	III	-	4		-	2		-		8	*
N	I	-	11	**	/	/		-		3	
	II	+	-2		/	/		-		27	**
	III	+	-3		/	/		-		24	**
B	I	-	9	*	+	-9	**	-		34	**
	II	+	-2		/	/		-		18	**
	III	-	6		/	/		+		-18	**
Scc x N	I	-	5		-	33	**	-		5	
	II	-	14	**	+	-7	**	-		25	**
	III	+	-4		/	/		-		29	**
Scc x B	I	-	9		+	-17	**	-		2	
	II	+	-5		/			-		13	**
	III	-	1		+	-8	**	-		35	**
B x N	I	-	1		+	-7	**	-		21	**
	II	+	-1		+	-5	*	-		7	*
	III	-	7		/	/		-		28	**

5.2.13. Клијавост семена

Кроз три различите сезоне у огледу утврђено је варирање клијавости у зависности од генотипа, године, третмана GA_3 и рока сетве (Табела 40).

У огледу током прве сезоне, просечно хладне (2010/11) уочена је статистичка стабилност испитиваних генотипова кроз све рокове сетве и клијавост није значајно одступала у зависности од овог фактора. У 44,4% случајева током свих сезона, рокова и генотипова уочена је стабилност клијавости. Први рок сетве (рани, 15. август) у 33,3% случајева имао је статистички значајну предност по својој вредности у поређењу са другим роковима, средње рани (1. септембар) у 16,7%, а касни (15. септембар) у 5,6% случајева (Табела 41).

Табела 40 - ANOVA за клијавост

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	27,94	1,91	2,63	3,84
Генотип (A)	5	5187,41**	353,86	2,24	3,07
Година (B)	2	54110,53**	3.691,16	3,02	4,67
Третман (C)	1	26664,90**	1818,95	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	1920,79**	131,03	3,02	4,67
AB	10	2783,75**	189,89	1,86	2,38
AC	5	2039,71**	139,14	2,24	3,07
AD	10	1112,95**	75,92	1,86	2,38
BC	2	7151,92**	487,87	3,02	4,67
BD	4	680,49**	46,42	2,40	3,38
CD	2	644,20**	43,94	3,02	4,67
ABC	10	1423,58**	97,11	1,86	2,38
ABD	20	1033,18**	70,48	1,60	1,94
ACD	10	858,83**	58,59	1,86	2,38
BCD	4	575,60**	39,26	2,40	3,38
ABCD	20	755,66**	51,55	1,60	1,94
Грешка	321	14,66			
Укупно	431				

У односу на сезоне, у првој (2010/11), просечно хладној и другој (2011/12), хладној значајно више вредности клијавости у првом и другом року сетве, док у топлој сезони (2012/13) најквалитетније семе по клијавости имао је искључиво први

рок сетве, осим у случају хобрида $B \times N$ где је уочена статистички значајна предност трећег рока сетве на клијавост семена.

Код родитељских генотипова у 83% случајева друге (2011/12) и треће (2012/13) сезоне, први рок сетве је показао статистички значајно вишу вредност клијавости у односу на други и трећи рок сетве. Код хибридних генотипова слика клијавости у зависности од рокова сетве се значајно мења у односу на родитеље: уочена је стабилност у 33,33% случајева, средње касна сетва, други рок (1. септембар) је имала статистички врло значајну више вредности клијавости у 33,33% случајева, док је рана (први рок, 15. авг.) и касна сетва (трећи рок – 15. сеп.) имала више вредности клијавости у по 16,7% случајева.

Adžić et al. (2012) су утврдили утицај рока сетве и гиберелинске киселина GA_3 на клијавост у једногодишњем огледу. Констатовали су да је средње рани рок сетве имао највишу вредност клијавости и да је третман повећао вредност енергије у том року сетве за 4%.

Прописана клијавост је лимитирајући фактор тржишности производа. Представља, поред оствареног приноса, најзначајнији моменат у семенској производњи. Прве сезоне (просечно хладне – 2010/11) независно од генотипа и рока сетве обезбеђена је одговарајућа тржишна клијавост семена од 75%. Друга година (2011/12) је била неповољна за презимљавање усева, али била је добар показатељ утицаја третмана гиберелинском киселином у циљу остваривања квалитета у погледу клијавости, што се нарочито одразило код хибридних биљака у ранијим роковима сетве (Графикон 27). У трећој (топлој години – 2012/13) код родитељских биљака комерцијална клијавост је обезбеђивана у првом року сетве, док је утицај гиберелина обезбедио квалитет семена трећег рока сетве код касног родитеља B . Све хибридне комбинације, осим $B \times N$, су у свим роковима треће године постигле комерцијални минимум клијавости док је поменути хибрид био само позитиван у трећем року сетве, код њега је забележен и најмањи хетерозис (Табела 42).

Табела 41 - Просечне вредности клијања (%) и коефицијент варирања (%)

Табела 41. Просечне вредности клијања (%) и коефицијент варијабилности (%)								
Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Клијавост					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)	$\bar{x}$ (%)	Cv (%)
Scc	I	Контрола	87	8,52	34	5,17	79	5,94
	II		91	3,73	62	2,1	72	6,1
	III		88	2,07	65	3,32	62	3,11
	I	Третман GA_3	76	6,26	55	4,15	71	5,2
	II		94	3,36	69	6,16	42	5,66
	III		87	6,08	63	5,19	57	5,59
N	I	Контрола	75	4,84	77	2,26	82	4,88
	II		81	10,33	73	2,87	72	1,13
	III		75	5,53	53	3,87	53	6,57
	I	Третман GA_3	64	2,66	0	0	72	1,75
	II		85	2,93	0	0	46	3,97
	III		73	1,12	0	0	35	3,74
B	I	Контрола	86	5,86	45	3,77	79	5,52
	II		82	8,11	0	0	76	12,49
	III		83	0,98	36	3,47	64	7,17
	I	Третман GA_3	90	0,55	54	3,18	61	6,13
	II		87	1,16	0	0	58	5,22
	III		81	1,19	0	0	83	4,51
Scc x N	I	Контрола	87	4,09	87	7,68	84	4,51
	II		87	5,8	78	6,54	87	1,1
	III		84	7,85	78	7,03	84	4,51
	I	Третман GA_3	86	4,65	54	5,86	77	2,45
	II		75	4,03	85	5,36	64	4,9
	III		89	7,47	0	0	59	2,12
Scc x B	I	Контрола	88	3,97	64	3,02	84	7,34
	II		83	8,54	71	5,52	80	6,54
	III		84	13,72	67	5,2	85	5,31
	I	Третман GA_3	79	8,57	81	6,29	88	2,16
	II		87	2,21	0	0	69	0,15
	III		84	2,26	79	7,13	45	1,1
B x N	I	Контрола	87	6,3	60	2,91	69	8,92
	II		88	4,55	72	5,3	73	9,0
	III		90	5,56	65	0,9	80	6,93
	I	Третман GA_3	87	1,72	67	2,23	49	8,33
	II		85	4,76	77	4,06	64	0,78
	III		83	7,14	0	0	54	2,41
$lsd_{0,05}$			6,44		3,83		5,38	
$lsd_{0,01}$			8,52		5,07		7,13	

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.

Zhen et al. (2010) су установили да егзогени утицај гибберелинске киселине може значајно повећати клијавост у условима абиотичког стреса. Егзогени утицај третмана GA_3 при већим концентрацијама (300 и 400 ppm) може да поремети ендегену синтезу истог, што ће пореметити однос GA_3/ABA који негативно утиче на клијавост (*Baydar et al.*, 2002).

Lotfifar et al. (2009) су утврдили утицај времена сетве на клијавост код уљане репице. Ранија сетва имала је статистички значајну већу клијавост од касне.

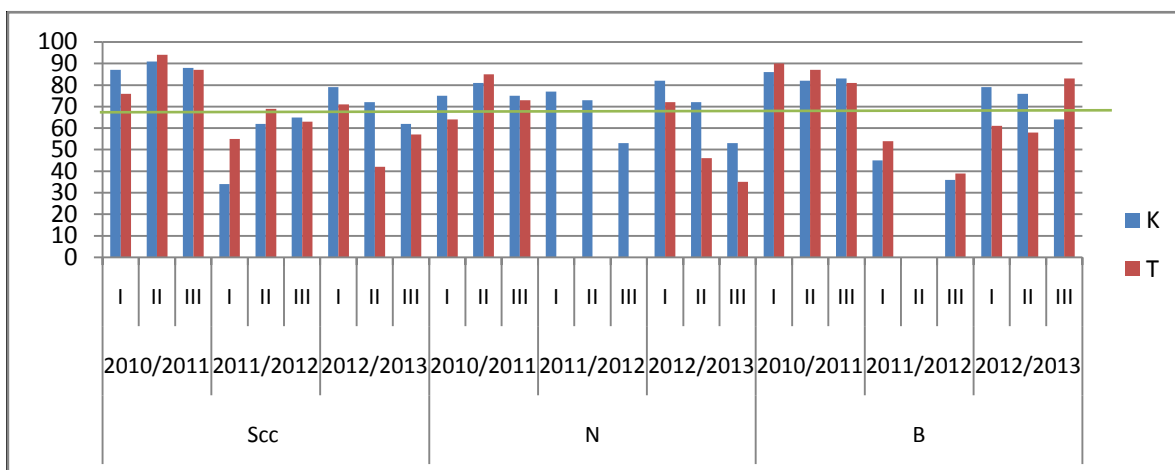
На основу Правилника о квалитету семена минимална дозвољена клијавост семена за купусњаче која се ставља у промет је 75% (*ISTA*, 1969).

Табела 42: Средње вредности и хетерозис за клијавост семена (%)

F1 хибрид	Клијавост (%)			Хетерозис (%)		
	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>MP</i>	<i>F1</i>	<i>Ha</i>	<i>Hr</i>
-						
<i>SccxN</i>	71,00	71,00	71,00	84,00	13,00	18,31
<i>SccxB</i>	71,00	69,00	70,00	78,00	8,00	11,43
<i>BxN</i>	69,00	71,00	70,00	76,00	6,00	8,57

P1, *P2* – средње родитељске вредности за клијавост семена, *MP* – средња вредност збира (средњих вредности) клијавости семена, *F1* – клијавост семена код хибрида, *Ha* – апсолутни хетерозис, *Hr* – релативни хетерозис

Утицај гибберелинске киселине је највише позитивних статистички значајних промена на испитивано својство испољио у критичној години (друга хладна сезона – 2011/12). Око 80% повећања клијавости у огледу остварено је баш у овој сезони. Највише статистички значајних смањења клијавости под утицајем овог третмана догодио се у трећој (топлој - 2012/13) сезони (Графикони 26 и 27; Табела 43).



Графикон 26 - Клијавост (%) код родитељски генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено) (зелена линија показује граничну комерцијалну клијавост од 75%)



Графикон 27 - Клијавости (%) код $F1$ хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли (плаво) и у третману GA_3 (црвено) (зелена линија показује граничну комерцијалну клијавост од 75%)

Табела 43 - Ефекат третмана GA_3 на клијање (%), поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана (, +“ - повећање вредности особине: * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ - смањење вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона								
		2010/2011			2011/2012			2012/2013		
			$lsd_{0,05}=6,44$ $lsd_{0,01}=8,52$			$lsd_{0,05}=3,83$ $lsd_{0,01}=5,07$			$lsd_{0,05}=5,38$ $lsd_{0,01}=7,13$	
Scc	I	-	11	*	+	-21	**	-	8	**
	II	+	-3		+	-7	**	-	30	**
	III	-	1		-	2		-	5	
N	I	-	11	**	/	0		-	10	**
	II	+	-4		/	0		-	26	**
	III	-	2		/	0		-	18	**
B	I	+	-4	*	+	-9	**	-	18	**
	II	+	-5		/	0		-	18	**
	III	-	2		/	0		+	-19	**
Scc x N	I	-	1		-	33	**	-	7	*
	II	-	12	**	+	-7	**	-	23	**
	III	+	-5		/	0		-	25	**
Scc x B	I	-	9	**	+	-17	**	+	-4	
	II	+	-4		/	0		-	11	**
	III	/	0		+	-12	**	-	40	**
B x N	I	/	0		+	-7	**	-	20	**
	II	-	3		+	-5	*	-	9	*
	III	-	7	*	/	0		-	26	**

5.2.14. Фертилноост полена

Егзогеном употребом GA_3 може се изазвати деградација мушких полних органа у цветовима (деформација филамената и антера), па се тиме посредно изазива и мушка стерилност (Baydar et al., 2003; Huang et al., 2003).

Wendy et al. (2003) су закључили да егзогена примена GA_3 може да допринесе повећању фертилности, али уз додатни утицај абиотичког стреса може да допринесе и његовом смањењу. Међутим, Acar et al. (2010) проучавајући клијавост полена на

сахарозном медијуму под контролисаним условима утврђује статистички значајно смањење клијавости полена под третманом GA_3 који улази у састав медијума.

Највећа фертилност полена уочена је код раног генотипа N (Слика 20). Посматрајућу узорке уочено је да је 63% полена било фертилно независно од рокова сетве, а да је третман гиберелином смањио ту фертилност за 21% (Слика 21).

Фертилност од 55% уочена је и код касног родитеља Scc (слика 18), као и код заједничког хибрида са раним генотипом N (који је показао највећу фертилност) $Scc \times N$, слика 28. И код једног и код другог третман је изазвао смањење фертилности у односу на контролу више од 20%, табела 44, слике 19 и 29.

Врло ниска фертилност од 10% уочена је код касног генотипа B (Слика 22). Третман је и онако ниску фертилност још смањио (Слика 23).

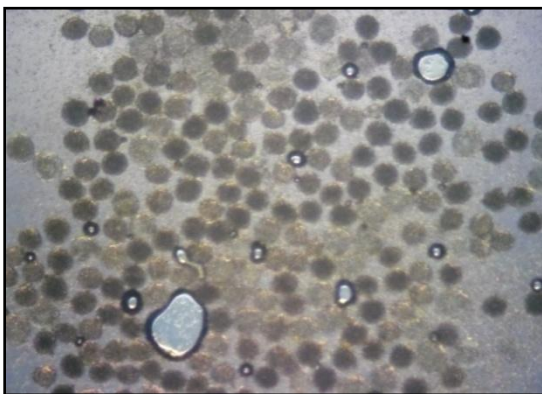
Такође је врло ниска фертилност полена уочена и код хибрида у коме генотип B са раним генотипом N учествује као родитељ ($B \times N$) (Слика 26).

Једини пример, уочен у свим роковима сетве у третману, где је дошло до значајног повећања фертилности полена у односу на контролу је средње рани хибрид $B \times N$ (Слика 27).

Разлике које се виде у величини полена између контроле и третмана нису последица третмана већ сликање са различитих увећања на микроскопу у циљу постизања прегледнијих слика. (сл.18 – сл. 29)

Табела 44 – Фертилност полена (%) у контроли и третману GA_3

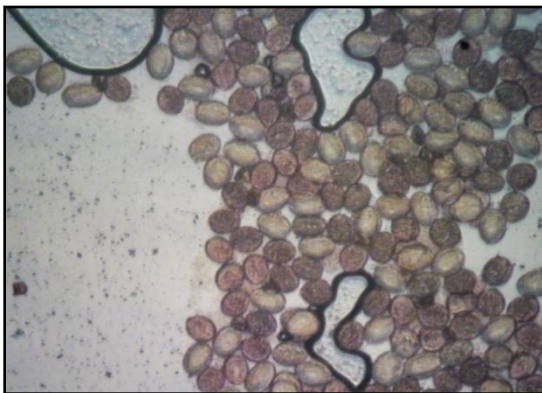
Генотип	Фертилност полена у контроли (%)	Фертилност полена уз примену GA_3 - третман (%)	Разлика у фертилности полена између контроле и третамена GA_3
Scc	55	25	30
N	63	42	21
B	10	7	3
$Scc \times N$	55	26	29
$Scc \times B$	48	22	26
$B \times N$	12	45	-33



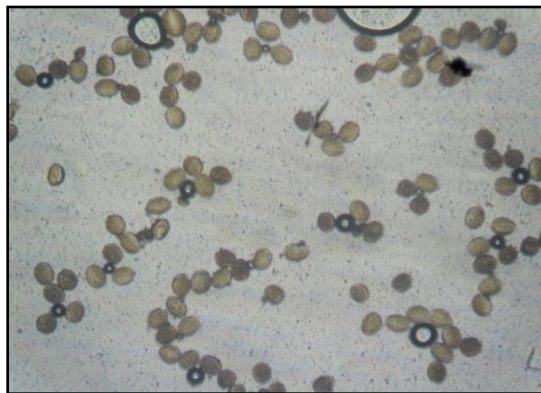
Слика 18 - Полен *Scc* генотипа, контрола



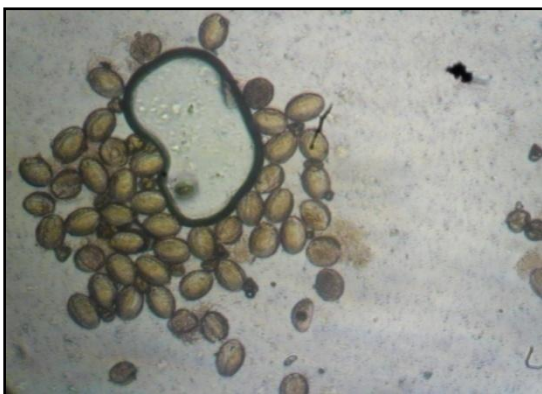
Слика 19 - Полен *Scc* генотипа, третман



Слика 20 - Полен *N* генотипа, контрола



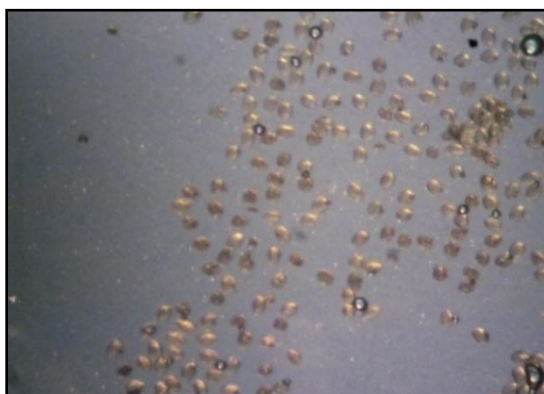
Слика 21 - Полен *N* генотипа, третман



Слика 22 - Полен *B* генотипа, контрола



Слика 23 - Полен *B* генотипа, третман



Слика 24 - Полен *SscxV* хибрида, контрола



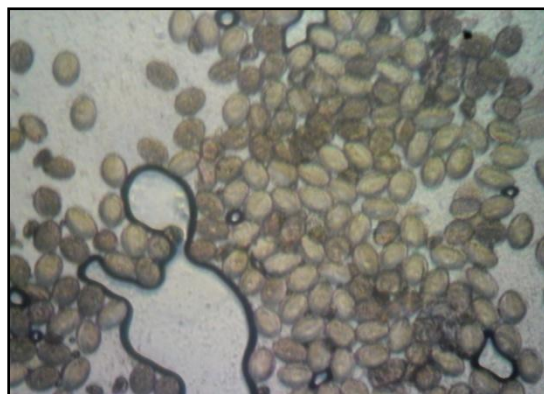
Слика 25 - Полен *SscxV* хибрида, третман



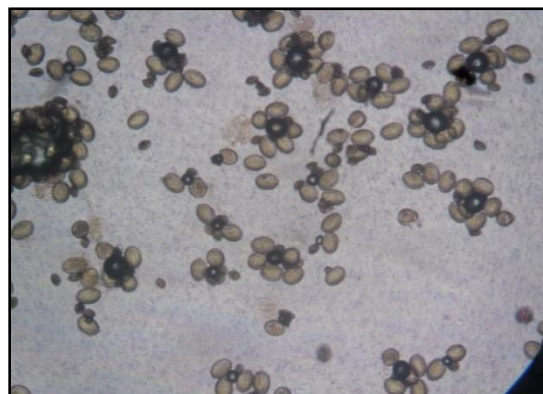
Слика 26 - Полен *BxN* хибрида, контрола



Слика 27 - Полен *BxN* хибрида, третман



Слика 28 - Полен *SscxN* хибрида, контрола



Слика 29 - Полен *SscxN* хибрида, третман

5.2.15. Морфогенеза репродуктивне фазе (време појаве првог цвета и време сазревања семена)

На основу четворофакторијалне анализе варијансе утврђена је статистичка значајност фактора године, генотипа, третмана и рока сетве на време цветања у зависности од дужине вегетационог периода (старости биљке) као и календарског цветања (рачунатог од 1. јануара) (Табеле 45 и 46). Ови подаци су у складу са резултатима других истраживача (*Jeromela et al.*, 2011).

Табела 45 – ANOVA за време појаве првог цвета (број дана од сетве)

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	44,97	1,70	2,63	3,84
Генотип (A)	5	17615,49**	665,18	2,24	3,07
Година (B)	2	95349,71**	3600,49	3,02	4,67
Третман GA ₃ (C)	1	105875,39**	3997,95	3,87	6,71
Рок сетве (D)	2	70932,13**	2678,46	3,02	4,67
AB	10	15624,34**	589,99	1,86	2,38
AC	5	16628,20**	627,90	2,24	3,07
AD	10	12860,56**	485,63	1,86	2,38
BC	2	86434,09**	3263,83	3,02	4,67
BD	4	12952,69**	489,11	2,40	3,38
CD	2	4874,63**	184,07	3,02	4,67
ABC	10	14832,87**	560,10	1,86	2,38
ABD	20	13069,02**	493,50	1,60	1,94
ACD	10	5703,84**	215,38	1,86	2,38
BCD	4	5793,58**	218,77	2,40	3,38
ABCD	20	5699,81**	215,23	1,60	1,94
Грешка	321	26,48			
Укупно	431				

Табела 46 - ANOVA за време појаве првог цвета (број дана од 1. јануара)

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	9,47	2,24	2,63	3,84
Генотип (<i>A</i>)	5	6755,48**	1597,62	2,24	3,07
Година (<i>B</i>)	2	19558,79**	4625,51	3,02	4,67
Третман <i>GA</i> ₃ (<i>C</i>)	1	32673,72**	7727,10	3,87	6,71
Рок сетве (<i>D</i>)	2	4818,91**	1139,64	3,02	4,67
<i>AB</i>	10	4880,53**	1154,21	1,86	2,38
<i>AC</i>	5	3765,25**	890,45	2,24	3,07
<i>AD</i>	10	2964,29**	701,03	1,86	2,38
<i>BC</i>	2	26646,96**	6301,81	3,02	4,67
<i>BD</i>	4	3339,41**	789,75	2,40	3,38
<i>CD</i>	2	1470,67**	347,80	3,02	4,67
<i>ABC</i>	10	3904,27**	923,33	1,86	2,38
<i>ABD</i>	20	3076,61**	727,60	1,60	1,94
<i>ACD</i>	10	1513,52**	357,94	1,86	2,38
<i>BCD</i>	4	1855,88**	438,90	2,40	3,38
<i>ABCD</i>	20	1410,81**	333,65	1,60	1,94
Грешка	321	4,23			
Укупно	431				

Посматрајући време цветања по дужини вегетационог периода или старости биљке (број дана од сетве) уочена је статистичка значајност трећег рока сетве на време појаве првог цвета. Закључак је да се у свим сезонама код најмлађих биљака, свих генотипова, чија је сетва вршена 15. септембра, појавило значајно раније цветање од остала два ранија рока сетве (15. август и 1. септембар). Најраније цветање догодило се код касног генотипа *B* у првој сезони 202. дана од сетве, а најкасније 268. дана од сетве код раног генотипа *N* у другој години (Табела 47; Графикони 28 и 29).

Највећа временска разлика између индентичних рокова сетве различитих сезона, посматрајући по дужини вегетационог периода, у времену појаве првог цвета уочена је код касног генотипа *Scs*. Највећа уочена разлика у времену појаве првог цвета код овог генотипа бележена је између друге и трећег сезоне истраживања код трећег рока сетве у трајању од 27 дана. Док је најмања дистанца уочена код другог касног генотипа *B* у другој години са 0 дана одступања.

Генерално у хладној сезони (друга сезона – 2011/12) у свим роковима сетве уочено је касније време цветања, просечно 12 дана касније него прве (просечно хладне сезоне) и 10 дана касније у односу на трећу (топлу сезону). Највећа просечна дистанца уочена је код трећег рока сетве где је разлика у времену цветања између хладне сезоне и остале две по 13 дана, а најмања дистанца код другог рока сетве 11 дана у односу на просечну хладну (прву – 2010/11) сезону и 8 дана у односу на топлу сезону (трећу – 2012/13).

Adamsen and Coffelt (2004) утврдили су утицај различитог времена сетве на време појаве првог цвета код уљане репице.

Edwards and Martin (2008) у својим истраживањима спроведеним на изучавању приноса и времена и дужине цветања код уљане репице утврдили су просечну разлику од 20 дана између година у погледу појаве првог цвета као и 18 дана смањења периода цветања у другој проучаваној сезони када је цветање кренуло касније. Такође су утврдили да време жетве није значајно одступало у зависности од утицаја године.

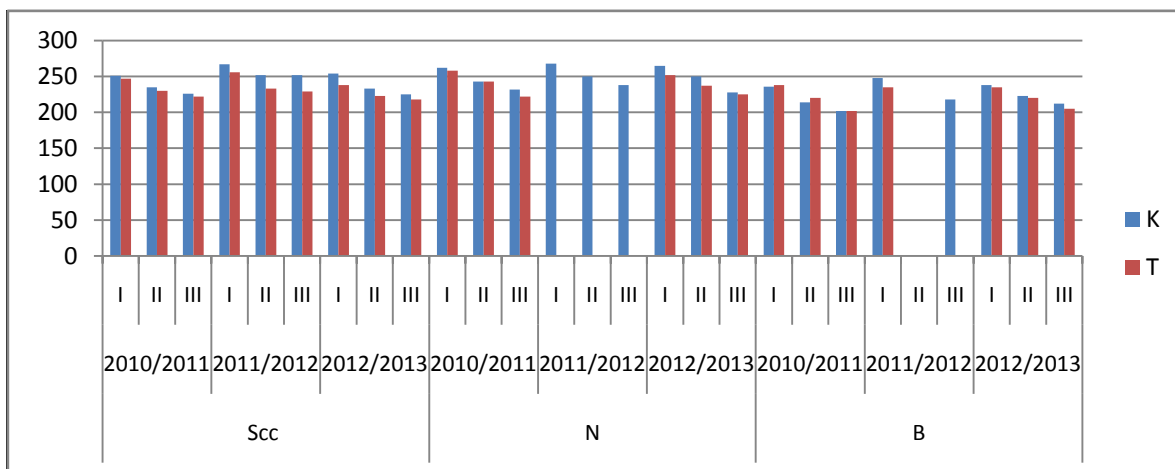
Ендогени гиберелини једни су од најодговорнијих биоактивних супстанци који проузрокују појаву цветања код биљака који за овај процес захтевају услове вернализације. Биљке дугог дана (*Brassicaceae*) у неиндуктивном периоду (када владају услови кратког дана и ниске температуре), у фенофази розете бележе пораст нивоа ендогених гиберелина који покрећу цветну индукцију на нивоу меристема (*Hillman*, 1969).

