

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Петар Б. Чанак

ЕФИКАСНОСТ ОПЛОДЊЕ ГЕНОТИПОВА
СУНЦОКРЕТА У РАЗЛИЧИТИМ
ЕКОЛОШКИМ УСЛОВИМА

Докторска дисертација

Београд, 2014.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Petar B. Čanak

SEED SET EFFICIENCY OF SUNFLOWER
GENOTYPES IN DIFFERENT
ECOLOGICAL CONDITIONS

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2014

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Ментор: др Гордана Шурлан-Момировић, редовни професор Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду

Чланови комисије:

1. др Радован Сабовљевић, ванредни професор, Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду

2. др Владимир Миклич, научни саветник Института за за ратарство и повртарство у Новом Саду

3. др Томислав Живановић, редовни професор, Пољопривредног факултета Универзитета у Београду

4. др Јованка Атлагић, научни саветник Института за за ратарство и повртарство у Новом Сад

Датум одбране: _____

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
НАУЧНА ОБЛАСТ: Биотехничке науке
УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ: Семенарство и оплемењивање
Докторска дисертација,
Поднета 2013. године

УДК: 633.854.78:575.1(043.3)

Ефикасност оплодње генотипова сунцокрета у различитим еколошким условима

Петар Б. Чанак

Сажетак: Експеримент за испитивање ефикасности оплодње генотипова сунцокрета у различитим еколошким условима постављен је на огледном пољу Римски шанчеви. Испитивање је вршено током три године на 30 различитих генотипова створених на Институту за ратарство и повртарство, Нови Сад. Анализирана је продукција нектара, посета опрашивача, виталност полена, аутофертилност и ефикасност оплодње. Применом мултиваријационе анализе, испитана је веза између ефикасности оплодње цвасти и осталих особина. Код свих испитиваних особина уочено је постојање високо значајних разлика између генотипова. Високо значајне разлике између година забележене су код продукције нектара, посете бумбара и виталности полена, док је код укупне посете опрашивача утврђена значајна разлика. То указује на значајан утицај климатских фактора на ове особине. Код посете пчела, степена аутофертилности и ефикасности оплодње нису уочене значајне разлике између година, што указује на већи значај генотипа у испољавању ових особина. Мултиваријационом анализом показана је позитивна веза између ефикасности оплодње и виталности полена. Асоцијација између оплодње и продукције нектара је током година варијирала од јаке позитивне до јаке негативне. Посета опрашивача је током истраживања била у слабој асоцијацији са оплодњом. Из посете опрашивача издваја се посета бумбара, која је била ближе везана са оплодњом него укупна посета опрашивача и посета пчела. Асоцијација између аутофертилности и ефикасности оплодње цвасти варијирала је од слабе до негативне. Додатно, испитана је веза ефикасности оплодње са приносом и особинама значајним за његово формирање. Ефикасност оплодње је током година била у позитивној вези са приносом семена, приносом уља, пречником главице и масом 1000 семена. Садржај уља и укупан број цветова су били у негативној вези са оплодњом. Добијени резултати доприносе бољем разумевању ефикасности оплодње сунцокрета и фактора који на њу утичу.

Кључне речи: сунцокрет, ефикасност оплодње, мултиваријациона анализа, еколошки фактори.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE
SCIENTIFIC FIELD: Biotechnical Sciences
SPECIAL TOPIC: Seed Production and Breeding
Doctoral Dissertation,
Submitted in 2013

UDC: 633.854.78:575.1(043.3)

Seed set efficiency of sunflower genotypes in different ecological conditions

Petar B. Čanak

Abstract: Analysis of seed set efficiency of sunflower genotypes in different ecological conditions was carried out at Rimski šančevi experimental field. Testing was conducted during a three year period on 30 genotypes developed at the Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad. Nectar production, visitation of pollinators, pollen viability, self-fertility and seed set efficiency were analyzed. Association between the seed set efficiency and other traits was examined using multivariate analysis. The existence of highly significant differences between genotypes was observed for all of the traits analyzed. Highly significant differences were obtained for nectar production, bumble bee visitation and pollen viability between the years, while for total visitation of pollinators, significant differences were recorded. These results indicate high effect of environmental factors on development of these traits. No significant differences between the years were recorded for bee visitation, self-fertility and seed set efficiency, indicating higher effect of genotype in development of these traits. Multivariate analysis showed positive association between seed set efficiency and pollen viability. Association between seed set efficiency and nectar production varied from strong positive to strong negative. During the study, visitation of pollinators was in weak association with seed set efficiency. Bumble bee visitation had stronger association with seed set efficiency than total visitation and bee visitation. Association between self-fertility and seed set efficiency varied from weak to negative. Additionally, associations among the seed set efficiency, yield and yield contributing traits were analyzed. Seed set efficiency showed positive association with seed yield, oil yield, head diameter and 1000 seed weight. Oil content and number of flowers per head were negatively associated with seed set efficiency. Results obtained in this study will contribute in better understanding of seed set efficiency in sunflower and factors that affect it.

Key words: sunflower, seed set efficiency, multivariate analysis, ecological factors.

Садржај

1. Увод	1
2. Циљ истраживања	3
3. Преглед литературе	4
3.1. <i>Продукција нектара</i>	4
3.2. <i>Значај опрашивача и њихова посета на сунцокрету</i>	6
3.3. <i>Виталност полена сунцокрета</i>	8
3.4. <i>Оплодња цвасти сунцокрета и чиниоци који утичу на њу</i>	9
4. Радна хипотеза	13
5. Материјал и методе	14
5.1. <i>Основни метеоролошки показатељи у току вегетационог периода</i>	18
5.2. <i>Метеоролошки подаци у моменту посматрања посете опрашивача</i>	20
5.3. <i>Влажност земљишта током цветања сунцокрета</i>	22
6. Резултати и дискусија	24
6.1. <i>Продукција нектара</i>	24
6.2. <i>Посета опрашивача сунцокрета</i>	30
6.2.1. <i>Утицај времена посматрања, температуре и релативне влажности ваздуха на укупну посету опрашивача</i>	37
6.3. <i>Посета пчела</i>	40
6.3.1. <i>Утицај времена посматрања, температуре и релативне влажности ваздуха на посету пчела</i>	45
6.4. <i>Посета бумбара</i>	47
6.4.1. <i>Утицај времена посматрања, температуре и релативне влажности ваздуха на посету бумбара</i>	53
6.5. <i>Виталност полена</i>	54
6.6. <i>Аутофертилност</i>	58
6.7. <i>Степен оплодње цвасти</i>	62
6.8. <i>Повезаност степена оплодње цвасти и других испитиваних особина</i>	67
6.9. <i>Значај степена оплодње у формирању приноса</i>	81

7. Закључци.....	89
8. Литература.....	92
9. Прилози	106
10. Биографија.....	112

1. Увод

Сунцокрет (*Helianthus annuus* L.) представља једну од најзначајнијих уљаних биљака. Његово уље због веома повољног састава масних киселина има широку примену у исхрани људи (*Baydar and Erbas, 2005*). Сунцокрет води порекло из Северне Америке. Данас се доста дивљих врста из рода *Helianthus* може наћи на подручју САД, Мексика и Канаде и већина њих представљају коровске врсте (*Marinković i sar., 2003*). У Републици Србији се последњих година сунцокрет гаји на око 150.000 хектара. Код сунцокрета се, као и код других гајених биљака, испољава хибридна снага-хетерозис. Као резултат тога добијају се биљке које се одликују вишим приносом, уједначенијим сазревањем, уједначенијом висином и сл. Раније су се гајиле сорте сунцокрета док се данас у нашој земљи гаје искључиво хибриди. Посебан проблем код сунцокрета представљају биљне болести. Због тога су у производњи заступљени хибриди отпорни према већини доминантних болести (*Škorić i sar., 2006*). Најраспрострањенији су једноструки (*single cross*) хибриди који се добијају укрштањем две хомозиготне инбред линије (*Milošević i Kobiljski, 2011*). Сунцокрет је страноопходна биљна врста са двополним цветовима. Инбред линије се стварају процесом самооплодње у току 6 или више генерација. Да би једна линија могла послужити као мајка у хибридној производњи, односно да буде оплођена само од линије оца а не и од ње саме, потребно је извршити уклањање прашника. У једној средње развијеној цвасти има преко 1000 цветова, а тај број може прећи и 3000. Ручно кастрирање толиког броја цветова у семенској производњи био би огроман и неисплатив посао. Због тога се производња хибрида сунцокрета обавља искључиво на бази цитоплазматичне мушке стерилности (*Ivanov and Dymshits, 2007*).

Сунцокрет је ентомофилна биљка, односно, опрашивање у највећој мери врше инсекти. Он поседује одређени степен аутофертилности, тако да ће и без присуства

опрашивача одређен принос, бити формиран (Richards, 2001). У семенској производњи опрашивачи преносе полен са линије оца на линију мајке, која је мушки стерилна, односно не производи сопствени полен. Без присуства опрашивача таква производња није могућа. Због тога се у производњи сунцокрета, као мера за повећање броја оплођених цветова, а тиме и приноса, препоручује изношење пчелињих кошница на парцелу у време цветања. Цвасти сунцокрета привлаче опрашиваче на разне начине: аромом, бојом, и храном у виду полена и нектара. Због своје продукције нектара сунцокрет за пчеле и друге опрашиваче представља атрактивну пашу.

Познато је да еколошки чиниоци утичу на готово све физиолошке процесе у биљкама, а тако и на продукцију нектара и виталност полена код сунцокрета. Такође, утичу и на присуство и активност опрашивача сунцокрета. Наравно, неоспоран је и утицај генотипа, тако да је селекција резултирала стварањем генотипова који продукују више нектара, виталног полена и атрактивнији су за опрашиваче.

Биљка сунцокрета готово увек формира велики број цветова, међутим, део њих увек остаје неоплођен. Смањење приноса сунцокрета је у највећем броју случајева управо резултат мањег броја оплођених цветова. Због тога степен оплодње цвасти сунцокрета има кључну улогу у формирању високог приноса семена.

2. Циљ истраживања

Основни циљеви овог истраживања су следећи:

- испитивање разлике у продукцији нектара између 30 посматраних генотипова сунцокрета,
- праћење посете опрашивача на 30 генотипова у време цветања,
- испитивање виталности полена код 20 фертилних генотипова,
- утврђивање аутофертилности код 20 фертилних генотипова сунцокрета,
- посматрање разлика у степену оплодње цвасти 30 посматраних генотипова,
- праћење еколошких фактора и сагледавање њиховог утицаја на посматране особине,
- сагледавање везе између степена оплодње цвасти и осталих испитиваних особина (продукција нектара, посета опрашивача, виталност полена, аутофертилност),
- испитивање значаја степена оплодње цвасти у формирању приноса сунцокрета.

3. Преглед литературе

3.1. Продукција нектара

Нектар представља течност богату шећером коју производе одређене биљне врсте. Луче га жлездане творевине биљака које се називају нектарије. Нектарије се у много аспеката разликују код различитих биљних врста. Оно што је заједничко, јесте да оне представљају предност за биљку, која се огледа у привлачењу „потрошача“ нектара који пружају биљци заштиту од предатора, код екстра флоралних нектарија, и у привлачењу различитих опрашивача и осигуравању оплођења цветова, код флоралних нектарија (*Pacini et al.*, 2003).

Породица *Asteraceae* у коју спада више од 22.000 биљних врста, укључујући и сунцокрет, одликује се флоралном продукцијом нектара. И поред споменуте велике разноликости врста, ову породицу карактерише велика сличност у грађи нектарија. Оне су мале, у облику прстена, и налазе се изнад оваријума окружујући основу тучка. Величина и облик нектарија је изузетно варијабилан. Такође, постоје и разлике између нектарија на истој цвасти. Трубасти цветови углавном садрже нектарије док језичасти цветови или немају нектарије или су оне закржљале. Нектар се лучи преко стома чији број у зависности од врсте јако варира (*Bernardello*, 2007).

Sammataro et al. (1985) су вршили испитивање на више од 100 генотипова сунцокрета у циљу изналажења везе између анатомских карактеристика нектарија и њихове привлачности за пчеле. Ови аутори су код посматраних генотипова утврдили постојање разлике у величини нектарија, броју стома, као и њиховом распореду. Привлачнији за пчеле били су цветови са крупнијим нектаријама и већим бројем стома. У новијим испитивањима директно се мери продукција флоралног нектара

(Wist and Davis, 2006; Keasar et al., 2008; Diaz-Forestier et al., 2009; Morrart et al., 2009).

Садржај нектара у цветовима се може утврдити на разне начине, као на пример: коришћењем капиларних цевчица (Hocking, 1953), центрифугирањем (Bosi, 1973), коришћењем тракица филтер папира (McKenna and Thomson, 1988), као и извлачењем нектара из цветова помоћу воде (Cresswell and Galen, 1991). Која ће метода бити коришћена највише зависи од структуре цвета. Sakač et al. (2008) су презентовали да је за сунцокрет најпогодније користити методу капиларних цевчица-микрокапилара, и то унутрашњег пречника 0,25-0,5 mm, и спољашњег пречника 0,5-0,75 mm, којима се капиларним силама извлачи нектар из цвета.

На продукцију нектара велики утицај имају еколошки услови (Diaz-Forestier et al., 2009; Ion et al., 2010). Zajác et al. (2006) су испитивали нектарност више хибрида сунцокрета и утврдили значајан утицај температуре и влажности ваздуха на продукцију нектара. Ови аутори су такође приметили да локалитет гајења није значајно утицао на продукцију нектара, док је генотип имао значајан утицај. Atlagić et al. (2003), као и Joksimović et al. (2003), слажу се са констатацијом о значајном утицају генотипа сунцокрета на продукцију нектара. Испитивањем начина наслеђивања продукције нектара код сунцокрета, Atlagić et al. (2003) су дошли до закључка да се нектарност наслеђује по принципу парцијалне и пуне доминације родитеља са мањом продукцијом нектара. Код једног хибрида је чак забележен негативни хетерозис. Ово испитивање указује да ће се већа продукција нектара код хибрида сунцокрета остварити стварањем инбред линија, родитељских компоненти, са високом продукцијом нектара. Са друге стране, Furgala et al. (1976) су утврдили већу нектарност код Ф1 хибрида него код његових родитељских компоненти.

3.2. Значај опрашивача и њихова посета на сунцокрету

Опрашивање представља значајну фазу за формирање приноса у биљној производњи (*Westerkamp and Gottsberger, 2000*). Код ентомофилних биљака, где спада и сунцокрет, опрашивање у највећој мери врше инсекти. *Greenleaf and Kremen (2006)* сматрају да производња 15-30% хране директно зависи од опрашивача. У Републици Србији се гаје хибриди сунцокрета, и то претежно прости (*single cross*). Они се одликују одређеним степеном аутофертилности, тако да и при потпуном изостанку опрашивача одређен принос ће бити формиран, међутим, биће значајно смањен. Код семенске производње сунцокрета посебно је наглашен значај присуства опрашивача. Семе хибрида се производи укрштањем линије оца (рестауратор фертилности) која производи фертилан полен и линије мајке која је цитоплазматски мушки стерилна (ЦМС). Такође, у семенској производњи неопходно је одржавати и обнављати родитељске компоненте хибрида. Линије рестауратори фертилности се једноставно одржавају гајењем у просторним изолацијама, док се ЦМС линије мајке морају гајити заједно са њиховим фертилним аналозима (*Milošević i Malešević, 2004*). Код производње хибридног семена и одржавања ЦМС линија присуство опрашивача је неопходно како би пренели полен са линије оца или фертилног аналога на линију мајке. У њиховом одсуству принос практично неће бити формиран.

У различитим деловима света постоји другачији значај појединих опрашивача (*Greenleaf and Kremen, 2006*). Постоји одређена интеракција између различитих опрашивача која, у зависности од њихове разноликости, може значајно повећати ефикасност опрашивања (*Brittain et al., 2013*). Пчеле пре свега, али и други инсекти, имају значајну улогу у опрашивању сунцокрета. *Jadhav et al. (2011)* су испитивали присуство различитих опрашивача на сунцокрету у Индији. Они су утврдили да 88,85% опрашивача који посећују сунцокрет припада роду *Hymenoptera* (опнокрилци), и већину од тога су чиниле пчеле. Посета инсеката из родова *Diptera*, *Lepidoptera* и *Coleoptera* је чинила само 11,15% укупне посете. У Француској домаћа пчела је заступљена са 60-99% у укупној популацији инсеката који учествују у опрашивању сунцокрета (*Pham-Delegue et al., 1986*). Поменути аутори су навели и

бумбаре као значајне опрашиваче сунцокрета. У Хрватској, пчеле су у опрашивању сунцокрета биле заступљене са 99,53%, бумбари са 0,32%, а осолিকে муве са 0,15% (*Lužaić i sar.*, 2008). У Србији, најзначајнију улогу у опрашивању сунцокрета има домаћа пчела (*Aphis mellifera*) са 50-90% удела у популацији опрашивача, затим инсекти из фамилије *Syrphidae*, потом бумбари (*Bombus ssp.*) и лептири (*Miklič*, 1996).

У семенској производњи сунцокрета могуће је смањење степена оплодне цвасти услед тзв. специјализације пчела. Ова појава код пчела се огледа у томе што једне сакупљају нектар посећујући обе родитељске компоненте, док друге скупљају полен, односно, посећују само фертилну родитељску компоненту. Улога ове друге групе пчела у семенској производњи је мала јер не преносе полен на мајчинску (стерилну) компоненту (*Paiva et al.*, 2002). *Yadav et al.* (2002) пратили су кретање пчела између родитељских компоненти у семенској производњи хибрида сунцокрета. Ови аутори утврдили су да се 68 до 80% пчела кретало унутар родитељских компоненти, док се 20 до 31% кретало између родитељских компоненти. Они сматрају да значај у опрашивању поред пчела, које се крећу између родитељских компоненти имају и оне које се крећу унутар линије мајке, јер шире полен већ донет на линије мајке.

Активност пчела, као и других опрашивача, у многоме зависи од метеоролошких чинилаца. Примећена је разлика у посети пчела и других опрашивача на сунцокрету у зависности од температуре и релативне влажности ваздуха (*Miklič*, 1996; *Yadav et al.*, 2007), па и од физичких својстава земљишта (*Toledo et al.*, 2011). Такође, лет инсеката могу потпуно прекинути кише и јачи ветрови.

Цветови сунцокрета привлаче опрашиваче на више начина, који представљају претежно карактеристику генотипа, али неки од њих у многоме зависе од утицаја спољне средине. Светлији цветови су привлачнији јер тамнија боја даје утисак веће старости цвета (*Miklič i sar.*, 2005). Цветови са већом продукцијом нектара су углавном привлачнији за опрашиваче (*Kamler*, 1997). Дужина крунице утиче на доступност нектара опрашивачима и пожељно је да буде што мања (*Sammataro et al.*,

1983). Поред нектара, и полен представља важну храну за опрашиваче, с тим у вези, привлачнији су цветови који продукују више полена. Такође, и хемијски састав полена утиче на привлачност (Miklič, 1996). Сунцокрет продукује и различите ароматичне материје којима привлачи опрашиваче (Pham-Delegue et al., 1986). Агротехничким мерама, као што је ђубрење земљишта, такође је могуће повећати посету опрашивача на сунцокрету (Miklič i sar., 2002).

3.3. Виталност полена сунцокрета

Поленова зрна се образују у прашничким кесицама (антерама) знатно пре отварања цветова. Величина поленових зрна и количина полена зависе од биљне врсте и спољашњих фактора. Полен сунцокрета одликује се дебелом спољном опном прекривеном бодљама (Atlagić et al., 2012). Недовољна влажност земљишта, као и велика релативна влажност ваздуха, не погодују образовању поленових зрна (Kastori, 1984). Поленово зрно када доспе на жиг тучка почиње да клија. Жиг тучка сунцокрета је прекривен ситним папилама обложеним танким слојем протеина (Gotelli et al., 2010). Клијање се одвија тако што унутрашња опна поленовог зрна израсте кроз поре спољашње опне, спуштајући се кроз стубић тучка, до семеног заметка и ембрионове кесице. Како би оплодња била успешна, између осталог, неопходно је да су поленова зрна која су доспела на жиг тучка витална, односно, способна да клијају при наступању за то повољних услова (Dafni and Firmage, 2000). Виталност полена у многоме зависи од еколошких чинилаца. Екстремне температуре за клијање полена сунцокрета су: минимална 5-10°C, максимална 40°C (Škorić i sar., 1988). Високе температуре смањују продукцију и виталност полена (Prasad et al., 2006). Поленова зрна која су 10 часова изложена директном сунчевом зрачењу, у 50% случајева нису способна за оплодњу (Škorić i sar., 1988). Испитивање виталности полена врши се методом бојења (Alexander, 1969) коју су Atlagić et al. (2012) прилагодили примени на сунцокрету. Овом методом након бојења полена одређеним цитолошким бојама се под микроскопом јасно могу одвојити витална-црвено обојена

од невиталних-зелених поленових зрна. Витална представљају само потенцијално клијава поленова зрна. Клијавост полена се може одређивати наклијавањем на хранљивој подлози (*Bolat and Pirlak, 1999*), док се за праћење клијања полена на жигу и раста поленових туба кроз стубић тучка до ембрионе кесе користи флуоресцентна микроскопија (*Atlagić i sar., 2010*).

3.4. Оплодња цвасти сунцокрета и чиниоци који утичу на њу

Сунцокрет има два типа цветова, језичасте који су стерилни и трубасте који су фертилни и способни за учествовање у репродукцији. Цветање почиње са отварањем језичастих цветова. Следећег дана се почињу отварати трубасте цветове у виду концентричних кружница. Сваки дан се отвара, у зависности од температуре ваздуха, 1-4 редова цветова, од периферије према центру главице. У раним јутарњим часовима отварају се трубасте цветове. Отварање антера и просипање поленових зрна одвија се најчешће између 6 и 8 часова. Прорастање и отварање жига тучка наступа тек у касно поподневним и вечерњим часовима. При нормалним условима опрашивања и оплодње жиг тучка ће увенути већ у првој половини следећег дана. Ако до оплодње, из неког разлога не дође, жиг може да живи и преко 10 дана. Цветање просечно траје 7 до 14 дана. Формирање цвасти и диференцијација унутар ње код сунцокрета почиње веома рано, код раних генотипова већ у фази 3-5 пари листова. Са овим у вези, укупан број формираних трубастих цветова не зависи од фактора у каснијем периоду развоја биљке, као ни од типа оплодње којем се подвргава сунцокрет (*Škorić i sar., 1988*).

Сунцокрет поседује одређену избирљивост према полену. Ауто-инкомпатибилност представља механизам створен у току еволуције којим се осигурава странооплодња, а посебно је изражен код врста са двополним цветовима (*Borojević, 1981*). Код сунцокрета је заступљена спорофитна инкомпатибилност (*Ivanov, 1975*). Функционалност полена код ове инкомпатибилности зависи од диплоидног генотипа биљке која га је произвела (*Pandey, 1979*). *Fernandez-Martinez and Knowles (1978)* су проучавајући укрштања дивљег *H. annuus* и линије културног

сунцокрета закључили да је у аутоинкомпатибилност сунцокрета укључено најмање пет *S* алела. Ауто-инкомпатибилност се у великој мери јавља код дивљих популација сунцокрета, док су новије сорте, инбред линије и хибриди у мањој или већој мери ауто-компатибилни, односно аутофертилни (*Gandhi et al.*, 2005; *Astiz et al.*, 2011).

Аутофертилност је пожељна особина, која доприноси повећању стабилности приноса сунцокрета, посебно у одсуству опрашивача (*Onemli and Gucer*, 2010; *Sun et al.*, 2012). Ова особина је добијена стављањем у однос процента пуних семена добијених у самооплодњи (без интервенције) и броја приметних семена у слободној оплодњи (*Marinković i Škorić*, 1986; *Ram and Davari*, 2011). *Sun et al.* (2012) наводе да аутофертилност хибрида зависи од општих и посебних комбинационих способности родитељских линија, већ поменутих *S* алела, као и грађе цвета. У њиховом испитивању, аутофертилност је била у негативној корелацији са дужином семена, на основу чега су претпоставили да на ову особину утиче и дужина цвета.

Степен оплодње сунцокрета директно утиче на принос семена, јер он одређује број семена по биљци, који представља компоненту родности. *Joksimović et al.* (2005) су испитивали утицај различитих чинилаца на принос семена сунцокрета и при том утврдили да степен оплодње има највећи директан утицај на принос. Биљка сунцокрета готово увек формира велики број цветова, некад и преко 3000, међутим, велики број њих остаје неоплођен. *Ram and Davari* (2011) наводе да је главни разлог смањења приноса семена сунцокрета управо слаба оплодња цвасти. Због тога, проучавање фактора који утичу на степен оплодње има велики значај за унапређење производње, како сунцокрета, тако и других гајених биљака.

Многи аутори су се сложили да се коришћењем пчела у производњи сунцокрета повећава ефикасност оплодње цвасти и принос семена (*Paiva et al.*, 2003; *Sumangala and Giriraj*, 2003; *Nderitu et al.*, 2008; *Oz et al.*, 2009; *Chambo et al.*, 2011; *Rajasri et al.*, 2012). *Degrandi-Hoffman and Chambers* (2006) указују да присуство пчела може ублажити негативан ефекат високих температура на степен оплодње цвасти сунцокрета.

Еколошки фактори утичу на степен оплодње цвасти сунцокрета на разне начине. Активност инсеката је уско повезана са температурним условима. У случају екстремних температура у време опрашивања њихова посета може бити драстично смањена (*Abrol*, 2012). Високе температуре такође негативно утичу на виталност поленових зрна, као и на сам процес клијања полена, и оплођења јајне ћелије (*Pline et al.*, 2002). Због осетљивости на болести сунцокрету не одговарају године са високим вегетационим падавинама (*Crnobarac i sar.*, 2006). Са друге стране, недостататак воде у периоду цветања и наливања зрна посебно негативно утиче на степен оплодње цвасти (*Hegde and Havanagi*, 1989). Јаке кише у време цветања спречавају лет инсеката и спирају поленова зрна са жига тучка. Јаки ветрови такође ометају лет опрашивача. Смањена влажност земљишта резултира мањом продукцијом нектара, а самим тим и мањом привлачношћу сунцокрета за опрашиваче.

Како је један од главних циљева дисертације сагледавање везе између степена оплодње цвасти сунцокрета и осталих анализираних особина, веома је битан метод којим ће се ова веза анализирати. Код сунцокрета у сврху испитивања везе између особина, пре свега компонената приноса, често је коришћена проста корелација (*Khan*, 2001; *Hladni et al.*, 2004). Неки аутори раздвајају просте корелације на фенотипске и генотипске (*Zimmermann et al.*, 1984; *Razi and Assad*, 1999). За раздвајања директних и индиректних утицаја једних особина на друге коришћена је *Path* анализа (*Singh and Labana*, 1990; *Darvishzadeh et al.*, 2011; *Ardiarini et al.*, 2013). Последњих деценија се у сврху испитивања везе између особина све више примењује мултиваријациона анализа (*Rencher*, 2002). Разлике између мултиваријационе анализе и просте корелације су у томе што проста корелација посматра повезаност између две особине, занемарујући утицај других особина, док код мултиваријационе анализе однос између особина се посматра у мултиваријационом простору, где је приказано деловање свих анализираних особина истовремено (*Yan and Rajcan*, 2002). Анализа главних компоненти представља једну од најједноставнијих метода мултиваријационе анализе, код које се велики број оригиналних варијабли приказује са неколико изведених варијабли (главних компоненати), уз задржавање највећег

дела варијабилитета (*Ringner, 2008*). Концепт биплота као графичког приказа код анализе главних компоненти је увео *Gabriel (1971)*. Биplotом, као дводимензионалним приказом се најчешће приказују прве две главне компоненте, јер је њима обично објашњен највећи део варијабилитета података. *Alwala et al. (2010)* указују на бројне предности ове анализе у односу на параметријске методе. Биplot анализа има широку примену код оцене приносности и стабилности генотипова у мулти-локацијским огледима (*Yan et al., 2000; Mitrović i sar., 2011*). Такође је раширена примена биplot анализе код испитивања асоцијације између појединих особина (*Rubio et al., 2004; Zhang et al., 2006; Akcura, 2011; Badu-Apraku and Akinwale, 2011; Dodig et al., 2012*). *Yan and Rajcan (2002)* ову биplot анализу означавају као *GT* биplot (*Genotype by trait*).

4. Радна хипотеза

У овом истраживању полази се од следећих хипотеза:

- да ће се утврдити значајне разлике у продукцији нектара, посети опрашивача, виталности полена, аутофертилности и степену оплодње цвасти између испитиваних генотипова сунцокрета,
- да ће еколошки фактори имати значајан утицај на неке од анализираних особина,
- да ће неке од испитиваних особина бити у значајној корелацији са степеном оплодње цвасти,
- да ће степен оплодње цвасти сунцокрета имати значајну улогу у формирању приноса семена.

5. Материјал и методе

Оглед за испитивање ефикасности оплодње генотипова сунцокрета у различитим еколошким условима постављен је на огледном пољу Института за ратарство и повртарство на Римским шанчевима, на земљишту типа чернозем. Лабораторијска испитивања вршена су у лабораторијама Одељења за уљане културе Института за ратарство и повртарство. Испитивање је вршено током 3 године (2010, 2011. и 2012). У оглед је укључено 30 различитих генотипова селекционисаних на Институту за ратарство и повртарство, од тога:

- 10 цитоплазматички мушки стерилних (ЦМС) инбред линија сунцокрета које представљају мајчинску компоненту у хибридној производњи (А-аналог),
- 10 фертилних инбред линија сунцокрета које се користе као одрживачи стерилности (Б-аналог),
- 5 инбред линија сунцокрета, рестауратора фертилности, које у хибридној производњи представљају очинску компоненту,
- 5 простих (*single cross*) хибрида сунцокрета.

У циљу поједностављења и лакшег посматрања резултата, генотиповима су додељене скраћенице, и то: *L A* (ЦМС линија-А аналог), *L B* (фертилна линија-Б аналог), *R* (рестауратор фертилности) и *H* (хибрид). Списак назива генотипова, као и додељени скраћени називи дати су у табели 1.

Оглед је постављен по рандомизираним потпуном блок дизајну, у четири блока. Величина основне парцеле је била 7 x 3,6 m (10 редова са по 12 биљака). Сетва је обављена ручно, у кућице са по три семена, на међуредни размак од 70 cm и размак у реду од 30 cm. Након ницања, извршено је проређивање, остављена је по једна биљка сунцокрета на месту сваке кућице. Након тога, примењиване су све

редовне агротехничке мере (међуредна култивација, окопавање, заштита од болести и штеточина и др.).

Таб. 1. Генотипови који учествују у огледу и њихови скраћени називи

Генотип	Скраћени назив	Генотип	Скраћени назив
ВЛ-А-8 А	<i>L1 A</i>	ОД-4 Б	<i>L8 B</i>
ВЛ-А-8 Б	<i>L1 B</i>	ХА-26-ОР А	<i>L9 A</i>
ХА-26-ИМИ-ПР А	<i>L2 A</i>	ХА-26-ОР Б	<i>L9 B</i>
ХА-26-ИМИ-ПР Б	<i>L2 B</i>	ПХ-БЦ-1-74 А	<i>L10 A</i>
ХА-26-ПР А	<i>L3 A</i>	ПХ-БЦ-1-74 Б	<i>L10 B</i>
ХА-26-ПР Б	<i>L3 B</i>	РХА-72 (РХА-ПЛ-1)	<i>R1</i>
ОЦМС-98 А	<i>L4 A</i>	РХА-49	<i>R2</i>
ОЦМС-98 Б	<i>L4 B</i>	РХА-СЕС-ИМИ	<i>R3</i>
ХА-48 А	<i>L5 A</i>	РХА-УКРАЈИНА	<i>R4</i>
ХА-48 Б	<i>L5 B</i>	РХА-168	<i>R5</i>
ПР-СТ-28 А	<i>L6 A</i>	ШУМАДИНАЦ	<i>H1</i>
ПР-СТ-28 Б	<i>L6 B</i>	БРАНКО	<i>H2</i>
АС-95 А	<i>L7 A</i>	РИМИ ПР	<i>H3</i>
АС-95 Б	<i>L7 B</i>	ДУШКО	<i>H4</i>
ОД-4 А	<i>L8 A</i>	НС-Х-111	<i>H5</i>

У време пуног цветања код свих посматраних генотипова испитивано је лучење нектара методом микрокапилара (*Sakač et al.*, 2008). Непосредно пре почетка цветања случајним избором су одабране и изоловане цвасти на којима ће се испитивати продукција нектара. Изолација се вршила специјално израђеним кесама, које су пропустљиве за светлост, воду и гасове, а спречавају улаз инсеката (ситно мрежасте структуре). Ово је неопходно како би се спречило храњење инсеката нектаром и смањење његове количине у одабраним цвастима. За узорковање нектара коришћене су стаклене микрокапиларне цевчице спољашњег пречника 0,7 mm, а унутрашњег пречника 0,5 mm, које су погодне за мерење количине произведеног

нектара из цветова сунцокрета. Узорковање нектара вршено је урањањем микрокапилара у цветове сунцокрета при чему су оне капиларним силама у себе увукле нектар из цвета. Маса нектара је утврђена као разлика у маси капилара пуних нектаром и празних капилара. Испитивање продукције нектара је вршено на по три цвасти сунцокрета из сваког блока (укупно 12 цвасти сунцокрета по генотипу). На свакој испитиваној цвасти сунцокрета нектар је узоркован на четири места са по 5 цветова. Једном микрокапиларом узорковано је по 5 суседних цветова из цвасти тако да маса нектара захваћена једном капиларом представља масу нектара 5 цветова (укупно 48 капилара по генотипу).

Праћење посете опрашивача вршило се бројањем инсеката присутних на цвастима сунцокрета у време цветања на свих 30 генотипова. Код рестауратора фертилности који су гранати, посета је праћена на централним цвастима. Пратила се посета четири групе инсеката који представљају најзначајније опрашиваче сунцокрета (медоносне пчеле, бумбари, осолике муве и лептири). Користећи искуства неких од наведених аутора, праћена је динамика посете полинатора (*Miklić, 1996*). Бројање инсеката је вршено у моменту цветања свих генотипова, у трајању од три дана. Појединачно посматрање састојало се у бележењу опрашивања присутних на 10 цвасти. Полинатори су праћени осам пута у току сваког дана посматрања и то у 7, 8, 9, 11, 13, 15, 17 и 19 часова, на 4 блока (понављања). На сваком генотипу је годишње извршено 96 посматрања (на 960 цвасти). У моменту сваког бројања полинатора бележена је температура и релативна влажност ваздуха.

Виталност полена сунцокрета утврђена је на 20 фертилних генотипова (5 хибрида, 5 рестауратора фертилности и 10 фертилних инбред линија) методом бојења по *Alexanderu (1969)* прилагођеном од стране *Atagić et al. (2012)*. Непосредно пре почетка цветања цвасти су изоловане папирним кесама како би се спречило мешање полена. У пуном цветању узети су узорци полена са по 3 цвасти за сваки генотип.

Степен оплодње цвасти код свих 30 посматраних генотипова сунцокрета утврђен је након ручне бербе. Испитивање је вршено на по пет случајно изабраних

цвасти по блоку (укупно 20 цвасти по сваком генотипу). Цвасти сунцокрета су ручно окруњене након чега је одвојено и пребројано пуно (оплођено) и празно (неоплођено) семе. Стављањем у однос броја пуног и укупног броја семена, утврђен је степен оплодње сваке испитиване цвасти, који је затим изражен у процентима.

