



**УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
АГРОНОМСКИ ФАКУЛТЕТ У ЧАЧКУ**

Далибор Томић

**ФОЛИЈАРНА ПРИМЕНА МИНЕРАЛНИХ ХРАНИВА
У ПРОИЗВОДЊИ СЕМЕНА ЦРВЕНЕ ДЕТЕЛИНЕ
НА КИСЕЛОМ ЗЕМЉИШТУ**

Докторска дисертација

Чачак, 2017. година



**UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC
FACULTY OF AGRONOMY ČAČAK**

Dalibor Tomić

**FOLIAR APPLICATION OF MINERAL NUTRIENTS
IN RED CLOVER SEED PRODUCTION
ON ACID SOIL**

Doctoral Dissertation

Čačak, 2017.

Идентификациона страница докторске дисертације

<i>I. Аутор</i>
Име и презиме: Далибор Томић
Датум и место рођења: 17.12.1984. године, Крушевац, Република Србија
Садашње запослење: Агрономски факултет у Чачку
<i>II. Докторска дисертација</i>
Наслов: Фолијарна примена минералних хранива у производњи семена црвене детелине на киселом земљишту
Број поглавља: 9
Број страница: 114
Број табела: 17
Број графика: 27
Број библиографских података: 409
Установа и место где је рад израђен: Агрономски факултет у Чачку Универзитета у Крагујевцу
Научна област (УДК): Крмне биљке изузев трава 633.3(043.3)
Ментор: Проф. др Владета И. Стевовић, редовни професор Агрономског факултета у Чачку Универзитета у Крагујевцу
<i>III. Оцена и одбрана</i>
Датум пријаве теме: 25.11.2014.
Број одлуке и датум прихватања теме докторске дисертације: IV-04-116/11 од 11.03.2015.
Комисија за оцену подобности теме и кандидата: 1. Др Владета Стевовић, редовни професор Агрономског факултета у Чачку, Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Ратарство и крмно биље; 2. Др Никола Бокан, ванредни професор Агрономског факултета у Чачку, Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Ратарство и крмно биље; 3. Др Зоран Лугић, научни саветник, Институт за крмно биље у Крушевцу, ужа научна област: Крмно биље.
Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације: 1. Др Никола Бокан, ванредни професор Агрономског факултета у Чачку, Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Ратарство и крмно биље; 2. Др Зоран Лугић, научни саветник Института за крмно биље у Крушевцу, ужа научна област: Крмно биље; 3. Др Александар Симић, ванредни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, ужа научна област: Крмно биље и травњаци.
Датум одбране дисертације:

Ментор: Проф. др Владета Стевовић

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације:

1. _____
Др Никола Бокан, председник,
ванредни професор Агрономског факултета у Чачку,
Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област:
Ратарство и крмно биље

2. _____
Др Зоран Лугић, члан,
научни саветник Института за крмно биље у
Крушевцу, ужа научна област: Крмно биље

3. _____
Др Александар Симић, члан,
ванредни професор Пољопривредног факултета
Универзитета у Београду, ужа научна област: Крмно
биље и травњаци

Датум одбране:

ФОЛИЈАРНА ПРИМЕНА МИНЕРАЛНИХ ХРАНИВА У ПРОИЗВОДЊИ СЕМЕНА ЦРВЕНЕ ДЕТЕЛИНЕ НА КИСЕЛОМ ЗЕМЉИШТУ

Резиме

Предуслов за унапређење гајења црвене детелине (*Trifolium pratense* L.) је производња довољне количине квалитетног семена. Правилна минерална исхрана, односно садржај појединих макро и микроелемената у биљци могу утицати на принос семена црвене детелине, нарочито када се производња одвија на киселим земљиштима. Циљ рада је био да се на таквом земљишту оцени утицај фолијарне прихране кобалтом, бором, фосфором и калијумом на принос и компоненте приноса семена сорти црвене детелине, као и на квалитет добијеног семена.

Оглед је изведен у периоду 2009-2012. године у Чачку на земљишту киселе реакције ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 4,8). За оглед су одабране сорте црвене детелине: К-17, К-39, уна и виола. Паралелно су постављана два огледа, у густој сетви и у кућице (појединачне биљке). Анализе су вршене на другом порасту у другој години производње. За фолијарну прихрану су употребљени: кобалт ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ у концентрацији $0,033\text{g L}^{-1}$), бор (бор етаноламин у концентрацији од 0,1%) и фосфор и калијум ($\text{P}_{52}\text{K}_{34}$, у концентрацији 1%).

Фолијарна примена кобалта је генерално посматрано имала позитиван утицај на вредности компоненти приноса, принос семена и крме сорти црвене детелине. Боља снабдевеност биљака кобалтом је утицала на раст и развој, посебно вегетативних органа. Разлог овоме је боља снабдевеност биљака азотом услед позитивног утицаја кобалта на процес азотофиксације, на шта указује и значајно већи број нодула на корену биљака. Фолијарни третман бором генерално посматрано је такође утицао на раст и развој вегетативних и генеративних органа. Интензивнији раст биљних органа на третману са бором се такође може повезати са интензивнијом азотофиксацијом. Позитиван утицај фолијарне примене бора на генеративне органе је пре свега резултат његовог утицаја на већу виталност и интензитет клијања полена, као и веће присуство инсеката опрашивача услед веће количине нектара. Фолијарна примена фосфора и калијума у овом експерименту је имала значајан позитиван утицај на број изданака и број цвасти по јединици површине, број цветова по цвасти, број семена по цвасти и принос семена. С обзиром да фолијарна прихрана фосфором и калијумом није утицала на значајно повећање нодулације, њен позитиван утицај на раст и развој вегетативних и генеративних органа се приписује неопходности ових елемената у многим важним процесима у биљци.

Фолијарни третмани кобалтом, бором, фосфором и калијумом у току периода вегетације, нису утицали на клијавост и виталност добијеног семена.

Кључне речи: црвена детелина, фолијарна прихрана, минерална исхрана, принос семена, квалитет семена.

FOLIAR APPLICATION OF MINERAL NUTRIENTS IN RED CLOVER SEED PRODUCTION ON ACID SOIL

Summary

The production of sufficient amounts of high quality seed is a precondition for improvement in red clover (*Trifolium pratense* L.) cultivation. Proper mineral nutrition or the content of some macro and micronutrients in the plant may affect the seed yield of red clover, especially when the production takes place on acid soils. The aim of the study was to assess the impact of foliar treatment with cobalt, boron, phosphorus and potassium on seed yield and its components in red clover cultivars on an acid soil, as well as on the quality of the seed obtained.

A field trial was conducted in 2009-2012 in Čačak on a soil having an acid reaction ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 4.8). The red clover cultivars selected for the experiment were: 'K-17', 'K-39', 'Una' and 'Viola'. Two parallel experiments were established under dense sward and low-density (individual plant) conditions. Analyses were performed on the second growth in the second year of production. For foliar nutrition, cobalt ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ at a concentration of 0.033 g L^{-1}), boron (boron ethanolamine at 0.1%) and phosphorus and potassium ($\text{P}_{52}\text{K}_{34}$, at 1%) were used.

The foliar application of cobalt had a positive effect on the values of yield components, seed yield and forage yield of the red clover cultivars. The improved cobalt supply facilitated plant growth and development, especially of vegetative organs. The underlying reason is a better supply of nitrogen to the plants as the result of a positive influence of cobalt on nitrogen fixation, as evidenced by the significantly higher number of nodules on the roots. The growth and development of vegetative and generative organs were also affected by the foliar boron treatment. The intensive growth of plant organs in the treatment with boron can also be associated with intensive nitrogen fixation. The positive impact of foliar-applied boron on generative organs was primarily the result of its stimulatory impact on pollen vitality and rate of pollen germination, which contributed to the presence of insect pollinators due to higher amounts of nectar. Foliar applications of phosphorus and potassium in this experiment had a significant positive effect on the number of stems and number of inflorescences per unit area, number of flowers per inflorescence, number of seeds per inflorescence and seed yield. Given that foliar-applied phosphorus and potassium did not lead to a significant increase in nodulation, their positive effect on the growth and development of vegetative and generative organs can be attributed to the requirement for these elements in many important processes in the plant.

Foliar treatments with cobalt, boron, phosphorus and potassium during the growing season did not affect the germination and vitality of the seed obtained.

Key words: red clover, foliar fertilization, mineral nutrition, seed yield, seed quality.

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	3
3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	4
3.1. Агронормске особине црвене детелине	4
3.2. Производња семена црвене детелине	7
3.3. Минерална исхрана и проблеми киселих земљишта	10
3.4. Усвајање и утицај кобалта на биљку	13
3.5. Усвајање и утицај бора на биљку.....	17
3.6. Усвајање и утицај фосфора на биљку.....	23
3.7. Усвајање и утицај калијума на биљку	26
4. РАДНА ХИПОТЕЗА	30
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА	31
5.1. Агроеколошки услови	34
5.1.1. Климатске карактеристике локалитета	34
5.1.2. Метеоролошки услови у периоду извођења огледа	34
5.1.3. Земљишни услови.....	36
6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	38
6.1. Компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине у периоду 2010-2012. године	38
6.1.1. Компоненте приноса и принос семена густоредог усева	38
6.1.2. Компоненте приноса и принос семена појединачних биљака	39
6.2. Корелациони односи између компоненти приноса и приноса семена	41
6.3. Утицај кобалта на принос и компоненте приноса семена, принос крме и сена.....	42
6.3.1. Утицај кобалта на принос и компоненте приноса семена густоредог усева	42
6.3.2. Утицај кобалта на принос и компоненте приноса семена појединачних биљака.....	43
6.3.3. Утицај кобалта на принос крме и сена	48
6.4. Утицај бора на принос и компоненте приноса семена	49
6.4.1. Утицај бора на принос и компоненте приноса семена густоредог усева... ..	49
6.4.2. Утицај бора на принос и компоненте приноса семена појединачних биљака.....	51
6.5. Утицај фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена	55
6.5.1. Утицај фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена густоредог усева	55
6.5.2. Утицај фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена појединачних биљака	56
6.6. Утицај фолијарних третмана на садржај хлорофила у листу и нодулацију	61
6.7. Утицај дужине чувања на клијавост и вигор семена	62
6.8. Утицај фолијарних третмана на квалитет добијеног семена	63
6.9. Однос између параметара клијавости и вигора семена	65

7. ДИСКУСИЈА	66
7.1. Компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине у периоду 2010-2012. године	66
7.1.1. Вредности за принос и компоненте приноса семена	69
7.1.2. Корелациони односи између компоненти приноса и приноса семена	71
7.2. Нодулација црвене детелине	72
7.3. Садржај хлорофила у листу црвене детелине	72
7.4. Квалитет семена црвене детелине	73
7.5. Утицај кобалта на принос крме и сена	74
7.6. Утицај кобалта на принос и компоненте приноса семена	76
7.6.1. Утицај кобалта на квалитет добијеног семена	80
7.7. Утицај бора на принос и компоненте приноса семена	80
7.7.1. Утицај бора на квалитет добијеног семена	84
7.8. Утицај фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена	85
7.8.1. Утицај фосфора и калијума на квалитет добијеног семена	88
8. ЗАКЉУЧАК	90
9. ЛИТЕРАТУРА	93

1. УВОД

Крмно биље представља стуб одрживе пољопривреде и као такво знатно доприноси целокупној пољопривреди једне земље. У комплексу мера интензивирања сточарске производње, решење треба тражити у подизању нивоа и смањењу трошкова производње крмног биља. Rochon et al. (2003) предлажу повећање површина под крмним легуминозама са циљем смањења енергетске потрошње, загађења животне средине, интензивирања система одрживе пољопривреде и очувања биодиверзитета. Ове биљке се као азотофиксатори минимално ђубре азотним ђубривима, чиме се умањује испирање азота из земљишта и загађење подземних вода (Janzen and McGinn, 1991). Коришћењем крмних легуминоза за исхрану домаћих животиња, значајно се може смањити, а у неким случајевима чак и искључити употреба скувих концентрованих хранива.

Црвена детелина (*Trifolium pratense* L.) је једна од најзначајнијих крмних легуминоза за производњу квалитетне крме, која се гаји у умереним регионима широм света. По ботаничкој номенклатури, црвена детелина припада реду Fabales, породици Fabaceae, потпородици Faboideae, роду *Trifolium*. Изразито је полиморфна врста, у оквиру које је описано преко 40 ботаничких варијетета.

У Србији је у периоду од 2001-2005. године црвена детелина гајена на око 122.222 ha годишње са просечним приносом суве материје од 4,1 t ha⁻¹. Од тога у централној Србији на 116.471 ha, а у Војводини на 5.575 ha (Ђукић и сар., 2007). Према последњем попису пољопривреде (из 2012. године) (РЗС, 2013), детелине су у Републици Србији гајене на површини од 77.730 ha. Према СГС (2015) у 2014. у години, у Републици Србији, детелине су гајене на површини од 75.395 ha, са укупном производњом од 244.659 t суве материје, односно просечним приносом од 3,2 t ha⁻¹ суве материје.

Значај црвене детелине се огледа пре свега у високом приносу суве материје, која садржи око 17% сирових протеина. Биомаса се одликује и богатством провитамина А (каротин), витаминима С, D, Е, К, В₁, В₂, В₃, микроелементима Мо, Со, В, Cu, Mn (Вучковић, 1999; Марковић и сар., 2007) и изофлавоноима (Gu, 2007; Dabkevičienė et al., 2012). Црвена детелина има високу способност регенерације, тако да у зависности од услова успевања, може дати и до три откоса годишње. У условима природне обезбеђености биљака водом, уз задовољавајућу агротехнику, у току периода експлоатације (најчешће три године) се могу остварити приноси зелене крме и до 148 t ha⁻¹ (Vasiljević et al., 2010). Приноси зелене крме и семена црвене детелине јако варирају у зависности од временских услова, пре свега количине и распореда падавина у току године. Црвена детелина је прилагођена широком спектру климатских услова, типова и нивоа плодности земљишта (Mihovski et al., 2011). Има високу виталност поника, одличан је азотофиксатор, те је зато веома важна у плодореду.

Производња семена црвене детелине у Србији је најчешће организована као комбинована производња (крма/семе), при чему се за добијање семена користи други

1. Увод

пораст у другој години, некада и други пораст у трећој години, чиме се повећава сигурност и рентабилност производње (Југић и сар., 1996; Дуронић, 2010). Притом, усеви црвене детелине су углавном примарно намењени за производњу крме, а производња семена има секундарни карактер (Вучковић и сар., 2004). У таквим условима се често постижу ниски приноси семена од око 200-300 kg ha⁻¹, углавном услед недовољне примене агротехничких мера. Како се семенски усеви црвене детелине често заснивају на киселим земљиштима, посебну пажњу треба посветити правилној минералној исхрани (Вучковић и сар., 2004; Tomić et al., 2010).

Киселост земљишта је ограничавајући чинилац за гајење многих биљака, нарочито легуминоза, јер су у таквим условима поједина хранива теже доступна биљкама (Hauptvogel, 2003). Закишељавање земљишта, воде и таложење токсичних елемената су важни еколошки проблеми у свету. Процењује се да је 30-40 % обрадивог земљишта на светском нивоу киселе реакције, односно рН вредности испод 5,5 (Uexkull and Mutert, 1995). У Републици Србији око 60% обрадивог земљишта је слабо-киселе, киселе или екстремно киселе реакције (Стевановић и Јаковљевић, 1995). Преко 500.000 ha пољопривредних површина у Србији представљају псеудоглејна земљишта, од којих се 75% налази у западној и северозападној Србији, што се поклапа са рејонима интензивне сточарске, пре свега говедарске производње (Катић и сар., 2006).

Фолијарном применом одређених микро и макроелемената је могуће донекле ублажити последице недостатка минералних хранива у биљкама гајеним на киселим земљиштима и повећати економичност гајења усева (Fageria et al., 2009).

Кобалт је један од микроелемената који значајно утичу на развој бактерија из рода *Rhizobium*, а тиме и на раст вегетативних органа легуминоза (Collins and Kinsela, 2011). Кобалт је компонента витамина Б12, који улази у састав ензима и коензима важних у процесу фиксације азота у нодулама легуминоза (Mathur et al., 2006). Такође, кобалт је компонента ензима важних и у многим другим процесима у биљци (Palit et al., 1994; Jayakumar et al., 2007; Jayakumar and Jallel, 2009).

Бор је неопходан микроелемент за одвијање важних ћелијских процеса у биљном организму (Ahmad et al., 2009; Metin et al., 2010). Недостатак бора неповољно утиче на раст и развој генеративних органа биљака (Dell et al., 2002). Довољна обезбеђеност биљака бором утиче и на бољу активност нитрогеназе, бољу фиксацију азота од стране *Rhizobium*-а, а тиме и на раст легуминозних биљака (Blevins and Lukaszewski, 1998).

Фосфор је конститутивни елемент најважнијих макромолекулских и физиолошки активних једињења у биљци, као што су ADP и АТР. Има важну улогу у органогенези, нарочито у развоју генеративних органа (Jianbo et al., 2011). Фосфор је саставни део метаболизма и важних биолошких процеса укључујући и фотосинтезу, дисање, мембрански транспорт (Richardson, 2009; Veneklaas et al., 2012). Слаба покретљивост фосфора у биљци и његов висок садржај у генеративним органима указују на значај обезбеђености биљке овим елементом.

Калијум није структурни елемент у биљним ткивима, али је веома важан за нормално одвијање животних процеса, отпорност биљака према суши, болестима и штеточинама, (Tiwarī et al., 2001.). Важан је за активацију бројних ензима, синтезу протеина и скроба (Pettigrew, 2008), помаже у одржавању тургорског притиска и одржавању водног биланса у биљкама (Dreyer and Uozumi, 2011). Довољна снабдевеност биљака калијумом позитивно утиче на раст и развој, како генеративних, тако и вегетативних органа.

2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Семенски усеви црвене детелине се често заснивају на киселим земљиштима, на којима су поједина минерална хранива теже приступачна биљкама. За нормално одвијање процеса азотофиксације, формирање генеративних органа, опрашивање, оплодњу и развој семена, потребно је да биљке црвене детелине буду оптимално обезбеђене кобалтом, бором, фосфором и калијумом. Усвајање ових минералних хранива на киселим земљиштима је често отежано, независно од њихове концентрације у земљишном раствору.

Основни циљ истраживања је да се анализира утицај фолијарне примене кобалта, бора, фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена сорти црвене детелине у усеву заснованом на киселом земљишту за комбиновану производњу крма-семе и на појединачним биљкама у реткој сетви. Поред тога, циљ је био и да се процени утицај фолијарних третмана на клијавост и вигор добијеног семена. Добијени резултати би могли указати на могућност повећања производне способности детелишта и економичности семенске производње на земљиштима која су мање погодна за гајење легуминозних биљака.

3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

3.1. Агрономске особине црвене детелине

Род *Trifolium* је заступљен са око 230 врста, од којих се чак 50 налази у Србији (Vasiljević et al., 2001). Светске ресурсе детелина чини око 61.500 узорака. У колекцијама доминирају врсте: *Trifolium pratense* (21%), *T. repens* (18%), а знатно мање су заступљене: *T. nigrescens*, *T. ambiguum*, *T. spumosum*, *T. hybridum*, *T. incarnatum*, *T. resupinatum*, *T. pallidum*, *T. subterraneum*, *T. medium*, *T. pannonicum*, *T. montanum*, *T. alpestre*, *T. sarosense*, *T. aureum*, *T. campestre*, *T. fragiferum*, *T. dubium* (Продановић и сар., 2006).

Црвена детелина (*Trifolium pratense* L.) је једна од најзначајнијих легуминоза за производњу квалитетне крме. Она расте у дивљим формама на ливадама широм Европе и Азије, а у Северној Америци је недавно натурализована (Zielinska et al., 2012). Одликује се високим приносима суве материје, која је доброг квалитета (Марковић и сар., 2007). Поред високог садржаја сирових протеина, биомаса се одликује богатством витамина и микроелемената. Ова врста је једна од најбогатијих извора фитоестрогена, флавоноида, изофлавона и лигнина (Bou et al., 2003). Најважнији изофлавоноиди које садржи црвена детелина су генистеин, диадзеин, коместрол, формонетин, флавоон, кварцетин (He et al., 1998). Друге важне компоненте које садржи црвена детелина су фенолни гликозиди, салицилати, кумарини, цијаногени гликозиди, минералне киселине, етерична уља, ситостероли, масне киселине. Црвена детелина је и извор многих хранљивих материја за животиње, укључујући калцијум, селен, гвожђе, хром, магнезијум, цинк, молибден, фосфор, калијум, ниацин, тиамин, бета каротен. Екстракт црвене детелине се користи као састојак укуса у многим прехранбеним производима, а њени цветови имају лековита својства (Zava et al., 1998). Велики значај црвена детелина има у плодореду, с обзиром да има високу виталност поника и одличан је азотофиксатор (Drobna, 2009).

Просечан садржај неких микро и макроелемената у сувој маси црвене детелине према Spedding and Diekmahns (1972) је следећи: N - 23,4-47,0 g kg⁻¹ CM; P - 1,4-4,5 g kg⁻¹ CM; K - 8,8-41 g kg⁻¹ CM; Ca - 11,9-24,2 g kg⁻¹ CM; Mg - 1,7-3,8 g kg⁻¹ CM; S - 1,5-2,4 g kg⁻¹ CM; Na - 0,2-2,0 g kg⁻¹ CM; Cl - 3,2-6,2 g kg⁻¹ CM; Fe - 74-362 mg kg⁻¹ CM; Mn - 36-75 mg kg⁻¹ CM; Zn - 21-35 mg kg⁻¹ CM; Cu - 5,8-11,6 mg kg⁻¹ CM; Co - 0,10-0,36 mg kg⁻¹ CM; Mo - 0,44 mg kg⁻¹ CM. Најзаступљенији макроелементи у сувој материји црвене детелине су азот, калијум и калцијум, док су фосфор, магнезијум и сумпор заступљени у нешто мањим количинама. Од микроелемената, у сувој материји црвене детелине су најзаступљенији Fe и Cl. У нешто мањим концентрацијама у сувој материји су заступљени Mn, Zn, Cu, а у знатно мањој концентрацији Co и Mo.

Потенцијални принос црвене детелине је висок, као и квалитет добијене крме (Drobna, 2009). Разлог раста производње црвене детелине у свету су високи приноси,

3. Преглед литературе

висок садржај протеина, калцијума, магнезијума, фосфора, висока адаптабилност, повољан утицај на земљиште (Amdahl, 2011).

Висока варијабилност и генетичка пластичност црвене детелине су последица изразито ксеногамног карактера оплодње и ентомофилног начина опрашивања (Taylor and Smith, 1979). Захваљујући високој варијабилности и адаптабилности на различите услове спољашње средине, природном селекцијом је настао велики број локалних екотипова црвене детелине, супериорних у датим условима гајења (Helgadottir, 1996).

Главни задатак у оплемењивању црвене детелине је стварање сорти које дају висок принос, квалитетну крму и толерантне су на економски-значајније болести. Осим тога, у новије време оплемењивачки рад на црвеној детелини има за циљ креирање уско специјализованих сорти за одређена подручја гајења, високе адаптабилности. Проучавањима многих аутора (Boller et al., 2003; Gaue and Ingwersen, 2003; Herrmann et al., 2003; Boller et al., 2004; Радовић и сар., 2004; Vasiljević et al., 2005) је потврђена предност локалних екотипова црвене детелине у односу на материјал из других региона, јер аклиматизовани екотипови остварују веће приносе крме у односу на слабије аклиматизоване популације и сорте. Због тога, избор домаћих сорти вишегодишњих легуминоза које су селекционисане у постојећим условима, обезбеђује више и стабилније приносе током њиховог периода искоришћавања (Радовић и сар., 2004). Иначе, пажљиви избор сорти црвене детелине може бити један од најважнијих фактора који утичу на принос, регенерацију и потенцијални профит (Drobna, 2009).

Како је у погледу генетичког потенцијала за принос биомасе код црвене детелине већ достигнут висок ниво, данас се већа пажња посвећује праћењу најважнијих својстава приноса и квалитета семена (Stevović et al., 2011).

Оплемењивање на повећан потенцијал за принос семена црвене детелине је знатно отежано услед одсуства јасне међузависности између приноса семена и његових компоненти (Elgersma and Van Wijk, 1997). Међутим, аутори указују да постојање значајне генотипске корелације између жетвеног индекса и приноса семена указује на могућност повећања приноса семена без негативног утицаја на принос крме.

Домаће диплоидне сорте црвене детелине представљају синтетике од различитих аутохтоних генотипова или локалних популација (Ђукић и сар., 2007). Оне се одликују просечном висином стабљика преко 60 cm, високим производним потенцијалом за принос зелене биомасе (преко 52 t ha⁻¹) односно суве материје (преко 11 t ha⁻¹) и врло добрим квалитетом суве материје (СП 196 g kg⁻¹ СМ, СЦ 220 g kg⁻¹ СМ, БЕМ 441 g kg⁻¹ СМ).

Бошњак и сар. (2000), Vasiljević et al. (2001, 2005) истичу да су НС сорте црвене детелине, анализирани на неколико локалитета имале просечну висину стабљика 50,9 cm, принос од 45,1 t ha⁻¹ зелене крме, односно 9,64 t ha⁻¹ суве материје. Такође, остварен је висок садржај сирових протеина (182 g kg⁻¹ СМ), сирове целулозе (199 g kg⁻¹ СМ) и БЕМ (473 g kg⁻¹ СМ).

Сорте црвене детелине се у другој години производње разликују међу собом у погледу приноса зелене крме из првог откоса, који се према наводима Vasiljević et al. (2010) кретао у интервалу од 22,4 t ha⁻¹ (сорта „Nike“) до 40,0 t ha⁻¹ (сорта уна). Аутори наводе да су иностране сорте у односу на домаће, у другој години оствариле значајно нижи принос крме и да су се до краја вегетације јако проредиле.

Принос суве материје црвене детелине у сва три откоса у другој години искоришћавања креће се од 12,2-14,5 t ha⁻¹ (Ćupina et al., 2004). Према Mihovski et al.

3. Преглед литературе

(2011), Васиљевић и сар. (2011) и Golaszewska et al. (2010), принос суве материје у сва три откоса током године, кретао се у интервалу од 4,35-15,8 t ha⁻¹.

У брдско-планинском делу Републике Србије на земљиштима киселе реакције просечни приноси сена црвене детелине су веома ниски (3-4 t ha⁻¹) (Васиљевић и сар. 2011).

Генотипови црвене детелине гајени на земљишту рН 6,9, на међуредном растојању од 20 cm при сетви од 20 kg ha⁻¹ семена су се значајно разликовали у приносу суве материје, садржају ADF и NDF, садржају сирових протеина и релативној хранљивој вредности (Surmen et al., 2013). Принос суве материје је био значајно већи у првом откосу у односу на други и трећи. Принос сирових протеина је већи у другом и трећем откосу, у односу на први откос. У првом откосу у другој години производње, принос суве материје се кретао у интервалу од 3,87-7,56 kg ha⁻¹.

Упоређивањем 48 популација црвене детелине у Турској је утврђено постојање великих варијација у времену пристизања за кошење и приносу сена (Asci, 2011). У погледу морфолошких карактеристика је постојао висок степен специфичне варијабилности. Између више румунских и словачких сорти црвене детелине у условима Словачке је установљено постојање значајних разлика између сорти у погледу приноса зелене крме, висине биљака, интензитета регенерације, односа стабло-лист, садржаја сирових протеина, сирове целулозе, масти и пепела (Drobna, 2009). Између сорти црвене детелине гајених у Немачкој су установљене значајне разлике, пре свега на основу отпорности према болестима (Jacob et al., 2010). Диплоидне сорте су биле знатно отпорније од тетраплоидних.

Између сорти црвене детелине постоји велика варијабилност у погледу времена цветања (Greene et al., 2004).

Упоређивањем 48 популација црвене детелине је утврђено постојање позитивне корелације између висине биљака и приноса сена као и између броја стабала и приноса сена (Asci, 2011).

При наклијавању семена сорти црвене детелине на супстратима чија је рН вредност била 4, 5, 6 и 7 је утврђено да се оне значајно разликују по броју тврдих семена, дужини корена, дужини хипокотила, укупној дужини клијанаца, сувој маси клијанаца и вигор индексу клијанаца (Mandić et al., 2011). Генотипови се међу собом нису значајно разликовали према енергији клијавости, укупној клијавости, броју неклијавих и болесних семена и сувој маси клијанаца.

Садржај протеина, азота, фосфора и фитата у корену црвене детелине се повећава у току јесењег каљења, у току зиме има највиши ниво, а затим са порастом зелених биљних делова у пролеће, њихов садржај се смањује (Li et al., 1996).

Црвена детелина се лако адаптира на широк опсег климатских услова, типова и плодности земљишта (Drobna, 2009; Mihovski et al., 2011). Она има умерене захтеве према условима успевања (Вучковић и сар., 2004). Тражи доста воде и има умерене захтеве према топлоти. Сушу слабије подноси, нарочито у млађим фазама. У подручјима са мање од 500 L m⁻² падавина годишње тешко успева, а јаче суше је оштећују јер њена анатомија и органографија корена и крунице нису прилагођене аридним еколошким условима. Оптималне количине падавина за гајење црвене детелине су око 800 L m⁻² годишње, али равномерно распоређених у току године, нарочито у време летњих месеци током вегетационог периода. Оптималан пољски водни капацитет земљишта за црвену детелину је око 70-80%.

Црвена детелина не може да издржи ни тако ниске температуре као луцерка. Неповољне су голомразице са температурама испод -15°C при којима измрзава, нарочито при честом смењивању мразних и релативно топлих дана са температурама изнад 8°C. При дужој суши у јесењем периоду када концентрација хелијских сокова у

3. Преглед литературе

корену није довољно снижена, а услови за нову асимилацију органских материја више не постоје, уласком у зиму измрзава изнад -8°C . Под дубљим снегом од 25-30 cm може да издржи мраз до -25°C . У пролеће рано креће при температурама од 3°C , а пун пораст почиње на $5-6^{\circ}\text{C}$. Према Вучковићу и сар. (2004) је веома битно да црвена детелина има довољно влаге пре почетка цветања и наливања семена, као и сунчано, топло и суво време током цветања и дозревања семена. Кишовито време омета лет инсеката опрашивача и смањује опрашивање цветова, а доприноси и полагању и прорастању усева црвене детелине (Мишковић, 1986). Високе температуре током цветања вишегодишњих легуминоза, такође ограничавају опрашивање инсектима и повећавају физиолошке губитке код опрашених цветова (Medeiros et al., 1995; Iannucci et al., 2002; Dordas, 2006).

Црвена детелина је биљка дугог дана, али добро подноси облачност и засену. Северне форме детелине траже доста светлости до фазе пупољења. Јужне форме детелина захтевају дужину дана од 12-14h. Црвена детелина има мање захтеве према светлости од луцерке, те се може гајити у крмним смешама са вишегодишњим травама или усејавати у неке ратарске усеве као што су јечам или крмни грашак.

Црвена детелина нема велике захтеве према земљишту, те зато њени рејони гајења нису строго ни ограничени. Најбоље јој одговарају средње-тешка и растресита земљишта, али довољно обезбеђена влагом, мање су погодна песковита и водопрпусна. Не подноси висок ниво подземних вода, нити дуже плављење. Најбоља земљишна рН за црвену детелину је у границама 6,0-7,0, мада за разлику од луцерке може успешно да се гаји и на нешто киселијим земљиштима (Ђукић и сар., 2009). Боље подноси нешто већу киселост, него алкалност. Одлично успева на гајњачама, смоници, псеудоглеју, на брдско-планинском делувијалном земљишту, алувијалним, оцедним речним наносима и на чернозему, али уз добру обезбеђеност влагом. За производњу семена се у нашој земљи могу користити долињско-низијска и брдска земљишта до 500 m надморске висине (Вучковић и сар., 2004). Црвена детелина тражи високу плодност односно довољно приступачних минералних хранива, с обзиром на саму способност да производи велику количину органске масе. Према Молнару (2004) минимални ваздушни капацитет за ову биљку, односно минимални захтев према ваздуху у односу на укупну порозност износи 10%, док за луцерку износи 18%. Према Марковић и сар. (2007) црвена детелина је биљка брдских подручја, киселијих и влажнијих земљишта, али је према Mandić et al. (2014) осетљива на већу концентарцију соли у земљишту, посебно током клијања и ране фазе пораста клијанаца.

3.2. Производња семена црвене детелине

Производња семена црвене детелине се углавном обавља из другог пораста у другој години производње. За развиће биљака из другог пораста, током лета у Србији има довољно топлоте и најповољнији су услови за опрашивање, пре свега инсектима опрашивачима као што су бумбари (*Bombus sp.*) (Ђукић и сар., 2009). Такође, у летњем периоду, због недовољне влажности, биљке нису сувише бујне, а присуство коровских биљака је смањено.

Сетва усева црвене детелине, намењеног за производњу семена, обавља се на веће међуредно растојање (40-50 cm) са количином семена од $4-5 \text{ kg ha}^{-1}$ (Мишковић, 1986; Вучковић, 1999). Међутим, високи приноси семена се могу остварити и сетвом детелине на међуредно растојање од 20 cm и применом 10 kg ha^{-1} семена. За

3. Преглед литературе

производњу семена црвене детелине Amdahl (2011) препоручује мању норму сетве ($2-4 \text{ kg ha}^{-1}$) у односу на производњу крме.

За заснивање усева црвене детелине за комбиновану производњу и искоришћавање (биомаса-семе), Лугић и сар. (1996) препоручују сетвену норму од 14 kg ha^{-1} и међуредно растојање од 12,5 и 25 cm. Стевовић и сар. (2008) истичу да се економичност у комбинованој производњи може обезбедити заснивањем усева са нешто нижом количином семена и међуредним растојањем од 20 cm.

Семе обично има већи квалитет при гајењу на већем међуредном растојању (Вучковић, 1999). Међутим, Shirliffe and Johnston (2002) указују да сетвена норма при гајењу легуминоза није имала значајнији утицај на масу семена.

Број нодула на корену црвене детелине је већи при ређој сетви уз умерено ђубрење (Olar et al., 2010).

Приближно исти принос семена добија се при сетви усева у јесен и пролеће, док је при сетви у осталим роковима добија значајно нижи принос семена. Бољем клијању и ницању црвене детелине доприноси примена прстенастог ваљка пре сетве и примена обичног глатког ваљка после сетве (Olar et al., 2010). При производњи семена црвене детелине је веома важна примена бора, који се може дати фолијарно, третирањем биљака у фази бутонизације или нешто раније (Мишковић, 1986). Мере неге су исте као код усева за производњу крме уз већу предострожност при заштити од корова, штеточина и болести, које могу десетковати производњу семена.

У брдским подручјима, где се црвена детелина најчешће гаји, убирање семена се обавља двофазно (кошење ручно или косачицама, а затим вршидба) или у повољнијим условима, убирање семена је једнофазно (комбајнима) (Ђукић и сар., 2009). Оптимално време кошења семенског усева црвене детелине је када се процени да је више од 80% цветних главица добило мркоцрну боју. Због лаког осипања семена, не би требало чекати потпуно сазревање главица, јер могу настати велики губици. Према Вучковић (1999) жетва усева црвене детелине се врши када су главичасте цвасти суве, тамномрке или мркосиве боје. У то време листови су још зелени, а семе се лако осипа. Применом десикације, суши се стабло и спречава осипање семена, тако да се жетва у том случају обавља раније.

Принос семена црвене детелине углавном је одређен генетичком основом сорте, еколошким условима подручја, временом кошења првог пораста, присуством инсеката опрашивача, као и интеракцијом генотип/спољна средина (Steiner et al., 1995). У зависности од услова успевања, броја цвасти по квадратном метру, активности инсеката опрашивача и друго, принос семена диплоидних сорти црвене детелине се креће од $250-400 \text{ kg ha}^{-1}$. Према искуствима неких произвођача, у години сетве и наредне године се може остварити принос преко 750 kg ha^{-1} семена (Ђукић и сар., 2009). Према Мишковић (1986) црвена детелина може дати $300-500 \text{ kg ha}^{-1}$ семена зависно од начина гајења и услова успевања. Стјепановић и сар. (1990) указују да се приноси семена црвене детелине крећу од $200-800 \text{ kg ha}^{-1}$, све у зависности од услова гајења. Производни потенцијал црвене детелине је до 1000 kg ha^{-1} семена, али приноси од 500 kg ha^{-1} се могу сматрати врло добрим и реалним у савременим условима производње.

Просечни приноси семена црвене детелине у производњи у Данској у периоду 1996-2010. године су били око 317 kg ha^{-1} , док је у експерименталним условима принос износио 806 kg ha^{-1} (Boelt and Gislum, 2011). Oliva et al. (1994) су постигли актуелни принос семена (израчунат на бази компоненти приноса) црвене детелине од $1680-1710 \text{ kg ha}^{-1}$, а жетвени принос био је од $830-1050 \text{ kg ha}^{-1}$. Жетвени принос је био за 40-50% мањи у односу на актуелни. Према Wilczek and Ćwintal (2008) жетвени принос сорти црвене детелине се креће од $386-564 \text{ kg ha}^{-1}$, потенцијални

3. Преглед литературе

принос од 645-937 kg ha⁻¹. Са смањењем лисне масе код црвене детелине се повећава принос семена, јер се тиме потенцира развој већег броја цвасти по јединици површине (Boelt and Gislum, 2011).