Органогенеза цветања условљена је условима спољашње средине и својство је генотипа у смислу потребног времена да се она обави у физиолошком смислу (*Kumar et al.*, 2009).

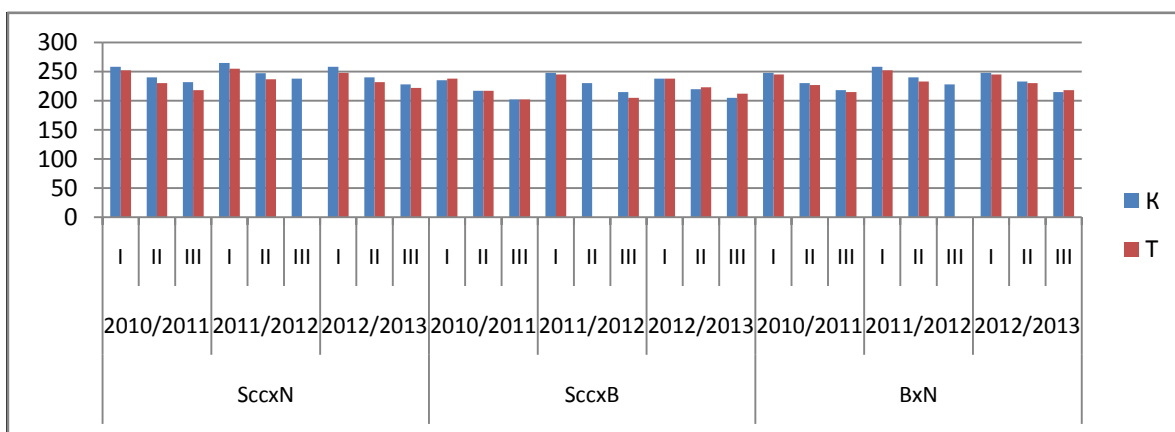
Табела 47 - Просечне вредности броја дана појаве првог цвета од датума сетве

Табела 17. Просечне вредности броја дана појаве првог цвета од датума сетве								
Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Дан цветања од сетве					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$	Cv (%)	$\bar{x}$	Cv (%)	$\bar{x}$	Cv (%)
<i>Scc</i>	I	Контрола	251	1,4	267	3,5	254	4,4
	II		235	1,8	252	7,4	233	3,7
	III		226	1,5	252	7,6	225	3,4
	I	Третман GA_3	247	3,8	256	6,3	238	4,6
	II		230	6,0	233	5,1	223	3,9
	III		222	2,6	229	6,2	218	5,0
<i>N</i>	I	Контрола	262	1,0	268	0,9	265	0,9
	II		243	1,0	250	1,0	250	1,0
	III		232	1,1	238	1,0	228	1,0
	I	Третман GA_3	258	1,0	0	0	252	1,0
	II		243	1,0	0	0	237	1,1
	III		222	1,11	0	0	225	1,1
<i>B</i>	I	Контрола	236	1,3	248	1,0	238	1,0
	II		214	1,3	0	0	223	1,1
	III		202	1,2	218	1,1	212	1,2
	I	Третман GA_3	238	1,0	235	1,1	235	1,1
	II		220	1,1	0	0	220	1,1
	III		202	1,2	0	0	205	1,2
<i>Scc</i> x <i>N</i>	I	Контрола	258	1,0	265	0,9	258	1,0
	II		240	1,0	247	1,0	240	1,0
	III		232	1,1	238	1,0	228	1,1
	I	Третман GA_3	252	1,0	255	1,0	248	1,4
	II		230	1,1	237	1,1	232	1,4
	III		218	1,1	0	0	222	1,4
<i>Scc</i> x <i>B</i>	I	Контрола	235	1,1	248	0,8	238	1,0
	II		217	1,2	230	0,9	220	1,1
	III		202	1,2	215	1,0	205	1,2
	I	Третман GA_3	238	1,2	245	0,8	238	1,0
	II		217	1,0	0	0	223	1,1
	III		202	1,1	205	1,2	212	1,2
<i>B</i> x <i>N</i>	I	Контрола	248	1,0	258	1,0	248	1,0
	II		230	1,1	240	1,0	233	1,1
	III		218	1,1	228	1,0	215	1,2
	I	Третман GA_3	245	1,0	252	1,0	245	1,0
	II		227	1,1	233	1,11	230	1,1
	III		215	1,2	0	0	218	1,1
<i>lsd</i> _{0,05}			6		10		7	
<i>lsd</i> _{0,01}			8		13		9	

Легенда: родитељски генотипови: Scc – локална сорта Сараорци, N – Номер руска рана сорта, B – сорта Бијељински купус; F1 хибридни генотипови: SccxN, SccxB, BxN; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.



Графикон 28 – Време појаве првог цвета у зависности од броја дана од сетве код родитељских генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли – К (плаво) и у третману GA_3 - Т (црвено)



Графикон 29 – Време појаве првог цвета у зависности од броја дана од сетве код F1 хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли – К (плаво) и у третману GA_3 - Т (црвено)

Егзогеном применом гибберелина може се изазвати раније цветање код биљака дугог дана у условима вернализације (Luo *et al.*, 2013), али уколико се примени апликација код биљака кратког дана нема утицаја на време цветања (Dahanayk and Galwey, 1999).

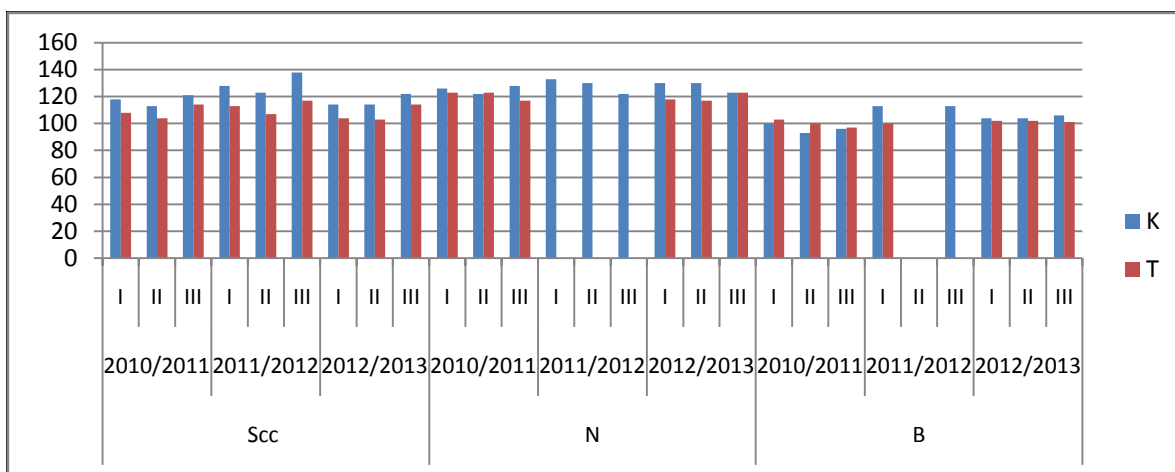
По календарском праћењу времена појаве првог цвета (прати се време појаве првог цвета у односу на почетак године – 1. јануара) уочавамо да је у 50 % случајева у свим годинама заједно најраније цветање било код биљака из средње раног рока сетве, док је у 25% случајева уочена стабилност генотипова на особину у зависности од фактора времена сетве, касни рок истакао се у овој особини у 18,75% случајева. У првој сезони код свих генотипова (100% случајева) други рок сетве (1. септембар) имао је најраније цветање. Рани генотип *N* у хладној (другој) и топлој (трећој сезони) најраније цвета код касног рока сетве (трећег), док се код хибридних биљака у извесном броју случајева уочава стабилност (незначајност утицаја) рокова сетве на време појаве првог цвета. У другој (хладној) сезони просечно померање цветања (цветање је календарски касније) у односу на просечну (прву) сезону износи 10 дана, а у односу на топлу (трећу) 8 дана и тај тренд се задржава кроз све рокове сетве (Табела 48; Графикони 30 и 31).

Третман гиберелином (GA_3) у великој већини случајева, где је значајно и статистички значајно деловао као фактор се одразио на смањење времена појаве првог цвета у односу на контролу (*Moeller et al.*, 2012; *Linwattana et al.*, 1997). Посматрајући његов утицај на смањење времена цветања према дужини вегетационог периода (број дана од сетве) у једанаест случајева је статистички значајно смањио време појаве првог цвета у односу на контролу а од тога више од половине случајева догодило се у трећој сезони (Табела 49).

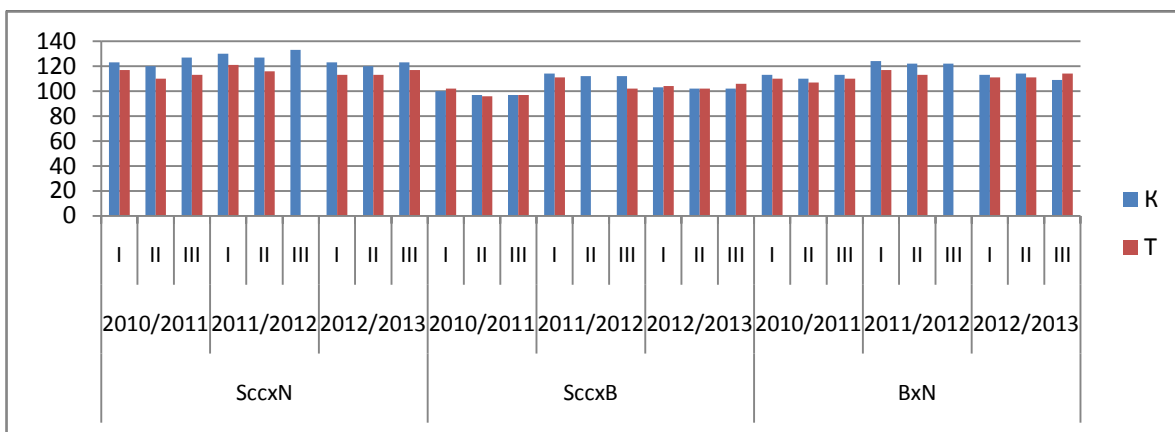
Табела 48 - Просечне вредности броја дана појаве првог цвета од почетка године (1. јануара)

Генотип	Рок	Контрола/ Третман GA_3	Време цветања од 1. јануара					
			2010/2011		2011/2012		2012/2013	
			$\bar{x}$	Cv (%)	$\bar{x}$	Cv (%)	$\bar{x}$	Cv (%)
<i>Scc</i>	I	Контрола	118	1,5	128	3,5	114	1,2
	II		113	1,6	123	7,4	114	2,1
	III		121	1,8	138	7,6	122	1,9
	I	Третман GA_3	108	1,1	113	6,3	104	1,9
	II		104	1,5	107	5,1	103	1,9
	III		114	2,4	117	2,2	114	2,1
<i>N</i>	I	Контрола	126	2,3	133	1,4	130	1,7
	II		122	0,7	130	1,2	130	2,1
	III		128	1,4	122	1,1	123	1,8
	I	Третман GA_3	123	1,5	0	0	118	1,6
	II		123	1,3	0	0	117	1,0
	III		117	1,0	0	0	123	2,6
<i>B</i>	I	Контрола	100	1,0	113	1,9	104	2,0
	II		93	1,2	0	0	104	2,6
	III		96	1,3	113	1,8	106	1,3
	I	Третман GA_3	103	1,9	100	2,8	102	2,2
	II		100	1,8	0	0	102	1,7
	III		97	1,7	0	0	101	2,3
<i>Scc x N</i>	I	Контрола	123	1,4	130	1,6	123	3,1
	II		120	1,7	127	1,7	120	3,0
	III		127	1,5	133	2,3	123	2,0
	I	Третман GA_3	117	1,6	121	1,3	113	3,2
	II		110	2,3	116	1,7	113	3,1
	III		113	1,7	0	0	117	3,1
<i>Scc x B</i>	I	Контрола	100	1,8	114	2,2	103	2,5
	II		97	1,7	112	3,3	102	1,2
	III		97	1,4	112	2,1	102	2,3
	I	Третман GA_3	102	1,8	111	4,5	104	1,7
	II		96	1,1	0	0	102	1,3
	III		97	1,2	102	3,3	106	0,9
<i>B x N</i>	I	Контрола	113	2,2	124	1,1	113	2,0
	II		110	1,4	122	1,1	114	1,6
	III		113	1,1	122	1,1	109	2,7
	I	Третман GA_3	110	2,1	117	1,2	111	0,8
	II		107	3,1	113	1,5	111	1,4
	III		110	1,1	0	0	114	2,2
<i>lsd</i> _{0,05}			3		3		3	
<i>lsd</i> _{0,01}			4		4		4	

Легенда: родитељски генотипови: *Scc* – локална сорта Сараорци, *N* – Номер руска рана сорта, *B* – сорта Бијељински купус; *F1* хибридни генотипови: *SccxN*, *SccxB*, *BxN*; Рокови сетве: I – 15. август, II – 1. септембар, III – 15. септембар.



Графикон 30 - Време појаве првог цвета од 1. јануара код родитељских генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли – K (плаво) и у третману GA_3 - T (црвено)



Графикон 31 - Време појаве првог цвета од 1. јануара код F_1 хибридних генотипова кроз рокове сетве (I – 15 август; II – 1. септембар; III – 15. септембар;) и сезоне сетве – поређење просечних вредности масе биљке у контроли – K (плаво) и у третману GA_3 - T (црвено)

Табела 49 - Ефекат третмана GA_3 на време цветања (дан од сетве) поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана („+“ - повећање вредности особине: * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ - смањење вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона							
		2010/2011				2011/2012			
		$lsd_{0,05}=6$				$lsd_{0,05}=10$			
		$lsd_{0,01}=8$				$lsd_{0,01}=13$			
Scc	I	-	4	-		11	*	-	16 **
	II	-	5	-		19	**	-	10 **
	III	-	4	-		23	**	-	7 *
N	I	-	4	/		/	-		13 **
	II	0	0	/		/	-		13 **
	III	-	10	**	/	/	-		3
B	I	+	-2	-		13	**	-	3
	II	+	-6	*	/	/	-		3
	III	0	0	/		/	-		7 *
Scc x N	I	-	6	*	-	10	*	-	10 **
	II	-	10	**	-	10	*	-	8 *
	III	-	14	**	/	/	-		6
Scc x B	I	+	-3	-		3	-		0
	II	0	0	/		/	+		-3
	III	0	0	-		10	*	+	-7 *
B x N	I	-	3	-		6	-		3
	II	-	3	-		7	-		3
	III	-	3	/		/	+		-3

Анализирајући утицај третмана GA_3 на скраћење времена цветања код испитиваних генотипова и њихових $F1$ хибрида посматрано у односу на 1. јануар уочено 25 статистички врло значајних промена смањења вредности испитиване особине. Статистички значано повећање вредности посматране особине констатовано је код касног генотипа B у првој сезони (2010/11) и његових хибрида у трећој сезони (2012/13) ($B \times Scc$ и $B \times N$) (Табела 50).

Начина наслеђивања времена цветања код хибрида у којима је један од родитеља рани генотип N - $Scc \times N$ и $B \times N$ је интермедијаран - адитиван (код

ранијих аутора утврђено да је време цветања квантитативна особина). Код хибрида насталог укрштањем касних родитеља *Scc* x *B* утврђено је да је време цветања доминантно (под доминацијом родитеља *B*), табела 51.

Табела 50 - Ефекат третмана GA_3 на време цветања (од 1. јануара) поређење према истим роковима сетве, током сезона, између контроле и третмана („+“ - повећање вредности особине: * $p>0,05$, ** $p>0,01$; „-“ – смањење вредности особине; * $p>0,05$, ** $p>0,01$)

Генотип	Рок сетве	Сезона								
		2010/2011			2011/2012			2012/2013		
			$lsd_{0,05}=3$ $lsd_{0,01}=4$			$lsd_{0,05}=3$ $lsd_{0,01}=4$			$lsd_{0,05}=3$ $lsd_{0,01}=4$	
<i>Scc</i>	I	-	10	**	-	15	**	-	10	**
	II	-	9	**	-	16	**	-	11	**
	III	-	7	**	-	21	**	-	8	**
<i>N</i>	I	-	3	*	/	/		-	12	**
	II	+	-1		/	/		-	13	**
	III	-	11	**	/	/		0	0	
<i>B</i>	I	+	-3	*	-	13	**	-	2	
	II	+	-7	**	/	/		-	2	
	III	+	-1		/	/		-	5	**
<i>Scc</i> x <i>N</i>	I	-	6	**	-	9	**	-	10	**
	II	-	10	**	-	11	**	-	7	**
	III	-	14	**	/	/		-	6	**
<i>Scc</i> x <i>B</i>	I	+	-2		-	3		+	-1	
	II	-	1		/	/		0	0	
	III	-	0		-	10	**	+	-4	**
<i>B</i> x <i>N</i>	I	-	3	*	-	7	**	-	2	
	II	-	3	*	-	9	**	-	3	*
	III	-	3	*	/	0		+	-5	**

Табела 51 - Наслеђивање времена цветања

<i>F1</i> хибрид	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>MP</i>	<i>F1</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
<i>Scs</i> × <i>B</i>	121	104	113	104	-d	-d
<i>B</i> × <i>N</i>	104	127	116	116	i	i
<i>Scs</i> × <i>N</i>	121	127	124	125	i	i

P1, *P2* – средње родитељске вредности за време цветања, *MP* – средња вредност збира (средњих вредности) времена цветања, *F1* – време цветања код хибрида

На основу четворофакторијалне анализе варијансе утврђена је статистичка значајност фактора године, генотипа, третмана и рока сетве на време жетве (Табела 52).

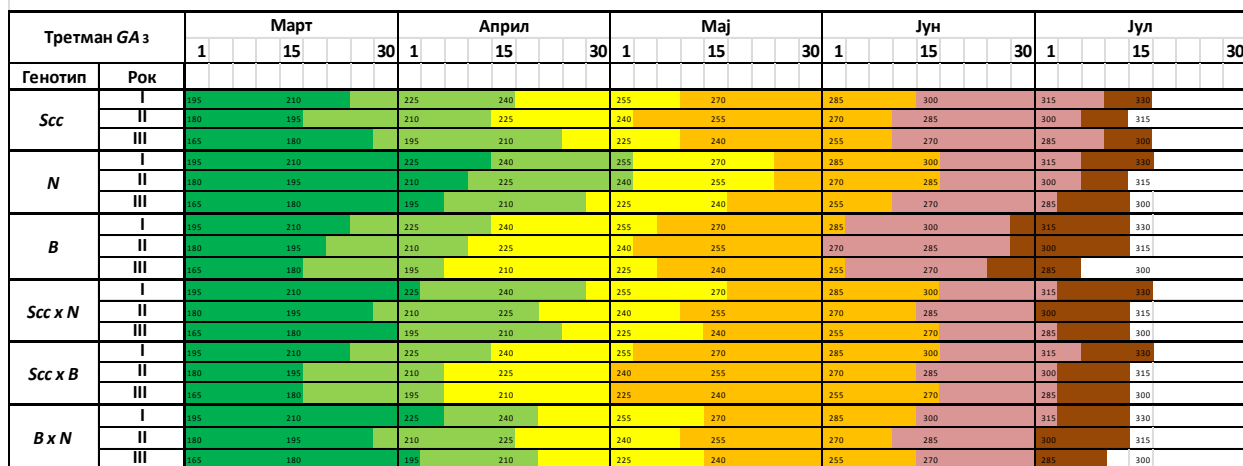
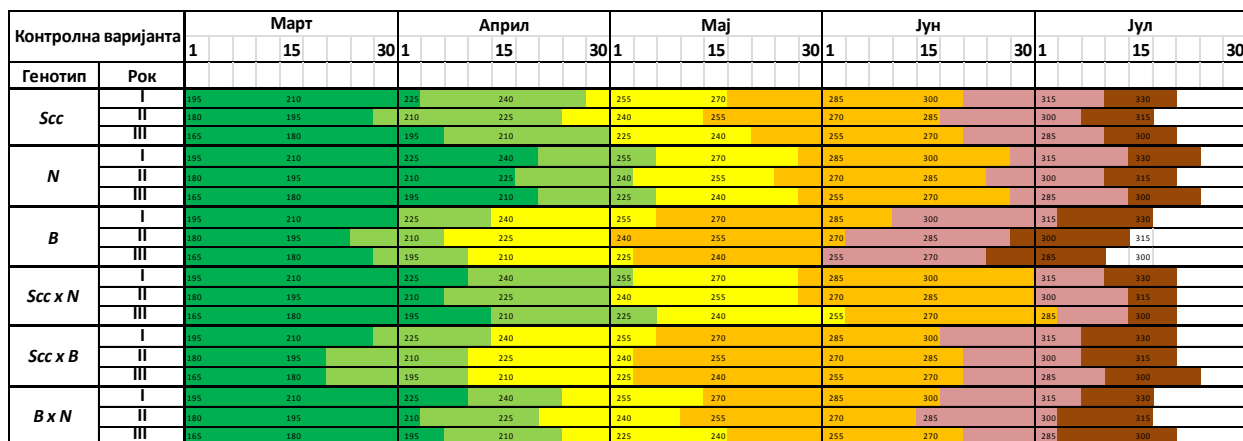
Табела 52 - ANOVA за време сазревања семена (од 1. јануара)

Извор варирања	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i> _{0,05}	<i>F</i> _{0,01}
Блокови	3	16,72	0,09	2,63	3,84
Генотип (<i>A</i>)	5	12284,56**	66,60	2,24	3,07
Година (<i>B</i>)	2	68557,37**	371,70	3,02	4,67
Третман <i>GA</i> ₃ (<i>C</i>)	1	118935,70**	644,84	3,87	6,71
Рок сетве (<i>D</i>)	2	9955,72**	53,98	3,02	4,67
<i>AB</i>	10	6172,96**	33,47	1,86	2,38
<i>AC</i>	5	15116,87**	81,96	2,24	3,07
<i>AD</i>	10	6495,94**	35,22	1,86	2,38
<i>BC</i>	2	61052,90**	331,01	3,02	4,67
<i>BD</i>	4	5866,97**	31,81	2,40	3,38
<i>CD</i>	2	8838,29**	47,92	3,02	4,67
<i>ABC</i>	10	6686,46**	36,25	1,86	2,38
<i>ABD</i>	20	7103,09**	38,51	1,60	1,94
<i>ACD</i>	10	5526,54**	29,96	1,86	2,38
<i>BCD</i>	4	3812,61**	20,67	2,40	3,38
<i>ABCD</i>	20	5834,58**	31,63	1,60	1,94
Грешка	321	184,44			
Укупно	431				

Временски период у коме се вршила жетва за све године била је од 6 – 23. јула, са временском дистанцом од 17 дана између најраније и најкасније жетве (Графикони 32, 33 и 34).

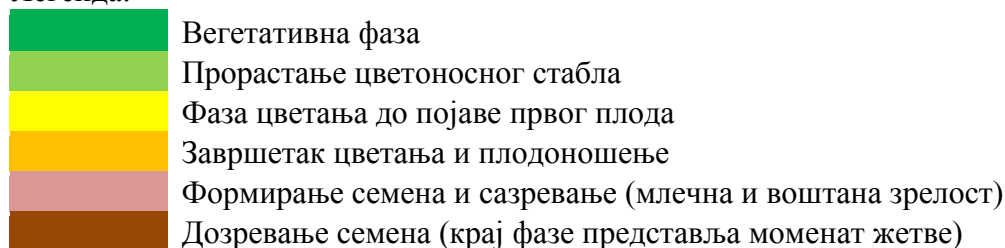
Бржем сазревању семена код *Scc* и раног *N* генотипа у свим сезонама статистички значајан је био други рок сетве и тиме допринео да се жетва семена могла извршити пре првог и трећег рока сетве. Семе генотипа, са најкраћим вегетационим периодом, *B* у свим сезонама значајно раније је сазрело у трећем року сетве од првог и другог рока. Код хибридних комбинација *Scc* $\times$ *B* и *B* $\times$ *N*, сазревање семена било је ефикасније у првом и другом року у односу на трећи рок сетве. Хибрид *Scc* $\times$ *N* показује стабилност времена сазревања семена за жетву од утицаја фактора рока сетве па чак године (Графикони 32, 33 и 34).

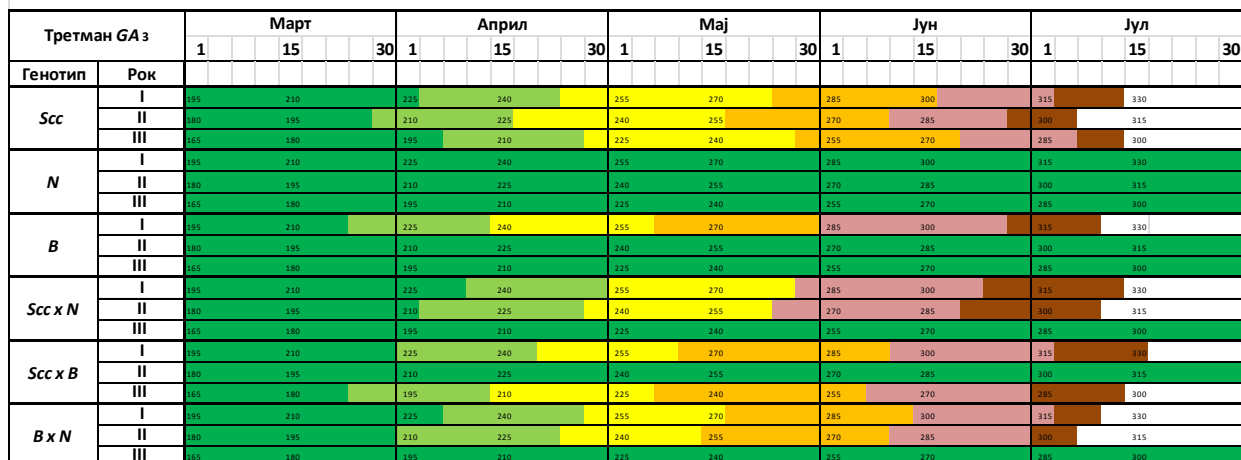
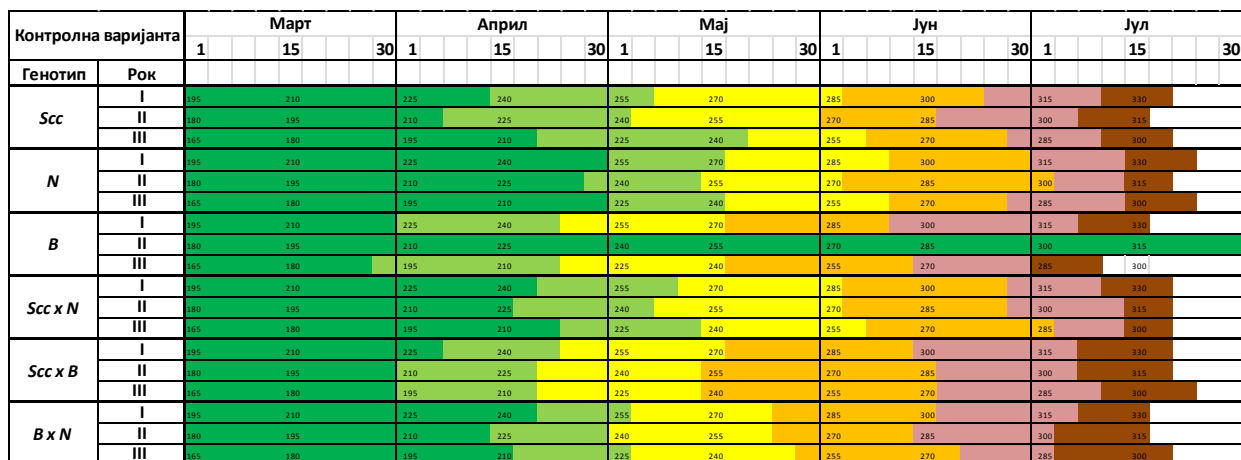
Третман гиберелином је статистички значајно деловао на смањење времена сазревања семена па и тиме је процес жетве семена био ранији (Графикони 32, 33 и 34).