Поред наведеног степена оплодње испитаног у условима слободног опрашивања, такође је испитана и аутофертилност генотипова. Аутофертилност је утврђена на 20 фертилних генотипова, на по пет цвасти по блоку (20 цвасти по генотипу). Цвасти за испитивање аутофертилности су непосредно пре цветања изоловане папирним кесама. Изолација омогућава да цветови једне цвасти буду опрашени само од стране полена те исте цвасти, а не и од страног полена. Аутофертилност је утврђена стављањем у однос процента пуних семена добијених у самооплодњи (под изолацијом) и процента пуних семена добијених у слободној оплодњи.

Додатно, на цвастима одабраним за испитивање степена оплодње, непосредно пре круњења измерен је пречник. Такође, добијено пуно семе из испитивања степена оплодње цвасти, коришћено је даље за утврђивање приноса семена по главици, масе 1000 семена и садржаја уља у семену. Маса семена по цвасти је коригована на 9% влажности семена. Садржај уља у семену утврђен је методом нуклерано магнетне резонанце (*Granlund and Zimmerman, 1975*) и изражен релативном вредношћу. Принос уља по цвасти је добијен множењем приноса семена (апсолутно сувог) по цвасти и садржаја уља (израженог у деловима од 1).

Сви подаци су статистички обрађени помоћу програма *STATISTICA 12* (*StatSoft Inc., 2013*). Због нарушене претпоставке за примену параметријског линеарног модела (нехомогене варијансе као и одступање расподеле резидуала од нормалне расподеле) подаци већине особина су анализирани непараметријским методама. Значајност утицаја испитиваних фактора тестирана је помоћу *Kruskal-Wallis* теста који не подразумева нормалну расподелу. Разлике између година, као и између генотипова, тестиране су непараметријским тестом вишеструких поређења

($P=0,05$). Табеле са поређењем рангова група због њиховог великог обима нису приказане у дисертацији. Изузетак је виталност полена код које су, након извршене *arcsin* трансформације података, испуњене претпоставке за примену параметријске статистике. У складу са тим, подаци су анализирани двофакторијалном анализом варијансе. Разлике између година, као и између генотипова, тестиране су Такијевим (*Tukey*) тестом ($P=0,05$). За испитивање корелације између појединих особина коришћен је Спирманов (*Spearman*) коефицијент корелације ранга. Повезаност између посматраних особина испитана је методама мултиваријационе анализе, а резултати су представљени помоћу биплота. За израду биплота коришћен је програм *R* (*R Development Core Team*, 2010) У сврху потврде резултата мултиваријационе анализе, између особина је одређена корелација ранга. Све особине су предходно обрађене дескриптивном статистичком анализом.

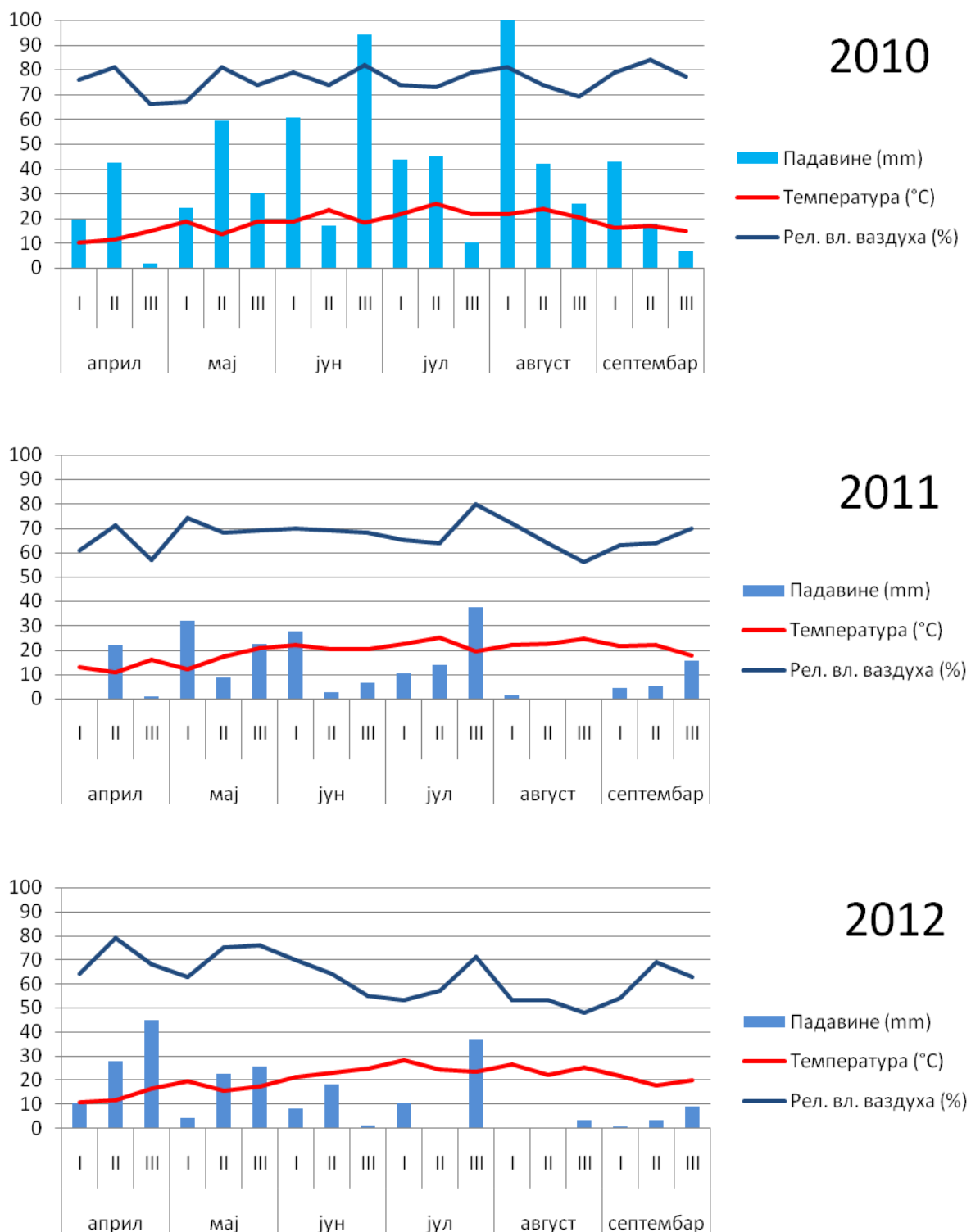
5.1. Основни метеоролошки показатељи у току вегетационог периода

На графикону 1. приказани су основни метеоролошки показатељи током три године испитивања. Ови показатељи, као и њихов вишегодишњи просек (таб. 2), преузети су са интернет странице Републичког хидрометеоролошког завода Србије.

Таб. 2. Вишегодишњи просек (1981-2010) средњих месечних вредности основних метеоролошких показатеља у вегетационој сезони на Римским шанчевима

Метео. показатељ	април	мај	јун	јул	август	септ.
Температура (°C)	11,8	17,3	20,1	21,9	21,6	16,9
Рел. вл. ваздуха (%)	67	66	69	68	68	72
Падавине (mm)	49,2	63	91,4	64,3	57,5	53,8

У вегетационом периоду 2010. године било је знатно више падавина у односу на вишегодишњи просек. Наравно, то је било праћено нешто већом релативном влажношћу ваздуха.



Граф. 1. Падавине, средње дневне температуре и релативна влажност ваздуха у вегетационој сезони (вредности за декаде)

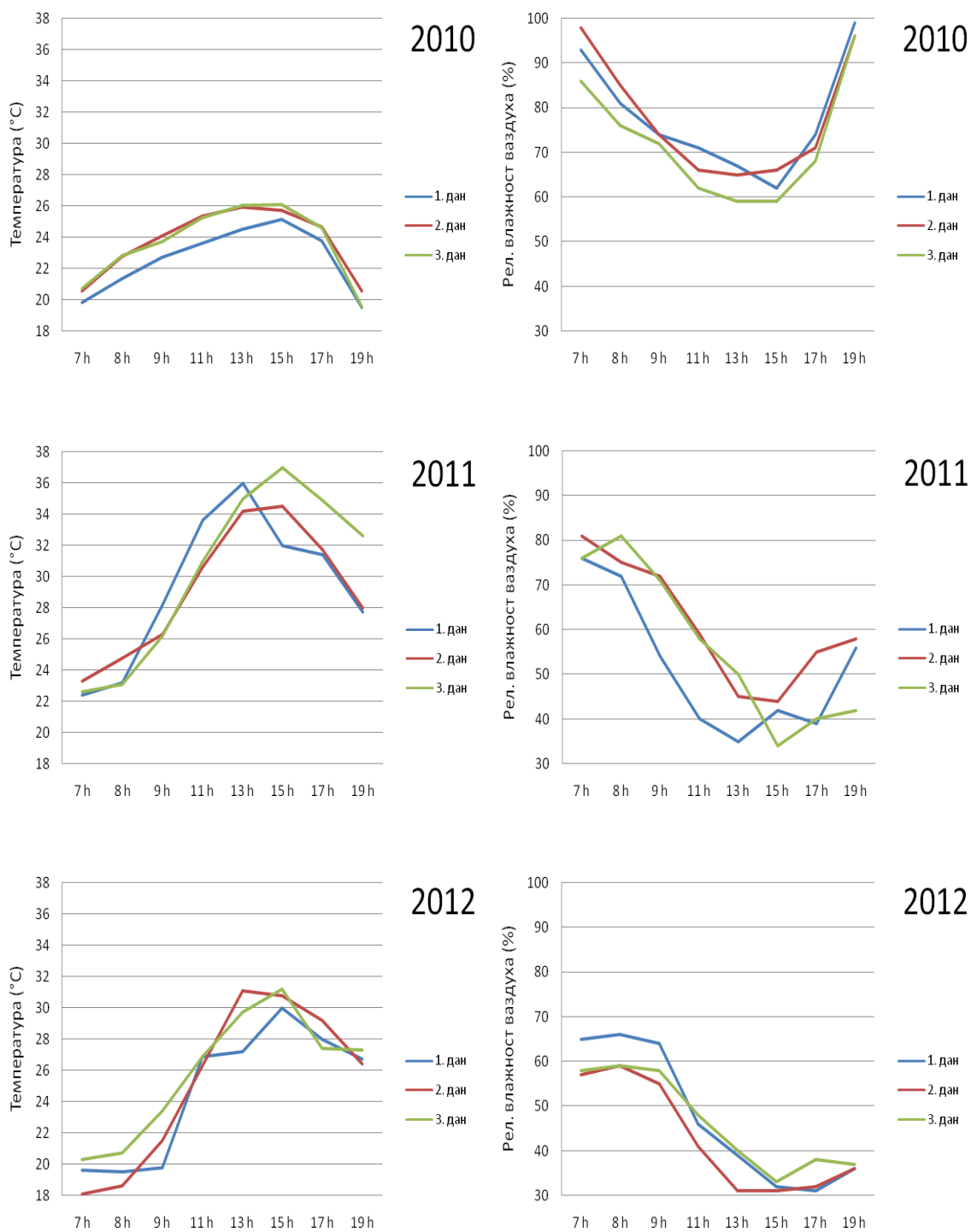
Средње месечне температуре су биле на нивоу вишегодишњег просека. Април није пуно одступао од вишегодишњег просека. У другој декади маја дошло је до пада температуре и веће количине падавина. Јун, јул и август је такође карактерисала количина падавина знатно већа од вишегодишњег просека уз просечне температуре и нешто већу релативну влажност ваздуха. Климатски чиниоци забележени у септембру су били на нивоу вишегодишњег просека.

За разлику од предходне године, у вегетационом периоду 2011. године било је нешто мање падавина од уобичајених вредности. Забележене су више температуре и нижа релативна влажност ваздуха. Април је био нешто топлији, са мање падавина, од вишегодишњег просека. Мај је имао уобичајене вредности климатских чинилаца. Јун је карактерисао мањак падавина, посебно у другој и трећој декади. Јул је био на нивоу вишегодишњег просека. Август је практично био без падавина, са нешто повишеном температуром, и смањеном влажношћу ваздуха, посебно у трећој декади. У септембру је, такође, било мање падавина, виша температура и нижа влажност ваздуха у односу на уобичајене вредности за овај месец.

Вегетациони период у 2012. години је био изузетно сушан, са вишим температурама у односу на уобичајене вредности. У априлу је било више падавина, и забележене су нешто више температуре од вишегодишњег просека. Мај је био на нивоу просека. Надаље, јун, јул, август и септембар су били веома сушни, са високом температуром. Земљишну сушу је пратила и ваздушна суша.

5.2. Метеоролошки подаци у моменту посматрања посете опрашивача

У моменту сваког бележења посете опрашивача на цвастима сунцокрета мерена је температура и релативна влажност ваздуха у усеvu (граф. 2). Температура се у 2010. години кретала од 19,8 до 26,1°C. У 2011. години температура је била изразито висока и кретала се од 22,4 до 37,0°C.



Граф. 2. Температура и релативна влажност ваздуха у току праћења посете опрашивача сунцокрета

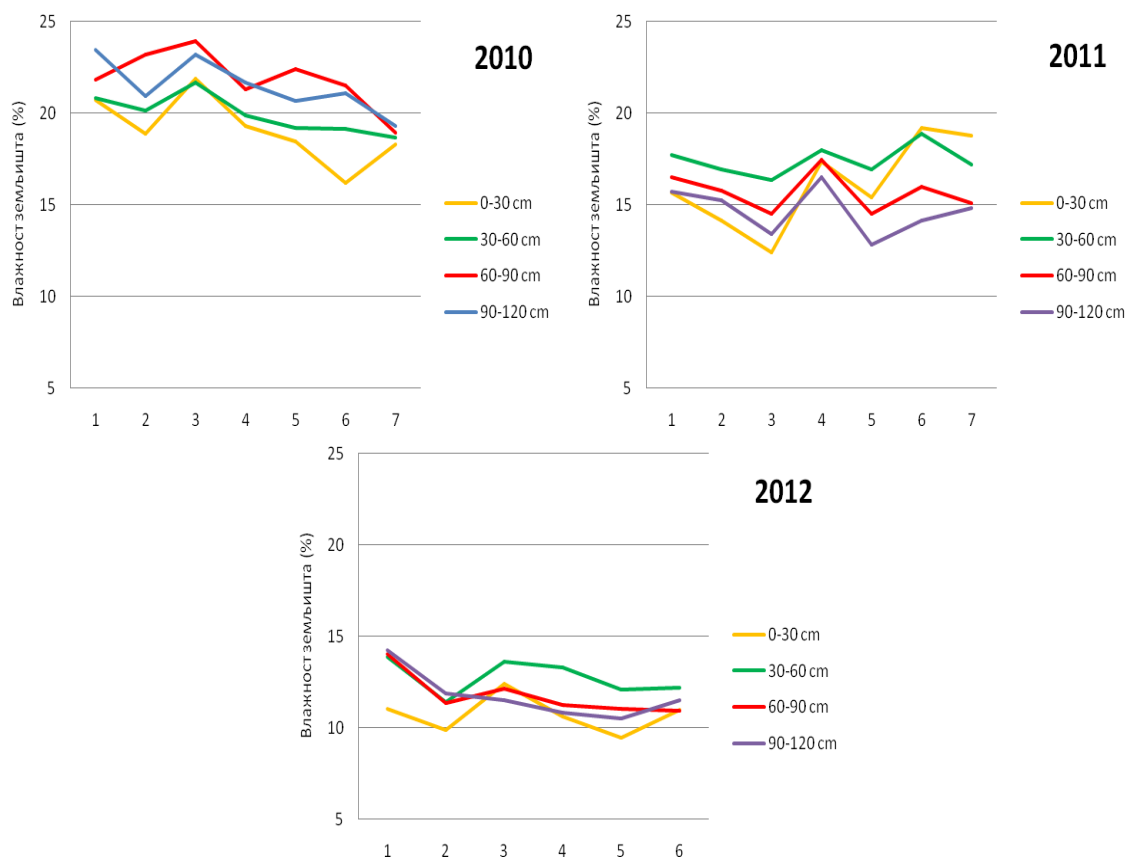
Температура у 2012. години, у време праћења посете опрашивача, кретала се од 18,1 до 31,2°C.

У 2010. години, забележена је доста висока релативна влажност ваздуха за летњи период. Она се кретала од 59 до 99%. Релативна влажност ваздуха у 2011. години се кретала од 34 до 81%. Време посматрања посете опрашивача у 2012. години карактерисала је доста ниска влажност ваздуха, 31-66%. Током све три године, у време бележења посете инсеката, није било падавина, брзина ветра није прелазила 3,7 m/s и било је претежно ведро време.

5.3. Влажност земљишта током цветања сунцокрета

Са почетком цветања најранијих генотипова почело је и испитивање влажности земљишта. Испитивање је вршено свака 3-4 дана (два пута недељно), до завршетка цветања најкаснијих генотипова. У 2012. години је због нешто краћег периода цветања влажност испитана 6 пута, док је у предходне две године, испитана 7 пута. Узорци земљишта су узимани сондом са три равномерно распоређена места на огледној парцели. Испитивање је вршено на четири дубине: 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm и 90-120 cm. Влажност земљишта је утврђена сушењем узорака у сушници на температури 130°C до достигања константне масе.

Највећа просечна влажност земљишта утврђена је у 2010. години (20,60%), нешто мања у 2011. години (15,95%), а најмања у 2012. години (11,76%). На графикону 3. приказана је динамика влажности земљишта у периоду цветања сунцокрета током година испитивања. Уочава се да није било велике разлике у влажности земљишта на различитим дубинама, као ни у току испитивања. Велика разлика уочена је између година посматрања, нарочито између 2010. године, која је била нешто влажнија од просека и 2012. која је окарактерисана као екстремно сушна година.



Граф. 3. Влажност земљишта на огледној парцели у току цветања сунцокрета

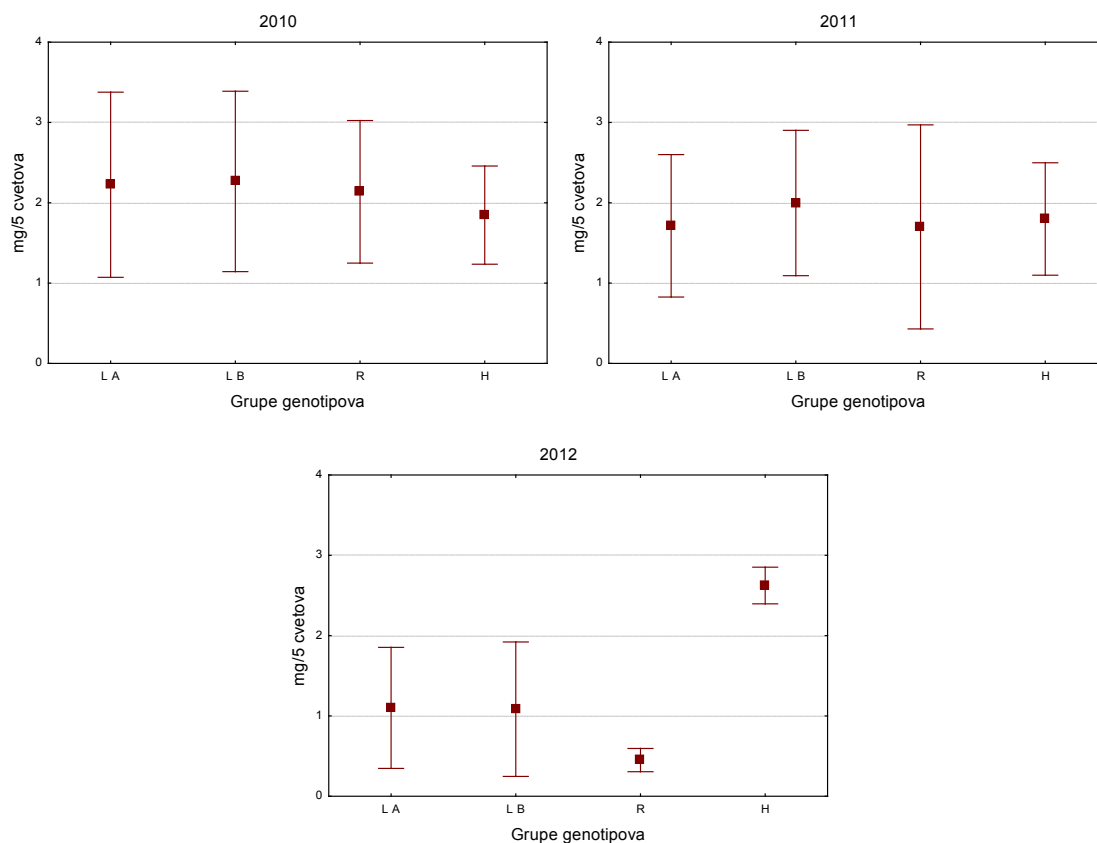
6. Резултати и дискусија

6.1. Продукција нектара

Продукција нектара различитих генотипова сунцокрета анализирана је током три године. *Kruskal-Wallis* тест је указао на постојање високо значајних разлика између година по продукцији нектара ($H=12,54$; $P<0,01$). Највиша продукција је утврђена 2010. године и износила је просечно 2,16 mg/5 цветова. Нешто нижа продукција нектара од 1,82 mg/5 цветова уочена је 2011. године. Најнижа је забележена у 2012. години (1,24 mg/5 цветова). Непараметријским тестом вишеструких поређења просечних рангова група нађена је значајна разлика између 2010. и 2012. године.

У 2010. години утврђене су високо значајне разлике између генотипова по продукцији нектара ($H=888,20$; $P<0,01$). На графикону 4. приказана је продукција нектара стерилних линија (*L A*), фертилних аналога (*L B*), рестауратора фертилности (*R*) и хибрида (*H*). *Kruskal-Wallis* тест дозвољава тестирање група неједнаке величине, све док садрже минимално пет узорака (*Kanji*, 2006). У складу са овом претпоставком тестирана је разлика између поменутих група генотипова и нису нађене значајне разлике између рангова група генотипова. Највећа продукција нектара у 2010. години утврђена је код линије *L10 B*, и износила је 4,47 mg/5 цветова (граф. 5). Између ове линије и линија *L4 A*, *L5 A*, *L7 A*, *L7 B*, *L10 A*, као и рестауратора фертилности *R4*, нису забележене значајне разлике у продукцији нектара. Најмању продукцију нектара имала је линија *L6 A* (0,54 mg/5 цветова) што је око осам пута мање од линије *L10 B*. Посматрајући рестаураторе фертилности, највиша нектарност забележена је код *R4* (3,10 mg/5 цветова). Између овог рестауратора фертилности, *R1* и *R5* није утврђена значајна разлика. Код хибрида највећу продукцију нектара имао је *H4* (2,51 mg/5 цветова), а на истом нивоу са њим нашли су се хибриди *H1* и *H5*. Може се запазити да хибриди, иако су робуснијег

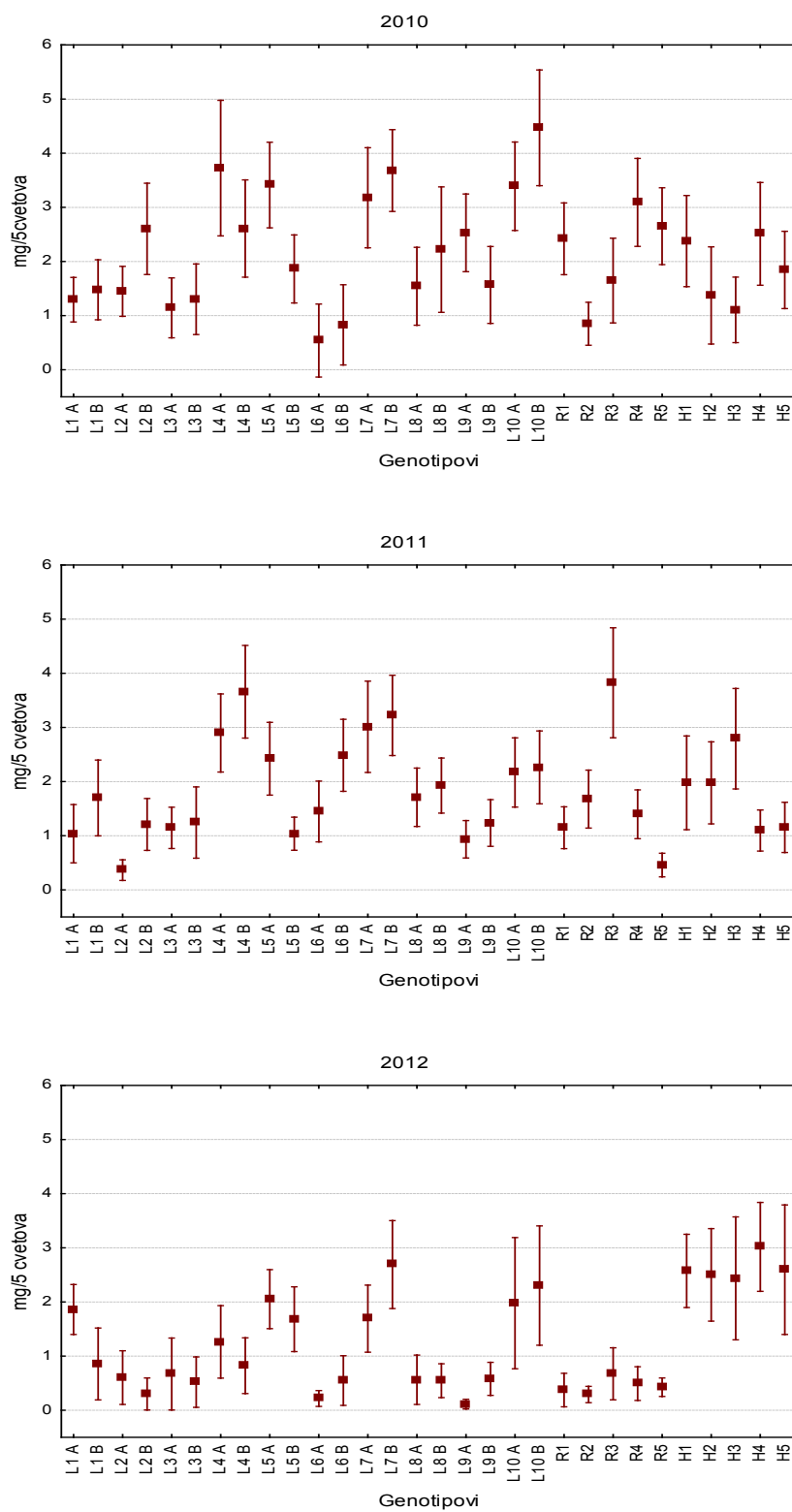
раста и крупније цвасти, нису продуковали више нектара од линија, па чак ни од рестауратора фертилности, који се одликују ситним цвастима и малим цветовима. *Atlagić et al.* (2003) су утврдили да се продукција нектара код сунцокрета наслеђује путем доминације и парцијалне доминације родитељске компоненте са мањом продукцијом нектара, а у неким случајевима је забележен и негативан хетерозис. На основу овога се може објаснити нижа нектарност појединих хибрида у односу на инбред линије. Између већине стерилних линија и њихових фертилних аналога није било значајних разлика у ранговима продукције нектара. У три случаја уочене су значајне разлике. Линије *L5 A* и *L9 A* су показале предност у односу на фертилне аналоге, док је *L2 B* имала значајно већу продукцију нектара од *L2 A*.



Граф. 4. Продукција нектара (ср. вредност±ст. девијација) стерилних аналога (*L A*), фертилних аналога (*L B*), рестауратора фертилности (*R*) и хибрида (*H*) сунцокрета

Kruskal-Wallis тест је указао на постојање високо значајне разлике у продукцији нектара посматраних генотипова сунцокрета у 2011. години ($H=980,98$; $P<0,01$). Између група генотипова (*L A*, *L B*, *R* и *H*) у овој години није било разлика у продукцији нектара (граф. 4). Највећу продукцију нектара остварио је рестауратор фертилности *R3*, и она је износила 3,82 mg/5 цветова (граф. 5). Између рестауратора *R3* и линија *L4 A*, *L4 B*, *L5 A*, *L6 B*, *L7 A*, *L7 B* и хибрида *H3* нису забележене значајне разлике у ранговима продукције нектара. Најнижу продукцију у овој години имала је линија *L2 A* (0,36 mg/5 цветова). Од мајчинских линија највећу продукцију нектара остварила је *L4 B* (3,66 mg/5 цветова). Између ове линије и *L4 A*, *L5 A*, *L6 B*, *L7 A* и *L7 B* нису утврђене значајне разлике у ранговима продукције нектара. Код хибрида најбољи резултат имао је *H3* (2,79 mg/5 цветова). Није било значајне разлике између овог хибрида, *H1* и *H2*. У четири случаја, између стерилних и фертилних аналога нађена је значајна разлика у ранговима продукције нектара. Фертилне линије *L1 B*, *L2 B* и *L6 B* имале су већу продукцију нектара од стерилних аналога, док је стерилна линија *L5 A* продуковала више нектара од њеног фертилног аналога.

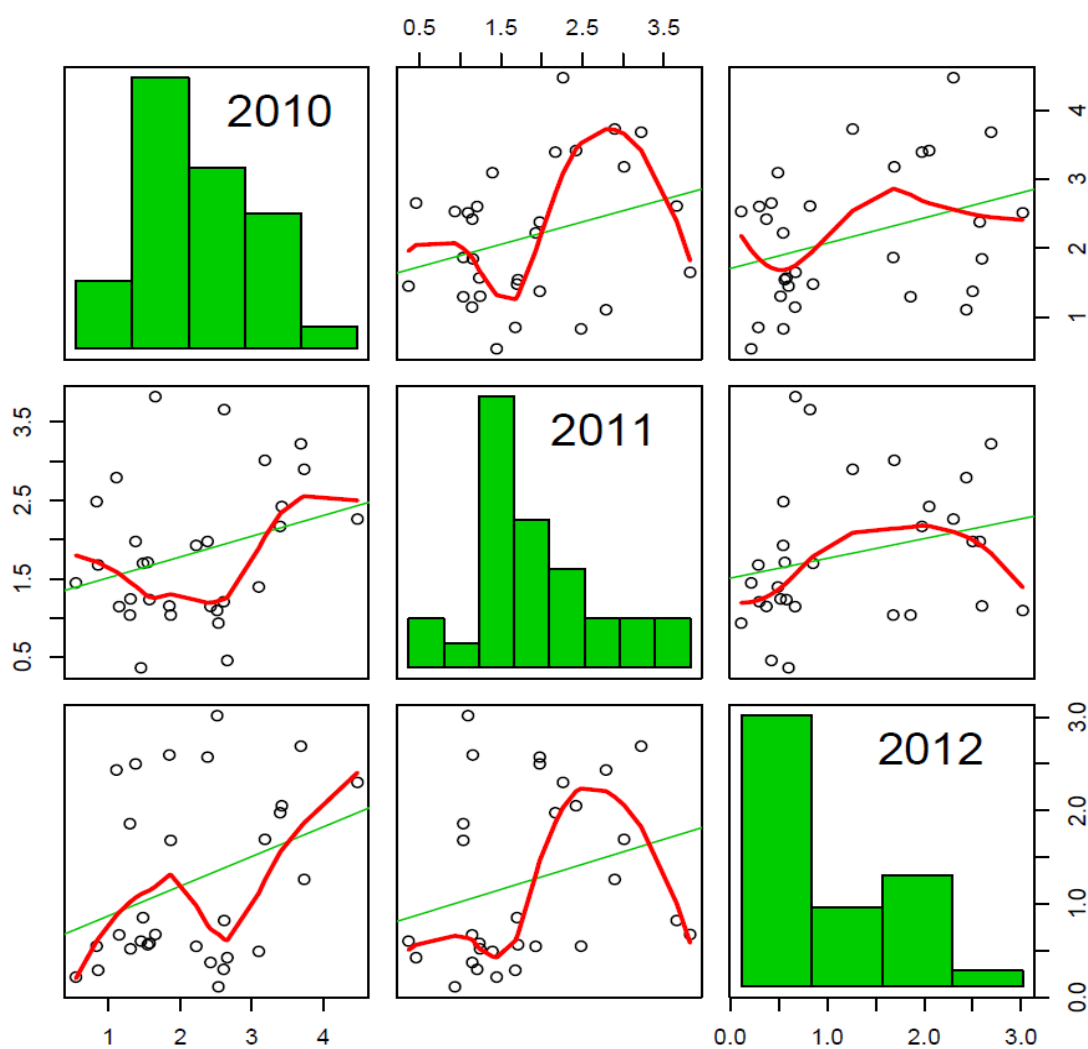
У 2012. години забележено је постојање високо значајних разлика у продукцији нектара испитиваних генотипова ($H=1008,68$; $P<0,01$). Хибриди су имали значајно већу продукцију нектара од рестауратора фертилности, док између осталих група није било значајних разлика у ранговима (граф. 4). Највећу продукцију нектара, од 3,02 mg/5 цветова, имао је хибрид *H4* (граф. 5). Нису нађене значајне разлике између овог хибрида и генотипова *L1 A*, *L5 A*, *L5 B*, *L7 A*, *L7 B*, *L10 A*, *L10 B*, *H1*, *H2*, *H3* и *H5*. Најмању продукцију нектара имала је линија *L9 A* (0,11 mg/5 цветова). Код линија највише нектара продуковала је *L7 B* (2,69 mg/5 цветова). Није било значајних разлика у ранговима између ове и линија *L1 A*, *L5 A*, *L5 B*, *L7 A*, *L10 A*, *L10 B*. Од рестауратора фертилности најбољи резултат остварио је *R3* (0,67 mg/5 цветова). Код рестауратора фертилности нису нађене значајне разлике у ранговима продукције нектара. Поређењем стерилних линија и њихових фертилних аналога значајна разлика у ранговима је утврђена у два случаја.



Граф. 5. Продукција нектара (ср. вредност±ст. девијација) генотипова сунцокрета

Линија *L1 A* имала је већу продукцију нектара од фертилног аналога, док је *L9 B* била нектарнија од свог стерилног аналога.

На графикону 6. у горњем левом углу, на средини и у доњем десном углу хистограмима је приказана дистрибуција фрекванција продукције нектара за сваку годину испитивања. На осталим, мањим графиконима поређена је продукција нектара испитиваних генотипова током година, тако што је на сваком од њих на *x* и *y* осу пројектована по једна година.



Граф. 6. Тачкасти дијаграм односа продукције нектара генотипова сунцокрета (mg/5 цветова)

Тачке су на овим графиконима повезане непараметријском *LOESS* регресиом, а приказан је такође и линеарни тренд. Забележена је позитивна корелација у продукцији нектара између посматране три године (граф. 6). Највећа корелација добијена је између 2011. и 2012. године ($r=0,34$) а најмања између 2010. и 2011. године ($r=0,25$). Коефицијенти корелације ранга нису били статистички значајни. То указује, да се ранг посматраних генотипова сунцокрета по продукцији нектара, у већој мери разликовао у посматраним годинама. На пример, хибрид *H4* у 2010. години је заузео 12. место по нектарности. У 2011. години овај хибрид био је 25. док је у 2012. заузео прво место. Са друге стране, линије *L7 A*, *L7 B* и *L5 A* су се током све три године издвојиле од осталих генотипова по већем лучењу нектара (граф. 5).

Велика варијабилност у продукцији нектара у оквиру група генотипова, као и појединачних генотипова, коју показује стандардна девијација, приказана је на графиконима 4. и 5. И други аутори описују продукцију нектара као веома варијабилно својство (*Wolff*, 2006; *Keasar et al.*, 2008). Током све три године испитивања забележене су високо значајне разлике између генотипова у погледу продукције нектара. У испитивању које су спровели *Joksimović et al.* (2003) генотип је такође имао највећи ефекат на продукцију нектара сунцокрета.