Herrmann et al. (2006) наводе да је просечан принос семена по биљци код два генотипа црвене детелине био 5,72 g, са интервалом варијације 0,71-11,31 g, а број цвасти по биљци је примарна компонента од које зависи принос семена.

Утицај појединих фактора на принос семена црвене детелине је једноставније пратити преко компоненти приноса (Тomić et al., 2014). Компоненте приноса су квантификоване одговарајуће морфолошке особине које директно утичу на принос семена. Компоненте које одређују принос семена црвене детелине су: број биљака по јединици површине, број цвасти по биљци, број цветова по цвасти, број овула по цвету, фертилност, маса хиљаду семена (Amdahl, 2011). Главна компонента приноса семена црвене детелине од које зависи принос је број цвасти по биљци. Међутим однос између броја цвасти по биљци и густине биљака је негативан, што указује да је број цвасти по јединици површине важнија компонента приноса семена у односу на број цвасти по биљци. Број цветова по цвасти је генетички одређен. Неповољни услови услед опрашивања и оплодње могу довести до смањења броја овула по цвету и фертилности цветова што може да смањи принос семена. Уколико семе није добро наливено, оно је смежурано, те су маса хиљаду семена и принос семена значајно смањени.

Број семена по цвасти и фертилност цветова су такође значајне компоненте приноса семена црвене детелине (Wilczek and Ćwintal, 2008). Број семена по цвасти код црвене детелине (сорта „Parada“) се кретао од 61 до 74. У различитим годинама фертилност је варијала од 51,2 до 69,8%, а велика количина падавина у време цветања може значајно смањити фертилност и жетвени принос у односу на потенцијални принос семена. Број генеративних изданака се кретао од 230-264, број цвасти m⁻² од 602-670, маса хиљаду семена од 1,75-1,89 g. Просечан број цветова по цвасти код сорте црвене детелине „Kenland“, на контролној варијанти без наводњавања се кретао од 101 до 142 (Oliva et al., 1994). Фертилност цветова је била у интервалу од 76 до 99%, маса хиљаду семена 1,79-1,9 g. Просечан број цвасти по изданку код сорте уна је 6,7 у условима ређе сетве (60 cm), што је значајно више у односу на сетву на мањем међуредном растојању (Vasiljević et al., 2010).

Број цвасти по биљци је у позитивној корелацији са приносом семена црвене детелине и основа је за повећање потенцијала за принос (Montardo et al., 2003; Olar et al., 2010). Број цвасти по биљци је једна од главних компоненти приноса на коју треба обратити пажњу у селекцији црвене детелине на већи принос семена. Такође, између приноса семена по биљци и броја семена по биљци, као и између приноса семена по биљци и фертилности цветова црвене детелине постоји значајна позитивна корелација (Herrmann et al., 2006). Коefицијенти генетичке корелације показују да принос семена по биљци код црвене детелине највише зависи од: броја семена по цвасти, броја цветова по цвасти и броја продуктивних изданака по биљци (Vasiljević et al., 2000). Аутори такође истичу да између броја цвасти и броја интернодија по стабљици, односно приноса зелене масе, постоје значајне позитивне генетичке корелације, што потврђују и Steiner and Alderman (2003). До истог закључка су дошли и Lannucci and Martinello (1998), пратећи три популације медитеранске детелине. Добијени резултати указују да је истовремена селекција на принос зелене крме и принос семена оправдана.

Водни стрес смањује број цветова и цвасти код црвене детелине (Boelt and Gislum, 2011).

3. Преглед литературе

Присуство инсеката опрашивача има велики утицај на број семена по цвасти код црвене детелине (Јевтић и сар., 2007). Установљено је да су пчела и други опрашивачи више посећивали црвену детелину у односу на луцерку. Присуство и активност опрашивача су већи ако се усев третира шећерним сирупом. На третману са шећерним сирупом је остварено повећање приноса семена за 18%.

У семенарској пракси код легуминоза су присутна такозвана тврда (дормантна) семена са непропусном семењачом за воду, која ће клијати и дати клијанац јаког вигора тек након одређеног периода чувања или након скарификације семена (Kimura and Islam, 2012). Дормантност семена може бити морфолошка, физиолошка, морфофизиолошка, физичка и комбинована (Baskin and Baskin, 2004). Зависно од биљне врсте може трајати од неколико дана до неколико година. Дормантност семена код биљака из рода *Trifolium* је углавном условљена непропусном семењачом (Ates, 2011). Ascı et al. (2011) су на семену шест популација црвене детелине старости девет месеци које је расхлађивано 5 дана на температури од 4 °C утврдили клијавост од 24%. Већој обезбеђености клице кисеоником доприносе ниске температуре и више кисеоника растворљивог у води (Young and Young, 1992). Према резултатима Balouchi and Modarres (2006), расхлађивањем се смањује удео тврдых семена и повећава клијавост семена црвене детелине. Acharya et al. (1999) указују да садржај тврдых семена код легуминоза у великој мери зависи од сорте.

Клијавост семена сорти црвене детелине два месеца након зрења је варирала у интервалу од 57 до 75% (Велијевић и сар., 2016). Просечан удео тврдых семена код сорти црвене детелине био је 24%. Генерално посматрано, сорте црвене детелине К-17, К-39 и уна су имале већу клијавост и вигор семена од сорти сана и петница.

Вигор семена је важна компонента која утиче на заснивање усева, раст и продуктивност биљака (Sawan et al., 2009). Абиотички и биотички фактори, ако нису у оптималним границама, могу негативно утицати на виталност семена, посебно када је семе посејано у еколошки стресним условима (лоша припрема земљишта, ниске температуре, вишак или мањак влажности, земљишни микроорганизми, штеточине, хемијска оштећења).

Повећањем нагласка на квалитет семена се у новије време повећава и потреба за класификацијом сорти црвене детелине на основу особина семена (Zielinska et al., 2012).

3.3. Минерална исхрана и проблеми киселих земљишта

Минерална исхрана је један од најважнијих фактора који утичу на принос семена црвене детелине (Вучковић и сар., 2004; Томић и сар., 2011). Биљке у свом животу подлежу одговарајућим морфолошким и физиолошким променама, с тим да физиолошке изазивају морфолошке, а морфолошке промене увек прате физиолошке (Петровић и Кастори, 1992). Правилна исхрана црвене детелине је један од важних фактора који утичу на правилно одвијање одговарајућих фенофаза раста и развоја. Како се семенски усеви црвене детелине често заснивају на киселим земљиштима на којима су поједина хранива теже доступна биљкама, минералној исхрани треба посветити посебну пажњу (Dear and Lipsett, 1987; Томић et al., 2010).

Ћубрење семнског усева црвене детелине је слично као код производње крме, али већи значај треба дати ђубрењу фосфором и микроелементима, у првом реду бором, цинком и молибденом (Вучковић, 1999). У току друге године живота, када је њена продуктивна снага највећа, црвена детелина својим приносом из земљишта износи

3. Преглед литературе

око 300 kg ha⁻¹ азота, 53 kg ha⁻¹ фосфора, 160 kg ha⁻¹ калијума и 210 kg ha⁻¹ калцијума (Вучковић и сар., 2004). Зато је при гајењу црвене детелине на сиромашним земљиштима потребно јаче ђубрење, уз претходно познавање њихове плодности, (Мишковић, 1986).

Микроелементи имају веома важну улогу у физиолошко-биохемијским процесима биљака (Адамовић и сар., 2002). Посредно или непосредно, они утичу на метаболизам важнијих састојака биљне ћелије као што су: нуклеинске киселине, протеини, пигменти хлоропласта и др. Микроелементи улазе у састав ензима и на тај начин непосредно утичу на промет материја и енергије биљака. Биљке усвајају мале количине микроелемената у поређењу са њиховом укупном количином у земљишту (Петровић и Кастори, 1992). У новије време све чешће се могу уочити латентни и акутни знаци недостатка неопходних микроелемената, што намеће потребу за њиховом применом. Оптимална обезбеђеност биљака микроелементима се не ограничава само на њихово повољно дејство на принос. Микроелементи могу повољно утицати и на квалитет пољопривредних производа, отпорност биљака према болестима и неповољним условима средине, суши, високим и ниским температурама.

Садржај и приступачност есенцијалних макро- и микроелемената у земљишту игра важну улогу у нодулацији код легуминоза (Mathur et al., 2006; Argaw, 2012).

У сточарству, крмне биљке су главни извор кобалта, бакра, гвожђа, мангана, цинка, молибдена, чија концентрација у крми варира у зависности од земљишта на којима се усеви гаје, од његове структуре, рН вредности, садржаја органске материје, садржаја микроелемената у земљишту (Hopkins et al., 1994; Suttle, 2010). Различите студије указују да крма легуминоза садржи знатно више микроелемената од крме чистих трава (Lindström et al., 2013; Pirhofer-Walzl et al., 2011; Lindström et al., 2014), те су и потребе у минералној исхрани код легуминоза веће.

Тип земљишта има велики утицај на садржај микроелемената у биљкама (Lindström et al., 2014). Псеудоглејна земљишта Чачанско-краљевачке котлине се карактеришу малом продуктивном способношћу, што је последица мање или више неповољних физичких и хемијских особина (Дугалић, 1997). Концентрација минералних елемената у сувој материји црвене детелине варира између локација, што се приписује разликама у рН вредности и плодности земљишта (Lindström et al., 2014).

Између повећања садржаја микроелемената у корену и смањене појаве трулежи корена коју изазивају *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *Phoma medicaginis*, а која смањује виталност црвене детелине током времена, постоји зависан однос (Stoltz and Wallenhammar, 2012). Са повећањем премештања неких микроелемената из корена у изданке, долази до смањења напада патогена.

Закишељавање земљишта, воде и таложене токсичних елемената су важни еколошки проблеми у свету (Hauptvogel, 2003). Киселост земљишта ограничава гајење многих биљака. Закишељавање земљишта је последица деловања природних фактора педогенезе, интензивног коришћења земљишта уз употребу већих количина физиолошки киселих минералних ђубрива, недовољне примене органских ђубрива и појаве киселих киша. Процењује се да је 30-40 % обрадивог земљишта на светском нивоу киселе реакције, односно рН испод 5,5 (Uexkull and Mutert, 1995). У Републици Србији према Стевановић и Јаковљевић (1995) око 60 % обрадивог земљишта је слабо-киселе, киселе или екстремно киселе реакције.

На киселим земљиштима низ хемијских ограничења и интеракција између хемијских једињења делују депресивно на раст легуминоза (Samac and Tesfaye, 2003). Поред активности водоничних јона, раст биљака на киселим земљиштима је у

3. Преглед литературе

великој мери ограничен концентрацијама токсичних елемената, нарочито Al, Mn, Fe и дефицитом P, N, K, Ca, Mg и Mo. Јони Al^{3+} и Mn^{2+} делују изразито токсично на врх корена при чему инхибирају деобу ћелија и онемогућавају његов раст (Taylor and Quesenberry, 1996; Samac and Tesfaye, 2003; Sumner, 2004). Мале концентрације Al^{3+} могу инхибирати развој корена и значајно умањити принос, с обзиром на смањену могућност кореновог система да усваја воду и хранива из земљишта (Kochian, 1995). При ниској рН вредности, алуминијум постаје растворљив и приступачан за биљке у облицима Al^{3+} и $Al(OH)_2^{+2}$ (Kochian, 1995; Rosellini et al., 2003). Алуминијум са фосфором гради једињења из којих биљке нису у могућности да користе фосфор, тако да оне почињу да пропадају због гладовања (Радановић и сар., 1995; Мадих и сар., 2011). Штетан или негативан утицај алуминијума на гајене биљке се почиње примећивати још у млађим фазама. Садржај лако мобилних алуминијумових јона (углавном разменљиво-адсорбованих) од 6-10 mg 100 g⁻¹ земљишта неповољно утиче на успевање већине њивских биљака, а посебно су осетљиве махунарке код којих се при садржају 10 mg Al јона 100 g⁻¹ земљишта, принос јако смањује (Дугалић, 1997).

При реакцији земљишта $pH_{H_2O} < 5$, минерали глине (алумосиликати) постају нестабилни и распадају се (Фоу, 1988). Алуминијумови јони везани у кристалној решетци минерала прелазе на разменљива места на површини честица земљишта, где успостављају динамичну равнотежу са алуминијумовим јонима у земљишном раствору.

Вишак Al^{3+} и Mn^{2+} јона, чија се растворљивост у земљишту повећава са смањењем рН вредности има посебно штетан утицај на нодулацију и фиксацију азота код легуминоза (Graham, 1992; Su and Ewans, 1996). Реакција земљишта је међу најважнијим еколошким чиниоцима који утичу на заступљеност и ефективност бактерија из рода *Rhizobium* (Јарак и сар., 1999). Заступљеност ових микроорганизама је веома мала у киселим земљиштима ($pH < 5,5$), те се као резултат јавља изостанак нодулације и значајно смањење приноса суве материје биљака. Према Taylor and Quesenberry (1996) симбиотска азотофиксација легуминоза зависи од садржаја и од приступачности неопходних микроелемената у земљишту. Сојеви *Rhizobium meliloti* су врло осетљиви на ниске вредности рН и могу се развијати само изнад рН 5,5 (Glenn and Dilworth, 1994; Soto et al., 2004).

Хемијска реакција супстрата за клијање значајно утиче на α -амилазну активност, клијавост семена и дужину примарног корена црвене детелине (Agić et al., 2009). Дужина примарног корена црвене детелине је већа при рН вредности од 5 и 6 у односу на 4 и 7. Највећа клијавост семена црвене детелине је при рН 5. При наклијавању семена сорти црвене детелине К-37 и колубара на супстратима рН 4, 5, 6 и 7, најмање вредности за енергију клијања, клијавост, број нормалних клијанаца, дужину хипокотила, укупну дужину клијанаца, суву масу клијанаца и вигор индекс клијанаца су забележене на супстрату рН 4 (Mandić et al., 2011). Такође, највећа учесталост неклијавих и болесних семена, број тврдих семена и број абнормалних клијанаца регистрована је на рН 4. Реакција земљишта није имала значајан утицај на енергију клијавости, укупну клијавост, број неклијавих и болесних семена и суву масу клијанаца.

Реакција медијума у који се обавља сетва црвене детелине, један је од фактора који може озбиљно ограничити раст и развој биљака, повезано са доступношћу већих количина мангана, алуминијума, молибдена и фосфора (Taylor and Quesenberry, 1996). Велики број студија указује да рН вредност хранљивог раствора утиче на развој махунарке, такође комбиновано са утицајима алуминијума и бабра (Brauer and Staley, 2005; Voigt and Staley, 2004). Међутим, реакција земљишта утиче

3. Преглед литературе

на раст и развој независно од других чинилаца животне средине (Yokota and Ojima, 1995).

Почетак клијања семена легуминоза се дешава када семе упије довољну количину воде и када хидролитички ензими мобилишу хранљиве материје у ендосперму (Taylor and Quesenberry, 1996). Међу овим ензимима је и алфа амилаза (Sultana et al., 2000), која хидролизује скроб из ендосперма до простих шећера који улазе у метаболизам. Истраживања су указала да се активност алфа амилазе налази под значајним утицајем различитих фактора животне средине, као што су температура (Sultana et al., 2000), аеробни и анаеробни услови (Guglielminetti et al., 2000) или рН вредност супстрата (Tripathi et al., 2007).

Црвена детелина се може успешно гајити на псеудоглеју чија је рН 4,7 (Катић и сар., 2010). Међутим, на киселим земљиштима, недостатак неких микроелемената као што је бор може довести до смањења приноса семена црвене детелине, што је проузроковано смањеним формирањем цвасти (Sherrell, 1983).

Између сорти и варијетета различитих врста биљака, постоје варијације у одговору на различите начине третирања микроелементима (Faroog et al., 2012).

Примена ђубрива преко листа је релативно нова техника ђубрења. Фолијарна прихрана даје брже и боље резултате од апликације ђубрива преко земљишта (Jamal et al., 2006; Valoch et al., 2008). Од недавно, фолијарна примена хранљивих материја је постала важна пракса у биљној производњи, док је примена ђубрива преко земљишта остала основни метод ђубрења (Alam et al., 2010). Фолијарно ђубрење у пракси се користи како би се брзо уклонили недостаци хранива у биљкама и у том смислу има већу ефикасност употребе у односу на ђубрење преко земљишта (Silberbush, 2002). Аутори указују да је фолијарна примена минералних хранива посебно важна када су земљишни услови неповољни.

Комерцијална производња фолијарних ђубрива је почела 1950-их година у САД (Singh et al., 2013). Примена фолијарних ђубрива са већим бројем хранљивих елемената је један од најефикаснијих начина за отклањање недостатка хранива у биљци, а тиме и повећање раста и развоја биљака (Mona et al., 2012). То је најекономичнији начин ђубрења за постизање високих приноса, посебно када је усвајање хранива из земљишта отежано (Singh, 2007), што је чест проблем на киселим и базним земљиштима и у условима суше (Nirpara et al., 2005). Такође, фолијарном применом ђубрива, у односу на ђубрење преко земљишта, смањује се загађење животне средине и побољшава искоришћеност хранљивих материја, кроз смањење количине примењених ђубрива (Abou-El-nour, 2002). Усвајањем минералних хранива преко листа се подстиче развој корена и боље усвајање хранљивих материја из земљишта. Фолијарно ђубрење утиче на побољшање укупног нивоа хранљивих материја у биљци, повећава биохемијску активност у листу, садржај хлорофила „б“ и каротеноида који фаворизују фотосинтезу (Singh et al., 2013). Исто тако, Shitole and Dhumal (2012) су утврдили да фолијарна апликација микрелемената повећава синтезу фотосинтетских пигмената и других важних органских материја у биљкама.

3.4. Усвајање и утицај кобалта на биљку

Кобалт није класификован у неопходне елементе за биљке, али је сврстан у групу корисних елемената (Bakkaus et al., 2005). Кобалт се у земљишту налази у количини 1-40 mg kg⁻¹. Нормална концентрација кобалта у сувој материји биљака је ниска и

3. Преглед литературе

креће се од 0,1-10 mg kg⁻¹. Дистрибуција кобалта у крмним биљкама зависи од биљне врсте, а углавном је највећа концентрација у листу (0,6-3,5 ppm). Највише га има у легуминозама (Palit et al., 1994), којима је посебно значајан за процес азотофиксације. Дистрибуција кобалта у биљним органима зависи и од фазе развоја биљака. У раној фази развоја, велике количине кобалта се апсорбују у листовима и стабљикама (Kenesarına, 1972), док се пре цветања и све до сазревања највеће количине налазе у нодулама. Биљни органи садрже кобалт у следећем растућем редоследу: корен, лист, семе, стабљика.

Педогенетски фактори укључујући и рН вредност земљишта, концентрацију укупног и у води растворљивог кобалта, могу се налазити у специфичним корелационим односима са садржајем кобалта у биљкама (Collins and Kinsela, 2011). Стога је разумевање фактора који утичу на усвајање кобалта неопходно за континуирану биљну производњу. Велики број истраживања указује да однос између рН вредности земљишта и акумулације азота у биљкама није универзалан. McKenzie (1972), Kukier et al. (2004) и Li et al. (2004), су утврдили значајну позитивну корелацију између рН вредности земљишта и садржаја кобалта у биљкама. Супротно од овога, велики број студија указује на негативну корелацију између рН земљишта и усвајања кобалта од стране биљака (Klessa et al., 1989; Kukier et al., 2004; Li et al., 2004; Faucon et al., 2009). То значи да се генерално гледано не може закључити универзални однос између рН вредности земљишта и усвајања кобалта, већ он зависи од многих фактора, а највише од типа и особина земљишта (Jayakumar and Jallel, 2009; Collins and Kinsela, 2011). Сва досадашња проучавања указују на велику хетерогеност карактеристика земљишта које могу утицати на усвајање кобалта, узимајући у обзир и хемијске интеракције између чврсте фазе и земљишног раствора. Kukier et al. (2004) тврде да се у кобалтом загађеним земљиштима, са повећањем рН вредности, усвајање кобалта од стране биљака повећава. McLaren et al. (1987) су установили да је рН вредност била једина особина земљишта која је била у корелативном односу са концентрацијом кобалта у црвеној детелини, гајених на 19 типова земљишта у Шкотској. Такође, аутори наводе да је између усвајања кобалта и садржаја органског угљеника у земљишту код неких биљака забележена значајна позитивна корелација. Међутим, ова корелација није утврђена код црвене детелине. McLaren et al. (1987) и Li et al. (2004) указују на постојање значајне негативне корелације између садржаја гвожђа у земљишту и усвајања кобалта. Већа концентрација мангана може негативно утицати на усвајање кобалта (Faucon et al., 2009). Према McKenzie (1972) велике количине мангана и хумуса у земљишту инхибирају усвајање кобалта. Већи део кобалта у земљишту је фиксиран на овај начин и због тога је недоступан биљкама. Collins and Kinsela (2011) указују на важност утицаја састава земљишног раствора на усвајање кобалта. Према бројним студијама, са повећањем концентрације лако растворљивог кобалта у води, повећава се и његово усвајање из земљишта (Gopal et al., 2003; Bakkaus et al., 2005; Li et al., 2009). Укупна концентрација кобалта у земљишту укључује кобалт повезан са нерастворљивим минералима или унутар стабилних кристалних структура који није доступан биљкама (Collins and Kinsela, 2011). Често пута при додавању кобалта у земљиште, геохемијске реакције резултирају његовом редистрибуцијом у чврсту фазу земљишта, тако да не долази до повећања концентрације његове лако растворљиве форме (Wendling et al., 2009). С обзиром на слабу мобилност кобалта у биљци (Austenfeld, 1979) и његово брже кретање од надземног дела према корену у односу на супротан правац (Danilova et al., 1970; Palit et al., 1994), фолијарна прихрана у односу на ђубрење земљишта може ефикасније успоставити његов оптимални статус у биљкама.

3. Преглед литературе

Кобалт спада у групу поливалентних елемената (Петровић и Кастори, 1992), захваљујући чему има важну улогу у оксидоредукционим процесима у биљци. Он је компонента многих ензима и коензима што га чини неопходним за метаболизам и раст биљака. Посредно или непосредно, кобалт утиче на метаболизам липида, промет ауксина, фотохемијску активност хлоропласта и др. (Петровић и Кастори, 1992). Важан је и за нормалан развој листова, инхибицију биосинтезе етилена и стимулацију биосинтезе алкалоида (Fargoq et al., 2012). Позитивни ефекти кобалта се огледају у успоравању старења листова, повећавању отпорности на сушу и регулисању акумулације алкалоида код лековитих биљака (Palit et al., 1994). Добра обезбеђеност биљака кобалтом утиче и на интензивнији раст биљних органа (Mathur et al., 2006; Jayakumar et al., 2007; Jayakumar and Jallel, 2009).

Кобалт је важан за нормално одвијање низа физиолошких реакција у процесу фотосинтезе (Lipskaaya, 1972) и раста ћелија. У мањим концентрацијама кобалт позитивно утиче на Хилову реакцију, са истовременим смањењем количине хлорофила и повећањем броја хлоропласта по јединици површине листа. Повећање активности фотосинтезе може бити повезано са редистрибуцијом пигмената (повећање количине хлорофила „б“ и смањење количине хлорофила „а“). Међутим, према Zeid (2001) примена раствора $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ код пасуља (*Phaseolus vulgaris* L.) утиче на значајно повећање садржаја хлорофила „а“ и хлорофила „б“, на већу активност Хилове реакције и већу количину растворљиве сахарозе у односу на контролу. Такође, према Lipskaaya (1972) и Palit et al. (1994), позитиван утицај обезбеђености биљака кобалтом се испољава преко повећаног садржаја хлорофила, веће дебљине палисадног ткива, повећаног броја и величине хлоропласта. Међутим, према Palit et al. (1994), улога кобалта у фотосинтези је контроверзна. Његово штетно дејство, када се нађе у вишку се огледа у инхибирању активности PS_{II} и смањењу извоза фотоасимилатива у тамној фази фотосинтезе.

Оптимална обезбеђеност биљака кобалтом доприноси појачаној фиксацији азота код свих врста *Rhizobium*-а, а тиме и расту легуминоза (Вукадиновић и Лончарић, 1997; Pattanayak et al., 2000; Collins and Kinsela, 2011). Кобалт је компонента витамина B_{12} , који улази у састав ензима и коензима, значајних у процесу фиксације азота у нодулама (Palit et al., 1994; Mathur et al., 2006; Fargoq et al., 2012). Кобалт је централни атом у порфириној структури коензима кобаламина и есенцијалан је за нодулацију и развој бактериоида (Collins and Kinsela, 2011). Das (2000) указује да постоје два специфична кобаламин зависна ензимска система у *Rhizobium*-у којима се може приписати утицај кобалта на нодулацију, а то су: рибонуклеотид редуктазе и метилонил коензим А мутаза. При недостатку кобалта, пада органска продукција легуминоза (Вукадиновић и Лончарић, 1997). Различите студије указују да вигор клијанаца, развој нодула и садржај азота код легуминоза зависе од садржаја кобалта у земљишту (Akbar et al., 2013). Количина кобалта у земљишту мања од $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ доводи до изостанка нодулације код легуминоза (Mengel and Kirkby, 2001).

У погледу концентрације у земљишту, интервал у коме је кобалт користан или токсичан је мали (Муртовић и сар., 2005). Висока концентрација кобалта у биљкама је непожељна и може штетно утицати на физиолошке и биохемијске функције биљке (Palit et al., 1994; El-Sheekh et al., 2003). Токсичан ефекат кобалта на морфологију биљака се испољава у виду хлорозе, опадања лишћа, бледе нерватуре листа, умањеног раста биљака (Palit et al., 1994). Високе концентрације кобалта у биљкама имају токсичан ефекат на деобу ћелија и изазивају хромозомске аберације на корену црног лука (*Alium cepa* L.) (Liu et al., 1994). Vergnano and Hunter (1952) указују да кобалт у концентрацији већој од 50 mg kg^{-1} у листу постаје токсичан за биљке.

3. Преглед литературе

У интеракцији са другим елементима кобалт формира комплексе (Palit et al., 1994; El-Sheekh et al., 2003). Цитотоксична и фитотоксична активност ових комплекса зависи од њихових физичко-хемијских особина (Palit et al., 1994). Конкурентна апсорпција и узајамно активирање повезаних метала су фактори од којих зависи дејство кобалта у реакцијама. Токсичне концентрације кобалта инхибирају активни транспорт јона код виших биљака. Кобалт учествује у формирању хлорофила „б“, али вишак кобалта наноси штету на пластидима и утиче на промену структуре и броја хлоропласта по јединици површине листа. Код C_4 биљака, кобалт омета фиксацију угљендиоксида инхибирањем активности ензима укључених у тај процес. Кобалт у већој количини успорава процесе цитокинезе и кариокинезе. Вишак кобалта отежава синтезу РНК и ДНК, највероватније модификацијом великог броја ендо и екзо нуклеаза.

Висока концентрација кобалта у биљкама је непожељна и може утицати штетно на физиолошке и биохемијске функције биљке (El-Sheekh et al., 2003).

Апликација кобалта у врло малим количинама на надземне делове биљака или у земљиште, позитивно утиче на симбиотску фиксацију азота код црвене детелине (Vranny, 1978). Фолијарна примена кобалта утиче на значајно повећање садржаја суве материје надземног дела биљака црвене детелине, дужине корена и укупну суву материју биљке, што је последица значајно повећане нодулације и појачане азотофиксације. Примена кобалта преко листа има значајно већи ефекат, у односу на уношење преко земљишта или комбиновано преко земљишта и фолијарно. Уношење кобалта преко земљишта може чак утицати и на смањење нодулације. Ризосфера третирана са кобалтом производи више угљендиоксида, садржи више амонијака, али и мање нитрата у односу на нетретирану. Значајно већи садржај кобалта у фази цветања црвене детелине се налази у цветовима у односу на лист и стабло (Lindström et al., 2013). Принос црвене детелине се повећава за 10% са додатком кобалта у земљиште сиромашно овим елементом, а садржај кобалта у биљкама се смањује са сваком наредном фенофазом раста (Bakken et al., 2004).

Ћубрење кобалт-сулфатом је утицало на повећање садржаја кобалта у крми више врста детелина и то у већој мери на тресетним него на минералним земљиштима (Reith and Burrige, 1983). Обезбеђеност земљишта кобалтом утиче на значајно повећање масе биљака и повећање количине фиксираних азота код подземне детелине (*Trifolium subterraneum* L.) (Ozanne et al., 1963). Међутим, примена кобалта на иловастом земљишту (pH 5,6) на Новом Зеланду није значајно утицала на повећање концентрације кобалта у белој детелини (Sherrell, 1990).

Нодулација корена плаве лупине (*Lupinus angustifolius* L.) је значајно редукована при недостатку кобалта, као последица смањене иницијације нодула (Dilworth et al., 1979). Такође, испод критичне концентрације кобалта у нодулама се не може одвијати нормална нитрогеназна активност. Примена кобалта утиче на повећање масе нодула на корену лупине у плићем слоју земљишта. Према Gladstones et al (1977) кобалт утиче на значајно повећање броја нодула на корену плаве лупине, посебно у пределу крунице и на благо повећање концентрације легхемоглобина. То резултира повећањем приноса суве материје скоро до 50 %.

Примена кобалта у концентрацији од 250 mg kg⁻¹ и 500 mg kg⁻¹ земљишта код вигне (*Vigna sinensis* L.) је утицала на значајно повећање броја нодула, броја ефективних нодула, масе ефективних нодула по биљци, акумулацију суве материје у биљкама, броја махуна по биљци и приноса семена по хектару (Pattanayak et al., 2000). Према Mathur et al. (2006), третирање семена вигне кобалт-нитратом у концентрацијама од 250 и 500 mg kg⁻¹ је такође утицало на значајно повећање броја нодула, броја ефективних нодула по биљци, масе нодула, што се одразило и на

3. Преглед литературе

повећање приноса суве материје, броја махуна по биљци, масе хиљаду семена и укупан принос семена. Примена 200 mM кобалта код вигне је значајно утицала на повећање броја нодула, њихове масе и нитрогеназне активности, смањујући производњу етилена (Jain and Nainawatee, 2000).

Додавање кобалта у земљиште при производњи сточног грашка, у количини 10-20 g ha⁻¹ у облику кобалт хлорида, а нарочито у комбинацији са ђубрењем азотом је утицало на повећање клијавости семена, садржаја хлорофила у листу, дужине изданака, дужине корена, садржаја суве материје у изданцима и корену, броја нодула по биљци, броја цветова по биљци, броја махуна по биљци, масе хиљаду семена, приноса семена, садржаја азота у изданцима и стаблу, садржаја кобалта у нодулама и изданцима (Akbar et al., 2013). Примена кобалта у количини од 8 ppm је утицала на повећање нодулације и броја ефективних нодула код грашка (Nadia, 2006).

Додавање кобалта у форми ђубрива до одређене границе (50 mg kg⁻¹ земљишта) је позитивно утицало на раст биљних органа соје (*Glycine hispida* Max.) и адсорпцију хранљивих материја из земљишта (Jayakumar and Jallel, 2009).

Примена кобалта код пасуља је довела до повећања концентрације фенола и активности појединих ензима као што су пероксидазе, рибонуклеазе и киселе фосфатазе (Chatterjee et al., 2006). Balachandar et al. (2003) такође указују да кобалт и молибден у концентрацији од по 50 ppm утичу на значајно повећање висине биљака и производњу биомасе пасуља.

Ђубрење кобалтом, а нарочито концентрацијама већим од 5 ppm на земљишту pH 7,8 је утицало на значајно повећање висине биљака, броја стабала, броја нодула, броја махуна по биљци, суве материје биљака, броја семена по биљци и приноса семена боба (*Vicia faba* L.) (Hala, 2007). Ђубрење кобалтом је утицало и на значајно повећање садржаја азота, фосфора, калијума, кобалта, мангана, цинка, бакра и садржаја протеина у семену боба. Оптимална снабдевеност боба кобалтом утиче позитивно на процесе као што су издуживање стабла и колеоптила, развој лисног диска, развој окаца и развој бактерија из рода *Rhizobium*.

Кобалт примењен у количини од 0,2 kg ha⁻¹ је утицао на повећање висине биљака, броја грана и листова, индекса лисне површине, суве материје изданака, садржаја легхемоглобина као и приноса махуна и семена кикирикија (*Arachis hypogaea*) (Banerjee et al., 2005; Basu, 2006; Nadia et al., 2012).

3.5. Усвајање и утицај бора на биљку

Бор је микроелемент значајан за раст и развој легуминоза. Позитивне реакције усева на ђубрење бором су током двадесетог века забележене у преко 80 земаља света, на око 132 усева (Shoggocks, 1997). Процењује се да се годишње бором у свету третира око 15 милиона хектара. Понегде је недостатак бора ограничен на одређена земљишта и усеве. Бор је један од осам неопходних микроелемената потребан биљкама у малим количинама (Rituja et al., 2015). Укупан садржај бора у многим пољопривредним земљиштима се креће од 7-630 ppm, а садржај приступачног бора је око 12 ppm. Земљиште је дефицитарно у бору када његова концентрација на дубини до 15 cm падне испод 30 mg kg⁻¹ (Bergmann, 1992). Бор је релативно непокретан у биљци (Stangoulis et al., 2001; Singh et al., 2013). Садржај бора у биљним ткивима се креће од 10-200 ppm и већи је код дикотиледоних биљака у односу на монокотиледоне (Rituja et al., 2015). Лист легуминоза садржи 32-95 ppm бора. У земљишном раствору, бор углавном егзистира у виду недисоциране борне

3. Преглед литературе

киселине (H_3BO_3). Бор је доступан биљкама у различитим облицима: тетраборат (B_4O_7), артоборат (H_2BO_3), диборат (HBO_3), триборат (BO_3).

Генерално, само је око 5-10% од укупног садржаја бора у земљишту приступачно за биљке (Diana, 2006). Усвајање бора од стране биљака зависи од више фактора као што су: животно станиште, температура, светлост, земљиште, влажност (Shogrocks, 1997). Према Brown and Hu (1997) и Hening and Patrick (1997) усвајање бора из спољне средине је пасиван процес који зависи од концентрације недисоциране борне киселине у хранљивом раствору, пропустљивости мембране, транспирационе стопе, формирања комплексних једињења унутар или изван корена. Brown and Hu (1997) наводе да од земљишних фактора, највећи утицај на усвајање бора има рН вредност средине. Испод рН 7 преовладава јон $\text{B}(\text{OH})_3$ који има мањи афинитет према честицама глине, тако да је адсорпција од стране биљака већа. Како рН вредност земљишта расте, расте и количина $\text{B}(\text{OH})_4$ који се боље везује за минерале глине, тако да је његова доступност за биљке мања. Другим речима, са повећањем рН вредности земљишта, доступност бора кореновом систему биљака се смањује. С друге стране, велики број истраживања указује да са повећањем рН вредности од 3 до 9 расте приступачност бора за биљке (Bingham et al., 1971; Mezuman and Keren, 1981; Keren and Bingham, 1985; Barrow, 1989), док са даљим повећањем рН, приступачност бора за биљке опада (Goldberg and Glaubig, 1986). Негативан утицај на усвајање бора на киселим земљиштима има висока концентрација алуминијумових јона, који отежавају његово усвајање (Yang and Zhang, 1998; Matsumoto, 2000; Yau, 2000). Између токсичности алуминијума у земљишту и дефицита бора постоји физиолошки антагонизам (Yang and Zhang, 1998). Raza et al. (2002), Niaz et al. (2007) и Shafiq et al. (2008) указују да постоји позитивна корелација између садржаја органске материје у земљишту и садржаја лако приступачног бора. Према Ahmad et al. (2009), поред наведених постоје и многи други фактори који утичу на усвајање бора као што су: тип земљишта, текстура, влажност земљишта, биљна врста, концентрација бора итд. Ниске температуре у пролеће и јесен у умереним регионима смањују доступност бора код крмних махунарки (Gupta, 1993). Недостатак влаге у земљишту смањује транспирациону стопу чиме се смањује транспорт бора до изданака (Lovatt, 1985). Недостатак бора је чешћи на испраним алувијалним земљиштима (Borkakati and Takkar, 2000). Низак ниво органске материје у земљишту, груба структура, висока рН, креч, интензивна примена ђубрива без микроелемената се сматрају главним факторима повезаним са недостатком бора (Mengel and Kirkby, 2001; Rashid and Rayan, 2004; Niaz et al., 2007). Симптоми недостатка бора код луцерке су јаче изражени у сушним деловима године и у каснијим откосима (Sturgul, 2010). Према аутору, када се у условима суше појаве симптоми недостатка бора, приликом поновног обезбеђења довољне количине влажности, симптоми су се често повлачили. Бор је јако растворљив у земљишту и дејство обилних падавина може довести до његовог испирања (Stoltz and Wallenhammar, 2011).