Графикон 32 - Временско трајање етапа морфогенезе репродуктивне фазе у контроли и третману GA₃ сезоне 2010/2011

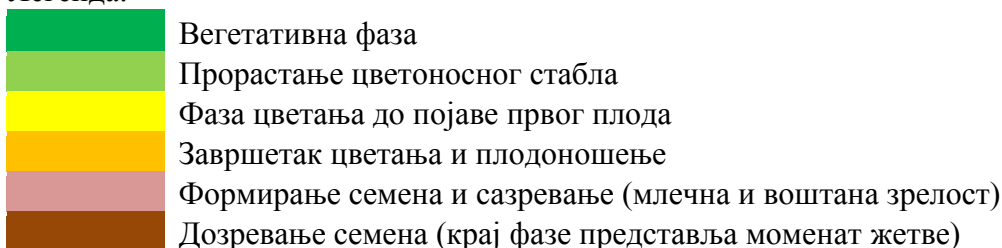
Легенда:

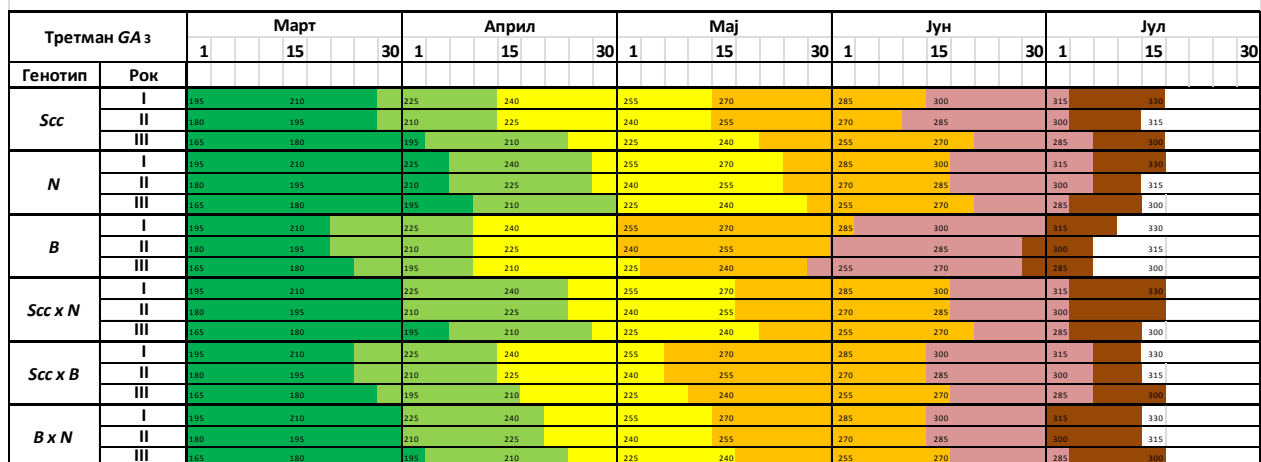
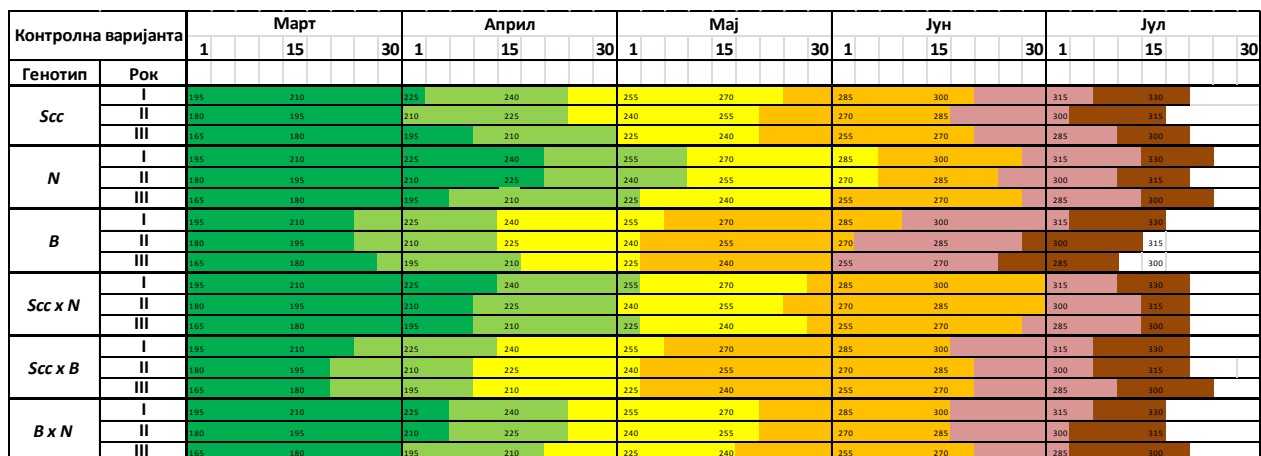




Графикон 33 - Временско трајање етапа морфогенезе репродуктивне фазе у контроли и третману GA₃ сезоне 2011/12

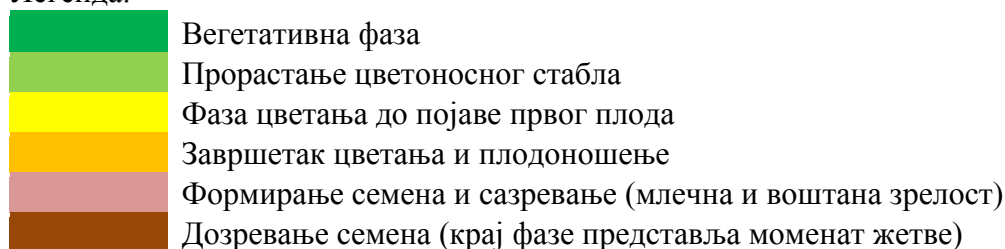
Легенда:





Графикон 34 - Временско трајање етапа морфогенезе репродуктивне фазе у контроли и третману GA₃ сезоне 2012/13

Легенда:



5.3. Корелационе везе између особина

Корелациона анализа биће фокусирана на најзначајнијим особинама (за све године и све генотипове, али посебно по роковима сетве) и то: проценат презимелих биљака, проценат јаровизираних биљака, принос (који збирно представља све компоненте приноса) и квалитет (клијавост и енергију).

Проценат презимелих биљака нашао се у статистички значајном корелативном односу ($p < 0,05$ – обележено плавим бројевима у табелама: 53, 54, 55, 56, 57, 58; $p < 0,01$ – обележено црвеним бројевима у табелама: 53, 54, 55, 56, 57, 58) у свим роковима сетве са приносом и бројем љуски по биљци (и у третману и контроли). Што је већи проценат презимелих биљака већи је и проценат јаровизираних биљака. Проценат јаровизације је био у врло статистички значајном корелативном односу са приносом семена у свим роковима сетве у контроли (први рок - 0,61; други рок – 0,59; трећи рок – 0,70) (табеле 53, 55, 57) и третману GA_3 (0,91 – први рок; 0,77 – други рок; 0,59 – трећи рок), табеле (54, 56, 58).

Табела 53 - Вредности коефицијента корелације особина првог рока сетве у контроли

Први рок (контрола)		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Јаровизација (%)	(1)	0,38	0,61	-0,43	0,41	0,73	0,50	0,25	-0,17	-0,09	0,07	0,28	0,27
Маса семена по биљци (g)	(2)		0,93	-0,24	0,95	0,51	0,81	0,62	0,32	0,05	0,24	0,50	0,54
Принос (kg/ha)	(3)			-0,25	0,88	0,64	0,87	0,55	0,15	0,05	0,15	0,40	0,42
Маса биљке (kg)	(4)				-0,44	-0,38	-0,16	-0,19	-0,15	-0,06	0,34	-0,27	-0,30
Жетвени индекс (%)	(5)					0,49	0,76	0,59	0,32	0,15	0,17	0,56	0,60
Презимљавање (%)	(6)						0,63	0,29	-0,16	-0,16	-0,04	0,13	0,10
Број љуски по биљци	(7)							0,47	-0,17	0,09	0,33	0,16	0,18
Дужина љуски (cm)	(8)								0,44	-0,06	0,28	0,27	0,32
Број семена по љуски	(9)									0,04	-0,30	0,34	0,45
Конц. укуп. шећера (%)	(10)										-0,25	0,09	-0,06
АМС (g)	(11)											0,16	0,18
Клијавост (%)	(12)												0,95
Енергија клијавости (%)	(13)												

Легенда: плавом бојом означени су корелациони коефицијенти са $p < 0,05$ нивоом значајности, а црвеном са $p < 0,01$ нивоом значајности

Табела 54 - Вредности коефицијента корелације особина првог рока сетве у третману GA_3

Први рок (третман GA_3)		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Јаровизација (%)	(1)	0,75	0,91	-0,09	0,57	0,65	0,72	0,25	-0,39	0,13	-0,34	0,05	-0,04
Маса семена по биљци (g)	(2)		0,90	-0,24	0,65	0,47	0,78	0,47	-0,11	-0,15	-0,36	0,11	0,10
Принос (kg/ha)	(3)			-0,09	0,56	0,61	0,81	0,34	-0,36	-0,03	-0,35	0,00	-0,04
Маса биљке (kg)	(4)				-0,77	0,28	-0,18	0,19	-0,26	-0,21	0,52	-0,13	0,03
Жетвени индекс (%)	(5)					0,21	0,54	0,03	0,07	0,08	-0,67	0,17	0,03
Презимљавање (%)	(6)						0,49	0,17	-0,43	-0,15	-0,19	-0,01	-0,08
Број љуски по биљци	(7)							0,34	-0,51	0,10	-0,39	0,04	-0,06
Дужина љуски (cm)	(8)								0,16	0,15	0,24	0,31	0,49
Број семена по љуски	(9)									0,05	0,13	0,56	0,63
Конц. укуп. шећера (%)	(10)										0,14	0,19	0,15
АМС (g)	(11)											-0,02	0,09
Клијавост (%)	(12)												0,91
Енергија клијавости (%)	(13)												

Легенда: плавом бојом означени су корелациони коефицијенти са $p < 0,05$ нивоом значајности, а црвеном са $p < 0,01$ нивоом значајности

У првом и трећем року сетве истиче се и значајна и статистички значајна (за први рок) и статистички врло значајна корелативна веза (за трећи рок) процента презимелих биљака са жетвеним индексом (0,49 за први рок; 0,54 за трећи рок) (Табеле 53 и 57).

Проценат јаровизираних биљака је у статистички значајном, позитивном корелативном односу са приносом и процентом презимелих биљака у свим роковима сетве. Статистички значајан, позитиван, корелативан однос процента јаровизираних биљака са клијавошћу (0,49) и енергијом клијавости (0,54) констатује се у трећем року сетве (табела 57). Третман гиберелином није значајно пореметио корелативне односе у односу на контролу.

У статистички значајном, позитивном, корелативном односу са приносом, у другом (0,55) и трећем року сетве (0,57), (табеле 55 и 57) појављује се и клијавост семена (са повећењем приноса семена расте и проценат клијавости), а у другом року сетве је и енергија клијавости у статистички значајном позитивном корелативном односу са приносом семена (0,44), табела 55. Принос је у позитивном корелативном односу са компонентама приноса, нарочито жетвеног индекса и масе семена по биљци што су потврдили и други аутори (Ali et al., 2003; Akbar et al 2003; Tunçtürk

and *Çiftçi* 2007.)) Третман није значајно нарушио ове корелативне односе (Табеле 54, 56 и 58).

Табела 55 - Вредности коефицијента корелације особина другог рока сетве у контроли

Други рок (контрола)		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Јаровизација (%)	(1)	0,21	0,59	-0,02	0,16	0,50	0,08	0,41	0,15	-0,26	0,02	0,02	0,09
Маса семена по биљци	(2)		0,88	-0,45	0,86	0,42	0,60	0,63	0,48	-0,05	-0,10	0,59	0,55
Принос (kg/ha)	(3)			-0,29	0,71	0,52	0,54	0,63	0,37	-0,18	-0,04	0,45	0,44
Маса биљке (kg)	(4)				-0,71	-0,29	-0,35	-0,03	-0,23	-0,21	0,74	-0,38	-0,35
Жетвени индекс (%)	(5)					0,30	0,37	0,42	0,61	0,08	-0,46	0,69	0,63
Презимљавање (%)	(6)						0,70	0,17	-0,19	-0,03	-0,09	-0,08	-0,17
Број љуски по биљци	(7)							0,31	-0,22	0,05	-0,12	-0,04	-0,14
Дужина љуски (cm)	(8)								0,49	-0,29	0,25	0,36	0,45
Број семена по љуски	(9)									-0,19	-0,17	0,69	0,73
Конц. укуп. шећера (%)	(10)										-0,36	-0,17	-0,27
АМС (g)	(11)											-0,22	-0,13
Клијавост (%)	(12)												0,95
Енергија клијавости (%)	(13)												

Легенда: плавом бојом означени су корелациони коефицијенти са $p < 0,05$ нивоом значајности, а црвеном са $p < 0,01$ нивоом значајности

Табела 56 - Вредности коефицијента корелације особина другог рока сетве у третману GA₃

Други рок (третман GA ₃)		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Јаровизација (%)	(1)	0,45	0,77	-0,33	0,48	0,43	0,07	0,05	0,11	-0,31	-0,22	0,00	0,00
Маса семена по биљци	(2)		0,84	-0,10	0,68	0,46	0,41	0,20	0,04	-0,26	-0,20	-0,11	-0,12
Принос (kg/ha)	(3)			-0,28	0,72	0,45	0,27	0,14	0,13	-0,33	-0,27	-0,04	-0,06
Маса биљке (kg)	(4)				-0,55	-0,23	-0,38	0,25	-0,41	-0,22	0,65	0,21	0,17
Жетвени индекс (%)	(5)					0,57	0,52	0,09	0,27	-0,08	-0,50	-0,14	-0,10
Презимљавање (%)	(6)						0,52	0,13	-0,24	0,08	-0,50	-0,45	-0,43
Број љуски по биљци	(7)							0,36	-0,29	0,01	-0,43	-0,67	-0,64
Дужина љуски (cm)	(8)								0,07	-0,06	0,16	-0,06	-0,02
Број семена по љуски	(9)									0,10	-0,15	0,47	0,53
Конц. укуп. шећера (%)	(10)										-0,55	-0,12	-0,08
АМС (g)	(11)											0,49	0,45
Клијавост (%)	(12)												0,99
Енергија клијавости (%)	(13)												

Легенда: плавом бојом означени су корелациони коефицијенти са $p < 0,05$ нивоом значајности, а црвеном са $p < 0,01$ нивоом значајности

Статистички значајан позитиван корелативни однос са клијавошћу семена, у свим роковима сетве за све сезоне и све испитиване генотипове и њихове хибридне комбинације, имају особине: жетвени индекс, маса семена по биљци и енергија клијавости. Што је биљка кондиционо „способнија“ да у семенарском смислу,

потпомогнута агротехничким и агрохемијским мерама, произведе већу масу семена и побољша жетвени индекс тиме сразмерно повећава и квалитет семена. У трећем року сетве уочен је значајан корелациони однос са процентом јаровизације (Табела 57). Третман гибберелином није суштински пореметио представљене корелативне односе. Према томе етапа органогенезе у којој се формирају компоненте приноса (процес вернализације, крај етапе - рано пролеће) погодна је и захтева додавање основних хранива, са посебним аспектом на фосфор и калијум, а све у циљу повећања вредности приноса и клијавости семена који су у позитивном корелативном односу (Sidlauskas and Bernotas, 2003).

Енергија клијања је врло важна карактеристика животне способности семена. Корелациона анализа установила је статистички значајне односе ове особне са приносом, жетвеним индексом и бројем семена по љусци као компонентама приноса и клијавошћу. Значајан корелациони однос установљен је и са процентом јаровизације у трећем року сетве. Третман гибберелином истиче клијавост као заједичку корелативну особину за све рокове.

Табела 57 - Вредности коефицијента корелације особина трећег рока сетве у контроли

Трећи рок (контрола)		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Јаровизација (%)	(1)	0,56	0,70	-0,15	0,59	0,46	0,43	0,62	0,45	-0,15	0,22	0,48	0,45
Маса семена по биљци	(2)		0,96	-0,06	0,92	0,53	0,92	0,60	0,33	-0,03	0,30	0,60	0,57
Принос (kg/ha)	(3)			-0,08	0,90	0,58	0,88	0,64	0,33	-0,09	0,29	0,55	0,50
Маса биљке (kg)	(4)				-0,30	-0,37	-0,15	0,25	0,28	-0,22	0,57	-0,05	-0,02
Жетвени индекс (%)	(5)					0,54	0,85	0,54	0,30	0,18	0,11	0,66	0,63
Презимљавање (%)	(6)						0,64	0,02	-0,35	-0,16	-0,05	0,12	0,08
Број љуски по биљци	(7)							0,51	0,02	-0,03	0,29	0,38	0,38
Дужина љуски (cm)	(8)								0,55	0,01	0,69	0,47	0,46
Број семена по љуски	(9)									-0,06	0,16	0,65	0,66
Конц. укуп. шећера (%)	(10)										-0,18	0,18	0,23
АМС (g)	(11)											0,14	0,09
Клијавост (%)	(12)												0,97
Енергија клијавости (%)	(13)												

Легенда: плавом бојом означени су корелациони коефицијенти са $p < 0,05$ нивоом значајности, а црвеном са $p < 0,01$ нивоом значајности

Табела 58 - Вредности коефицијента корелације особина трећег рока сетве у третману GA₃

Трећи рок (третман GA ₃)		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Јаровизација (%)	(1)	0,09	0,52	0,06	0,03	0,57	0,14	-0,11	-0,06	-0,13	-0,36	-0,09	-0,10
Маса семена по биљци	(2)		0,77	0,23	0,79	-0,08	0,82	0,17	0,23	-0,40	0,25	0,09	0,06
Принос (kg/ha)	(3)			0,17	0,64	0,08	0,71	0,05	0,15	-0,31	0,09	-0,01	-0,08
Маса биљке (kg)	(4)				-0,30	0,04	0,29	0,28	-0,48	-0,02	-0,25	-0,52	-0,52
Жетвени индекс (%)	(5)					-0,19	0,51	0,16	0,49	-0,29	0,40	0,38	0,36
Презимљавање (%)	(6)						-0,09	-0,11	-0,47	0,07	-0,61	-0,18	-0,17
Број љуски по биљци	(7)							0,12	0,07	-0,27	0,15	-0,15	-0,19
Дужина љуски (cm)	(8)								0,15	0,15	-0,23	-0,06	0,05
Број семена по љуски	(9)									-0,33	0,41	0,60	0,63
Конц. укуп. шећера (%)	(10)										-0,04	0,02	0,02
АМС (g)	(11)											0,64	0,56
Клијавост (%)	(12)												0,98
Енергија клијавости (%)	(13)												

Легенда: плавом бојом означени су корелациони коефицијенти са $p < 0,05$ нивоом значајности, а црвеном са $p < 0,01$ нивоом значајности

Принос, за разлику од контроле, је изостављен као значајан у свим роковима третмана, али препознаје корелацију са појединим његовим компонентама у појединости (број семена по љуци и дужина љуске).

Третман уводи апсолутну масу (АМС) у систем корелационих односа статистички значајну у трећем року (Табела 58) и значајну у другом року сетве (Табела 56), као и презимљавање ($p > 0,05$) у корелативни однос са енергијом клијања у другом року сетве (Табела 56).

Adzic et al. (2012) су установили позитиван корелациони однос између приноса и компоненти приноса, као и приноса семена и процента вернализације и процента јаровизације у семенској производњи купуса главичара (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) у различитим роковима сетве.

Jeromela et al. (2000) су установили јаке корелативне односе квалитативних фенотипских особина (приноса, његових компоненти, висине биљке као и висине прве цветне гране, масе хиљаду семена) и слабе корелативне односе истих са неким квантитативним особинама (садржај уља) код *Brassica napus* L.

5.4. Анализа интеракције генотипова и спољне средине за испитиване особине по АММИ моделу

5.4.1. Презимљавање

Анализа варијансе АММИ модела (Табела 59) показује значајне разлике између генотипова, третмана, рокова сетве (I, II, III) и година (2011, 2012, 2013) као и њихових интеракција на проценат презимљавања биљака купуса. Чак 53,03% укупне суме квадрата се односило на ефекат спољне средине што је око 9 пута више него вредност суме квадрата генотипова. Вредност суме квадрата интеракције је око 4,4 пута већа у односу на вредност суме квадрата генотипова. Ово значи да је постојала значајна разлика између реакције генотипова у оквиру различитих спољашњих средина. Резултати такође показују да суме квадрата прве и друге главне компоненте (PC1 и PC2) чине 75,06% суме квадрата интеракције. На основу овога може се закључити да је АММИ модел са само две главне компоненте најбољи модел (Zobel *et al.*, 1988). који најбоље објашњава варијабилност.

Табела 59 – Анализа варијансе АММИ модела

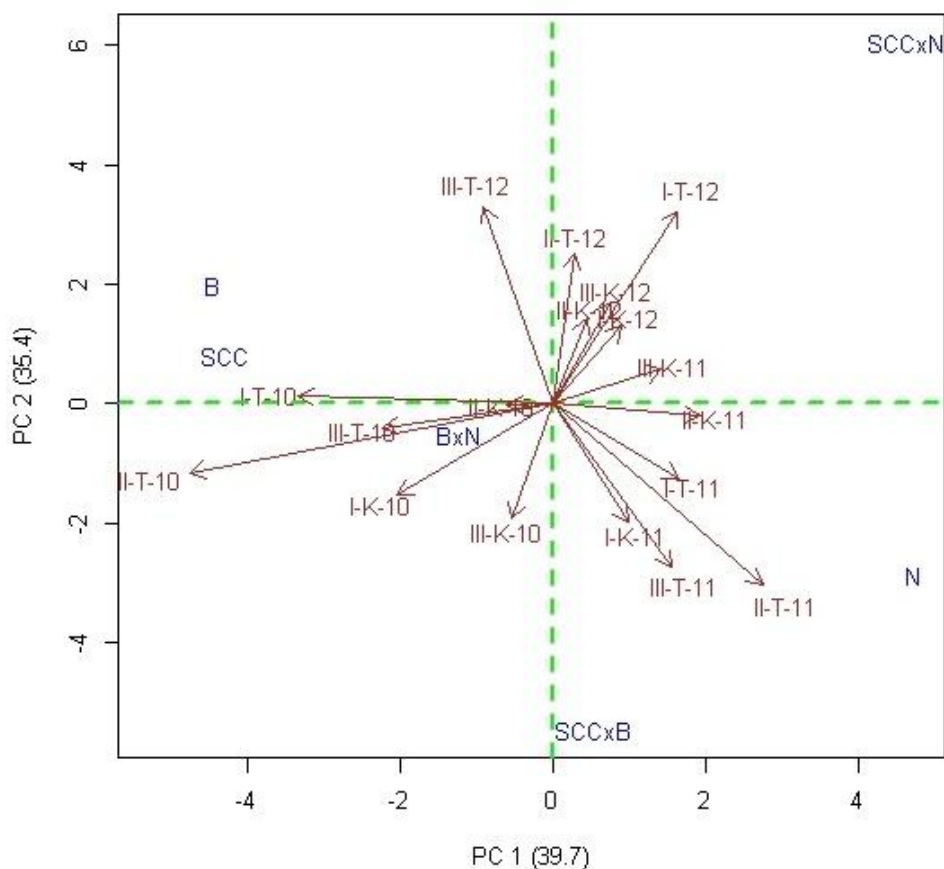
Извор варирања	Степени слободе	Сума квадрата	Сума квадрата%	Средина квадрата	F вредност
Генотип (Г)	5	15.994,00	5,90	3.198,70	26,96
Понављања (Сп. Средине)	54	8.467,00	3,12	156,80	1,32
Спољашња средина (СС)	17	143.844,00	53,03	8.461,40	53,97
ГхСС	85	70.906,00	26,14	834,20	7,03
PC1	21	28.136,56	39,68	1.339,84	11,29
PC2	19	25.085,26	35,38	1.320,28	11,13
PC3	17	10.582,01	14,92	622,47	5,25
PC4	15	4.500,01	6,35	300,00	2,53
PC5	13	2.602,65	3,67	200,20	1,69
PC6	11	0	0	0	0
Грешка	270	32.033,00	11,81	118,60	
Укупно	431	271.244,00	100,00		

На графикону 32 је приказан АММИ 2 модел биplot (PC1 и PC2), одн. графички приказана интеракција генотип х спољна средина (ГхСС). Познато је да

мањи угао између вектора интеракције представља већу сличност у њиховој интеракцији (*Babić et al.*, 2010).