Највећа продукција нектара остварена је у 2010. години као резултат повољних метеоролошких услова у време лучења нектара. Са друге стране, разлог смањене продукције нектара у 2012. години је резултат смањење снабдевености биљака водом, односно земљишне суше, високих температура, и ниже релативне влажности ваздуха у време цветања сунцокрета (I и II декада јула). У складу са овим, *Diaz-Forestier et al.* (2009) су код *Quillaja saponaria* утврдили позитивну корелацију између релативне влажности ваздуха и продукције нектара, док је између температуре ваздуха и продукције нектара корелација била негативна. *Keasar et al.* (2008) су приметили да се после киша повећава продукција нектара код рузмарина (*Rosmarinus officinalis*), док се са порастом температуре она смањује. *Shuel and Shivas* (1953) слажу се да ниска влажност земљишта резултира мањом продукцијом нектара,

док *Teuber and Barnes* (1979) нису забележили значајан утицај влажности земљишта на продукцију нектара код луцерке.

У 2010. и 2011. години није било значајне разлике у нектарности између линија, рестауратора фертилности и хибрида. Код свих група генотипова продукција нектара се смањила у 2012. години, изузев код хибрида, где је забележено повећање. Са аспекта лучења нектара, може се рећи да су хибриди били толерантнији према сушним условима у овој години.

Ако изузмемо поједине случајеве, током година није било разлике у нектарности између стерилних и фертилних аналога. *Pierre et al.* (1999) су забележили мању продукцију нектара код стерилних линија уљане репице у односу на фертилне аналоге, сматрајући то као последицу цитоплазматске мушке стерилности.

6.2. Посета опрашивача сунцокрета

Kruskal-Wallis тест указао је на постојање значајне разлике између година у погледу укупне посете опрашивача ($H=7,22$; $P<0,05$). Највећа посета забележена је у 2011. години, док је у 2010. години је била незнатно мања (таб. 3). Најмања посета опрашивача забележена је у 2012. години. Непараметријски тест указао је на значајну разлику у ранговима између укупне посете у 2011. и 2012. години.

У свим годинама испитивања пчеле (*Apis mellifera*) су имале највећи удео у опрашивању генотипова сунцокрета, док су бумбари (*Bombus spp.*) били на другом месту (таб. 3). У 2010. и 2011. години удео пчела и бумбара се није много разликовао. У 2012. години пчеле су изразито доминирале у опрашивању сунцокрета. Осолике муве (*Syrphidae*) и лептири (*Lepidoptera*) су се смењивали на трећем и четвртном месту. У испитивању које је спровео *Miklić* (1996) је на истом локалитету (Римски шанчеви), пчеле су у опрашивању сунцокрета учествовале са 50-90%, осолике муве са 5-33%, бумбари са 2-13%, а лептири са 1-2%. *Aytekin and Cagatay* (2008) су

испитивањем посете различитих опрашивача на сунцокрету у Турској утврдили највеће присуство медоносних пчела (92,68%), док су бумбари чинили 0,77%, а осолике муве 0,46%. *Radford et al.* (1979) тврде да само пчеле имају значајну улогу у опрашивању сунцокрета. Једино у 2010. години је забележена значајнија посета осоликих мува и лептира (заједно око 20%). У 2011. и 2012. години посета осоликих мува и лептира заједно није прелазила 4%. Због ученог мањег значаја у опрашивању сунцокрета, ове две групе опрашивача, нису детаљније анализирани.

Таб. 3. Посета различитих опрашивача сунцокрета током година испитивања

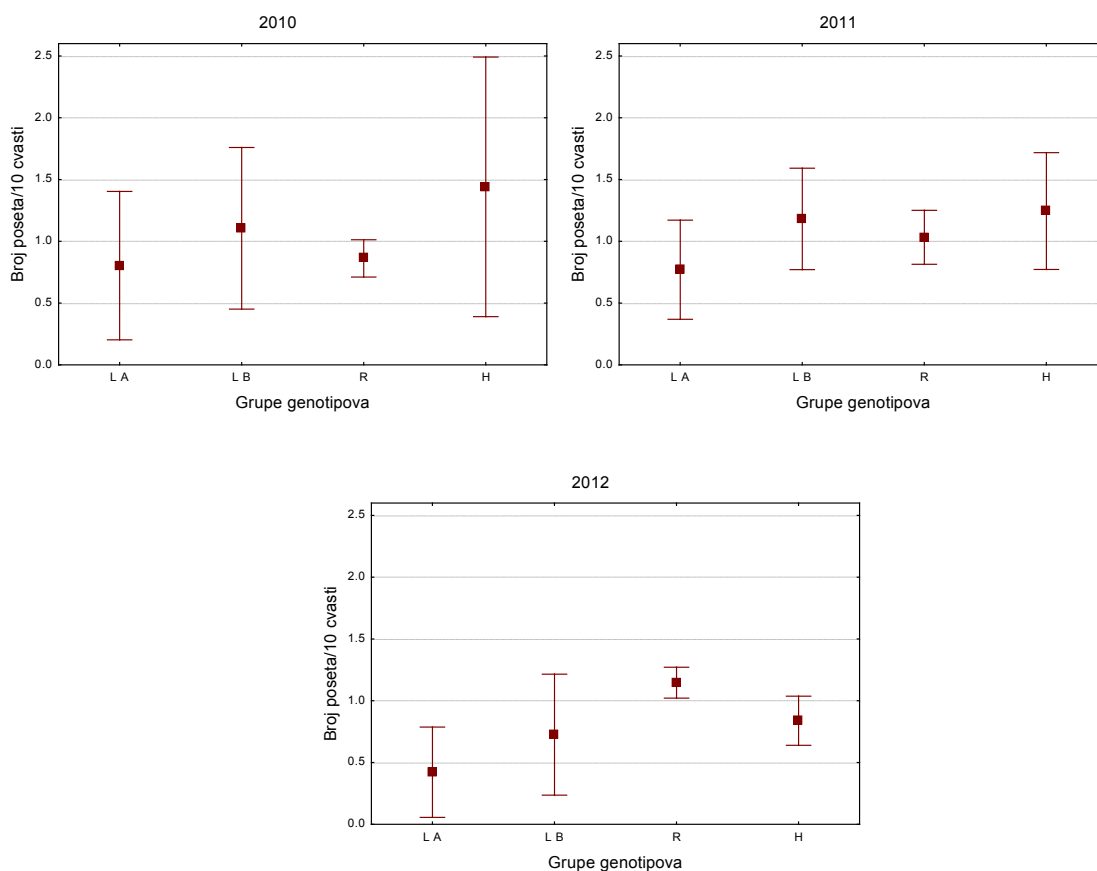
Година	Пчеле	Бумбари	Осолике муве	Лептири	Укупни полинатори
Укупан број посета у току године (на 28.880 цвасти)					
2010	1359	988	188	405	2940
2011	1483	1400	75	11	2969
2012	1754	223	38	37	2052
% посете појединих опрашивача					
2010	46,22	33,61	6,39	13,78	100,00
2011	49,95	47,15	2,53	0,37	100,00
2012	85,48	10,87	1,85	1,80	100,00

На графикаону 7. приказани су релативни удели појединих опрашивача по генотипу у 2010, 2011. и 2012. години. Код већине испитиваних генотипова су највећи релативни значај у опрашивању имале пчеле. Код појединих генотипова у 2010. и 2011. години већи релативни значај имали су бумбари. Они су код *L1 A*, *L1 B*, *L9 A*, *L9 B*, *H1*, *H2* и *H5* обе године имали доминацију у опрашивању. Из предходно наведеног се примећује постојање разлике између генотипова у привлачности одређених група опрашивача, односно постојање различите склоности опрашивача према генотиповима сунцокрета.



Граф. 7. Удео група инсеката у опрашивању генотипова сунцокрета

Такође, доминантност бумбара код стерилних и фертилних аналога линија *L1* и *L9*, показује да већа привлачност ових линија није резултат продукције полена него неке друге специфичности генотипа. *Fell* (1986) је такође указао на постојање јаке преференције бумбара према појединим генотиповима сунцокрета. Они при томе смањују бројност пчела на тим генотиповима. У 2012. години забележено је мање присуство бумбара у укупној популацији опрашивача (10,87%), услед чега ни код једног генотипа, нису имали већи релативни значај од пчела.



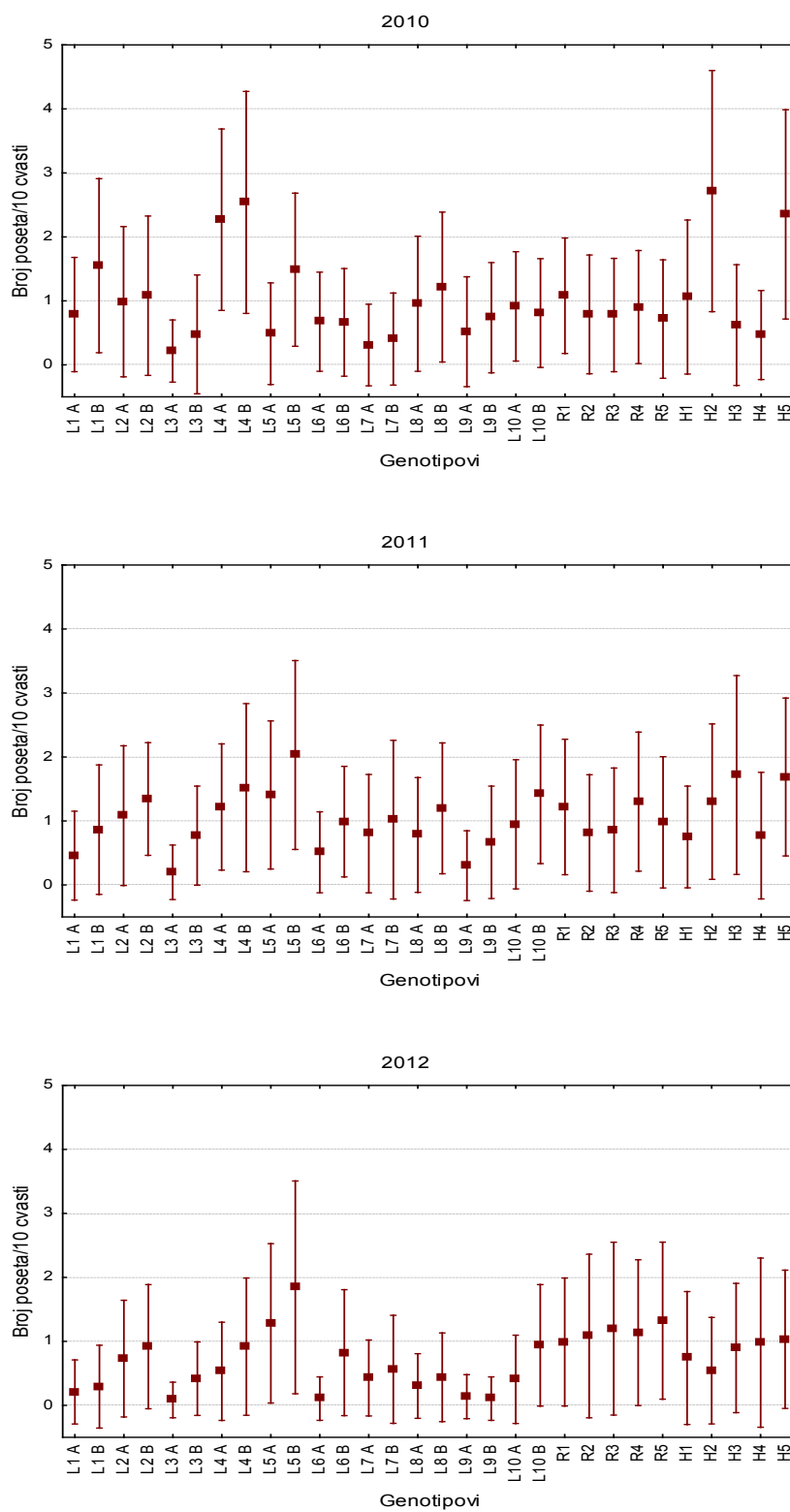
Граф. 8. Укупна посета опрашивача (ср. вредност±ст. девијација) на стерилним аналозима (*L A*), фертилним аналозима (*L B*), рестаураторима фертилности (*R*) и хибридима (*H*) сунцокрета

У 2010. години *Kruskal-Wallis* је указао на постојање високо значајне разлике у укупној посети опрашивача између генотипова ($H=708,42$; $P<0,01$). Између група

генотипова (*L A*, *L B*, *R* и *H*) нису забележене значајне разлике у броју посета (граф. 8). Највећи број посета опрашивача у 2010. години забележен је код хибрида *H2*, и износио је просечно 2,75 посета/10 цвасти (граф. 9). Између овог хибрида, *L1 B*, *L4 A*, *L4 B*, *L5 B* и *H5* није утврђена значајна разлика у ранговима посете. Најмањи број посета забележен је код линије *L3 A* (0,20 посета/10 цвасти). Од линија, *L4 B* се показала као најпривлачнија за опрашиваче (2,53 посета/10 цвасти). У истом рангу значајности са овом линијом биле су и *L1 B*, *L4 A* и *L5 B*. Код рестауратура фертилности најпривлачнији за опрашиваче у 2010. години је био *R1* (1,10 посета/10 цвасти). Значајна разлика у посети између *R1* и осталих рестауратора није забележена. Фертилни аналози су у извесној мери били привлачнији за опрашиваче од њихових стерилних аналога. Значајно већа посета фертилних у односу на стерилне аналоге забележена је само код *L1 B* и *L5 B*.

Високо значајна разлика између генотипова у укупној посети опрашивача забележена је у 2011. години. ($H=415,80$; $P<0,01$). Значајна разлика у ранговима посете опрашивача између група генотипова (*L A*, *L B*, *R* и *H*) није уочена ни у овој години (граф. 8). Највећи број посета опрашивача је забележен код линије *L5 B*, и износио је 2,03 посета/10 цвасти (граф. 9). Између ове линије, *L2 B*, *L4 A*, *L4 B*, *L5 A*, *L8 B*, *L10 B*, *R1*, *R4*, *H2*, *H3* и *H5* нису уочене значајне разлике у ранговима посете. Најмање привлачна за опрашиваче била је линија *L3 A* (0,20 посета/10 цвасти). Од рестауратора фертилности, најпривлачнији за опрашиваче био је *R4* (1,30 посета/10 цвасти), а између овог и осталих рестауратора фертилности није било значајних разлика у ранговима. Код хибрида, највећи број посета је забележен на *H3* (1,72 посета/10 цвасти). Значајно нижу посету опрашивача од овог хибрида имали су *H1* и *H4*. Фертилни аналози су и у 2011. години били нешто привлачнији за опрашиваче од стерилних, али само код фертилних аналога *L3 B* и *L5 B* је утврђена значајна предност у односу на стерилне.

У 2012. години утврђена је високо значајна разлика између генотипова у погледу укупне посете опрашивача ($H=513,78$; $P<0,01$).



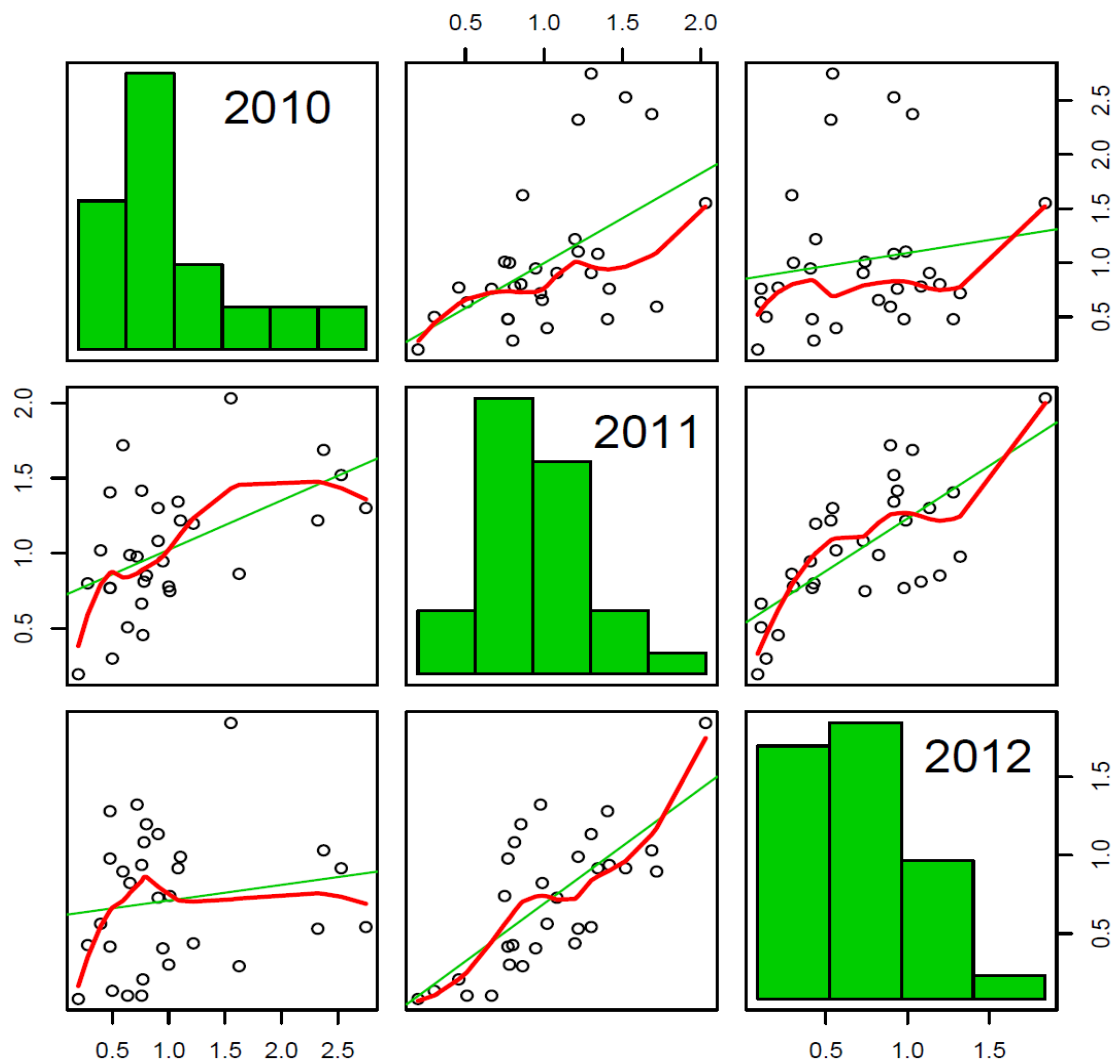
Граф. 9. Укупна посета опрашивача (ср. вред.±ст. дев.) на генотиповима сунцокрета

Рестауратори фертилности имали су значајно више посета од стерилних линија (граф. 8). Најпривлачнија за опрашиваче у 2012. години била је линија *L5 B* са 1,84 посета/10 цвасти (граф. 9). У истом рангу са овом линијом по броју посета били су *L2 B*, *L5 A*, *L10 B*, *R1*, *R2*, *R3*, *R4*, *R5* и *H5*. Најмањи број укупних посета опрашивача забележен је на линији *L3 A* (0,09 посета/10 цвасти). Опрашивачима најпривлачнији рестауратор фертилности био је *R5* (1,32 посета/10 цвасти), и као што се види из предходног, између свих рестауратора фертилности није било значајних разлика у ранговима посете. Код хибрида, највећи број посета опрашивача је забележен на *H5* (1,03 посета/10 цвасти). Између овог и осталих хибрида није било значајних разлика у броју посета. Као и у претходне две године, у 2012. години фертилни аналози су били нешто привлачнији за инсекте од њихових стерилних аналога. Значајно већи ранг посете забележен је само код *L6 B*.

Између посете опрашивача код испитиваних генотипова током трогодишњег периода утврђена је позитивна корелација (граф. 10). Високо значајне корелације ранга утврђене су између 2010. и 2011. ($r=0,48^{**}$), као и између 2011. и 2012. године ($r=0,66^{**}$). Овакве корелације ранга између година показују да су испитивани генотипови имали сличне рангове посете опрашивача. Поједини генотипови, као на пример *L5 B* и *H5*, све три године били су високо рангирани по броју посета укупних опрашивача. Слабија корелација између 2010. и 2012. године може бити последица велике разлике у климатским условима. У вегетационом периоду 2010. године било је павадина више од просека, док је 2012. година била екстремно сушна. У 2012. години такође је забележена и мања продукција нектара, па се може претпоставити да је због тога и укупна посета опрашивача била мања. На графицима 8. и 9. уочава се велика варијабилност посете опрашивача.

Значајне разлике у погледу посете опрашивача су забележене између година. Високо значајан утицај генотипа забележен је током све три године. Стерилне линије су, током све три године имале нешто нижу посету опрашивача у односу на фертилне линије, рестаураторе фертилности и хибриде, међутим само у 2012. години између њих и рестауратора је утврђена статистички значајна разлика. Посматрањем парова

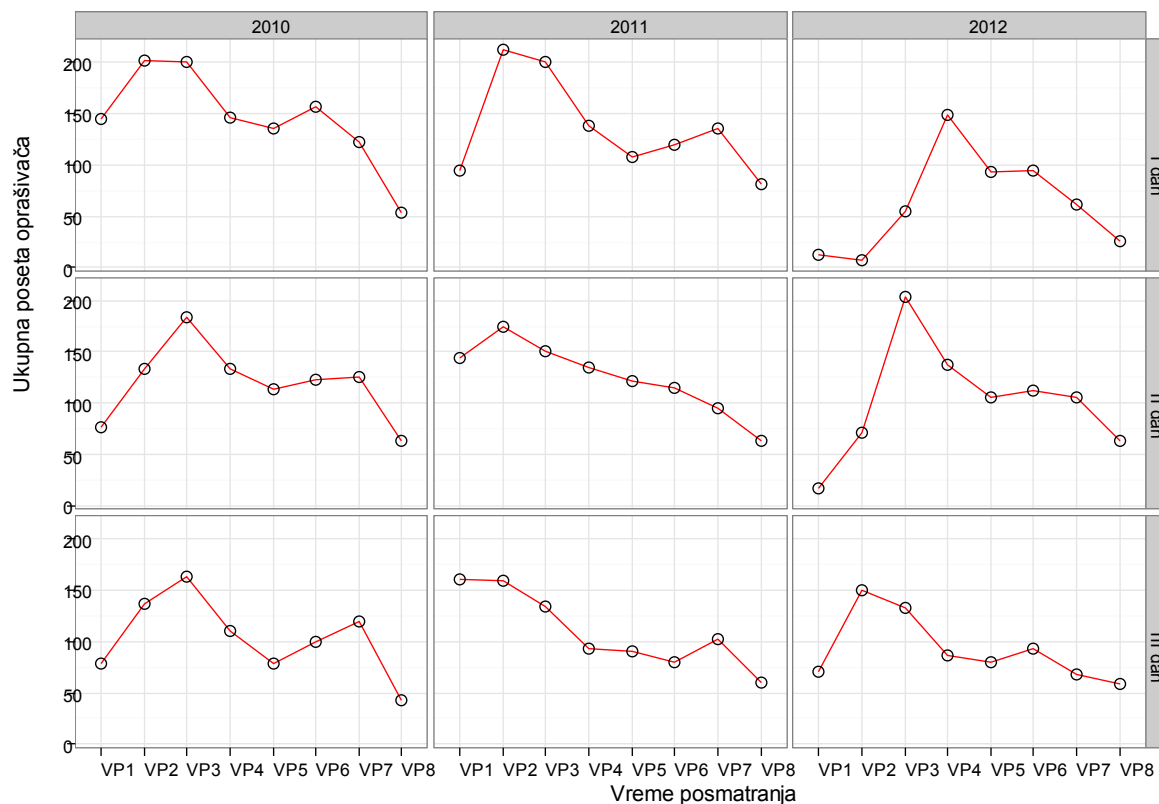
линија, код појединих фертилних аналога, уочена је значајно већа посета у односу на стерилне.



Граф. 10. Тачкасти дијаграм односа укупне посете опрашивача на генотиповима сунцокрета (број посета/10 цвасти)

6.2.1 Утицај времена посматрања, температуре и релативне влажности ваздуха на укупну посету опрашивача

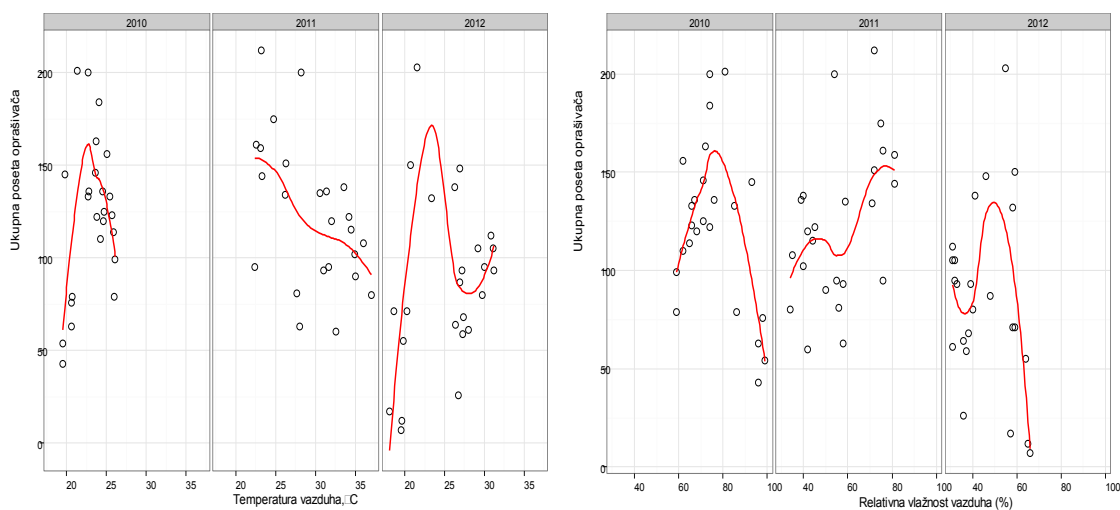
Посета инсеката је праћена у 7 (VP1), 8 (VP2), 9 (VP3), 11 (VP4), 13 (VP5), 15 (VP6), 17 (VP7) и 19 часова (VP8). На графикону 11. приказана је дневна динамика укупне посете опрашивача. Уочава се да је посета опрашивача у свим годинама, као и данима посматрања, достигала максимум у преподневним часовима, и то између 8 и 9 часова. Посета је затим опадала, да би између 15 и 17 часова, дошло до благог повећања. Сличну правилност забележили су Miklič (1996) и Aslan and Yavuksuz (2010).



Граф. 11. Дневна динамика посете опрашивача сунцокрета

Зависност укупне посете опрашивача и метеоролошких чинилаца (температура и релативна влажност ваздуха) представљена је помоћу непараметријске LOESS регресије (граф. 12). Током све три године највећа посета

опрашивача је забележена при температури ваздуха од 22-24°C. Коефицијенти корелације ранга откривају позитивну корелацију, али без статистичког значаја, између температуре и укупне посете опрашивача у 2010. и 2012. години (таб. 4). На граф. 12. се види да је посета опрашивача у овим годинама до одређене границе расла са порастом температуре, после чега је забележен пад. У 2011. години посета опрашивача је била у значајној негативној корелацији са температуром ваздуха. У овој години, у време посматрања посете опрашивача, температура ваздуха била је изузетно висока (до 35°C). Најнижа температура у 2011. години је практично била оптимална за посету опрашивача, а са порастом температуре посета се смањивала.



Граф. 12. Укупна посета опрашивача сунцокрета у зависности од температуре и релативне влажности ваздуха представљена непараметријском *LOESS* регресијом

Највећа посета опрашивача у 2010. и 2011. години забележена је при влажности ваздуха од 70 до 80% (граф. 12). У 2012. години највиша посета утврђена је при мањој влажности (око 50%). У овој години због земљишне и ваздушне суше у моменту бележења посете опрашивача влажност ваздуха је била ниска (<70%). Током 2010. и 2012. године између укупне посете опрашивача и релативне влажности ваздуха утврђена је негативна корелација (без статистичког значаја), док је у 2011. години забележена значајна позитивна корелација (таб. 4). Током 2010. и 2012. године посета је порастом влажности ваздуха расла до одређене границе, после које

је драстично опала, и управо тај пад (већи од пораста) је резултирао негативном корелацијом. У 2011. години повећањем влажности ваздуха посета полинатора је расла до достизања оптималне влажности, која је уједно била и веома близу максималне влажности ваздуха, због чега је и утврђена позитивна корелација.

Таб. 4. Корелације ранга између посете опрашивача сунцокрета и температуре и релативне влажности ваздуха

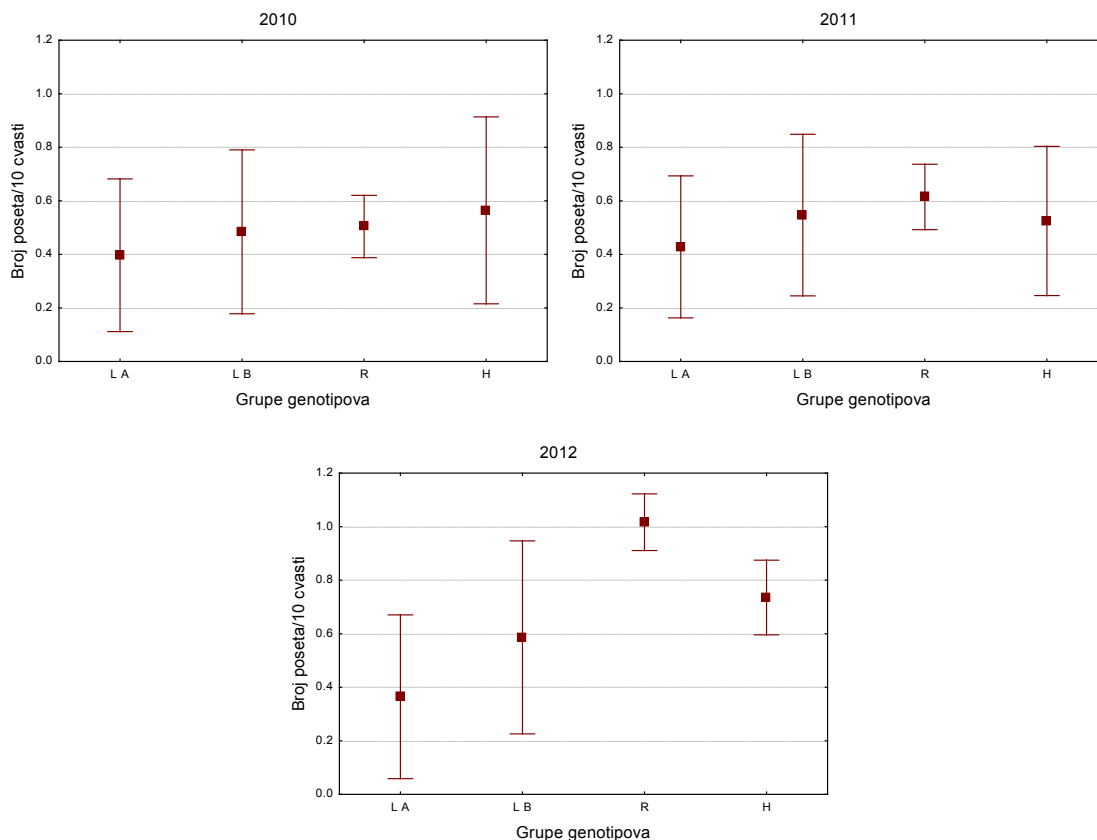
Година	Метеоролошки чиниоци	Укупни опрашивачи	Пчеле	Бумбари
2010	Температура (°C)	0.121	-0.315	0.716**
	Рел. влажност (%)	-0.173	0.307	-0.719**
2011	Температура (°C)	-0.510*	-0.623**	0.438*
	Рел. влажност (%)	0.442*	0.564**	-0.436*
2012	Температура (°C)	0.343	0.298	0.663**
	Рел. влажност (%)	-0.214	-0.144	-0.730**

6.3. Посета пчела

Kruskal-Wallis тест указао је на непостојање значајних разлика између година у погледу посете пчела. ($H=2,39$; $P=0,30$). Највећа посета пчела забележена је у 2012. години, укупно 1754 посета, просечно 0,61 посета/10 цвасти (таб. 3). У 2011. години просечна посета пчела је износила 0,51 посета/10 цвасти, док је у 2010. години била 0,47 посета/10 цвасти.

У 2010. години утврђено је постојање високозначајних разлика између генотипова по посети пчела ($H=340,53$; $P<0,01$). Између група генотипова није било значајних разлика у ранговима посете пчела (граф. 13). На линији *L4 B* забележена је највећа посета (1,14 посета/10 цвасти). Између ове линије и *L1 B*, *L4 A*, *L5 B*, *L8 A*, *L8 B*, *L10 A*, *R1*, *R3*, *R4*, *H2* и *H5* нису нађене значајне разлике у ранговима посете (граф. 14). Најмања посета пчела уочена је код *L3 A* (0,09 посета/10 цвасти). Најпривлачнији

рестауратор фертилности за пчеле био *R3* са 0,68 посета/10 цвасти. Између *R3* и осталих рестауратора фертилности није било значајних разлика у посети пчела. Код хибрида, најпривлачнији за пчеле био је *H5* са 0,96 посета/10 цвасти. Између хибрида *H5* и *H2* није било значајних разлика у ранговима посете. Стерилне линије и њихови фертилни аналози показали су исти ниво привлачности.