Mattos Júnior et al. (2001) и Havlin et al. (2005) указују да је мали интервал између дефицитне и токсичне концентрације бора у земљишту.

На киселим земљиштима рН 4,0–4,5 често је изражен токсични ефекат алуминијума на биљке (Singh et al., 2013). Токсична форма алуминијума је Al^{3+} , а у биљкама се он налази у облику $\text{Al}(\text{OH})_3$ који је структурно сличан борној киселини. Биљке усвајају бор у облику H_3BO_3 , а у условима високе рН вредности земљишта и као H_2BO_3 .

У условима када је усвајање бора преко кореновог система услед суше или ниске рН вредности земљишта ограничено, фолијарно ђубрење је ефикасан начин за

3. Преглед литературе

снабдевање биљака бором (Perica et al., 2001; Asad et al., 2003; Dordas, 2006; Wilczek and Świntal, 2011; Singh et al., 2013). Такође, пошто цветови и семе не транспиришу, они нису у могућности да се снабдевају бором директно из земљишта. Ово је могући разлог зашто у многим студијама постоји позитиван утицај фолијарне примене бора управо на развој цвета и плода. Бор се у биљци креће углавном ксилемом, путем транспирације са тенденцијом да се веже за пектин ћелијског зида у листовима (Dembitsky et al., 2002). Стари листови више транспиришу, тако да је у њима концентрација бора већа (Furlani, 2004).

Важне функције бора у биљном организму су у изградњи ћелијског зида, деоби ћелија, развоју плода и семена, транспорту шећера, изградњи хормона, стимулацији или инхибирању специфичних метаболичких процеса. Око 90% бора је смештено у ћелијском зиду (Ahmad et al., 2009). Заједно са калцијумом, бор је способан да формира комплексе са неколико компоненти ћелијског зида као што су пектини, полихидроксил полимери, полиоли (Matoh et al., 2000). Због тога је бор важан у изградњи и стабилности ћелијског зида (Mazher et al., 2006; Seyhan et al., 2007; Tanaka and Fujiwara, 2008; Ahmad et al., 2009; Metin et al., 2010). Према резултатима Da Silva et al. (2008), недостатак бора доводи до задебљања средње ламеле листова. Њено задебљање може се објаснити улогом бора у изградњи комплекса *B-Rhamnogalacturonan-2* (B-RG-II) (Kobayashi et al., 1996). Овај макромолекуларни комплекс контролише раст ћелијског зида (Fleischer et al., 1999) и његове механичке особине (Ishii et al., 2001). Са недостатком бора долази до оштећења B-RG-II комплекса, што резултира повећањем мономера, задебљавањем централне ламеле и смањењем раста ћелија.

Бор је значајан у меристемским ткивима за издуживање ћелија, раст биљних ткива и биљних органа (Goldbach et al., 2001, Mazher et al., 2006; Seyhan et al., 2007; Tanaka and Fujiwara, 2008; Ahmad et al., 2009; Metin et al., 2010). Важан је у структури и функционисању плазма мембрана (Tanaka and Fujiwara, 2008). При дефициту бора, плазма мембране постају високо пропустљиве за неке штетне елементе, чиме се губи функционални интегритет ћелије (Ahmad et al., 2009).

Важне функције бора у биљкама су у метаболичким процесима (Tanaka and Fujiwara, 2008). Бор има значајан утицај на активност многих ензима у биљном организму (Bielińska et al., 2008). Он подстиче активност водоник АТФ-азе и NADH оксидазе, који су важни за усвајање јона (Ahmad et al., 2009). Према Ruiz et al. (1998) бор игра важну улогу у метаболизму и усвајању азота. Према Goldbach et al. (2001), Mazher et al. (2006), Seyhan et al. (2007) и Tanaka and Fujiwara (2008) бор је важан за метаболизам нуклеинских киселина. Веома је важан елемент за синтезу угљених хидрата, протеина, метаболизам сирћетне киселине (Goldbach et al., 2001). Бор је значајан у регулацији поделе ћелија, цветању и зрењу плодова, где делује као катализатор у реакцијама (Goldbach et al., 2001). Pilbeam and Kirkby (1983) наводе да је бор један од микроелемената неопходних за одвијање ћелијских процеса као што су: синтеза протеина, шећера и хормона, мембрански транспорт, метаболизам фенолних киселина. Према Tanaka and Fujiwara (2008), недостатак бора изазива смањење приноса усева због тешких порамећаја метаболичких процеса у које је укључен, као што су метаболизам нуклеинских киселина, угљених хидрата, протеина и индол сирћетне киселине, синтеза ћелијског зида, интегритет и функције ћелијске мембране, метаболизам фенола. Бор је такође укључен у процесе искоришћавања калцијума, ћелијске деобе, цветања и зрења плодова, метаболизам азота, отпорност на болести и одржавање водног режима биљке (Fagoog et al., 2012).

Претпоставља се да бор индиректно утиче на формирање скроба, због својства борне киселине да формира комплексе са великим бројем шећера (Marschner, 1995).

3. Преглед литературе

Осим тога, бор формира и различита биолошка једињења у цитоплазми као што су комплекси са фенолима, органским и полимерним киселинама (Dembitsky et al., 2002).

Добра снабдевеност биљака бором утиче на повећање количине укупних шећера у нектару, пре свега глукозе и сахарозе. Укупна концентрација шећера у нектару цвета беле детелине расте са применом 0,2 и 0,5 ppm бора (Smith and Johnson, 1987). Ефекти примене 0,2 и 0,5 ppm су исти. Примена бора утиче на повећање количине, глукозе и сахарозе у нектару, док се количина фруктозе смањује.

Важна је улога бора и у синтези хлорофила (Dell and Huang, 1997). Недостатак бора доводи до смањења садржаја хлорофила у листовима, смањене активности Хилове реакције и смањеног интензитета фотосинтезе (Sharma and Ramchandra, 1990).

Бор је посебно значајан за развој легуминоза, а одговарајућа исхрана ових биљака бором може бити од великог економског значаја (Blevins and Lukaszewski, 1998). Довољна обезбеђеност легуминоза бором утиче на појачану активност нитрогеназе, појачану фиксацију азота од стране *Rhizobium*-а, а тиме и на раст биљних органа. Улога бора у фиксацији азота код легуминоза се огледа у његовом позитивном утицају на умножавање бактерија из рода *Rhizobium* (Loomis and Durst, 1992; Ahmad et al., 2009). При третману црвене детелине бором преко хранљивог раствора у концентрацији од 1,1 ppm (уз добру обезбеђеност фосфором), дошло је до повећања микоризе корена и значајног повећања садржаја суве материје изданака (Lambert et al., 1980). Разлог овоме је што недостатак бора у ранијим фазама развоја биљака одлаже почетак инфекције корена. Довољна обезбеђеност бором доводи до појачане симбиотске фиксације азота код грашка (*Pisum sativum* L.) (Bolanos et al., 1994), соје (*Glycine hispida* Max.) и боба (*Vicia faba* L.) (Yamagishi and Yamamoto, 1994).

Велики број истраживања указује да бор углавном има израженији утицај на развој генеративних, у односу на развој вегетативних органа (Bernie and Longbin, 1997; Dell and Huang, 1997; Brown et al., 2002; Dell et al., 2002). Дефицит бора доводи до повећања стерилности и смањења приноса семена, што је пре свега последица мање клијавости полена (Rawson, 1996). Недостатак бора генерално доводи до превременог цветања (Hanson et al., 1985) и лошег квалитета плодова (Gupta, 1993). Позитиван утицај довољне обезбеђености биљака бором испољава се преко формирања већег броја фертилних цветова (Noppakoonwong et al., 1997) и веће виталности полена, тј интензивнијег клијања у поленову цев (Ylstra et al., 1992). Недостатак бора код биљака код којих се цветови налазе у компактним терминалним цвастима доводи до формирања мањег броја цветова и њиховог успореног развоја (Dell and Huang, 1997).

Бор има важну улогу и у развоју вегетативних органа. Dell and Huang (1997) и Ciamporová (2002) наводе да недостатак бора инхибира издуживање корена, раст и размножавање ћелија у зонама раста корена, изазива одумирање коренове капе, па и читавог корена, инхибира фотосинтетске процесе. Листови биљака код којих је изражен недостатак бора су ситнији, смањена је фотосинтетска површина и имају тамно зелену боју, а отварање и функција стоминих отвора су смањени. Биљке при недостатку бора постају осетљивије на стрес, пре свега на недостатак воде и минералних материја у земљишту. Према Dugger (1983), један од разлога инхибирања раста корена при недостатку бора је и акумулација веће количине индол-ацетатне киселине у коренским меристемима који су дефицитарни у садржају бора. Rituja et al. (2015) наводе да недостатак бора у земљишту инхибира раст биљака и смањује принос. Пошто је бор слабо покретан, први симптоми се јављају

3. Преглед литературе

на млађим деловима биљке. Критични ниво бора за производњу крме луцерке је испод нивоа потребног за производњу семена (Dordas, 2006).

Црвена детелина спада међу средње осетљивим пољопривредним културама према недостатку бора (Metin et al., 2010). Фолијарно ђубрење микроелементима код црвене детелине се најчешће врши у другом порасту током друге године гајења усева (Wilczek and Świntal, 2003). Фолијарна примена бора у концентрацијама од 0,3 kg ha⁻¹ до 0,45 kg ha⁻¹ заједно са молибденом код црвене детелине намењене за производњу семена, утиче на значајно повећање садржаја азота, фосфора, калијума, калцијума, магнезијума, бора, бакра, мангана, молибдена и протеина у сувој материји (Świntal et al., 2013).

Приликом земљишне и фолијарне примене бора код црвене детелине је утврђено постојање позитивне корелације између садржаја бора у изданцима и броја и приноса семена (Stoltz and Wallenhammar, 2013). Удео неклијавих семена се смањује при третману са бором. Садржај нектара је повећан са 0,3 μL (контрола) на 0,4 μL (примена бора преко земљишта, односно 0,39 μL при фолијарној примени бора). Такође, са порастом садржаја бора у семену, дошло је до смањења броја тврдих семена (Stoltz and Wallenhammar, 2013) и повећања виталности семена (Bonilla et al., 2004). Świntal et al. (2010) су утврдили да је фолијарна прихрана црвене детелине бором у концентрацији од 0,3 kg ha⁻¹ значајно утицала на повећање енергије клијања и клијавости семена. Притом се број абнормалних клијанаца значајно смањио.

Фолијарна примена бора код црвене детелине у количини 250 g ha⁻¹ доводи до повећања броја семена по цвасти, односно повећања фертилности цветова, али не и до повећања броја цвасти по јединици површине (Wilczek and Świntal, 2008). Ово се објашњава већом виталношћу и интензивнијим клијањем полена као и већим присуством инсеката опрашивача. Фолијарна примена бора није значајно утицала на масу хиљаду семена. Ђубрење црвене детелине бором је утицало на повећање жетвеног приноса семена и актуелног приноса (израчунатог на бази компоненти приноса). Повећање приноса семена је резултат повећане фертилности цветова односно броја семена по цвасти.

Земљишна примена бора код црвене детелине у концентрацији од 0,25; 0,50; 1,0; 2,0 и 4,0 ppm је утицала на повећање приноса семена захваљујући повећању броја цветова по цвасти и броја семена по цвасти (Sherrell, 1983). На киселом земљишту (pH 5,9) црвена детелина позитивно реагује на ђубрење бором у погледу приноса суве материје по јединици површине (Sherrell, 1983). На земљиштима са ниском концентрацијом бора, ђубрење црвене и беле детелине бором преко земљишта у количини 0,5; 1,0 и 1,5 kg ha⁻¹ и фолијарно (0,15; 0,30 и 0,45 kg ha⁻¹) је утицало позитивно на производњу нектара, број цвасти по јединици површине и масу семена (Stoltz and Wallenhammar, 2011). Аутори указују да је оптимална норма за ђубрење црвене и беле детелине 0,5 kg ha⁻¹ бора, унета преко земљишта у време сетве. Међутим, примена борне киселине преко земљишта стимулише акумулацију неких тешких метала у надземним деловима биљака црвене детелине (Chernobrovkina et al., 2012). Ђубрење црвене детелине борном киселином у количини 0,1; 0,3; 1,0 и 3,0 kg ha⁻¹ је утицало на повећану акумулацију олова у надземном делу биљака, а при концентрацији од 1,0 mg kg⁻¹ дошло је и до акумулације никла. Један од могућих разлога утицаја борне киселине на усвајање тешких метала од стране биљака је што се бор инволвира у комплексе са дериватима угљених хидрата, пектина и *rhamnogalacturonan-II* у ћелијском зиду (Matsunaga and Ishii, 2004). Бор повећава синтезу глутатхинона у ћелијском зиду стимулишући антиоксидативни одговор на алуминијум стрес (Ruiz et al., 2006).

3. Преглед литературе

Доступност бора је један од фактора који у великој мери може утицати на принос семена беле детелине (Stoltz and Wallenhammar, 2014). Применом бора преко хранљивог раствора код беле детелине долази до значајног повећања приноса семена, што је пре свега последица значајног повећања броја семена по цвасти (Johnson and Wear, 1966). Међутим, фолијарна примена бора и примена преко супстрата у неколико концентрација код беле детелине на земљишту рН 6 према Stoltz and Wallenhammar (2014) нису утицали на значајну промену висине приноса семена. Садржај бора у земљишту се значајно повећао при његовој примени преко земљишта у концентрацијама од 1 kg ha^{-1} и $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$, али разлике у броју цветова по цвасти, клијавости семена и броју тврдих семена између третираних и нетретираних варијанти нису биле значајне. Садржај бора у изданцима се такође није значајно мењао. Разлог овоме може бити интеракција бора са другим елементима као што су Ca, Mg и Zn који лимитирају усвајање бора (Linse et al., 2010). Такође, разлог може бити и већи садржај честица глине и органске материје у земљишту (Yermiyahu et al., 2001). Према Marshall et al. (1991) примена бора може повећати број репродуктивних столона и цвасти код беле детелине. Фолијарна примена бора код беле детелине је утицала на повећање количине произведеног нектара, што је позитивно утицало на привлачење инсеката опрашивача и опрашивање (Vommarco et al., 2011).

Примена бора код медитеранске детелине (*Trifolium subterraneum* L.) на киселим земљиштима у Аустралији је утицала на повећање приноса крме за 25% у односу на контролу Dear and Lipsett (1987). Притом је утицај бора био знатно већи на принос семена, који се повећао неколико пута. Повећање приноса семена је пре свега последица повећања фертилности цветова (75%) и повећања масе семена (10%). Бор је такође утицао на боље цветање.

Недостатак бора је довео до изумирања меристемског ткива и слабијег пораста кореновог система луцерке, што је индиректно утицало на смањење приноса семена. (Dos Santos et al., 2004). Фолијарна примена бора код луцерке у концентрацији од 400, 800, 1200 mg L^{-1} у фази цветања током другог пораста је утицала на повећање фертилности цветова до 52 % у односу на контролу, а између наведених третмана бором није било значајних разлика (Dordas, 2006). Бор је утицао и на повећање броја махуна по цвасти, а тиме и принос семена по цвасти, док на масу хиљаду семена није било значајног утицаја. Позитиван утицај на број махуна по цвасти се може објаснити мањим процентом аборттирања махуна (Nacquet, 1990). Принос семена луцерке према Dordas (2006), повећан је у просеку за 37 % на третману са бором у поређењу са контролом, током две године истраживања, на две локације. Према Liu and Zhang (2005), фолијарна примена бора код луцерке је допринела повећању броја махуна по цвасти за 52 %, у односу на контролну варијанту. Принос семена је повећан за 37% у односу на контролу, а клијавост и вигор семена за 27%. Према Dordas (2006), фолијарна примена бора код луцерке је утицала на повећање вигора семена за 17 %, односно 19 % током две године. Оба начина примене бора (преко земљишта и фолијарно) су ефикасни за повећање приноса и квалитета усева луцерке (Waqar et al., 2012). Чињеница да за већину особина, концентрација бора већа од 400 mg L^{-1} није дала значајно повећање вредности, указује да је оптимална концентрација бора код луцерке приближна наведеној.

Третирањем сточног грашка са *Borax*-ом у концентрацији 100 mg kg^{-1} је утицало на повећање масе махуна, броја семена по махуни и броја махуна по биљци, повећавајући укупан принос семена за 37,25% (Masuthi et al., 2009).

Фолијарна примена бора код соје у концентрацији 1,12 kg ha^{-1} подељених у два третмана у време цветања је утицала на значајно повећање броја махуна по грани

(Schon and Blevins, 1990). Иста концентрација подељена у шест третмана примењена непосредно пре и у фази цветања је утицала на значајно повећање броја грана по биљци и броја махуна по грани.

3.6. Усвајање и утицај фосфора на биљку

Велике површине земљишта широм света које се користе за пољопривредну производњу су сиромашне лако приступачним фосфором, тако да на њима недостатак овог елемента ограничава биљну производњу (Richardson, 2009). Резерве извора фосфорних ђубрива у свету су ограничене и процењују се на око 50 - 80 година коришћења (Ishergwood, 2000). Високе цене фосфорних ђубрива представљају препреку за дугорочну одрживу производњу (Cordell et al., 2009). То указује на потребу за могућим алтернативним решењима обезбеђења биљака фосфором.

За фосфор је карактеристична ниска растворљивост, слаба мобилност и висока фиксација од стране земљишта (Jianbo, 2011; Yoneyama et al., 2012). Земљишни фосфор егзистира у различитим формама укључујући неоргански и органски фосфор (Hansen et al., 2004). Биљке узимају фосфор из земљишта у облику H_2PO_4^- и HPO_4^{2-} . Остатак се налази у око 170 других различитих минералних фракција (Holford, 1997; Jianbo, 2011). Природна концентрација ортофосфата у раствору земљишта је често нижа од потребне за нормалан раст биљака (Raghothama and Karthikeyan, 2005). Нека земљишта садрже довољну количину укупног фосфора, али је он тешко доступан за биљке, односно ефикасност коришћења фосфорних ђубрива од стране биљака је јако ниска (Richardson, 2009; Yoneyama et al., 2012). Укупна динамика фосфора у систему биљка-земљиште је функција интегралног утицаја трансформације фосфора, његове приступачности за биљку, везивања за земљиште, ризосфере и биљних процеса (Turner et al., 2002). Највећа стопа усвајања фосфора код виших биљака је при рН вредности земљишта између 5 и 6, када се он налази углавном у облику H_2PO_4^- (Ullrich-Eberius et al., 1984; Furihata et al., 1992). У киселим земљиштима фосфор може бити доминантно адсорбован на алуминијум и гвожђе оксидима и хидроксидима калцијума. Повећањем рН вредности, растворљивост гвожђа и алуминијум фосфата расте, али растворљивост калцијум фосфата опада, осим када је рН вредност изнад 8 (Hinsinger, 2009). Мала дифузија фосфора у земљишту ограничава његову доступност у ризосфери (Raghothama and Karthikeyan, 2005). Фосфорна ђубрива су мобилна у облику ортофосфата, али се 80% примењене количине фосфорних ђубрива брзо имобилише у друге облике. То углавном резултира његовом акумулацијом у земљишту у облицима који су тешко доступни биљкама или је то тзв. "неприступачан" фосфор. Према Turner et al. (2002) земљиште акумулира велику количину органског фосфата што чини 50-80% укупног фосфора, од кога највише доминира фитин. Временом долази до „цурења“ фиксираниог фосфора из земљишта тј. губљења путем испирања или преко површинских вода. На тај начин долази до загађења животне средине, нарочито воде (Turner et al., 2002; Jianbo, 2011). Ово је посебно изражено у областима Европе и Америке у којима се ђубрење фосфорним ђубривима врши интензивно током дужег периода (Sharpley et al., 2005).

Биљке показују широк спектар морфолошке и физиолошке адаптације на недостатак фосфора (Lambers et al., 2006; Richardson et al., 2009). У природи постоји огромна генетичка варијација биљака у погледу ефикасности усвајања фосфора (Ramaekers et al., 2010).

3. Преглед литературе

Данас се развијају стратегије као што су природна селекција биљака на боље усвајање фосфора из земљишта, генетички инжењеринг (којим се уводе гени који побољшавају усвајање фосфора) и примена инокулације корена биљака сојевима микроорганизама за боље искоришћавање фосфора (Ramaekers et al., 2010). Фолијарна примена фосфора је такође добар начин да се биљке обезбеде довољном количином фосфора потребном за раст и развој (Noack, 2011).

Фосфор је важан макроелемент који чини око 0,2% од суве масе биљке (Schachtman et al., 1998). То је компонента биолошки важних молекула, као што су нуклеинске киселине, фосфолипиди који чине биљне мембране (Taiz and Zeiger, 2003), шећер-фосфатни интермедијари дисања и фотосинтезе. Фосфор је конститутивни елемент најважнијих макромолекулских и физиолошки активних једињења у биљци, као што су ADP и ATP. Сходно томе, биљка не може да расте без адекватне снабдевености овим хранљивим елементом (Jianbo, 2011). Фосфор је и саставни део метаболизма и важних биолошких процеса укључујући и фотосинтезу, дисање, мембрански транспорт (Raghothama and Karthikeyan, 2005; Richardson, 2009; Jianbo et al., 2011; Veneklaas et al., 2012). Фосфор има важну улогу у органогенези, нарочито развоју генеративних органа (Петровић и Кастори, 1992). Неопходан је за ћелијску деобу, развој меристемских ткива и има стимулативно дејство на развој и повећање броја цветних пупољака и плодова (Katkar et al., 2002). Фотосинтетска активност и ефикасност стоминог апарата су смањени услед недостатка фосфора (Vieira et al., 1998; Rodriguez et al., 1998). Ђубрење фосфором утиче на повећање отпорности на сушу (Singh et al., 1997; Gutierrez-Boem and Thomas, 1998). Фосфор је мобилан у биљци, тако да млади листови и генеративни органи могу бити исхрањени фосфором који је доступан у старијим биљним ткивима (Crozier et al., 2004).

Фосфор и калијум су два неопходна елемента чији недостатак лимитира принос и квалитет усева (Abel et al., 2002). Ово је посебно изражено на земљиштима са високим нивоом калцијум карбоната (Ibriki et al., 2005). Између усвајања фосфора и калијума постоји позитивна интеракција (Sardans et al., 2008). Међутим превелика употреба фосфора и калијума може резултирати њиховом већом акумулацијом у земљишту, што такође није добро (Uddin, 2001).

Мањак фосфора у земљишту је препрека за нормалан раст и развој биљака из породице *Fabaceae* (Wall et al., 2000; Gitari and Mureithi, 2003; Okalebo et al., 2009). Добра обезбеђеност легуминоза фосфором је важна за процес азотофиксације, било директно (Cassman et al., 1980) или индиректно (Yahiya, 1995). Фосфор утиче на повећање броја нодула и количине фиксираног азота по биљци код медитеранске детелине (Robson, 1981), грашка (Jakobsen, 1985), соје (Argaw, 2012), вигне (Linu et al., 2009). Такође, фосфор позитивно утиче на појачану активност нитрогеназе (Hellsten and Huss-Daness, 2000; Nøgh-Jensen et al., 2002) и бољу микоризу корена (Merryweather and Fitter, 1996), а тиме и на јачи пораст корена и надземног дела легуминоза. Према Yoneyama et al. (2012) недостатак фосфора код легуминозних биљака негативно утиче на раст изданака, принос надземне масе биљака и број листова, а позитивно на раст корена и његово издуживање.

Третирање црвене детелине фосфором и азотом је утицало позитивно на број нодула по биљци, садржај суве материје у нодулама и специфичну нитрогеназну активност (Hellsten and Huss-Daness, 2000). Притом, вредности за ове особине су за око шест пута веће на третману са високим нивоом азота и високим нивоом фосфора у односу на висок ниво азота и низак ниво фосфора. Најбољи утицај на број нодула по биљци и масу нодула по биљци је имао третман са средњим нивоом азота и фосфора, док је на принос суве материје најбоље утицао третман са највишим

3. Преглед литературе

нивоом азота и фосфора. Резултати су указали да је фосфор имао важнији директан утицај на фиксацију азота, него индиректан утицај преко повећаног раста биљака.

Ћубрење киселог земљишта фосфором је утицало на значајно повећање приноса крме црвене детелине и већи је ефекат постигнут на глиновитим у односу на песковита земљишта (Osztoics et al., 2006). Према Ribera et al. (2010), при ђубрењу црвене детелине фосфором на киселом земљишту, утврђена је значајна позитивна корелација између рН вредности земљишта и приступачне количине фосфора, као и између количине доступног фосфора у земљишту и његовог садржаја у изданцима. Међутим, доступност фосфора није значајно зависила од калцизације земљишта, као ни принос крме. Принос крме црвене детелине је повећан са повећањем количине примењеног фосфора на варијанти са и без калцизације. Du et al. (2013) су утврдили да су оптимални нивои примене азота и фосфора за постизање високих приноса крме црвене детелине 50 kg азота ha⁻¹ и 52-105 kg ha⁻¹ фосфора. Снабдевеност фосфором утиче на значајно повећање количине суве материје у изданцима црвене детелине (Vistoso, 2005). Goldberg et al. (2002), Bolan et al. (2003), Vistoso (2005) и López et al. (2007) су утврдили да се доступност молибдена за црвену детелину повећава са ђубрењем фосфором.

Принос зелене крме више врста детелина био је у позитивној корелацији са усвајањем фосфора из земљишта (Brink et al., 2001). Ћубрење беле детелине са фосфором и калијумом доводи до повећања садржаја суве материје у појединим биљним органима и повећања приноса протеина (Hégh-Jensen et al., 2001).

Примена фосфора код александријске детелине (*Trifolium alexandrinum* L.) је утицала на повећање масе изданака и корена, дужине корена, акумулације фосфора у корену и стаблу и укупне количине фосфора у биљкама (Nadian et al., 2005).

Ћубрење говеђе детелине (*Medicago polymorpha* L.) фосфором у количини 25 kg ha⁻¹ је утицало на значајно повећање приноса семена, захваљујући повећању броја махуна по биљци на третману са гушћом сетвом, док на третману са ређом сетвом није било повећања приноса (Muir et al., 2001).

Ћубрење соје са фосфором утиче на значајно повећање броја грана по биљци, масе хиљаду семена, броја махуна по биљци, броја семена по махуни, жетвеног индекса и приноса семена (Xiang et al., 2012). Према Chiezey and Odunze (2009) и Aise et al. (2011) правилна исхрана соје фосфором је утицала на повећање лисне површине, фотосинтетске активности, асимилације органских материја, садржаја фосфора у изданцима, суве масе изданака, масе хиљаду семена, броја махуна по биљци и приноса семена. Према Argaw (2012) ђубрење соје фосфором (46 kg ha⁻¹ P₂O₅) утиче на значајно повећање броја нодула по биљци и њихове масе, броја семена по махуни, броја семена по биљци, укупног садржаја азота и фосфора у биљци и приноса семена у односу на контролу. Бољи раст корена је додатно утицао на повећање приноса крме. Оптималан садржај фосфора у хранљивом раствору при гајењу соје позитивно утиче на фиксацију азота и раст биљака (Israel, 1987). Са повећањем концентрације фосфора у хранљивом раствору, долази до повећања броја нодула по биљци, масе нодула по биљци, масе суве материје корена, нитрогеназне активности и садржаја азота у биљци. Са порастом концентрације фосфора од 0 - 2 mM, маса нодула је порасла 30 пута, при чему се број нодула повећао за 11 пута, а маса корена за 3,5 пута.

Lewis and Hawthorne (1996) су ђубрењем боба (*Vicia faba*) фосфором добили веће приносе семена за 20-30%.

Фолијарна примена фосфора је добар начин за исхрану пасуља (Koontz and Biddulph, 1957). Аутори су утврдили да је количина транслоцираног фосфора у року од 24 сата зависила од лисне површине и концентрације фосфора на површини

3. Преглед литературе

третираних листова. Више фосфора је било транслоцирано са доњих старијих листова у односу на млађе горње листове. Веома млади листови нису усвајали фосфор. Количина допремљеног фосфора до корена била је у пропорцији са удаљености листова. Најјаче усвајање фосфора је било у виду NaH_2PO_4 , знатно веће у односу на $\text{K}_2\text{HPO}_4 > \text{K}_3\text{PO}_4 = \text{Na}_2\text{HPO}_4 = \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{KH}_2\text{PO}_4 = \text{Na}_3\text{PO}_4$. Транслокација фосфора са листа зависила је и од брзине сушења на површини листа.

3.7. Усвајање и утицај калијума на биљку

После азота и фосфора, калијум је најчешћи лимитирајући макроелемент за раст биљака (Pettigrew, 2008; Dreyer and Uozumi, 2011). То је најраспрострањенији неоргански катјон у биљним ћелијама (Dreyer and Uozumi, 2011) и неопходан је биљкама у великим количинама (Xu et al., 2011).

Концентрација K^+ јона у земљишту није уједначена и креће се од 0,04% до 3% (Xu et al., 2011). Биљке из земљишног раствора усвајају калијум само као K^+ јон путем пасивног или активног транспорта (Pettigrew, 2008). Концентрација калијума у биљкама је 3-4 пута већа у односу на земљиште, тако да је биљкама за његово усвајање потребна енергија (Dreyer and Uozumi, 2011). Према Zörb et al. (2014), резерве калијума у земљишту су у просеку углавном велике, али највећи део укупног калијума биљкама није доступан. Количина приступачног калијума у земљишту за биљке се креће око 2-10%. Преосталих 90-98% укупне количине калијума је у облику нерастворљивих стена и силикатних минерала (Römheld and Kirkby, 2010; Parmar and Sindhu, 2013). Између земљишног комплекса и земљишног раствора врши се стална размена калијума (Römheld and Kirkby, 2010). Доступност калијума за биљку је врло променљива због сложених динамичких процеса, који су под јаким утицајем интеракције корен-земљиште (Ashley et al., 2006; Lester et al., 2010). Адекватно снабдевање биљака довољним количинама воде олакшава усвајање калијума. Суша може да ограничи усвајање калијума стварајући симптоме његовог недостатка у биљкама. На глиновитим земљиштима која имају велике капацитете за фиксирање калијума, ђубрење овим елементом има мали утицај на биљке, јер се велики део калијума брзо везује за честице глине (Brady and Weil, 1999).

Између генотипова многих биљака постоје разлике у укупном усвајању калијума (Hanway and Weber, 1971; White, 2013), захваљујући многим разликама у особинама сорти као што су морфологија корена, коренове длачице, коренове излучевине, кинетика усвајања калијума и кретање кроз биљку. Разлике би могле бити повезане са бољим преношењем калијума до функционалних листова код неких генотипова у каснијим фазама раста. Генотипске разлике у исхрани калијумом утврђене су код луперке (James et al., 1995), соје (Sale and Campbell, 1987), кукуруза (Baligar and Barber, 1970), пшенице (Zhang et al., 1999) и јечма (Pettersson and Jensen, 1983).

На усвајање калијума утиче и развојна фаза биљака. Усвајање је нешто веће у вегетативној фази (Rengel et al., 2008).

Приликом доношења одлуке о количини примењених ђубрива, потребно је знати да основна хемијска анализа земљишта сама по себи не може бити довољна да би се донели увек најбољи закључци (Lester et al., 2010).

У блиској будућности можемо очекивати раст цене калијумових ђубрива (Zörb et al., 2014). Зато се данас ради на изналажењу алтернативних начина за снабдевање биљака калијумом (Manning, 2009; White and Greenwood, 2013). Већи број студија

3. Преглед литературе

указује да фолијарна примена калијума може успешно уклонити недостатке његовог дефицита код бројних биљних врста (Lester et al., 2006, Lester et al., 2007; Lester et al., 2010; Zörb et al., 2014).

Калијум није структурни елемент у биљним ткивима, али је важан за нормално одвијање важних животних процеса (Tiwari et al., 2001; Сакмак, 2005). Он позитивно утиче на усвајање осталих микро и макроелемената (Tiwari et al., 2001). Између осталог калијум стимулише усвајање NO₃ и његов транспорт кроз биљку (Blevins, 1985).

Недостатак калијума доводи до смањења интензитета фотосинтезе код виших биљака (Tiwari et al., 2001; Pettigrew, 2008; Sawan et al., 2009). Anuradha and Sharma (1995) указују да примена калијума повећава садржај хлорофила у биљкама. Калијум позитивно утиче на асимилацију угљендиоксида (Sangakkara et al., 2000; Sawan et al., 2009). Физиолошка улога калијума је важна за метаболизам угљених хидрата и њихово премештање од листа до осталих вегетативних органа, приликом формирања и зрења плодова (Tiwari et al., 2001; Sawan et al., 2009). Недостатак калијума према Pettigrew (2008) и Zörb et al. (2014) доводи до акумулације шећера у лисном ткиву. Нагомилавањем фоторедуктаната у хлоропластима настаје реактивни кисеоник, који изазива оштећења на хлоропластима (Сакмак, 2005). Недостатак калијума може довести до смањења броја листова и њихове површине (Pettigrew, 2008), што у целости смањује количину синтетисаних асимилатива. Међутим, према Zörb et al. (2014) досадашња истраживања указују да утицај калијума на фотосинтезу код различитих биљних врсти има тенденцију недоследности.

Неопходност калијума се огледа и у значају за активацију бројних ензима, синтезу протеина и скроба (Tiwari et al., 2001; Сакмак, 2005; Mathur et al., 2006; Pettigrew, 2008). Соли калијума стабилизују различите системе ензима (Singh, 2000; Amtmann et al., 2006; White and Karley, 2010). Снабдевеност биљке калијумом је значајна за оптималну активност АТФ-азе (Shingles and McCarty, 1994), нитратне редуктазе (Anuradha and Sharma, 1995) и трансферазе (Mathur et al., 2006). Калијум је неопходан биљкама за изградњу високоенергетских фосфата ADP и АТФ (Tiwari et al., 2001.).

Калијум помаже у одржавању тургорског притиска и одражавању водног биланса у биљкама (White and Karley, 2010; Dreyer and Uozumi, 2011). Значајна улога калијума је у одржавању осмотског притиска у стоминим ћелијама, како би угљендиоксид могао бити фиксиран (Maathuis, 2009; Szczerba et al., 2009; Römheld and Kirkby, 2010). Недостатак калијума утиче на затварање стома, тако да улога калијума у регулисању фотосинтезе може бити и преко ћелија мезофила. Калијум је за биљке посебно значајан у стресним условима када позитивно утиче на режим отварања и затварања стома, јача отпорност биљке према суши, као и према болестима и штеточинама (Tiwari et al., 2001.).

Калијум је такође директно или индиректно везан са процесима метаболизма протеина (Sawan et al., 2009). Снабдевеност биљке калијумом је значајна за побољшање транспорта аминокиселина, посебно при развоју семена (Blevins, 1985). Калијум регулише пропустљивост ћелијских мембрана и одржава оптималан ниво хидратације протоплазме, стабилишући емулзију високо колоидних честица (Singh, 2000). Снабдевеност биљака калијумом утиче на бољу отпорност на стресне услове (Römheld and Kirkby, 2010; Zörb et al., 2014).

Легуминозе углавном акумулирају висок ниво калијума (Arienzo et al., 2009). Раст легуминоза, азотофиксација и акумулација азота су осетљиви на недостатак калијума у земљишту (Duke and Collins, 1985; Mengel and Steffens, 1985; Mathur et al., 2006).

3. Преглед литературе

Фолијарно примењен калијум побољшава параметре квалитета плодова, посебно ако постоји велика тренутна потреба биљака за калијумом, чак и ако га у земљишту има у довољним количинама (Lester et al., 2010). Калијум је неопходан елемент за раст и плодност биљака и његов недостатак ограничава заснивање, развој и принос усева (Rengel and Damon, 2008; Fageria et al., 2011).

Црвена детелина има изражене захтеве према калијуму у земљишту (Марковић и сар., 2007). За производњу 100 kg сена, троши 2 kg калијума (Вучковић, 1999).

Примена калијума преко земљишта је утицала на повећање садржаја калијума у биљкама црвене детелине на више типова земљишта током друге године гајења (Smith and Smith, 1975). Међутим, то се није одразило на значајно повећање приноса црвене детелине као код луцерке из разлога што црвена детелина боље од луцерке апсорбује калијум из земљишта.

Низак статус калијума код беле детелине покреће адаптивне механизме (Jensen, 2003). Долази до промена у расту изданака, корена и нодула и повећања фиксације угљендиоксида по јединици лисне површине. Нагло повлачење калијума из хранљивог раствора, доводи до значајног пада активности нитрогеназе по јединици масе корена, као и по јединици масе нодула. Тако се однос између CO₂-фиксације и N₂-фиксације повећава.