На основу резултата приказаних на графикону 32 уочава се највећа стабилност код хибрида $B \times N$, тј. најмања интеракција генотипова и спољашње средине (година, рок сетве, контрола и третман) нарочито у првој (просечно хладној сезони – 2010/2011). Најмања стабилност уочена је код хибрида $Scc \times N$, где је интеракција генотип – спољна средина најизраженија, тј. код овог генотипа ја забележена највећа вредност коефицијента стабилности *АММИ* модела. Утицај година на стабилност процента презимљавања је била изражена а генотипови су се јасно расподелили по сезонама у којима је варијабилност њихове интеракције са – спољном средином била најмања (генотипови B , Scc и хибрид $B \times N$, прва – просечно хладна сезона, поготово I рок третмана за родитеље II рок за хибрид, генотип N , друга – хладна сезона, поготово други рок третмана, напомињући да је овај генотип из услова хладнијег дана, хибрид $Scc \times N$ најстабилнији у топлој-трећој години у раној сетви третмана). Примена третмана гиберелином у многим ситуацијама повећава стабилност генотипова у односу на контролу (нормалне услове без примене GA_3).

Однос просечне вредности својства и прве главне компоненте, као и груписање генотипова и спољних средина је приказано на *АММИ* 1 биplotу (Графикон 36). Генотипови су груписани у 3 групе у односу на вредности прве главне компоненте и просечне вредности процента презимљавања. Родитељ Scc , као и хибрид $B \times N$ се одликују негативном вредношћу $PC1$ и просечним вредностима процента презимљавања (с тим што је Scc нешто испод а $B \times N$ нешто изнад укупног просека). Родитељ N и хибрид $Scc \times N$ су се одликовали позитивним вредностима $PC1$ и просечним вредностима нижим од укупног просека, док се хибрид $Scc \times B$ издвојио у посебну групу са ниским позитивним вредностима $PC1$ и просечним вредностима процента презимљавања изнад вредности укупног просека.



Графикон 35 – АММІ 2 биplot за 6 генотипова купуса

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гиберелином - GA₃; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 -2012; Родитељски генотипови: Scc, N, B; F₁ хибриди: SccxN, SccxB, BxN.

Табела 60 - Средње вредност, коефицијент стабилности АММІ модела и рангови стабилности 6 генотипова купуса

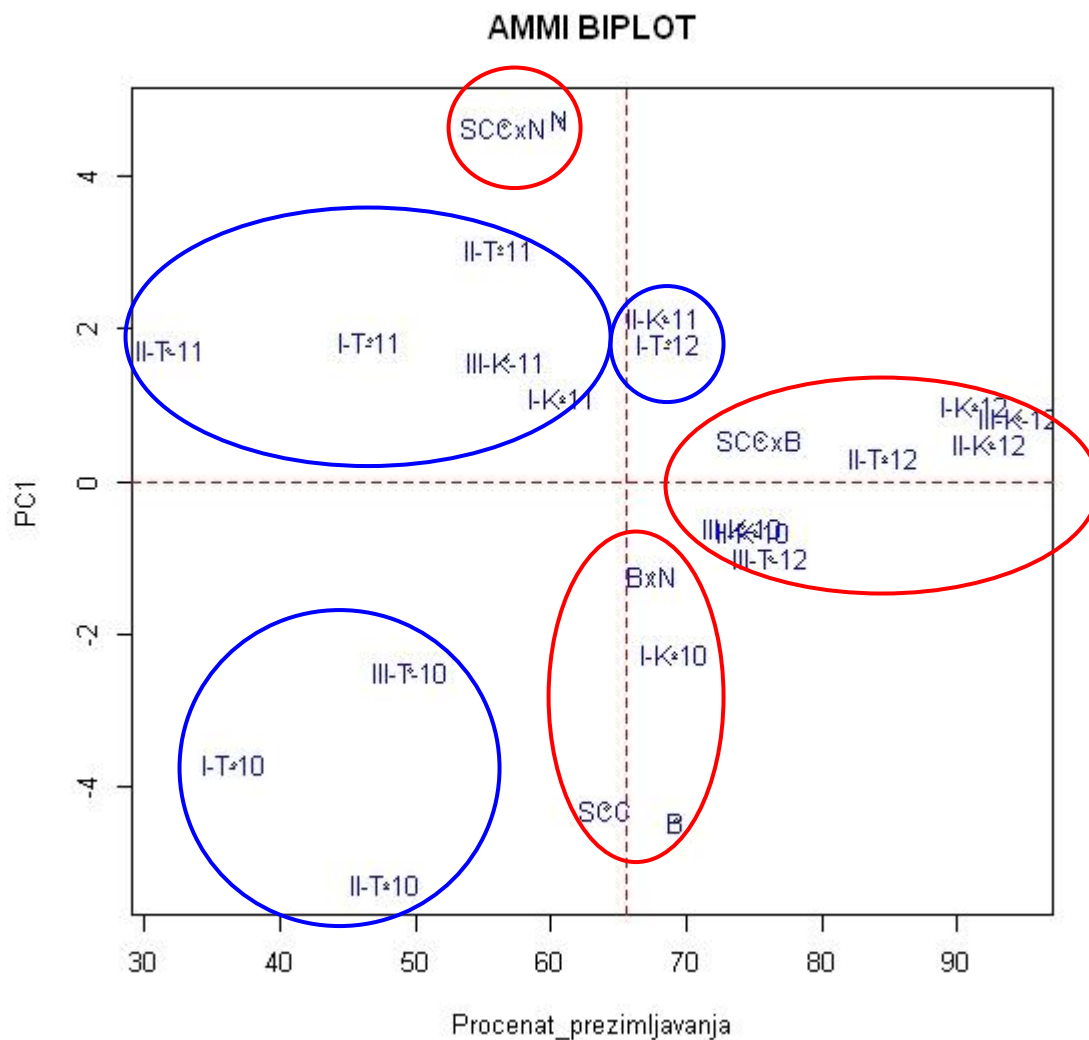
Редни број	Генотип	Особина		PC1	PC2	ASV	
		Просек	Ранг			Вредност	Ранг
1	Scc	64,17	4	-4,2787	0,8008	4,87	2
2	B	69,31	2	-4,4387	1,9777	5,36	3
3	N	60,69	5	4,7420	-2,8484	6,03	5
4	Scc x B	75,42	1	0,5442	-5,4593	5,49	4
5	B x N	67,50	3	-1,2163	-0,5092	1,46	1
6	Scc x N	56,53	6	4,6475	6,0384	7,98	6

Табела 61 - Средње вредност, коефицијент стабилности *АММ* модела и рангови стабилности 18 спољ. средина

Редни број	Спољне средине	Особина		<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>ASV</i>	
		Просек	Ранг			Вредност	Ранг
1	I-K-10	69,17	8	-2,2565	-1,6876	3,04	12
2	I-K-11	60,83	11	1,1031	-2,1923	2,52	9
3	I-K-12	91,25	3	0,9937	1,4466	1,83	3
4	I-T-10	36,67	17	-3,6953	0,1464	4,15	16
5	I-T-11	46,67	16	1,8412	-1,3833	2,49	8
6	I-T-12	68,75	9	1,8238	3,5743	4,12	15
7	II-K-10	75,00	6	-0,6563	-0,0305	0,74	1
8	II-K-11	68,33	10	2,1469	-0,2312	2,42	7
9	II-K-12	92,50	2	0,5041	1,5916	1,69	2
10	II-T-10	47,92	15	-5,2702	-1,2803	6,05	18
11	II-T-11	56,25	13	3,0578	-3,3570	4,80	17
12	II-T-12	84,58	4	0,3199	2,8027	2,83	11
13	III-K-10	74,17	7	-0,5931	-2,1231	2,22	6
14	III-K-11	56,67	12	1,5873	0,6349	1,89	4
15	III-K-12	94,58	1	0,8403	1,8968	2,12	5
16	III-T-10	49,58	14	-2,4736	-0,4415	2,81	10
17	III-T-11	31,67	18	1,7275	-3,0358	3,60	13
18	III-T-12	76,25	5	-1,0005	3,6693	3,84	14

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гиберелином - *GA₃*; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 -2012; Родитељски генотипови: *Scc*, *N*, *B*; *F₁* хибриди: *SccxN*, *SccxB*, *BxN*.

Најбољи генотипови за одређену средину су они који имају сличан ефекат интеракције, а истовремено се карактеришу и високим приносом (*Babic et al.*, 2010). На основу ових резултата можемо да издвојимо генотип *Scc* x *B* као најбољи у условима 2012. године. без обзира на третман и рок сетве, као и у условима који су постојали у 2010. години али само код биљака без третмана. Спољне средине су се поделиле у 5 група.



Графикон 36 - AMMI 1 биplot за 6 генотипова купуса

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гиберелином - GA_3 ; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 – 2012; Родитељски генотипови: Scc, N, B; F_1 хибриди: SccxN, SccxB, BxN.

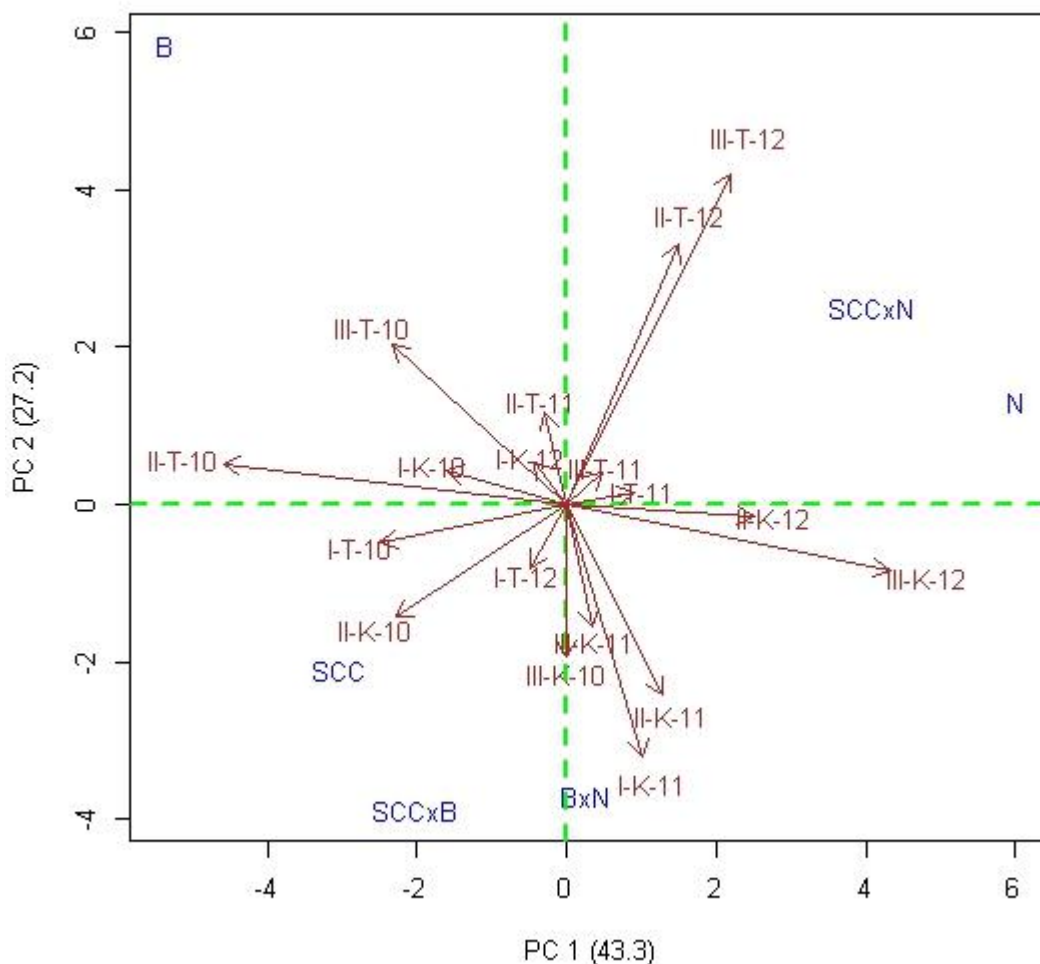
5.4.2. Вернализација

Анализа варијансе *АММИ* модела (Табела 62) показује значајне разлике између генотипова, третмана, рокова сетве (I – 15. август; II – 1. септембар; III – 15. септембар) и година (сезона: 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013) као и њихових интеракција на проценат јаровизираних биљака. 43,64% укупне суме квадрата се односило на ефекат спољне средине што је 2,72 пута више него вредност суме квадрата генотипова. Вредност суме квадрата интеракције је око 2 пута већа у односу на вредност суме квадрата генотипова, што потврђује постојање значајних разлика између реакције генотипова у оквиру различитих спољашњих средина. Резултати такође показују да суме квадрата прве и друге главне компоненте (*PC1* и *PC2*) чине 70,51% суме квадрата интеракције.

На основу резултата приказаних у табели 63 посматрајући *ASV* вредности уочава се највећа стабилност код генотипа *B x N*, тј. најнижи ниво интеракције генотипова и спољашње средине (година, рок сетве, контрола и третман) нарочито у другој (хладној сезони – 2011/2012) у раној и средње раној сетви.

Табела 62 - Анализа варијансе *АММИ* модела

Извор варирања	Степени слободе	Сума квадрата	Сума квадрата%	Средина квадрата	<i>F</i> вредност
Генотип (Г)	5	41.457,00	16,01	8.291,30	126,21
Понављања (Сп. средине)	54	3.488,00	1,35	64,60	0,98
Спољашња средина (СС)	17	112.996,00	43,64	6.646,80	102,92
ГхСС	85	83.256,00	32,15	979,50	14,91
<i>PC1</i>	21	36.077,21	43,33	1.717,96	26,15
<i>PC2</i>	19	22.624,67	27,18	1.190,77	18,13
<i>PC3</i>	17	15.867,54	19,06	933,39	14,21
<i>PC4</i>	15	4.784,53	5,74	318,97	4,86
<i>PC5</i>	13	3.901,84	4,69	300,14	4,57
<i>PC6</i>	11	0	0	0	0
Грешка	270	17.738,00	6,85	65,70	
Укупно	431	258.935,00	100,00		



Графикон 37 - АММИ 2 биplot за 6 генотипова купуса

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гиберелином - GA₃; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 -2012; Родитељски генотипови: Scc, N, B; F₁ хибриди: SccxN, SccxB, BxN.

Најнижа стабилност уочена је код раног родитеља B где је интеракција генотип – спољна средина највиша, тј коефицијент стабилности АММИ модела највиши по рангу (Табела 63). Утицај година је јако изражен тако да су се генотипови јасно расподелили по сезонама у којима је варијабилност њихове интеракције са – спољном средином била најмања (генотипови Scc, Scc x B и B, прва – просечно хладна сезона, генотипови N и Scc x N, трећа – топла сезона, хибрид B x N друга – хладна сезона).

Табела 63 - Средње вредност, коефицијент стабилности *АММ* модела и рангови стабилности 6 генотипова купуса

Редни број	Генотип	Особина		<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>ASV</i>	
		Просек	Ранг			Вредност	Ранг
1	<i>Scc</i>	28,61	6	-3,0155	-2,0960	5,25	3
2	<i>B</i>	43,89	2	-5,3690	5,8326	10,36	6
3	<i>N</i>	40,00	4	6,0230	1,3197	9,69	5
4	<i>Scc</i> x <i>B</i>	60,56	1	-1,9998	-3,8840	5,03	2
5	<i>B</i> x <i>N</i>	41,53	3	0,2747	-3,6911	3,72	1
6	<i>Scc</i> x <i>N</i>	35,28	5	4,0865	2,5188	6,99	4

Најизраженија стабилност код генотипа *Scc* је забележена код II рока сетве у просечно хладној години (прва) на биљкама без третмана, а касном генотипу *B* – код третираних биљака из III рока сетве поменуте сезоне. Раном генотипу *N* и хибриду *Scc* x *N* је за стабилност погодовала највише топла (трећа) сезона I то за *N* касна сетва (трећи рок) док за хибрид средње рана сетва третмана. Хибриду *B* x *N* одговара први рок сетве, контролне биљке, хладна (друга) сезона.

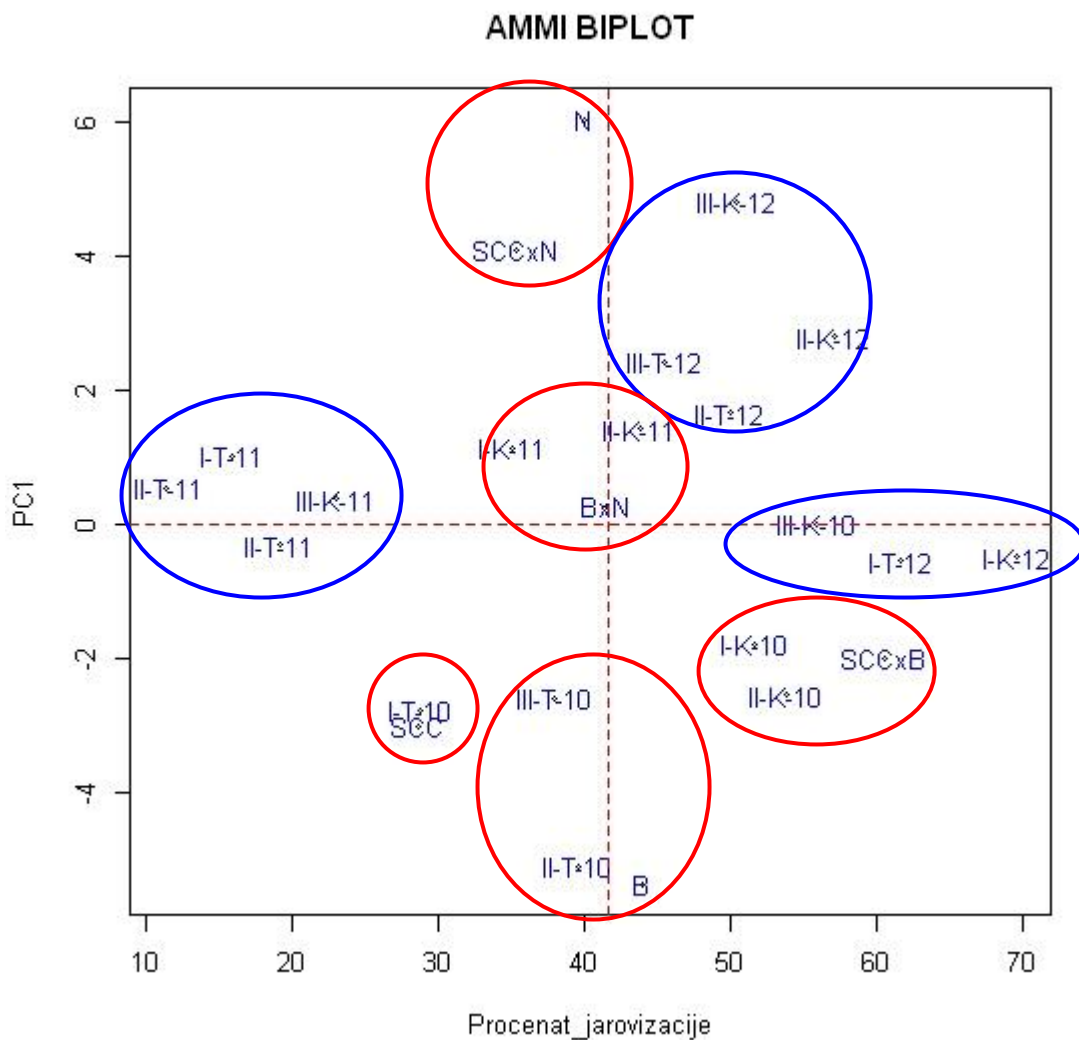
Однос просечне вредности својства и прве главне компоненте, као и груписање генотипова и спољних средина је приказано на *АММ* 1 биplotу (Графикон 38). Генотипови су груписани у 4 групе у односу на вредности прве главне компоненте и просечне вредности процента јаровизације. Родитељ *B* и *N*, као и њихов хибрид *B* x *N* се одликују просечним вредностима процента јаровизације, *N* има високу позитивну вредност а *B* x *N* просечну вредност *PC1*, док *B* има ниску негативну вредност *PC1*. Родитељ *N* и хибрид *Scc* x *N* су се одликовали позитивним вредностима *PC1* и просечним вредностима мањим од укупног просека (мада је генотип *N* доста ближи укупном просеку особине). Хибрид *Scc* x *B* издвојио у посебну групу са нешто нижим вредностима *PC1* и просечним вредностима процента јаровизације изнад вредности укупног просека. У посебну групу се издвојио и касни генотип *Scc* који има сличне вредности *PC1* као хибрид *Scc* x *B* (позитивне, ниске вредности), али су просечне вредности јаровизације ниже од укупног просека.

Табела 64 - Средње вредност, коефицијент стабилности *АММ* модела и рангови стабилности 18 спољ. средина

Редни број	Спољне средине	Особина		<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>ASV</i>	
		Просек	Ранг			Вредност	Ранг
1	I-K-10	51,67	6	-1,7870	0,4913	2,89	8
2	I-K-11	35,00	13	1,1397	-3,5557	3,99	10
3	I-K-12	69,58	1	-0,4906	0,6095	0,99	2
4	I-T-10	28,75	14	-2,7734	-0,5338	4,45	12
5	I-T-11	15,83	17	1,0135	0,1773	1,63	5
6	I-T-12	61,67	2	-0,5460	-0,9010	1,25	3
7	II-K-10	53,75	5	-2,5453	-1,5836	4,36	11
8	II-K-11	43,75	10	1,4122	-2,6863	3,51	9
9	II-K-12	57,08	3	2,7920	-0,1711	4,46	13
10	II-T-10	39,58	11	-5,1026	0,5780	8,16	18
11	II-T-11	19,17	16	-0,3178	1,3155	1,41	4
12	II-T-12	50,00	8	1,6581	3,6669	4,52	14
13	III-K-10	55,83	4	0,0017	-2,1388	2,14	7
14	III-K-11	22,92	15	0,3718	-1,7325	1,83	6
15	III-K-12	50,42	7	4,8021	-0,9259	7,71	17
16	III-T-10	37,92	12	-2,5915	2,2585	4,71	15
17	III-T-11	11,25	18	0,5431	0,4614	0,98	1
18	III-T-12	45,42	9	2,4199	4,6704	6,06	16

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гиберелином - *GA₃*; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 -2012; Родитељски генотипови: *Scc*, *N*, *B*; *F₁* хибриди: *SccxN*, *SccxB*, *BxN*.

На основу тврдње да су најбољи генотипови за одређену средину они који имају сличан ефекат интеракције, а истовремено се карактеришу и високим приносом издваја се генотип *Scc* x *B* као најбољи у условима 2012. године у контроли ране и средње ране сетве (I и II рок), као и у условима који су постојали у 2012. нарочито у првом року третмана. Третиране биљке генотипа *B* x *N* су најсличније интереаговале са условима 2012. године. Спољне средине су се поделиле у укупно 7 група.



Графикон 38 - *AMMI* 1 биplot за 6 генотипова купуса

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; *T* – третман гиберелином - *GA*₃; *K* – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 -2012; Родитељски генотипови: *Sc**c*, *N*, *B*; *F*₁ хибриди: *Sc**c**xN*, *Sc**c**xB*, *BxN*

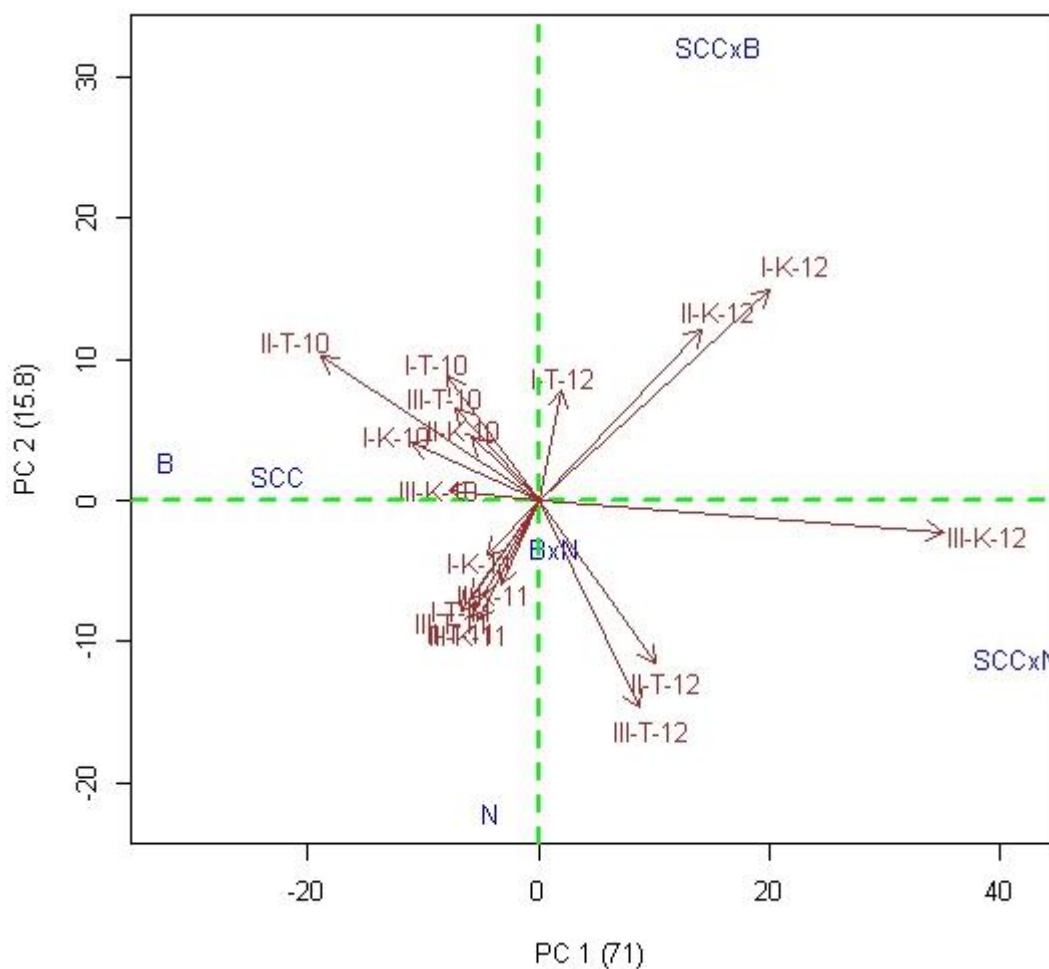
5.4.3. Принос семена

Анализа варијансе *АММИ* модела (Табела 65) показује значајне разлике између генотипова и третмана, рокова сетве и година као и њихових интеракција (генотип према осталима групно) на принос семена и то чак 50,97% укупне суме квадрата се односило на ефекат спољне средине што је 4,5 пута више него вредност суме квадрата генотипова. Велика вредност суме квадрата спољних средина означава дивергентност између спољних средина и велике разлике између њихових средњих вредности, што доводи до закључка да су оне утицале великим уделом на варијабилност приноса. Вредност суме квадрата интеракције је 2,7 пута већа у односу на вредност суме квадрата генотипова, што потврђује постојање значајних разлика између реакције генотипова у оквиру различитих спољашњих средина. Резултати такође показују да суме квадрата прве и друге главне компоненте (*PC1* и *PC2*) чине 86,85% суме квадрата интеракције, где само прва главна компонента се издаваја са 71,05%.