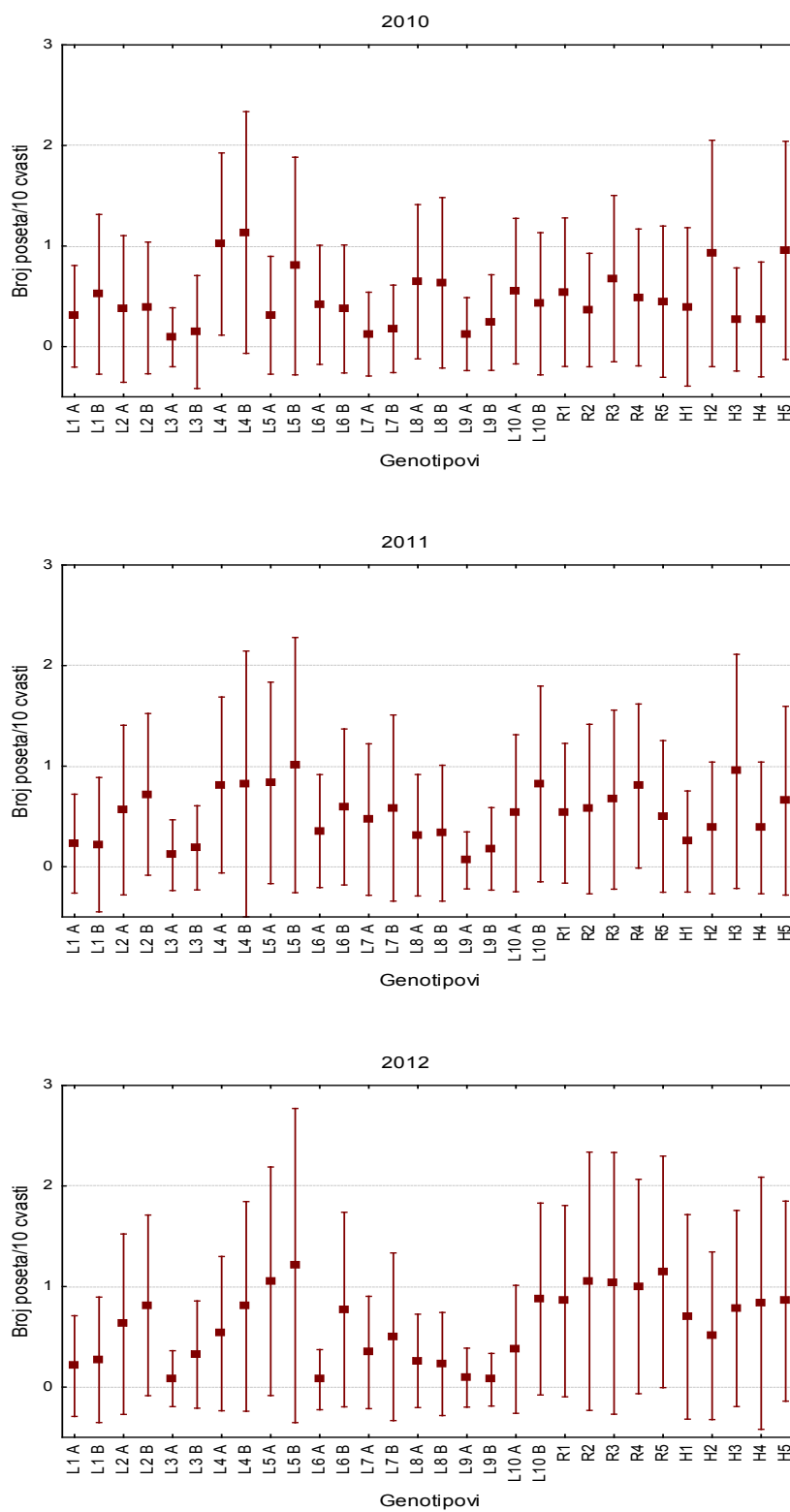
Граф. 13. Посета пчела (ср. вредност±ст. девијација) на стерилним аналозима (*L A*), фертилним аналозима (*L B*), рестаураторима фертилности (*R*) и хибридима (*H*) сунцокрета

У 2011. години уочене су високо значајане разлике у посети пчела између испитиваних генотипова ($H=285,05$; $P<0,01$). Између група генотипова (*L A*, *L B*, *R*, *H*) нису нађене значајне разлике у ранговима посете пчела (граф. 13). Највећа посета ових инсеката утврђена је код линије *L5 B*, и износила је 1,01 посета/10 цвасти (граф. 14). Разлике у ранговима посете пчела између ове линије и већине генотипова нису

биле значајне. Значајно нижа посета забележена је код *L1 A, L1 B, L3 A, L3 B, L8 A, L8 B, L9 A, L9 B* и *H1*. Међу њима, најмању посету имала је линија *L9 A* (0,06 посета/10 цвасти). Од рестауратора фертилности најпривлачнији за пчеле био је *R4* са 0,80 посета/10 цвасти. Није било значајне разлика у ранговима између овог и осталих рестауратора фертилности. Код хибрида највећа посета забележена је на *H3* (0,95 посета/10 цвасти). Значајна разлика у посети пчела утврђена је између хибрида *H3* и *H1*. Између стерилних линија и њихових фертилних аналога нису уочене значајне разлике у ранговима посете пчела.

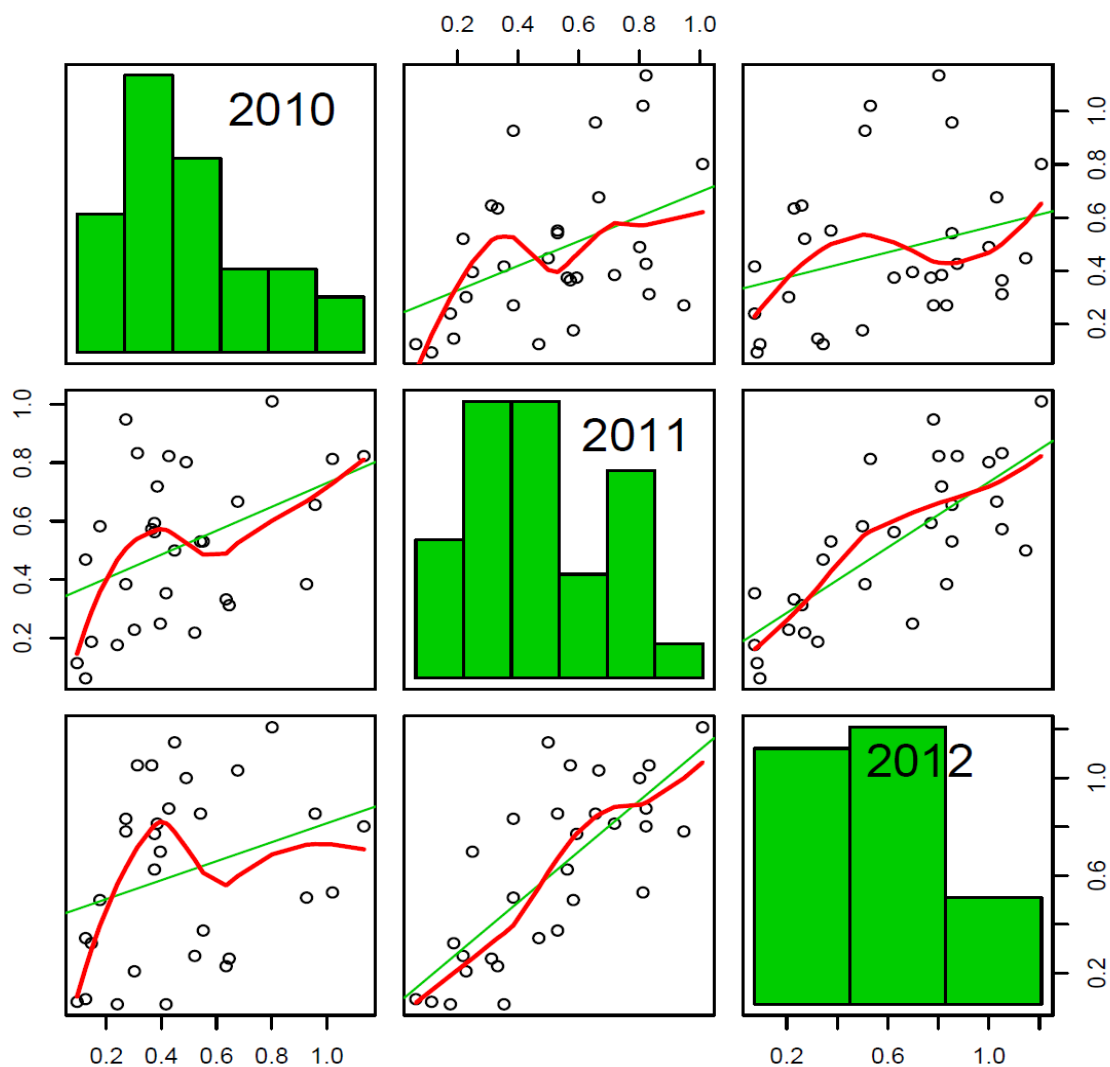
У 2012. години *Kruskal-Wallis* тест је указао на постојање високо значајних разлика између генотипова у погледу посете пчела ($H=417,62$; $P<0,01$). На рестаураторима фертилности забележена је значајно већа посета него на стерилним линијама (граф. 13). Између осталих група генотипова није било значајних разлика у ранговима посете пчела. Линија *L5 B* се показала као најпривлачнија за пчеле са 1,21 посета/10 цвасти (граф. 14). У истом рангу са овом линијом по посети пчела нашла се већина генотипова. Значајно нижу посету имале су линије *L1 A, L1 B, L3 A, L3 B, L6 A, L7 A, L8 A, L8 B, L9 A, L9 B* и *L10 A*. Од наведених линија, најмање пчела уочено је на *L6 A* и *L9 B* (0,07 посета/10 цвасти). Код рестауратора фертилности највећа посета пчела је забележена на *R5* (1,15 посета/10 цвасти). Између *R5* и осталих рестауратора фертилности нису утврђене значајне разлике у ранговима посете. Такође, ни између хибрида није било значајних разлика у посети пчела, а као најпривлачнији се показао *H5*, са 0,85 посета/10 цвасти. Посматрањем посете пчела стерилних линија и њихових фертилних аналога само у једном случају је уочена значајна разлика. Фертилна линија *L6 B* је имала значајно већи ранг посете од стерилног аналога (*L6 A*).

Позитавна корелација ранга нађена је између посете пчела током све три године испитивања (граф. 15). Између 2010. и 2011. године утврђена је значајна корелација ($r=0,41^*$), а између 2011. и 2012. године високо значајна корелација ($r=0,76^{**}$). Значајне корелације између година указују на сличан ранг генотипова у односу на посету пчела.



Граф. 14. Посета пчела (ср. вредност±ст. девијација) на генотиповима сунцокрета

Слабија корелација између 2010. и 2012. године, као и код укупне посете опрашивача, може бити последица велике разлике у климатским чиниоцима између година. Као најатрактивнији генотип за пчеле издвојила се линија *L5 B* која је у две од три године била најпосећенија. Код линија *L4 A* и *L4 B* је такође забележена учестала посета пчела. Са већом посетом током свих година испитивања код ресторера се издваја *R3* а код хибрида *H5*.



Граф. 15. Тачкасти дијаграм односа посете пчела на генотиповима сунцокрета (број посета/10 цвасти)

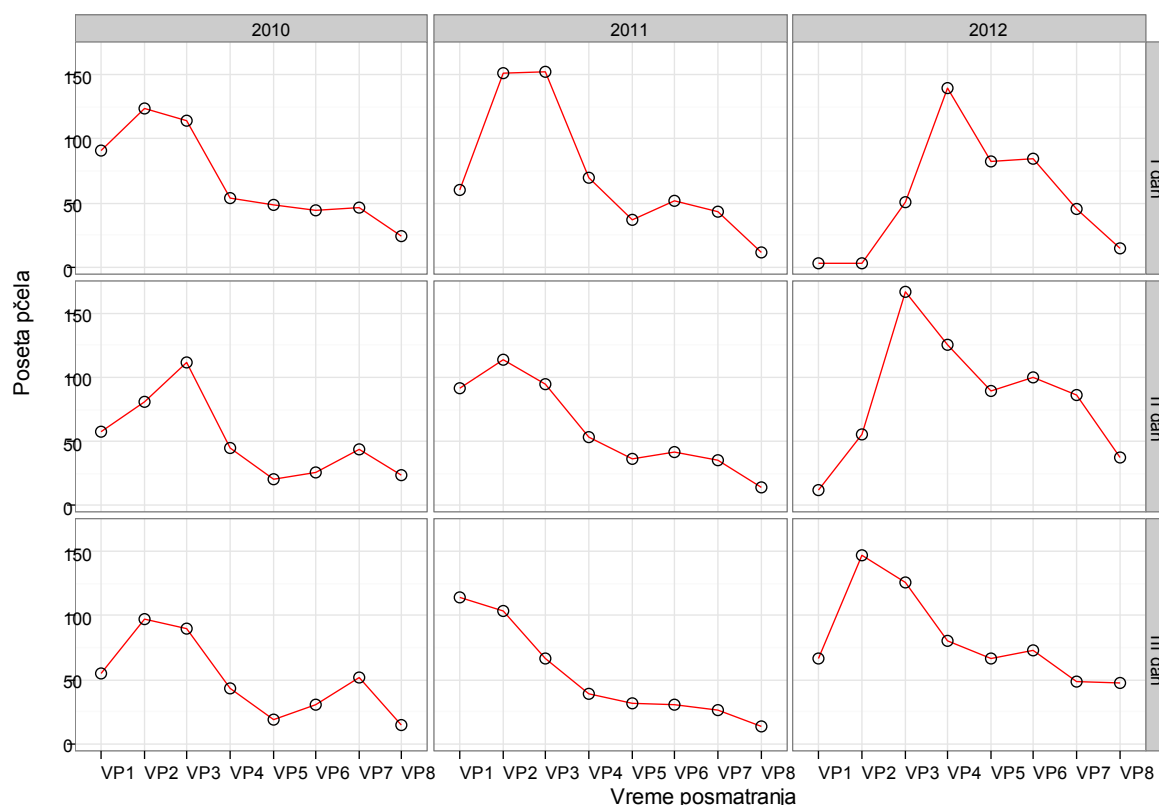
И поред велике разлике у климатским условима није било значајне разлике између година у погледу посете пчела. Други аутори говоре о јаком утицају климатских чинилаца на посету пчела (Miklič, 1996; Yadav et al., 2007). Током све три године забележене су високо значајне разлике између генотипова у погледу посете пчела. Што се тиче разлика у посећености група генотипова ситуација је била идентична као и код укупне посете опрашивача. То је и очекивано јер пчеле чине највећи део укупних опрашивача. Једина значајна разлика у посети пчела утврђена је између ресатауратора фертилности и стерилних линија у 2012. Током три године само је у једном случају уочена значајна разлика у привлачности стерилних и фертилних аналога. *Satyanarayana and Seetharam* (1982) су забележили већу посету пчела на генотиповима који продукују полен. У супротности са овим, *Parker* (1981) говори о томе да медоносне пчеле преферирају стерилне линије. Непостојање разлике између стерилних и фертилних аналога са једне стране, а утврђена разлика у привлачности генотипова са друге стране, говори у прилог значајног утицаја фактора генотипа на привлачност пчела. *Pham-Delegue et al.* (1989) говоре да се пчеле опредељују за одређене генотипове сунцокрета на основу ароме цвета.

6.3.1 Утицај времена посматрања, температуре и релативне влажности ваздуха на посету пчела

На графикону 16. приказана је дневна динамика посете пчела. Највећа посета је забележена од 8 до 9 часова након чега се уочава тренд смањења. Мањи скок посете примећен је у поподневним часовима (15-17 часова). Може се уочити велика сличност са динамиком посете укупних полинатора што је, као што је већ поменуто, и разумљиво због великог удела пчела у укупној популацији опрашивача сунцокрета (таб. 3). *Satyanarayana and Seetharam* (1982) су највећу активност пчела уочили у 10:30 часова, као и у 16:30 часова.

Највећа посета пчела током све три године уочена је при температури ваздуха 22-24°C (граф. 17). Такође, *Sinha and Atwal* (2000) су уочили највећу активност пчела

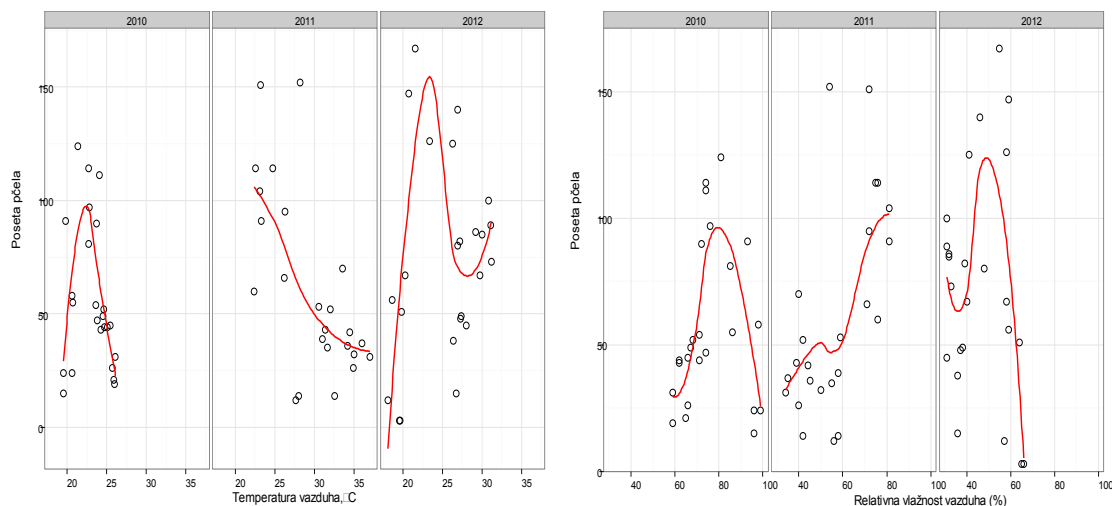
при температури од 23°C, а *Puškadija i sar.* (2009) при температури 20-25°C. У 2010. и 2011. години утврђена је негативна корелација ранга између температуре ваздуха и посете пчела, док је у 2012. години ова корелација била позитивна (таб. 4). Статистички значајна корелација добијена је у 2011. години. У сличним експерименталним условима *Miklić i sar.* (2002) су утврдили позитивну корелацију ($r=0,71$) између посете пчела и температуре ваздуха.



Граф. 16. Дневна динамика посете пчела на сунцокрету

При релативној влажности ваздуха од око 80% уочена је највећа посета пчела у 2010. и 2011. години (граф. 17). Пчеле су у 2012. години биле најактивније при нижој влажности ваздуха (50%). У овој години, као последица суше, влажност ваздуха у време праћења посете опрашивача је била нижа него у предходне две године. У 2010. и 2011. години утврђена је позитивна, а у 2012. негативна корелација ранга између релативне влажности ваздуха и посете пчела (таб. 4). Утврђена

корелација ранга у 2011. години била је високо значајна, док остале нису биле статистички значајне. *Miklić i sar.* (2002) утврдили су негативну корелацију ($r=-0,56$) између посете пчела и релативне влажности ваздуха.



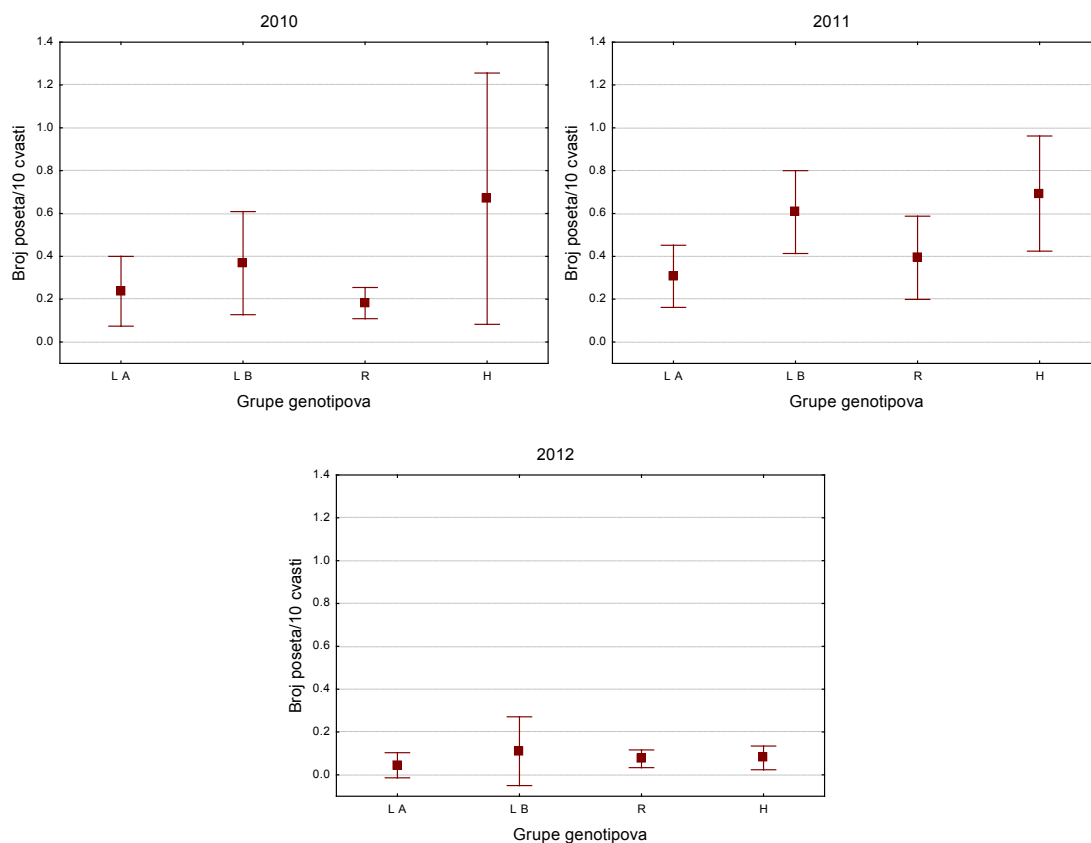
Граф. 17. Посета пчела на генотиповима сунцокрета у зависности од температуре и релативне влажности ваздуха представљена непараметријском *LOESS* регресијом

6.4. Посета бумбара

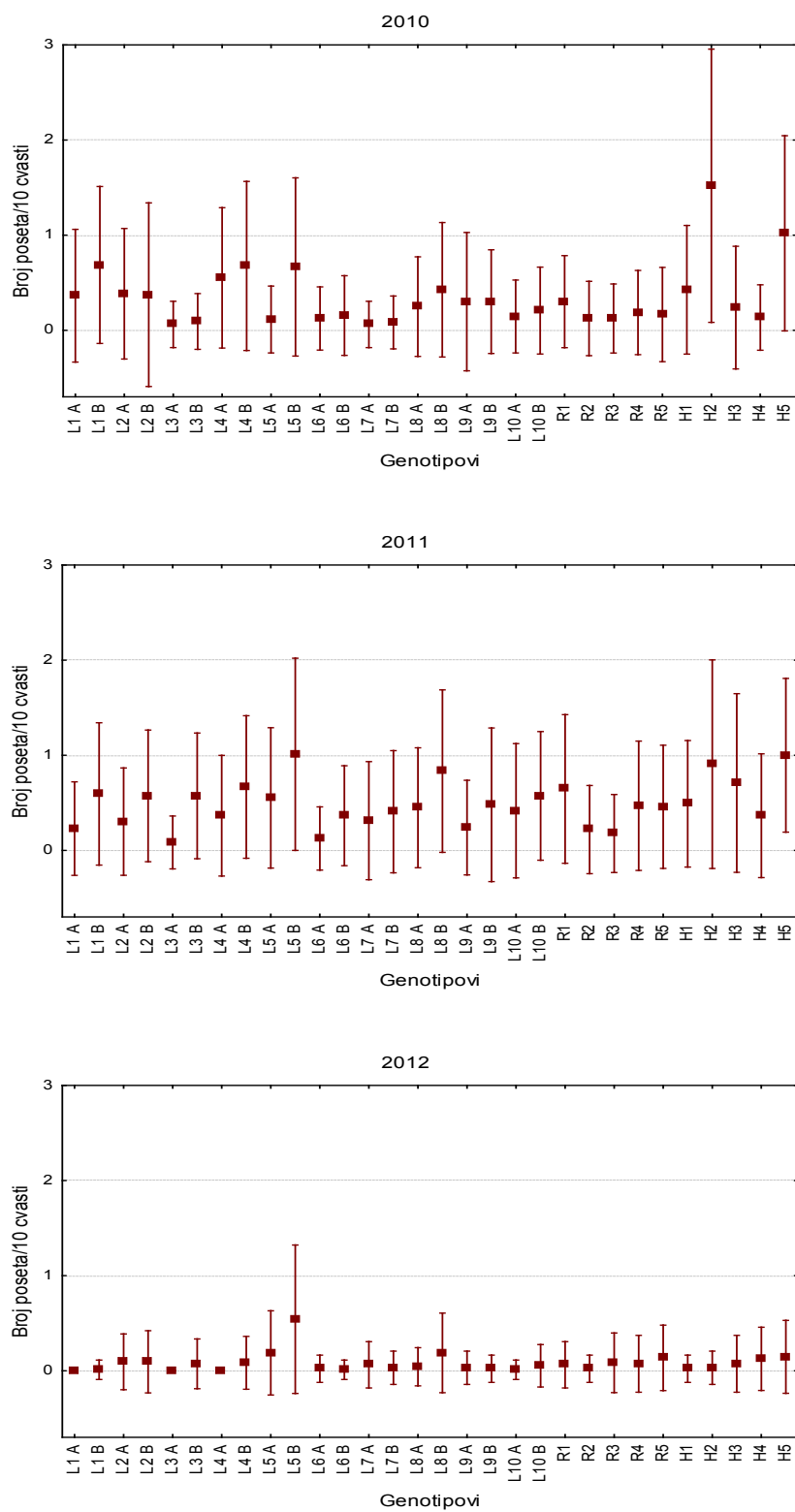
Kruskal-Wallis тест показао је високо значајану разлику између година у погледу посете бумбара ($H=48,57$; $P<0,01$). Највећа посета, од укупно 1400 бумбара (0,49 посета/10 цвасти), забележена је 2011. године (таб. 3). Нешто нижа посета бумбара уочена је у 2010. години (0,34 посета/10 цвасти). Значајно мања посета бумбара у односу на претходне године утврђена је у 2012. години (0,08 посета/10 цвасти).

У 2010. години забележене су високо значајне разлике између генотипова у посети бумбара ($H=463,72$; $P<0,01$). Између стерилних и фертилних аналога, рестауратора фертилности и хибрида није било значајних разлика у ранговима посете (граф. 18). Најпривлачнији за бумбаре био је хибрид *H2* са 1,52 посете/10 цвасти

(граф. 19). Непараметријским тестом вишеструких поређења просечних рангова група није утврђена значајна разлика између хибрида *H2* и *L1 B*, *L4 B*, *L5 B* и *H5*. Најмања посета бумбара забележена је код линија *L3 A* и *L7 A* (0,06 посета/10 цвасти). Код линија, највећу посету бумбара имала је *L1 B* (0,69 посета/10 цвасти). Између ове линије и *L1 A*, *L2 A*, *L2 B*, *L4 A*, *L4 B*, *L5 B*, *L8 A*, *L8 B*, *L9 A* и *L9 B* нису нађене значајне разлике у ранговима. Од рестауратора фертилности, *R1* се показао најпривлачнији за бумбаре са 0,30 посета/10 цвасти. Није било разлика у ранговима посете бумбара између *R1* и осталих рестауратора фертилности. Фертилни аналози били су нешто привлачнији од стерилних, међутим, само *L5 B* је имао значајно већу посету од стерилног аналога.



Граф. 18. Посета бумбара (ср. вредност±ст. девијација) на стерилним аналозима (*L A*), фертилним аналозима (*L B*), рестаураторима фертилности (*R*) и хибридима (*H*) сунцокрета



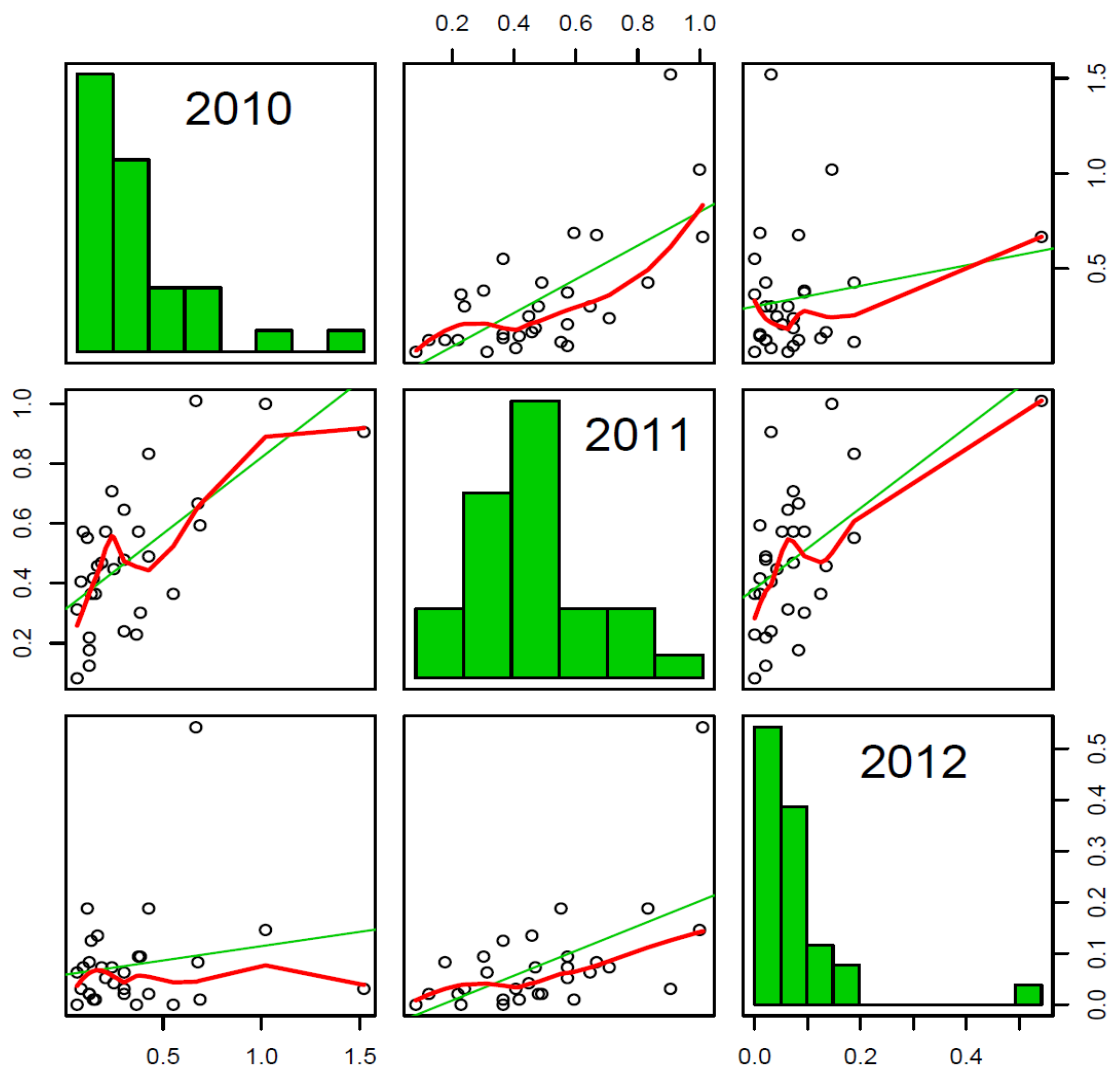
Граф. 19. Посета бумбара (ср. вредност±ст. девијација) на генотиповима сунцокрета

У 2011. години *Kruskal-Wallis* тест је указао на постојање високо значајних разлика у посети бумбара испитиваних генотипова сунцокрета ($H=303,35$; $P<0,01$). Хибриди и фертилни аналози су имали значајно већи ранг посете бумбара од стерилних линија (граф. 18). Највиши ранг посете бумбара у овој години забележен је код хибрида *H5* (1,00 посета/10 цвасти). Између хибрида *H5*, линија *L1 B*, *L2 B*, *L3 B*, *L4 B*, *L5 A*, *L5 B*, *L8 B*, *L10 B*, рестауратора фертилности *R1*, и хибрида *H2* и *H3* није било значајних разлика (граф. 19). Најмању посету имала је линија *L3 A* (0,08 посета/10 цвасти). Од линија, *L5 B* је била најпривлачнија за бумбаре (1,01 посета/10 цвасти). Примећује се да ова линија има већу посету од хибрида *H5*, међутим, овај хибрид је имао бољи ранг. Између линије *L5 B* и линија *L1 B*, *L2 B*, *L3 B*, *L4 B*, *L5 A*, *L8 A*, *L8 B*, *L10 B*, није било значајних разлика у ранговима посете бумбара. Код рестауратора фертилности највећа посета бумбара забележена је на *R1* (0,65 посета/10 цвасти), а значајно мању посету имао само *R3*. Фертилни аналози су имали већу посету бумбара од стерилних, међутим, само код *L3 B* је забележена значајно већа посета него на њеном стерилном аналогу.

Kruskal-Wallis тест је указао на постојање високо значајне разлике између генотипова у погледу посете бумбара у 2012. години ($H=279,61$; $P<0,01$). Није било разлика у ранговима између линија, рестауратора фертилности и хибрида (граф. 18). Највише бумбара уочено је на линији *L5 B* (0,54 посета/10 цвасти). Није утврђена значајна разлика у посети између линије *L5 B* и *L2 A*, *L5 A*, *L8 B*, *R5*, *H4* и *H5* (граф. 19). На линијама *L1 A* и *L4 A* није забележена ни једна посета. Код рестауратора фертилности, *R5* је са 0,14 посета/10 цвасти био најпривлачнији за бумбаре. Између *R5* и осталих рестауратора фертилности није било значајних разлика у ранговима посете бумбара. Најпривлачнији хибрид био је *H5* са 0,15 посета/10 цветова. Између хибрида није било значајних разлика у посети бумбара. Такође, ранг посете се није значајно разликовао ни између стерилних линија и њихових фертилних аналога.

Позитивна корелација ранга је нађена између посете бумбара у свим годинама праћења (граф. 20). Између 2010. и 2011. године ($r=0,60^{**}$), као и између 2011. и 2012. године ($r=0,48^{**}$) утврђен је висок степен сагласности. Висока корелација

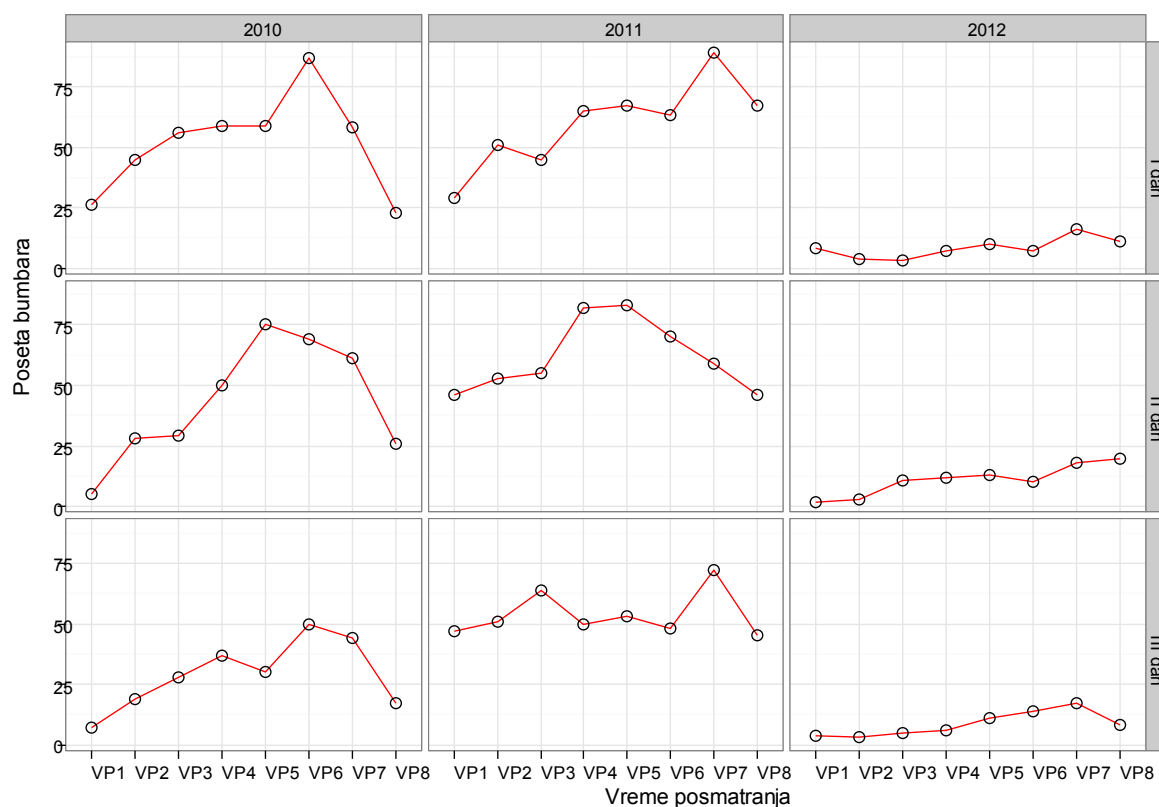
показује да су генотипови имали сличан ранг посете бумбара. Као и код посете пчела, слабија корелација, вероватно последица разлике у климатским чиниоцима, забележена је између 2010. и 2012. године.