Примена калијума у количини од 50 kg ha⁻¹ имала је значајан утицај на висину биљке и принос зелене крме каснијих откоса луцерке (Bahaeldeen et al., 2009). Међутим, није забележен утицај на компоненте приноса семена (број цвасти по изданку, број махуна по цвасти, број семена по махуни), као ни на укупни принос семена луцерке, што је у сагласности са истраживањима Abusuwar (2004). Насупрот томе, Grewal and Williams (2002), наводе да је ђубрење калијумом утицало на повећање приноса семена луцерке. Недостатак калијума код луцерке доводи до ранијег цветања биљака, при чему је оно мање обимно и неуједначено (Bahaeldeen et al., 2009).

Ђубрење соје калијумом је позитивно утицало на повећање приноса семена, масе хиљаду семена, садржаја уља у семену, повећање броја семена по биљци, као и на бољу нодулацију, односно повећање броја нодула по биљци на корену соје, а није значајно утицало на садржај протеина (Tiwarī et al, 2001). То потврђује и Mallarino (1991), као и Dixit and Sharma (1993). Фолијарно примењен калијум је утицао на повећање приноса соје захваљујући позитивном утицају на многе компоненте приноса (Naq and Mallarino, 2005, Nelson et al., 2005). Фолијарна примена калијума код соје је довела до повећања броја махуна по биљци (Bharati et al., 1986), броја семена по махуни (Coale and Grove, 1990). Ђубрење соје калијумом је утицало позитивно на повећање масе појединачних семена (Bharati et al., 1986). Xiang et al. (2012) су утврдили да је ђубрење соје са калијумом утицало на значајно повећање висине и дијаметра стабла, броја грана по биљци и приноса семена. Према Hoefl et al. (2000), млади изданци соје не користе много калијума, али стопа усвајања расте са порастом биљака. У периоду формирања и зрења махуна, калијум се премешта у семе. Тада се у семену соје налази преко 60% укупног калијума у биљци. Недовољна обезбеђеност биљака калијумом, довела је до убрзаног зрења биљака које се завршава око 3 дана раније него у условима довољне обезбеђености (Peoples and Koch, 1979).

Недостатак калијума стимулише акумулацију алкалоида у семену лупине и утиче на смањење приноса семена (Gremigni et al., 2001). Примена калијума преко земљишта у концентрацији до 50 mg kg⁻¹ је утицала на повећање приноса семена лупине, а даље повећање концентрације није имало значајнији ефекат.

3. Преглед литературе

Фолијарна, земљишна и комбинована примена NPK ђубрива код сочива је утицала на значајно повећање броја махуна по биљци, масе махуна по биљци, броја семена по махуни, масе хиљаду семена, што је утицало и на повећање приноса семена по биљци (Намаун et al., 2011). У условима који су добри за усвајање хранива из земљишта, аутори препоручују земљишну примену, а фолијарна примена NPK ђубрива се препоручује када постоје ограничавајући фактори. Предности фолијарне примене минералних хранива су мале количине ђубрива по јединици површине и мања опасност од загађења подземних вода (Намаун et al., 2011).

4. РАДНА ХИПОТЕЗА

Одабране сорте црвене детелине за истраживања се разликују у потенцијалу за принос семена и вредностима компоненти приноса. Полазна основа је претпоставка да ће фолијарна примена кобалта, бора, фосфора и калијума испољити различит утицај на компоненте приноса семена. Сагласно томе, претпоставља се да ће позитиван утицај примењених фолијарних третмана на поједине компоненте приноса у различитом обиму утицати на повећање приноса семена сорти црвене детелине. Такође се претпоставља да фолијарни третмани минералним хранивима неће значајније утицати на промену клијавости, дормантности и вигора добијеног семена.

5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Пољски огледи су засновани на имању ветеринарске станице у Чачку (43°54'39.06"N, 20°19'10.21"E, 243 m н.в.) током три узастопне године (2009., 2010. и 2011.). У години заснивања, усев је коришћен за производњу крме, а третмани и анализе су обављени у другој години гајења, када се најчешће и обавља семенска производња. Приликом заснивања огледа, основна обрада земљишта је вршена орањем на дубину од 30 cm. Предсетвена припрема земљишта је обављана фрезирањем на дубину од 10 cm. За основно ђубрење је коришћено сложено ђубриво N₁₅P₁₅K₁₅ у количини од 300 kg ha⁻¹, које је уношено у земљиште непосредно пред допунску обраду земљишта у години заснивања и поново у јесен након завршетка периода вегетације.

Коришћене су 4 сорте црвене детелине:

- К-39 - Диплоидна је сорта, створена у Институту за крмно биље у Крушевцу. Настала је кроз више циклуса фенотипске рекурентне селекције из већег броја домаћих популација. Страноопходна је и средњестасна сорта са висином стабљике око 80 cm. Има сложен тропер лист средње ширине, тамно зелене боје, са израженом лисном пегом. Ова сорта добро подноси сушу и ниске температуре. Толерантна је на најважније болести. Има висок потенцијал за принос биомасе (13-17 t ha⁻¹ суве материје) и семена;

- К-17 – Диплоидна је сорта, створена у Институту за крмно биље у Крушевцу. Настала је индивидуалном селекцијом најбољих биљака из аутохтоних популација Расинског округа. Толерантна је на ниске температуре, најважније болести и штеточине. Висина стабла је око 70 cm. У чистом усеvu у годинама пуне родности може дати и до 80 t ha⁻¹ свеже масе и до 18 t ha⁻¹ сена доброг квалитета. Има висок потенцијал за производњу семена (500-800 kg ha⁻¹);

- Уна је диплоидна сорта створена у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду. Средње је рана сорта, погодна за гајење на мање плодним, влажнијим и киселијим земљиштима (Централна Србија, БиХ). Стабљика је усправна и разграната, висине око 55 cm. Толерантна је на најважније болести и штеточине. Даје висок принос зелене масе (70-95 t ha⁻¹), односно сена (15-17 t ha⁻¹). Удео лишћа у приносу, почетком цветања износи и до 55%.

- Виола је пољска диплоидна сорта. Даје приносе зелене крме до 62 t ha⁻¹ и принос сена до 13 t ha⁻¹. Широко је распрострањена у Републици Србији.

5. Материјал и метод рада

Сетва је вршена у пролеће у другој половини марта, када су временски услови то дозвољавали. Паралелно су постављана два огледа. Један је засниван као густоред усев, а у другом су појединачне биљке гајене у кућицама.

- Густа сетва је обављена на међуредном растојању од 20 cm и количином семена 18 kg ha^{-1} што се препоручује у комбинованој производњи. Величина основне парцелице је била $5 \times 1 \text{ m}$. Експеримент је заснован по потпуно случајном блок систему у 4 понављања.
- Појединачне биљке су гајене на растојању од $70 \times 40 \text{ cm}$. Сејано је по неколико семена у кућицу. Након ницања биљака, вршено је проређивање тако да остане по једна биљка у кућици. Експеримент је заснован по потпуно случајном блок систему у 5 понављања.

Сузбијање корова је вршено механички, у густој сетви минимално два пута током првог пораста у првој години гајења, а у реткој сетви више пута по потреби у свим порастима током прве и друге године гајења. Усев је гајен без примене наводњавања. Заштита од пепелнице је вршена једном у првој години гајења током првог заснивања.

У огледу су биле заступљене четири варијанте фолијарне прихране: контрола – \emptyset (без третмана), кобалт - Со, бор – В, фосфор и калијум – РК.

Кобалт је примењен у облику $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ у концентрацији $0,033 \text{ g L}^{-1}$, уз утрошак 1000 L ha^{-1} воде (Vranny, 1978), први пут у фази интензивног раста у првом порасту и у два наврата у другом порасту у другој години гајења (једном у фази интензивног раста и други пут пред почетак цветања).

Бор је коришћен у облику бор етаноламина (Bor-feed, Haifa, Israel) у концентрацији од 0,1% уз утрошак воде 1000 L ha^{-1} , примењен у другом порасту током друге године гајења у два наврата: у фази интензивног раста биљака и пред почетак цветања.

Фосфор и калијум у облику $\text{P}_{52}\text{K}_{34}$ (Haifa, Israel) у концентрацији 1%, уз утрошак воде 1000 L ha^{-1} су примењени једном, у другом порасту у фази интензивног раста.

Принос и компоненте приноса семена су одређени из другог пораста у другој години гајења. Од компоненти приноса код густо сејаног усева на пољу је одређен:

- број изданака m^{-2} и број цвасти m^{-2} (бројањем на површини од $0,2 \text{ m}^2$ по елементарној парцели),
- број цвасти по изданку (бројањем на десет случајно одабраних изданака са елементарне парцеле).

У лабораторији је одређен:

- број цветова по цвасти и број семена по цвасти (на узорку од десет случајно одабраних цвасти по елементарној парцели) и
- маса хиљаду семена (на основу тежине 5×100 семена издвојених из истог узорка као и махуне).
- Фертилноост цветова је израчуната на основу броја цветова и броја семена по цвасти и изражена у процентима.

Принос семена је одређен на основу компоненти приноса (број цвасти по јединици површине, број семена по цвасти, маса хиљаду семена) и прерачунат на принос семена у kg ha^{-1} (Oliva et al., 1994).

5. Материјал и метод рада

Од компоненти приноса семена код појединачних биљака (гајених на 70x40 cm) на пољу је одређен:

- број изданака по биљци (бројањем на пет случајно одабраних биљака),
- број цвасти по изданку (бројањем на пет случајно одабраних биљака) и
- број цвасти по биљци (бројањем на пет случајно одабраних биљака).

У лабораторији је одређен:

- број цветова по цвасти (на узорку од десет случајно одабраних цвасти са појединачних биљака),
- број семена по цвасти (на узорку од десет случајно одабраних цвасти са појединачних биљака),
- фертилност (број фертилних цветова у фази зрелости семена на основу односа броја семена и броја цветова по цвасти) и
- маса хиљаду семена (на основу тежине 5x100 семена узетих из истих узорака као и цвасти).

Принос семена је одређен слично као и код густоредог усева, на основу компоненти приноса (број цвасти по биљци, број семена по цвасти, маса хиљаду семена) и прерачунао на принос семена у g биљци⁻¹.

Укупна клијавост семена (%), дормантност (%) и вигор су одређени при старости семена од један, осам и двадесет месеци после жетве у пуној зрелости. Убрале цвасти су ручно овршене и семе сакупљено у папирне кесе, након чега је чувано у сувим условима на собној температури. Непосредно пре наклијавања, семе је изложено расхлађивању у трајању од седам дана на температури од 5°C. При свакој наведеној старости семена, узето је по четири понављања са по сто семена од сваке сорте за сваки фолијарни третман биљака, који је примењен током вегетације. Семе је наклијавано на филтер папиру према упутствима ISTA (2011). Очитавање клијавости, дормантности семена и вигора вршено је после десет дана. Вигор семена (дужина примарног корена (cm), дужина стабла (cm) и маса клијанаца - стабло + корен (g)) је одређен након анализе клијавости. На крају је израчуната сума дужине корена и стабла и укупна маса клијанаца по понављању.

С обзиром да је кобалт први пут примењен у првом порасту, он је могао остварити утицај на принос крме. Због тога је на контролном третману и третману са кобалтом у првом откосу одређен принос крме и сена. Кошење је обављено у фази бутонизације. Принос зелене крме је одређен мерењем укупне масе са парцелице непосредно после кошења. Након узимања узорка од 1000 g и његовог сушења на собној температури, прерачунавањем је одређен принос сена (t ha⁻¹).

Нодулација црвене детелине је одређена у фенофази цветања биљака у другом откосу током друге године гајења. Са сваког третмана и од сваке сорте је узето по пет биљака на којима је одређен укупан број нодула до дубине од 20 cm.

Одређивање садржаја хлорофила је обављено на узорцима узетим у фенофази цветања биљака у другом порасту током друге године гајења. Анализе су вршене спектрофотометријском методом. Од сваког узорка је узето по 5g листова са врха изданака. После финог уситњавања вршена је екстракција у етанолу (96 %). Након екстракције је вршено мерење апсорбанције на спектрофотометру при таласним дужинама од 649 nm и 665 nm. Даљим прерачунавањем према методи Цвијовић и Аћамовић (2000), добијен је садржај хлорофила „а“, хлорофила „б“ и укупног хлорофила („а+б“), изражен у mg kg⁻¹.

Резултати приноса и компоненти приноса семена, као и резултати клијавости семена, дормантности семена и вигора клијанаца су обрађени методом анализе варијансе трофакторијалног и двофакторијалног експеримента (SPSS, 1995). Значајност разлика средњих вредности је тестирана LSD тестом. Међузависност приноса и компоненти приноса семена је оцењена израчунавањем коефицијента просте корелације. Резултати добијени за садржај хлорофила су обрађени Kruskal-Walis тестом. Резултати добијени за нодулацију су обрађени Kruskal-Walis тестом и методом анализе варијансе двофакторијалног експеримента (интеракција сорта/фолијарна прихрана). За податке о клијавости семена и фертилности цветова је коришћена трансформација $\arcsin \sqrt{x}$, за дормантност семена $\sqrt{x+1}$, а за нодулацију \sqrt{x} .

5.1. Агроеколошки услови

5.1.1. Климатске карактеристике локалитета

На основу вишегодишњих вредности температуре ваздуха и количина падавина, клима Чачанске долине се може окарактерисати као умерено влажна или умерено топла. Карактеришу је благе зиме и топла лета са неуједначеним распоредом падавина током године. Највећа количина падавина се бележи у мају и јуну месецу. Период од августа до септембра се може окарактерисати као сушни период у коме се често бележи недостатак земљишне влаге.

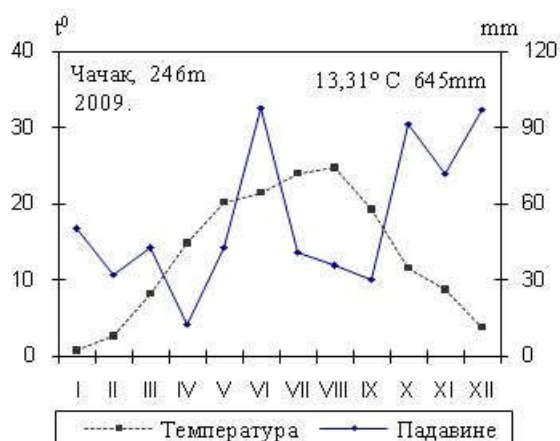
Током читавог периода истраживања, на датом локалитету су праћене средње месечне температуре и суме падавина по месецима. Средња годишња температура у Чачку и околини за вишегодишњи период од 1992-2002. године је износила 12,0°C (Граф. 5.). Најхладнији месеци су били јануар и децембар, са средњом месечном температуром 0,5°C односно 0,8°C, а најтоплији јул и август са 22,6°C, односно 23,0°C. Просечна годишња количина падавина је била 680 mm m⁻², најмања количина падавина је забележена у јануару, затим је она постепено расла да би свој максимум достигала у јуну. Након тога, поново је наступао период са мањом количином падавина идући према крају године, са изузетком месеца августа када је то смањење било драстичније. Стога је карактеристичан један сушни период у августу који се поклапа са периодом сазревања семена црвене детелине из другог пораста.

На основу просечне годишње суме падавина и годишњег кишног фактора (по Грачанину) за посматрани период од десет година, ово подручје се карактерише семиаридном климом.

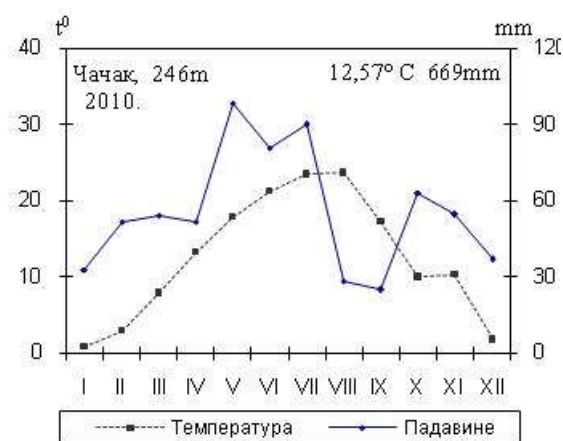
5.1.2. Метеоролошки услови у периоду извођења огледа

У периоду 2009-2012. године, просечна годишња температура ваздуха је била 12,8 °C, што је за 0,84 °C више у односу на вишегодишњи просек, а просечна сума годишњих падавина је била 538 mm m⁻², што је за 142 mm m⁻² мање у односу на вишегодишњи просек. Средња месечне температуре ваздуха у периоду 2009-2012. године су биле за 1,3; 0,6; 1,0 и 1,1 °C веће у односу на вишегодишњи просек, а суме годишњих падавина за 35, 11, 306 и 216 mm m⁻² мање у односу на вишегодишњи просек, по редоследу.

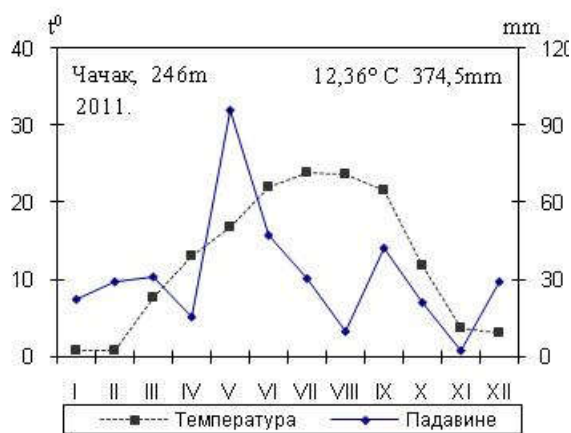
5. Материјал и метод рада



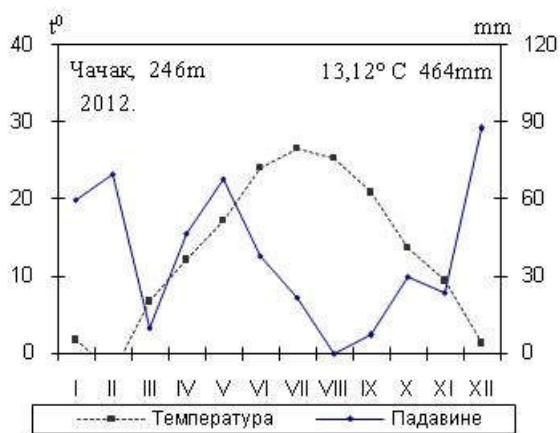
Графикон 1.



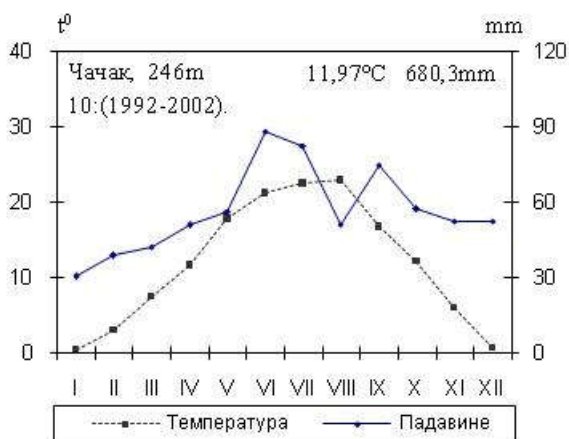
Графикон 2.



Графикон 3.



Графикон 4.



Графикон 5.

Климатограми према Walter-у и Lieth-у (модификовано према Шарић (1987)): Графикон 1. – за 2009. годину; Графикон 2. – за 2010. годину; Графикон 3. – за 2011. годину; Графикон 4. – за 2012. годину; Графикон 5. – Климатограма за период 1992-2002. године

На основу наведеног, може се закључити да су количине падавина у 2009. и 2010. години биле у оквиру вишегодишњих просека, али су просечне температуре ваздуха биле нешто веће. Током 2011. и 2012. године, поред већих температура ваздуха, забележен је и велики недостатак падавина, што је проузроковало периоде са јаком и дуготрајном сушом. У 2009. години су постојала два сушна периода, први од краја марта до краја маја, који је отежавао клијање, ницање и почетни развој усева и други у периоду од почетка јула до краја септембра (Граф. 1.). У 2010. години је забележен један сушни период који је трајао од краја јула до краја септембра (Граф. 2.). Током 2011. године забележена су два сушна периода (Граф. 3.). Први кратак, трајао је од

5. Материјал и метод рада

краја марта до краја априла и други јако дуг и изражен, у периоду од почетка јуна до краја новембра. Слично је било и током 2012. године, када је забележен један кратак сушни период у марту и један јако дуг и изражен сушни период који је трајао од краја маја до средине новембра (Граф. 4.). Највећа количина падавина у свим годинама је забележена у мају и јуну месецу. С обзиром да је кошење првог пораста црвене детелине вршено половином маја, због влажног и нестабилног времена, услови за сушење крмне масе су били јако лоши. Цветање црвене детелине у другом порасту је наступало почетком јула, када је почињао и сушни период, у оквиру кога се одигравао пораст и сазревање семена. Период од јуна до августа 2012. године, поред недостатка падавина, обележиле су јако високе температуре ваздуха, нетипичне за подручје Србије.

5.1.3. Земљишни услови

Земљиште на коме је експеримент изведен је образовано на старој алувијалној тераси Западне Мораве у висинском појасу око 240 m надморске висине. Релјеф је раван са веома благим падом према Западној Морави. Геолошки супстрат чине глиновити и за воду слабо пропусни седименти. Земљиште се карактерише грађом профила Ah-Bt-C, што указује на процес лесивирања. Хумусни хоризонт је дубок до 40cm, у сувом стању сиве боје. По механичком саставу, с обзиром да садржи 68,6%, односно 75,1% физичке глине, спада у средње глинуше (Таб.1). Притом, садржај праха износи 32,7-35,0%. Садржај глине, нарочито колоидне, се значајно повећава са дубином, тако да на дубини од 50 до 100 cm по механичком саставу припада тешким глинушама. Удео праха на овој дубини је знатно мањи (око 24,5%). Обогаћивањем филосиликатима, Bt хоризонт је постајао све збијенији, теже пропустан за воду, ваздух и корене биљака. Ово је разлог због кога се током влажних периода образује горња или површинска подземна вода, која изазива површинско оглејавање.

Табела 1. Механички састав земљишта

Дубина (cm)	> 1mm (%)	1-0,25mm (%)	0,25-0,01mm (%)	0,01-0,001mm (%)	<0,001 mm (%)	<0,01 mm (%)	класа земљишта
0-20	2,27	3,93	25,2	35,0	33,6	68,6	средња глинуша
20-40	0,54	2,91	21,5	32,7	42,4	75,1	средња глинуша
50-80	0,10	1,04	13,0	24,4	61,5	85,9	тешка глинуша
80-100	0,90	1,07	14,3	24,6	59,1	83,7	тешка глинуша

Садржај хумуса у Ahp- хоризонту до дубине 40 cm износи 3,18%, рН у води је 4,8, а рН у KCl-у је 3,6 (Таб. 2). У хумусном и Bt хоризонту нема трагова карбоната. Земљиште је добро обезбеђено фосфором и калијумом, сиромашно калцијумом и бором. Такође, земљиште садржи висок ниво гвожђа, мангана, алуминијума и никла.

Земљиште има лоше водно-ваздушне особине, које су условљене лошим механичким саставом и структуром. Неповољан механички састав, грудваста структура, збијеност Bt хоризонта, кисела хемијска реакција, слаба обезбеђеност

5. Материјал и метод рада

хумусом (услед чега хумусни хоризонт све више показује сиву боју), ограничавајући су фактори постизања виших и стабилних приноса гајених биљака. Неповољни фактори су највећим делом условљени метеоролошким условима године (распоредом падавина).

Претпоставка је да су ова земљишта раније била више распрострањена у долини Западне Мораве. Међутим, услед појаве да је током влажних периода године, у микро депресијама долазило до сакупљања воде која је слабо отицала по површини земљишта и споро се процеђивала у дубље слојеве, дошло је до повремених оглејавања и постепеног преласка у псеудоглеј или нека лесивирана долинска ливадска земљишта. То се и на овом земљишту може видети према почетним конкрецијама у дубљим, а и површинским хоризонтима.

Табела 2. Резултати хемијске анализе земљишта

Елементи	Садржај елемената у земљишту
pH (H ₂ O)	4,8
pH (KCl)	3,6
Humus (%)	3,18
P ₂ O ₅ (mg 100 g ⁻¹ земљишта)	22,1
K ₂ O (mg 100 g ⁻¹ земљишта)	30,0
CaCO ₃ (%)	0
Fe (mg kg ⁻¹)	38.992
Mn (mg kg ⁻¹)	1.111
Zn (mg kg ⁻¹)	82,0
B (mg kg ⁻¹)	0,06
Cu (mg kg ⁻¹)	25,0
Co (mg kg ⁻¹)	27,2
Na (mg kg ⁻¹)	278
Al (mg kg ⁻¹)	12,0
Cd (μg kg ⁻¹)	141
Ni (mg kg ⁻¹)	113
Pb (mg kg ⁻¹)	30,4
Hg (μg kg ⁻¹)	29,2
Cr (mg kg ⁻¹)	79,6
As (μg kg ⁻¹)	17,2
Se (mg kg ⁻¹)	42,0

6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

6.1. Компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине у периоду 2010-2012. године

6.1.1. Компоненте приноса и принос семена густоредог усева

Независно од сорте црвене детелине, код густо сејаног усева, најмањи број изданака је забележен у 2012. години, када је био најизраженији сушни период (Таб. 3.). У 2010. и 2012. години сорте се међу собом нису значајно разликовале у броју изданака. Једино су у 2011. години сорте К-17 и уна имале значајно већи број изданака у односу на остале сорте (интеракција година/сорта).

Насупрот броју изданака, у 2012. години су све сорте имале значајно већи број цвасти по изданку у односу на претходне године. Сорте су најмањи број цвасти по изданку у посматраном периоду имале у 2010. години.

Табела 3. Компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине код густо сејаног усева на контролној варијанти

		ИПМ	ЦПИ	ЦПМ	ЦПЦ	СПЦ	Ф	МХС	П
Година	2010	303a	1,64c	550b	61,1c	30,5b	48,8a	1,35a	220b
	2011	333a	2,39b	799a	92,8a	50,2a	54,1a	1,33a	549a
	2012	270b	2,93a	790a	67,0b	13,3c	20,7b	1,16b	123c
Сорта	К-39	310ab	2,45	746a	78,2a	32,2ab	40,0ab	1,34a	321a
	К-17	317a	2,33	736a	78,1a	30,5bc	37,0b	1,34a	318a
	Уна	330a	2,42	784a	76,2a	37,5a	48,1a	1,27a	384a
	Виола	288b	2,08	587b	62,0b	25,1c	39,7ab	1,16b	166b
2010	К-39	348abc	1,92def	663bcd	63,4bcd	28,6de	44,8b	1,40abc	262cde
	К-17	322bcd	1,72def	583cde	63,7bcd	25,9ef	40,8bc	1,55a	219c-f
	Уна	345abc	1,60ef	554de	67,2bc	41,1bc	60,4a	1,35a-d	288cd
	Виола	305cde	1,32f	400e	50,2d	26,2ef	49,1ab	1,10d	113def
2011	К-39	298def	2,32b-e	702bcd	97,2a	51,5ab	53,1ab	1,45ab	534b
	К-17	358ab	2,35bcd	838ab	104,0a	53,1a	51,0ab	1,34a-d	628ab
	Уна	368a	2,67abc	981a	92,7a	58,2a	63,0a	1,29a-d	728a
	Виола	306cde	2,20cde	678bcd	77,2b	38,1cd	49,3ab	1,22bcd	306c
2012	К-39	282def	3,10a	873ab	73,9b	16,3fg	22,1c	1,16cd	167c-f
	К-17	270ef	2,92abc	787a-d	66,4bc	12,6g	19,1c	1,12d	108ef
	Уна	276ef	2,97ab	817abc	68,7bc	13,3g	20,9c	1,22bcd	135c-f
	Виола	255f	2,72abc	682bcd	58,8cd	10,9g	20,7c	1,15cd	80,0f
Година		***	***	***	***	***	***	*	***
Сорта		*	ns	*	***	**	ns	ns	***
Година x сорта		*	ns	*	*	*	*	*	*

ИПМ - број изданака m^{-2} , ЦПИ - број цвасти по изданку, ЦПМ - број цвасти m^{-2} , ЦПЦ - број цветова по цвасти, СПЦ - број семена по цвасти, МХС - маса хиљаду семена (g), Ф - фертилност (%), П - принос семена ($kg ha^{-1}$).
Вредности обележене различитим малим словима по колонама за годину, сорту и њихову интеракцију се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту; * F тест значајан на нивоу $P \leq 0,05$; ** F тест значајан на нивоу $P \leq 0,01$; *** F тест значајан на нивоу $P \leq 0,001$; ns- F тест није значајан.

6. Резултати истраживања

Код свих сорти је забележен значајно мањи број цвасти по јединици површине у 2010. години у односу на остале године. Тада је сорта К-39 имала значајно већи број цвасти од сорте виола, док је у 2011. години значајно већи број цвасти имала сорта уна у односу на сорте К-39 и виолу. У 2012. години сорте се међу собом нису значајно разликовале по овој особини.

Највећи број цветова по цвасти, независно од сорте је забележен у 2011. години, а најмањи у 2010. години. У 2010. години је значајно већи број цветова по цвасти имала сорта уна у односу на сорту виола. У 2011. години, све сорте су имале значајно већи број цветова по цвасти у односу на сорту виола, а у 2012. години значајно већи број цветова по цвасти од сорте виола је имала само сорта К-39.

Без обзира на сорту, највећи број семена по цвасти је забележен у 2011. години, а најмањи у 2012. години. Сорте су се међу собом значајно разликовале по броју семена по цвасти у 2010. и 2011. години (интеракција година/сорта). Значајно већи број семена по цвасти у 2010. години у односу на остале сорте је имала сорта уна. У 2011. години значајно мањи број семена по цвасти у односу на остале сорте је имала сорта виола.

Најлошија фертилност је забележена у 2012. години, значајно мања у односу на 2010. и 2011. годину. Притом се сорте међу собом нису значајно разликовале у погледу фертилности у 2011. и 2012. години, док је у 2010. години значајно већу фертилност у односу на сорте К-39 и К-17 имала сорта уна.

Независно од сорте, значајно мања маса хиљаду семена је забележена у 2012. години у односу на претходне две године. У 2011. и 2012. години, сорте се међу собом такође нису значајно разликовале по овој особини, док је у 2010. години значајно мању масу хиљаду семена имала сорта виола у односу на сорте К-39 и К-17.

Све претходно наведено је утицало да је највећи принос семена био у 2011. години, значајно већи у односу на 2010. и 2012. годину, а најмањи принос је забележен у 2012. години. Притом, у погледу приноса семена, сорте су се међу собом значајно разликовале само у 2011. години, када је сорта уна имала значајно већи принос у односу на К-39, а значајно мањи принос од свих сорти је имала сорта виола.

6.1.2. Компоненте приноса и принос семена појединачних биљака

Независно од сорте, највећи број изданака по биљци код биљака гајених на већем међуредном растојању је забележен у 2010. години (Таб. 4.). Те године је сорта уна имала нешто већи број изданака по биљци у односу на остале сорте. У 2011. години сорте се међу собом нису значајно разликовале за ову особину, док су у 2012. години, значајно већи број изданака по биљци имале сорте К-39 и К-17 у односу на сорту виола (интеракција година/сорта).

Највећи број цвасти по изданку код свих сорти је забележен у 2011. години, а најмањи у 2012. години. У 2010. години је значајно већи број цвасти по изданку имала сорта уна у односу на сорту К-17. Током 2011. године је сорта К-17 имала значајно већи број цвасти по изданку у односу на остале сорте, а у 2012. години је код ове сорте забележен изразито мали број цвасти по изданку, као и код сорте виола.

Највећи број цвасти по биљци је забележен у 2010. години, а најмањи у 2012. години. Слично као и код претходне две посматране особине, највећи број цвасти по биљци у 2010. години је имала сорта уна. У 2011. години је сорта К-39 имала

6. Резултати истраживања

значајно већи број цвасти по биљци у односу на сорту уна, а у 2012. години значајно мањи број цвасти по биљци имала је сорта виола у односу на сорте К-39 и уна.

Независно од сорте, најмањи број цветова по цвасти је забележен у 2012. години. Сорте су се током година различито понашале у погледу ове особине. Значајно већи број цветова по цвасти у 2010. години је забележен код сорти К-39 и виола у односу на сорту уна. У 2011. години је сорта уна имала значајно мањи број цветова по цвасти у односу на све остале сорте. Током 2012. године је значајно већи број цветова по цвасти у односу на сорту виола имала сорта К-17.

Табела 4. Компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке на контролној варијанти

		ИПБ	ЦПИ	ЦПБ	ЦПЦ	СПЦ	Ф	П
Година	2010	22,0a	4,04b	87,0a	80,8a	49,0a	64,4a	6,38a
	2011	9,1b	5,93a	53,4b	72,7a	34,5b	52,5b	2,63b
	2012	8,0b	3,43c	31,5c	55,2b	13,3c	26,2c	0,71c
Сорта	К-39	14,4a	4,74a	66,6a	72,0a	40,6a	60,0a	4,13a
	К-17	12,4ab	4,53a	49,5b	77,0a	33,8b	45,5b	2,52b
	Уна	15,3a	4,93a	69,6a	56,9b	25,1c	47,4b	2,93b
	Виола	10,0b	3,67b	43,5b	72,3a	29,6bc	38,0c	3,37b
2010	К-39	20,3b	3,88cde	74,2b	88,2a	56,6a	73,3a	6,32ab
	К-17	19,6b	3,40de	61,4bcd	76,7abc	39,1b	54,8bc	4,00cd
	Уна	29,2a	4,72bc	130,2a	67,0cde	42,5b	63,8abc	7,10a
	Виола	19,0b	4,18cd	82,4b	91,3a	57,8a	65,8ab	8,11a
2011	К-39	12,0c	5,56b	70,0bc	74,6abc	39,4b	54,9bc	4,28bc
	К-17	7,8cd	7,36a	57,2bcd	85,3ab	45,2b	55,6bc	2,94cde
	Уна	9,2cd	4,98bc	41,6de	49,3ef	25,5cd	62,2abc	1,31ef
	Виола	7,4cd	5,83b	44,6cde	81,7abc	27,9c	37,2d	1,98def
2012	К-39	11,0c	4,79bc	55,6cde	53,2def	25,9cd	51,7c	1,80ef
	К-17	9,8c	2,82e	29,8ef	69,1bcd	17,0d	26,2de	0,62f
	Уна	7,6cd	5,10bc	37,0de	54,3def	7,3e	16,1ef	0,38f
	Виола	3,5d	1,00f	3,5f	44,0f	3,0e	10,9f	0,02f
Година		***	***	***	***	***	***	***
Сорта		**	**	**	***	***	***	ns
Година x сорта		ns	***	***	**	***	***	**

ИПБ - број изданака по биљци, ЦПИ - број цвасти по изданку, ЦПБ - број цвасти по биљци, ЦПЦ - број цветова по цвасти, СПЦ - број семена по цвасти, Ф - фертилност (%), П - принос семена (kg ha^{-1}). Вредности обележене различитим малим словима по колонама за годину, сорту и њихову интеракцију се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту; ** F тест значајан на нивоу $P \leq 0,01$; *** F тест значајан на нивоу $P \leq 0,001$; ns- F тест није значајан.

Сорте гајене као појединачне биљке су имале највећу фертилност цветова у 2010. години, а најмању у 2012. години. У 2010. години је значајно већу фертилност цветова у односу на сорту К-17 имала сорта К-39. У 2011. години све сорте су имале већу фертилност од сорте виола. У 2012. години је највећу фертилност имала сорта К-39, док је сорта виола имала значајно мању фертилност и у односу на сорту К-17 (интеракција година/сорта).

Слично као и код фертилности цветова, без обзира на сорту, највећи број семена по цвасти је забележен у 2010. години, а најмањи у 2012. години. Значајно већи број семена по цвасти у 2010. години су имале сорте К-39 и виола у односу на остале сорте. У 2011. и 2012. години, значајно већи број семена по цвасти у односу на остале сорте имале су К-39 и К-17.

Све наведене особине су утицале да је највећи принос семена по биљци остварен у 2010. години, а најмањи у 2012. години. У 2010. години је сорта К-17 имала мањи принос семена по биљци у односу на све остале сорте. Током 2011. године је сорта К-39 имала значајно већи принос семена по биљци у односу на сорте уна и виола. У 2012. години се сорте међу собом нису значајно разликовале у погледу приноса семена по биљци, услед јако ниског приноса семена код свих сорти.