Табела 65 - Анализа варијансе *АММИ* модела

Извор варирања	Степени слободe	Сума квадрата	Сума квадрата%	Средина квадрата	<i>F</i> вредност
Генотип (Г)	5	26.183.036,00	11,30	5.236.607,00	98,90
Понављања (Сп. средине)	54	2.219.608,00	0,96	41.104,00	0,78
Спољашња средина (СС)	17	118.077.414,00	50,97	6.965.730,00	168,98
ГхСС	85	70.864.473,00	30,60	833.700,00	15,75
<i>PC1</i>	21	50.347.124,00	71,05	2.397.482,10	45,28
<i>PC2</i>	19	11.221.215,00	15,8	590.590,30	11,15
<i>PC3</i>	17	4.137.716,00	5,8	243.395,10	4,60
<i>PC4</i>	15	2.910.310,00	4,1	194.020,70	3,66
<i>PC5</i>	13	2.248.108,00	3,2	172.931,40	3,27
<i>PC6</i>	11	0	0	0	0
Грешка	270	14.296.269,00	6,17	52.949,00	
Укупно	431	231.640.800,00	100,00		

На графику 36 уочава се највећа стабилност код хибрида $B \times N$, тј. најнижи ниво интеракције генотипова и спољашње средине (година, рок сетве, контрола и третман) нарочито у другој (хладној сезони – 2011/2012) у I и II року контроле и III року контроле у просечно хладној сезони (првој). Код овог хибрида приметно је груписање многих средина, што такође сведочи његову стабилност кроз многе средине (рокове сетве, третман, контрола, сезона)



Графикон 39 - AMMI 2 биplot за 6 генотипова купуса

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гиберелином - GA_3 ; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 – 2012; Родитељски генотипови: Scs , N , B ; F_1 хибриди: $Scs \times N$, $Scs \times B$, $B \times N$

Посматрајући резултате ANOVA-е, уочавала се стабилност приноса кроз све факторе, што се потврдило и AMMI анализом. Када се посматрају ASV вредности,

хибрид $B \times N$ је и рангиран на првом месту. Најмања стабилност уочена је код хибрида $Scc \times N$, где је интеракција генотип – спољна средина највиша, тј

Табела 66 - Средње вредност, коефицијент стабилности *АММИ* модела и рангови стабилности 6 генотипова купуса

Редни број	Генотип	Особина		<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>ASV</i>	
		Просек	Ранг			Вредност	Ранг
1	<i>Scc</i>	381,39	6	-22,4566	1,7908	100,77	4
2	<i>B</i>	518,44	4	-32,2969	2,7462	144,94	5
3	<i>N</i>	445,56	5	-4,1614	-22,1791	28,99	2
4	$Scc \times B$	1.082,08	1	15,7511	32,1869	77,66	3
5	$B \times N$	752,26	3	1,5391	-3,3692	7,68	1
6	$Scc \times N$	844,48	2	41,6247	-11,1756	187,09	6

Табела 67 - Средње вредност, коефицијент стабилности *АММИ* модела и рангови стабилности 18 спољ. средина

Редни број	Спољне средине	Особина		<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>ASV</i>	
		Просек	Ранг			Вредност	Ранг
1	I-K-10	964,62	7	-12,1926	4,6245	54,90	14
2	I-K-11	143,43	13	-4,9966	-4,3139	22,83	3
3	I-K-12	1,685,68	1	22,2610	16,6762	101,26	17
4	I-T-10	448,30	12	-8,7941	9,7864	40,65	11
5	I-T-11	30,06	16	-6,4585	-7,7060	29,98	6
6	I-T-12	1,399,66	2	2,2150	8,7616	13,25	1
7	II-K-10	991,25	5	-6,3736	4,9926	29,03	5
8	II-K-11	127,05	14	-3,6560	-6,6475	17,70	2
9	II-K-12	1,106,62	4	15,7012	13,4900	71,73	15
10	II-T-10	694,75	9	-21,0013	11,3711	94,91	16
11	II-T-11	23,75	17	-6,5932	-9,3405	31,02	7
12	II-T-12	973,58	6	11,2031	-12,8730	51,89	13
13	III-K-10	895,56	8	-8,6817	0,8285	38,96	10
14	III-K-11	55,08	15	-5,9522	-9,4377	28,32	4
15	III-K-12	1,394,50	3	38,9860	-2,4874	174,94	18
16	III-T-10	479,96	11	-8,0606	7,2883	36,89	9
17	III-T-11	3,79	18	-7,3340	-8,6565	34,03	8
18	III-T-12	655,02	10	9,7278	-16,3566	46,61	12

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гибереином - GA_3 ; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 -2012; Родитељски генотипови: *Scc*, *N*, *B*; F_1 хибриди: $Scc \times N$, $Scc \times B$, $B \times N$.

коефицијент стабилности *АММИ* модела највиши по рангу (Табела 66). Утицај година је јако изражен тако да су се генотипови јасно расподелили по сезонама у којима је варијабилност њихове интеракције са – спољном средином била најмања (генотипови

Scc x *N*, *Scc* x *B*, и *N*, трећа – топла сезона, *Scc* и *B* у просечно хладној сезони, док је хибрид *B* x *N* био стабилан и у просечној и хладној сезони).

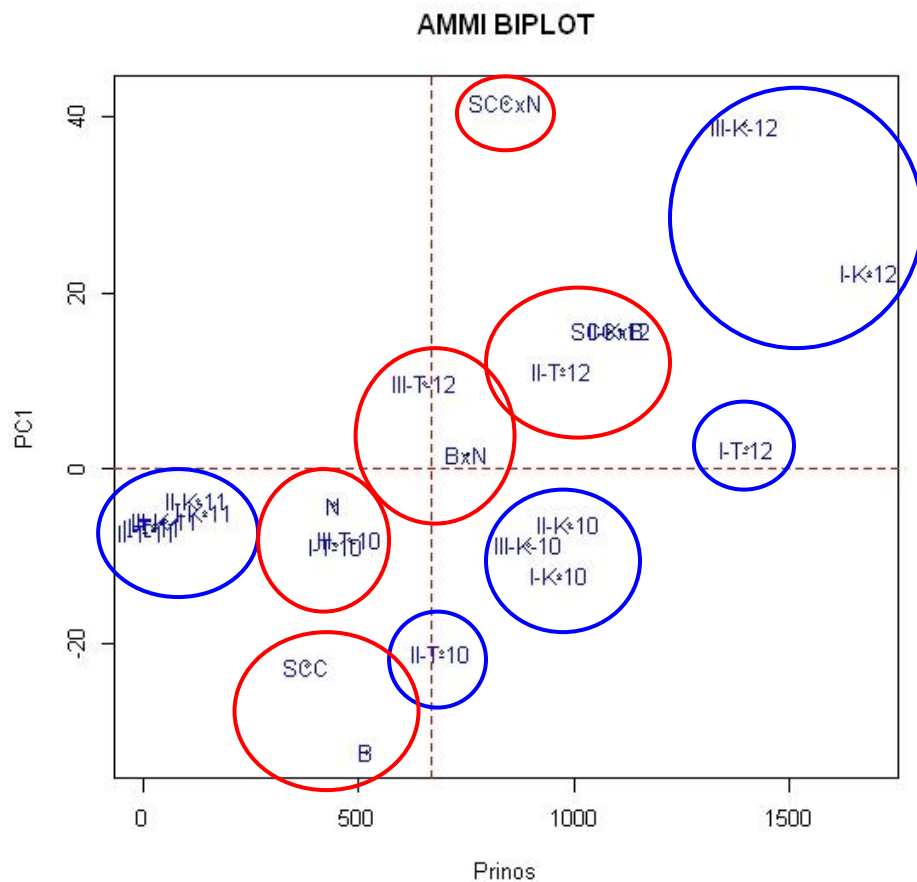
Наизраженија стабилност код хибрида *B* x *N* забележена је у I року контроле хладне сезоне. Такође у првом року, али просечно топле сезоне најстабилнији је био генотип *Scc*. Први рок контроле топле године погодовао је и хибриду *Scc* x *B* за стабилност. Други рок, третмана просечно-хладне сезоне био је подесан за стабилност касног генотипа *B*. Док је трећи рок сетве топле сезоне одговарао хибриду *Scc* x *N* и третману генотипа *N*.

Однос просечне вредности својства и прве главне компоненте, као и груписање генотипова и спољних средина је приказано на *АММ* 1 биplotу (Графикон 40). Генотипови су груписани у 5 група у односу на вредности прве главне компоненте и просечне вредности приноса семена. Хибрид *B* x *N* одликује се вредностима приноса семена око укупног просека, са ниским позитивним нивоом *PC1*. Хибрид *Scc* x *N* има највишу позитивну вредност *PC1*, а средња вредност је виша од просечне средње вредности. Сва три родитељска генотипа: *Scc*, *B* и *N* имају мање средње вредности у односу на просек, а такође и негативну вредност *PC1* (*N* има најнижу а *B* највишу).

Хибрид *Scc* x *B* се видно издваја од свих осталих и има принос изнад укупног просека и позитивну вредност *PC1*. Интересантно је да је хетерозис, који је присутан у свим хибридама за особину приноса семена, јасно одвојио родитеље од хибрида у погледу односа са просечном вредношћу која је виша код хибрида у односу на укупну просечну вредност, такође се одликују позитивним вредностима *PC1* (за разлику од родитеља који се одликују нижим вредностима особине од укупног просека и негативним вредностима *PC1*).

На основу тврдње да су најбољи генотипови за одређену средину они који имају сличан ефекат интеракције, а истовремено се карактеришу и високим приносом издваја се генотип *Scc* x *B* као најбољи у условима 2012. године у средње раној сетви код третираних биљака (позитиван ефекат третмана). Посматрајући интеракцију средина у хладној сезони у свим роковима сетве и третману ни један генотип не

показује стабилност (негативан ефекат фактора године). Спољне средине су се поделиле у укупно 8 група.



Графикон 40 - АММИ 1 биplot за 6 генотипова купуса

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гиберелином - GA₃; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 -2012; Родитељски генотипови: Scc, N, B; F₁ хибриди: SccxN, SccxB, BxN.

5.4.4. Клијавост семена

Анализа варијансе *АММ* модела (Табела 68) показује значајне разлике између генотипова и третмана, рокова сетве и година (спољна средина) као и њихових интеракција (генотип x спољна средина) на клијавост семена и то чак 53,5% укупне суме квадрата се односило на ефекат спољне средине што је 6,14 пута више него

вредност суме квадрата генотипова. Велика вредност суме квадрата спољних средина означава дивергентност између спољних средина и велике разлике између њихових средњих вредности, што доводи до закључка да су оне утицале великим уделом на варијабилност клијавости семена. Вредност суме квадрата интеракције је 4,15 пута већа у односу на вредност суме квадрата генотипова, што потврђује постојање значајних разлика између реакције генотипова у оквиру различитих спољашњих средина. Резултати такође показују да суме квадрата прве и друге главне компоненте (*PC1* и *PC2*) чине 66,7% суме квадрата интеракције.

Табела 68 - Анализа варијансе *АММИ* модела

Извор варирања	Степени слободе	Сума квадрата	Сума квадрата%	Средина квадрата	<i>F</i> вредност
Генотип (Г)	5	25.937,00	8,71	5.187,40	380,43
Понављања (Сп. средине)	54	1.108,00	0,37	20,50	1,51
Спољашња средина (СС)	17	159.344,00	53,50	9.373,20	456,89
ГхСС	85	107.767,00	36,18	1.267,80	92,98
<i>PC1</i>	21	40.435,50	37,52	1.925,50	141,21
<i>PC2</i>	19	31.447,63	29,18	1.655,14	121,38
<i>PC3</i>	17	21.010,66	19,50	1.235,92	90,64
<i>PC4</i>	15	11.660,75	10,82	777,39	57,01
<i>PC5</i>	13	3.212,08	2,98	247,08	18,12
<i>PC6</i>	11	0	0	0	0
Грешка	270	3.682,00	1,24	13,60	
Укупно	431	297.838,00	100,00		

На графикону 38 уочава се највећа стабилност код хибрида *Scs* x *B* тј. најнижи ниво интеракције генотипова и спољашње средине (година, рок сетве, третман) нарочито у трећој (просечно хладној сезони – 2010/2011) у I року контроле. Око овог хибрида приметно је груписање многих спољних средина, што такође сведочи његову стабилност кроз многе средине (рокове сетве, третман, контрола, сезона). Посматрајући резултате *ANOVA*-е, није се уочавала варијабилност процента клијавости кроз све факторе и њихове интеракције, што је потврђено и *АММИ* анализом. Када се посматрају *ASV* вредности, хибрид *Scs* x *B* је рангиран на првом месту, што је у складу са резултатима приказаним на графикону 38.

Табела 69 - Средње вредност, коефицијент стабилности *АММ* модела и рангови стабилности 6 генотипова купуса

Редни број	Генотип	Особина		<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>ASV</i>	
		Просек	Ранг			Вредност	Ранг
1	<i>Scc</i>	59,08	5	-4,3675	1,6600	5,86	4
2	<i>B</i>	61,24	4	-1,4748	-8,1124	8,33	5
3	<i>N</i>	56,36	6	-2,8194	4,1945	5,54	3
4	<i>Scc</i> x <i>B</i>	68,71	3	-2,3714	0,4487	3,08	1
5	<i>B</i> x <i>N</i>	69,24	2	3,9583	1,4835	5,30	2
6	<i>Scc</i> x <i>N</i>	79,40	1	7,0748	0,3257	9,10	6

Табела 70 - Средње вредност, коефицијент стабилности *АММ* модела и рангови стабилности 18 спољ. средина

Редни број	Спољна средина	Особина		<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>ASV</i>	
		Просек	Ранг			Вредност	Ранг
1	I-K-10	84,96	3	-1,3380	-0,4732	1,78	7
2	I-K-11	60,92	11	1,0728	1,7759	2,25	10
3	I-K-12	79,42	7	-1,9208	0,0698	2,47	11
4	I-T-10	80,33	6	-0,4234	-1,5976	1,69	5
5	I-T-11	42,58	16	2,1130	-3,1543	4,16	15
6	I-T-12	69,54	10	-2,3213	0,7132	3,07	12
7	II-K-10	85,21	2	-1,4128	0,3145	1,84	8
8	II-K-11	59,00	13	0,2419	6,4538	6,46	17
9	II-K-12	76,46	8	-0,7548	-0,2134	0,99	3
10	II-T-10	85,25	1	-2,8513	0,0405	3,67	13
11	II-T-11	26,96	17	7,3632	1,6256	9,61	18
12	II-T-12	56,92	14	-0,2436	-0,6215	0,70	2
13	III-K-10	83,83	4	-1,3546	-0,1549	1,75	6
14	III-K-11	60,75	12	-0,0365	2,1588	2,16	9
15	III-K-12	71,21	9	0,3065	-0,0505	0,40	1
16	III-T-10	82,54	5	-1,1264	-0,1493	1,46	4
17	III-T-11	20,75	18	3,7970	-3,2216	5,85	16
18	III-T-12	55,46	15	-1,1109	-3,5157	3,79	14

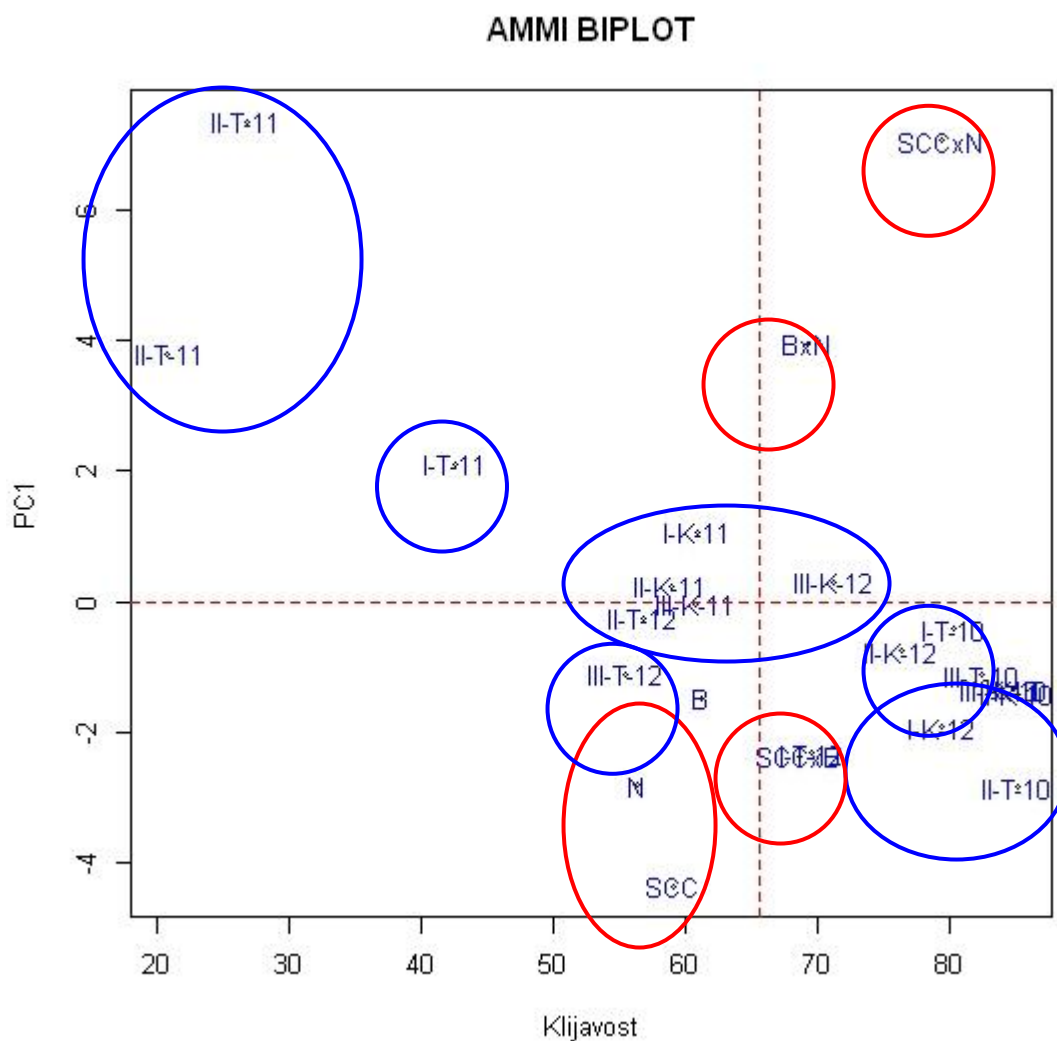
Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гиберелином - *GA*₃; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 -2012; Родитељски генотипови: *Scc*, *N*, *B*; *F*₁ хибриди: *Scc*x*N*, *Scc*x*B*, *B*x*N*.

Scc x *B* хибрид (настао укрштањем касних родитеља који су пореклом са наших географских простора и у којем је израчунат статистички значајан хетерозис за ову особину) стабилан је у многим срединама топле и просечно топле сезоне као и код ране сетве у хладној сезони (према овоме можемо закључити да рана сетва

одговара за стабилност овог генотипа за све испитиване сезоне). Примена третмана гиберелинском киселином допринела је јачању стабилности код касног генотипа *Scc* поготово код ране и средње ране сетве у топлој и просечно топлој сезони.

Однос просечне вредности својства и прве главне компоненте, као и груписање генотипова и спољних средина је приказано на *АММ* 1 биplotу (Графикон 42). Генотипови су груписани у 4 групе у односу на вредности прве главне компоненте и просечне вредности клијавости семена. Сви хибриди (*Scc* $\times$ *N*, *B* $\times$ *N* и *Scc* $\times$ *B*) се одликују вредностима приноса семена изнад укупног просека, с тим да хибрид *Scc* $\times$ *N* има највишу позитивну вредност *PC1*. Хибрид *Scc* $\times$ *B* када се истретира у првом року показује се као најстабилнији.

Сва три родитељска генотипа: *Scc*, *B* и *N* имају мање средње вредности у односу на просек, а такође и негативну вредност *PC1* (*B* има највишу а *Scc* најнижу). Хибрид *Scc* $\times$ *N* се видно издваја од свих осталих и има просечну вредност клијавости семена изнад укупног просека и позитивну вредност *PC1*. Такође, као и код особине приноса семена, хетерозис, који је присутан у свим хибридима за особину приноса семена, јасно је одвојио родитеље од хибрида у односу на просечну вредност. Просечна вредност је виша код хибрида у односу на укупну просечну вредност. Хибриди се одликују позитивним вредностима *PC1* (за разлику од родитеља који се одликују нижим вредностима особине од укупног просека и негативним вредностима *PC1*, осим за *Scc* $\times$ *B* који постиже просечну вредност клијавости изнад укупне просечне вредности и при негативним вредностима *PC1*). Родитељ *Scc* има најнижу вредност *PC1*, док родитељ *N* има најнижи просечни ниво особине.



Графикон 42 - *AMMI* 1 биplot за 6 генотипова купуса
 Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гиберелином - GA₃; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 -2012; Родитељски генотипови: Scc, N, B; F₁ хибриди: SccxN, SccxB, BxN.

5.4.5. Време цветања

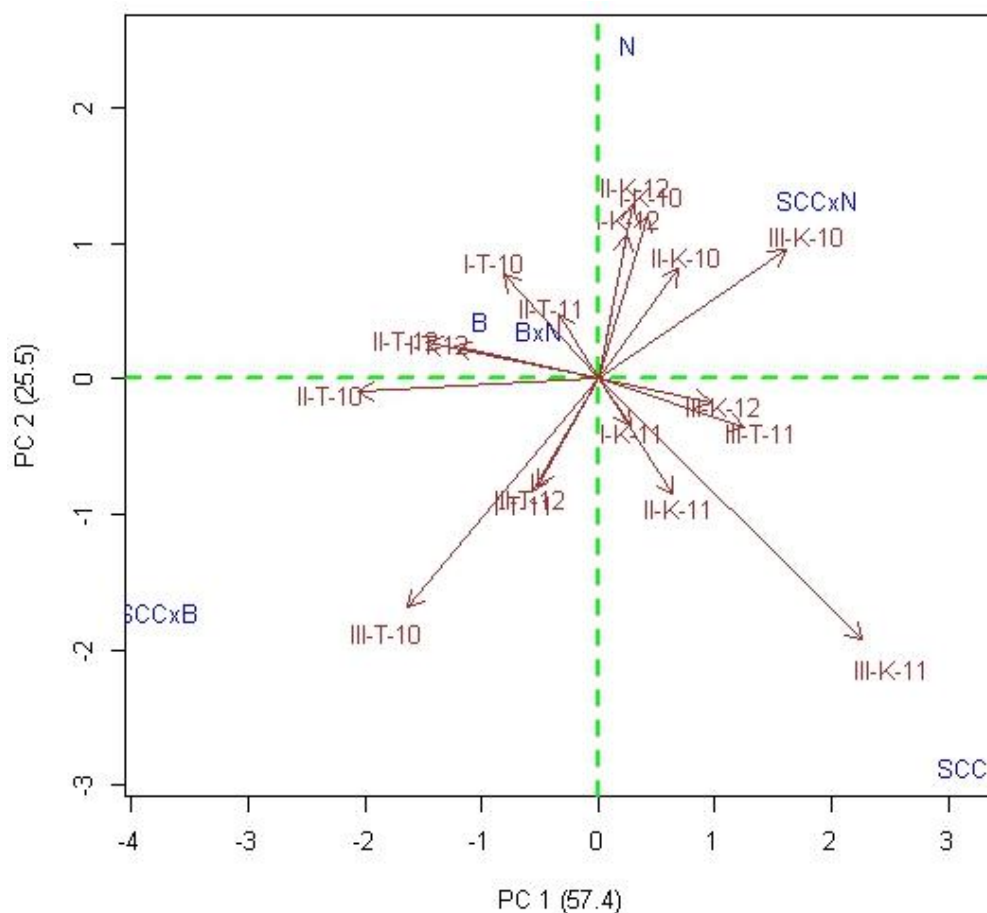
Анализа варијансе *AMMI* модела (Табела 71) показује значајне разлике између генотипова и третмана, рокова сетве и година (спољна средина) као и њихових интеракција (генотип x спољна средина) на време цветања (посматрано од датума сетве) и то чак 62,67% укупне суме квадрата се односило на ефекат спољне средине

што је 2,4 пута више него вредност суме квадрата генотипова (највиша вредност у односу на остале испитиване особине). Велика вредност суме квадрата спољних средина означава дивергентност између спољних средина и велике разлике између њихових средњих вредности. што доводи до закључка да су оне утицале великим уделом на варијабилност времена цветања. Резултати такође показују да суме квадрата прве и друге главне компоненте (*PC1* и *PC2*) чине чак 82,97% суме квадрата интеракције.

На графикону 40 уочава се стабилност хибрида *B x N*, као и касног родитеља овог хибрида - генотипа *B*, а посматрајући *ASV* за рани генотип *N* (другог родитеља овог хибрида) уочава се да је он у односу на *B* следећи по величини стабилности. Хибрид *B x N*, који испољава хетерозис у многим особинама, испољава и већу стабилност од оба родитеља. Такође овај хибрид испољава стабилност у све три испитиване сезоне поготову у раној и средње раној сетви у третману и раној сетви без третмана у топлој (трећој) сезони.

Табела 71 - Анализа варијансе *АММ*I модела

Извор варирања	Степени слободe	Сума квадрата	Сума квадрата%	Средина квадрата	<i>F</i> вредност
Генотип (Г)	5	29.640,00	25,38	5.928,10	306,07
Понављања (Сп. средине)	54	3.574,00	3,06	66,20	3,42
Спољашња средина (СС)	17	72.473,00	62,07	4.263,10	64,41
ГхСС	85	5.847,00	5,01	68,80	3,55
<i>PC1</i>	21	3.357,69	57,43	159,89	8,26
<i>PC2</i>	19	1.493,12	25,54	78,59	4,06
<i>PC3</i>	17	584,20	9,99	34,37	1,77
<i>PC4</i>	15	318,57	5,45	21,24	1,10
<i>PC5</i>	13	92,93	1,59	7,15	0,37
<i>PC6</i>	11	0	0	0	0
Грешка	270	5.229,00	4,48	19,40	
Укупно	431	116.763,00			



Графикон 43 - АММИ 2 биplot за 6 генотипова купуса

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гиберелином - GA₃; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 – 2012; Родитељски генотипови: Scc, N, B; F₁ хибриди: SccxN, SccxB, BxN.