Граф. 20. Тачкасти дијаграм односа посете бумбара на генотиповима сунцокрета (број посета/10 цвасти)

По привлачности за бумбаре током прве две године издвојили су се *L1 B*, *L4 B*, *L5B*, *H2* и *H5*. Треће године, у којој је забележено јако мало присуство ових инсеката, од поменутих генотипова по посети бумбара издвојили су се *L5B* и *H5*. Међу овим генотиповима није се нашла ниједна стерилна линија указујући да бумбари

преферирају генотипове који продукују полен. Бумбари користе полен као главни извор протеина неопходан женкама за лежење јаја, као и за пораст ларви (*Plowright and Pendrel, 1977; Genissel et al., 2002*). Од временских услова зависи да ли ће бумбари скупљати полен или нектар. Виша температура, ветар и нижа влажност ваздуха фаворизују скупљање полена (*Peat and Goulson, 2005*). Бележење посете опрашивача вршено је управо у време високих температура и ниже влажности ваздуха.



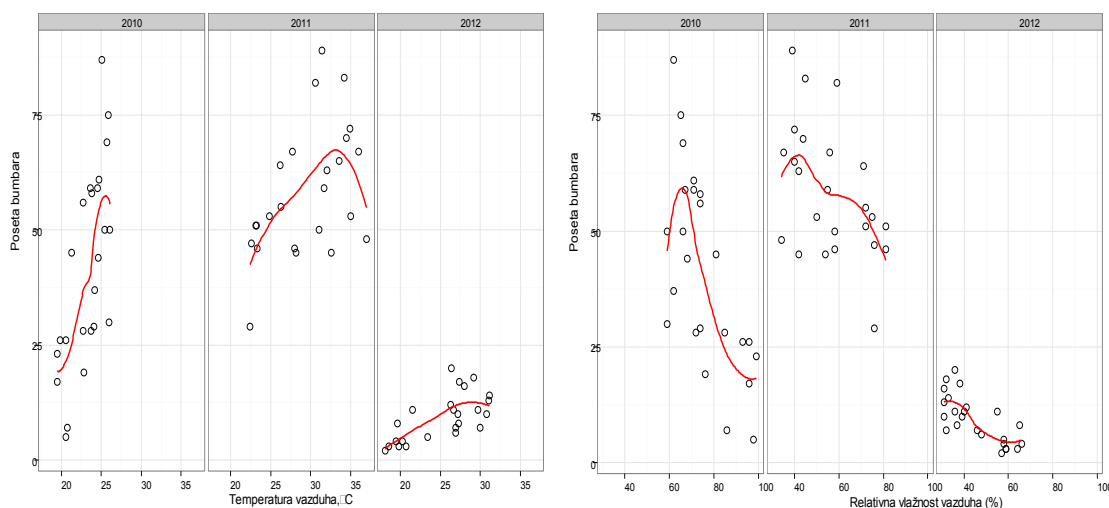
Граф. 21. Дневна динамика посете бумбара на сунцокрету

Као и код посете пчела, велика варијабилност забележена је и код посете бумбара (граф. 18. и 19). Година је имала високо значајан утицај на посету бумбара. Генотип је током све три године показао високо значајан утицај на посету бумбара. Само у 2011. години је утврђена значајна разлика између група генотипова у посети. Хибриди и фертилни аналози имали су већу посету бумбара од стерилних линија.

Miklić (1996) је такође запазио да бумбари више посећују хибриде од стерилних линија. Током три године, ранг посете између стерилних и фертилних аналога се разликовао само у појединачним случајевима.

6.4.1. Утицај времена посматрања, температуре и релативне влажности ваздуха на посету бумбара

Највећа посета бумбара примећена је у поподневним часовима (граф. 21). Најчешће је достигала максимум између 15 и 17 часова.



Граф. 22. Посета бумбара на генотиповима сунцокрета у зависности од температуре и релативне влажности ваздуха представљена непараметријском *LOESS* регресијом

При температури ваздуха од 25-33°C уочена је највећа посета бумбара (граф. 22). Са растом температуре повећавала се и посета. Овоме у прилог говори значајна позитивна корелација ранга између посете бумбара и температуре ваздуха током све три године (таб. 4). *Miklić* (1996) је такође утврдио позитиван утицај температуре на посету бумбара. *Lundberg* (1980) наводи да су температура и светлост најважнији еколошки фактори који утичу на лет бумбара.

Посета бумбара је достигала свој максимум у широком распону влажности ваздуха (30-70%) у зависности од године (граф. 22). Овај распон се може објаснити различитим метеоролошким условима у годинама посматрања. Посебно је изражена разлика између 2010. године, која је била влажнија од вишегодишњег просека, и екстремно сушне 2012. године. Порастом влажности ваздуха посета бумбара се смањивала што потврђују и значајни негативни коефицијенти корелације ранга (таб. 4). Ово је у складу са запажањима која је изнео *Miklič* (1996).

6.5. Виталност полена

Виталност полена сунцокрета испитивана је током три године код 20 фертилних генотипова. Линија *L4 B* је због екстремно ниске виталности полена искључена из даље анализе. Анализа варијансе показала је високо значајан утицај генотипа, године и интеракције генотип \times година на виталност полена (таб. 5). Суме квадрата из табеле 5. показују се да је варијација у виталности полена највише резултат утицаја генотипа (75%), затим интеракције генотип \times година (19%), а најмање утицаја године (3%).

Таб. 5. Анализа варијансе виталности полена сунцокрета

Извор варијације	Степени слободe	Суме квадрата	Средине квадрата	Ф-тест
Генотип	18	3394	188,6	162,0**
Година	2	122	60,8	52,3**
Ген. \times Год.	36	866	24,6	21,2**
Погрешка	114	132	1,2	-
Укупно	170	4534	-	-

Полен је имао највећу виталност у 2011. години (95,36%). Значајно нижа виталност утврђена је у другим годинама испитивања (таб. 6). У 2010. години забележена је већа количина падавина у односу на вишегодишњи просек, док је 2012. година била екстремно сушна. Полен у условима високе температуре и ниске

влажности ваздуха услед сушења брзо губи клијавост, док се при сувишној влажности, поленова зрна слећују и угињавају (Kastori, 1989). Prasad et al. (2006) су нашли да висока температура смањује виталност полена код сирка (*Sorghum bicolor*). Приликом повећања температуре за четири степена (са 32/22 на 36/26 °C) забележено је смањење виталности полена за 26%. Ozolinčius et al. (2009) су забележили смањење клијавости полена белог бора (*Pinus sylvestris* L.) услед земљишне суше.

Таб. 6. Виталност полена генотипова сунцокрета (%)

Генотип	2010.	2011.	2012.	Просек
L1 B	88,61 ^{pq}	88,82 ^{pq}	90,46 ^{n-q}	89,30 ⁱ
L2 B	96,38 ^{b-i}	97,32 ^{a-g}	88,31 ^{pq}	94,00 ^{fg}
L3 B	94,21 ^{i-m}	97,87 ^{a-c}	95,59 ^{d-j}	95,89 ^{de}
L4 B*	37,92	20,78	92,99	50,56
L5 B	97,08 ^{a-h}	97,22 ^{a-g}	97,80 ^{a-d}	97,37 ^{a-c}
L6 B	96,14 ^{b-i}	95,28 ^{f-k}	97,34 ^{a-g}	96,25 ^{c-e}
L7 B	83,10 ^r	91,29 ^{m-q}	92,55 ^{k-o}	88,98 ⁱ
L8 B	97,58 ^{a-f}	97,01 ^{a-h}	96,89 ^{a-h}	97,16 ^{a-d}
L9 B	91,33 ^{m-q}	92,90 ^{j-n}	91,04 ^{m-q}	91,76 ^h
L10 B	97,01 ^{a-h}	94,67 ^{h-l}	94,72 ^{h-l}	95,47 ^{ef}
R1	95,49 ^{e-k}	96,22 ^{b-i}	96,38 ^{b-i}	96,03 ^{de}
R2	81,57 ^r	92,02 ^{l-p}	74,42 ^s	82,67 ^j
R3	96,25 ^{b-i}	96,96 ^{a-h}	95,49 ^{e-k}	96,23 ^{de}
R4	88,87 ^{o-q}	88,17 ^q	89,42 ^{n-q}	88,82 ⁱ
R5	92,99 ^{j-n}	98,57 ^a	97,48 ^{a-g}	96,35 ^{b-e}
H1	97,80 ^{a-d}	97,99 ^{ab}	97,60 ^{a-f}	97,80 ^a
H2	90,07 ^{n-q}	95,38 ^{e-k}	95,78 ^{c-j}	93,75 ^g
H3	98,62 ^a	98,20 ^{ab}	95,10 ^{g-l}	97,31 ^{ab}
H4	97,67 ^{a-e}	98,63 ^a	97,57 ^{a-f}	97,95 ^a
H5	98,06 ^{ab}	97,24 ^{a-g}	98,14 ^{ab}	97,81 ^a
Просек	93,62 ^b	95,36 ^a	93,79 ^b	92,07

* због екстремно ниске вредности генотип је искључен из тестирања; различита слова указују на постојање значајне разлике (P<0,05)

Посматрањем просечних вредности за све три године из табеле 6. највећа виталност забележена је код хибрида H4 (97,95%). Између овог хибрида и L5 B, L8 B, H1, H3 и H5 није било значајне разлике у виталности полена. Четири од пет

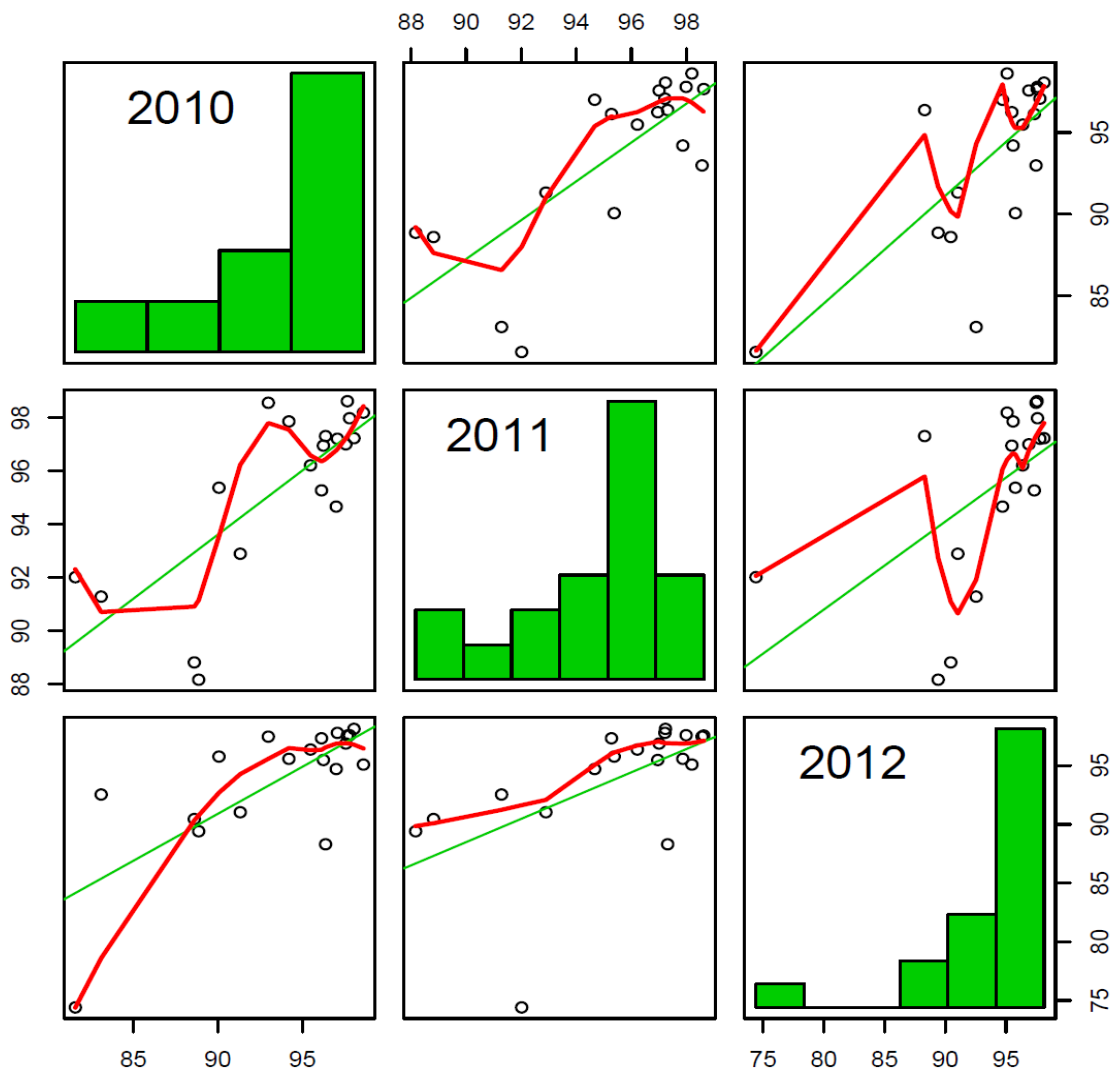
посматраних хибрида нашли су се у самом врху по виталности полена. *Miklič* (1996) се слаже са тврдњом да хибриди продукују виталнији полен од родитељских линија. Најмањи просек виталности полена имала је линија *L4 B* (50,56%). У оквиру линија, просечно највиталнији полен имала је *L5 B* (97,36%). Није било значајне разлике између ове линије, *L6 B* и *L8 B*. Код рестауратора фертилности највиталнији полен имао је *R5* (96,35%). Није било значајне разлике између рестауратора фертилности *R5*, *R1* и *R3*. *Atlagić* (1990) и *Miklič* (1996) су у испитивању полена код свих генотипова сунцокрета забележили виталност већу од 90%. У овом испитивању код три линије и два рестауратора фертилности забележена је виталност полена нижа од 90%.

У 2010. години највећа виталност полена је забележена код хибрида *H3* (98,62%). Између *H3* и *L5 B*, *L8 B*, *L10 B*, *H1*, *H4* и *H5* није било значајне разлике (таб. 6). Најмање виталан полен имала је линија *L4 B* (37,92%). Највиталнији полен код линија је имала *L8 B* (97,58%). Није утврђена значајна разлика између *L8 B* и линија *L2 B*, *L5 B*, *L6 B* и *L10 B*. Највиталнији полен од рестауратора фертилности имао је *R3* (96,25%). Није било значајне разлике између рестауратора фертилности *R3* и *R1*.

Највећу виталност полена у 2011. години имао је хибрид *H4* (98,63%). Није било значајне разлике између хибрида *H4* и *L2 B*, *L3 B*, *L5 B*, *L8 B*, *R3*, *R5*, *H1*, *H3* и *H5* (таб. 6). И ове године, најмање виталан полен имала је линија *L4 B* (20,78%). Ова виталност представља најнижу измерену у огледу. Највиталнији полен од линија имала је *L3 B* (97,87%). Између *L3 B* и линија *L2 B*, *L5 B* и *L8 B* није било значајне разлике у виталности полена. Код рестауратора фертилности највећа виталност полена утврђена је код *R5* (98,57%). Такијев тест није открио значајне разлике између рестауратора фертилности *R5* и *R3*.

У 2012. години највиталнији полен имао је хибрид *H5* (98,14%). Није било значајне разлике између овог хибрида и генотипова *L5 B*, *L8 B*, *R1*, *R5*, *H1* и *H4* (таб. 6). Рестауратор фертилности *R2* имао је најмање виталан полен (74,42%). Код линија, највећа виталност полена забележена је на *L5 B* (97,80%). Између ове линије и *L3 B*,

L6 B и *L8 B* није било значајне разлике. Највитаљнији полен код рестауратора фертилности имао је *R5* (97,48%). Није било значајне разлике у витаљности полена између овог и рестауратора фертилности *R1*.



Граф. 23. Тачкасти дијаграм односа витаљности полена фертилних генотипова сунцокрета (%)

Између витаљности полена у три године испитивања утврђена је позитивна високозначајна корелација (граф. 23). Највећи коефицијент корелације ранга добијен је између 2010. и 2011. ($r=0,72^{**}$), нешто нижи између 2010. и 2012. ($r=0,62^{**}$), а

најнижи између 2011. и 2012. године ($r=0,61^{**}$). Ови високозначајни коефицијенти указују на велику сличност у ранговима генотипова између година. Из тога се може претпоставити да је виталност полена више условљена генотипом него годином (чак и у годинама са веома различитим климатским условима).

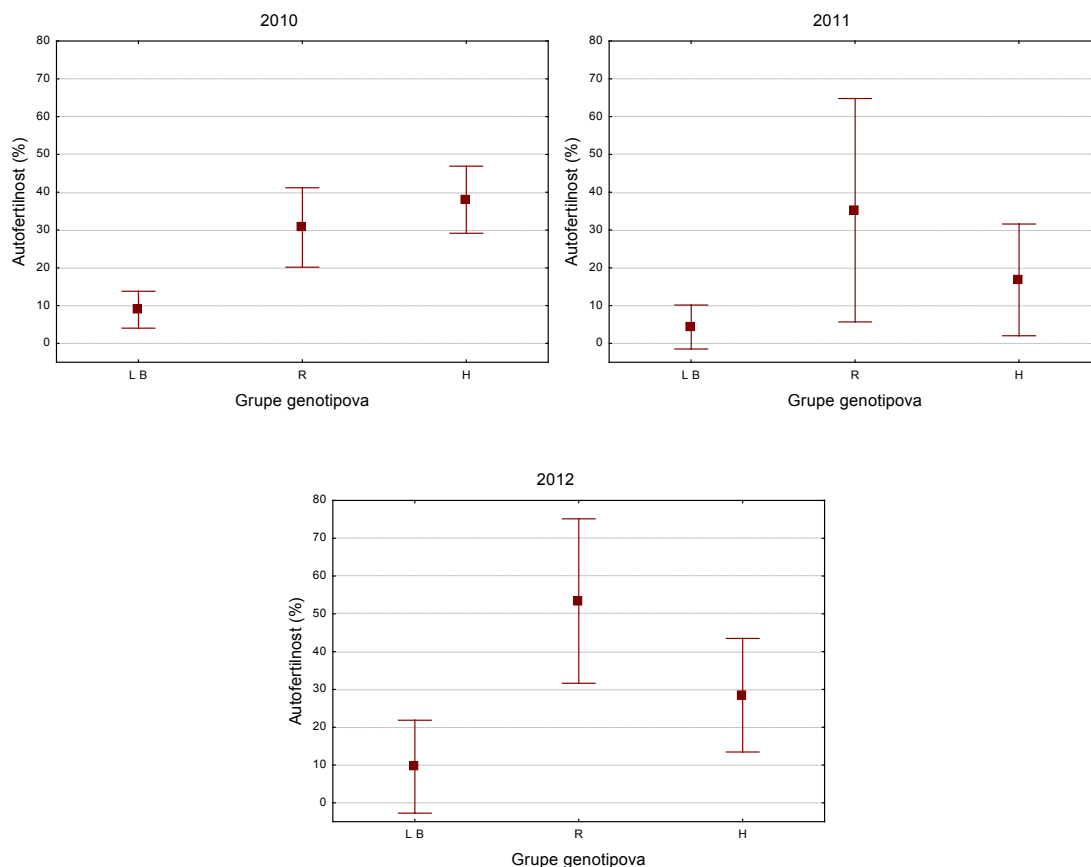
6.6. Аутофертилност

Kruskal-Wallis тест указао је на непостојање статистички значајне разлике у аутофертилности између година испитивања ($H=5,17$; $P=0,07$). Највећа аутофертилност забележена је у 2012. години (25,21%). Нешто мања забележена је у 2010. години (21,66%), а најмања у 2011. години (15,22%).

У 2010. години уочено је постојање високо значајне разлике између генотипова у погледу аутофертилности ($H=310,91$; $P<0,01$). Код хибрида и рестауратора фертилности је утврђена значајно већа аутофертилност у односу на фертилне аналоге (граф. 24). Хибрид *H3* имао је највећу аутофертилност (47,11%). Непараметријским тестом вишеструких поређења нису нађене значајне разлике између *H3*, осталих хибрида и рестауратора фертилности *R1*, *R2*, *R3* и *R4* (граф. 25). Од свих испитиваних генотипова најмању аутофертилност имала је линија *L3 B* (1,79%). У оквиру линија, највећу аутофертилност имала је *L5 B* (16,75%). Значајно мању аутофертилност од *L5 B* имале су линије *L3 B* и *L4 B*. Код рестауратора фертилности, највећу аутофертилност имао је *R1* (44,06%). Није било значајне разлике у ранговима између *R1* и осталих рестауратора.

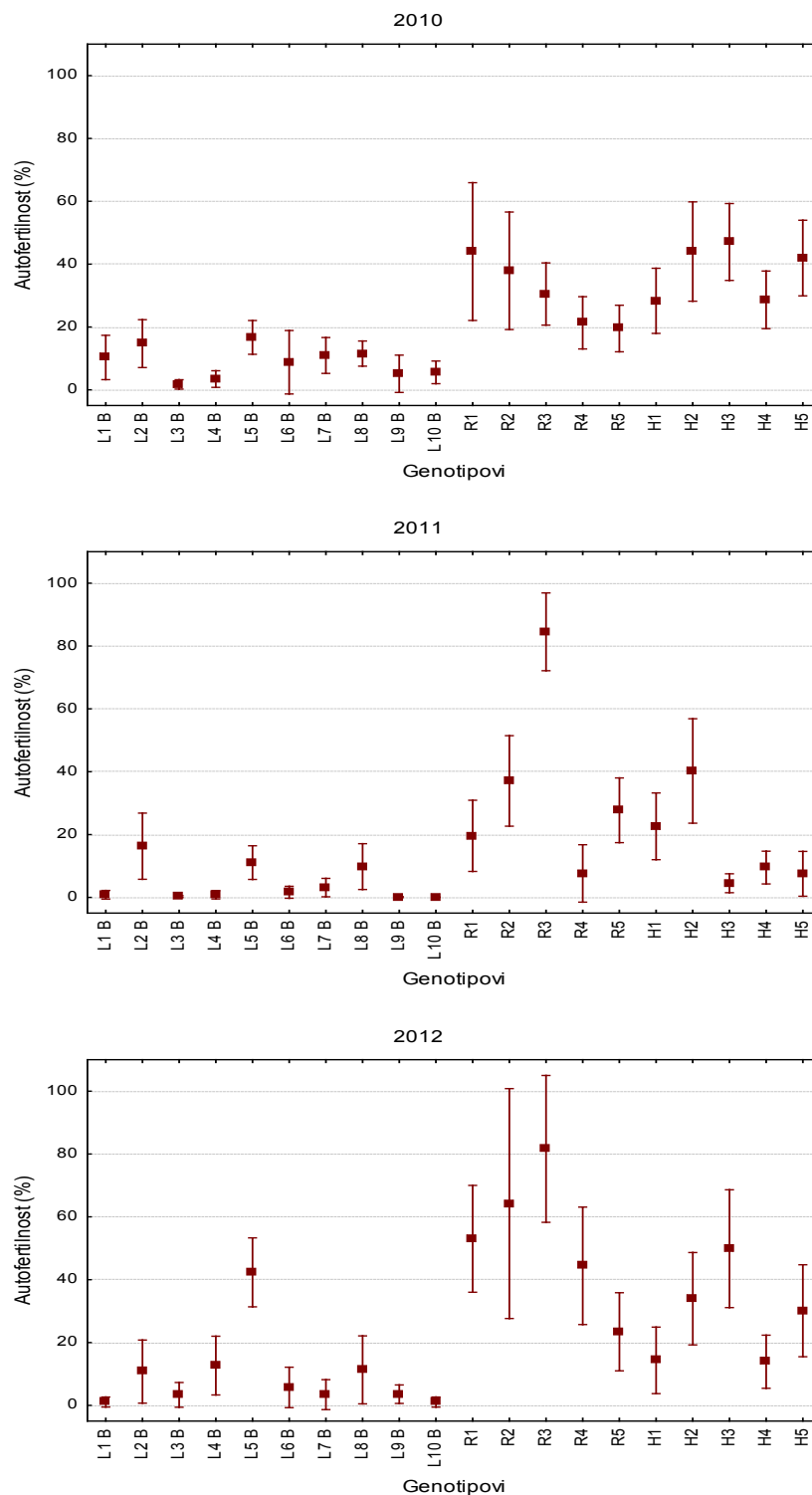
Kruskal-Wallis тест је указао на постојање високо значајне разлике између аутофертилности посматраних генотипова у 2011. години ($H=331,67$; $P<0,01$). Рестауратори фертилности имали су значајно већу аутофертилност од линија (граф. 24). Највећа аутофертилност забележена је код рестауратора фертилности *R3* (84,48%). Између рестауратора *R3* и *L2 B*, *R1*, *R2*, *R5*, *H1* и *H2* нису нађене значајне разлике у ранговима (граф. 25). Најмању аутофертилност у 2011. години имала је

линија *L10 B* (0,04%). Код линија, на *L2 B* је забележена највећа аутофертилност (16,26%). Није било значајне разлике између ове линије и *L5 B*, *L7 B* и *L8 B*. Од хибрида, највећу аутофертилност имао је *H2* (40,20%). Између хибрида *H2*, *H1* и *H4* нису утврђене значајне разлике у ранговима.



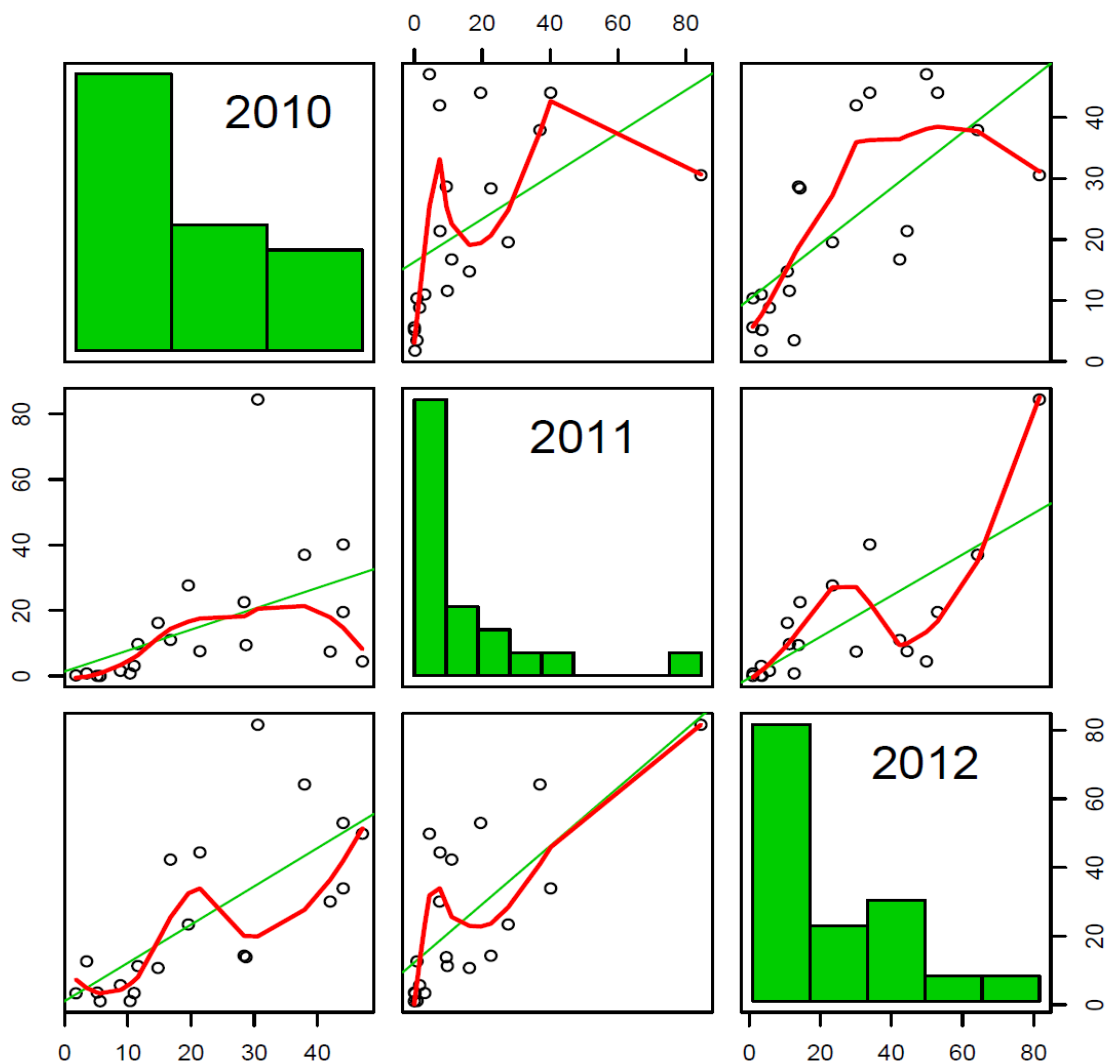
Граф. 24. Аутофертилност (ср. вредност±ст. девијација) фертилних аналога (*L B*), рестауратора фертилности (*R*) и хибрида (*H*) сунцокрета

У 2012. години забележене су високо значајне разлике између генотипова у погледу аутофертилности ($H=314,04$; $P<0,01$). Рестауратори фертилности су, као и у 2011. години, имали значајно већу аутофертилност од линија (граф. 24). Највећу аутофертилност, 81,63%, имао је *R3* (граф. 25). Није било значајне разлике између овог рестауратора и *L5 B*, *R1*, *R2*, *R4*, *H2*, *H3* и *H5*. Линија *L10 B* имала је најмању аутофертилност (1,05%).



Граф. 25. Аутофертилност фертилних (ср. вредност±ст. девијација) генотипова сунцокрета

У оквиру линија, највећа аутофертилност забележена је на *L5 B* (42,34%). Између ове и осталих линија утврђене су значајне разлике. Од хибрида, највећу аутофертилност имао је *H3* (49,87%). Нису нађене значајне разлике у ранговима аутофертилности између овог хибрида, *H2* и *H5*.



Граф. 26. Тачкасти дијаграм односа аутофертилности генотипова сунцокрета (%)

Графикон 26. открива позитивну корелацију између аутофертилности током периода истраживања. Најјача корелација забележена је између 2010. и 2012. године ($r=0,82^{**}$), затим између 2011. и 2012. године ($r=0,75^{**}$), а најслабија корелација

између 2010. и 2011. године ($r=0,71^{**}$). Високо значајни коефицијенти корелације указују на веома сличан ранг генотипова у све три године. Већина рестауратора фертилности и хибрида су током периода истраживања били у врху по аутофертилности. Посебно се издвојио *R3*, који је две године имао највећу аутофертилност. Из овога се може претпоставити да је аутофертилност више резултат деловања фактора генотипа него деловања еколошких фактора, односно године. У прилог овоме говоре високо значајане разлике између генотипова, и то што између година није утврђена значајна разлика, у погледу аутофертилности.

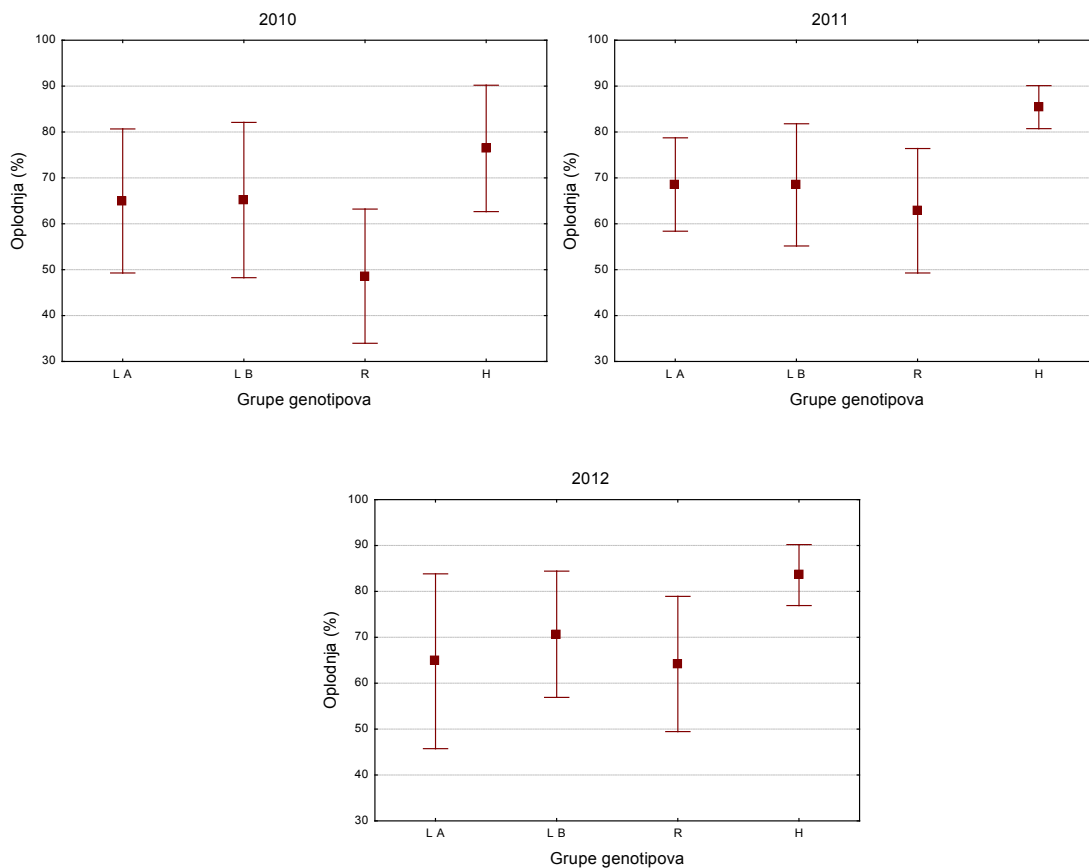
Поређењем група генотипова забележено је да су фертилне линије имале значајно мању аутофертилност од рестауратора током целог експеримента, а од хибрида само у 2010. години. Између хибрида и рестауратора фертилности није било значајне разлике. У испитивању које је спровео *Miklić* (1996), аутофертилност генотипова сунцокрета се кретала од 0-62%. У овом испитивању, она се кретала од 0,04-84,48%. *Astiz et al.* (2011) говоре о високој аутофертилности код хибрида новије генерције.

6.7. Степен оплодње цвасти

Нису утврђене статистички значајне разлике између степена оплодње цвасти сунцокрета у посматраним годинама ($H=2,52$; $P=0,28$). Највећи степен оплодње забележен је у 2011. години (70,40%). У 2012. години просечан степен оплодње износио је 69,76% а у 2010. години 64,22%.