6.2. Корелациони односи између компоненти приноса и приноса семена

Код усева гајеног на мањем међуредном растојању, број цвасти m^{-2} се налазио у позитивној корелацији са бројем изданака ($r=0,38$) (Таб. 5.). Број цвасти по изданку је био у позитивној корелацији са бројем цвасти m^{-2} ($r=0,81$), али у негативној корелацији са бројем изданака ($r=-0,2$). Број цветова по цвасти био је у позитивној корелацији са бројем изданака ($r=0,29$) и бројем цвасти m^{-2} ($r=0,31$). Позитивна корелација је забележена и код броја семена по цвасти у односу на број изданака ($r=0,56$), број цвасти m^{-2} ($r=0,19$) и број цветова по цвасти ($r=0,67$), а негативна корелација у односу на број цвасти по изданку ($r=-0,16$). Фертилноост цветова се налазила у позитивној корелацији са бројем изданака m^{-2} ($r=0,56$), бројем цветова по цвасти ($r=0,25$) и бројем семена по цвасти ($r=0,86$), а у негативној корелацији са бројем цвасти по изданку ($r=-0,36$). Позитивна корелација је такође утврђена између масе хиљаду семена и броја семена по цвасти ($r=0,16$). Принос семена се налазио у позитивној корелацији са бројем изданака ($r=0,59$), бројем цвасти m^{-2} ($r=0,54$), бројем цвасти по изданку ($r=0,17$), бројем цветова по цвасти ($r=0,69$), бројем семена по цвасти ($r=0,87$) и фертилношћу цветова ($r=0,65$).

Табела 5. Коефицијенти корелације између броја изданака m^{-2} - ИПМ, броја цвасти по изданку – ЦПИ, броја цвасти m^{-2} - ЦПМ, броја цветова по цвасти – ЦПЦ, броја семена по цвасти – СПЦ, масе хиљаду семена – МХС (g), фертилноости – Ф (%) и приноса семена – П ($kg ha^{-1}$) сорти црвене детелине гајених у густом склопу; $n=64$

	ЦПМ	ЦПИ	ЦПЦ	СПЦ	Ф	МХС	П
ИПМ	0,38***	-0,2**	0,29***	0,56***	0,56***	0,06	0,59***
ЦПМ		0,81***	0,31***	0,19**	0,001	-0,04	0,54***
ЦПИ			0,14	-0,16*	-0,36***	-0,09	0,17*
ЦПЦ				0,67***	0,25**	0,11	0,69***
СПЦ					0,86***	0,16*	0,87***
Ф						0,14	0,65***
МХС							0,11

* - значајно на нивоу $P \leq 0,05$; ** - значајно на нивоу $P \leq 0,01$; *** - значајно на нивоу $P \leq 0,001$.

Код појединачних биљака, број цвасти по изданку је био у негативној корелацији са бројем изданака по биљци ($r=-0,47$) (Таб. 6.). Број цвасти по биљци је био у позитивној корелацији са бројем изданака по биљци ($r=0,49$) и бројем цвасти по изданку ($r=0,36$). Позитивна корелација је забележена и између броја семена по цвасти и броја цветова по цвасти ($r=0,88$). Негативна корелација је забележена

6. Резултати истраживања

између фертилности цветова и броја цветова по цвасти ($r=-0,68$). Принос семена по биљци је био у позитивној корелацији са бројем изданака по биљци ($r=0,26$), бројем цвасти по изданку ($r=0,29$), бројем цвасти по биљци ($r=0,64$), бројем цветова по цвасти ($r=0,52$) и бројем семена по цвасти ($r=0,54$).

Табела 6. Коефицијенти корелације између броја изданака по биљци - ИПБ, броја цвасти по изданку – ЦПИ, броја цвасти по биљци - ЦПБ, броја цветова по цвасти – ЦПЦ, броја семена по цвасти – СПЦ, фертилности – Ф (%) и приноса семена - П (kg ha^{-1}) сорти црвене детелине гајених у ретком склопу; $n=80$

	ЦПИ	ЦПБ	ЦПЦ	СПЦ	Ф	П
ИПБ	-0,47***	0,49***	0,01	-0,01	-0,03	0,26***
ЦПИ		0,36***	-0,03	-0,06	0,01	0,29***
ЦПБ			0,001	-0,07	-0,02	0,64***
ЦПЦ				0,88***	-0,68***	0,52***
СПЦ					-0,39	0,54***
Ф						-0,17

*** - значајно на нивоу $P \leq 0,001$.

6.3. Утицај кобалта на принос и компоненте приноса семена, принос крме и сена

6.3.1. Утицај кобалта на принос и компоненте приноса семена густоредог усева

Код усева гајеног у густом склопу, фолијарна прихрана кобалтом је утицала на значајно повећање броја изданака код свих сорти, при чему је значајно повећање забележено код сорти К-39, уна и виола у 2010. и 2011. години (значајност интеракција сорта/фолијарна прихрана и година/фолијарна прихрана)(Таб. 7.).

Фолијарна прихрана кобалтом код сорти није значајно утицала на број цвасти по изданку ни у једној години.

Захваљујући позитивном утицају на број изданака, фолијарна прихрана кобалтом је утицала и на повећање броја цвасти по јединици површине. Значајно већи број цвасти на варијанти са фолијарном применом кобалта у односу на контролу је забележен у 2011. години код сорти К-39 и К-17 (значајност интеракција сорта/фолијарна прихрана и година/фолијарна прихрана).

У погледу броја цветова по цвасти је забележен значајан позитиван утицај фолијарне прихране у току 2010. године код сорте виола (значајност интеракција сорта/фолијарна прихрана и година/фолијарна прихрана).

Фолијарна прихрана кобалтом није значајно утицала на фертилност цветова сорти црвене детелине у периоду 2010-2012.

Значајан позитиван утицај фолијарне прихране кобалтом на повећање броја цветова по цвасти допринео је повећању броја семена по цвасти. Значајно већи број семена по цвасти на варијанти са кобалтом у односу на контролу је забележен једино код сорте виола у свим годинама (значајност интеракције сорта/фолијарна прихрана).

Фолијарна примена кобалта није значајно утицала на масу хиљаду семена код сорти црвене детелине у свим годинама.

6. Резултати истраживања

Значајан утицај фолијарне примене кобалта на повећање приноса семена црвене детелине гајене у густом склопу је забележен у 2011. години код сорти К-17 и виола (значајност интеракција сорта/фолијарна прихрана и година/фолијарна прихрана). У 2011. години, без обзира на фолијарну примену кобалта, сорте су имале знатно већи принос у односу на остале године, тако да је и утицај фолијарног третмана највише дошао до изражаја.

Табела 7. Компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине код густо сејаног усева у зависности од фолијарног третмана кобалтом

		ИПМ	ЦПИ	ЦПМ	ЦПЦ	СПЦ	Ф	МХС	П
Фолијарни	Ø	311b	2,32	713b	73,6b	31,3b	41,2	1,47	297b
Третман (Т)	Со	346a	2,47	838a	78,7a	35,8a	44,4	1,26	389a
Година (Г)									
2010	Ø	330b	1,64	550c	61,1c	30,5	48,8	1,35	220cd
	Со	378a	1,77	679c	71,1b	35,6	50,3	1,29	282c
2011	Ø	333b	2,39	799b	92,8a	50,2	54,1	1,89	549b
	Со	392a	2,49	982a	93,9a	55,6	58,9	1,33	727a
2012	Ø	270c	2,93	790b	67,0bc	13,3	20,7	1,16	123d
	Со	268c	3,16	853ab	71,1b	16,4	24,1	1,16	158d
Сорта (С)									
К-39	Ø	310cd	2,45	746b	78,2ab	32,2ab	40,0	1,34	321bc
	Со	345ab	2,75	914a	76,2ab	34,6ab	43,0	1,29	404ab
К-17	Ø	317bcd	2,33	736bc	78,1ab	30,5b	37,0	1,34	318bc
	Со	347ab	2,70	908a	84,2a	36,9ab	43,4	1,26	449a
Уна	Ø	330bc	2,42	784ab	76,2ab	37,5ab	48,1	1,29	384ab
	Со	362a	2,29	824ab	79,6ab	38,3a	47,8	1,31	426a
Виола	Ø	288d	2,08	587c	62,0c	25,1c	39,7	1,91	166d
	Со	330bc	2,16	705bc	74,9b	33,5a	43,5	1,19	277c
Т		**	ns	**	*	*	ns	ns	**
Г x Т		**	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
С x Т		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Т x Г x С		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ИПМ - број изданака m^{-2} , ЦПИ - број цвасти по изданку, ЦПМ - број цвасти m^{-2} , ЦПЦ - број цветова по цвасти, СПЦ - број семена по цвасти, МХС - маса хиљаду семена (g), Ф - фертилност (%), П - принос семена ($kg ha^{-1}$). Вредности обележене различитим малим словима по колонама се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту; *F тест значајан на нивоу $P \leq 0,05$; **F тест значајан на нивоу $P \leq 0,01$; ns - F тест није значајан.

6.3.2. Утицај кобалта на принос и компоненте приноса семена појединачних биљака

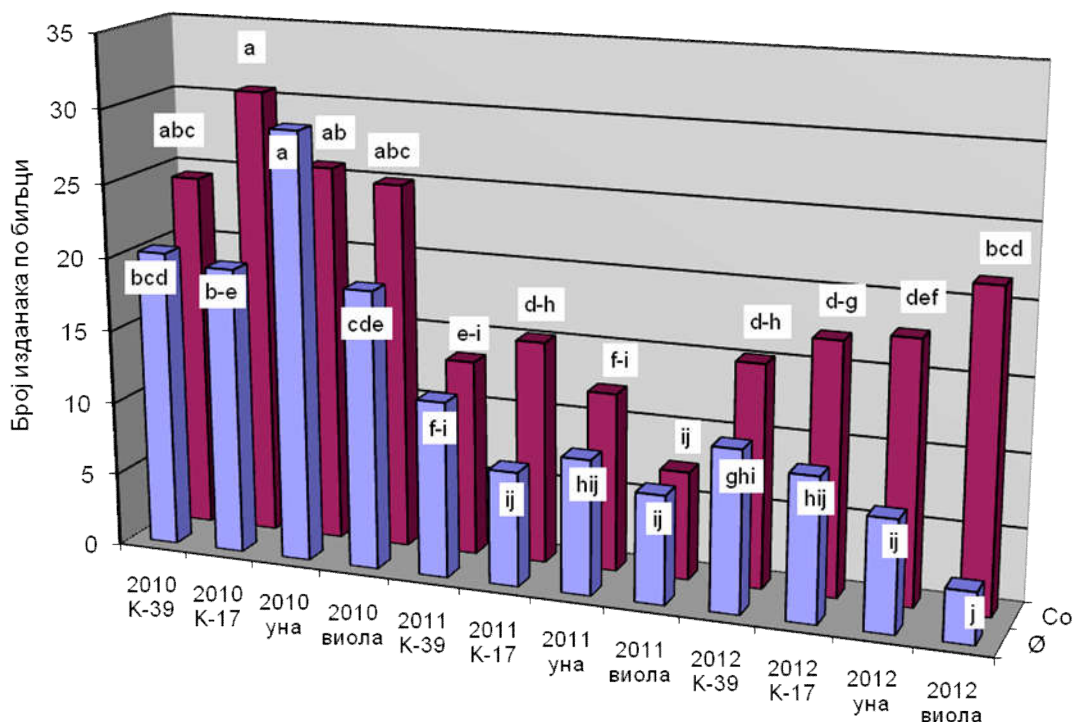
Фолијарна примена кобалта код појединачних биљака црвене детелине је утицала на значајно повећање броја изданака по биљци код сорте К-17 у све три године, као и код сорти уна и виола у 2012. години (значајност интеракције година/сорта/фолијарна прихрана) (Граф. 6.). Без обзира на сорту, појединачне биљке су на контролној варијанти имале просечно 13 изданака по биљци, а на варијанти са кобалтом 18,8 изданака по биљци.

Значајност интеракције година/сорта/фолијарна прихрана такође указује да је фолијарна прихрана кобалтом утицала на значајно повећање броја цвасти по изданку код сорте К-39 у 2011. години и код сорте виола у 2012. години (Граф. 7.).

6. Резултати истраживања

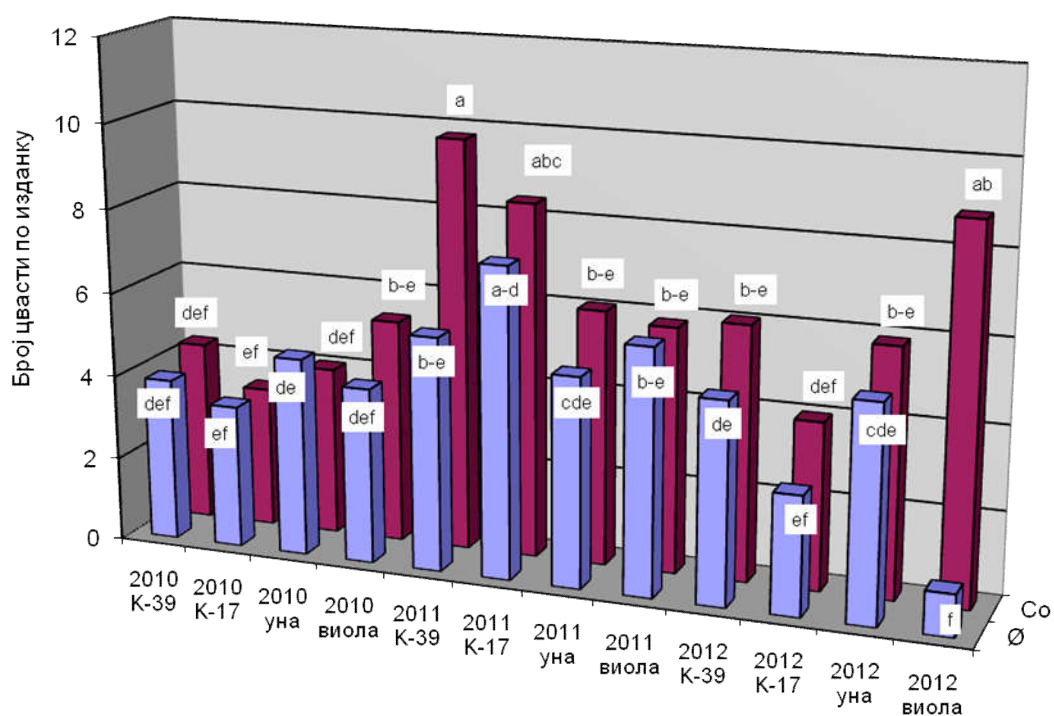
Захваљујући позитивном утицају на број изданака по биљци и број цвасти по изданку, фолијарна примена кобалта је значајно утицала на повећање броја цвасти по биљци код свих осталих сорти у све три испитиване године, осим код сорте уна у 2010. години, код сорте виола у 2011. години и код сорте К-17 у 2012. години (Граф. 8.).

Фолијарна примена кобалта је такође утицала и на значајно повећање броја цветова по цвасти код сорте уна у 2010. години, код сорти К-17 и уна у 2011. години и код сорти К-39 и виола у 2012. години (значајност интеракције година/сорта/фолијарна прихрана) (Граф. 9.). У погледу фертилности цветова, значајан позитиван утицај фолијарне примене кобалта је забележен код сорте виола у 2011. години и код сорте уна у 2012. години, али је у 2010. и 2012. години код сорте К-39 забележен негативан утицај (Граф. 11.). Фолијарна примена кобалта је утицала на значајно повећање броја семена по цвасти код сорте К-17 у 2011. години и уна у 2011. и 2012. години (Граф. 10.). Код сорте виола у 2011. години и сорте К-39 у 2012. години, број семена по цвасти је смањен са фолијарном применом кобалта. Значајан утицај фолијарне примене кобалта на повећање приноса семена по биљци је забележен у 2011. години код свих сорти осим код сорте виола (Граф. 12.).

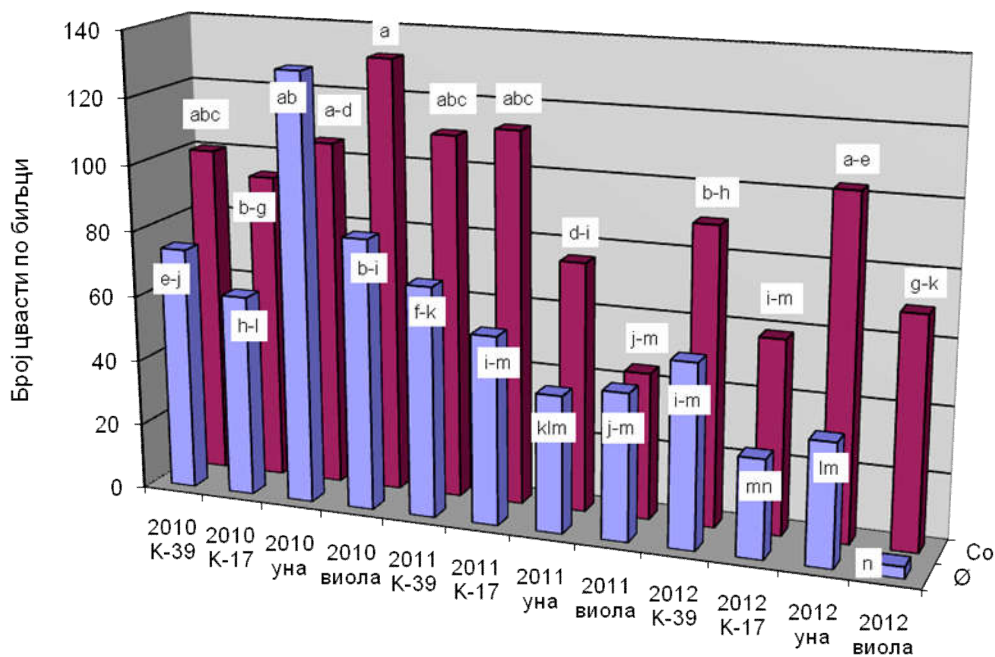


Графикон 6. Број изданака по биљци сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке, у зависности од фолијарног третмана кобалтом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.

6. Резултати истраживања

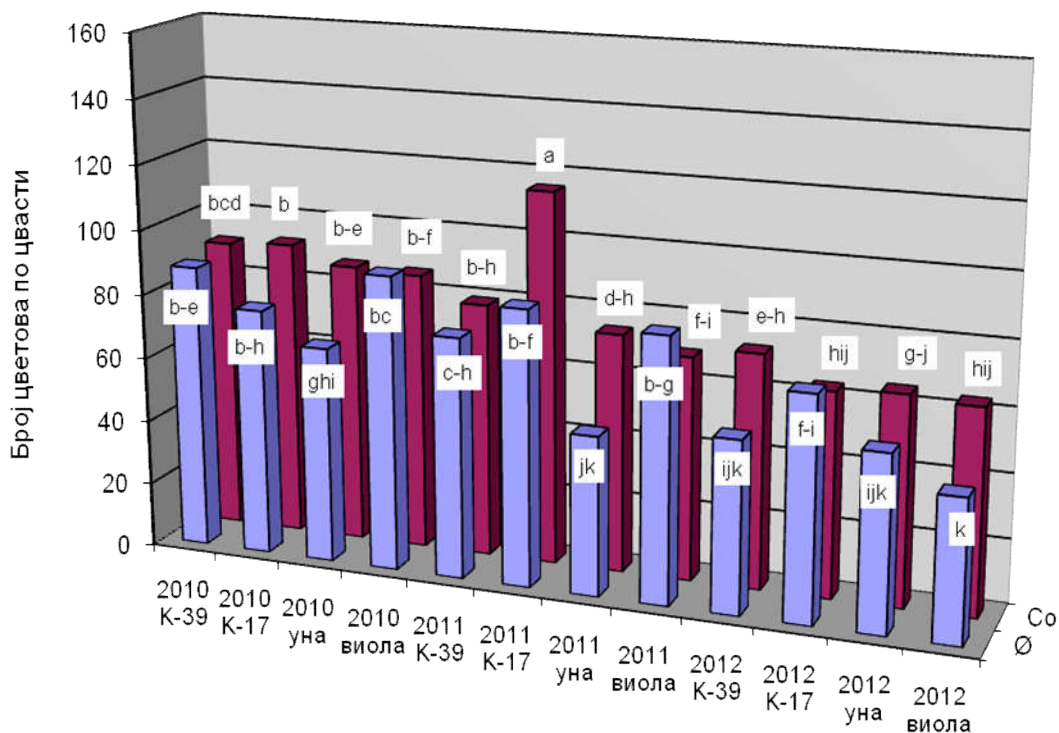


Графикон 7. Број цвасти по изданку сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана кобалтом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.

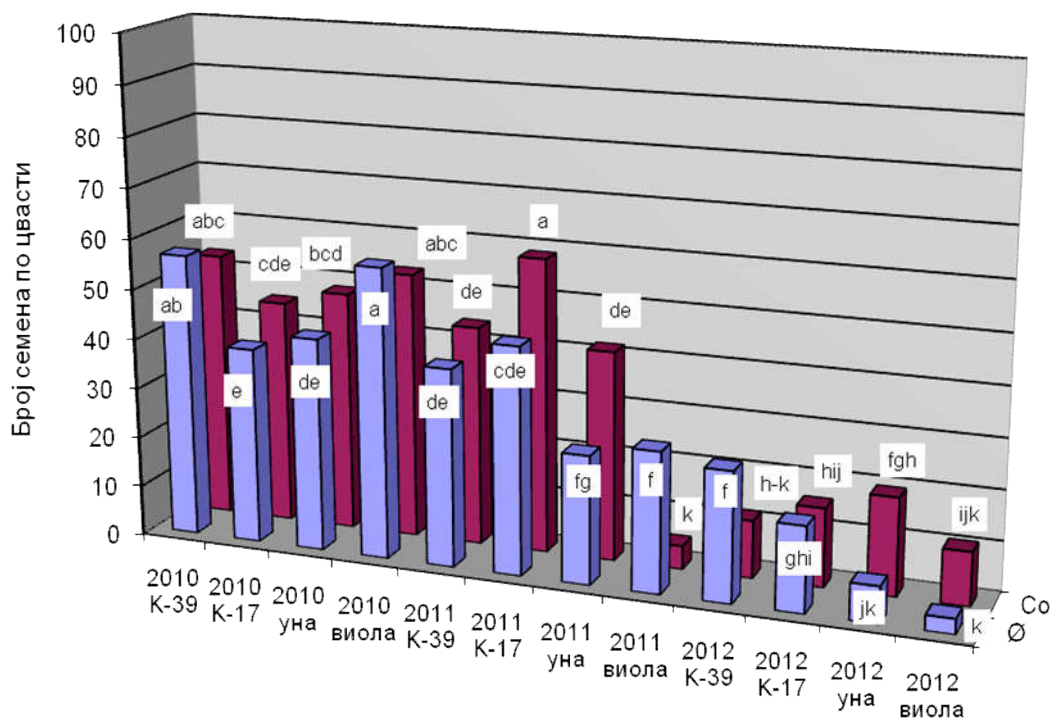


Графикон 8. Број цвасти по биљци сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана кобалтом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.

6. Резултати истраживања

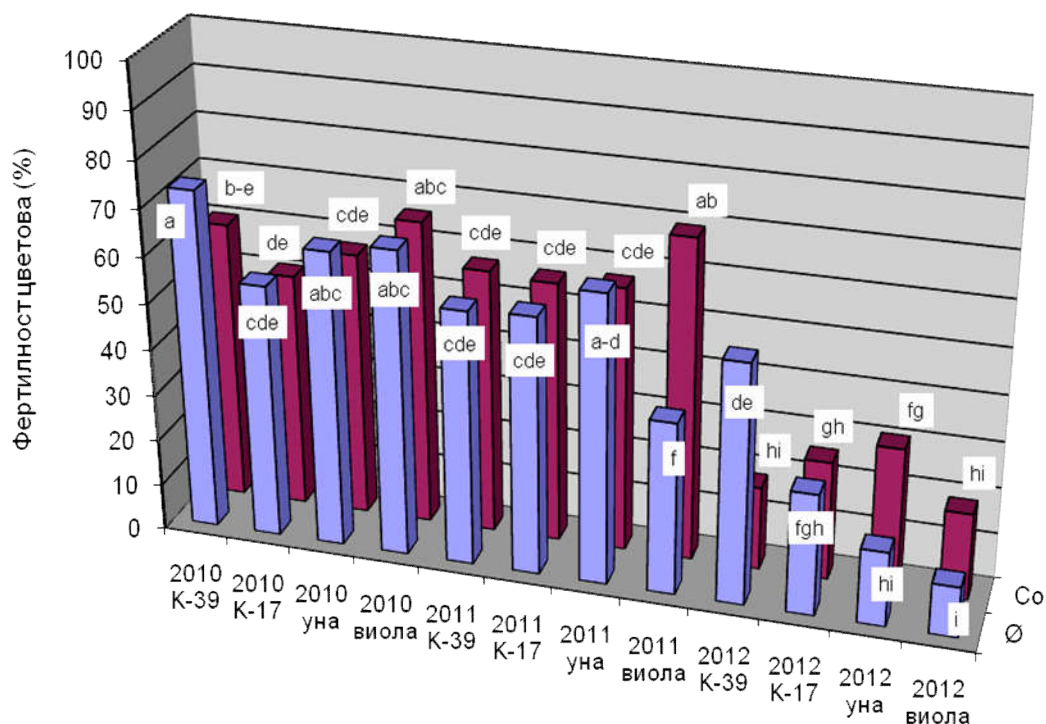


Графикон 9. Број цветова по цвасти сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана кобалтом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.

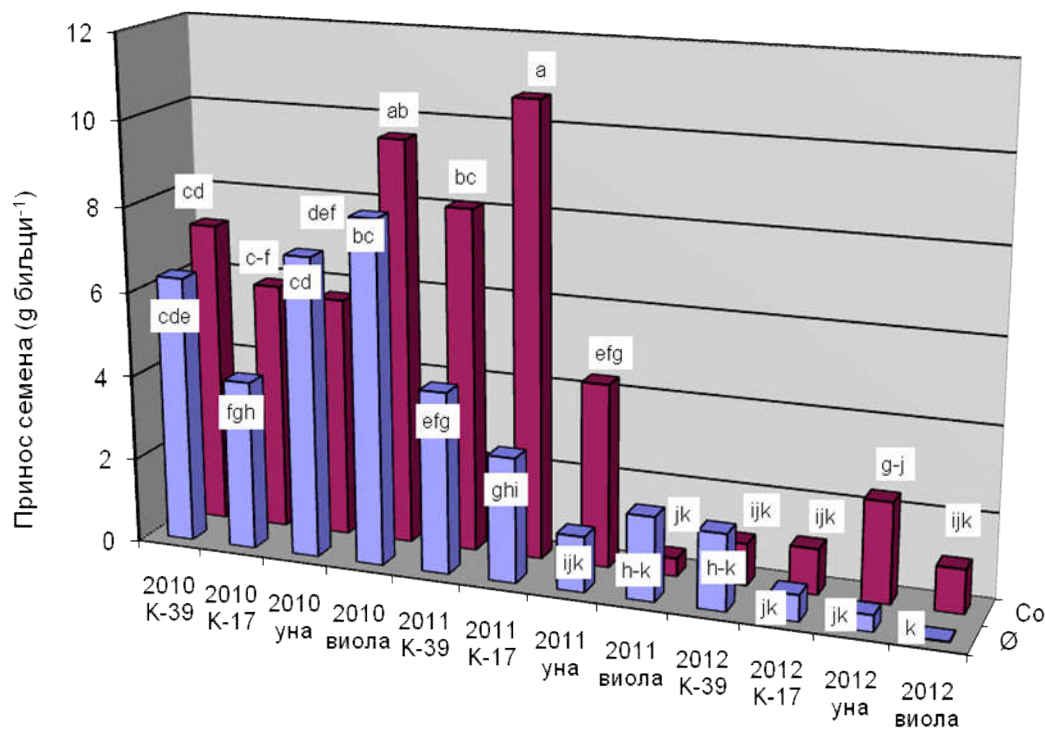


Графикон 10. Број семена по цвасти сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана кобалтом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту

6. Резултати истраживања



Графикон 11. Фертилност цветова сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана кобалтом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



Графикон 12. Принос семена сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана кобалтом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.

6.3.3. Утицај кобалта на принос крме и сена

Принос зелене крме сорти црвене детелине у првом откосу током друге године гајења се значајно разликовао по годинама (Таб. 8.). Највећи принос зелене крме је забележен у 2010. години, за 22,3 % већи у односу на 2011. годину и за 156 % већи у односу на 2012. годину. Притом, у 2010. и 2012. години сорте се међу собом нису значајно разликовале по приносу крме, док је у 2011. години сорта уна имала значајно већи принос у односу на сорту К-39 (значајност интеракције година/сорта).

Значајно већи принос сена, у првом откосу током друге године гајења је забележен у 2010. и 2011. години у односу на 2012. годину, код свих сорти. Сорта уна је у свим годинама имала значајно већи принос сена у односу на сорте К-39 и виола.

Табела 8. Принос зелене крме и принос сена сорти црвене детелине гајених у густом склопу на варијанти без фолијарних третмана

		Принос зелене крме (t ha ⁻¹)	Принос сена (t ha ⁻¹)
Година	2010	48,8 a	7,19 a
	2011	39,9 b	7,53 a
	2012	19,1 c	4,07 b
Сорта	К-39	33,7 bc	5,94 b
	К-17	38,3 ab	6,40 ab
	Уна	39,6 a	7,18 a
	Виола	32,2 c	5,53 b
2010	К-39	48,0 ab	6,91
	К-17	52,5 a	7,58
	Уна	52,3 a	8,00
	Виола	42,5 abc	6,28
2011	К-39	34,6 c	7,01
	К-17	40,5 bc	7,01
	Уна	46,3 ab	9,24
	Виола	38,0 bc	6,88
2012	К-39	18,4 d	3,92
	К-17	21,8 d	4,62
	Уна	20,2 d	4,31
	Виола	16,2 d	3,45
Година		***	***
Сорта		*	*
Година x сорта		*	ns

Вредности обележене различитим малим словима по колонама за годину, сорту и њихову интеракцију се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту; * F тест значајан на нивоу $P \leq 0,05$; *** F тест значајан на нивоу $P \leq 0,001$; ns - F тест није значајан.

У погледу приноса зелене крме, на третману са фолијарном применом кобалта, сорте су различито реаговале у односу на контролну варијанту (Таб. 9.). На контролној варијанти у свим годинама, сорта уна је имала значајно већи принос крме у односу на сорте К-39 и виола, док је на третману са кобалатом сорта уна имала значајно већи принос крме једино од сорте виола (значајност интеракције фолијарни

6. Резултати истраживања

третман/сорта). Највећи принос крме и сена на контролној варијанти је забележен у 2010. години, значајно већи у односу на 2011. годину, а најмањи принос је забележен у 2012 години. Међутим, на варијанти са фолијарном применом кобалта није било значајних разлика у приносу крме између 2010. и 2011. године (значајност интеракције фолијарни третман/година). То указује да је фолијарна примена кобалта позитивно утицала на принос крме и сена сорти црвене детелине у 2011. години. Значајност интеракције фолијарни третман/сорта указује да је највеће повећање приноса зелене крме под утицајем фолијарне примене кобалта забележено код сорте К-39.

Табела 9. Принос зелене крме и принос сена сорти црвене детелине гајених у густом склопу у првом откосу током друге године гајења у зависности од фолијарног третмана кобалтом

		Принос зелене крме (t ha ⁻¹)	Принос сена (t ha ⁻¹)
Фолијарни третман	∅	35,9	6,26
	Со	36,1	6,55
Година			
∅	2010	48,8 a	7,19 b
	2011	39,8 c	7,53 ab
	2012	19,1 d	4,07 c
Со	2010	46,0 ab	6,87 b
	2011	42,4 bc	8,34 a
	2012	19,9 d	4,46 c
Сорта			
∅	К-39	33,6 bc	5,94
	К-17	38,3 ab	6,40
	Уна	39,6 a	7,18
	Виола	32,2 c	5,53
Со	К-39	34,6 abc	6,26
	К-17	36,6 abc	6,81
	Уна	39,4 a	7,27
	Виола	33,8 bc	5,90
Фолијарни третман		ns	ns
Фолијарни третман x година		*	*
Фолијарни третман x сорта		*	ns
Фол. третман x година x сорта		ns	ns

Вредности обележене различитим малим словима по колонама се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту; *F тест значајан на нивоу $P \leq 0,05$; ns- F тест није значајан.

6.4. Утицај бора на принос и компоненте приноса семена

6.4.1. Утицај бора на принос и компоненте приноса семена густоредог усева

фолијарна примена бора је код густо сејаног усева црвене детелине утицала на значајно повећање броја изданака само код сорте К-17 у 2011. години (интеракција сорта/фолијарна прихрана и година/фолијарна прихрана) (Таб. 10.). Међутим,

6. Резултати истраживања

фолијарна примена бора није утицала на значајно повећање броја цвасти по изданку ни код једне сорте током периода од 2010-2012. године.

С обзиром на утицај фолијарне примене бора на претходне две особине, ова мера је утицала на значајно повећање броја цвасти m^{-2} једино код сорте К-17 у све три године.

Примена бора је утицала и на значајно повећање броја цветова по цвасти једино код сорте уна у 2011. години (интеракција сорта/фолијарна прихрана и година/фолијарна прихрана).

Табела 10. Компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине код густо сејаног усева у зависности од фолијарног третмана бором

		ИПМ	ЦПИ	ЦПМ	ЦПЦ	СПЦ	Ф	МХС	П
Фолијарни третман (Т)	Ø	311,5b	2,32	713	73,6b	31,3b	41,2	1,49	297b
	В	336,0a	2,28	764	83,2a	35,6a	43,3	1,31	386a
Година (Г)									
2010	Ø	330,3b	1,64	550	61,1c	30,5c	48,8	1,35	220cd
	В	346,2ab	1,69	586	74,2c	37,9b	52,8	1,41	315c
2011	Ø	333,1b	2,39	799	92,8b	50,2a	54,1	1,89	549b
	В	368,8a	2,47	906	106,4a	54,5a	53,3	1,37	692a
2012	Ø	270,9c	2,93	790	67,0c	13,3d	20,7	1,16	123d
	В	293,1c	2,67	800	66,1c	14,4d	23,9	1,14	151d
Сорта (С)									
К-39	Ø	310,0bc	2,45	746abc	78,2b	32,2	40,0ab	1,34	321bc
	В	332,1ab	2,6	845ab	82,8ab	36,2	42,4ab	1,28	394ab
К-17	Ø	317,1bc	2,33	736bc	78,0b	30,5	37,0b	1,34	318bc
	В	362,5a	2,5	901a	78,5b	35,6	46,2a	1,44	459a
Уна	Ø	330,0ab	1,42	784bc	76,2bc	37,5	48,1a	1,28	384ab
	В	331,2ab	2,19	718bc	95,7a	40,7	43,2ab	1,34	456a
Виола	Ø	288,8c	2,08	587c	62,0c	25,1	39,7ab	1,91	166d
	В	318,3bc	1,82	592c	72,1bc	29,9	41,5ab	1,17	236cd
Т		**	ns	ns	**	*	ns	ns	**
Г x Т		*	ns	ns	*	*	ns	ns	*
С x Т		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Т x Г x С		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ИПМ - број изданак m^{-2} , ЦПИ - број цвасти по изданку, ЦПМ - број цвасти m^{-2} , ЦПЦ - број цветова по цвасти, СПЦ - број семена по цвасти, Ф - фертилност (%), МХС - маса хиљаду семена (g), П - принос семена ($kg ha^{-1}$).

Вредности обележене различитим малим словима по колонама се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту; * F тест значајан на нивоу $P \leq 0,05$; ** F тест значајан на нивоу $P \leq 0,01$; ns- F тест није значајан.

Такође, интеракције сорта/фолијарна прихрана и година/фолијарна прихрана указују да је фолијарна примена бора значајно утицала на повећање фертилности цветова у свим годинама једино код сорте К-17.

Значајност интеракција година/фолијарна прихрана указује да је фолијарна примена бора утицала на значајно повећање броја семена по цвасти у 2010. години код свих сорти.

Фолијарна примена бора није значајно утицала на масу хиљаду семена код свих сорти у свим годинама.

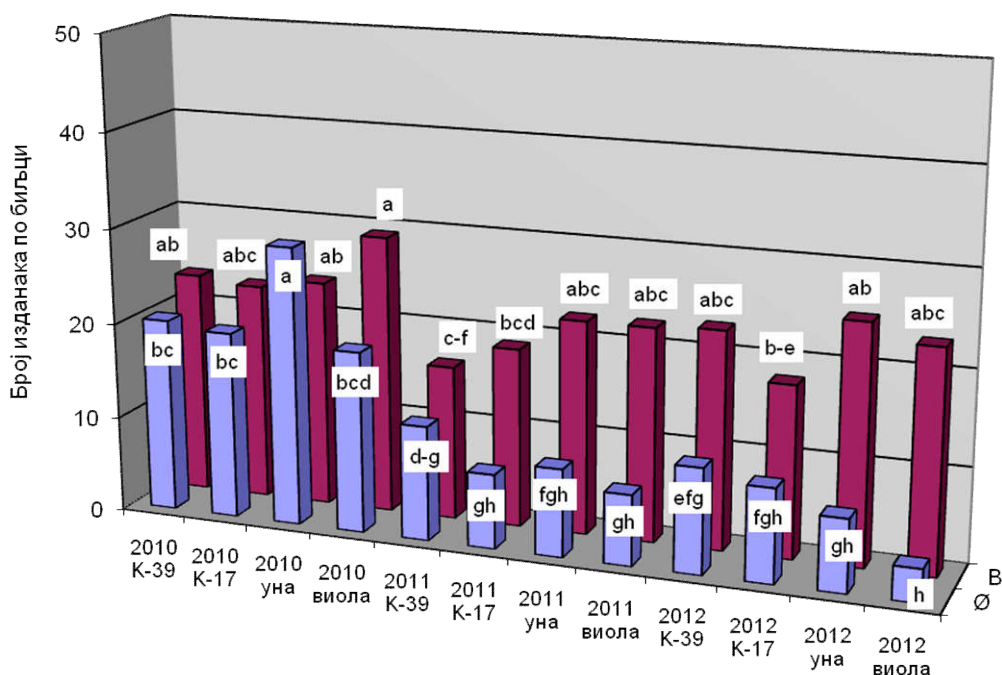
Значајан утицај фолијарне примене бора на повећање приноса семена црвене детелине гајене у густом склопу забележен је једино код сорте К-17 у 2011. години (интеракција сорта/фолијарна прихрана и година/фолијарна прихрана).