Табела 72 - Средње вредност, коефицијент стабилности АММИ модела и рангови стабилности 6 генотипова купуса

Редни број	Генотип	Особина		PC1	PC2	ASV	
		Просек	Ранг			Вредност	Ранг
1	Scc	239,51	3	3,1384	-2,8676	7,62	5
2	B	222,33	6	-1,0060	0,4299	2,30	2
3	N	244,64	1	0,2578	2,4642	2,53	3
4	Scc x B	224,71	5	-3,7720	-1,7166	8,65	6
5	B x N	233,64	4	-0,5053	0,3627	1,19	1
6	Scc x N	240,78	2	1,8871	1,3274	4,45	4

Табела 73 - Средње вредност, коефицијент стабилности *АММИ* модела и рангови стабилности 18 спољ. средина

Редни број	Спољна средина	Особина		<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>ASV</i>	
		Просек	Ранг			Вредност	Ранг
1	I-K-10	248.54	4	0,4642	1,3465	1.70	7
2	I-K-11	259.17	1	0,3007	-0,3877	0.78	1
3	I-K-12	250.29	3	0,2659	1,1787	1.32	3
4	I-T-10	246.46	5	-0,8931	0,8563	2.18	10
5	I-T-11	250.42	2	-0,6304	-0,9271	1.69	6
6	I-T-12	243.96	6	-1,3627	0,2634	3.08	12
7	II-K-10	229.92	12	0,7654	0,9017	1.94	9
8	II-K-11	241.79	7	0,7069	-0,9443	1.85	8
9	II-K-12	234.08	8	0,3257	1,4246	1.60	5
10	II-T-10	230.17	11	-2,2934	1,4246	5.35	17
11	II-T-11	230.75	10	-0,3832	0,5276	1.01	2
12	II-T-12	228.38	13	-1,6446	0,2943	3.71	14
13	III-K-10	218.92	15	1,7871	1,0623	4.16	15
14	III-K-11	231.67	9	2,5115	-2,1414	6.04	18
15	III-K-12	219.67	14	1,0764	-0,1941	2.43	11
16	III-T-10	216.21	18	-1,8131	-1,8737	4.49	16
17	III-T-11	218.54	16	1,3983	-0,3974	3.17	13
18	III-T-12	217.92	17	-0,5816	-0,8796	1.58	7

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; T – третман гиберелином - *GA*₃; K – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 -2012; Родитељски генотипови: *Scc*, *N*, *B*; *F*₁ хибриди: *SccxN*, *SccxB*, *BxN*.

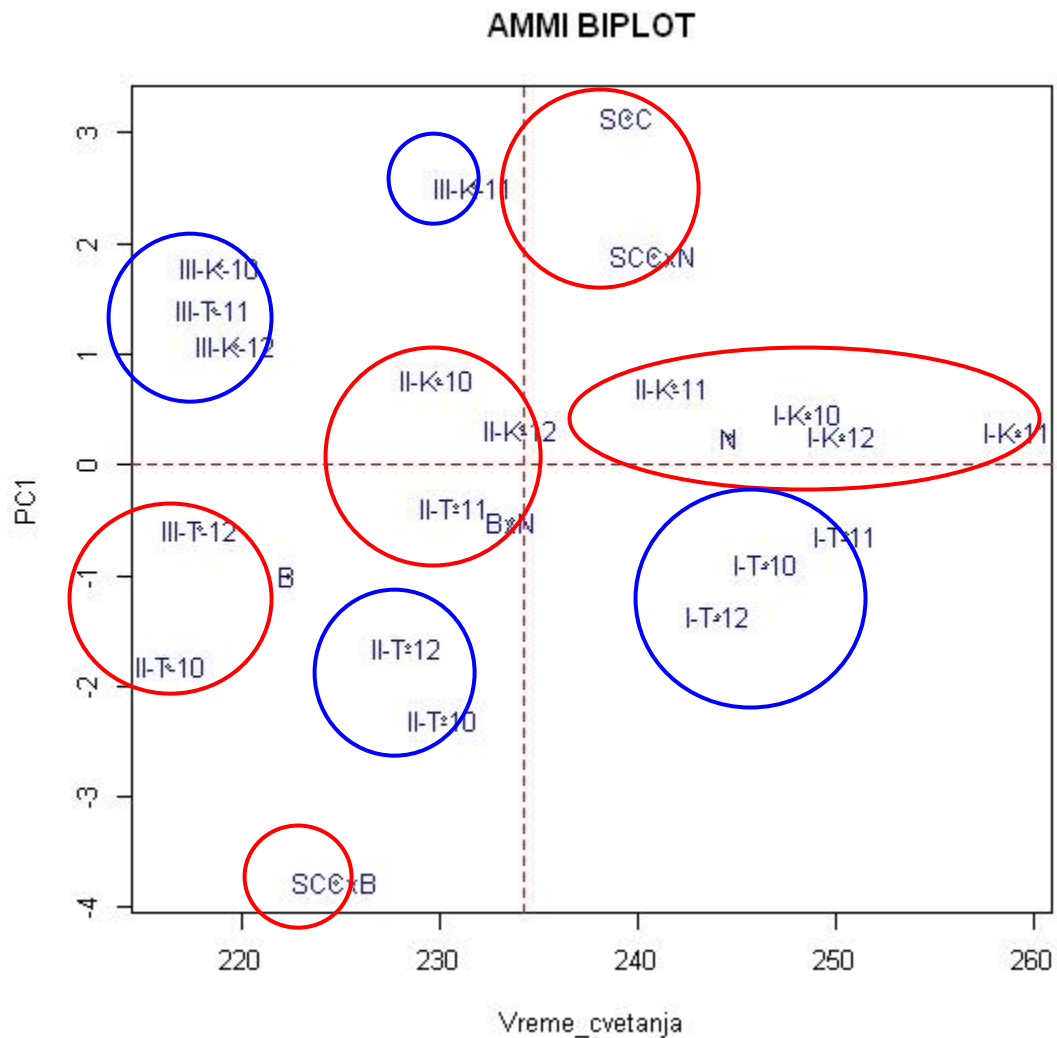
Најмања стабилност уочена је код хибрида *Scc* x *B* као и родитеља, генотипа *Scc*. Код ова два генотипа је интеракција генотип – спољна средина највиша, тј коефицијент стабилности *АММИ* модела је највиши по рангу (Табела 72). Утицај година је изражен тако да су се генотипови расподелили по сезонама у којима је варијабилност њихове интеракције са – спољном средином била најмања (осим за најстабилније: *B*, *B* x *N*; Генотип *Scc* био је најстабилнији у касној сетви хладне (друге) сезоне. *Scc* x *B* – у касној сетви у третману просечне године показује највећу стабилност али се највише адаптирао на екстремне услове хладоће у другој сезони. *Scc* x *N* касна сетва просечно топле сезоне и топле сезоне показала се као најстабилнија. Генотип *N* је био стабилан у просечно хладној и топлој сезони у раној и средње раној сетви без третмана. Резултати *АММИ* анализе показали су различити утицај времена сетве на стабилност времена цветања, што је врло корисно у смислу

организовања сетве родитељских линија у производњи хибрида, пошто се најчешће време цветања између родитељских компоненти не подудара. Прогнозирање ове стабилности на основу дугорочног истраживања би било корисно у комерцијалном смислу ради постизања већих приноса F_1 семена.

Однос просечне вредности својства и прве главне компоненте, као и груписање генотипова и спољних средина је приказано на *АММ* 1 биplotу (Графикон 44). Генотипови су груписани у 5 група у односу на вредности прве главне компоненте и просечне вредности времена цветања. Ниску позитивну вредност $PC1$ и највишу просечну вредност особине у односу на укупан просек показао је рани генотип N (који није пореклом са наших географских простора, одговарају му услови дугог и хладнијег дана у току вегетативне сезоне, али не и оштре зиме за семенску производњу; такође карактерише се тиме што најкасније цвета).

Највишу позитивну вредност прве главне компоненте има генотип Scc , који је пореклом из центра извођења огледа, и као касни генотип има време цветања изнад укупног просека.

Касни генотип B , има ниску негативну вредност $PC1$, али има најмању просечну вредност особине у односу на све остале генотипове. Посматрајући оба касна генотипа (Scc и B) који су пореклом из услова средње дугог дана, установљено је да су генотип и временски услови, пре свега температуре значајни фактори код особине време цветања. Хибрид који је настао укрштањем поменута два касна генотипа - $Scc \times B$ има најнижу негативну вредност $PC1$ и просечну вредност ближу родитељу садужим временом цветања B (календарски цвета пре, али је период цветања до сазревања дужи), него родитељу Scc , што потврђује доминацију родитеља B у наслеђивању ове особине код F_1 хибрида (Табела 51). Хибрид $Scc \times N$, као и његови родитељи има позитивну вредност $PC1$, средњу вредност вишу од просечне вредности, али је наслеђивање времена цветања, за разлику од касног хибрида $Scc \times B$ интермедијарно што је случај и код хибрида $B \times N$ чија је вредност просечне особине врло близу просечној средњој вредности.



Графикон 44 - *AMMI* 1 биplot за 6 генотипова купуса

Легенда: Рокови сетве: I – 15. авг., II – 1. септ., III – 15. септ.; *T* – третман гиберелином - *GA*₃; *K* – контролна варијанта; Године истраживања: 10 – 2010, 11 – 2011, 12 -2012; Родитељски генотипови: *Sc**c*, *N*, *B*; *F*₁ хибриди: *Sc**c**xN*, *Sc**c**xB*, *B**xN*

5.5. Анализа експресије *BoFLC 2* репресора цветања

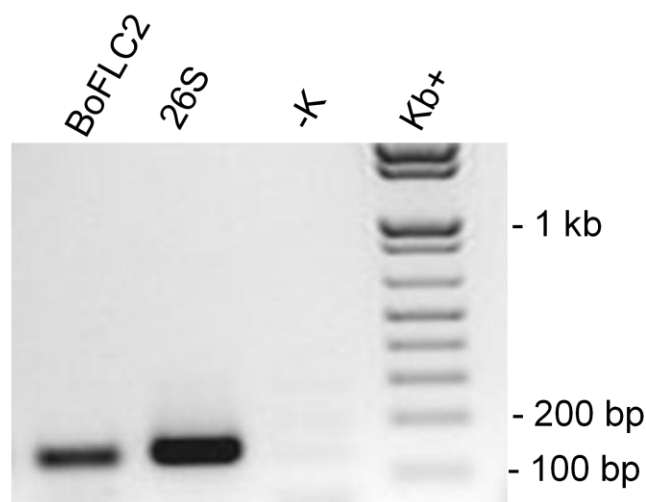
Проучавајући генетику цветања код *Arabidopsis thaliana* L. (генетичког модела цветања за све двогодишње биљке из фамилије *Brassicaceae*) утврђено је да постоје неколико различитих путева цветања под утицајем еколошких (абиотичких) и биотичких фактора. До сада су детаљно проучени путеви цватања везани за: дужину дана (фотопериодски пут), дужину излагања биљке у вегетативној фази ниским позитивним температурама у извесном трајању (пут вернализације), гиберелински пут (под утицајем ендогеног хормона гиберелина), аутономни пут цветања и пут цветања који настаје услед старења биљке. Изучавајући ове путеве цветања анализирана је експресија преко тристотине различитих гена и њихових мутаната (Torty S., 2010).

Од свих ових путева цветања најзначајнији за ово истраживање је пут вернализације. Суштина овог пута јесте да се не дозволи биљци да процвета током зиме. Овај пут цветања регулисан је са два гена *FRIGIDA (FRI)* и *FLC*. *FRI* кодира нуклеарни протеин који је присутан само у биљкама (Johanson et al., 2000) повећава експресију *FLC* репресора помоћу механизма који није детаљно проучен и који за сад остаје нејасан (Michaels and Amasino, 1999; Michaels and Amasino, 2001). Биљке које захтевају процес вернализације као предуслов цветања задржавају висок ниво *FLC* који снажно одлаже цветање и задржава експресију кључних гена цветања *SOC1 (SUPPRESSOR OF OVEREXPRESSION OF CONSTANS)* и *FT (FLOWERING LOCUS T)*. *FLC* дужим излагањем позитивним ниским температурама губи репресивно дејство. Смањење експресије везано је хроматинске модификације на *FLC* локусу под различитим механизмима епигенетске контроле (механизми који снажно делују на експресију неког гена, било унутрашњи или спољашњи). У епигенетској контроли *FLC* локуса снажно делује неколико протеина које транслирају следећи гени: (*VERNALIZATION INSENSITIVE 3*) *VIN3*, (*VERNALIZATION1*) *VRN1*, *VRN2*, (*VRN5/VIN3-LIKE1*) *VIL1* (Kim et al, 2009). Последица деловања целокупног процеса вернализације јесте деметилација лизина 9 и 27 (*Lys 9*, *Lys 27*) на хистону *H3 FLC* локуса (Bastow et al., 2004; Sung and Amasino, 2004) као и синтеза ДНК-везујућег

протеина са *B3* доменима. Рецесивни облици гена епигенетске контроле *FLC* локуса нису дали ефекат деметилације хроматина.

Експресија *FLC* репресора може се посматрати кроз неколико фаза:

- 1) неиндукујући период (нема цветних сигнала пре свега под утицајем *FT* који се синтетише у листовима и преноси путем ксилема до меристемског ткива, вегетативна фаза развоја биљке, уочава се вегетативни меристем, нема високе експресије гена *FLC*, јер нема гена продуктора; *Davidson et al.*, 1968; *Satake et al.*, 2013; *Luo et al.*, 2013);
- 2) индукујући период (у коме се јављују цветни сигнали, трансформација меристемског ткива - појава репродуктивних органа, висок ниво експресије *FLC* са основним задатком да изазове репресију цветних гена, као и да одложи време цветања до повољних услова; *Song et al.*, 2012);
- 3) период утишавања експресије *FLC* локуса ток дужег излагања позитивним ниским температурама (меристем трансформисан у репродуктивни, догађа се деметилација *FLC*-а под утицајем епигенетске контроле, нема репресије гена цветања, одговарајући спољашњи услови одређују почетак цветања; *Shindo et al.*, 2006);
- 4) период ресетовања (кроз редукциону деобу, *FLC* није присутан само у зрелом полену и секундарном једру; *Sheldon et al.*, 2008).

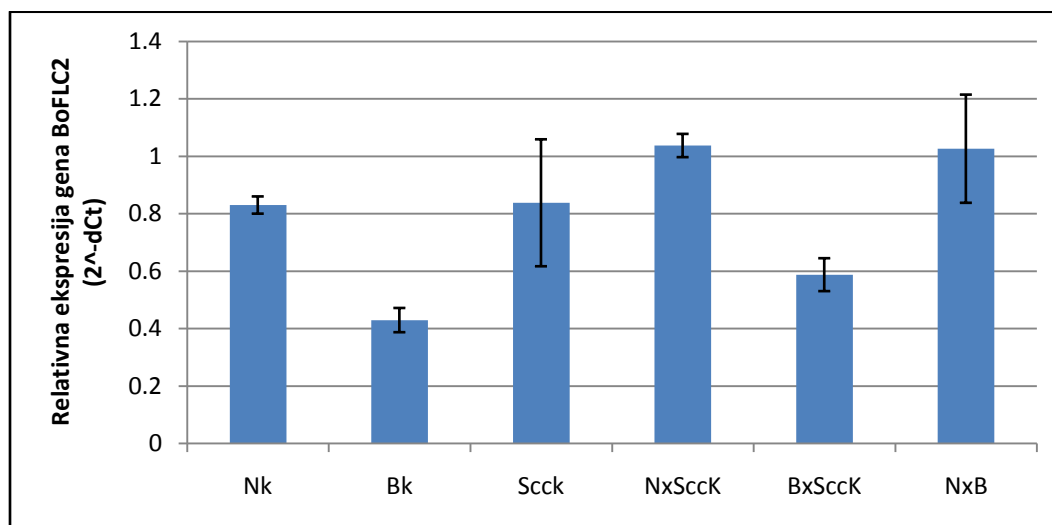


Слика 29 - Електрофоретска анализа продуката *PCR* реакције урађене са прајмерима *BoFLC2f/BoFLC2r* и *26Sf/26Sr* на *cDNK* генотипа *N* као матрици. *-K* је реакција без матрице (негативна контрола). Стрелицама су означене дужине фрагмената *DNK* маркера (*Kb+ Ladder, Invitrogen*)

Прајмери дизајнирани за анализу експресије су прво проверени у квалитативној *PCR* реакцији на *cDNK* синтетисаној на *RNK* из генотипа *N*. Електрофоретском анализом је утврђено да оба пара прајмера дају јединствен умножак одговарајуће дужине од 150 бп, (слика 29), чиме је потврђена њихова специфичност. Као негативна контрола је коришћена *PCR* реакција која није садржавала *DNK* матрицу, где се види да ови прајмери не праве димере. Прајмери за гене *BoFLC1*, 3 и 5 нису давали адекватна умножавања и нису могли бити искорисћени за анализу експресије ових гена.

Касни генотип *B* има нижи ниво експресије у односу на *N* и *Scc* (Графикон 45). Код хибрида касних родитеља (*B* x *Scc*) ниво експресије *BoFLC2* је између нивоа експресије гена код родитеља, док код потомства раног родитеља *N* (*N* x *B* и *N* x *Scc*), ниво експресије *BoFLC2* гена је виши него код родитеља. Овај патерн експресије се одржава и током и након вернализације (Графикон 45). На основу *АММ* биплот анализе (Графикон 44) утврђено је да је просечно време цветања за генотип *B* најниже од вредности укупног просека у односу на остале генотипове као и да су генотипови *Scc* и *N* по својим средњим вредностима за почетак цветања виши од

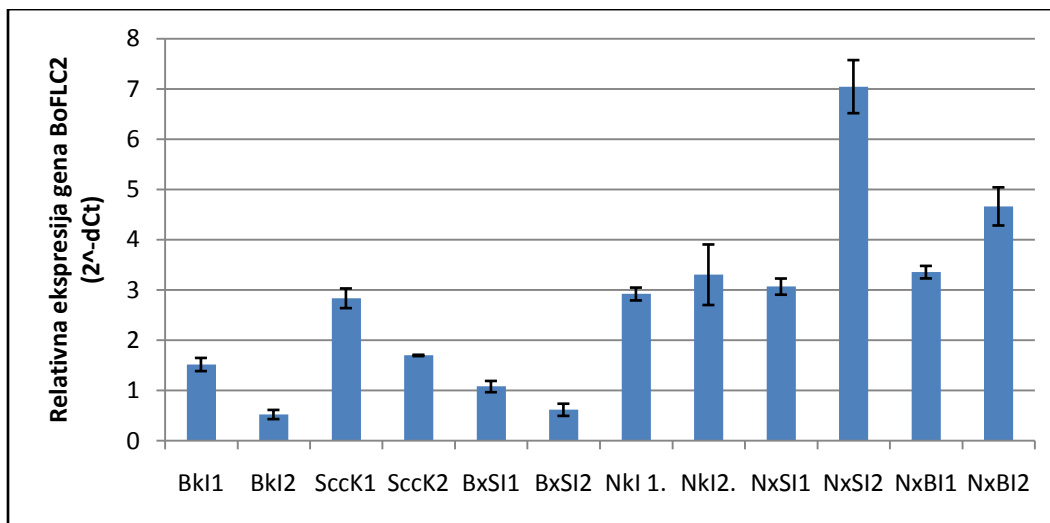
просечне вредности, као и да су по особини слични међу собом, тј. да имају слично време цветања, што и поткрепљује анализа експресије овог гена. Тако да можемо закључити да је нижи ниво експресије *FLC* у корелацији са краћим временом цветања и обратно (Sheldon et al., 1999; Michaels and Amasino, 1999; Sheldon et al., 2000; Gazzani et al., 2003; Michaels et al., 2003).



Графикон 45 - Релативна експресија гена *BoFLC2* у родитељским и хибридним генотиповима (изведена у неиндукујућем периоду у коме није било третмана GA_3) Вертикалним линијама су приказане стандардне грешке. Легенда: родитељски генотипови *N*, *B*, *Scs* (к-контролна варијанта), F_1 хибриди: *NxScs*, *BxScs*, *NxB* (к-контролна варијанта).

Анализа експресије гена *BoFLC 2* вршена је у два пресека: први пресек четири недеље по наступању стабилних *in vivo* услова за вернализацију и првог третмана гиберелином и други осам недеља и другог третмана гиберелином (Графикон 47). У случају родитељских касних генотипова, који су пореклом са ових простора, и њиховог хибрида (*B*, *Scs* и *B x Scs*) експресија *FLC2* опада временом, што је у складу са теоријом о његовом репресорном дејству (смањење експресије доводи до активације низа гена који омогућавају цветање биљке). Временски период од другог пресека анализе експресије гена до половине марта, када је највећа вероватноћа за почетак цветања (Графикони 32, 33 и 34) у дужини од око 45 дана, је преостали

период у коме ће *FLC* репресор смањити експресију у толикој мери довољној да биљке под утицајем температуре започну расцветавање. Према анализи експресије код ових генотипова *BoFLC2* може бити маркер цветања и има корелацију са временом цветања (поредећи се међусобно према релативном нивоу експресије) као што је показано *AMMI* анализом и графиконом 46.

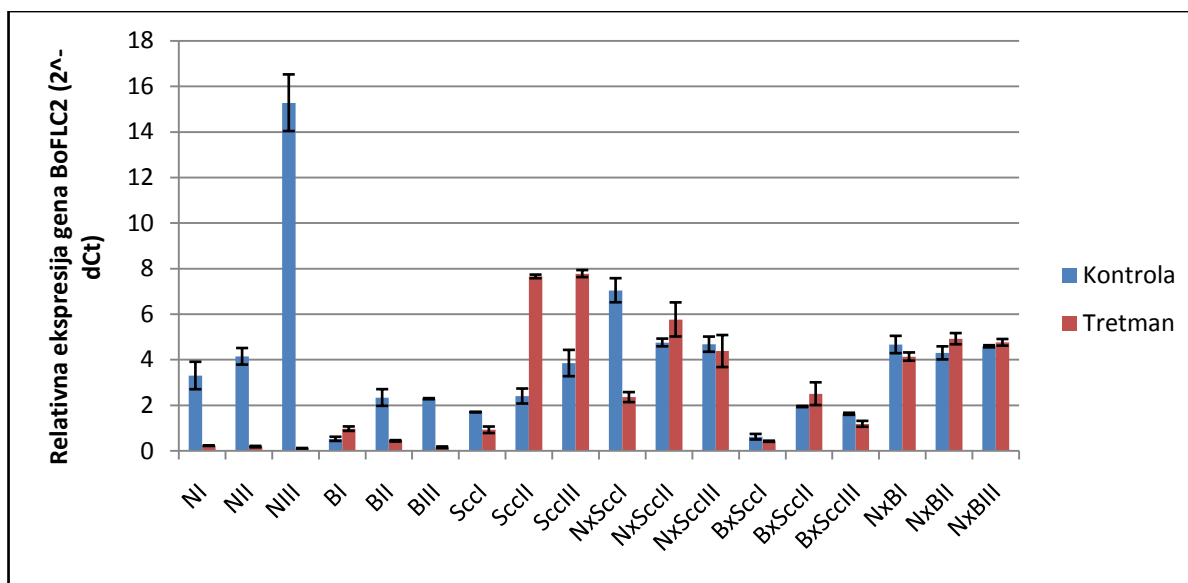


Графикон 46 - Временски профил експресије гена *BoFLC2* (у 1. и 2. пресеку).
Вертикалним линијама су приказане стандардне грешке.

Легенда: родитељски генотипови *N*, *B*, *Scc* (kl-контролна варијанта), *F₁* хибриди: *NxScc*, *BxScc*, *NxB* (kl-контролна варијанта). Ознака 1 уз називе родитељских генотипова и хибрида означава први пресек - четири недеље по наступању стабилних *in vivo* услова за вернализацију и првог третмана гиберелином, а ознака 2 означава други пресек - осам недеља по наступању стабилних *in vivo* услова за вернализацију и другог третмана гиберелином.

Код раног генотипа *N*, који је пренешен из услова дугог дана, као и код хибрида у коме он партиципира, у диалелу, као родитељ (*Scc* × *N* и *B* × *N*), на основу анализе експресије запажа се њено повећање. Преношењем генотипова из различитих услова дужине дана догађају се различите реакције биљке у новим условима. *Lempe et al.* (2005), проучавајући реакцију великог броја генотипова (177 дивљих и 32 мутанта – *flowering mutants*, пореклом са различитих географских ширина) код врсте *Arabidopsis thaliana* L. у различитим условима дужине дана и температуре, закључују

да биљке пореклом из услова дугог дана у условима краћег дана касније цветају и обратно. Не искључују се и појава мутација на појединим локусима од значаја за регулацију цветања у различитим његовим путевима. Утврђено је да код мутаната *Ath* који немају *FLC* локус, вернализација и даље утиче на цветање и да постоје *FLC*-зависни и независни механизми цветања (Michaels and Amasino, 2001). Обично као последица свега наведеног јавља се временски касније цветање које је у статистички значајном корелативном односу са фотопериодизмом (дужином дана) и температуром, што је управо и случај код испитиваног генотипа. Sheldon et al. (2006) испитујући степен и стабилност *FLC* репресије током периода вернализације у *in vivo* условима закључују да хладни третман биљака преко зиме утиче на степен али не и на стабилност *FLC* репресије, што може на неки начин оправдати разлику у експресији првог и другог пресека код раног родитеља *N*, без обзира што је од првог и другог пресека прошло 4 недеље знајући да је период вернализације код раних генотипова доста краћи него код касних и да се са првим пресеком завршио.



Графикон 47 - Експресија гена *BoFLC2* у родитељским линијама (*N*, *B* и *Scc*) и *F*₁ хибридама (*N* x *Scc*, *B* x *Scc*, *N* x *B*) у 3 рока сетве (I, II, III) са третманом *GA*₃ (црвени стубићи) и без третмана *GA*₃ (плави стубићи). Вертикалним линијама су приказане стандардне грешке.

Ниво експресије *BoFLC2* је најнижи код генотипова *B* и *B x Scc* сејаним у сва 3 рока. Овакав профил експресије је у корелацији са календарским временом цветања које наступа код ових генотипова раније у односу на остале. Код ова два генотипа вероватно *FLC2* може бити маркер цветања. То је случај и са генотипом *Scc* који има виши ниво *FLC2 RNK*, али и касније цвета (и корелација постоји и на нивоу рокова- 1. и 2. раније цветају, 3. касније, *RNK* је нижа у првом и другом року него у трећем).

Нема велике разлике у календарском времену цветања за генотип *B* и *B x Scc* у односу на време сејања (3 рока), што потврђује доминацију родитеља *B* у наслеђивању времена цветања (Табела 50). Код ова два генотипа најнижи ниво експресије *FLC 2* је код биљака из 1. рока. Како је анализа експресије праћена у исто време за сва три рока и уколико је цветање наступило неколико дана касније, овакав профил експресије би вероватно у том тренутку био мало другачији, дошло би до још већег смањења експресије и у друга 2 рока и можда би се и изједначило. Динамика промене експресије може да буде различита код различитих генотипова. (*Lin et al.* 2005).