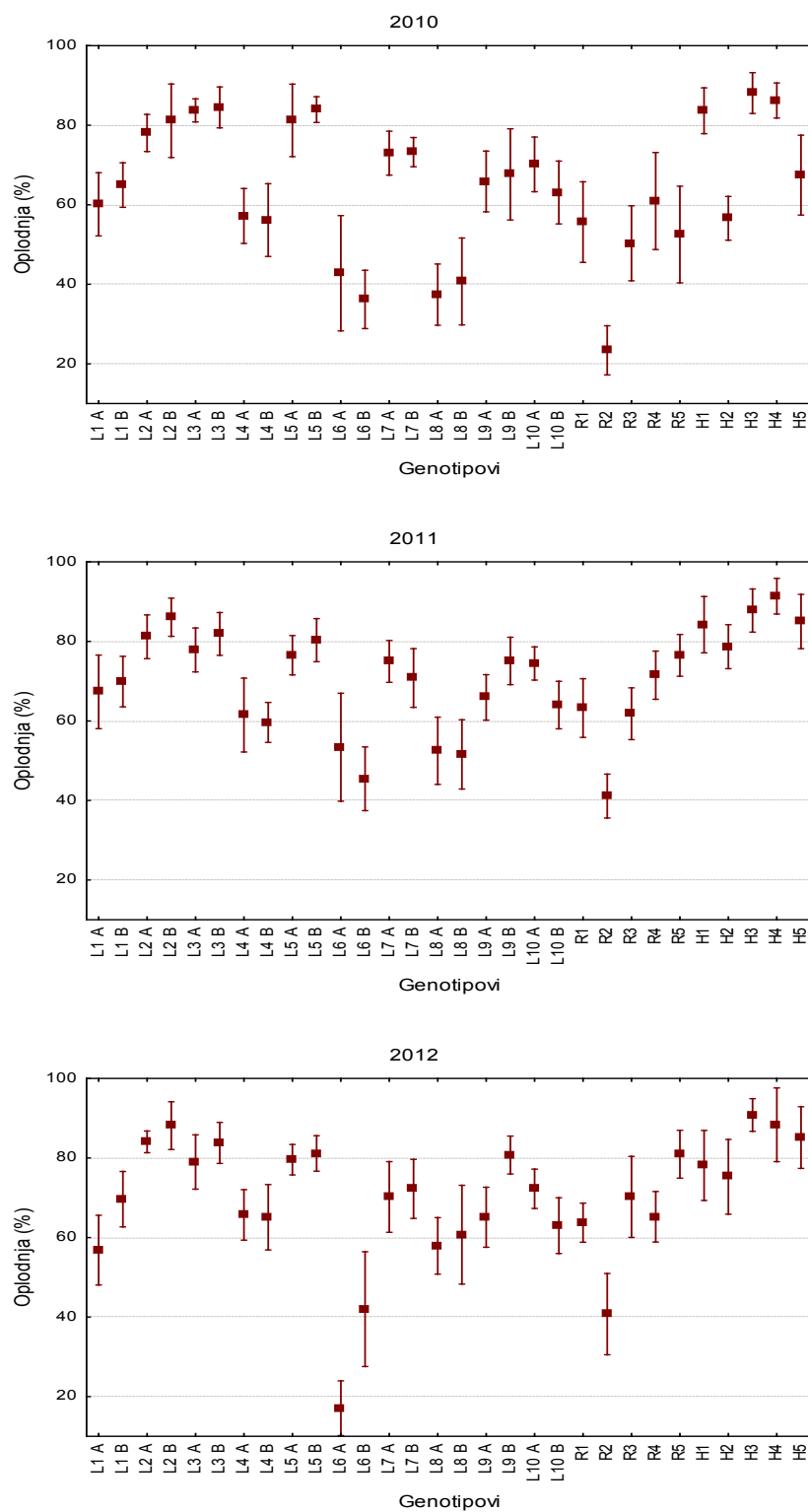
У 2010. години *Kruskal-Wallis* тест указао је на постојање високо значајне разлике између генотипова у погледу степена оплодње цвасти ($H=489,03$; $P<0,01$). Хибриди су у овој години имали значајно већи степен оплодње цвасти у односу на рестаураторе фертилности (граф. 27). Између осталих група генотипова нису нађене значајне разлике. Највећи степен оплодње од 88,12% забележен је код хибрида *H3* (граф. 28). Непараметријским тестом вишеструких поређења рангова група нису

нађене значајне разлике између хибрида *H3* и *L2 A*, *L2 B*, *L3 A*, *L5 A*, *L5 B*, *L7 A*, *L7 B*, *L10 A*, *H1* и *H4*. Најнижи степен оплодње цвасти забележен је код рестауратора фертилности *R2* (23,42%). Код линија, најефикаснију оплодњу имала је *L5 A* (81,26%). Значајно нижи степен оплодње од ове линије имале су *L1 A*, *L4 A*, *L4 B*, *L6 A*, *L6 B*, *L8 A* и *L8 B*.



Граф. 27. Степен оплодње цвасти (ср. вредност±ст. девијација) стерилних аналога (*L A*), фертилних аналога (*L B*), рестауратора фертилности (*R*) и хибрида (*H*) сунцокрета

Од рестауратора фертилности, *R4* је имао највећи степен оплодње цвасти (60,98%). Значајно нижи ранг забележен је само код рестауратора фертилности *R2*. Између стерилних линија и њихових фертилних аналога, ни у једном случају није забележена значајна разлика у степену оплодње цвасти.



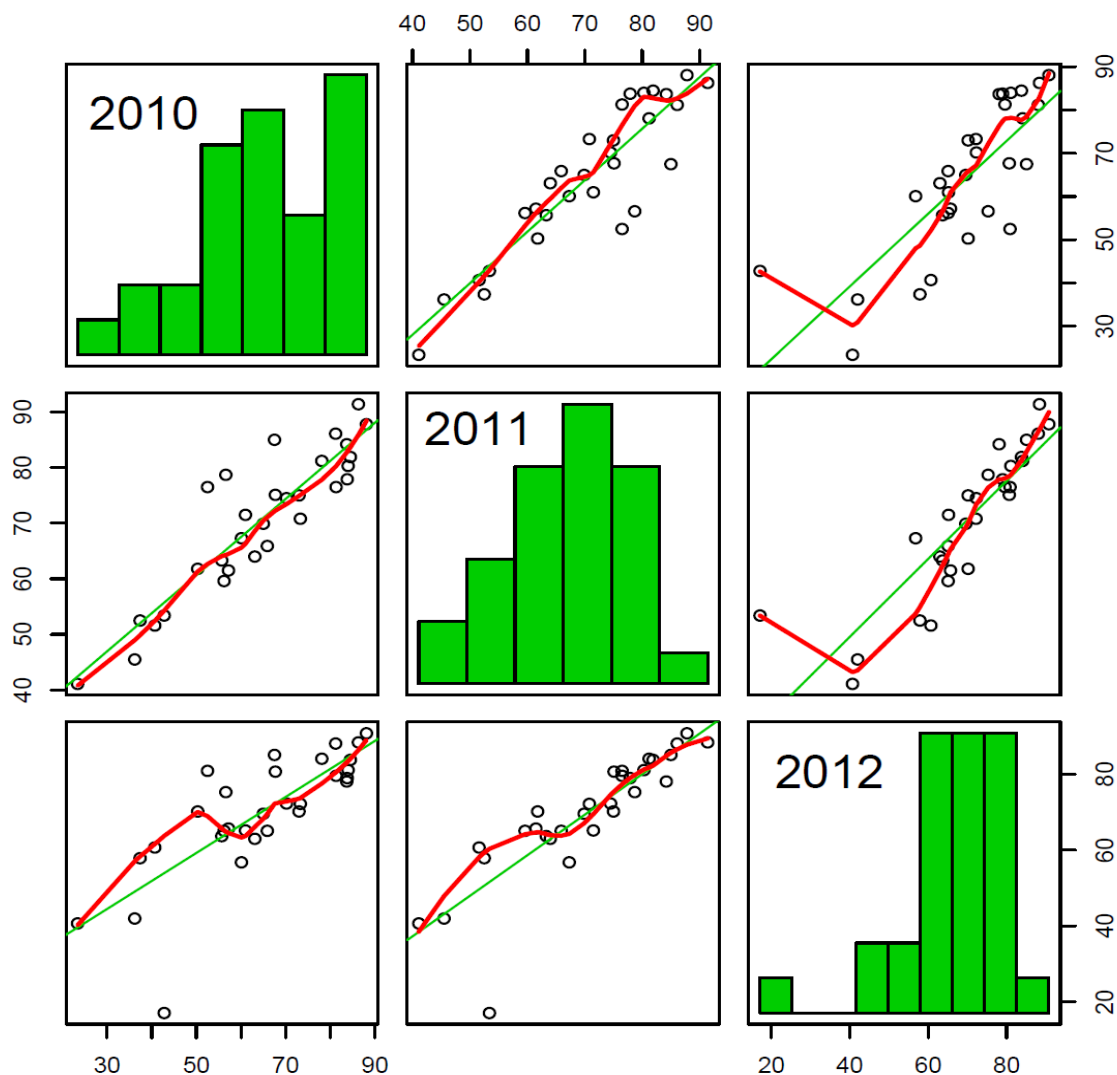
Граф. 28. Степен оплодње цвасти (ср. вредност±ст. девијација) генотипова сунцокрета

У 2011. години код степена оплодње испитиваних генотипова уочено је присуство високо значајне разлике ($H=472,20$; $P<0,01$). Хибриди су у овој години имали значајно већи степен оплодње од стерилних линија и рестауратора фертилности (граф. 27). Најефикаснија оплодња забележена је код хибрида $H4$ (91,39%). Нису нађене значајне разлике у ранговима између овог хибрида, осталих хибрида, линија $L2 A$, $L2 B$, $L3 A$, $L3 B$, $L5 A$, $L5 B$ и рестауратора фертилности $R5$ (граф. 28). Као и у 2010. години, рестауратор фертилности $R2$ је имао најмањи степен оплодње (41,12%). Код линија, $L2 B$ је имала најефикаснију оплодњу цвасти (86,09%). Између линије $L2 B$ и линија $L2 A$, $L3 A$, $L3 B$, $L5 A$, $L5 B$, $L7 A$, $L9 B$ и $L10 A$ нису утврђене значајне разлике. Код рестауратора фертилности, највећи степен оплодње забележен је на $R5$ (76,52%). Само је $R2$ имао значајно нижи ранг степена оплодње од овог рестауратора. Ни у једном случају није нађена значајна разлика у степену оплодње између стерилних и фертилних аналога.

У 2012. години *Kruskal-Wallis* тест је указао на постојање високо значајне разлике између генотипова по степену оплодње цвасти ($H=458,95$; $P<0,01$). Између линија, рестауратора фертилности и хибрида није било значајних разлика у ранговима степена оплодње (граф. 27). Најефикаснију оплодњу цвасти од 90,83% имао је хибрид $H3$ (граф. 28). Између овог хибрида и $L2 A$, $L2 B$, $L3 A$, $L3 B$, $L5 A$, $L5 B$, $L9 B$, $R5$, $H1$, $H4$ и $H5$ није утврђена значајна разлика. Линија $L6 A$ имала је најмањи степен оплодње (17,08%). Посматрањем линија, највећи степен оплодње цвасти уочен је код $L2 B$ (88,14%). Између $L2 B$ и линија $L2 A$, $L3 A$, $L2 B$, $L5 A$, $L5 B$ и $L9 B$ није било значајних разлика у ранговима. Од рестауратора фертилности $R5$ је имао највећи степен оплодње цвасти (80,94%). Између овог рестауратора фертилности и $R3$ није утврђена значајна разлика. Само је код линије $L9 B$ забележен значајно већи степен оплодње цвасти у односу на њен стерилни аналог $L9 A$.

Позитивна корелација ранга нађена је између степена оплодње током све три године (граф. 29). Сви коефицијенти корелације били су високо значајни. Највећи коефицијент корелације забележен је између 2011. и 2012. године ($r=0,93^{**}$), нешто мањи између 2010. и 2011. ($r=0,86^{**}$), а најмањи између 2010. и 2012. године

($r=0,80^{**}$). Високо значајни коефицијенти указују на велику сличност у ранговима генотипова између година посматрања.



Граф. 29. Тачкасти дијаграм односа степена оплодње генотипова сунцокрета (%)

Хибриди *H3* и *H4* су током све три године имали највећи степен оплодње. Најмањи степен оплодње током све три године забележен је код *R2*, *L6 A*, *L6 B*, *L8 A* и *L8 B*. Ово указује да је степен оплодње цвасти сунцокрета, пре свега, генотипска карактеристика. Између година, које су се веома разликовале у климатским условима, није било значајне разлике у ранговима. Такође, утврђене су високо

значајне разлике између генотипова у погледу степена оплодње цвасти, током све три године. *Astiz et al.* (2011) говоре да карактеристике генотипа имају важну улогу у оплодњи цветова сунцокрета. Насупрот овоме, *Roath and Miller* (1982) говоре о значајном утицају спољне средине на степен оплодње.

Хибриди су имали већи степен оплодње цвасти од рестауратора фертилности током 2010. и 2011. године, а од стерилних линија само у 2011. години. Поред највеће, хибриди су током година имали и најстабилнију оплодњу, на шта указује уска стандардна девијација на графикону 27. *Jocić* (2000) је код хибрида сунцокрета утврдио просечани степен оплодње од 65,99% у 1999. години, за коју тврди, да је била са изразито неповољним временским условима током вегетације. У овом испитивању, просек хибрида у 2011. години је премашио 85%. Интересантно је да рестауратори фертилности, иако су имали највећу аутофертилност, у поређењу са другим групама генотипова, имају најмањи степен оплодње цвасти. То указује на мањи утицај аутофертилности на степен оплодње цвасти у условима слободне оплодње.

Између стерилних и фертилних аналога, осим у једном случају, није било значајне разлике у степену оплодње. Овај податак додатно иде у прилог великом значају генотипа у формирању ове особине, јер стерилни и фертилни аналог имају практично исти генотип. Једина разлика између ових аналога је у делу митохондријалног генома који контролише развој цитоплазматске мушке стерилности (*Ivanov and Dymshits*, 2007).

6.8. Повезаност степена оплодње цвасти и других испитиваних особина

У овом поглављу анализирана је веза између степена оплодње цвасти, продукције нектара, укупне посете опрашивача, посете пчела и посете бумбара код свих 30 генотипова, током три године. Сличне вредности степена оплодње су уочене

током све три године и кретале су се од 17,08 до 91,39% (таб. 7). Продукција нектара се налазила у распону од 0,11 до 4,47 mg/5 цветова. Укупна посета опрашивача се кретала од 0,08 до 2,75 посета/10 цвасти. Код посете пчела забележен је распон од 0,06 до 1,21 посета/10 цвасти. Посета бумбара се кретала од 0,00 до 1,52 посета/10 цвасти. Минималне вредности код већине особина утврђене су у 2012. години. Узрок томе може бити екстремна суша у овој години.

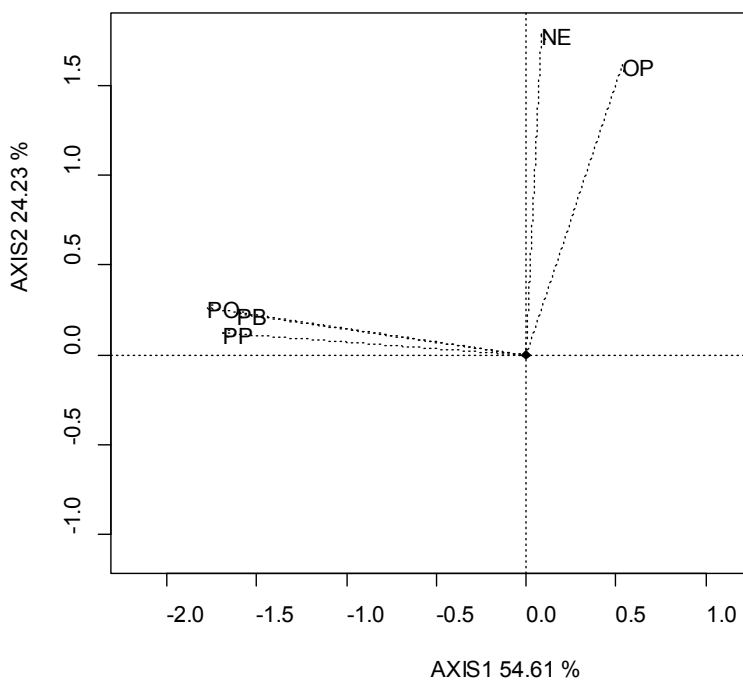
Таб. 7. Дескриптивна статистичка анализа степена оплодње (*OP*), продукције нектара (*NE*), укупне посете опрашивача (*PO*), посете пчела (*PP*) и посете бумбара (*PB*) код 30 генотипова (*LA*, *LB*, *R* и *H*)

Година	Особина	Ср. вредност ± ст. девијација	Минимум	Максимум	Коефицијент варијације
2010	<i>OP</i>	64,22±17,01	23,42	88,12	26,48
	<i>NE</i>	2,16±0,99	0,54	4,47	45,97
	<i>PO</i>	1,02±0,67	0,20	2,75	65,98
	<i>PP</i>	0,47±0,28	0,09	1,14	58,67
	<i>PB</i>	0,34±0,32	0,06	1,52	92,80
2011	<i>OP</i>	70,40±12,91	41,12	91,39	18,34
	<i>NE</i>	1,82±0,90	0,36	3,82	49,29
	<i>PO</i>	1,03±0,42	0,20	2,03	41,01
	<i>PP</i>	0,51±0,26	0,06	1,01	50,46
	<i>PB</i>	0,49±0,24	0,08	1,01	49,67
2012	<i>OP</i>	69,76±15,95	17,08	90,83	22,86
	<i>NE</i>	1,24±0,93	0,11	3,02	74,60
	<i>PO</i>	0,71±0,43	0,08	1,84	60,84
	<i>PP</i>	0,61±0,35	0,07	1,21	58,23
	<i>PB</i>	0,08±0,10	0,00	0,54	132,17

Код степена оплодње коефицијент варијације (*CV*) се кретао од 18,34% до 26,48%. Висока варијација (*CV* > 40%) забележена је код продукције нектара и посете

опрашивача током све три године. Посебно се издвојила посета бумбара код које *CV* у 2012. години достигао 132,17%. Посета бумбара у овој години је била неколико пута мања него у претходне две.

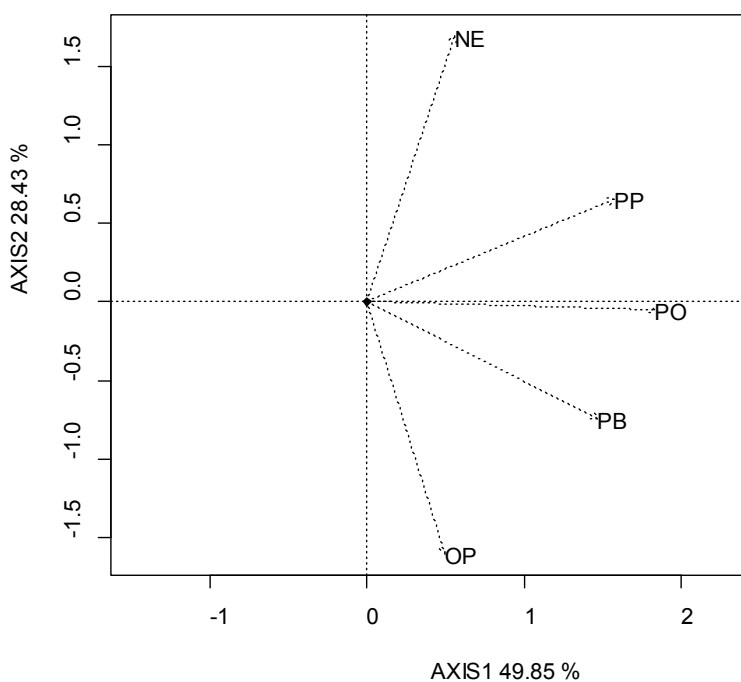
Повезаност степена оплодње са осталим испитиваним особинама анализирана је применом мултиваријационе анализе јер је њом омогућена истовремена анализа више особина. Такође, биplot графички приказује везу између особина у профилу генотипова, у дводимензионом простору (*Yan and Kang, 2003*).



Граф. 30. *GT* биplot односа степена оплодње (*OP*), продукције нектара (*NE*), укупне посете опрашивача (*PO*), посете пчела (*PP*) и посете бумбара (*PB*) код 30 генотипова у 2010. години

Биplotом је приказана веза између степена оплодње и осталих особина код свих 30 генотипова. У 2010. години првом главном компонентом објашњено је 54,61% а другом 24,23% укупне варијансе (граф. 30). *Yan and Frégeau-Reid (2008)* наводе да је приказ биplotа тачнији ако је приказаним главним компонентама

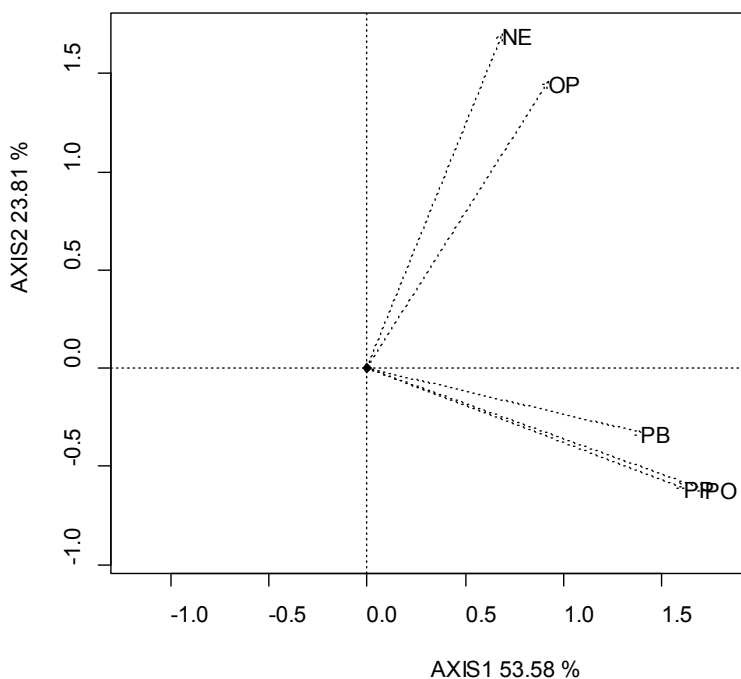
објашњен што већи део варијације. У овом случају главним компонентама објашњено је 79,24% укупне варијансе, што указује, да су резултати приказани биplotом веродостојни. Првом главном компонентом укупна посета опрашивача, посета пчела и бумбара су дискриминисане од степена оплодње и продукције нектара. Код *GT* биplotа, корелациони коефицијенти између анализираних особина представљени су косинусом угла између њихових вектора, тако да је $r = \cos 180^\circ = -1$, $\cos 0^\circ = 1$, and $\cos 90^\circ = 0$ (Yan and Rajcan, 2002).



Граф. 31. *GT* биplot односа степена оплодње (*OP*), продукције нектара (*NE*), укупне посете опрашивача (*PO*), посете пчела (*PP*) и посете бумбара (*PB*) код свих 30 генотипова у 2011. години

На биplotу се уочава позитивна асоцијација између степена оплодње и продукције нектара, на шта указује оштар угао између њихових вектора. Приближно прав угао између степена оплодње и посете опрашивача (*PO*, *PP* и *PB*) указује на слабу везу

између ових особина. Коефицијенти корелације показују да је степен оплодње био у слабој позитивној корелацији са продукцијом нектара, док је са посетом пчела био у значајној негативној корелацији (таб. 8). Постојање извесних разлика између резултата мултиваријационе анализе и просте корелације је резултат различитог начина посматрања односа између особина. Проста корелација посматра повезаност између две особине занемарујући утицај других особина. Код мултиваријационе анализе однос између особина се посматра у мултиваријационом простору где је приказано деловање свих анализираних особина истовремено (*Yan and Rajcan, 2002*).



Граф. 32. *GT* биplot односа степена оплодње (*OP*), продукције нектара (*NE*), укупне посете опрашивача (*PO*), посете пчела (*PP*) и посете бумбара (*PB*) код свих 30 генотипова у 2012. години

У 2011. години 49,85% укупне варијансе је објашњено првом, а 28,43% другом главном компонентом (граф. 31). Другом главном компонентом продукција нектара и

посета пчела су дискриминисане од укупне посете опрашивача, посете бумбара и степена оплодње. Оштар угао између вектора степена оплодње и посете бумбара указује на позитивну асоцијацију између ових особина. Такође позитивна, али нешто слабија веза, уочена је између степена оплодње и укупне посете опрашивача. Приближно прав угао између степена оплодње и посете пчела говори да су ове две особине ортогоналне. Туп угао који заклапају вектори степена оплодње и нектарности указује на негативну асоцијацију између ових особина. Коефицијенти корелације ранга дати у табели 8. потпуно су у складу са запажањима на овом биplotу.

Таб. 8. Корелације ранга између степена оплодње (*OP*), продукције нектара (*NE*), укупне посете опрашивача (*PO*), посете пчела (*PP*) и посете бумбара (*PB*) код 30 генотипова (*L A*, *L B*, *R* и *H*)

Година	Особина	<i>OP</i>	<i>NE</i>	<i>PO</i>	<i>PP</i>
2010	<i>NE</i>	0,15	1		
	<i>PO</i>	-0,34	0,05	1	
	<i>PP</i>	-0,46*	0,16	0,88**	1
	<i>PB</i>	-0,12	-0,01	0,87**	0,64**
2011	<i>NE</i>	-0,34	1		
	<i>PO</i>	0,15	0,26	1	
	<i>PP</i>	0,03	0,40*	0,85**	1
	<i>PB</i>	0,31	0,07	0,71**	0,32
2012	<i>NE</i>	0,39*	1		
	<i>PO</i>	0,25	0,12	1	
	<i>PP</i>	0,24	0,13	0,98**	1
	<i>PB</i>	0,47**	0,04	0,66**	0,57**

У 2012. години првом главном компонентом објашњено је 53,58% укупне варијансе а другом 23,81% (граф. 32). Другом главном компонентом степен оплодње и продукција нектара су дискриминисани од осталих особина. Вектори степена

оплодње и продукције нектара секу су се под оштрим углом указујући на јаку позитивну асоцијацију. Привлижно прав угао између степена оплодње и посете опрашивача (*PO*, *PP* и *PB*) указује на слабу повезаност. Између степена оплодње и нектарности утврђена је значајна корелација што је у складу са приказом биплота (таб. 8). Са друге стране, између степена оплодње и посете бумбара нађена је високо значајна корелација, а биplotом је приказана слаба веза између ових особина.

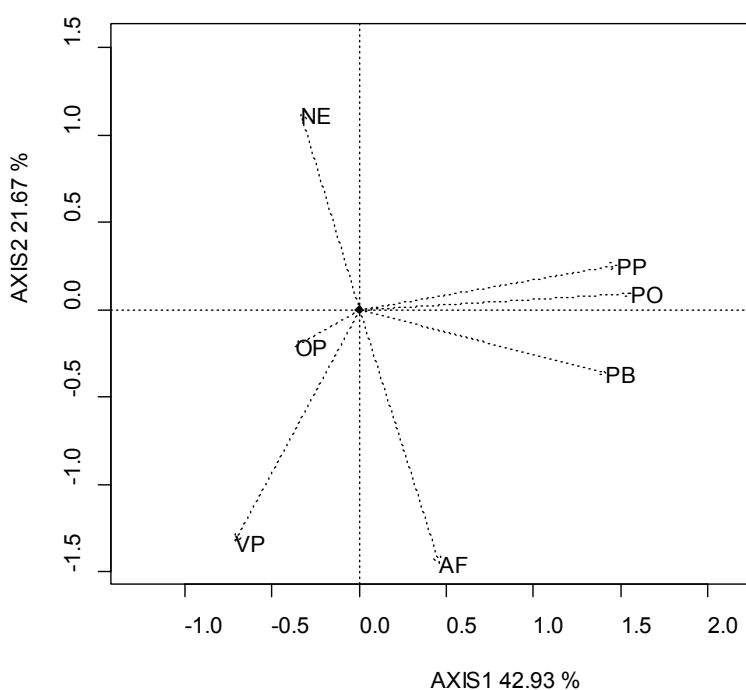
У наредну анализу, поред већ поменутих особина, укључене су виталност полена и аутофертилност. Ове две особине испитиване су само код фертилних генотипова због чега су стерилне линије (*LA*) искључене из анализе. Променом броја генотипова, као и укључивањем додатних особина, добијени су нешто другачији односи генотипова и особина. Дескриптивна статистичка анализа степена оплодње цвасти, продукције нектара, укупне посете опрашивача, посете пчела и бумбара је показала веома сличне вредности и после искључивања стерилних линија (таб. 9). Аутофертилност се кретала од 0,04 до 84,48% а виталност полена од 20,78 до 98,63%. Код аутофертилности је забележен веома висок *CV*. У 2011. години је достигао 133,77%. Код виталности полена вредност *CV* није прелазила 19%.

У 2010. години првом главном компонентом објашњено је 42,93%, а другом 21,67% укупне варијансе (граф. 33). Првом главном компонентом продукција нектара, виталност полена и степен оплодње су дискриминисани од аутофертилности и посете опрашивача (*PB*, *PO* и *PP*). Другом главном компонентом нектарност, посета пчела и укупна посета опрашивача раздвојене су од осталих особина. Биplot показује јаку позитивну везу степена оплодње и виталности полена. Између ових особина утврђена је слаба позитивна корелација ранга (таб. 10). Приближно прав угао који вектор степена оплодње заклапа са вектором продукције нектара са једне, и са вектором аутофертилности са друге стране, указује на веома слабу асоцијацију. Корелација ових особина са степеном оплодње је такође била веома ниска. Јача негативна веза степена оплодње са укупном посетом опрашивача и посетом пчела приказана је на биplotу. Нешто слабија негативна асоцијација уочена је између степена оплодње и посете бумбара.

Таб. 9. Дескриптивна статистичка анализа степена оплодње (*OP*), продукције нектара (*NE*), укупне посете опрашивача (*PO*), посете пчела (*PP*) посете бумбара (*PB*), аутофертилности (*AF*) и виталности полена (*VP*) код 20 фертилних генотипова (*L B, R* и *H*)

Година	Особина	Ср. вредност ± ст. девијација	Минимум	Максимум	Коефицијент варијације
2010	<i>OP</i>	63,85±18,01	23,42	88,12	28,21
	<i>NE</i>	2,13±0,93	0,83	4,47	43,89
	<i>PO</i>	1,13±0,70	0,40	2,75	61,64
	<i>PP</i>	0,51±0,27	0,15	1,14	53,41
	<i>PB</i>	0,40±0,36	0,08	1,52	92,07
	<i>AF</i>	21,66±15,12	1,79	47,11	69,81
	<i>VP</i>	90,84±13,40	37,92	98,62	14,75
2011	<i>OP</i>	71,31±14,24	41,12	91,39	19,97
	<i>NE</i>	1,87±0,92	0,46	3,83	49,13
	<i>PO</i>	1,16±0,38	0,67	2,03	32,60
	<i>PP</i>	0,56±0,25	0,18	1,01	45,25
	<i>PB</i>	0,58±0,23	0,18	1,01	40,30
	<i>AF</i>	15,22±20,36	0,04	84,48	133,77
	<i>VP</i>	91,63±16,97	20,78	98,63	18,52
2012	<i>OP</i>	72,25±14,03	40,74	90,83	19,41
	<i>NE</i>	1,31±1,01	0,29	3,02	77,17
	<i>PO</i>	0,86±0,40	0,10	1,84	46,07
	<i>PP</i>	0,73±0,32	0,07	1,21	43,35
	<i>PB</i>	0,09±0,12	0,01	0,54	123,99
	<i>AF</i>	25,21±23,65	1,05	81,63	93,81
	<i>VP</i>	93,75±5,45	74,42	98,14	5,81

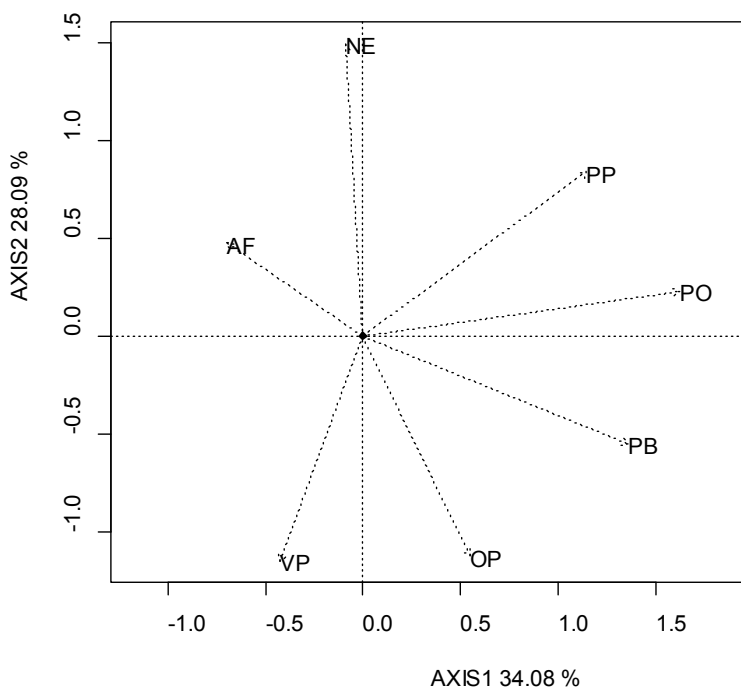
Корелацијом ранга је, као и на биplotу, утврђена негативна повезаност степена оплодње са укупном посетом опрашивача и посетом пчела. Између степена оплодње и посете бумбара добијена је веома ниска корелација. Ако је вектор неке особине мање удаљен од кординатног средишта (0,0) у поређењу са векторима других особина, као што је овде случај код степена оплодње, приказ повезаности те особине са другим на биplotу може бити нетачан (Yan and Frégeau-Reid, 2008).



Граф. 33. *GT* биplot односа степена оплодње (*OP*), продукције нектара (*NE*), укупне посете опрашивача (*PO*), посете пчела (*PP*) посете бумбара (*PB*), аутофертилности (*AF*) и виталности полена (*VP*) код 20 фертилних генотипова у 2010. години

Првом главном компонентом у 2011. години објашњено је 34,08% а другом 28,09% укупне варијансе (граф. 34). Прва главна компонента раздваја виталност полена, аутофертилност и нектарност од осталих особина. Другом главном

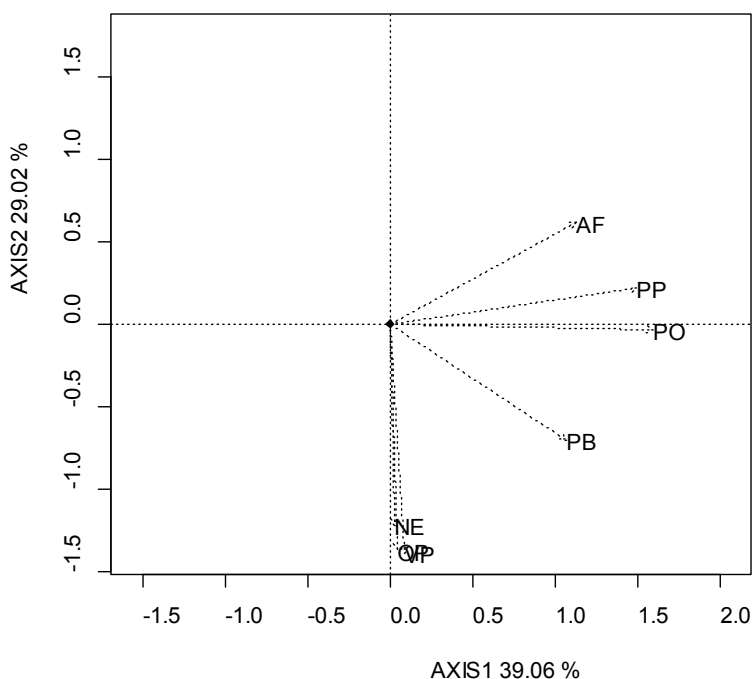
компонентом аутофертилност, нектарност, посета пчела и укупна посета опрашивача су дискриминисане од виталности полена, степена оплодње и посете бумбара.