6.4.2. Утицај бора на принос и компоненте приноса семена појединачних биљака

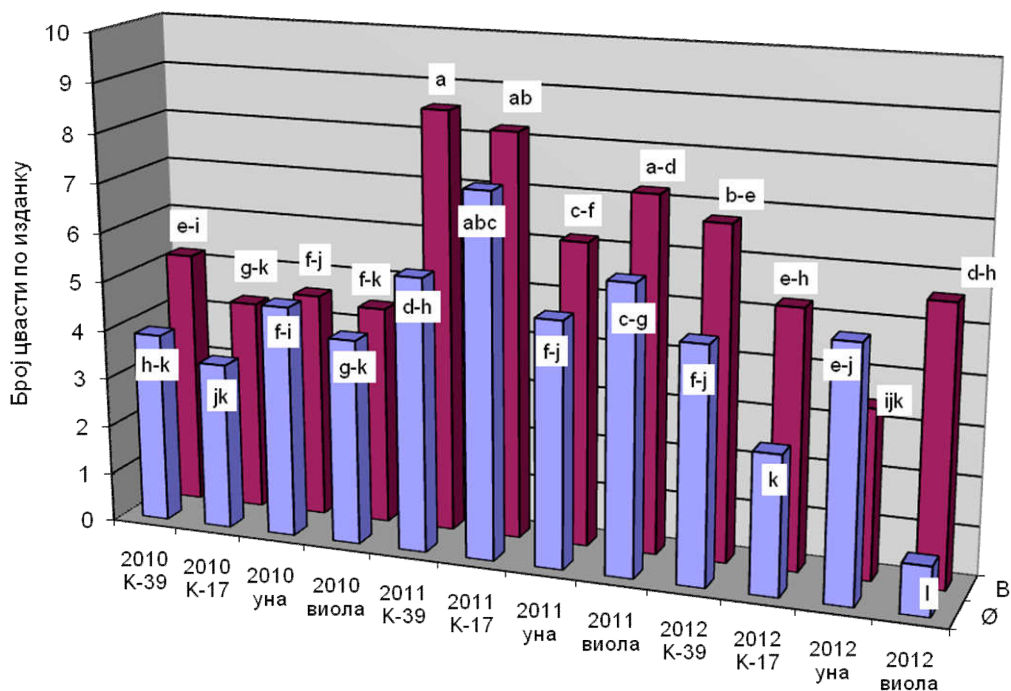
Код појединачних биљака, фолијарна примена бора је утицала на значајно повећање броја изданака по биљци код сорте виола у 2010. години, код сорти К-17, уна и виола у 2011. години и код свих сорти у 2012. години (интеракција година/сорта/фолијарна прихрана) (Граф. 13.). Значајан позитиван утицај фолијарне примене бора је забележен и на број цвасти по изданку у 2011. години код сорте К-39 и у 2012. години код свих осталих сорти, осим код сорте уна (Граф. 14.). Захваљујући позитивном утицају фолијарне примене бора на број изданака по биљци и број цвасти по изданку, ова мера је позитивно утицала и на значајно повећање броја цвасти по биљци код свих сорти у 2011. и 2012. години као и код сорте виола у 2010. години (Граф. 15.).

Интеракција година/сорта/фолијарна прихрана такође указује да је у погледу броја цветова по цвасти, значајан позитиван утицај фолијарног третмана бором забележен код сорте уна у све три године, као и код сорте виола у 2012. години. Значајан негативан утицај на број цветова по цвасти, фолијарна прихрана бором је имала код сорте К-17 у 2012. години (Граф. 16.). Фолијарна примена бора је код појединачних биљака утицала на значајно смањење фертилности цветова код сорте виола у 2010. години и код сорте К-39 у 2012. години (Граф. 18.). Захваљујући утицају на смањење фертилности цветова, фолијарна прихрана бором је допринела и значајном смањењу броја семена по цвасти код сорте виола у 2010. години (Граф. 17.). Међутим, фолијарна примена бора је утицала и на значајно повећање броја семена по цвасти код сорте уна у све три године, захваљујући позитивном утицају на повећање броја цветова по цвасти.

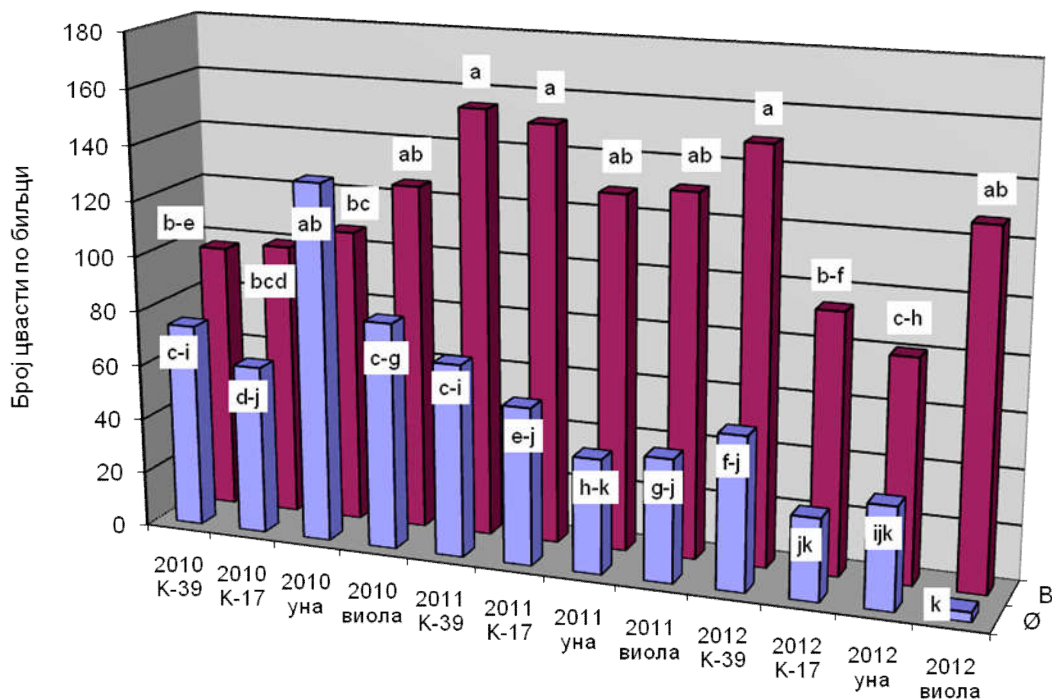
С обзиром на претходно наведено, фолијарна примена бора је код појединачних биљака црвене детелине утицала на значајно повећање приноса семена по биљци код сорти К-39, К-17 и уна у 2011. години, док је у 2010. години утицала на значајно смањење приноса семена по биљци код сорте виола (интеракција година/сорта/фолијарна прихрана) (Граф. 19.).



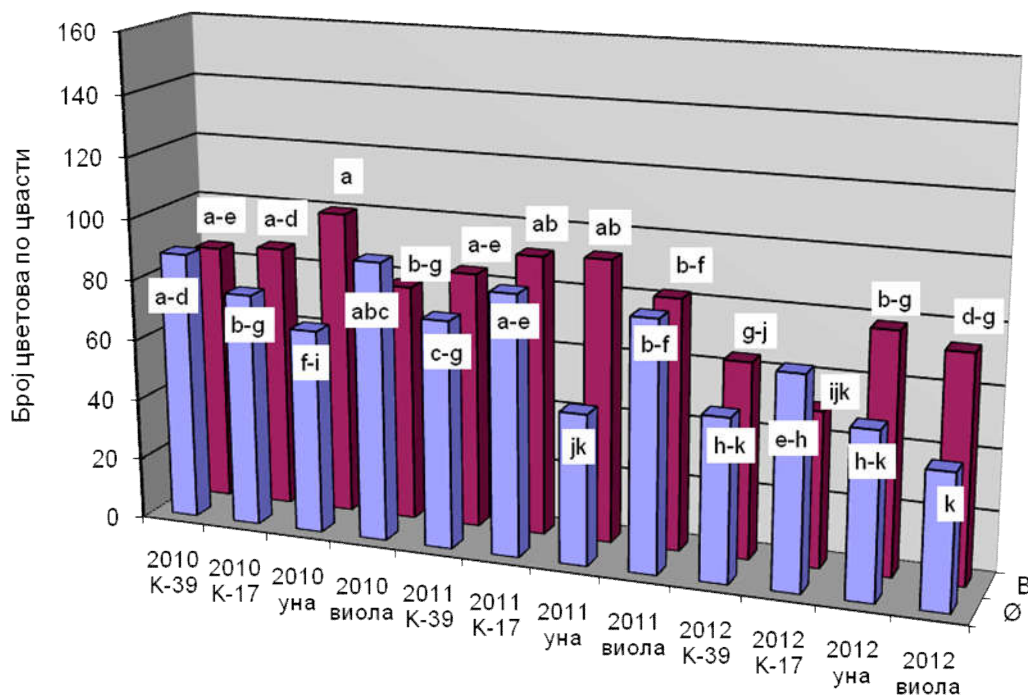
Графикон 13. Број изданака по биљци сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана бором. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



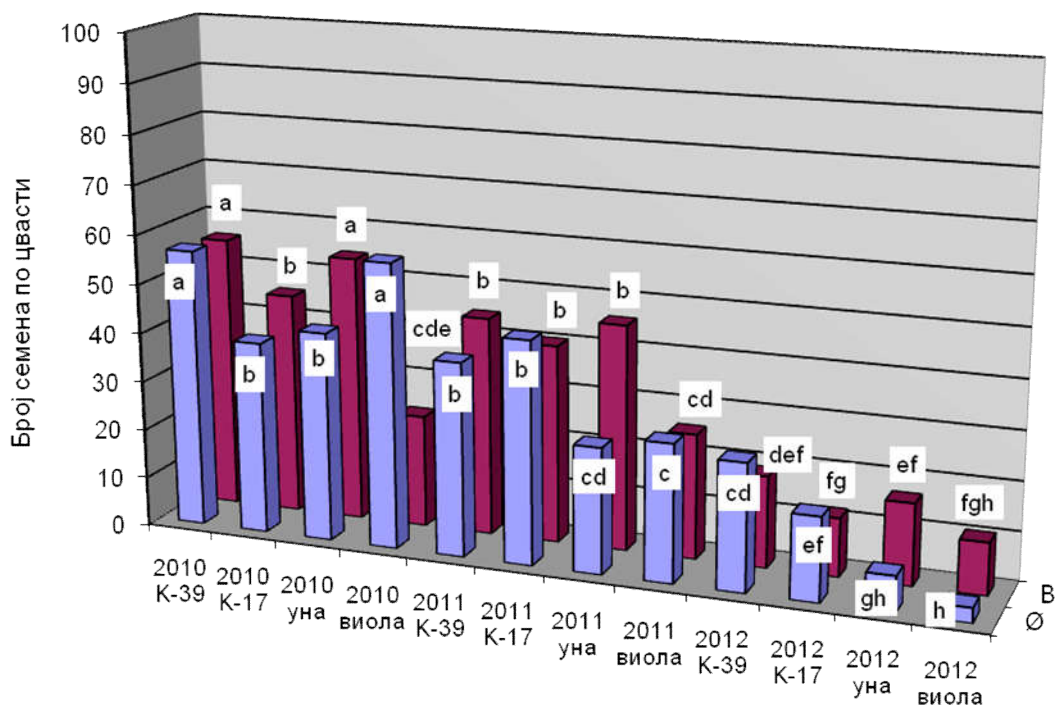
Графикон 14. Број цвасти по изданку сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана бором. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



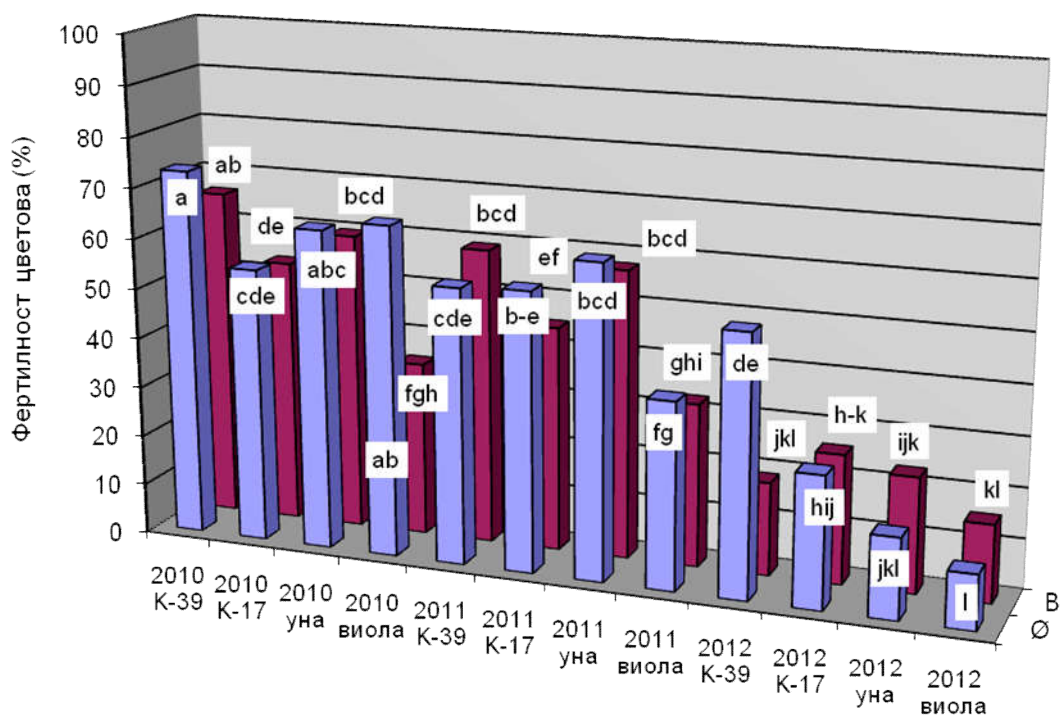
Графикон 15. Број цвасти по биљци сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана бором. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



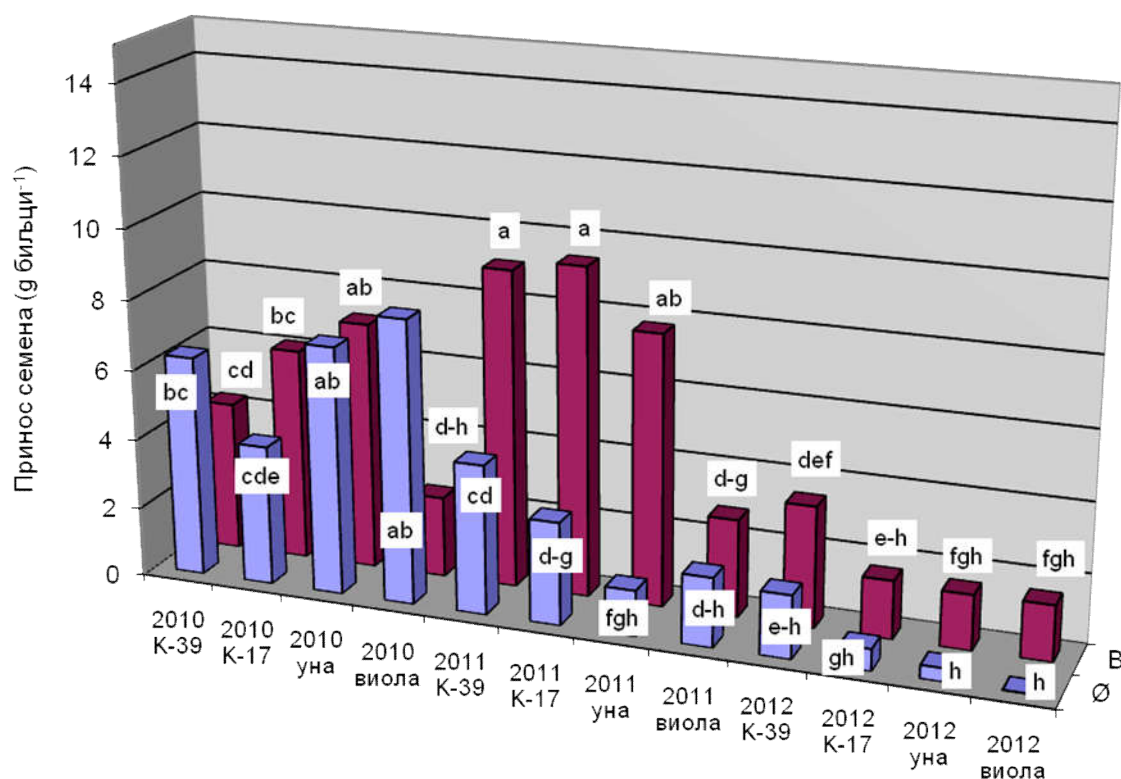
Графикон 16. Број цветова по цвасти сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана бором. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



Графикон 17. Број семена по цвасти сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана бором. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



Графикон 18. Фертилност цветова сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана бором. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



Графикон 19. Принос семена сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана бором. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.

6.5. Утицај фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена

6.5.1. Утицај фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена густоредог усева

Код усева гајеног у густом склопу, фолијарна примена фосфора и калијума је утицала на значајно повећање броја изданака једино у 2011. години код сорте K-39 (интеракција сорта/фолијарна прихрана и година/фолијарна прихрана) (Таб. 11.).

Фолијарна примена фосфора и калијума није значајно утицала на број цвасти по изданку ни у једној години код наведених сорти.

Као последица претходно поменутог утицаја фолијарне примене фосфора и калијума на број изданака и број цвасти по изданку, фолијарни третман је значајно утицао на повећање броја цвасти m^{-2} код свих сорти, једино у 2011. години (интеракција година/фолијарни третман).

Фолијарна прихрана фосфором и калијумом је значајно утицала и на повећање броја цветова по цвасти код сорти K-17 и виола у 2010. и 2011. години.

Без обзира на годину, позитиван утицај фолијарне примене фосфора и калијума на фертилност цветова је забележен једино код сорте K-17.

6. Резултати истраживања

Табела 11. Компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине код густо сејаног усева у зависности од фолијарног третмана фосфором и калијумом

		ИПМ	ЦПИ	ЦПМ	ЦПЦ	СПЦ	Ф	МХС	П
Фолиарни	Ø	311,5b	2,32	713	73,6b	31,3b	41,2	1,47	297b
третман (Т)	РК	330,9a	2,36	772	78,4a	35,9a	43,7	1,27	402a
Година (Г)									
2010	Ø	330,3b	1,64	550d	61,1d	30,5c	48,8	1,35	220cd
	РК	346,2b	1,83	609cd	69,1c	33,0c	47,9	1,30	271c
2011	Ø	333,1b	2,39	799b	92,8b	50,2b	54,1	1,89	549b
	РК	382,8a	2,58	989a	100,0a	60,3a	60,1	1,37	820a
2012	Ø	270,9c	2,93	790b	67,0cd	13,3d	20,7	1,16	123d
	РК	263,8c	2,67	718bc	66,2cd	14,3d	23,2	1,14	115d
Сорта (С)									
К-39	Ø	310,0bc	2,45	746	78,2b	32,2bc	40,0abc	1,34	321b
	РК	345,6a	2,37	830	76,7b	33,1bc	42,1abc	1,26	414ab
К-17	Ø	317,1bc	2,33	736	78,0b	30,5cd	37,0c	1,34	318b
	РК	331,7ab	2,51	817	87,1a	42,7a	46,5ab	1,38	521a
Уна	Ø	330,0ab	2,42	784	76,2b	37,5ab	48,1a	1,29	384b
	РК	331,7ab	2,38	795	77,3b	32,2bc	40,3abc	1,27	353b
Виола	Ø	288,8c	2,08	587	62,0c	25,1d	39,7bc	1,91	166c
	РК	305,0bc	2,17	647	72,6b	35,0bc	46ab	1,17	321b
Т		*	ns	ns	*	**	ns	ns	**
Г x Т		*	ns	*	*	*	ns	ns	**
С x Т		ns	ns	ns	ns	**	*	ns	*
Т x Г x С		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ИПМ - број изданака m^{-2} , ЦПИ - број цвасти по изданку, ЦПМ - број цвасти m^{-2} , ЦПЦ - број цветова по цвасти, СПЦ - број семена по цвасти, МХС - маса хиљаду семена (g), Ф - фертилност (%), П - принос семена ($kg ha^{-1}$).
Вредности обележене различитим малим словима по колонама се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту; *F тест значајан на нивоу $P \leq 0,05$; **F тест значајан на нивоу $P \leq 0,01$; ns- F тест није значајан.

Идентично утицају на број цветова по цвасти, фолијарна прихрана фосфором и калијумом је утицала и на значајно повећање броја семена по цвасти једино код сорти К-17 и виола у 2011. години.

Фолијарна примена фосфора и калијума није значајно утицала на масу хиљаду семена код свих сорти у свим годинама.

Позитиван утицај фолијарне примене фосфора и калијума на повећање броја изданака и броја семена по цвасти у 2011. години, допринео је њеном утицају на значајно повећање приноса семена у поменутој години код сорти К-17 и виола (интеракција сорта/фолијарна прихрана и година/фолијарна прихрана).

6.5.2. Утицај фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена појединачних биљака

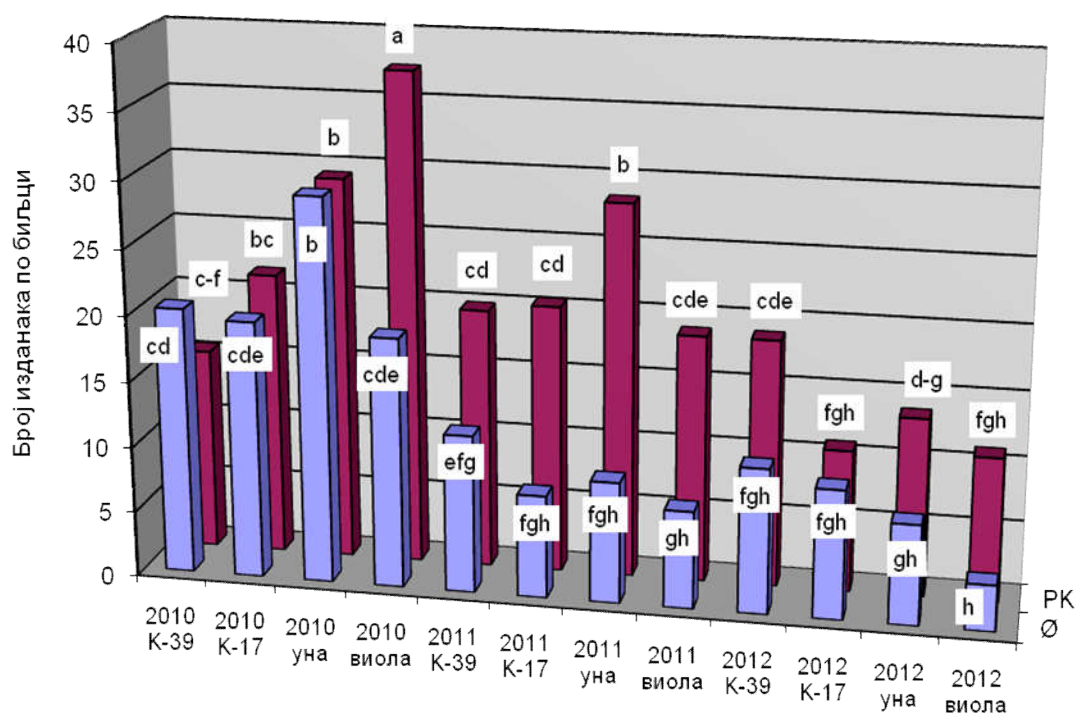
Код појединачних биљака црвене детелине, фолијарна примена фосфора и калијума је утицала на значајно повећање броја изданака по биљци код сорте виола у 2010. години, код свих сорти у 2011. години, као и код сорте К-39 у 2012. години (интеракција година/сорта/фолијарна прихрана) (Граф. 20.). Фолијарна прихрана фосфором и калијумом је значајно утицала и на повећање броја цвасти по изданку једино код сорти К-39 и К-17 у 2010. и код сорте К-17 у 2012. години (Граф. 21.). Захваљујући позитивном утицају на број изданака по биљци и број цвасти по

6. Резултати истраживања

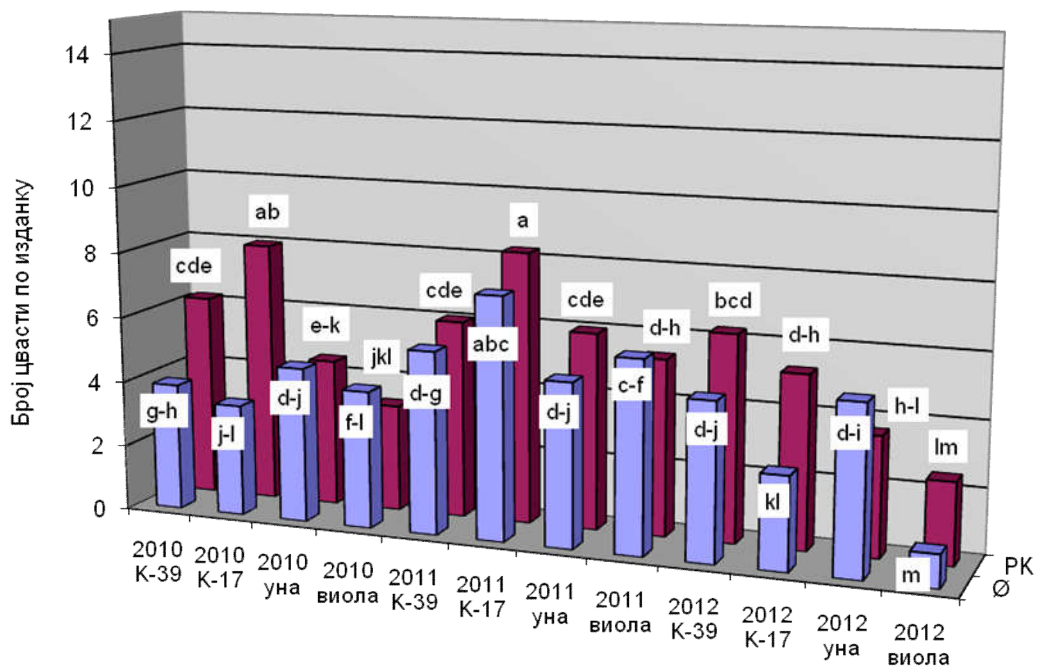
изданку, фолијарна прихрана фосфором и калијумом је утицала и на значајно повећање броја цвасти по биљци код свих сорти у 2011. години, код сорте К-17 у 2010. години и код сорте К-39 у 2012. години (Граф. 22.).

Интеракција година/сорта/фолијарна прихрана такође указује да је фолијарна прихрана фосфором и калијумом значајно утицала на повећање броја цветова по цвасти код сорте К-17 у 2010. години, код сорте уна у 2011. години и код сорте К-39 у 2012. години (Граф. 23.). Позитивну реакцију на фолијарну примену фосфора и калијума у погледу фертилности цветова, испољиле су у 2012. години сорте уна и виола (Граф. 25.). У 2010. и 2012. години сорта К-39 је испољила негативну реакцију у погледу утицаја фолијарне примене фосфора и калијума на фертилност цветова. Захваљујући различитом утицају на број цветова по цвасти и фертилност цветова, фолијарна примена фосфора и калијума је утицала и на значајно повећање броја семена по цвасти код сорте К-17 у 2010. години, код сорте уна у 2011. и 2012. години и код сорте виола у 2012. години, док је код сорти К-39 и виола у 2010. години забележен негативан утицај (Граф. 24.).

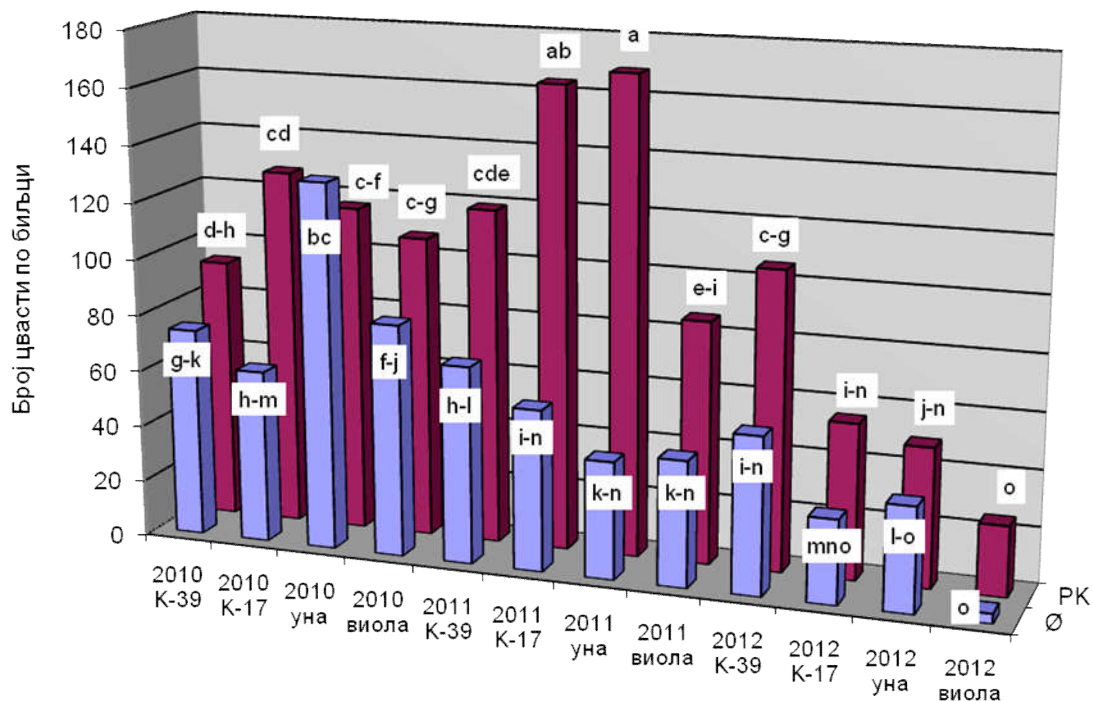
Фолијарна прихрана фосфором и калијумом код појединачних биљака црвене детелине је утицала на значајно повећање приноса семена по биљци код сорти К-17 у 2010. години и код сорти К-17 и уна у 2011. години (интеракција година/сорта/фолијарна прихрана) (Граф. 26.). Негативан утицај фолијарне примене фосфора и калијума на принос семена по биљци забележен је у 2010. години код сорти уна и виола.



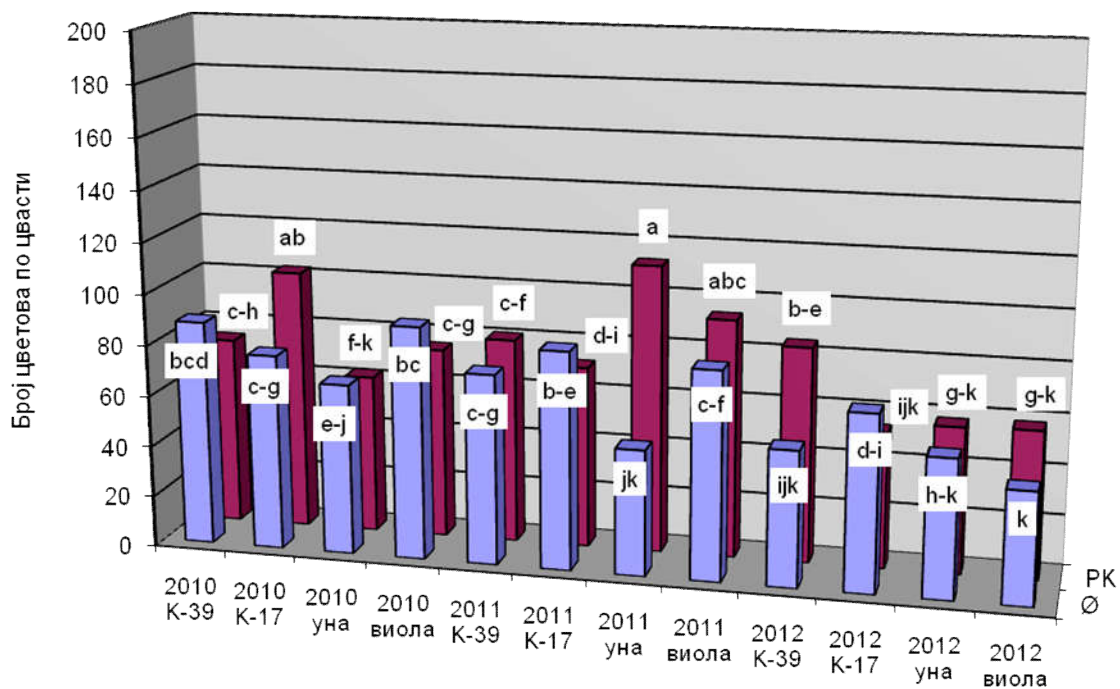
Графикон 20. Број изданака по биљци сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана фосфором и калијумом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



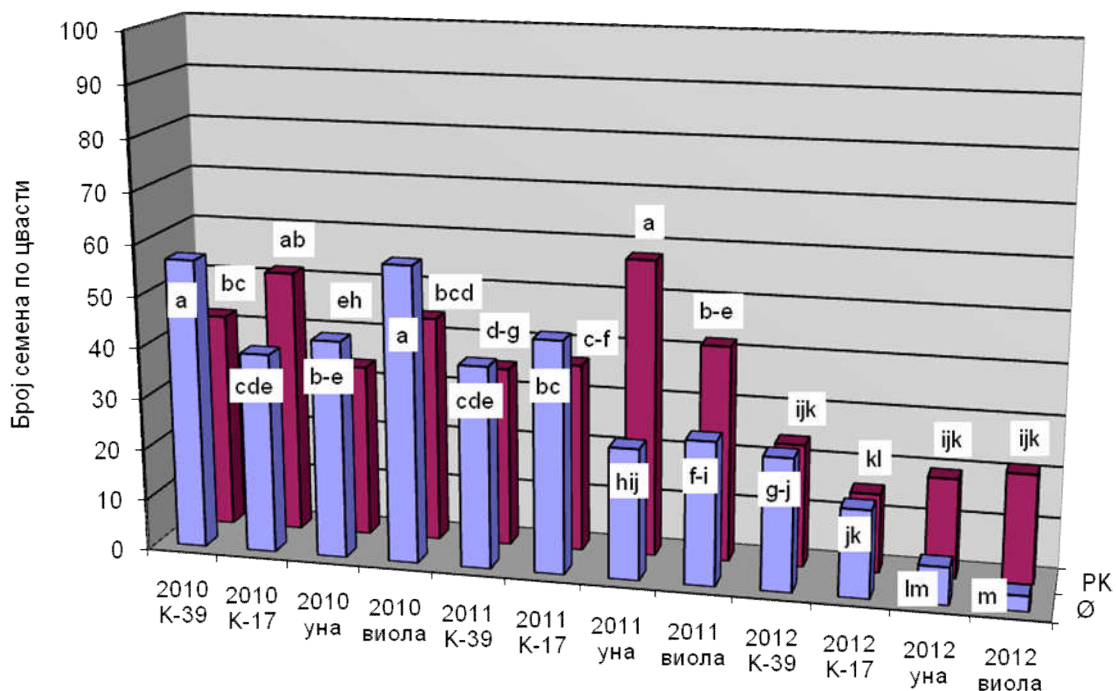
Графикон 21. Број цвасти по изданку сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана фосфором и калијумом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



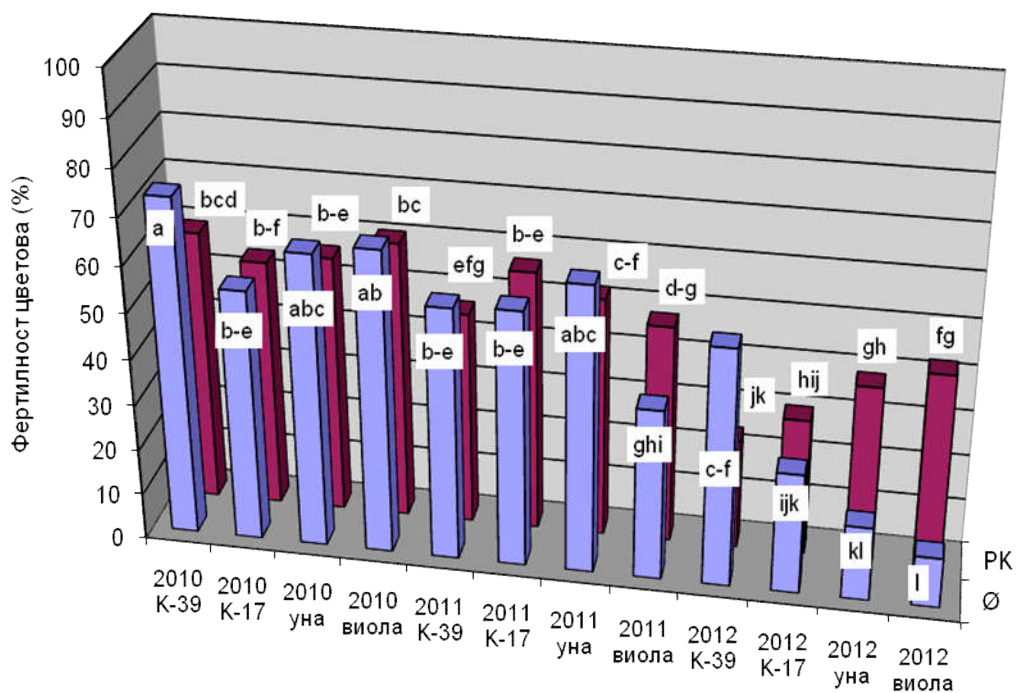
Графикон 22. Број цвасти по биљци сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана фосфором и калијумом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



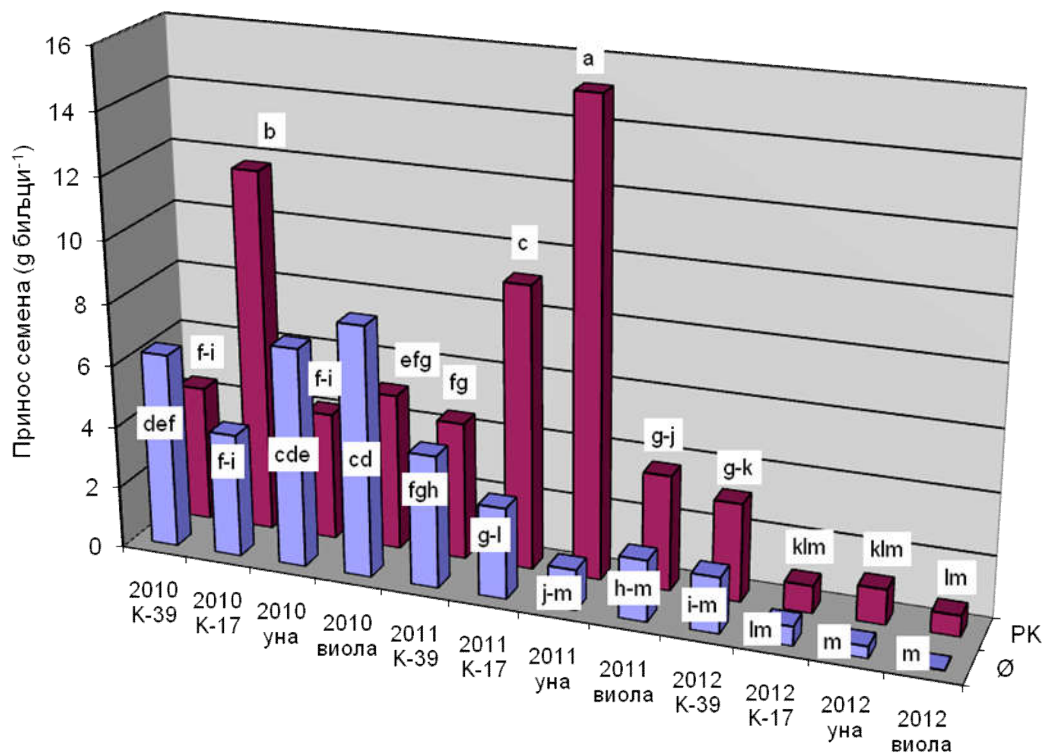
Графикон 23. Број цветова по цвасти сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана фосфором и калијумом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



Графикон 24. Број семена по цвасти сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана фосфором и калијумом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



Графикон 25. Фертилност цветова сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана фосфором и калијумом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.