Golldberg-Möeller et al. (2013) су утврдили негативан утицај егзогеног третмана *GA₃* на ниво експресије *FLC* у завршном времену вернализације (времену пред цветање). Драстичан пример представља генотип *N* са нивоом експресије *FLC*-а у том тренутку без третмана (где је експресија поредећи са оталим генотиповима највиша) и са третманом (где је експресија најнижа од свих поредећи третмане). Изузетак представљају касни генотип *Scc* у средње раном и касном времену сетве као и хибрид *N x Scc* у раном року сетве. Хибриди *B x Scc* и *B x N* показали су стабилност од утицаја егзогеног гибберелина на релативну експресију *FLC*-а. Чињеница је да је истраживање показало да је третман статистички значајно утицао на смањење времена цветања, може се делом објаснити из анализе експресије. Изузетци који су се појавили (у смислу статистички значајног повећања нивоа експресије *FLC* под третманом а са друге стране анатомски и временски гледано, смањење времена цветања – анатомски доказано али не и на молекуларном нивоу) можемо правдати временом и старошћу биљке који је потребан да биљка правилно одреагује на третман, или пак утицајем третмана на неки од других путева цветања пре свега *GA*

пут. *Mutasa and Hedden* (2009), су уочили утицај егзогеног гибберелина на повећење експресије гена *FT* и *SOC1*, који су од кључног значаја за цветање. Знајући да је *FT* један од продуктора *FLC* можемо хипотетички потврдити да се и он може повећати као контраодговор на третман, али само у случају да епигенетски фактор није у потпуности деметилисао *FLC* локус.

Анализа експресије *BoFLC2* имала је за циљ потврду њене практичне примене у селекцији сорти и хибрида купусњача. Релативна експресија *FLC 2* гена се може користити као маркер у смислу одређивања времена цветања у групи одабраних генотипова за селекцију (Графикон 45). Помоћу анализе експресије *FLC* локуса могуће је предвидети и дужину трајања процеса цветања што може допринети проучавању стабилности семенске производње (за сада *AMMI* анализом утврђено да је принос семена код генотипа *B* са ниском експресијом дао мањи принос него код *Scc* који има вишу експресију). Анализом експресије *BoFLC 2* уз помоћ *AMMI* анализе времена појаве цветања (на основу дужине вегетационог периода) можемо правилно временски организовати најстабилнију сетву и производњу и ускладити сетву *inbreed* линија у циљу производње F_1 хибрида. Истина је да ову тврдњу треба испитати на већем броју генотипова, укључити истраживање и на осталим *Brassica* врстама посебно *Brassica napus* L. чији је животни циклус нераздвојно везан за вернализацију а тиме *FLC* локус.

6. ЗАКЉУЧАК

Коришћење процеса вернализације у смислу производње семена купуса главичара једино је економски оправдано и једино практично могуће на отвореном простору јер су главице купуса, које би у том случају презимљавале, неотпорне на ниске температуре. Процес производње семена из главица остао је једино применљив и економски исплатив у селекцији у смислу очувања постојећег генофонда: популација, одомаћених сорти, признатих сорти, материјала у поступку селекције, линија. Производња семена из главица, такође, мора да се изводи у затвореном простору, ако се жели пун ефекат. У поступку селекције врло је битно фенотипско сагледавање њеног учинка, па је стога формирање главице, као пољопривредног плода, неизбежно када је селекција у питању. Када селекцију изведемо до краја тек онда можемо користити експресију гена цветања вернализационим путем у практичном смислу у циљу производње семена.

Практично искоришћавање вернализације у циљу изазивања експресије гена цветања и производње семена, без формирања једне етапе органогенезе (формирање главица), показало се у производној пракси континенталног климата врло нестабилно због лимитирајућег фактора године. При самом почетку истраживања претпостављено је научном хипотезом да је проценат презимелих биљака у корелативном односу са извесним степеном вегетативног пораста – старости биљке, која је регулисана различитим временом сетве у три рока (I - 15. авг., II - 1. сеп., III - 15. сеп.) и потврђено да су први и други рок сетве, тј. старије биљке – биљке са већом вегетативном масом, у великој већини варијанти имале више вредности процента презимљавања у свим сезонама нарочито код родитељских генотипова. Проценат вернализованих (процветалих биљака), такође је претпостављено, да је у извесној корелативној вези са роковима сетве. Утврђено је да је виши проценат процветалих биљака био у првом и другом року сетве у свим сезонама за касне генотипове *Scc* и *B*, док се код раног генотипа *N* трећи рок сетве (најкаснија сетва) показао са највишим процентима вернализованих биљака, што укључује и утицај самог

генотипа на процес појаве цветова гајењем у овим условима. Ниска температура и висок снежни покривач су смрзли и угушили биљке у фебруару 2012. године. Хипотеза да је клијавост семена у корелативној вези са роком сетве или старошћу биљака делимично је потврђена јер у 44% варијанти огледа је показана стабилност утицаја старости биљке на клијавост семена. У 33% варијанти доказана је статистичка значајност првог рока сетве на вишу вредност клијавости у односу на остале. Пресудни утицај на вредност клијавости семена имала је сезона извођења огледа. Што се тиче висине приноса семена, поред сезоне извођења експеримента која има највишег утицаја на принос семена, може се потврдити хипотеза о утицају рока сетве на принос семена. Принос семена статистички значајно је био виши у првом року сетве, код најстаријих биљака, у топлој (2012/13) сезони и хладној (2011/12) сезони, док у просечно хладној сезони (2010/11) највиши принос семена био је у другом року сетве у односу на први и трећи рок, али не статистички значајано. Претпоставка да је виши садржај шећера код биљака у корелацији са процентом презимљавања доказан је највишим садржајем шећера у биљкама другог рока сетве где је примећен висок ниво презимљавања биљака.

Хетерозис, који је присутан у већини особина код F_1 хибрида, доводи до повећања стабилизације особина компоненти приноса (у односу на родитеље). Он се огледа у смањењу утицаја године и времена сетве на генотип. С тога је врло значајно да се селекција нових сората као хибрида изводи након хибридизације генетички дивергентног материјала у циљу превазилажења проблема појаве ниског и неквалитетног приноса. До сада у нашој селекцији био је примењиван метод индивидуалног одабирања из популације који се карактерише високим индексом селекције. Овај метод се заснива на одабирању из генерације у генерацију све униформнијег потомства што на крају доводи до великог смањења генетичке варијабилности. АММИ анализа је показала јасно одвајање F_1 хибрида од родитеља, који су селекционисани наведеним методом, и тиме и статистички показала оно што је визуелно констатовано током трајања огледа. У другој (хладној) сезони мали проценат родитељских биљака је презимео и доносио врло низак принос (у нивоу егзистенцијалног минимума чак по неколико килограма по хектару), тада су F_1

хибриди били стабилнији са већим приносима, који се се процењивали неколико стотина килограма по хектару.

ANOVA је у скоро свим испитиваним особинама утврдила статистичку значајност свих испитиваних фактора (генотипа, године, рока сетве и третмана гиберелином). Третман гиберелином (GA_3) је дао значаја у повећању али и смањењу вредности особина тако да је право сагледавање утицаја третмана било могуће само применом АММИ анализе. Правилно сагледавање адаптивбилности и стабилности генотипа могуће је применом овог модела. АММИ анализа пружа могућност истраживачима да изврше правилну процену фактора средина у односу на стабилност генотипа и тиме правилно организују време сетве, у циљу постизања најстабилнијих приноса семена купуса главичара, а вероватно и уљане репице.

Претпоставка да ће третман гиберелинском киселином утицати на корекцију вредности статистички је доказана код свих особина нарочито код времена цветања. У свим варијантама GA_3 од 300 ppm је статистички значајно смањио период појаве првог цвета – време цветања. Третман гиберелином је показао значајно повећање клијавости семена у сезони са екстремно ниским температурама (2011/12) која се негативно одразиле и на компоненте приноса, па је врло битно да се настави са истраживањем утицаја овог хормона по измењеној поставци огледа. Третман гиберелином је статистички значајно смањио проценат вернализације. У истраживању је коришћена висока концентрација GA_3 од 300 ppm зато што је оглед извођен *in vivo* уз само два третмана. Оглед треба реорганизовати у смислу примене већег броја третмана нижих концентрација хормона на већи број генотипова, уз услов да оглед мора бити и даље извођен *in vivo* јер само у том случају има практични смисао. Перспектива практичног коришћења скупог биљно GA_3 хормона био би економски оправдан у производњи скупог хибридног семена, којег светске компаније цене и продају по броју семенки а не по тежини или сетвеној јединици.

Новина овог истраживања у односу на литературне изворе јесте извођење огледа из услова лабораторије где владају стриктни контролисани услови (*in vitro*) у услове спољашње средине у коме биљке иначе егзистирају у стварности (*in vivo*). С тим у вези је и било теже да се понекад објасне неки од изведених закључака када

није било константних абиотичких фактора. Процеси и њихове последице, који се догађају у стварности, често се не могу у потпуности објаснити научно заснованим ставовима већ само хипотезама, али се тиме не може никако оспорити истинитост те манифестације, већ се само подиже мистификација узрочно последичне везе, која се мора даљим научно истраживачким радом демистификовати.

Претпоставка да је транскрипција *FLC 2* репресора индивидуално својство генотипа доказана је различитим вредностима релативне експресије овог алела. У испитиваном материјалу показало се да је виши ниво експресије у корелативној је вези са каснијим цветањем и обратно. Навиши релативни ниво експресије *FLC 2* локуса детектован је код генотипа *N*, који је најкасније цветао у свим сезонама, а најнижи код генотипа *B* који је најраније цветао, што доказује хипотезу да је материјал дивергентан по релативној експресији испитиваног локуса. Увођење молекуларних маркера у овом истраживању такође добија практични значај и смисао. Процена нивоа експресије *FLC 2* репресора цветања и његовог утицаја на време цветања може бити од великог значаја за одређивање времена цветања у групи генотипова који се користе у селекцији нове сорте, хибрида или правилном организовању сетве у циљу добијања семена синтетичке смеше пореклом од свих планираних генотипова. Правилном проценом нивоа експресије *FLC 2* репресора може се предвидети време појаве првог цвета као и дужина процеса цветања, која по нашим истраживањима у нашем материјалу одступа и преко двадесет дана. Анализа експресије гена у групи генотипова добија практични значај тек када се потврди *АММ* анализом времена појаве првог цвета у групи испитиваних генотипова.

Током извођења огледа значајан број биљака није успео да пређе из вегетативне у репродуктивну фазу, што се одразило наставком вегетативне фазе или образовањем главица, што потврђује хипотезу да одређене индивидуе у експерименту под утицајем биотичких и абиотичких фактора и генотипске и фенотипске варијабилности биљака, неће имати могућност да процветају. Трансформација меристема из вегетативног у репродуктивни је сложен физиолошки (биохемијски поступак). Овај процес је под великом контролом експресије *FLC 2* локуса. Индивидуално (у свакој биљци истог генотипа) постоји, баш због генотипске

варијабилности, могућност високог нивоа експресије овог локуса, што чини биљку у потпуности онемогућеном да «прође» вернализациони пут цветања и тиме наруши своју биеналност (двогодишњост) врсте, која подразумева нормалан ток етапа органогенезе, тј. формирање главице, што у огледу није био случај.

Селекција на купусу главичару врло је отежана због, пре свега, његове биануалности (двогодишњости) и инкомпатибилности (блокирање самооплодње - инбридинга). Коришћењем класичних метода селекције потребно од 16-18 година (половина радног века) за селекцију нове сорте или линије. Употреба молекуларних маркера уз одговарајућу статистичку анализу, која би се користила пре свега за конструкцију термин плана морфологије вегетативне и репродуктивне фазе, као и коришћење генетичког инжењеринга, пружиће могућност да се процес селекције изводи брже, по задатом циљу, плански а тиме и много економичније и ефикасније од устаљене праксе у нашој земљи.

7. ЛИТЕРАТУРА

- Abdel, C.G. and Al-Rawi, I.M.T (2012):** The influence of varying gibberelic acid on growt and yield of three lentil (*Lens culinaris*) cultivars growt under supplementary irrigation. Horticulture, Dohuk University, Kurdistan Region, Iraq. and Field crops, Salahaddin University. pp: 1-84.
- Abdel, G. 2009:** Improving the production of well irrigated cauliflower (*Brassica oleracea* L. var *botrytis*, cv. Snowball Y. Imp) by foliar spraying of some growt regulators. Journal of Zankoy Sulaimani. 12: 29-49.
- Acar, I., Ak, B.E., Sarpkaya, K. (2010):** Effects of boron and gibberellic acid on in vitro pollen germination of pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. Afr. J. Biot. 32 (9): 5126-5130.
- Wendy A. Pline, Keith L. Edmisten, John W. Wilcut, Randy Wells, and Judith Thomas (2003):** Glyphosate-induced reductions in pollen viability and seed set in glyphosate-resistant cotton and attempted remediation by gibberellic acid (GA₃). Weed Science. 51(1): 19-27.
- Adamsen, F.J., Coffelt, T.A. (2005):** Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. Industrial Crops and Products 21: 293–307.
- Adžić, S., Pavlović, S., Prodanović, S., Brdar-Jokanović, M., Cvikić, D., Pavlović, N., Jasmina Zdravković, J., (2011):** Correlation of important agronomical characteristics and yield of medium late genotypes of head cabbage. V Balkan symposium on vegetables and potatoes, 9-12 October 2011, Tirana, Albanija, special issue Acta horticulture Vol. 960 (2012): 159-164.
- Adžić, S., Prodanović, S., Girek, Z., Pavlović N., Zdravković, J., Cvikić D., Pavlović, S. (2012):** Vernalization and seed yield of late head cabbage in different phases of rosette development by applying GA₃ *in vivo*. VI International symposium on brassica and XVIII crucifer genetic workshop, Catania, Italy 12-16th Nov., special issue Acta horticulture Vol. 1005 (2013): 369-374.
- Ацић, С., Павловић, С., Здравковић, Ј., Продановић, С., Павловић, Н., Гирек, З., Цвикић, Д. (2011):** Време појаве првих цветноснох стабала, у просецу

вернализације, код средње раних и средње касних генотипова купуса главичара и њихових F1 хибрида. Зборник апстракта, IV Симпозијум секције за оплемењивање организама друштва генетичара Србије, Кладово, 2-6 октобар, 70.

Afrin, K.S., Bhuiyan, S.R. and Rahim, A. (2011): Assessment of genetic variation among advanced lines of *Brassica napus* L. Deptt. Plant Breed. Sher-e-Bangla Agri. Uni. Dhaka. P: 201-205.

Akbar, M., Mahnood, T., Yaqub, M., Ali, M., Iqbal, N. (2003): Variability of path coefficient studies in summer mustard (*Brassica juncea* L.). Asian Journal of Plant Studies. 2(9):696-698.

Akter, A., Ali, E., Islam, M.M.Z., Karim, R. and Razzaque, A.H.M. (2007): Effect of GA₃ on growth and yield of mustard. Int. J. Sustain. Crop. Prod. 2:16-20.

Alexandre, C., Hennig, L. (2007): FLC-independent vernalization responses. International Journal of Plant Developmental Biology. 1: 202-211

Alexandre, C., Hennig, L. (2008): FLC or not FLC – the other side of vernalization. Journal of Experimental Botany. 59: 1127-35.

Ali, N., Javidfar, F., Yazdi, E.J., Mirza, M.J. (2003): Relationship among yield components and selection criteria for yield improvement in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pak. J. Bot. 35(2):167-174.

Ayyub, C.M., Manan, A., Pervez, M.A., Ashraf, M.I., Afzal, M., Ahmed, S., Shoab-ur-Rehman, Johagir, M.M., Anwar, N. And Shaheen, M. (2013): Foliar feeding with Gibberellic acid (GA₃): A strategy for enhanced growth and yield of Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.). African Journal of Agriculture Research. Vol 8(25): 3299-3302.

Babic, V., Babic, M., Ivanovic, M., Kraljevic-Balalic, M., Dimitrijevic, M. (2010): Understanding and utilization of genotype-by-environment interaction in maize breeding. Genetika 42(1): 79-90.

Baggett, J.R. and Kean, D., (1989): Inheritance of annual flowering in *Brassica oleracea*. HortScience. 24:662–664

Baghdadi, H., Tespinar, S., Yousefi, M., Hosseinpour, A. (2012): Influence of different sowing dates on grain yield of canola (*B. napus*) cultivars in Qazvin area. International Journal of Agriculture, Research and Review. Vol 2(S):1092-1096.

- Balkaya, A., Yanmaz, R. and Apaydin, A. 2005:** Morphological characterisation of white head cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* subvar. *alba*) genotypes in Turkey. N. Z. J. of Crop and Hort. Sci. 33: 333-341.
- Bastow, R., Mylne, J.S., Lister, C., Lippman, Z., Martienssen, R.A., Dean, C. (2004):** Vernalization requires epigenetic silencing of FLC by histone methylation. Nature 427:164–167.
- Baydar, H., Gokmen, O.Y. and Fried, W. (2003):** Hybrid seed production in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) following the induction of male sterility by gibberellic acid. Plant Breeding. 122 (5): 459–461.
- Beilstein, M. A., I. A. Al-Shehbaz, and E. A. Kellogg. 2006:** Brassicaceae phylogeny and trichome evolution. American Journal of Botany 93: 607 – 619.
- Bernler, O. (1988):** The control of floral evocation and morphogenesis. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant MOI. Biol. 39: 175-219.
- Bewley, J.D. and Black, M. (1982):** The Physiology and Biochemistry of Seeds, Berlin, Springer-Verlag V.2. 375 p.
- Bewley, J.D. and Black, M. (1994):** Seeds, Physiology of Development and Germination, New York, Plenum Press, 2 ed. 445 p.
- Bhaskar, P.B., Ahuja, I., Janeja H.S., Banga, S.S. (2002):** Intergeneric hybridization between *Erucastrum canariense* and *Brassica rapa*: genetic relatedness between the EC and A genomes. Theor Appl Genet. 105: 754–758.
- Bhat, D., Aydt, C.M. (2003):** Transgenic studies on the involvement of cytokinin and gibberellin in male development. Plant Physiol. 131: 1270-1282.
- Blasquez, M.A. and Weigel, D. (2000):** Integration of floral inductive signals in *Arabidopsis*. Nature 404:889-892.
- Borojević, S., (1992):** Principi i metode oplemenjivanja biljaka. ISBN 86-23-47046-X.
- Botstein, D., White R.L., Skolnick, M., and Davis R.W., (1980):** Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. Am J Hum Genet 32: 314–331.

- Burn, J.E., Bagnall, D.J., Metzger, J.D., Dennis, E.S., Peacock, W.J. (1993):** DNA methylation, vernalization, and the initiation of flowering. *Proc Natl Acad Sci USA* 90: 287–291.
- Camargo, L.E. A., and Osborn, T. C., 1996:** Mapping loci controlling 619–627.flowering time in *Brassica oleracea*. *Theor. Appl. Genet.* 92: 610-616.
- Cano-Meldrano, R. And Darnell, R.L. (1998):** Effect of GA₃ and pollination on fruit set and development in rabbiteye blueberry. *Hort Science* 3: 11-18.
- Chiang GCK, Barua D, Kramer EM, Amasino RM, Donohue K. (2009):** Major flowering time gene, FLOWERING LOCUS C, regulates seed germination in *Arabidopsis thaliana*. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 106: 11661–11666.
- Clarke, J.H., Dean, C. (1994):** Mapping *FRI*, a locus controlling flowering time and vernalization response in *Arabidopsis thaliana*. *Mol Gen Genet* 242: 81–89.
- Червенски, Ј. (2010):** Гајење купуса. Монографија. Институт за ратарство и повртарство Нови Сад.
- Цвикић, Д. (2009):** Примена морфолошких и молекуларних маркера у селекцији супериорних линија хибрида паприке (*Capsicum annuum* L.). Докторска теза, Пољопривредни факултет – Земун, Београд.
- Dahanayke, S.R., and Galwey, N.W. (1999):** Effects of Interactions between Low-temperature Treatments, Gibberellin (GA₃) and Photoperiod on Flowering and Stem Height of Spring Rape (*Brassica napus* var. *annua*). *Annals of Botany* 84: 321-327.
- Darby, H., Harwood, H., Cummings, E., Monahan, S., (2013):** 2012-2013 Winter Canola Survival. University of Vermont Crops and Soils Technicians (802) 524-6501.
- Davidson, E.N. (1968):** Gene activity in early development. Academic Press. New York.
- De Lucia F, Crevillen P, Jones AM, Greb T, Dean C (2008):** A PHD–polycomb repressive complex 2 triggers the epigenetic silencing of *FLC* during vernalization. *Proc Natl Acad Sci* 105: 16831–16836.
- Dickson, M.H. and Wallace, D.H. (1986):** Cabbage breeding, in *Breeding Vegetable Crops*. Basett, M. J. ed., A VI Publishig Company, Inc. Westport, Connecticut, pp.395-432.
- Diepenbrock, W. (2000):** Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Field Crop Res.* 67(1): 35-49.

- Donald, C.M. (1962):** In search of yield. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 238: 171-178.
- Donna, M. Bond, Elizabeth, S. Dennis, E. Jean, Finnegan. (2009):** Hypoxia: A novel function for VIN3. Plant Signal Behav. 4(8): 773–776.
- Edwards, J. And Martin, P. (2008):** The effects of sowing time on the yield and quality of canola (*Brassica napus* L.). Preliminary findings. Agricultural Research and Advisory Station, Cowra.
- Engelmann, K.E. and M.D. Purugganan. (2006):** The molecular evolutionary ecology of plant development: Flowering time in *Arabidopsis thaliana*. Advances in Botanical Research 44: 507-526.
- Falconer, D. S. (1981):** Introduction to Quantitative Genetics, 2nd edn. Longman, New York.
- Finkelstein, RR., Crouch, ML. (1984):** Precociously germinating grape seed embryos retain characteristics of embryogeny. Planta: 162:125–131.
- Flores, F., Moreno, M. T., Martinez, A., Cubero, J. I. (1996):** Genotype-environment interaction in faba bean: comparison of AMMI and principal coordinate models. Field Crops Research 47(2-3): 117-127.
- Franco, J., Crossa, J., Ribaut, M., Betran J. (2001):** A method for combining molecular markers and phenotypic attributes for classifying plant genotypes. Tag Theoretical and Applied Genetics. 107: 162-167.
- Freeman, G. H. (1985):** The analysis and interpretation of interaction. Journal of Applied Statistics, 12: 3-10.
- Friend, D.J.C. 1985:** Brassica. Handbook of Flowering. p.48-77. A.H.Halevy (eds.) CRC Press Inc. Boca Raton, FL.
- Galiba, G., Quarrie, S.A., Sutka, J., Morgounov, A., Snape, J.W. (1995):** RFLP mapping of the vernalization (*Vrn1*) and frost resistance (*Fr1*) genes in chromosome 5A of wheat. Theor Appl Genet. 90: 1174–1179.
- Gauch, H. G. (1988):** Model selection and validation for yield trials with interaction. Biometrics 44: 705-715.

- Gauch, H. G. (1992):** Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs. Elsevier science publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands.
- Gazzani S, Gendall AR, Lister C, Dean C. (2003):** Analysis of the molecular basis of flowering time variation in *Arabidopsis* accessions. *Plant. Physiol.* 132: 1107–1114.
- Gendall, A. R., Levy, Y.Y., Wilson, A., Dean, C. (2001):** The *VERNALIZATION 2* gene mediates the epigenetic regulation of vernalization in *Arabidopsis*. *Cell.* 107: 525–535.
- Гирек, З., Продановић, С., Живановић, Т., Здравковић, Ј., Ђорђевић, М., Аџић, С., Здравковић, М., (2013):** Анализа GxE интеракције применом АММИ модела у оплемењивању диње. Зборник научних радова Института ПКБ Агроекономик, 19 (1-2): 165-173.
- Goldberg-Moellera, R., Shaloma, Shlizermana, L., Samuelsa, S., Zura, N., Ophira, R., Blumwaldb, E., Sadkaa, A. (2013):** Effects of gibberellin treatment during flowering induction buds. *Plant Science* 198: 46–57.
- Gouping, C. and Etmal, E. (1992):** Efficiency of application of ABT on maize. Paper presented at the 2nd international training course on new type plant growth regulators. Held in 10-25 October, 1993. Beijing, China
- Gusta, L. V. and Flower, D.B. (1977):** Dehardening of winter wheat and rye under spring field conditions. *Can. J. Plant Sci.* 57: 1049-1054.
- Hayes, P.M., Liu B.H., Knapp S.J., Chen, F., Jones, B., Blake, T., Franckowiak, J., Rasmusson, D., Sorrells, M., Ullrich, S.E., et al., (1993):** Quantitative trait locus effects and environmental interaction in a sample of North American barley germplasm. *Theor Appl Genet.* 87(3): 392–401.
- Hassanpanah, D. (2010):** Analysis of GxE interaction by using the additive main effects and multiplicative interaction in potato cultivars. *International Journal of Plant Breeding and Genetics* 4(1): 23-29.
- Хаџивуковић, С. (1991):** Статистика. Београд.
- Hristov, N., Mladenov, N. (2005):** Pokazatelji tehnološkog kvaliteta pšenice u vremenu i prostoru. *Zbornik radova - Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad* 41: 221-234.
- Hillman, W.S. (1969):** Photoperiodism and vernalization. In: Wilkins MB, eds. *Physiology of plant growth and development*. London: McGraw-Hill. 557-601.