Граф. 34. *GT* биplot односа степена оплодње (*OP*), продукције нектара (*NE*), укупне посете опрашивача (*PO*), посете пчела (*PP*) посете бумбара (*PB*), аутофертилности (*AF*) и виталности полена (*VP*) код 20 фертилних генотипова у 2011. години

Биplot приказује позитивну асоцијацију степена оплодње са виталношћу полена и посетом бумбара. Приближно прав угао, који вектор степена оплодње заклапа са векторима укупне посете опрашивача и посете пчела, указује на њихову слабу повезаност. Негативну асоцијацију са степеном оплодње имале су аутофертилност и продукција нектара. Приказ повезаности степена оплодње и осталих особина на биplotу је у сагласности са израчунатим коефицијентима корелације (таб. 10). Изузетак представља веза између степена оплодње и аутофертилности где је биplotом приказана негативна асоцијација, а коефицијент корелације има веома

нису, али позитивну вредност. Различито тумачење биплота и корелације приликом посматрања повезаности степена оплодње и аутофертилности могу се објаснити, већ поменути разликама, у начину посматрања односа између особина.



Граф. 35. GT биplot односа степена оплодње (*OP*), продукције нектара (*NE*), укупне посете опрашивача (*PO*), посете пчела (*PP*) посете бумбара (*PB*), аутофертилности (*AF*) и виталности полена (*VP*) код 20 фертилних генотипова у 2012. години.

У 2012. години првом главном компонентом приказано је 39,06% а другом 29,02% укупне варијансе (граф. 35). Другом главном компонентом аутофертилност и посета пчела су дискриминисане од осталих особина. На биplotу је приказана веома јака повезаност степена оплодње, продукције нектара и виталности полена. Позитивна, али нешто слабија асоцијација, нађена је између степена оплодње и посете бумбара. Између степена оплодње са једне и аутофертилности, укупне посете опрашивача и посете пчела са друге стране, утврђена је слаба асоцијација.

Коефицијенти корелације ранга приказују сличну слику као биplot са извесним разликама у јачини везе између особина (таб. 10). Већа корелација је утврђена између степена оплодње и посете бумбара него између степена оплодње, нектарности и виталности полена које су на биplotу приказане као јако повезане.

Сви биplotови су били информативни јер су објаснили више од 60% укупне варијансе. Коефицијенти корелације у већини случајева су потврдили резултате приказане на биplotу. У 2011. и 2012. години, веза између степена оплодње цвасти и предходно анализираних особина (*NE*, *PO*, *PP* и *PB*) се није битно променила након искључивања стерилних линија и стављања додатних особина (*AF* и *VP*) у анализу. Ово иде у потврду веродостојности резултата и њиховој универзалној примени, без обзира, на састав генотипова. Одступање забележено је у 2010. години, где је у анализи са целокупним сетом генотипова утврђена позитивна асоцијација између степена оплодње и продукције нектара, док је у анализи са фертилним генотиповима веза између ових особина била веома слаба. Такође, посета опрашивача (*PO*, *PP* и *PB*) је била у слабој асоцијацији са степеном оплодње код прво поменуте анализе, а у негативној асоцијацији код друге анализе. Вектор степена оплодње код анализе са фертилним генотиповима је евидентно краћи од вектора других особина приказаних биplotом указујући на повећану могућност погрешног приказа везе између ове и осталих особина (*Yan and Frégeau-Reid, 2008*). Разлике у асоцијацијама између особина током година су највероватније последица деловања еколошких фактора. Циљ вишегодишњих огледа је да се издвоје оне особине које су током година повезане на исти начин.

Виталност полена је на биplotу током све три године била у позитивној вези са степеном оплодње. То су потврдили и коефицијенти корелације ранга. *Joksimović et al. (2005)* су, на супрот овоме, забележили веома слабу негативну корелацију, док *Miklić (1996)* указује на неповезаност ових особина. Опрашивање је вршено у систему слободне оплодње, односно, на биљкама једног генотипа није био присутан само његов полен.

Таб. 10. Корелације ранга између степена оплодње (*OP*), продукције нектара (*NE*), укупне посете опрашивача (*PO*), посете пчела (*PP*) посете бумбара (*PB*), аутофертилности (*AF*) и виталности полена (*VP*) код 20 фертилних генотипова (*L B, R* и *H*)

Година	Особина	<i>OP</i>	<i>NE</i>	<i>PO</i>	<i>PP</i>	<i>PB</i>	<i>AF</i>
2010	<i>NE</i>	0,09	1				
	<i>PO</i>	-0,26	-0,01	1			
	<i>PP</i>	-0,39	0,13	0,88**	1		
	<i>PB</i>	0,05	-0,04	0,88**	0,70**	1	
	<i>AF</i>	0,02	-0,18	0,18	0,24	0,13	1
	<i>VP</i>	0,43	-0,06	-0,07	0,01	0,16	0,34
2011	<i>NE</i>	-0,42	1				
	<i>PO</i>	0,10	0,05	1			
	<i>PP</i>	-0,01	0,22	0,81**	1		
	<i>PB</i>	0,27	-0,16	0,67**	0,17	1	
	<i>AF</i>	0,01	-0,16	-0,05	0,03	-0,12	1
	<i>VP</i>	0,68**	-0,43	-0,08	-0,11	0,08	0,32
2012	<i>NE</i>	0,37	1				
	<i>PO</i>	0,02	-0,18	1			
	<i>PP</i>	-0,02	-0,22	0,98**	1		
	<i>PB</i>	0,42	0,01	0,51*	0,41	1	
	<i>AF</i>	0,02	-0,17	0,66**	0,61**	0,27	1
	<i>VP</i>	0,28	0,42	0,22	0,14	0,42	0,15

Са тим у вези, погрешно би било тумачење да су одређени генотипови због веће виталности полена имали и ефикаснију оплодњу, поготово ако се узме у обзир постојање аутоинкомпатибилности. Исправна је тврдња да су ове особине повезане, односно, да генотипови са већом виталношћу полена имају и већи степен оплодње. Директан утицај виталности полена би се могао посматрати код аутофертилности,

међутим слаба веза између ових особина указује да на аутофертилност више утичу други фактори који условљавају аутокомпатибилност. *Sun et al.* (2012) наводе да аутофертилност хибрида зависи од општих и посебних комбинационих способности родитељских линија, *S* алела (који контролишу инкомпатибилност) и грађе цвета.

Посета опрашивача је током све три године, изузев код фертилних генотипова у 2010. години, била у слабој вези са степеном оплодње. Из посете опрашивача издваја се посета бумбара, која је била ближе везана са степеном оплодње, него укупна посета и посета пчела. Из овога се изводи претпоставка да генотипови који су привлачнији за бумбаре, такође имају и већи степен оплодње цвасти. У складу са овим, *Aslan and Yavuksuz* (2010) су утврдили већу ефикасност бумбара у опрашивању сунцокрета у односу на пчеле.

Већи број аутора говори о позитивном утицају посете опрашивача на степен оплодње цвасти сунцокрета (*Langridge and Goodman*, 1981; *Joksimović et al.*, 2005; *Kasina et al.*, 2007; *Oz et al.*, 2009). *Hernández* (2008) је посматрајући покривеност цвасти сунцокрета са путањом посете пчела дошао до закључка да се повећањем посете до 30% покривености цвасти број оплођених цветова значајно повећао. Са даљим повећањем покривености цвасти број оплођених цветова се није повећавао. Ово иде у прилог позитивном утицају опрашивача на степен оплодње, али такође и указује да је посета опрашивача значајна само до одређене границе, након које престаје да буде лимитирајући фактор. Може се претпоставити да је управо то разлог слабе повезаности степена оплодње са посетом опрашивача, односно да током овог испитивања посета инсеката није била лимитирајући фактор.

Веза између продукције нектара и степена оплодње се током година кретала од јаке позитивне до јаке негативне. Негативну корелацију између ових особина забележили су *Joksimović et al.* (2005). Интересантно је запажање да између продукције нектара и посете опрашивача није било значајније корелације иако више аутора говори о значају лучења нектара за привлачење опрашивача (*Heil*, 2011; *Nocentini et al.*, 2012). *Pierre et al.* (1999) указују на постојање минималне продукције

нектара која је довољна да осигура посету опрашивача. *Manetas and Petropoulou* (2000) објавили су да количина нектара у цвету жбуна *Cistus creticus* има утицаја на дужину задржавања опрашивача, а не и на бројност посета. Ови аутори су запазили да се вештачким додавањем нектара може повећати број семена и принос само кад је опрашивање лимитирано посетом инсеката. *Brandenburg et al.* (2012) се након испитивања на петунији слажу да инсекти не избегавају биљке са мањом продукцијом нектара, али се на њима краће задржавају, што је резултирало мањом количином семена. Код сунцокрета, који формира велики број ситнијих цветова, краће задржавање опрашивача на појединим цветовима би могло позитивно утицати на степен оплодње цвасти. При том, вероватно постоји и минимално време задржавања опрашивача на цвету, које би осигурало успешно опрашивање.

Асоцијација између степена оплодње и аутофертилности током година се кретала од слабе до негативне, а коефицијенти корелације су били изузетно ниски (0,01-0,02). Ово указује на нелинеарну везу између ових особина. *Doddamani et al.* (1997) су утврдили негативну везу између аутофертилности и приноса семена. Са друге стране, поједини аутори говоре о значају аутофертилности у осигуравању стабилности приноса сунцокрета (*Onemli and Gucer, 2010; Sun et al., 2012*).

6.9. Значај степена оплодње у формирању приноса

У циљу испитивања значаја ефикасности оплодње у формирању приноса мултиваријационом анализом је испитана њена повезаност са приносом семена по главици, садржајем уља у семену, приносом уља по главици, масом хиљаду семена, бројем трубастих цветова по главици и пречником главице. Средње вредности ових особина приказане су у прилозима 1-6. Код приноса семена је забележен широк распон, и то од 12,21 до 135,09 g (таб. 11). Садржај уља се кретао од 32,85 до 54,66%. Принос уља је био у распону од 4,97 до 58,45 g. Сличне вредности масе 1000 семена забележене су током три године, и кретале су се од 22,66 до 70,97 g. Просечан број трубастих цветова се налазио у распону од 1179,0 до 3067,7 цветова. Вредности

пречника главице су се кретале од 10,20 до 22,48 cm. Најнижи *CV* (<11%) забележен је код садржаја уља. Нешто више вредности *CV* (<23%) утврђене су код масе 1000 семена, броја цветова и пречника главице. Принос семена и уља су имали веома сличне вредности *CV*, у распону од 36,23 - 46,17%.

У 2010. години првом главном компонентом објашњено је 57,99% а другом 18,84% укупне варијансе (граф. 36). Прва главна компонента дискриминише садржај уља од других особина. Другом главном компонентом су степен оплодње и маса 1000 семена раздвојене од осталих особина. Позитивна веза забележена је између степена оплодње и масе 1000 семена, пречника главице, приноса семена и приноса уља. Степен оплодње је са бројем цветова и садржајем уља био у негативној асоцијацији. Коефицијенти корелације ранга дати у табели 12. су у складу са резултатима приказаним на биплоту са извесним разликама у јачини везе.

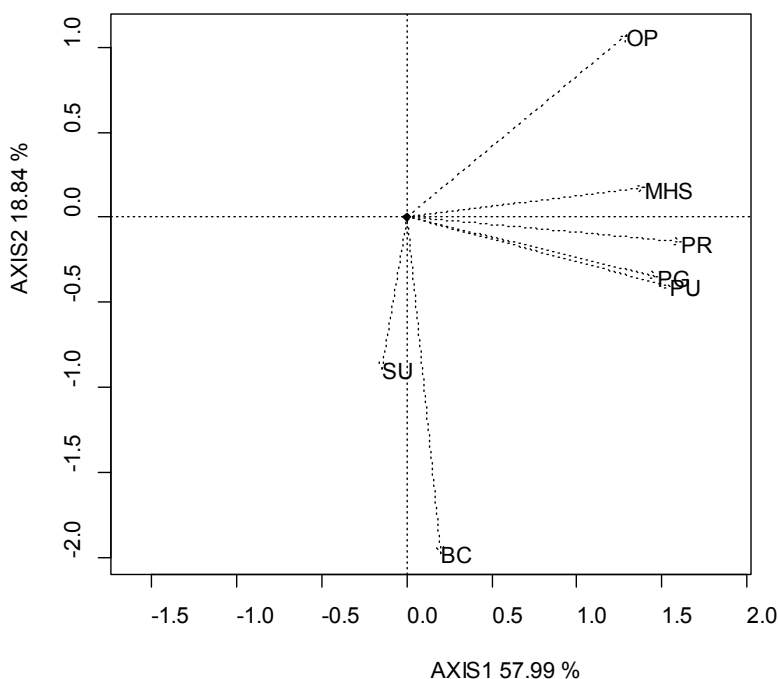
Првом главном компонентом у 2011. години објашњено је 55,74%, а другом 21,66% укупне варијансе (граф. 37). Особине су на исти начин као и у 2010. години биле дискриминисане првом и другом главном компонентом. Такође, остварене су исте асоцијације између степена оплодње цвасти и осталих особина, као предходне године. Коефицијенти корелације одговарају приказу биплота уз постојање извесних разлика у јачини везе (таб. 12). На пример, маса 1000 семена која на биплоту приказује најјачу позитивну везу са степеном оплодње, је са овом особином у слабијој корелацији од пречника главице, приноса семена и приноса уља.

У 2012. години првом главном компонентом је објашњено 54,04% укупне варијансе, а другом 18,74% (граф. 38). Првом главном компонентом садржај уља је дискриминисан од осталих особина. Друга главна компонента раздваја пречник главице, број цветова и садржај уља од осталих особина. Као и код претходних година, степен оплодње је најјаче везан са масом 1000 семена, а позитивну везу је остварио још и са приносом семена и приносом уља. Приближно прав угао између степена оплодње и пречника главице указује на слабу асоцијацију ових особина.

Таб. 11. Дескриптивна статистичка анализа степена оплодње (*OP*), приноса семена по главици (*PR*), садржаја уља у семену (*SU*), приноса уља по главици (*PU*), масе хиљаду семена (*MHS*), броја трубастих цветова по главици (*BC*) и пречника главице (*PG*) код 30 генотипова (*LA, LB, R* и *H*)

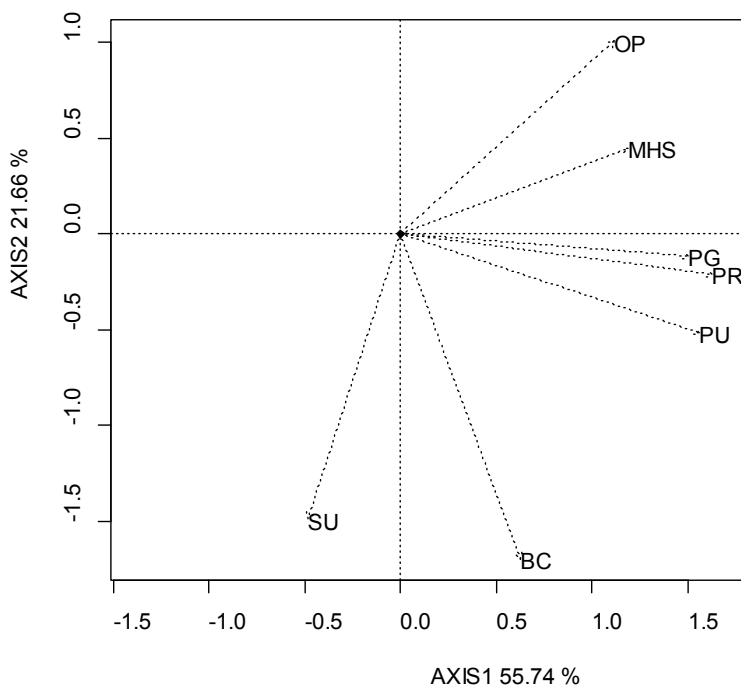
Година	Особина	Ср. вредност ± ст. девијација	Минимум	Максимум	Коефицијент варијације
2010	<i>OP</i>	64,22±17,01	23,42	88,12	26,48
	<i>PR</i>	50,60±21,69	12,21	99,21	42,86
	<i>SU</i>	41,53±4,49	32,85	49,02	10,82
	<i>PU</i>	19,08±8,81	4,97	40,35	46,17
	<i>MHS</i>	43,10±9,73	22,66	61,27	22,57
	<i>BC</i>	1803,4±340,2	1254,8	2726,6	18,86
	<i>PG</i>	17,17±3,17	10,20	22,48	18,49
2011	<i>OP</i>	70,40±12,91	41,12	91,39	18,34
	<i>PR</i>	73,59±26,66	28,06	135,09	36,23
	<i>SU</i>	47,43±3,62	39,90	54,66	7,63
	<i>PU</i>	31,60±11,63	13,35	58,45	36,80
	<i>MHS</i>	55,99±11,16	27,57	70,21	19,93
	<i>BC</i>	1864,2±376,4	1419,1	3067,7	20,19
	<i>PG</i>	17,52±2,53	11,68	22,69	14,46
2012	<i>OP</i>	69,76±15,95	17,08	90,83	22,86
	<i>PR</i>	63,43±26,09	16,67	116,89	41,13
	<i>SU</i>	46,70±3,60	39,63	52,83	7,72
	<i>PU</i>	26,95±11,26	6,24	50,25	41,77
	<i>MHS</i>	51,61±11,50	23,33	70,97	22,27
	<i>BC</i>	1752,5±381,4	1179,0	3060,9	21,76
	<i>PG</i>	16,64±2,56	10,80	22,39	15,37

Број цветова и садржај уља су са степеном оплодње имали негативну асоцијацију. Сличну слику, са извесним разликама у јачини везе, приказали су и коефицијенти корелације ранга (таб. 12).



Граф. 36. *GT* биplot односа степена оплодње (*OP*), приноса семена по главици (*PR*), садржаја уља у семену (*SU*), приноса уља по главици (*PU*), масе хиљаду семена (*MHS*), броја трубастих цветова по главици (*BC*) и пречника главице (*PG*) код 30 генотипова (*L A, L B, R* и *H*) у 2010. години

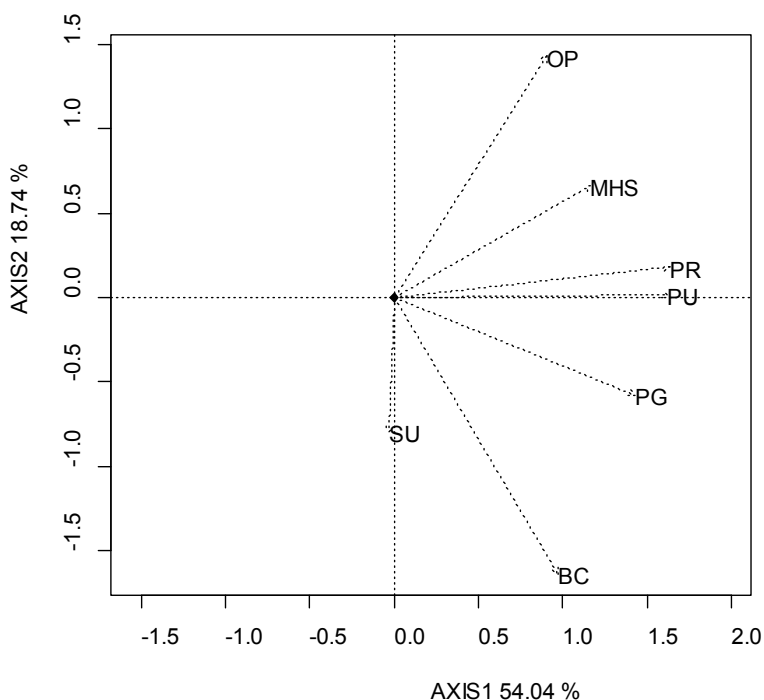
Најважније је сагледати значај степена оплодње цвасти у формирању приноса, односно, везу између ових особина. Током све три године биplot је приказао позитивну асоцијацију степена оплодње и приноса семена. У прилог овоме иде и високо значајна корелација између ових особина. Други аутори су, такође, добили значајну корелацију између степена оплодње и приноса семена (*Marinković, 1992; Joksimović et al. 2005; Ravi et al., 2006; Darvishzadeh et al., 2011*).



Граф. 37. GT биplot односа степена оплодње (*OP*), приноса семена по главици (*PR*), садржаја уља у семену (*SU*), приноса уља по главици (*PU*), масе хиљаду семена (*MHS*), броја трубастих цветова по главици (*BC*) и пречника главице (*PG*) код 30 генотипова (*L A, L B, R* и *H*) у 2011. години

Крајњи циљ производње сунцокрета је принос уља. Због тога сагледавање везе између степена оплодње цвасти и приноса уља има велики значај. Између ових особина утврђена је позитивна асоцијација, као и високо значајне корелације током све три године. Ови резултати недвосмислено указују на велики значај степена оплодње цвасти сунцокрета у формирању приноса семена и приноса уља. Може се запазити да је на формирање приноса уља највише утицао принос семена, док је садржај уља са приносом уља имао слабу асоцијацију. Садржај уља је имао најнижи *CV*, док је принос семена и уља веома варирао (таб. 11). Тако је на промену приноса уља много је више утицала промена приноса семена него садржаја уља. На пример, у 2012. години принос семена се кретао од 16 до 116 g, док је садржај уља свих

генотипова био у распону од 39 до 52%. *Anandhan et al.* (2010) су такође запазили да принос уља највише зависи од приноса семена.



Граф. 38. GT биplot односа степена оплодње (*OP*), приноса по главици (*PR*), садржаја уља у семену (*SU*), приноса уља по главици (*PU*), масе хиљаду семена (*MHS*), броја трубастих цветова по главици (*BC*) и пречника главице (*PG*) код 30 генотипова (*LA, LB, R* и *H*) у 2012. години.

Садржај уља је током година био у негативној асоцијацији са степеном оплодње. *Hladni et al.* (2006) су нашли високо значајну негативну корелацију садржаја уља у семену сунцокрета са бројем пуних семена и приносом семена. Ови аутори, као и *Ahmad* (2001), говоре о негативној корелацији између садржаја уља и масе 1000 семена. Са друге стране, *Fick et al.* (1974) тврде да не постоји веза садржаја уља са приносом и масом 1000 семена.

Таб. 12. Корелације ранга између степена оплодње (*OP*), приноса семена по главици (*PR*), садржаја уља у семену (*SU*), приноса уља по главици (*PU*), масе хиљаду семена (*MHS*), броја трубастих цветова по главици (*BC*) и пречника главице (*PG*) код 30 генотипова (*LA, LB, R* и *H*)

Година	Особина	<i>OP</i>	<i>PR</i>	<i>SU</i>	<i>PU</i>	<i>MHS</i>	<i>BC</i>
2010	<i>PR</i>	0,82**	1				
	<i>SU</i>	-0,22	-0,08	1			
	<i>PU</i>	0,75**	0,97**	0,08	1		
	<i>MHS</i>	0,57**	0,77**	0,08	0,81**	1	
	<i>BC</i>	-0,21	0,21	0,06	0,22	-0,04	1
	<i>PG</i>	0,56**	0,83**	-0,17	0,82**	0,53**	0,41*
2011	<i>PR</i>	0,71**	1				
	<i>SU</i>	-0,41*	-0,26	1			
	<i>PU</i>	0,58**	0,95**	-0,07			
	<i>MHS</i>	0,34	0,63**	-0,12	0,64**	1	
	<i>BC</i>	-0,20	0,34	0,23	0,44*	0,03	1
	<i>PG</i>	0,43*	0,70**	-0,25	0,71**	0,40*	0,51**
2012	<i>PR</i>	0,60**	1				
	<i>SU</i>	-0,22	0,00	1			
	<i>PU</i>	0,52**	0,97**	0,14	1		
	<i>MHS</i>	0,34	0,62**	-0,06	0,64**	1	
	<i>BC</i>	-0,23	0,47**	0,06	0,49**	-0,02	1
	<i>PG</i>	0,30	0,77**	-0,17	0,78**	0,37*	0,62**

Пречник главице је током година имао јачу или слабију позитивну асоцијацију са степеном оплодње. Ови резултати су у складу са резултатима *Ravi et al.* (2006) и *Darvishzadeh et al.* (2011). Пуно семе у већини случајева има већу запермину од неоплођеног (празног). Са тим у вези, повећањем броја пуног семена, односно степена оплодње, расте и пречник главице.

Током година испитивања маса 1000 семена је била у сталној позитивној асоцијацији са степеном оплодње. На овакву слику највише су утицали рестауратори фертилности, који су имали мали степен оплодње и малу масу 1000 семена, као и хибриди код којих је забележена велик степен оплодње, као и маса 1000 семена. *Marinković* (1992) је утврдио високозначајну позитивну корелацију броја пуних семена по глави са масом семена, док су *Hladni et al.* (2006) забележили негативну корелацију између ових особина. *Gambin and Borrás* (2010) тврде да се ресурси којима биљка располаже у току цветања расподељују на број и масу семена, односно ако биљка формира већи број семена оно ће би мање масе, и обратно.

Негативна веза између степена оплодње цвасти и броја трубастих цветова уочена је током истраживања. Степен оплодње се израчунава стављањем у однос броја пуних семена и укупног броја трубастих цветова. Из овога следи да су степен оплодње и број цветова обрнуто пропорционални тако да је негативна корелација очекивана.

7. Закључци

На основу трогодишњих истраживања и добијених резултата могу се извести следећи закључци:

- Код свих испитиваних особина уочено је постојање високо значајних разлика између генотипова. Високо значајне разлике између година забележене су код продукције нектара, посете бумбара и виталности полена, док је код укупне посете опрашивача утврђена значајна разлика. То указује на значајан утицај климатских фактора на ове особине. Код посете пчела, аутофертилности и степена оплодње нису уочене значајне разлике између година, што указује на већи значај генотипа у испољавању ових особина.
- У 2010. години, коју су карактерисале падавине изнад вишегодишњег просека као и највећа влажност земљишта, забележена је највећа просечна продукција нектара (2,16 mg/5 цветова). Највећа укупна посета опрашивача (укупно 2969 посета), посета бумбара (укупно 1400 посета) и виталност полена (95,36%) утврђене су у 2011. години. У 2012. години, коју је карактерисала земљишна и ваздушна суша, уочена је највећа посета пчела (укупно 1754 посета), аутофертилност (25,21%) и степен оплодње (69,76%).
- Високе вредности анализираних особина у све три године испитивања утврђене су код различитих генотипова. Тако су високу продукцију нектара оствариле линије *L5 A*, *L7 A* и *L7 B*. Линија *L5 B* је имала велики број укупних посета опрашивача, посета пчела и бумбара. Хибрид *H5* је такође био високо рангиран по укупној посети и посети бумбара. Висока виталност полена забележена је код хибрида *H1*, *H3*, *H4* и *H5* и линија *L5 B* и *L8 B*. Рестауратори фертилности, посебно *R3*, имали су високу аутофертилност а хибриди *H3* и *H4* су имали највећи степен оплодње.

- Високо значајне корелације ранга између све три године, које указују на веома сличан ранг генотипова, утврђене су код виталности полена ($r=0,61^{**}-0,72^{**}$), аутофертилности ($r=0,71^{**}-0,82^{**}$) и степена оплодње ($r=0,80^{**}-0,93^{**}$). Значајне корелације између 2010. и 2011, као и између 2011. и 2012. године утврђене су код укупне посете опрашивача ($r=0,48^{**}-0,66^{**}$), посете пчела ($r=0,41^{*}-0,76^{**}$) и посете бумбара ($r=0,48^{**}-0,60^{**}$). Значајне корелације указују на значај фактора генотипа у испољавању ових особина. Слабије корелације између 2010. и 2012. године су вероватно последица велике разлике у климатским чиниоцима између ових година. Код продукције нектара између година је утврђена слаба корелација која показује да се ранг генотипова у погледу ове особине веома разликовао.
- У укупној популацији опрашивача забележених на сунцокрету током три године, пчеле су биле заступљене од 46,22 до 85,48% а бумбари од 10,87 до 33,61%. Значајнија посета осоликних мува (6,39%) и лептира (13,78%) уочена је само у 2010. години. У осталим годинама посета ових инсеката заједно није прелазила 4%. Укупна посета опрашивача, као и посета пчела, достигла је максимум између 8-9 часова, након чега је опала, да би опет између 15-17 часова уочен пораст посете. Највећа посета забележена је при температури од 22 до 24°C и при релативној влажности ваздуха од 70 до 80%. Посета бумбара је достигала свој максимум у поподневним часовима (15 и 17 часова). Највиша посета забележена је при температури од 25 до 33°C, као и у широком распону влажности ваздуха (30-70%).
- Мултиваријационом анализом показана је позитивна веза између степена оплодње и виталности полена. Асоцијација између степена оплодње и продукције нектара је током година варијирала од јаке позитивне до јаке негативне. Посета опрашивача је током истраживања била у слабој асоцијацији са степеном оплодње. Из посете опрашивача издваја се посета бумбара, која је била ближе везана са оплодњом, него укупна посета опрашивача и посета пчела. Асоцијација између аутофертилности и степена

оплодне цвасти варирала је од слабе до негативне. Коефицијенти корелације у највећем броју случајева били су у складу са резултатима мултиваријационе анализе.

- Испитивање везе степена оплодне са приносом и особинама значајним за његово формирање је показало да је степен оплодне током година био у позитивној вези са приносом семена, приносом уља, пречником главице и масом 1000 семена. Садржај уља и укупан број цветова су били у негативној вези са степеном оплодне. Степен оплодне је током све три године био у високо значајној корелацији са приносом семена ($r=0,60^{**}-0,82^{**}$) и приносом уља ($r=0,52^{**}-0,75^{**}$), указујући на велики значај степена оплодне у формирању приноса. Добијени резултати доприносе бољем разумевању степена оплодне сунцокрета и фактора који на њега утичу.

8. Литература

- Abrol, D.P. (2012): Pollination biology. Springer, London.
- Alexander, M.P. (1969): Differential staining of aborted and non-aborted pollen. *Biotechnic & Histochemistry*, 44 (3): 117–122.
- Alwala, S., Kwolek, T., McPherson, M., Pellow, J., Meyer, D. (2010): A comprehensive comparison between Eberhart and Russell joint regression and GGE biplot analyses to identify stable and high yielding maize hybrids. *Field Crops Research*, 119: 225-230.
- Akcura, M. (2011): The relationships of some traits in Turkish winter bread wheat landraces. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35: 115-125.
- Anandhan, T., Manivannan, H., Vindhiyavarman, P., Jeyakumar, P. (2010): Correlation for oil yield in sunflower (*Helianthus annuus* L). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 1(4): 869-871.
- Ardiarini, N.R., Kusningrum, Kuswanto. (2013): The Path analysis on yield due to the sunflower's (*Helianthus annuus* L.) oil under drought stress. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3(4): 1-7.
- Aslan, M.M., Yavuksuz, C. (2010): Effect of honey bee (*Apis mellifera* L.) and bumblebee (*Bombus terrestris* L.) pollinators on yield and yield factors in sunflower (*Helianthus annuus* L.) production areas. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(2): 332-335.
- Astiz, V., Iriarte, L.A., Flemmer, A., Hernández, L.F. (2011): Self-compatibility in modern hybrids of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Fruit set in open and self-pollinated (bag isolated) plants grown in two different locations. *Helia*, 34(54): 129-138.

- Atlagić, J. (1990): Pollen fertility in some *Helianthus* L. species and their F1 hybrids with the cultivated sunflower. *Helia*, 13(13): 47-54.
- Atlagić, J., Terzić, S., Marjanović-Jeromela, A. (2012): Staining and fluorescent microscopy methods for pollen viability determination in sunflower and other plant species. *Industrial crops and products*, 35(1): 88-91.
- Atlagić, J., Terzić, S., Marjanović-Jeromela, A., Marinković, R. (2010): Značaj citogenetskih istraživanja u oplemenjivanju suncokreta i uljane repice. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 47: 425-434.
- Atlagić, J., Joksimović, J., Sakač, Z., Miklič, V., Dušanić, N. (2003): Mode of inheritance and heritability of disc flower corolla length and nectar content in sunflower. *Genetika*, 35(1): 59-65.
- Ahmad, S. (2001): Environmental Effects on Seed Characteristics of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 187: 213-216.
- Aytekin, A.M, Cagatay, N. (2008): Observations on the pollination of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Mellifera*, 8(15): 2-7.
- Badu-Apraku, B., Akinwale, R.O. (2011): Cultivar evaluation and trait analysis of tropical early maturing maize under *Striga*-infested and *Striga*-free environments. *Field Crops Research*, 121(1): 186-194.
- Baydar, H., Erbaş, S. (2005): Influence of Seed Development and Seed Position on Oil, Fatty Acids and Total Tocopherol Contents in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 29: 179-186.
- Bernardello, G. (2007): A systematic survey of floral nectarines. In Nicolson, S.W., Nepi, M., Pacini, E. (eds.) *Nectarines and nectar*. Springer, 19-128.
- Bolat, I., Pirlak, L. (1999): An investigation on pollen viability, germination and tube growth in some stone fruits. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 23: 383-388.

- Borojević, S. (1981): Principi i metodi oplemenjivanja biljaka. Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, Ćirpanov, Novi Sad.
- Bosi, G. (1973): Méthode rapide pour la détermination par chromatographie en phase gazeuse des glucides du nectar: technique de prélèvement du nectar et de préparation des éthers trimethylsilyles en présence d'eau. *Apidologie*, 4(1): 57-64.
- Brandenburg, A., Kuhlemeier, C., Bshary, R. (2012): Hawkmoth pollinators decrease seed set of a low-nectar *Petunia axillaris* line through reduced probing time. *Current Biology*, 22: 1-5.
- Brittain, C., Williams, N., Kremen, C., Klein, A-M. (2013): Synergistic effects of non-*Apis* bees and honey bees for pollination services. *Proc R Soc B* 280: 1-7.
- Gabriel, K.R. (1971): The biplot graphic display of matrices with applications to principal component analysis. *Biometrics*, 58: 453-467.
- Gambin, B.L., Borrás, L. (2010): Resource distribution and the trade-off between seed number and seed weight: a comparison across crop species. *Annals of Applied Biology*, 156(1): 91-102.
- Gandhi, S.D., Heesacker, A.F., Freeman, C.A., Argyris, J., Bradford, K., Knapp, S.J. (2005): The self-incompatibility locus (S) and quantitative trait loci for self-pollination and seed dormancy in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics*, 111: 619–629.
- Genissel, A., Aupinel, P., Bressac, C. Tasei, J.N., Chevrier, C. (2002): Influence of pollen origin on performance of *Bombus terrestris* micro-colonies. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 104: 329-336.
- Gotelli, M.M., Galati, B.G., Medan, D. (2010): Structure of the stigma and style in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Biocell*, 34(3): 133-138.

- Granlund, M., Zimmerman, D.C. (1975): Effect of drying conditions on oil contents of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed determined by wide-line Nuclear Magnetic Resonance (NMR). North Dakota Acad. Sci. Proc. 27:128-132.
- Greenleaf, S.S., Kremen, C. (2006): Wild bees enhance honey bees pollination of hybrid sunflower. PNAS, 103(37): 13890–13895.
- Darvishzadeh, R., Hatami Maleki, H., Sarrafi, A. (2011): Path analysis of the relationships between yield and some related traits in diallel population of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under well-watered and water-stressed conditions. Australian Journal of Crop Science, 5(6): 674-680.
- Dafni, A., Firmage, D. (2000): Pollen viability and longevity: practical, ecological and evolutionary implications. In Pollen and Pollination, Springer, Vienna, 113-132.
- Degrandi-Hoffman, G., Chambers, M. (2006): Effects of Honey Bee (*Hymenoptera: Apidae*) Foraging on Seed Set in Self-fertile Sunflowers (*Helianthus annuus* L.). Environmental Entomology, 35(4): 1103-1108.
- Diaz-Forestier, J., Gomez, M., Montenegro, G. (2009): Nectar volume and floral entomofauna as a tool for the implementation of sustainable apicultural management plans in *Quillaja saponaria* Mol. Agroforest Syst, 76:149–162.
- Doddamani, I.K., Patil, S.A., Ravikumar, R.L. (1997): Relationship of autogamy and self fertility with seed yield and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia, 20(26): 95-102.
- Dodig, D., Zorić, M., Kandić, V., Perović, D., Šurlan-Momirović, G. (2012): Comparison of responses to drought stress of 100 wheat accessions and landraces to identify opportunities for improving wheat drought resistance. Plant Breeding, 131: 369-379.
- Zajáčz, E., Zaják, Á., Szalai, E.M., Szalai, T. (2006): Nectar production of some sunflower hybrids. Journal of Apicultural Science, 50(2): 109-113.