Графикон 26. Принос семена сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке у зависности од фолијарног третмана фосфором и калијумом. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.

6.6. Утицај фолијарних третмана на садржај хлорофила у листу и нодулацију

Сорте црвене детелине су се међу собом значајно разликовале у погледу садржаја хлорофила „а“ у листу у фази бутонизације. Независно од фолијарних третмана, значајно мањи садржај хлорофила „а“ је забележен код сорте К-17 у односу на остале сорте (Таб. 12.). Без обзира на сорту, фолијарни третман кобалтом је утицао на значајно смањење садржаја хлорофила „а“ у листу црвене детелине. Третмани бором и фосфором и калијумом нису значајно утицали на садржај хлорофила „а“ у односу на контролу.

Табела 12. Садржај хлорофила „а“, хлорофила „б“, укупан садржај хлорофила „а+б“ у листу сорти црвене детелине у фази цветања и број нодула на корену у зависности од фолијарних третмана

		Хлорофил „а“ (mg kg ⁻¹)	Хлорофил „б“ (mg kg ⁻¹)	Хлорофил „а+б“ (mg kg ⁻¹)	Нодулација
Сорта	К-39	2342 а	175,2 ab	2517 а	48,4 ab
	К-17	1586 b	221,9 b	1808 b	58,4 а
	Уна	1789 а	247,3 а	3036 а	46,8 ab
	Виола	2503 а	247,9 ab	2751 а	37,8 b
Третман	∅	2319 а	211,4 ab	2531 а	30,4 b
	Со	1559 b	188,3 b	1747 b	54,1 а
	В	2861 а	228,7 ab	3090 а	64,0 а
	РК	2481 а	263,8 а	2745 а	42,5 ab
Сорта	К-39 x К-17	*	ns	*	ns
	К-39 x уна	ns	ns	ns	ns
	К-39 x виола	ns	ns	ns	ns
	К-17 x уна	**	*	**	ns
	К-17 x виола	***	ns	***	*
	уна x виола	ns	ns	ns	ns
Третман	∅ x Со	*	ns	*	**
	∅ x В	ns	ns	ns	***
	∅ x РК	ns	ns	ns	ns
	Со x В	***	ns	**	ns
	Со x РК	**	*	**	ns
	В x РК	ns	ns	ns	*

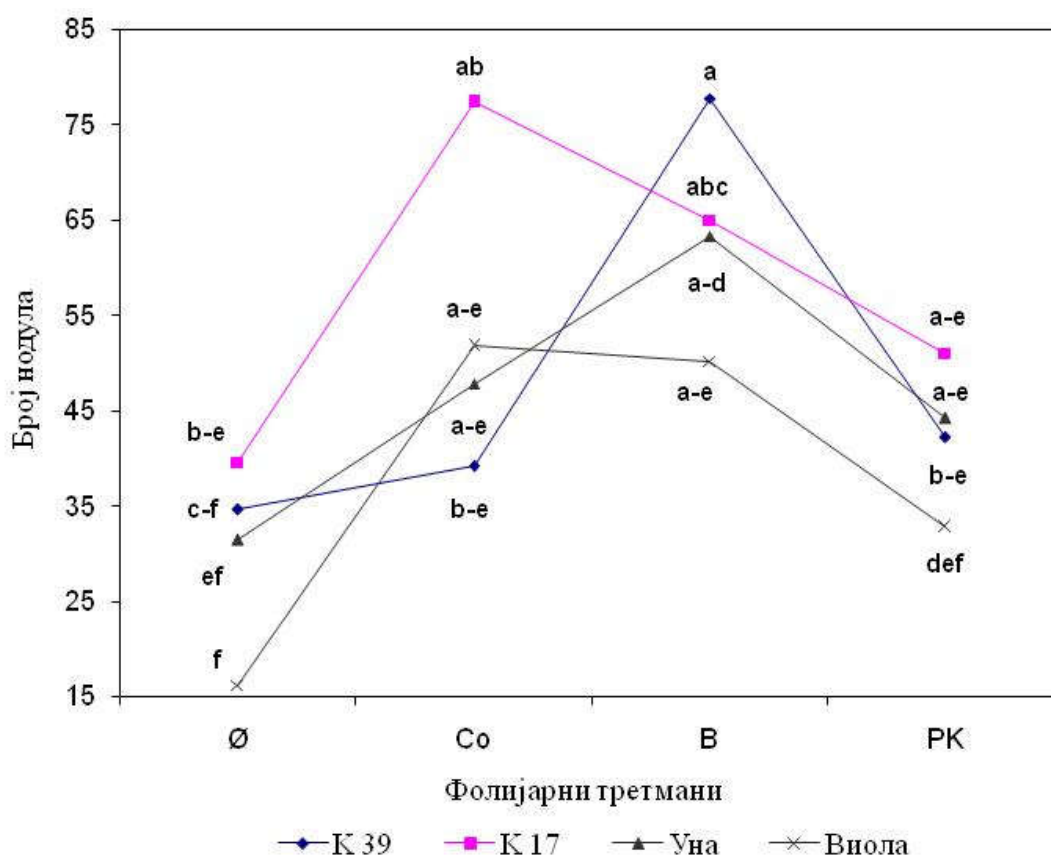
Вредности обележене различитим малим словима по колонама за сорту и третман се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према Kruskal-Wallis - тесту; * Kruskal-Wallis - тест значајан на нивоу $P \leq 0,05$; ** Kruskal-Wallis - тест значајан на нивоу $P \leq 0,01$; *** Kruskal-Wallis - тест значајан на нивоу $P \leq 0,001$; ns- Kruskal-Wallis - тест није значајан.

Независно од фолијарних третмана, сорта уна је имала значајно већи садржај хлорофила „б“ у односу на сорту К-17. Без обзира на сорту црвене детелине, значајно већи садржај хлорофила „б“ је забележен на третману са фосфором и калијумом у односу на третман са кобалтом.

6. Резултати истраживања

Захваљујући мањем садржају хлорофила „а“ у односу на остале сорте, К-17 је имала и мањи садржај укупног хлорофила у односу на остале сорте, не узимајући у обзир фолијарне третмане. Такође, како је фолијарни третман црвене детелине кобалтом утицао на значајно смањење садржаја хлорофила „а“ и „б“ у листу црвене детелине, исти утицај је забележен и у погледу укупног садржаја хлорофила.

У погледу броја нодула на корену црвене детелине су такође постојале разлике међу сортама (Таб. 12., Граф. 27.). Значајно већи број нодула на контролној варијанти је забележен код сорте К-17 у односу на сорту виола. Значајно већи број нодула на корену код сорте К-39, забележен је на третману са бором у односу на контролни третман. Фолијарни третмани нису значајно утицали на нодулацију код сорте К-17. Значајно већи број нодула код сорте уна у односу на контролну варијанту је забележен такође на третману са бором. Код сорте виола, значајан позитиван утицај на нодулацију су имали третмани са кобалтом и бором у односу на контролну варијанту.



Графикон 27. Утицај фолијарних третмана на број нодула код сорти црвене детелине. Вредности обележене различитим малим словима се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.

6.7. Утицај дужине чувања на клијавост и вигор семена

Значајно већа клијавост семена, дужина стабла, дужина корена и маса клијанаца су забележени код семена старог осам и двадесет месеци у односу на семе старости

6. Резултати истраживања

један месец (Таб. 13.). Између семена старог осам и двадесет месеци разлике нису биле значајне. Притом, значајно мањи број тврдих семена је забележен при старости семена од осам и двадесет месеци у односу на семе старо један месец.

Сорте се међу собом нису значајно разликовале у погледу клијавости при старости семена од један месец после жетве, без обзира на фолијарну прихрану (Таб. 14.). Код семена старог осам месеци, независно од фолијарне прихране, највећа клијавост семена је забележена код сорте К-39, значајно већа у односу на сорте К-17 и виола (Таб. 15.). При старости семена од двадесет месеци значајно већу клијавост семена од сорте виола је поред сорте К-39, имала и сорта К-17 (Таб. 16.).

Независно од фолијарне прихране, код семена старог један месец, значајно већу дужину стабла од сорти К-17 и уна је имала сорта К-39. Сорта К-39 такође је имала и значајно већу дужину корена од сорте виола при старости семена од један и двадесет месеци, док је при старости семена од осам месеци, сорта К-39 заједно са сортом уна, имала значајно већу дужину корена у односу на сорте К-17 и виола. Значајно већу масу клијанаца у односу на све остале сорте, при старости семена од једног месеца, без обзира на фолијарну прихрану, имала је сорта К-39. При старости од осам месеци, све сорте су имале значајно већу масу клијанаца од сорте уна, да би сорта уна при старости семена од двадесет месеци имала значајно већу масу клијанаца од свих осталих. Код сорте уна је број тврдих семена нешто спорије опадао, а вигор растао са старењем семена у односу на остале сорте. Независно од фолијарне прихране, код семена старог један месец, сорта К-39 је имала значајно мањи број тврдих семена у односу на сорту уна. При старости семена од осам месеци, сорта уна је заједно са сортом виола имала значајно већи број тврдих семена у односу на сорту К-17. При старости семена од двадесет месеци, од сорте К-17, значајно већи број тврдих семена је имала сорта виола.

Табела 13. Утицај дужине чувања семена црвене детелине после жетве на клијавост семена, дужину стабла клијанаца, дужину корена клијанаца, масу клијанаца и број тврдих семена

Старост семена	Клијавост (%)	Дужина стабла (cm)	Дужина корена (cm)	Маса клијанца (g)	Број тврдих семена (%)
1 месец	24,8b	45,1b	46,4b	0,343b	52,8a
8 месеци	89,6a	158,3a	157,9a	1,147a	1,6b
20 месеци	88,4a	173,6a	154,3a	1,145a	0,7b

Вредности обележене различитим малим словима по колонама се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према t-тесту.

6.8. Утицај фолијарних третмана на квалитет добијеног семена

Фолијарни третмани кобалтом, бором и фосфором и калијумом у току периода вегетације, нису имали значајног утицаја на укупну клијавост семена сорти црвене детелине у односу на контролу, без обзира на старост семена (Таб. 14-16.). При старости семена од осам месеци, без обзира на сорту, забележена је значајно већа клијавост семена једино на третману са бором у односу на третман са кобалтом, а при старости семена од двадесет месеци је значајно већа клијавост семена забележена на третманима са кобалтом и бором, у односу на третман са фосфором и калијумом.

6. Резултати истраживања

Табела 14. Квалитет семена сорти црвене детелине један месец после жетве у зависности од фолијарних третмана

Фактор	Третман	Клијавост (%)	Дужина стабла (cm)	Дужина корена (cm)	Маса клијанца (g)	Број тврдих семена (%)
Сорта	К-39	28,8	58,5a	53,8a	0,441a	49,2b
	К-17	22,8	39,3b	46,1ab	0,32b	52,5ab
	Уна	23,0	38,8b	49,1ab	0,314b	57,2a
	Виола	24,5	44,1ab	36,5b	0,298b	52,3ab
Фолијарна прихрана	Ø	23,2	45,6	34,2b	0,326	54,3ab
	Со	27,0	49,9	54,5a	0,36	51,5ab
	В	27,0	45,5	59,2a	0,389	47,0b
	РК	22,0	39,5	37,7b	0,299	58,3a

Вредности обележене различитим малим словима по колонама за сорту и фолијарну прихрану се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.

Табела 15. Квалитет семена сорти црвене детелине осам месеци после жетве у зависности од фолијарних третмана

Фактор	Третман	Клијавост (%)	Дужина стабла (cm)	Дужина корена (cm)	Маса клијанца (g)	Број тврдих семена (%)
Сорта	К-39	92,8a	157	173a	1,26a	1,33ab
	К-17	88,2b	161	146b	1,16a	0,33b
	Уна	90,2ab	164	170a	0,99b	2,0a
	Виола	87,2b	149	142b	1,18a	2,67a
Фолијарна прихрана	Ø	89,7ab	150	166a	1,08bc	1,17
	Со	86,0b	159	142b	1,02c	2,5
	В	92,5a	159	158ab	1,28a	1,0
	РК	90,7ab	164	164ab	1,20ab	1,67

Вредности обележене различитим малим словима по колонама за сорту и фолијарну прихрану се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.

Табела 16. Квалитет семена сорти црвене детелине двадесет месеци после жетве у зависности од фолијарних третмана

Фактор	Третман	Клијавост (%)	Дужина стабла (cm)	Дужина корена (cm)	Маса клијанца (g)	Број тврдих семена (%)
Сорта	К-39	91,5a	164	173a	1,08c	0,5ab
	К-17	91,2a	175	144ab	1,19b	0,17b
	Уна	87,8ab	173	157ab	1,28a	0,67ab
	Виола	83,2b	180	142b	1,02c	1,33a
Фолијарна прихрана	Ø	88,2ab	163	151	1,12ab	1,17
	Со	89,8a	189	142	1,17ab	0,67
	В	91,0a	166	158	1,18a	0,17
	РК	84,6b	174	164	1,10b	0,67

Вредности обележене различитим малим словима по колонама за сорту и фолијарну прихрану се значајно разликују на нивоу $P \leq 0,05$ према LSD-тесту.

Значајно већа дужина корена код свих сорти при старости семена од један месец, је забележена на третману са кобалтом и бором, у односу на контролу и третман са фосфором и калијумом. Притом, фолијарна прихрана кобалтом је при старости

6. Резултати истраживања

семена од осам месеци утицала на смањење дужине корена код свих сорти. При старости семена од осам месеци фолијарна прихрана бором је утицала и на значајно повећање масе клијанаца код свих сорти у односу на контролу.

Без обзира на сорту, при старости семена од једног месеца, када је број тврдих семена био највећи, значајно мањи број тврдих семена је забележен на третману са бором у односу на третман са фосфором и калијумом.

6.9. Однос између параметара клијавости и вигора семена

Позитивна корелација је забележена између дужине стабла клијанаца и клијавости семена ($r=0,90$) (Таб. 17.). Дужина корена клијанаца била је у значајној позитивној корелацији са клијавошћу ($r=0,87$) и дужином стабла клијанаца ($r=0,76$). У позитивној корелацији са масом клијанаца су се налазили клијавост семена ($r=0,94$), дужина стабла ($r=0,85$) и корена клијанаца ($r=0,80$). Број тврдих семена је био у негативној корелацији са клијавошћу семена ($r=-0,96$), дужином стабла ($r=-0,88$), дужином корена клијанаца ($r=-0,84$) и масом клијанаца ($r=-0,90$).

Табела 17. Коефицијенти корелације између клијавости семена, дужине стабла, дужине корена, масе клијанца и броја тврдих семена; $n=144$

	Дужина стабла	Дужина корена	Маса клијанаца	Број тврдих семена
Клијавост	0,90***	0,87***	0,94***	-0,96***
Дужина стабла		0,76***	0,85***	-0,88***
Дужина корена			0,80***	-0,84***
Маса клијанаца				-0,90***

*** Значајно на нивоу $P \leq 0,001$.

7. ДИСКУСИЈА

7.1. Компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине у периоду 2010-2012. године

Приноси семена и крме црвене детелине у условима сувог ратарења, у великој мери зависе од климатских и осталих еколошких фактора на локалитету. Климатске услове Чачанске котлине карактерише већа количина падавина у пролећним месецима, док је у другом делу вегетационог периода честа појава суше која смањује приносе усева (Графикони 1-5.). Будући да се у Србији црвена детелина углавном сеје у пролеће, у години заснивања се могу добити до два откоса. Почетни пораст црвене детелине при заснивању је изразито спор, тако да често настаје проблем са закоровљеношћу. Корови су у том периоду конкурентнији и имају интензивнији пораст од црвене детелине, нарочито ако због неповољних временских услова дође до кашњења рокова сетве, коју би иначе у овим условима требало завршити до краја марта. То је разлог због кога се први пораст црвене детелине углавном коси нешто раније и није погодан за производњу семена. У другом порасту црвена детелина далеко интензивније расте, тако да тада углавном нема проблема са закоровљеношћу. Прво кошење у години сетве се обавља крајем јуна. Тада обично почиње сушни период, тако да је и други пораст у години сетве слабији и често непогодан за семенску производњу. У другој и трећој години производње се добијају два до три пораста, у зависности од количине падавина у другом делу вегетације. Како се у пролећним месецима бележи већа количина падавина, први пораст црвене детелине у другој години производње је убрзан. Постиже се највећа висина стабла и највећи принос крме. Међутим, због велике висине стабла, обилних и интензивних падавина, често долази до полагања биљака. Ако би се такав усев користио за производњу семена, дошло би до развоја плесни и немогућности ефикасне жетве, што смањује принос семена. Кошење првог пораста у другој години производње се због тога обавља у фази бутонизације, која наступа половином маја. Затим наступа интензиван други пораст биљака. Количина падавина се обично временом смањује, а температуре расту, тако да је други пораст мање интензиван у односу на први. Самим тим је мања опасност од полагања усева, а број генеративних органа (цvasti и цветова) је већи у односу на први пораст. Биљке из другог пораста прелазе у генеративну фазу крајем јуна. Тада се количина падавина углавном смањује, а често наступа и сушни период са вишим температурама, који у принципу одговара опрашивању и оплодњи цветова, порасту и зрењу семена. Због тога се за производњу семена црвене детелине углавном користи други пораст у другој години производње, а жетва се у оваквим условима одвија почетком августа. У трећој години производње, усев је на лошијим типовима земљишта обично исцрпљен и проређен тако да се користи за производњу крме. Број откоса зависи од временских услова и стања усева, а креће се од један до три. Претходно наведене чињенице потврђују истраживања Лугић и сар. (1996), према којима је производња семена црвене детелине у Србији најчешће организована као комбинована производња (крма/семе),

7. Дискусија

при чему се за добијање семена користи други пораст у другој години, некада и други пораст у трећој години. На овај начин се повећава сигурност и рентабилност производње. Према Ђукић и сар. (2009) за развиће биљака из другог пораста, током лета у Србији има довољно топлоте и најповољнији су услови за опрашивање бумбарима (*Bombus* sp.). Такође, у летњем периоду, због недовољне влажности, биљке нису сувише бујне, а присуство коровских биљака је смањено. Све то утиче на висину приноса и квалитет семена црвене детелине. Према Вучковић и сар. (2004) у Србији су усеви црвене детелине углавном примарно намењени за производњу крме, а семенска производња има секундарну важност.

Како би се утврдило понашање сорти у условима локалитета на коме је оглед заснован, посматран је прво њихов принос и компоненте приноса на контролној варијанти без примене фолијарних третмана (Таб. 3.). Метеоролошки услови су у периоду извођења огледа (2009-2012.) били различити по годинама. У 2010. години је забележен јако кишан период од маја до јула, када је количина падавина била изнад просечних вредности. Затим је наступио сушни период са мањом количином падавина у августу и септембру. Овакви услови су код густоредог усева погодовали формирању великог броја добро развијених изданака, али је број цвасти по изданку, а самим тим и број цвасти m^{-2} био мањи. Такође, већа количина падавина је негативно утицала и на број цветова по цвасти, број семена по цвасти, а преко свега тога и на принос семена. Добијени резултати су у сагласности са резултатима Wilczek and Ćwintal (2008) и Amdahl (2011), који наводе да неповољни временски услови у време цветања, нарочито велика количина падавина, могу значајно смањити жетвени принос у односу на потенцијални принос семена црвене детелине. Према Boelt and Gislum (2011), водни стрес смањује број цветова и цвасти код црвене детелине.

Током 2011. године је забележена знатно мања количина падавина у односу на 2010. годину, али и у односу на вишегодишњи просек, осим у мају, када је било довољно падавина. У јуну је почео јако дуг и изражен сушни период. Међутим, захваљујући акумулираној води у земљишту у мају и лепом времену без падавина у јуну и јулу месецу, црвена детелина је формирала велики број добро развијених изданака, али и већи број цвасти по изданку у односу на 2010. годину. Тако је и број цвасти у 2011. години био већи. Такође, овакви временски услови су повољно утицали и на формирање већег броја цветова по цвасти и броја семена по цвасти у 2011. години у односу на 2010. годину, а све је то допринело и значајно већем приносу семена. Добијени резултати су такође у сагласности са резултатима Wilczek and Ćwintal (2008) који наводе да лепо и сунчано време у фази цветања црвене детелине, може позитивно утицати на фертилност и жетвени принос.

Због јако израженог сушног периода у 2011. години, који је трајао од јуна до децембра, усев је у зимско мировање ушао слабо припремљен услед мање акумулације хранљивих материја у корену. То је разлог због кога је почетни пораст биљака у пролеће 2012. године био слаб, а усев исцрпљен и проређен. Према Li et al. (1996) садржај протеина, азота, фосфора и фитата у корену луцерке, црвене детелине и жутог звездана се повећава у току јесењег каљења, у току зиме има највиши ниво, а затим са порастом зелених биљних делова у пролеће, њихов садржај се смањује. Током 2012. године је настављен тренд смањења количине падавина у односу на претходне две године. Тако је цела ова година, осим месеца маја била изразито сушна. Лоша припремљеност биљака и недостатак воде су утицали на то да је број изданака црвене детелине био значајно мањи у односу на претходне две године, али је број цвасти по изданку био већи услед ређега усева. Број цвасти је из тог разлога био сличан као у 2011. години, али значајно већи у односу на 2010. годину. Број

7. Дискусија

цветова по цвасти у 2012. години је био већи у односу на 2010. годину, али мањи у односу на 2011. годину. Међутим, јако високе температуре и недостатак воде су утицали на изразито смањење фертилности цветова у 2012. години. Број семена по цвасти је због тога био значајно мањи у односу на претходне две године. Због лоше наливености семена и маса хиљаду семена је била мања. Све то је утицало да је у 2012. години постигнут јако низак принос семена од свега 123 kg ha^{-1} . Добијени резултати су у сагласности са наводима Dordas (2006), Medeiros et al. (1995) и Iannucci et al. (2002), да јако високе температуре током цветања код луцерке ограничавају опрашивање инсектима, повећавају физиолошке губитке код опрашених цветова и воде абортирању плодова.

Појединачне биљке црвене детелине које су гајене на међуредном растојању $70 \times 40 \text{ cm}$ су имале боље услове за раст и развиће у погледу већег вегетационог простора, правовременог и потпуног сузбијања корова. Зато је на овом паралелном огледу, забележено различито понашање усева у погледу компоненти приноса и приноса семена по годинама, у односу на густо сејан усев (Таб. 4.). Највећи број изданака по биљци је забележен у 2010. години, када је било највише падавина. За разлику од густоредог усева, појединачне биљке су биле у условима доброг проветравања и брзог сушења површинског слоја земљишта, што је погодвало њиховом расту у условима веће количине падавина. То је допринело да је у 2010. години забележен највећи број цвасти по биљци. Такође, у 2010. години код појединачних биљака је забележен и највећи број цветова по цвасти, фертилност и број семена по цвасти у односу на остале године. Све то је допринело да и принос семена по биљци буде највећи у 2010. години. Најмање вредности за компоненте приноса и принос семена су забележене у 2012. години што је и очекивано, с обзиром да јако изражена суша и високе температуре нису били погодни ни за гајење појединачних биљака.

Сорте црвене детелине гајене у густом усеву су се међу собом различито понашале у погледу компоненти приноса и приноса семена. Генерално посматрано, домаће сорте су биле сличне и имале су значајно веће вредности за компоненте приноса и принос семена у односу на страну сорту виола. Сорту виола је имала значајно нижи принос семена од осталих сорти у све три године, што је углавном последица мањег броја цвасти, цветова по цвасти, броја семена по цвасти, фертилности и масе хиљаду семена у односу на остале сорте. Сорту уна је у 2011. години имала значајно већи принос семена од сорте К-39 (интеракција година/сорта). Такође, сорте црвене детелине су се различито понашале и по годинама, односно у различитим временским условима. Највеће разлике између сорти забележене су у 2011. години, када су били најповољнији временски услови, тако да су компоненте приноса и принос семена тада били највећи, те су разлике између сорти највише дошле до изражаја.

Сорте црвене детелине гајене као појединачне биљке су се такође разликовале у погледу компоненти приноса и приноса семена. Као и код густоредог усева, домаће сорте су имале значајно веће вредности за број изданака по биљци, број цвасти по изданку, број цвасти по биљци и фертилност цветова у односу на страну сорту виола. Међутим, разлике у приносу семена између сорте виола и домаћих сорти црвене детелине нису биле изражене као код густоредог усева. То указује да сорта виола боље резултате показује у условима ретке сетве, у односу на густо сејан усев. Такође, за разлику од густоредог усева где се у погледу компоненти приноса и приноса семена више истицала сорта уна, код појединачних биљака су бољи резултати забележени код сорте К-39. Код ове сорте је забележен највећи принос семена по биљци, нарочито у 2011. години. Сорте су се такође и у овом

експерименту различито понашале током година, односно, у различитим временским условима. Разлике у приносу семена између сорти код појединачних биљака су забележене у 2010. и 2011. години, за разлику од густоредог усева, када су се сорте разликовале једино у 2011. години. У 2012. години сорте се међу собом нису значајно разликовале у погледу приноса семена по биљци, што је такође последица јако ниских приноса у овој години, због лоших временских услова.

Разлике у понашању сорти у различитим временским условима, се могу објаснити чињеницом да је црвена детелина изразито странооплодна биљна врста са израженим механизмом гаметофитне инкомпатибилности. То спречава стварање инбрид линија које имају хомозиготне S алеле, неопходне за контролисано укрштање. Зато је црвена детелина као врста веома варијабилна и прилагођена широком спектру климатских услова, типова земљишта и њихове плодности. Ксеногамни карактер оплодње и ентомофилни начин опрашивања (Taylor and Smith, 1979) додатно доприносе високој варијабилности црвене детелине. Захваљујући високој варијабилности и адаптабилности на различите услове спољашње средине, природном селекцијом је настао велики број локалних екотипова црвене детелине, супериорних у датим условима гајења (Helgadottir, 1996). Asci (2011) је у Турској упоређујући 47 популација црвене детелине и сорту Start, утврдио постојање високог степена специфичне варијабилности за морфолошке карактеристике између генотипова. Између генотипова су постојале велике варијације у погледу времена пристизања за кошење и приноса сена. Greene et al. (2004) су утврдили велику варијабилност код сорти црвене детелине у погледу времена цветања. Drobna (2009) је код више румунских и словачких сорти црвене детелине утврдио постојање значајних разлика за све испитиване агрономске особине, осим за број стабала. Jacob et al. (2010) су установили да су међу сортама које се гаје у Немачкој постојале значајне разлике у отпорности према болестима. У последње време се ради на стварању сорти са високим приносом, бољом регенерацијом и већом отпорношћу на болести и штеточине. Проучавања многих аутора (Boller et al., 2003; Gaue and Ingwersen, 2003; Herrmann et al., 2003; Boller et al., 2004; Радовић и сар., 2004; Vasiljević et al., 2005) су потврдила предност локалних екотипова црвене детелине за гајење у односу на материјал из других региона, чињеницом да аклиматизовани екотипови остварују веће приносе у односу на слабије аклиматизоване популације и сорте. Пажљиви избор сорти може бити један од значајних фактора који утичу на принос, регенерацију и потенцијални профит (Drobna, 2009), што потврђују и резултати ових истраживања.

7.1.1. Вредности за принос и компоненте приноса семена

Према Wilczek and Świntal (2008) број генеративних изданака код сорте црвене детелине „Parada“ (при норми сетве од 6 kg ha^{-1} на међуредном растојању од 20 cm) се кретао од 230-264, а број цвасти m^{-2} је био 602-670. У овом експерименту је добијен нешто већи број изданака m^{-2} , с обзиром да је коришћена већа густина сетве, док се број цвасти m^{-2} није значајније разликовао.

Број цвасти по изданку у овом експерименту је мањи од броја цвасти који за сорту уна (6,7) при сетви на 60 cm међуредно наводе Vasiljević et al. (2010). Разлог овоме је далеко већи број биљака по јединици површине у овом експерименту. Из истог разлога је и број цвасти по изданку у реткој сетви у овом експерименту такође већи у односу на густ усев, али је такође мањи у односу на истраживања поменутих аутора. То се може објаснити мање повољним условима успевања у овом експерименту.

7. Дискусија

Број цветова по цвасти код свих сорти у овим истраживањима је мањи од просечног броја који за сорту „Kenland“ наводе Oliva et al. (1994) (101 до 142), што се такође може објаснити већом густином сетве и мање повољним условима успевања. Значајно мањи број цветова по цвасти сорте виола у односу на остале сорте на третманима без фолијарне прихране, као и резултати претходно наведених аутора, могу се објаснити наводима Julen (1956) и Миладиновић (1978), да између сорти црвене детелине постоје велике разлике у броју цветова по цвасти. Amdahl (2011) указује да је број цветова по цвасти у највећој мери генетички одређен.

Према резултатима Wilczek and Świntal (2008), број семена по цвасти код сорте „Parada“ се кретао од 61 до 74. Знатно већи број семена по цвасти утврдили су Ђукић и сар. (2010) код сорте уна (105,9), при међуредном растојању од 60 cm. У овим истраживањима, забележен је мањи број семена по цвасти код свих сорти, што се може углавном повезати са условима успевања и густином сетве. Јевтић и сар. (2007) и Wilczek and Świntal (2008) указују да велики утицај на број семена по цвасти има и присуство инсеката опрашивача, што је такође у директној вези са временским условима у фази цветања.

Према Wilczek and Świntal (2008) број семена по цвасти и фертилност цветова су најзначајније компоненте приноса семена црвене детелине. Аутори наводе, да је у њиховим истраживањима у различитим годинама, фертилност црвене детелине варирала у интервалу од 51,2 до 69,8%. Према Oliva et al. (1994), фертилност цветова се код сорти црвене детелине кретала у интервалу од 76 до 99%. И у овим истраживањима, фертилност цветова се кретала у интервалу на који указују претходно наведени аутори, осим у 2012. години, када је због екстремних услова била јако ниска.

Према Wilczek and Świntal (2008) маса хиљаду семена сорти црвене детелине се кретала у интервалу од 1,75-1,89 g. У овом експерименту, маса хиљаду семена је нешто нижа, што је вероватно узроковано земљишним условима, тј. мањом плодношћу киселог земљишта.

Принос семена црвене детелине је углавном одређен генетичком основом сорте, еколошким условима подручја, временом скидања првог откоса, присуством инсеката опрашивача као и интеракцијом генотип/спољна средина (Steiner et al., 1995). У зависности од услова успевања, броја цвасти по m^{-2} , активности инсеката опрашивача и друго, принос семена домаћих диплоидних сорти црвене детелине се креће од 250-500 $kg ha^{-1}$ (Мишковић, 1986; Ђукић и сар., 2009). Међутим, према искуствима неких произвођача, у години сетве и наредне године се може остварити преко 750 $kg ha^{-1}$ семена (Ђукић и сар., 2009). Према Стјепановић и сар. (1990), производни потенцијал црвене детелине је до 1000 $kg ha^{-1}$ семена, али приноси од 500 $kg ha^{-1}$ се могу сматрати врло добрим и реалним у савременим условима производње. Према Boelt and Gislum (2011), просечни приноси семена црвене детелине у производњи у Данској у периоду 1996-2010. године су се кретали око 317 $kg ha^{-1}$, док је у експерименталним условима принос износио 806 $kg ha^{-1}$. Oliva et al. (1994) су постигли актуелни принос (израчунат на бази компоненти приноса) код црвене детелине од 1680-1710 $kg ha^{-1}$, а жетвени 830-1050 $kg ha^{-1}$. Жетвени принос је био за 40-50% мањи у односу на актуелни. У овим резултатима приказан је такође принос семена израчунат на бази компоненти приноса, који не зависи од губитака при жетви и губитака током зрења. У поређењу са претходно наведеним резултатима аутора, задовољавајући принос семена у овом експерименту забележен је једино у 2011. години, када су временски услови били оптимални за производњу семена.

Код појединачних биљака у овом експерименту, принос семена по биљци је био јако варијабилан од биљке до биљке. Независно од сорте, принос семена се кретао од

0,71 g у 2012. години до 6,38 g у 2010. години. Herrmann et al. (2006) наводе да је просечан принос семена по биљци код два генотипа црвене детелине 5,72 g, са интервалом варијације 0,71-11,31 g. Поред тога, аутори истичу да је број цвасти по биљци примарна компонента од које зависи принос семена.