- Hughes DW, Galau GA. (1991):** Developmental and environmental induction of Leu and LeuA mRNAs and the postabscission program during embryo culture. *Plant Cell*. 3: 605-618.
- Ilin, Ž. (2002):** Povrtarstvo. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- International Seed Testing Association, (1966):** International rules for seed testing. *Int. Seed Test. Assn.* 31: 1-157.
- Ito, H., Saito, T. and Hatayama T. 1966:** Time and temperature factors for the flower formation in cabbage. II. The site of vernalization and the nature of vernalization sensitivity. *Tohoku J. Agric. Res.* 17: 1–15.
- Jack, T. (2004):** Molecular and genetic mechanisms of floral control. *Plant Cell*. 16: 1-17.
- Johanson, U. J. West, Lister, C., Michaels, S., Amasino, R., Dean, C. (2000):** Molecular analysis of FRIGIDA, a major determinant of natural variation in *Arabidopsis* flowering time. *Science*. 290: 344–347.
- Kacsperska, P., (1978):** Cold Hardiness and Freezing Stress. *Plant* pp. 139-153.
- Karlsson, B.H., Sills, G.R., Nienhui,s J. (1993):** Effects of photoperiod and vernalization on the number of leaves at flowering in 32 *Arabidopsis thaliana* (*Brassicaceae*) ecotypes. *Am. J. Bot.* 80: 646–648.
- Khan, M.S.K. (1997):** Effect of different levels of nitrogen on growth, yield and quality of wheat. M.S. Thesis. Dept. of Agronomy, Bangladesh Agric. Univ. Mymensingh.
- Kik, C., Buetveld J., W.H.J Verbeck (1997):** Biotechnological aspects of onion breeding. *Acta Hort.* 433: 291-297.
- Kim S., Park B., Kwon S., Kim J., Lim M., Park Y., Kim D., Suh S., Jin Y., Ahn J. and Lee Y. (2006):** Delayed flowering time in *Arabidopsis* and *Brasica rapa* by the overexpression of flowering locus C (FLC) homologs isolated from Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp *pekinensis*). *Plant Cell Rep*, 26: 327-336.
- Kim, W.Y., Fujiwara, S., Suh, S.S., Kim, J., Kim, Y., Han, L., David, K., Putterill, J., Nam, H.G. and Somers, D.E. (2007):** Zeiltupe is a circadian photoreceptor stabilized by Gigantea in blue light. *Nature* 449: 356-360.

- Kim, D. H., Doyle, M. R., Sung, S. and Amasino, R. M. (2009).** Vernalization: winter and the timing of flowering in plants. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 25: 277-299.
- Koebner, R.M.D., Powell, W., Dommini, P. (2001):** The contribution of current and forthcoming DNA molecular marker technologies to wheat and barley genetics breeding In: Janic J (ed) *Plant Breed Rev.* 21: 181-220.
- Kole, C., Thrman, C.E., Karlsson, B.H., Palta, J.P., Gaffney, P., Yandell, B., Osborn, T.C., (2002):** Comparative mapping of loci controlling winter survival and related traits in oilseed *Brassica rapa* and *B. napus*. *Mol. Breed.* 9: 201-210.
- Konig, R, and Combrink, N.J.J. 2002:** The influence of exogenous gibberellic acid treatments on the relative pith length of witloof chicory (*Cichorium intybus* L.). *South African Journal*, 19:46-47.
- Koornneef, M., Alonso-Blanco, C., Peeters, A.J.M. and Soppe, W. (1998):** Genetic control of flowering time in *Arabidopsis*. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 49: 345–370.
- Koornneef, M., Alonso-Blanco, C., Vreugdenhil, D. (2004):** Naturally occurring genetic variation in *Arabidopsis thaliana*. *Annu Rev Plant Biol* 55: 141–172.
- Külheim, C., Agren, J., Jansson, S. (2002):** Rapid regulation of light harvesting and plant fitness in the field. *Science* 297: 91–93.
- Kumar, P.R., Yadav, S.K., Sharma, S.R., Lal, S.K., Iha, D.N. (2009):** Impact of climate change on seed production of cabbage in Nort Western Himalayis. *World Journal of Agricultural Sciences* 5(1): 18-26.
- Lagercrantz U. and Axelsson, T. (2000):** Rapid evolution of the family of CONSTANS LIKE genes in plants. *Mol.Biol. Evol.* 17:1499-1507.
- Lee, I., Bleecker, A., Amasino, R.M. (1993):** Analysis of naturally occurring late flowering in *Arabidopsis thaliana*. *Mol Gen Genet* 237: 171–176.
- Lempe, J., Blasubramanian, S., Sureshkumar, S., Singh, A., Schmid, M., Weigel, D. (2005):** Diversity of flowering responses in wild *Arabidopsis thaliana* strains. *PLoS Genet.* 1:109–118.
- Levy, Y.Y. and Dean, C. (1998):** The transition to flowering. *Plant Cell*, 10, 1973-1989

- Li, G., M. Gao, B. Yang., C. F. Quiros, (2003):** Gene for gene alignment between the *Brassica* and *Arabidopsis* genomes by direct transcriptome mapping. *Theor. Appl. Genet.* 107: 168–180.
- Lin, S.I., Wang, J.G., Poon, S.Y., Su, C.L., Wang, S.S., Chiou T.J. (2005):** Differential regulation of expression by vernalization FLOWERING LOCUS C in cabbage and *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 137: 1037–1048.
- Linnwattana, G., Protacio, C.M. and Mebesa, C. (1997):** Tropical lowland seed production of non-heading chinese cabbage (*Brassica rapa* L. pekinensis Group) using vernalization and gibberellic acid. *Philipp. J. Crop.* 22(3): 161-166.
- Lotfifar, O., Akbari, G. A., Shirani-Rad, A. H., Sadatnoori, S. A., Mottaghi, S. (2009):** The effects of sowing dates on seed vigor and seed germination characteristics of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Field Crop Science.* Vol. 40 No. 1 pp
- Lou P., Zhao J., Kim J.S., (2007):** Quantitative trait loci for flowering time and morphological traits in multiple populations of *Brassica rapa* . *Journal of Experimental Botany.* 58: 4005–4016.
- Lukens, L., F. Z, D. Lydiate, I. Parkin and T. Osborn,(2003):** Comparison of a *Brassica oleracea* genetic map with the genome of *Arabidopsis thaliana*. *Genetics* 164:359–372.
- Luo, X., Sa, X., Liu, B., Bai, X., Cai, H., et al., (2013):** Ectopic expression of a WRKY homolog from *Glycine hispida* alter flowering time in *Arabidopsis*. *Plos one* 8(8): 73295.
- Madeira Alexandre C. and Henning L. (2008):** FLC or not FLC: the other side of vernalization. *Journal of Experimental Botany.* 59: 1127-1135.
- Mahalingam, L., Mahedran, S., Chandra Babu, R., Atlin, G. (2006):** AMMI analysis for stability of grain yield in rice (*Oryza sativa* L.): *International Journal of Botany* 2(2): 104-106.
- Marjanović-Jeromela, A., Terzić, S., Zorić, M., Marinković, R., Atlagić, J., Mitrović, P., Milovac, Ž. (2011):** Ocena stabilnosti prinosa semena i ulja NS sorti uljane repice (*Brassica napus* L.). *Ratarstvo i povrtarstvo* 48: 67-76.

- Marjanović-Jeromela, A., Marinković, R., Ivanovska, S., Jankulovska, M., Mijić, A., Hristov, N. (2011):** Variability of yield determining components in winter rapessed (*Brassica napus* L.) and their correlations with seed yield. *Genetika*. Vol. 43(1): 51-66.
- Marjanović-Jeromela, A., Marinković, R., Mijić, A., Zdunjić, Z., Ivanovska, S., Jankulovska, M., (2008):** Correlation and Path Analysis of Quantitative Traits in Winter Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 73(1): 13-18.
- Masuomi, K., Asgharzadeh, A., Ganji-Mohadam, E., Reynami, M., Sadat-Keshmiri, F. (2013):** Evaluation of freezing tolerance of *Brassica oleraceae* purple rosette and *Brassica oleraceae* white rosette under controlled conditions. *Adv. Agri. Biol.* 1(49):84-88.
- Mather, K, and Jinks, J L. (1982):** Biometrical Genetics, 3rd edition, Chapman and Hall, London.
- Meena, M.I., Ram, R.B., Iata, R. Sharma, S. (2010):** Determining yield components in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) through correlation and path analysis. *I.J.S.N.* 1(1): 27-30.
- Michaels S. and Amasino R. (2000):** Memories of winter: vernalization and competence to flower. *Plant cell and Environment*. 23: 1145-1153.
- Michaels, S.D., Amasino, R.M. (1999):** FLOWERING LOCUS C encodes a novel MADS domain protein that acts as a repressor of flowering. *Plant Cell*. 11:949–956
- Michaels, S.D., Amasino, R.M. (2001):** Loss of FLOWERING LOCUS C activity eliminates the late-flowering phenotype of FRIGIDA and autonomous pathway mutations but not responsiveness to vernalization. *Plant Cell*. 13: 935–942.
- Michaels, S.D., Bezerra, I.C., Amasino, R.M. (2004):** FRIGIDA-related genes are required for the winter-annual habit in *Arabidopsis*. *Proc Natl Acad Sci USA* 101: 3281–3285.
- Michaels, S.D., He, Y., Scortecci, K.C., and Amasino, R.M. (2003):** Attenuation of FLOWERING LOCUS C activity as a mechanism for the evolution of summer-annual flowering behavior in *Arabidopsis*. *Proc.Natl. Acad. Sci. USA*. 100: 10102–10107.
- Miri, Y. and Bagheri, H. (2013):** Evaluation planting date on agronomical traits of canola (*B. Napus* L.). *Intl. Res. J. Appl. Basic. Sci.* 4(3): 601-603.

- Moaveni, P., Ebrahimi, A. and Aliabadi F.H. (2010):** Studying of oil yield variations in winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under drought stress. J. Agric. Biotech. Sustainable Development. 2(5): 71-75.
- Mobin, M., Rahman, H. and Khan, A. N. (2007):** Timming og GA₃ application to indian mustard (*Brassica juncea* L.): dry matter distribution, growt analysis and nutrient uptake. Journal of Agronomy 6(1):53-60.
- Monteiro, A., A., Lunn, T., (1998):** Trends and Perspectives of Vegetable Brassica Breeding World Wide. World Conference on Horticultural Research. 17-20 June 1998, Rome, Italy.
- Mourdanov, A., Cremer, F., and Coupland, G. (2002):** Control of flowering time: interacting pathways as a basis for diversity. Plant Cell. 14: 111-130.
- Mutasa-Gottgens, E. and Hedden, P. (2009):** Gibberellin as a factor in floral regulatory networks, J. Exp. Bot. 60: 1979–1989.
- Naveed, M., Nadeem, M., Islam, N. (2007):** AMMI analysis of some upland cotton genotypes for yield stability in different milieus. World Journal of Agricultural Sciences 3(1): 39-44.
- Okazaki K., Sakamoto K., Kikuchi R, Saito A., Togashi E., Kuginuki Y., Matusumoto S. and Hirai M. (2007):** Mapping and characterization of *FLC* homologs and *QTL* analysis of flowering time in *Brassica oleracea*. Theoretical and Applied Genetics. 114: 595-608.
- O'Neill, N.R.; Berkum, P.; Lin, J.J.; Kuo, J.; Ude, G.N.; Kenworthy, W. and Saunders, J.A. (1997):** Application of amplified restriction fragment length polymorphism for genetic characterization of *Colletotrichum* pathogens of alfalfa (*Medicago saliva*). Phytopathology, 87: 745-750.
- Osborn, T. C., Kale, C., Parkin, I. A. P., Sharpe, A. G., Kuiper, M., et al., (1997):** Comparison of flowering time genes in *Brassica rapa*, *B. napus* and *Arabidopsis thaliana*. Genetics 146: 1123–1129.
- Palta, J.P., Staler, H.T., Murphy, J.P. (1992):** Mechanisms for obtaining freezing stress resistance in herbaceous plants. Plant Breeding in the '90s. CAB International, Wallingford, England, pp. 219–250.

- Pan, A., Hayes, P.M., Chen, F., Chen, T.H.H., Blake, T., Wright, S., Karsai, I., Bedo, Z. (1994):** Genetic analysis of the components of winter hardiness in barley (*Hordeum vulgare* L.) Theor Appl Genet. 89: 900–910.
- Parkin, I.A.P., Sharpe, A.G., Keith, D.J., Lydiate, D.J. (1995):** Identification of A and C genomes of the amphidiploid *Brassica napus* L (oilseed rape). Genome 38: 1122-1131.
- Павловић, Н. (2010):** Наслеђивање квантитативних својстава црног лука (*Allium сера* L.). Докторска теза Пољопривредни факултет – Земун, Београд.
- Pavlovic N., Prodanovic S., Stevanovic D., Susic Z. (2000):** Differences in correlation of genotypes within the collection of onion germplasm. 2nd Balkan symposium on vegetables & potato. Thessaloniki, Greece, 11-15. 10. 2000. Proceedings, 22.
- Петровић, С., Димитријевић, М., Краљевић-Балалић, М., Црнобарац, Ј., Лалаић, Б., Арсенић, И. (2005):** Утицај генотипа и спољне средине на компоненте приноса новосадских сорти пшенице. Зборник радова - Научни Институт за ратарство и повртарство Нови Сад 41: 199-206.
- Petrović, S., Dimitrijević, M., Belić, M., Banjac, B., Bošković, J., Zečević, V., Pejić, B. (2010):** The variation of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to stressful growing conditions of alkaline soil. Genetika 42(3): 545-555.
- Pires J., Zhao J., Schranz E., Leon E., Quijada A., Lukens L. and Osborn T. (2004):** Flowering time divergence and genomic rearrangements in resynthesized *Brassica* polyploids (*Brassicaceae*). Biological Journal of the Linnean Society. 82: 675-688.
- Poduska, B., Humphrey, T., Redweik, A., Grbic, V. (2003):** The synergistic activation of *FLOWERING LOCUS C* by *FRIGIDA* and a new flowering gene *AERIAL ROSETTE* underlies a novel morphology in *Arabidopsis*. Genetics 163: 1457–1465.
- Правилник о квалитету семена пољопривредног биља (1987):** "Службени лист СФРЈ", бр. 47/87, 60/87, 55/88, 81/89, "Службени лист СРЈ", бр. 16/92, 8/93, 21/93, 30/94, 43/96, 10/98, 15/2001, 58/2002.
- Продановић, С., Шурлан-Момировић Г., Зорић, Д. (2008):** Молекуларни маркери у пољопривредној биотехнологији. Монографија, Пољопривредни факултет, Београд.

- Prodanovic S., Surlan-Momirovic G., Cativelli L., Stanca M. Kawakami N., Yan Y. (2001):** Regulation of gene expression in small grains. Chapter IV In: Genetic and breeding of small grains. (S. A. Quarrie, ed.). Publisher: ARI Serbia, Belgrade, pp. 56-73.
- Rife, C.L. and Zeinali, H. (2002):** Cold Tolerance in Oilseed Rape over Varying Acclimation Durations. *Crop Sci*: 43:96-100.
- Rohan, B. (2011):** Time of sowing of brassicas in central west NSW. 17th Australian Research Assembly on Brassicas (ARAB). W.W.: 143-147.
- Rood, S.B., Mandel, R. and Richard P.P. (1989):** Endogenous Gibberellins and Shoot Growth and Development in *Brassica napus* L. *Plant Physiol*. Vol. 89: 269-273.
- Roosta, H.R., Sajjadinia, A. (2010):** Studying the effect of cold stress on green basil, violet basil, tomato and lettuce using chlorophyll fluorescence technique *Environmental Stresses in Crop Sciences(ESCS)* Vol. 3(1): 1-8
- Rouse, D.T., Sheldon, C.C., Bagnall, D.J., Peacock, W.J., and Dennis, E.S. (2002):** FLC, a repressor of flowering, is regulated by genes in different inductive pathways. *Plant J*. 29: 183–191.
- Roy, R. and Nasirudin K.M. (2011):** Effect of different level of GA₃ on growt and yield of cabbage. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*. Vol. 4(2): 79-82.
- Sasaki, H., Ichimura, K., Oda, M. (1996):** Changes in sugar content during cold acclimation and deacclimation of cabbage seedlings. *Ann. Bot.* 78: 365-369
- Satake, A., Kawagoe, T., Saburi, Y., Chiba, Y., Sakurai, G., Kudoh, H. (2013):** Forecasting flowering phenology under climate warming by modelling the regulatory dynamics of flowering-time genes. *Nat Commun*. 4: 2303.
- Schranz E., Quijada P., Sung S., Lukens L., Amasino R. And Osborn T. (2002):** Characterisation and effects of the replicated flowering time gene FLC in *Brassica rapa*. *Genetics*, 162: 1457-1468.
- Seo, P.J., Xiang, F., Qiao, M., Park J.Y., Lee, Y.N., Kim, S.G., Lee, Y.H., Park, W.J., Park, C.M. (2009):** The MYB96 transcription factor mediates abscisic acid signaling during drought stress response in *Arabidopsis*. *Plant Physiol*. 151: 275–289.
- Shavorskaya, O.A. (2004):** Identification of genes affecting flowering time variation in *Brassica* species. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

Sheldon C., Burn J., Perez P., Metzger J., Edwards J., Peacock J. and Dennis E. (1999): The *FLF* MADS Box Gene: A Repressor of flowering in Arabidopsis regulated by vernalization and metylation. *The Plant Cell*. 11: 445-458.

Sheldon C., Conn A., Dennis E. And Peacock (2002): Different Regulatory Regions are required for the vernalization-induced Repression of flowering locus C and for the epigenetic maintenance of repression. *The Plant Cell*, Vol. 14: 2527-2537.

Sheldon C., Finegan J., Peacock J. and Dennis E. (2009): Mechanismus of gene repression by vernalization in Arabidopsis. *The Plant Journal*. 59: 488-498.

Sheldon, C.C., Finnegan, E.J., Dennis, E.S., Peacock, W.J. (2006): Quantitative effects of vernalization on FLC and SOC1 expression. *Plant J*. 45: 871-883.

Sheldon, C.C., Hills, M.J., Lister, C., Dean, C., Dennis, E.S., Peacock, W.J. (2008): resetting of Flowering Locuc C expression after epigenetic repression by vernalization. *Proc. Natl. Acad.Sci. USA*. 105: 2214-2219.

Zobel, R., Wright, M. J., Gauch, H. G. (1988): Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal* 80: 388-393.

Sheldon, C.C., Rouse, D.T., Finnegan, E.J., Peacock, W.J. and Dennis, E.S. (2000): The molecular basis of vernalization: the central role of FLOWERING LOCUS C (FLC). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 97: 3753–3758

Shindo, C., Lister, C., Crevillen, P., Nordborg, M., Dean, C. (2006): Variation in the epigenetic silencing of FLC contributes to natural variation in Arabidopsis vernalization response. *Genes and Development*. 20: 3079–3083.

Sidlaukas, G. and Bernatas, S. (2003): Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agronomy Research*. Vol. 1(2):229-243.

Silverstone A.L., Mak P.Y.A., Casamitjana-Martínez E., Sun T.-p. (1997): The new RGA locus encodes a negative regulator of gibberellin response in *Arabidopsis thaliana*. *Genetics* 146, 1087–1099.

Simmonds, N. W., (1981): Principles of Crop Improvement. Longman, London.

Simpson, G.G. and Dean, C. (2002): *Arabidopsis*, the Rosetta stone of flowering time. *Science* 296: 285–289.

- Singh, J., A.K. Upadhyay, A. Bahadur, B. Singh, K.P. Singh, and M. Rai (2006):** Antioxidant phytochemicals in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata* L.). *Sci Hort.* 108: 233-237.
- Singh, M., Rana, D.K., Rawat, J.M.S., Rawat, S.S. (2011):** Effect of GA₃ and kinetin on growth, yield and quality of sprouting broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *J Hortic For.* 3:282–285.
- Song, Y.H., Smith, R.W., To, B.J., Millar, A.J. & Imaizumi, T. (2012):** FKF1 conveys timing information for CONSTANS stabilization in photoperiodic flowering. *Science.* 336: 1045-1049.
- Still, D. 1999:** The development of seed quality in brassicas. *Hort. Technology* 9:335-340.
- Wellensiek, S.J. 1962.** Dividing cells as the locus for vernalization. *Nature.* 195:307- 308.
- Still, D.W., and Bradford, K.J. (1997):** Endo- β -mannanase activity from individual tomato endosperm caps and radicle tips in relation to germination rates. *Plant Physiol.* 113: 21-29.
- Storlie, E.W., Allan, R.E., Simmons, M.K. (1998):** Effect of the Vrn1-Fr1 interval on cold hardiness levels in near-isogenic wheat lines. *Crop Sci.* 38: 483-488.
- Sung S. and Amasino R. (2005):** Remembering Winter: Toward a molecular understanding of vernalization. *Annu. Rev. Plant. Biol.* 56: 491-508.
- Sung, S., Amasino, R.M. (2004):** Vernalization in *Arabidopsis thaliana* is mediated by the PHD finger protein VIN3. *Nature* 427:159–164.
- Suwabe K, Tsukazaki H, Iketani H, Hatakeyama K, Kondo M, Fujimura M, Nunome T, Fukuoka H, Hirai M, Matsumoto S (2006):** Simple Sequence Repeat-Based Comparative Genomics Between *Brassica rapa* and *Arabidopsis thaliana*: The Genetic Origin of Clubroot Resistance. *Genetics* 173:309-319
- Swarup, Vishnu., 2006:** Vegetable Science and Technology in India. Kalyani Publishers, Ludhiana, Punjab. 623-627.
- Tančić, S., Dedić, B., Jocić, S., Balalić, I., Lačok, N., Miladinović, D., Miklič, V. (2011):** Sclerotinia wilt occurrence on sunflower in Vojvodina, Serbia. *Ratarstvo i povrtarstvo* 48: 353-358.

- Teutonico, R.A., Yandell, B., Satagopan, J.M., Ferreira, M.E., Palta, J.P., Osborn, T.C. (1995):** Genetic analysis and mapping of genes controlling freezing tolerance in oilseed Brassica. *Mol. Breed.* 1: 329-339.
- Torty, S. (2010):** Regulation of the floral transition at the shoot apical meristem of Arabidopsis as studied by genetics and next generation sequencing. Phd Th. Mathematics and Natural Faculty, the University of Cologne.
- Tunç türk, M. and Çiftçi, V. (2007):** Relationship between yield and some yield components in rapeseed (*B. napus* ssp. *Oleifera* L.) cultivars using correlation and path analysis. *Pak. J. Bot.* 39(1): 81-84.
- Nagarahu, U. 1935:** Genomic analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization, *Japan J. Bot.* 7:39-452.
- UPOV, Union for the Protection of New Varieties of Plants (2002):** Guidelines for the conduct of test for distinctness, uniformity and stability. Curly kale (*Brassica oleracea* L. var. *sabellica* L.). Geneva, Switzerland.
- Wagner, W.L., Herbst, D.R. and Sohmer, S.H. 1999:** Colocasia. In: *Manual of the Flowering Plants of Hawaii*. University of Hawaii Press, Honolulu, Hawai‘i, pp. 1356-1357
- Wellensiek, S.J. (1962):** Dividing cells as the locus for vernalization. *Nature*, 195, 307-308.
- Yan Z, Liang D, Liu H, Zheng G (2010):** FLC: a key regulator of flowering time in Arabidopsis. *Russ J Plant Physiol* 57(2):166–174.
- Yan L, Fu D, Li C, Blechl A, Tranquilli G, Bonafede M, Sanchez A, Valarik M, Yasuda S, Dubcovsky J. 2006:** The wheat and barley vernalization gene VRN3 is an orthologue of FT. *Proc Natl Acad Sci* 103: 19581–19586.
- Yuan Y., Wu J., Sun R., Zhang X., Xu D., Bonnema G. and Wang X. (2009):** A naturally occurring splicing site mutation in the *Brassica rapa* FLC1 gene is associated with variation in flowering time. *Journal of Experimental Botany*, 60: 1299-1308.
- Vasić, M., Gvozdanović-Varga, J., Zorić, M., Kraljević-Balalić, M., Červenski, J. (2010):** Analysis of grain size in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by linear and bilinear models. *Genetika* 42(3): 535-544.

- Здравковић, Ј., Ристић, Н., Гирек, З., Павловић, С., Павловић, Н., Ђорђевић, М., Здравковић, М. (2011):** Дормантност семена селекционисаних линија плавог патлиџана (*Solanum melongena* L.). Селекција и семенарство 17(2): 17 -34.
- Zhang L., Tan Q., Lee R., Trethewy A., Lee Y.-H., Tegeder M. (2010):** Altered xylem-phloem transfer of amino acids affects metabolism and leads to increased seed yield and oil content in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 22, 3603–3620.10.1105/tpc.110.073833
- Zhang, H., Nocker, S. (2002):** The *VERNALIZATION INDEPENDENCE 4* gene encodes a novel regulator of *FLOWERING LOCUS C*. *Plant J* 31: 663–673.
- Zhao J., Kulkarni V., Liu N., Caprio D., Bucher J. and Bonnema G. (2010):** BrFLC 2 (*Flowering Locus C*) as a candidate gene for a vernalization response QTL in *Brassica rapa*. *Journal of experimental Botany*, 61: 1817-1825.
- Zhao, J., Wang, X., Deng, B., Lou, P., Wu, J., Sun, R., Xu, Z., Vromans, J.; Koorneef, M., and Bonnema, G. (2005):** Genetic relationships with *Brassica rapa* as inferred from AFLP fingerprints. *TAG Theoretical and Applied Genetics*, vol. 110, no. 7, p. 1301-1314.
- Zhen, L. (2010):** Evaluation of drought tolerance in varieties of rapeseed (*Brassica napus* L.) and regulate by exogenous GA₃. Masters Th. Chinese Academy of Agricultural Sciences.
- Zilkah, S., David, I., Yeselson, Y., Tamir, M., Winer, L. (1995):** Increasing ‘Hass’ avocado fruit size by CPPU and GA applications. *Proc. World Avocado Congress*. 3:11-18. *Avocado Congr.* 3, 11–18.
- Zobel, R., Wright, M. J., Gauch, H. G. (1988):** Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal* 80: 388-393.

8. ПРИЛОЗИ

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а _____ Слађан Ацић _____

број уписа _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Регулација експресије гена цветања применом вернализације код купуса

(*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

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

Потпис докторанда

У Београду, _____



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора _____ Слађан Аџић

Број уписа _____

Студијски програм _____ Ратарство и повртарство

Наслов рада Регулација експресије гена цветања применом вернализације
код купуса (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

Ментор _____ Проф. др Славен Продановић

Потписани _____ Слађан Аџић

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада 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, _____



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

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

Регулација експресије гена цветања применом вернализације код купуса

(*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

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 Универзитета у 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 полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, _____



9. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Слађан Ацић рођен је 28.02.1979. године у Смедеревској Паланци, Република Србија. Основну школу и Гимназију природно-математичког смера је завршио у Смедеревској Паланци.

Дипломирао на Пољопривредном факултету у Земуну 2006., са просечном оценом 8,42, са дипломским радом „Правци селекције и сортимент парадајза Института за повртарство Смедеревска Паланка“.

2008. године уписује докторске студије на Пољопривредном факултету у Земуну, одсеку ратарство и повртарство. Пријавио је докторски рад „Регулација експресије гена цветања код купуса *Brassica oleracea* var. *capitata* L.“, код ментора др Славена Продановића.

Запошљен је у Институту за повртарство д.о.о. у Смедеревској Паланци од 2008. у оквиру Одељења за генетику на селекцији биљака из фамилије *Brassicaceae*. Тренутно је руководилац одељења за дораду и праћење квалитета семена. Говори енглески језик.

Објавио радове у међународим и националним часописима, учесник је националних и међународних научних скупова.

Ожењен, отац троје деце.