- Zimmermann, M.J.O., Rosielle, A.A, Waines, J.G., Foster, K.W. (1984): A heritability and correlation study of grain yield, yield components, and harvest index of common bean in sole crop and intercrop. *Field Crops Research*, 9: 109-118.
- Zhang, M., Kang, M.S., Reese Jr, P.F., Bhardwaj, H.L. (2006): Soybean cultivar evaluation via GGE biplot analysis. *Journal of New Seeds*, 7(4): 37-50.
- Ivanov, I.G. (1975): Study on compatibility and incompatibility display in crossing selfed sunflower lines. *Rastenievud Nauk*, 12: 36–40.
- Ivanov, M.K., Dymshits, G.M. (2007): Cytoplasmic male sterility and restoration of pollen fertility in higher plants. *Genetika*, 43(4): 451-468.
- Ion, V., Ion, N., Stefan, V., Coman, R., Fota, G. (2010): Melliferous characteristics of sunflower with importance for pastoral beekeeping. *Proceedings of the 1st International Animal Health Science Conference: The Beekeeping Conference*, Nov. 4-6, Romania.
- Jadhav, J.A., Sreedevi, K., Prasad, P.R. (2011): Insect pollinator diversity and abundance in sunflower ecosystem. *Current Biotica*, 5(3): 344-350.
- Joksimović, J., Atlagić, J., Miklič, V., Dušanić, N., Sakač, Z. (2005): Interrelationship of pollination conditions, fertilization and sunflower seed yield. *Genetika*, 37(3): 209-215.
- Joksimović, J., Atlagić, J., Sakač, Z., Miklič, V., Dušanić, N. (2003): Phenotypic and genotypic variability of disc flower corolla length and nectar content in sunflower. *Genetika*, 35(2): 131-138.
- Jocić, S. (1990): Stepen oplodnje kod hibrida suncokreta u 1999. godini. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 33: 81-90.
- Kamler, F. (1997): Sunflower pollination in Czech Republic. *Acta Horticulturae*, 437: 407-411.

- Kanji, G.K. (2006): 100 statistical tests. Third Edition. SAGE Publications Ltd, London.
- Kasina, M., Nderitu, J., Nyamasyo, G., Oronje, M.L. (2007): Sunflower pollinators in Kenya: Does diversity influence seed yield? African Crop Science Conference Proceedings, 8: 1149-1153.
- Kastori, R. (1984): Fiziologija semena. Matica Srpska, Novi Sad.
- Kastori, R. (1989): Fiziologija biljaka. Naučna knjiga, Beograd.
- Keasar, T., Sadeh, A., Shmida, A. (2008): Variability in nectar production and standing crop, and their relation to pollinator visits in a Mediterranean shrub. Arthropod-Plant Interactions, 2:117–123.
- Khan, A. (2001): Yield performance, heritability and interrelationship in some quantitative traits in sunflower. Helia, 24(34): 35-40.
- Langridge, D.F., Goodman, R.D. (1981): Honeybee pollination of sunflower cultivars Hysun 30 and Sunfolia. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 21(111): 435 – 438.
- Lužaić, R., Puškadija, Z., Florijančić, T., Opačak, A., Bošković, I., Jelkić, D. (2008): Posjećenost suncokreta (*Helianthus annuus* L.) medonosnom pčelom (*Apis mellifera*) u agro-eko sustavu Baranje. Krmiva, 50: 123-128.
- Lundberg, H. (1980): Effects of weather on foraging-flights of bumblebees (*Hymenoptera, Apidae*) in a subalpine/alpine area. Ecography, 3(2): 104-110.
- Manetas, Y., Petropoulou, Y. (2000): Nectar amount, pollinator visit duration and pollination success in the Mediterranean shrub *Cistus creticus*. Annals of Botany, 86: 815-820.
- Marinković, R. (1992): Pat-coefficient analysis of some yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Euphytica, 60: 201-205.

- Marinković, R., Dozet, B., Vasić, D.M. (2003): Oplemenjivanje suncokreta. Školska knjiga, Novi Sad.
- Marinković, R., Škorić, D. (1986): Procenat oplodnje i autofertilnosti kod nekih inbred linija suncokreta i njihovih F1 hibrida. Zbornik radova sa savetovanja o unapređenju uljarstva Jugoslavije, 27-37.
- McKenna, M. A., Thomson, J. D. (1988): A technique for sampling and measuring small amounts of floral nectar. *Ecology*, 69(4): 1306-1307.
- Miklić, V. (1996): Uticaj različitih genotipova i pojedinih klimatskih činilaca na posetu pčela i drugih polinatora i oplodnju suncokreta. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Miklić, V., Dušanić, N., Atlagić, J., Sakač, Z., Joksimović, J., Crnobarac, J., Mihailović, D., Vasić, D. (2002): Uticaj genotipa, đubrenja i mikroklimata na posetu polinatora i prinos suncokreta. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 36: 179-188.
- Miklić, V., Dušanić, N., Joksimović, J. (2005): Osnovni principi proizvodnje hibridnog semena suncokreta. Zbornik naučnih radova instituta PKB Agroekonomik, 11(1-2): 117-124.
- Milošević, M., Kobiljski, B. (2011): Semenarstvo. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Milošević, M., Malešević, M. (2004): Semenarstvo. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo i Nacionalna laboratorija za ispitivanje semena, Novi Sad.
- Mitrović, B., Stanisavljević, D., Treskić, S., Stojaković, M., Bekavac, G., Nastasić, S., Ivanović, M. (2011): GGE biplot analiza multilokacijskih ogleđa NS hibrida kukuruza. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 48: 77-82.
- Morant, D. S., Schumann, R., Petit, S. (2009): Field methods for sampling and storing nectar from flowers with low nectar volumes. *Annals of Botany* 103: 533–542.

- Nderitu, J., Nyamasyo, G., Kasina, M., Oronje, M.L. (2008): Diversity of sunflower pollinators and their effect on seed yield in Makueni District, Eastern Kenya. Spanish Journal of Agricultural Research, 6(2): 271-278.
- Nocentini, D., Pacini, E., Guarnieri, M., Nepi, M. (2012): Flower morphology, nectar traits and pollinators of *Cerithe major* (Boraginaceae-Lithospermeae). Flora, 207: 186-196.
- Oz, M., Karasu, A., Cakmak, I., Goksoy, A.T., Turan, Z.M. (2009): Effects of honeybee (*Apis mellifera*) pollination on seed set in hybrid sunflower (*Helianthus annuus* L.). African Journal of Biotechnology, 8(6): 1037-1043.
- Ozolinčius, R., Stakėnas, V., Serafinavičiūtė, B., Buožytė, R. (2009): Effects of artificial soil drought on Scots pine fruiting, seed vitality, and pollen germination. Ekologija, 55(3-4): 189-195.
- Onemli, F., Gucer, T. (2010): Self-fertilization and restoration of cytoplasmatic male sterility of some wild species of *Helianthus*. Helia, 33(53): 31-36.
- Pandey, K.K. (1979): Overcoming incompatibility and promoting genetic recombination in flowering plants. New Zealand Journal of Botany, 17: 645-63.
- Paiva, G.J., Terada, Y., Toledo, V.A.A. (2002): Behavior of *Apis mellifera* L, Africanized honeybees in sunflower (*Helianthus annuus* L.) and evaluation of *Apis mellifera* L. colony inside covered area of sunflower. Acta Scientiarum, Maringá, 24(4): 851-855.
- Paiva, G.J., Terada, Y., Toledo, V.A.A. (2003): Seed production and germination of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in three pollination systems. Acta Scientiarum, Maringá, 25(2): 223-227.
- Parker, F.D. (1981): How efficient are bees in pollinating sunflowers? Journal of the Kansas Entomological Society, 54(1): 61-67.

- Pacini, E., Nepi, M., Vesprini, J. L. (2003): Nectar biodiversity: a short review. *Plant Systematic and Evolution*, 238: 7–21.
- Peat, J., Goulson, D. (2005): Effect of experience and weather on foraging rate and pollen versus nectar collection in the bumblebee, *Bombus terrestris*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58: 152-156.
- Pierre, J., Mesquida, J., Marilleau, R., Pham-Delegue, M.H., Renard, M. (1999): Nectar secretion in winter oilseed rape, *Brassica napus*-quantitative and qualitative variability among 60 genotypes. *Plant Breeding*, 118: 471-476.
- Pline, W.A., Edmisten, K.L., Oliver, T., Wilcut, J.W., Wells, R., Allen N.S. (2002): Use of digital image analysis, viability stains, and germination assays to estimate conventional and glyphosate-resistant cotton pollen viability. *Crop Science*, 42: 2193–2200.
- Plowright, R.C., Pendrel, R.A. (1977): Larval growth in bumble bees (*Hymenoptera-Apidae*). *The Canadian Entomologist*, 109: 967–973.
- Prasad, P.V.V., Boote, K.J., Allen, L.H. Jr. (2006): Adverse high temperature effects on pollen viability, seed-set, seed yield and harvest index of grain-sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] are more severe at elevated carbon dioxide due to higher tissue temperatures. *Agricultural and Forest Meteorology*, 139: 237–251.
- Puškadija, Z., Lužaić, R., Ozimec, S., Bošković, I., Opačak, A., Jelkić, D. (2009): Utjecaj klimatskih čimbenika na dnevnu aktivnost medonosne pčele (*Apis mellifera*). Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog znanstvenog simpozija agronoma. B.EN.A, Opatija 16.-20. Februar 2009, 716-720.
- Pham-Delegue, M.H, Etievant, P., Guichard, E., Masson, C. (1989): Sunflower volatiles involved in honeybee discrimination among genotypes and flowering stages. *Journal of Chemical Ecology*, 15(1): 329-343.

- Pham-Delegue, M.H., Masson, C., Etievant, P., Azar, M. (1986): Selective olfactory choices among sunflower aromas: a study by combined olfactory conditioning and chemical analysis. *Journal of Chemical Ecology*, 12: 781-793.
- R Development Core Team (2010): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ravi, E., Bharathi, M., Reddy, A.V., and Ganesh, M. (2006): Character association and path analysis for seed yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Oilseed Research*, 23 (1): 43-45.
- Radford, B.J., Nielsen, R.G.H., Rhodes, J.W. (1979): Agents of pollination in sunflower crops on the central Darling Downs, Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 19(100): 565 – 569.
- Razi, H., Assad, M.T. (1999): Comparison of selection criteria in normal and limited irrigation in sunflower. *Euphytica*, 105: 83-90.
- Rajasri, M., Kanakadurga, K., Durga Rani, V., Anuradha, Ch. (2012): Honey bees-potential pollinators in hybrid seed production of sunflower. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 3(2): 216-221.
- Ram, M., Davari, M.R. (2011): Seed setting and filling problem in sunflower and its management – A review. *International journal of Agronomy and Plant Production*, 2 (2): 33-56.
- Rencher, A.C. (2002): *Methods of Multivariate Analysis*. John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Ringner, M. (2008): What is principal component analysis? *Nature Biotechnology*, 26(3): 303-304.
- Richards, A.J. (2001): Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? *Annals of Botany*, 88: 165-172.

- Roath, W.W., Miller, J. F. (1982): Environmental effects on seed set in oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.). Canadian Journal of Plant Science, 62: 867-873.
- Rubio, J., Cubero, J.I., Martín, L.M., Suso, M.J., Flores F. (2004): Biplot analysis of trait relations of white lupin in Spain. Euphytica, 135(2): 217-224.
- Sakač, Z., Terzić, S., Miklič, V. (2008): The appropriate technique for collecting and measuring the amount of floral nectar in sunflower (*Helianthus annuus* L.): Book of abstracts, 17th International Sunflower Conference, June 8 –12, Cordoba, Spain.
- Sammataro, D., Erickson, E.H., Garment, M.B. (1985): Ultrastructure of the sunflower nectar. Journal of Apicultural Research, 24: 150-160.
- Sammataro, D., Erickson, E.H., Garment, M.B. (1983): Intervarietal structural differences of sunflower (*Helianthus annuus*) florets their importance to honey bee visitation. In Proc. 5th Sunflower Res. Workshop, Minot, ND. 26. Jan 1983. Natl. Sunflower Assoc., Bismarck, ND.
- Satyanarayana, A.R., Seetharam, A. (1982): Studies on the method of hybrid seed production in oilseed sunflower (*Helianthus annuus*), 3: role and activity of insect visitors in pollination and seed set. Seed Science and Technology, 10(1): 13-17.
- Singh, S.B., Labana, K.S. (1990): Correlation and path analysis in sunflower. Crop Improvement, 17(1): 49-53.
- Sinha, S.N., Atwal, S.S. (2000): Pollination requirement in sunflower hybrid seed production: III, Effect of methods of pollination on seed setting and yield. Seed research, 28 (2):113-118.
- StatSoft Inc. (2013): STATISTICA (data analysis software system), version 12. USA.
- Sumangala, S., Giriraj, G. (2003): Seed yield, test weight and oil content in sunflower genotypes as influenced by various pollination methods and seasons. Helia, 26(38): 143-148.

- Sun, Y., Godwin, I.D., Arief, V.N., Delacy, I.H., Jackway, P.T., Lambrides, C.J. (2012): Factors controlling self-fertility in sunflower: The role of GCA/SCA effects, S alleles, and floret characteristics. *Crop Science*, 52(1): 128-135.
- Shuel, R.W., Shivas, J.A. (1953): The influence of soil physical condition during the flowering period on nectar production in snapdragon. *Plant Physiology*, 28(4): 645-651.
- Teuber, L.R., Barnes, D.K. (1979): Environmental and genetic influences on alfalfa nectar. *Crop Science*, 19(4): 874-878.
- Toledo, V.A.A., Chambó, E.D., Halak, A.L., Faquinello, P., Parpinelli, R. S., Ostrowski, K.R., Casagrange, A.P.B., Ruvolo-Takasusuki, M.C.C. (2011): Floral biology and pollination in sunflowers (*Helianthus annuus* L.) by Africanized honeybees. *Scientia Agraria Paranaensis*, 10(1): 5-17.
- Fell, R.D. (1986): Foraging behaviors of *Apis mellifera* L. and *Bombus* ssp. on oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 59(1): 72-81.
- Fernandez-Martinez, J., Knowles, P.F. (1978): Inheritance of self incompatibility in wild sunflower. In *Int. Sunflower Conf.*, 8th, July, Paris, pp. 23-27.
- Fick, G.N. Zimmer, D.E., Zimmerman, D.C. (1974): Correlation of seed oil content in sunflowers with other plant and seed characteristics. *Crop Science*, 14(5): 755-757.
- Furgala, B., Mussen, E.C., Noetzel, D.M., Robinson, R.G. (1976): Observations on nectar secretion in sunflowers. In *Proc. 1st Sunflower Res, Workshop*, Fargo, ND, 8 Jan, Natl, Sunflower Assoc., Bismarck, ND. p.11-12.
- Hegde, M.R., Havanagi, G.V. (1989): Effect of moisture stress at different growth phases on seed setting and yield of sunflower. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 2(3): 147-150.

- Heil, M. (2011): Nectar: generation, regulation and ecological functions. *Trends in Plant Science*, 16(4): 191-200.
- Hernández, L.F. (2008): Visit path pattern of the honeybee (*Apis mellifera* L.) on the sunflower capitulum: Correspondence with the location of seedless and incompletely developed fruits. *Helia*, 31(48): 1-16.
- Hladni, N., Škorić, D., Kraljević-Balalić, M., Ivanović, M., Sakač, Z., Jovanović, D. (2004): Correlation of yield components and seed yield per plant in sunflower (*Helianthus annuus* L.). In Proc. of 16th Inter. Sunf. Conf., Fargo, North Dakota, USA, August, p. 491-496.
- Hladni, N., Škorić, D., Kraljević-Balalić, M., Sakač, Z., Jovanović, D. (2006): Combining ability for oil content and its correlations with yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia*, 29(44): 101-110.
- Hocking, B. (1953): The intrinsic range and speed of flight of insects. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 104: 223-345.
- Cresswell, J. E., Galen, C. (1991): Frequency-dependent selection and adaptive surfaces for floral character combinations: the pollination of *Polemonium viscosum*. *American Naturalist*, 138: 1342-1353.
- Crnobarac, J., Dušanić, N., Balalić, I., Jaćimović, G. (2006): Usporedna analiza proizvodnje suncokreta u 2004. i 2005. godini. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 42(2): 75-86.
- Chambo, E.D., Garcia, R.C., Oliveira, N.T.E., Duarte-Junior, J.B. (2011): Honey bee visitation to sunflower: effects on pollination and plant genotype. *Scientia Agricola*, 68(6): 647-651.
- Škorić, D., Vrebalov, T., Čupina, T., Turkulov, J., Marinković, R., Maširević, S., Atlagić, J., Tadić, L., Sekulić, R., Stanojević, D., Kovačević, M., Jančić, V., Sakač, Z. (1988): *Suncokret*. Nolit, Beograd.

- Škorić, D., Jocić, S., Jovanović, D., Hladni, N., Marinković, R., Atlagić, J., Panković, D., Vasić, D., Miladinović, F., Gvozdrenović, S., Terzić, S., Sakač, Z. (2006): Dostignuća u oplemenjivanju suncokreta. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 42(1): 131-171.
- Yadav, R. N., Sinha, S. N., Singhal, N.C. (2007): Effect of sowing dates and day hours on nectar production and frequency of honeybee visits in parental lines of sunflower hybrid APSH-11. Seed research, 35(1): 1-5.
- Yadav, R.N., Sinha, S.N., Singhal, N.C. (2002): Honeybee (*Apis spp.*) pollination in sunflower hybrid seed production: Effect of planting design on honeybee movement and its operational area. Apimondia Standing Commission of Pollination and Bee Flora, <http://apimondiafoundation.org/foundation/files/437.pdf>
- Yan, W., Kang, M.S. (2003): GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Yan, W., Rajcan, I. (2002): Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science, 42:11-20.
- Yan, W., Frégeau-Reid, J. (2008): Breeding line selection based on multiple traits. Crop Science, 48:417–423.
- Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q., Szlavnic, Z. (2000): Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Science, 40(3): 597-605.
- Westerkamp, C., Gottsberger, G. (2000): Diversity pays in crop pollination. Crop Science, 40:1209–1222.
- Wist, T.J., Davis, A.R. (2006): Floral Nectar Production and Nectary Anatomy and Ultrastructure of *Echinacea purpurea* (Asteraceae). Annals of Botany, 97: 177–193.
- Wolff, D. (2006): Nectar Sugar Composition and Volumes of 47 Species of Gentianales from a Southern Ecuadorian Montane Forest. Annals of Botany, 97: 767–777.

9. Прилози

Прилог 1. Средње вредности приноса семена по главици (g) код 30 генотипова сунцокрета током три године

Генотип	2010	2011	2012	Просек	Просечан ранг
<i>L1 A</i>	49,59	77,61	55,89	61,03	16
<i>L1 B</i>	48,47	68,40	57,37	58,08	18
<i>L2 A</i>	53,79	80,18	74,12	69,36	10
<i>L2 B</i>	54,26	74,28	65,05	64,53	13
<i>L3 A</i>	55,50	79,90	56,83	64,08	14
<i>L3 B</i>	56,01	75,50	50,83	60,78	17
<i>L4 A</i>	36,96	62,21	61,67	53,61	21
<i>L4 B</i>	35,91	61,00	56,97	51,29	22
<i>L5 A</i>	72,80	74,23	83,45	76,83	8
<i>L5 B</i>	76,39	81,45	92,25	83,36	6
<i>L6 A</i>	38,00	56,31	16,67	36,99	25
<i>L6 B</i>	32,04	48,93	31,53	37,50	24
<i>L7 A</i>	60,19	74,13	71,97	68,76	11
<i>L7 B</i>	63,46	77,39	63,03	67,96	12
<i>L8 A</i>	33,88	73,39	64,37	57,21	19
<i>L8 B</i>	33,07	71,86	65,81	56,91	20
<i>L9 A</i>	68,65	85,92	79,26	77,94	7
<i>L9 B</i>	58,04	80,40	80,97	73,14	9
<i>L10 A</i>	45,23	70,69	73,22	63,05	15
<i>L10 B</i>	44,74	48,57	55,82	49,71	23
<i>R1</i>	23,68	38,71	36,96	33,12	27
<i>R2</i>	12,21	28,06	19,45	19,91	30
<i>R3</i>	19,83	37,28	24,81	27,31	28
<i>R4</i>	25,11	45,57	36,49	35,72	26
<i>R5</i>	18,97	33,49	25,47	25,98	29
<i>H1</i>	99,21	119,46	93,80	104,16	2
<i>H2</i>	69,40	124,55	115,16	103,04	3
<i>H3</i>	80,00	108,75	93,53	94,09	4
<i>H4</i>	92,24	135,09	116,89	114,74	1
<i>H5</i>	60,42	114,29	83,33	86,01	5
Просек	50,60	73,59	63,43	-	-

Прилог 2. Средње вредности садржаја уља у семену (%) код 30 генотипова сунцокрета током три године

Генотип	2010	2011	2012	Просек	Просечан ранг
<i>L1 A</i>	45,23	47,94	48,27	47,15	9
<i>L1 B</i>	39,16	43,82	45,07	42,68	23
<i>L2 A</i>	39,54	43,53	43,72	42,26	25
<i>L2 B</i>	32,85	39,90	39,63	37,46	30
<i>L3 A</i>	38,74	44,89	44,62	42,75	22
<i>L3 B</i>	34,96	41,22	40,35	38,84	29
<i>L4 A</i>	44,66	51,55	52,83	49,68	4
<i>L4 B</i>	37,79	50,85	49,99	46,21	14
<i>L5 A</i>	46,64	45,87	49,37	47,29	8
<i>L5 B</i>	44,52	46,23	47,90	46,22	13
<i>L6 A</i>	49,02	50,58	41,12	46,90	10
<i>L6 B</i>	44,78	46,52	45,78	45,69	17
<i>L7 A</i>	40,54	48,36	48,41	45,77	16
<i>L7 B</i>	38,55	46,32	46,45	43,77	20
<i>L8 A</i>	38,02	50,11	48,03	45,38	18
<i>L8 B</i>	33,07	46,72	44,27	41,35	27
<i>L9 A</i>	42,17	49,29	47,38	46,28	12
<i>L9 B</i>	35,56	46,82	47,00	43,13	21
<i>L10 A</i>	39,63	47,64	47,03	44,77	19
<i>L10 B</i>	37,15	44,99	42,21	41,45	26
<i>R1</i>	45,62	54,66	51,58	50,62	1
<i>R2</i>	44,75	52,30	50,17	49,07	5
<i>R3</i>	41,31	42,74	43,11	42,39	24
<i>R4</i>	47,26	51,73	50,79	49,92	3
<i>R5</i>	48,06	50,28	51,92	50,09	2
<i>H1</i>	44,69	51,65	50,69	49,01	6
<i>H2</i>	45,52	49,04	47,95	47,50	7
<i>H3</i>	38,25	41,11	41,42	40,26	28
<i>H4</i>	45,81	47,55	44,84	46,07	15
<i>H5</i>	41,95	48,72	49,22	46,63	11
Просек	41,53	47,43	46,70	-	-

Прилог 3. Средње вредности приноса уља по главици (g) код 30 генотипова сунцокрета током три године

Генотип	2010	2011	2012	Просек	Просечан ранг
<i>L1 A</i>	20,41	33,86	24,55	26,27	13
<i>L1 B</i>	17,28	27,27	23,53	22,69	18
<i>L2 A</i>	19,36	31,76	29,49	26,87	12
<i>L2 B</i>	16,22	26,97	23,46	22,22	20
<i>L3 A</i>	19,57	32,64	23,08	25,09	15
<i>L3 B</i>	17,82	28,32	18,66	21,60	22
<i>L4 A</i>	15,02	29,18	29,65	24,62	16
<i>L4 B</i>	12,35	28,23	25,91	22,16	21
<i>L5 A</i>	30,89	30,98	37,49	33,12	7
<i>L5 B</i>	30,94	34,26	40,21	35,14	5
<i>L6 A</i>	16,95	25,92	6,24	16,37	25
<i>L6 B</i>	13,06	20,71	13,14	15,64	26
<i>L7 A</i>	22,20	32,63	31,71	28,85	10
<i>L7 B</i>	22,26	32,62	26,65	27,18	11
<i>L8 A</i>	11,72	33,46	28,13	24,44	17
<i>L8 B</i>	9,95	30,55	26,51	22,34	19
<i>L9 A</i>	26,34	38,53	34,17	33,02	8
<i>L9 B</i>	18,78	34,25	34,63	29,22	9
<i>L10 A</i>	16,31	30,65	31,34	26,10	14
<i>L10 B</i>	15,12	19,88	21,44	18,82	23
<i>R1</i>	9,83	19,25	17,35	15,48	27
<i>R2</i>	4,97	13,35	8,88	9,07	30
<i>R3</i>	7,45	14,50	9,73	10,56	29
<i>R4</i>	10,80	21,45	16,86	16,37	24
<i>R5</i>	8,29	15,32	12,03	11,88	28
<i>H1</i>	40,35	56,15	43,27	46,59	2
<i>H2</i>	28,75	55,57	50,25	44,86	3
<i>H3</i>	27,84	40,68	35,25	34,59	6
<i>H4</i>	38,45	58,45	47,70	48,20	1
<i>H5</i>	23,06	50,68	37,33	37,02	4
Просек	19,08	31,60	26,95	-	-

Прилог 4. Средње вредности масе 1000 семена (g) код 30 генотипова сунцокрета током три године

Генотип	2010	2011	2012	Просек	Просечан ранг
<i>L1 A</i>	45,31	60,41	49,87	51,86	16
<i>L1 B</i>	39,74	49,50	44,49	44,58	25
<i>L2 A</i>	45,44	61,95	61,49	56,29	9
<i>L2 B</i>	42,48	57,99	53,25	51,24	18
<i>L3 A</i>	46,45	68,07	59,70	58,08	7
<i>L3 B</i>	46,90	59,96	51,62	52,83	14
<i>L4 A</i>	42,60	61,11	57,78	53,83	13
<i>L4 B</i>	40,82	63,08	58,03	53,98	12
<i>L5 A</i>	51,30	60,62	60,50	57,47	8
<i>L5 B</i>	50,40	61,16	70,97	60,84	4
<i>L6 A</i>	51,33	63,32	54,00	56,21	10
<i>L6 B</i>	48,23	60,48	42,01	50,24	19
<i>L7 A</i>	57,32	61,59	66,39	61,77	3
<i>L7 B</i>	61,27	66,14	62,82	63,41	1
<i>L8 A</i>	39,64	59,22	55,28	51,38	17
<i>L8 B</i>	34,01	59,84	51,60	48,49	21
<i>L9 A</i>	52,71	63,69	62,73	59,71	5
<i>L9 B</i>	43,23	52,82	51,73	49,26	20
<i>L10 A</i>	36,74	54,48	49,54	46,92	23
<i>L10 B</i>	40,83	48,51	46,66	45,33	24
<i>R1</i>	27,14	37,96	37,17	34,09	27
<i>R2</i>	22,66	27,57	26,27	25,50	30
<i>R3</i>	24,58	32,04	28,34	28,32	28
<i>R4</i>	33,05	44,42	44,02	40,50	26
<i>R5</i>	25,03	31,09	23,33	26,48	29
<i>H1</i>	56,88	70,21	62,26	63,12	2
<i>H2</i>	45,20	51,81	47,91	48,31	22
<i>H3</i>	45,77	65,26	56,38	55,80	11
<i>H4</i>	51,03	64,56	60,13	58,57	6
<i>H5</i>	44,95	60,81	51,98	52,58	15
Просек	43,10	55,99	51,61	-	-

Прилог 5. Средње вредности броја цветова по цвасти код 30 генотипова сунцокрета током три године

Генотип	2010	2011	2012	Просек	Просечан ранг
<i>L1 A</i>	1841,50	1911,75	2003,60	1918,95	11
<i>L1 B</i>	1899,85	1992,95	1879,90	1924,23	10
<i>L2 A</i>	1524,75	1597,15	1436,40	1519,43	24
<i>L2 B</i>	1568,65	1486,25	1386,00	1480,30	26
<i>L3 A</i>	1425,05	1516,10	1215,70	1385,62	28
<i>L3 B</i>	1421,30	1548,15	1179,05	1382,83	29
<i>L4 A</i>	1524,75	1671,15	1640,40	1612,10	19
<i>L4 B</i>	1547,50	1633,70	1532,45	1571,22	22
<i>L5 A</i>	1765,10	1597,10	1737,55	1699,92	17
<i>L5 B</i>	1809,90	1663,30	1622,85	1698,68	18
<i>L6 A</i>	1769,90	1686,00	1788,70	1748,20	15
<i>L6 B</i>	1837,40	1785,75	1796,70	1806,62	14
<i>L7 A</i>	1454,85	1611,45	1576,00	1547,43	23
<i>L7 B</i>	1428,80	1664,25	1440,55	1511,20	25
<i>L8 A</i>	2265,85	2396,20	2026,35	2229,47	4
<i>L8 B</i>	2378,40	2380,85	2158,60	2305,95	2
<i>L9 A</i>	1943,25	2048,65	1960,20	1984,03	8
<i>L9 B</i>	1947,70	2029,80	1952,10	1976,53	9
<i>L10 A</i>	1764,30	1742,70	2059,85	1855,62	13
<i>L10 B</i>	1730,50	1571,35	1912,40	1738,08	16
<i>R1</i>	1613,70	1631,20	1576,80	1607,23	20
<i>R2</i>	2400,80	2487,00	1883,80	2257,20	3
<i>R3</i>	1615,50	1904,15	1273,60	1597,75	21
<i>R4</i>	1254,85	1451,60	1280,05	1328,83	30
<i>R5</i>	1476,70	1419,15	1354,90	1416,92	27
<i>H1</i>	2080,30	2007,55	1925,75	2004,53	7
<i>H2</i>	2726,60	3067,75	3060,90	2951,75	1
<i>H3</i>	1984,75	1904,95	1823,55	1904,42	12
<i>H4</i>	2092,60	2302,50	2214,95	2203,35	5
<i>H5</i>	2008,00	2216,85	1875,75	2033,53	6
Просек	1803,44	1864,24	1752,51	-	-

Прилог 6. Средње средње вредности пречника главице (cm) код 30 генотипова сунцокрета током три године

Генотип	2010	2011	2012	Просек	Просечан ранг
<i>L1 A</i>	18,44	18,95	16,74	18,04	11
<i>L1 B</i>	19,80	18,99	17,64	18,81	8
<i>L2 A</i>	16,58	18,11	16,93	17,21	18
<i>L2 B</i>	17,84	18,13	16,55	17,51	16
<i>L3 A</i>	15,97	16,20	13,43	15,20	24
<i>L3 B</i>	15,66	16,02	13,29	14,99	25
<i>L4 A</i>	15,41	17,04	17,11	16,52	22
<i>L4 B</i>	16,53	16,62	16,80	16,65	21
<i>L5 A</i>	19,49	17,17	18,10	18,25	10
<i>L5 B</i>	20,63	18,14	18,80	19,19	6
<i>L6 A</i>	15,53	16,57	16,72	16,27	23
<i>L6 B</i>	16,32	18,41	16,82	17,18	19
<i>L7 A</i>	18,45	17,42	17,28	17,71	14
<i>L7 B</i>	19,86	18,76	17,14	18,59	9
<i>L8 A</i>	17,13	17,55	16,86	17,18	20
<i>L8 B</i>	16,64	18,26	17,96	17,62	15
<i>L9 A</i>	17,77	17,00	17,32	17,36	17
<i>L9 B</i>	18,65	17,29	17,53	17,82	13
<i>L10 A</i>	18,22	19,21	20,00	19,14	7
<i>L10 B</i>	19,16	15,93	19,00	18,03	12
<i>R1</i>	10,92	12,45	12,57	11,98	29
<i>R2</i>	10,20	11,68	10,80	10,89	30
<i>R3</i>	11,81	16,43	12,85	13,70	26
<i>R4</i>	11,96	13,63	12,87	12,82	28
<i>R5</i>	12,25	13,49	12,81	12,85	27
<i>H1</i>	22,48	19,86	17,11	19,82	4
<i>H2</i>	20,82	22,69	22,39	21,97	1
<i>H3</i>	20,75	20,84	18,87	20,15	3
<i>H4</i>	19,40	20,78	18,97	19,71	5
<i>H5</i>	20,49	21,98	17,99	20,15	2
Просек	17,17	17,52	16,64	-	-

10. Биографија

Петар Чанак рођен је 14.10.1980. у Новом Саду. Основну школу је завршио 1995. у Руменци. Средњу Електротехничку школу је завршио 1999. у Новом Саду.

Пољопривредни факултет Универзитета у Новом Саду је уписао школске 1999/2000, смер ратарство и повртарство. Дипломирао је 25.04.2006. са просечном оценом 8,56. Дипломски рад „Опис новосадских сората пасуља по међународним стандардима” одбранио је са оценом 10. У 2005/2006. години цивилно је одслужио војни рок.

Петар Чанак је био запослен у „БВ Комерц доо” на месту стручног сарадника за производњу и развој у периоду од 26.03.2007. до 31.07.2008.

Мастер студије је уписао школске 2008/2009. године на Пољопривредном факултету Универзитета у Новом Саду, смер Генетика, оплемењивање и семенарство, и завршио их 06.07.2010. године са просечном оценом 9,50. Мастер рад „Утицај хемијске десикације на основне семенске квалитете најновијих комерцијалних новосадских линија сунцокрета” одбранио је са оценом 10. Докторске студије уписао је на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду, школске 2010/2011. године, на одсеку Пољопривредне науке, модул: ратарство и повртарство.

Петар Чанак је запослен на Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду, на Одељењу за уљане културе као истраживач приправник на семенарству од 01.09.2008. године. Звање истраживач сарадник стиче 04.06.2011. године. Од 01.04.2012. почиње са радом на семенарству Одељења за кукуруз.

До сада је као аутор или коаутор објавио 19 научних радова и саопштења са научних скупова. Говори енглески и руски језик. Ожењен је и има сина.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Петар Б. Чанак
Број индекса или пријаве докторске дисертације 10/25

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

Ефикасност оплодне генотипова сунцокрета у различитим еколошким условима

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена докторска 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/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, 18.12.2013.

Потпис докторанда

Чанак Петар

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације

Име и презиме аутора Петар Б. Чанак
Број индекса или пријаве докторске дисертације 10/25
Студијски програм Пољопривредне науке, Ратарство и повртарство
Наслов докторске дисертације Ефикасност оплодње генотипова сунцокрета у различитим
еколошким условима
Ментор проф. др Гордана Шурлан-Момировић

Потписани/а Петар Б. Чанак

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

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

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

Потпис докторанда

У Београду, 18.12.2013.



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

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

Ефикасност оплодне генотипова сунцокрета у различитим еколошким условима

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 крају).

Потпис докторанда

У Београду, 18.12.2013.