7.1.2. Корелациони односи између компоненти приноса и приноса семена

Евентуално повећање приноса семена црвене детелине под утицајем фолијарне примене минералних хранива је последица јачег или слабијег позитивног утицаја фолијарне прихране на поједине компоненте приноса. Због тога је било важно анализирати међузависност између компоненти приноса и приноса семена. Резултати су показали да су код густоредог усева, све компоненте приноса, осим масе хиљаду семена, биле у значајној позитивној корелацији са приносом семена (Таб. 5.). Најјача позитивна корелација је забележена између приноса семена и броја семена по цвасти ($r=0,87$), а најслабија између приноса семена и броја цвасти по изданку ($r=0,17$). Добијени резултати су у сагласности са истраживањима других аутора. Према Vasiljević et al. (2000) коефицијенти генетичке корелације показују да је принос семена по биљци црвене детелине највише зависио од броја продуктивних изданака по биљци, броја цветова по цвасти и броја семена по цвасти. Такође, Herrmann et al. (2006) су код црвене детелине утврдили значајну позитивну корелацију између приноса семена по биљци с једне стране и броја семена по биљци и фертилности цветова са друге стране. Према Olar et al. (2010) значајна позитивна корелација код црвене детелине је забележена између приноса семена и броја цвасти по јединици површине.

Elgersma and Van Wijk (1997), Vasiljević et al. (2000), Steiner and Alderman (2003) су утврдили да између броја цвасти и броја интернодија по стабљици, односно приноса зелене масе постоје значајне позитивне генетичке корелације. До истог закључка су дошли и Lannucci and Martinello (1998) пратећи три популације медитеранске детелине. Резултати добијени у овим истраживањима сугеришу да је истовремена селекција на принос зелене крме и принос семена оправдана, с обзиром да постоји позитивна корелација између броја изданака и броја генеративних органа (цвасти, цветова и семена), као и између броја изданака и приноса семена.

Код појединачних биљака, све компоненте приноса, осим фертилности, су биле у значајној позитивној корелацији са приносом семена по биљци (Таб. 6.). Фертилност је код појединачних биљака била већа због већег вегетационог простора, односно мање концентрације цвасти по јединици површине, а самим тим и већег присуства инсеката опрашивача. То је разлог одсуства позитивне корелације између фертилности и приноса семена. Најјача позитивна корелација је забележена између приноса семена и броја цвасти по биљци ($r=0,64$), а најмања између приноса семена и броја изданака по биљци ($r=0,26$). Према Montardo et al (2003), број цвасти по биљци је био у позитивној корелацији са приносом семена црвене детелине и то је управо основна компонента на коју треба утицати да би принос семена био већи, како у производњи, тако и у оплемењивању.

Према Amdahl (2011) компоненте приноса које одређују принос семена црвене детелине су: број биљака по јединици површине, број цвасти по биљци, број цветова по цвасти, број овула по цвету и фертилност. Према аутору, најважнија компонента приноса од које зависи принос семена црвене детелине је број цвасти по биљци. Међутим, у овим истраживањима је забележена значајна негативна корелација

7. Дискусија

између броја изданака m^{-2} и броја цвасти по изданку код густоредог усева, као и између броја изданака по биљци и броја цвасти по изданку код појединачних биљака. То указује да је при већој густини сетве, повећање броја изданака по јединици површине било компензовано смањењем броја цвасти, тако да је број цвасти по јединици површине реалнија компонента од које зависи принос семена. Међутим, код густог усева, забележена је и значајна негативна корелација између броја цвасти по изданку и броја семена по цвасти. То указује да је и број семена по цвасти веома важна компонента од које у великој мери зависи и принос семена.

Код појединачних биљака црвене детелине, за разлику од густоредог усева, нису забележени значајни корелативни односи између, са једне стране, броја изданака по биљци, броја цвасти по изданку и броја цвасти по биљци и са друге стране, броја цветова по цвасти, броја семена по цвасти и фертилности цветова. Разлог овоме је то што су број цвасти по изданку, број изданака и број цвасти по биљци били многоструко већи и јако неуједначени између појединачних биљака.

7.2. Нодулација црвене детелине

У тренутку инфекције корена биљака бактеријама из рода *Rhizobium*, које продиру кроз коренове длачице, на местима интензивне деобе бактерија долази до стварања квржица или нодула. Два до три дана након инфекције бактерије су већ способне да врше фиксацију азота и хране биљку. Квржице се развијају поступно, као и биљке, тако да на корену можемо истовремено наћи квржице различите старости и величине. У повољним условима за развој квржица на корену их може бити и преко 100 по биљци. Данас се ради на што бољем коришћењу феномена симбиотске азотофиксације са бактеријама из рода *Rhizobium*, јер би се тиме смањили трошкови у погледу скувих азотних ђубрива, побољшао би се принос усева и истовремено би се допринело очувању животне средине.

Утврђивање броја нодула на корену црвене детелине у овом експерименту вршено је у фенофази цветања другог пораста у другој години производње. Независно од фолијарних третмана, значајно већи број нодула на корену црвене детелине је забележен код сорте К-17, у односу на сорту виола ($P \leq 0,05$) (Таб. 12.). Активност бактерија у највећој мери зависи од фактора као што су: генетика, физичка и хемијска својства земљишта, рН вредност земљишта, климатски чиниоци, примењена агротехника, посебно ђубрење (Тривуновић, 2013). Наведене разлике између сорти у овом експерименту се могу приписати генетичком фактору. Према Argaw (2012), маса нодула код соје је била позитивно корелисана са бројем махуна по биљци ($r=0,42$), приносом семена по хектару ($r=0,57$), укупним садржајем азота и фосфора у биљкама ($r=0,59$).

7.3. Садржај хлорофила у листу црвене детелине

Веома велики значај за процес фотосинтезе има постојање биљног пигмента хлорофила, као посредника у трансформацији апсорбоване светлосне енергије. Промена садржаја хлорофила је један од најочигледнијих симптома биљног стреса (Lichtenhaler and Babani, 2004; Павловић, 2005; Pavlović et al., 2014). Праћење садржаја хлорофила у овом експерименту је било значајно како би се утврдио утицај

појединих фолијарних третмана на процес фотосинтезе код сорти црвене детелине. Без обзира на фолијарно ђубрење, значајно мањи садржај хлорофила „а“ и укупног хлорофила („а+б“) у листу у односу на остале сорте имала је сорта К-17 (Таб. 12.). Такође, ова сорта је према Kruskal-Wallis-тесту имала значајно мањи садржај хлорофила „б“ у листу у односу на сорту уна.

На садржај хлорофила у листу биљака утичу многи фактори као што су генетички (сам генотип), морфолошки (старост и положај листова), физиолошки (процеси разлагања и синтезе хлорофила и његове дистрибуције) (Кастори, 1995) и абиотички (хербициди температура, релативна влажност, минерална исхрана и квалитет светлости) (Milivojević and Nikolić, 1998; Кастори, 1995; Anderson et al., 1993). Генотипске разлике у минералној исхрани код луцерке су утврдили James et al. (1995). Аутори то објашњавају бољим или лошијим преношењем хранљивих материја унутар биљака код неких генотипова. Разлике између сорти у погледу садржаја хлорофила у овом експерименту се могу објаснити генотипским разликама између сорти у интеракцији са постојећим условима успевања.

7.4. Квалитет семена црвене детелине

Клијање је критична фенофаза од које зависи густина, брзина пораста и коначан принос усева (Desai et al., 1997). Вигор семена је такође важна компонента, од које зависи успешност заснивања усева, раст и продуктивност биљака (Sawan et al., 2009). Аутори указују да абиотички и биотички фактори, ако нису у оптималним границама, могу негативно утицати на виталност семена, посебно када је оно посејано у еколошки стресним условима (кисело и лоше припремљено земљиште, ниске температуре, вишак или недостатак влажности, земљишни микроорганизми, штеточине, хемијска оштећења). Због тога је у овом експерименту постојала потреба, да се након примењених фолијарних третмана и анализе њиховог утицаја на компоненте приноса и принос семена црвене детелине, утврди квалитет добијеног семена по третманима. Након један, осам и двадесет месеци од убирања семена, анализирани су клијавост, вигор и дормантност добијеног семена. Значајно већа клијавост семена, дужина стабла, дужина корена и маса клијанаца су забележени код семена старог осам и двадесет месеци у односу на семе старости један месец (Таб. 13.). Притом, између семена старог осам и двадесет месеци разлике нису биле значајне. Разлог овоме је што су код легуминоза након убирања семена у већој или мањој мери присутна тврда (дормантна) семена која не клијају одмах и ако постоје повољни услови. Према Ascí et al. (2011), разумевање сложености механизма дормантности семена је од великог биолошког значаја. Desai et al. (1997) и Baskin and Baskin (2004) указују да дормантност семена може бити изазвана тврдом семењачом или ембрионалним мировањем. Код биљака из рода детелина, дормантност семена је углавном условљена непропусном семењачом за воду, а нарочито је за ову појаву одговоран њен спољашњи слој (Ates, 2011; Ascí et al., 2011). Врсте из родова *Trifolium* и *Medicago* могу имати удео тврдих семена и до 100% у зависности од еко-типова (Aydin and Uzun, 2001; Can et al., 2009). Colgecen et al. (2008) су утврдили клијавост природног семена црвене детелине након жетве од 13,5%. Тврда семењача може бити разбијена неком од метода скарификације семена, али то додатно покупуљује производњу (Can et al., 2009; Kimura and Islam, 2012). Према Baskin and Baskin (2004) дормантност семена зависно од биљне врсте може трајати од неколико дана до неколико година. Старењем, семе губи дормантност.

7. Дискусија

У условима југоисточне Европе, производња семена црвене детелине се врши углавном из другог откоса, крајем јула и почетком августа, а јесења сетва се обавља крајем августа и током септембра месеца. Дакле, семе је тада старо око један месец. У наведеном периоду у овом експерименту је утврђено 52,8% тврдог семена, што је условило клијавост од само 24,8%. То је у сагласности са наводима претходно наведених истраживача, да брзина клијања и вигор семена црвене детелине непосредно после жетве имају мале вредности због присуства тврдих семена. Највећу дужину стабла, корена и масу клијанаца, а најмањи број тврдих семена у овом периоду, имала је сорта К-39, што је и очекивано, с обзиром да је имала и највећи број нормално клијавих семена (Таб. 14.).

Након осам месеци наступа време пролећне сетве у наредној години. До тог времена клијавост семена се повећала са 24,8% на 89,6% (Таб. 15.). У истом периоду број тврдих семена смањено се са 52,8% на 1,6%. Такође, упоређујући клијанце добијене од семена старог један и осам месеци ($P \leq 0,05$), може се констатовати да се вигор повећао са старењем семена. Након још дванаест месеци у време наредне пролећне сетве, семе је старо око двадесет месеци (Таб. 16.). Тада је клијавост износила 88,4%, а број тврдих семена 0,67%. У току зимског периода, семе које је коришћено за овај експеримент, чувано је у условима са нижом температуром (+5 до +15° С), што је поред старења семена утицало на смањење дормантности. Према резултатима Balouchi and Modarres (2006) расхлађивањем и старењем се смањује удео тврдих семена и повећава клијавост црвене детелине.

Сорте црвене детелине у овом експерименту, без обзира на фолијарне третмане, при старости семена од осам и двадесет месеци, међу собом су се значајно разликовале у погледу клијавости, дужине корена, масе клијанаца и броја тврдих семена (Таб. 14. и 15.). Такође, Zielinska et al. (2012) указују да су се четири пољске сорте међу собом значајно разликовале у погледу испуњености семена, порозности, волумена, масе хиљаду семена, еквивалентном пречнику. Разлог томе је вероватно висока генетичка варијабилност црвене детелине као врсте, на шта упућују и резултати Steiner et al. (1995) и Helgadottir (1996). Acharya et al. (1999) такође указују да садржај тврдих семена код луцерке у великој мери зависи од сорте.

Између клијавости семена, дужине стабла, дужине корена и масе клијанаца је забележена значајна позитивна корелација, а све поменуте особине су биле у значајној негативној корелацији са бројем тврдих семена. Наведени резултати указују да ако постоји утицај неке од агротехничких мера на било коју од наведених особина семена и клијанаца, тај утицај треба очекивати и код осталих особина.

7.5. Утицај кобалта на принос крме и сена

При избору елемената за фолијарне третмане црвене детелине пошло се од тога да је кобалт, према бројним ауторима, пре свега утицао на бољу нодулацију и азотофиксацију код легуминоза. То значи да је он могао утицати на бољу снабдевеност биљака азотом, а самим тим и на бољи пораст вегетативних органа. Како је развој нодула на кореновом систему легуминоза, нарочито на киселом земљишту релативно спор процес, са фолијарним третманима је било потребно почети нешто раније. Први фолијарни третман кобалтом је вршен у фази интензивног раста на првом порасту у другој години гајења, који је у фази бутонизације кошен за производњу крме. Од момента када је први пут примењен кобалт, до времена кошења првог пораста, постојао је временски период од око

7. Дискусија

петнаест дана. На бази ових чињеница, претпостављено је да би фолијарни третман кобалтом, могао у датом временском року утицати на интензивирање нодулације и азотофиксације, а тиме и на бржи пораст биљака.

С обзиром да је на третману без фолијарне примене кобалта забележен значајно већи принос крме сорти у 2010. у односу на 2011. годину, а да се на третману са фолијарном применом кобалта принос крме није значајно разликовао у ове две године, може се извести закључак, да је фолијарни третман кобалтом остварио позитиван утицај на принос крме сорти црвене детелине у 2011 години (Таб. 9.). Принос сена је у сагласности са приносом крме; на варијанти без примене кобалта сорте се нису разликовале у 2010. и 2011. години, док је на варијанти са применом кобалта значајно већи принос сена забележен у 2011. у односу на 2010. годину. Разлог позитивног дејства кобалта на принос крме и сена је управо његов утицај на јачу азотофиксацију, што потврђује и већи број нодула на корену. На сличне резултате указују Ozanne et al. (1963), Powrie (1964) и Vranny et al. (1978), према којима је фолијарна примена кобалта утицала на значајно повећање броја нодула на кореновом систему и количине фиксираног азота, што се одразило на интензивнији пораст биљака црвене детелине. Према, Delwiche et al. (1960) уношењем кобалта у супстрат који је дефицитаран у погледу садржаја кобалта фиксација азота код луцерке се појачава у кратком року, а нодуле попримају већи капацитет за азотофиксацију. Jayakumar et al. (2007) наводе да је фолијарна примена кобалта код соје утицала на бољу нодулацију и повећање приноса семена.

Независно од године производње, сорте су се на третману са кобалтом такође различито понашале у погледу приноса крме у односу на варијанту без примене кобалта. На варијанти без фолијарне примене кобалта, у свим годинама, сорта уна је имала значајно већи принос крме у односу на сорте К-39 и виола, док је на третману са кобалтом сорта уна имала значајно већи принос крме једино од сорте виола (интеракција сорта/фолијарна прихрана), која је имала најнижи принос. То указује да је сорта К-39, у погледу приноса зелене крме боље реаговала на фолијарну примену кобалта у односу на остале сорте, али у приносу сена није било разлика између сорти. Vasiljević et al. (2010) наводе да су иностране сорте у односу на домаће, у другој години производње, оствариле значајно нижи принос крме и да су се до краја вегетације јако проредиле. Према Радовић и сар. (2004), сорте црвене детелине показују боље резултате у агроколошким условима у којима су селекционисане, тако да имају предност у односу на стране сорте, као резултат боље адаптираности на постојеће агроколошке услове.

Без обзира на фолијарну прихрану, највећи принос зелене крме је забележен у 2010. години, за 22,3 % већи у односу на 2011. годину и за 156 % већи у односу на 2012. годину (Таб. 8.). С обзиром да је усев гајен без примене наводњавања, разлике у приносу су углавном резултат разлика у количини падавина по годинама. Додатни разлог веома ниских приноса крме у 2012. години је лоша припремљеност биљака у јесен 2011. године, због јако израженог и дугог сушног периода у то време. Hanson (1991) наводи да се принос крме вишегодишњих легуминоза смањује уколико је влажност земљишта неадекватна. Према резултатима Вошњак (1993), просечно повећање приноса зелене крме луцерке у сушним годинама при наводњавању је износило 56-61%, при чему је ефекат наводњавања на почетку вегетације био скромнији. У 2010. и 2012. години, сорте се међу собом нису значајно разликовале у приносу зелене крме, док је у 2011. години сорта уна имала значајно већи принос зелене крме у односу на сорту К-39 (значајност интеракције година/сорта). С обзиром да у погледу приноса сена између сорти није било разлика, то указује да је умерена снабдевеност биљака водом у 2011. години позитивно утицала само на

повећање влажности крме код сорте уна. Према резултатима Vasiljević et al. (2010), принос крме црвене детелине (која садржи и до 85% воде) јако варира у зависности од временских услова, пре свега од количине и распореда падавина у току године. Аутори наводе да су се сорте црвене детелине у другој години производње разликовале у погледу приноса зелене крме из првог откоса који се кретао у интервалу од $22,4 \text{ t ha}^{-1}$ („Nike“) до $40,0 \text{ t ha}^{-1}$ (уна). Surmen et al. (2013) су анализирајући принос и квалитет једанаест варијетета црвене детелине у Црноморском региону у Турској утврдили да су се генотипови међу собом значајно разликовали у приносу и релативној хранљивој вредности крме. Аутори наводе да се принос сена у првом откосу у другој години производње кретао од $3,87\text{--}7,56 \text{ t ha}^{-1}$.

Значајно већи принос сена у првом откосу током друге године гајења код свих сорти, у овом експерименту је забележен у 2010. и 2011. години у односу на 2012. годину. С обзиром да је већи принос крме постигнут у 2010. години у односу на 2011. годину, а по приносу сена није било разлика, може се закључити да је већа количина падавина у току вегетације 2010. године у односу на 2011. годину утицала само на повећање удела воде у крми у време кошења. Сорта уна је имала већи принос сена у односу на сорте К-39 и виола. Различита количина падавина по годинама није значајно утицала на разлике у приносу сена између сорти. Независно од количине падавина, знатно већа влажност зелене крме у време кошења је забележена код сорте К-17 у односу на сорте уна и К-39. С обзиром да су све сорте кошене у исто време, ово може бити последица касностасности сорте К-17. Према Ђукић и сар. (2007), домаће сорте црвене детелине су се разликовале међу собом у погледу приноса и квалитета суве материје. На то указују и Seguin et al. (2002) код страних сорти.

Принос зелене крме се у овом експерименту налазио у позитивној корелацији са приносом сена ($r=0,76$), као и са уделом воде у зеленој крми ($r=0,40$). Према Duncan and Woodmansee (1975), корелација између количине падавина и приноса зелене крме код трава и легуминоза била је значајна у фази њиховог интензивног пораста, који истовремено прати и недостатак земљишне влаге. Вошњак (1995) је код луцерке утврдио постојање потпуне корелације ($r=0,99$) између приноса зелене крме и годишње количине падавина.

7.6. Утицај кобалта на принос и компоненте приноса семена

Фолијарна примена кобалта у овом експерименту је позитивно утицала на компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине. Позитиван утицај је забележен на раст и развој, како вегетативних, тако и генеративних органа.

Код усева црвене детелине гајеног густоредо, позитиван утицај фолијарне прихране кобалтом је забележен на број изданака, а то је утицало и на повећање броја цвасти m^{-2} (Таб. 7.). Разлог овоме је боља снабдевеност биљака азотом услед позитивног утицаја кобалта на процес азотофиксације. На то указује чињеница да је фолијарни третман кобалтом утицао на повећање броја нодула на корену сорти црвене детелине (Таб. 12.). Ову констатацију потврђују и резултати других аутора (Palit et al., 1994; Mathur et al., 2006; Farooq et al., 2012). Садржај неопходних макро и микроелемената у земљишту и њихова доступност је од великог значаја за ефикасну азотофиксацију (Dilworth et al., 1979; Collins and Kinsela, 2011). Према Collins and Kinsela (2011), значајно већи ефекат примене кобалта на азотофиксацију код црвене детелине је преко листа (у количини од $100 \mu\text{g}$ на 3 ml воде), у односу на уношење

7. Дискусија

преко земљишта, или комбиновано преко земљишта и фолијарно. Mengel and Kirkby (2001) указују да концентрације кобалта у земљишту мање од $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$, штетно утичу на ризобијалну симбиозу. Bakken et al. (2004) су утврдили да је принос црвене детелине повећан за 10% са додатком кобалта у кобалтом дефицитарним земљиштима и да се садржај овог елемента у биљкама смањивао са сваком наредном фенофазом раста. Примена кобалта у количини од 8 ppm утиче на повећање нодулације и броја ефективних нодула код грашка (Nadia, 2006).

Фолијарна примена кобалта у овом експерименту је утицала на повећање броја цветова по цвасти и броја семена по цвасти црвене детелине. Значајан позитиван утицај фолијарне примене кобалта је забележен на број цветова по цвасти у 2010. години, односно онда када је због неповољних временских услова број цветова био мањи у односу на остале године. У све три године, фолијарна примена кобалта је имала значајан позитиван утицај на број семена по цвасти. Резултати бројних аутора указују да је то такође последица боље снабдевености биљака азотом услед утицаја кобалта на интензивнију азотофиксацију. Према Akbar et al. (2013), додавање кобалта у земљиште при производњи сточног грашка је утицало на повећање броја цветова по биљци, што је пре свега последица позитивног утицаја на процес азотофиксације. Бројна истраживања указују да је ђубрење кобалтом, позитивно утицало на повећање броја махуна по биљци код легуминоза (Banerjee et al., 2005; Basu, 2006; Mathur et al., 2006; Akbar et al., 2013), што је такође последица утицаја на процес азотофиксације.

Lindström et al. (2013) су указали да је значајно већи садржај кобалта у фази цветања црвене детелине, забележен у цветовима у односу на лист и стабло. У овим истраживањима, фолијарни третман кобалтом није имао утицаја на промену фертилности цветова у односу на контролну варијанту, што указује на мање значајну улогу кобалта у процесима опрашивања и оплодње.

Међутим, генерално посматрано, позитиван утицај фолијарне примене кобалта на компоненте приноса се одразио и на повећање приноса семена црвене детелине, за 31% у односу на контролну варијанту. Највећи утицај фолијарне примене кобалта на принос семена је забележен у 2011. години, јер је и принос семена тада био највећи у односу на остале године. Из истог разлога, већи утицај фолијарне прихране на компоненте приноса семена је забележен у 2010. години у односу на 2012. Фолијарна примена кобалта је имала генерално позитиван утицај на принос семена код свих сорти, међутим, значајно повећање приноса семена је забележено једино код сорти К-17 и виола у 2011. години, што је у највећој мери резултат повећаног броја изданака m^{-2} , броја цветова по цвасти и броја семена по цвасти. Према Bakken et al. (2004) са додатком кобалта у необезбеђеним земљиштима, принос надземне масе црвене детелине се повећава за 10% у односу на контролу, што такође указује на повећање броја изданака. Бројни аутори у својим истраживањима указују да је ђубрење кобалтом утицало на повећање приноса семена вигне (Mathur et al., 2006), сточног грашка (Akbar et al., 2013), кикирикија (Basu, 2006), што је пре свега последица позитивног утицаја на процес азотофиксације. Према Hala (2007) ђубрење боба кобалтом је утицало на значајно повећање висине биљака, садржаја суве материје, броја стабала, броја нодула, броја махуна по биљци, броја семена по биљци и приноса семена. Аутори тврде да је позитивна реакција биљака последица утицаја кобалта на многе процесе, као што су издуживање стабла и колеоптила, развој лисног диска, развој окаца, нодулација, развој бактерија из рода *Rhizobium*.

Поред наведеног, многи аутори указују да је кобалт у форми ђубрива утицао на повећање приноса многих других нелегуминозних биљака (Yagodin and Romanova, 1982; Laila and Nadia, 2002; Jayakumar et al., 2007). То указује да је кобалт важан

елемент и у многим другим процесима у биљци осим азотофиксације. Према Jayakumar et al. (2007), Jayakumar and Jallel (2009), Farooq et al. (2012) и Akbar et al. (2013) добра обезбеђеност биљака кобалтом је важна за нормално одвијање низа физиолошких реакција у процесу фотосинтезе, дасања, раста ћелија, што утиче и на интензивнији раст биљних органа.

Позитиван утицај обезбеђености биљака кобалтом се испољава и преко повећаног садржаја хлорофила (Lipskaya, 1972; Palit et al., 1994), веће дебљине палисадног ткива, повећаног броја и величине хлоропласта (Lipskaya, 1972). Међутим, фолијарна примена кобалта у овом експерименту је утицала на значајно смањење садржаја хлорофила „а“, и укупног хлорофила у листу код свих сорти у односу на контролну варијанту (Таб. 12.). Такође, код свих сорти, на варијанти са фолијарном применом кобалта је забележен значајно мањи садржај хлорофила „б“ у односу на варијанту са фолијарном применом фосфора и калијума. Разлог овоме може бити нешто већа количина усвојеног кобалта од стране биљака. На то указују и резултати других аутора. Према Lipskaya (1972), кобалт примењен у мањим концентрацијама је позитивно утицао на Хилову реакцију са истовременим смањењем количине хлорофила и повећањем броја хлоропласта по јединици површине листа. Али, Palit et al. (1994) тврде да када се нађе у вишку, кобалт има штетно дејство на биљке. Према ауторима, у интеракцији са другим елементима, кобалт формира комплексе. Цитотоксична и фитотоксична активност ових комплекса зависи од њихових физичко-хемијских особина. Конкурентна апсорпција и узајамно активирање повезаних метала су фактори од којих зависи дејство кобалта у реакцијама. Токсичне концентрације кобалта инхибирају активни транспорт јона код виших биљака. Штетно дејство кобалта, када се налази у вишку, огледа се у инхибирању активности PS2 и смањењу извоза фотоасимилатива у тамној фази фотосинтезе. Код C₄ биљака, кобалт омета фиксацију угљендиоксида, инхибирањем активности ензима укључених у тај процес. Вишак кобалта отежава синтезу РНК и ДНК, највероватније модификацијом великог броја ендо и егзо нуклеаза.

Бројни аутори указују да снабдевеност биљака кобалтом и његов утицај на биљке, у великој мери зависи и од педогенетских фактора, укључујући и рН вредност земљишта. McKenzie (1972), Kukier et al. (2004) и Li et al. (2004), су утврдили значајну позитивну корелацију између рН вредности земљишта и садржаја кобалта у биљкама. Супротно од овога, велики број студија указује на негативну корелацију између рН земљишта и усвајања кобалта од стране биљака (Klessa et al., 1989; Kukier et al., 2004; Li et al., 2004; Faucon et al., 2009). То значи да се не може дефинисати универзални однос између рН вредности земљишта и усвајања кобалта, већ да он зависи од многих фактора, а највише од типа и особина земљишта. С обзиром на то, на слабу мобилност кобалта у биљци (Austenfeld, 1979) и на његово брже кретање од надземног дела према корену у односу на супротан правац (Danilova et al., 1970; Palit et al., 1994), фолијарна прихрана кобалтом, у односу на ђубрење преко земљишта, може ефикасније успоставити његов оптимални статус у биљкама. Ефекат фолијарне примене кобалта, међутим, у великој мери зависи и од фактора као што су генотип, климатски и остали еколошки фактори.

Утицај кобалта на принос и компоненте приноса семена у овим истраживањима је био различит између сорти по годинама. Најизраженији утицај је фолијарна примена кобалта имала код сорте виола. Фолијарна примена кобалта код ове сорте је утицала позитивно на број изданака, број цветова по цвасти и број семена по цвасти. Различит утицај фолијарно примењеног кобалта на поједине компоненте приноса по сортама се може објаснити њиховим разликама у генотипу и фенотипу, односно са различитом развијеношћу хабитуса биљака и уделом листа у време третирања.

Могући разлог боље реакције сорте виола на фолијарну прихрану може бити нешто већи удео листа, што се могло запазити у време фолијарних третмана (сорта виола је имала мању висину стабла и биомасу, међутим она је имала мањи удео стабла, а већи удео листа). Тако је код ове сорте, која је имала низак принос семена, фолијарна примена кобалта довела до процентуално највећег повећања приноса. Међутим и тај принос био је значајно мањи у односу на принос осталих сорти. Према Taylor and Smith (1979) сорте црвене детелине се одликују изразитом варијабилношћу и генетичком пластичношћу. Ascí (2011) је између популација црвене детелине у Турској утврдио постојање великих разлика у погледу морфолошке и генетичке варијабилности. До сличних резултата су дошли и Zielinska et al. (2012) у Пољској Jacob et al. (2010) у Немачкој и Drobna (2009) у Румунији. Greene et al. (2004) и Ascí (2011) су утврдили велику варијабилност између сорти црвене детелине у погледу времена наступања појединих фенофаза, у првом реду цветања и зрења. Због тога, пажљиви избор адекватних сорти за одређене услове успевања може бити један од најважнијих фактора који утичу на принос и потенцијални профит при гајењу црвене детелине (Drobna, 2009).

Код појединачних биљака црвене детелине, утицај фолијарног третмана кобалтом је био још израженији у односу на густоред усев (Графикони 6-12.). Сорте црвене детелине, гајене као појединачне биљке су се значајно разликовале по начину реакције на фолијарну прихрану кобалтом, како међу собом, тако и по годинама. Различита реакција сорти је највероватније, такође последица полиморфизма и разлика између генотипова врсте. Сорте су, генерално посматрано, позитивно реаговале на фолијарни третман у погледу готово свих компоненти приноса семена. Углавном, фолијарна примена кобалта је имала највећи утицај на раст биљних органа, пре свега на број изданака по биљци и број цвасти по биљци. Сорта К-17 је нешто боље реаговала на фолијарну примену кобалта у погледу броја изданака по биљци у свим годинама у односу на остале сорте. Утицај фолијарне прихране кобалтом на број цвасти по изданку је био минималан. Притом је забележен нешто већи позитиван утицај на број цвасти по биљци, што је пре свега последица повећања броја изданака по биљци. Такође, позитиван утицај фолијарне примене кобалта је забележен и на број цветова по цвасти код појединих сорти, посебно у годинама са нешто мањом количином падавина (2011. и 2012. година), што је позитивно утицало и на повећање броја семена по цвасти. Фолијарна прихрана кобалтом је позитивно утицала и на фертилност цветова код сорте виола у 2011. години и код сорте уна у 2012. години. Међутим, код сорте К-39 у 2010. и 2012. години је забележен негативан утицај фолијарне прихране кобалтом на број семена по цвасти, што је последица како нешто лошијег утицаја на број цветова по цвасти, тако и на фертилност цветова. Разлог негативног утицаја може бити токсично дејство кобалта када га биљке усвоје у већој количини (с обзиром да су појединачне биљке имале већи хабитус и третиране су по читавој површини), посебно на развој генеративних органа, на шта указују бројна друга истраживања (Palit et al., 1994; Zeid, 2001; Chatterjee and Chatterjee, 2005; Chatterjee et al., 2006; Jayakumar et al., 2007). С обзиром да је због најповољнијих климатских услова у 2011. години забележен највећи принос семена, генерално посматрано, тада је забележен и највећи утицај фолијарне прихране на повећање приноса семена по биљци, као и код густоредог усева.

7.6.1. Утицај кобалта на квалитет добијеног семена

Фолијарни третман биљака кобалтом у овом експерименту није утицао на клијавост добијеног семена у односу на контролну варијанту, без обзира на дужину периода од жетве до наклијавања (Табеле 14., 15. и 16.). Позитиван утицај на третману са фолијарном применом кобалта је забележен на дужину (вигор) корена клијанаца при старости семена од један месец. Међутим, при старости семена од осам месеци, утицај кобалта на дужину корена добијених клијанаца је био негативан. Разлог различите реакције клијанаца на третман кобалтом у зависности од старости семена је његов утицај на смањење броја тврдих семена. Тако, при старости семена од један месец, утицај кобалта на вигор корена је био позитиван, захваљујући већем броју клијавих семена. Међутим, право дејство кобалта на дужину корена клијанаца је дошло до изражаја тек касније, када је број тврдих семена био много мањи, а клијавост близу 90%. То указује да је кобалт у ствари имао негативан утицај на вигор корена клијанаца. Добијени резултати се слажу са истраживањима Zeid (2001) код пасуља, према којима је примена раствора $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$, довела до значајног смањења дужине корена, активности α и β амилазе и масе махуна по биљци у односу на контролу. У концентрацији од 0,1 М у земљишном раствору кобалт је у потпуности инхибирао клијање пасуља. Jayakumar et al. (2007) наводе да је примена ниских концентрација кобалта у земљишту (50 mg kg^{-1} земљишта) код роткве (*Raphanus sativus* L.) утицала на повећање дужине корена и стабла, лисне површине, садржаја фотосинтетичких пигмената у листу, укупног садржаја шећера, аминокиселина, садржаја протеина, приступачности N, P, K, Cu, Fe, Mn, Zn у односу на контролу. Међутим, аутори наводе да је даљим повећањем концентрације кобалта у земљишту дошло до смањења вредности за поменуте параметре. Могући разлог негативног дејства на дужину корена клијанаца у нашем експерименту, такође може бити негативно дејство кобалта на активацију амилазе и транспорт шећера до ембриона.

7.7. Утицај бора на принос и компоненте приноса семена

Фолијарна примена бора код густоредог усева црвене детелине је утицала на повећање броја изданака, а захваљујући томе и броја цвасти m^{-2} (Таб. 10.). Интензивнији раст биљних органа на третману са бором се може такође повезати са бољом снабдевености биљака азотом услед појачане азотофиксације. На то указује и чињеница да је фолијарни третман бором, генерално посматрано, испољио позитиван утицај на нодулацију црвене детелине (Таб. 12.). Значајно већи број нодула на корену црвене детелине је забележен на третману са бором у односу на контролу код свих сорти осим сорте K-17. Улога бора у фиксацији азота код легуминоза се огледа у његовом позитивном утицају на активност нитрогеназе (Blevins and Lukaszewski, 1998) и умножавање бактерија из рода *Rhizobium* (Loomis and Durst, 1992). То води образовању већег броја и масе нодула што је потврђено и у овом експерименту. Према резултатима Schon and Blevins (1990), фолијарна примена бора код соје, на почетку интензивног пораста је утицала на значајно повећање броја грана по биљци и броја махуна по грани. Довољна обезбеђеност бором доводи до појачане симбиотске фиксације азота код грашка (*Pisum sativum* L.) (Bolanos et al., 1994), соје (*Glycine hispida* Max.) и боба (*Vicia faba* L.) (Yamagishi and Yamamoto,

7. Дискусија

1994). До сличних резултата дошли су и Lambert et al. (1980). Они су третирањем црвене детелине бором преко хранљивог раствора (уз добру обезбеђеност фосфором) утврдили позитиван утицај бора на микоризу корена и на значајно повећање садржаја суве материје изданака (за 16% у односу на контролу). Аутори закључују да је разлог овоме позитиван утицај бора у ранијим фазама развоја биљака на почетак инфекције корена. Истраживања бројних аутора су такође указала да је бор имао важну улогу у процесима нодулације и азотофиксације код легуминоза (Loomis and Durst, 1992; Blevins and Lukaszewski, 1998; Ahmad et al., 2009).

У нашем експерименту, бор није утицао на број цвасти по изданку. Такође, Wilczek and Świntal (2008) наводе да фолијарна примена бора код црвене детелине у фази бутонизације није значајно утицала на број цвасти по изданку. Аутори указују да ефекат фолијарне прихране бора на поједине компоненте приноса зависи од фазе развоја биљака у време његове примене. С обзиром да је бор у овом експерименту примењен нешто раније, он је имао времена да утиче и на развој вегетативних и генеративних органа.

Фолијарна примена бора код густоредог усева црвене детелине, генерално посматрано, позитивно је утицала и на повећање броја цветова по цвасти и броја семена по цвасти. То је резултат позитивног утицаја довољне снабдевености биљака бором на развој генеративних органа, већу виталност и интензитет клијања полена, као и на веће присуство инсеката опрашивача. Бор је важан пре свега за раст и развој генеративних органа, процесе опрашивања и оплодње. Још је средином двадесетог века утврђено да фолијарна примена бора код луцерке може повећати принос семена, док је утицај на повећање приноса сена знатно мањи (до 3%). Бор се у биљци креће углавном ксилемом, путем транспирације, са тенденцијом да се веже за пектин ћелијског зида у листовима (Dembitsky et al., 2002). Стари листови више транспиришу, тако да је у њима концентрација бора већа (Furlani, 2004). Пошто цветови и семена код легуминоза не транспиришу, они нису у могућности да се снабдевају бором директно из земљишта. Ово је могући разлог зашто у многим студијама, па и у овој, постоји позитиван утицај фолијарне примене бора управо на развој цвета и плода. Наводе потврђују и резултати Dos Santos et al. (2004) према којима је садржај бора после третмана луцерке био највећи у листу. С обзиром на наведено, третмани црвене детелине бором у овом експерименту нису вршени у првом порасту као при третману кобалтом, већ само у другом порасту у другој години гајења. Први третман бором је вршен на почетку фазе интензивног пораста, а други при крају фазе интензивног пораста. На овај начин је примењени бор могао утицати на формирање генеративних органа, али и на вегетативни пораст биљака, што потврђују и истраживања Tahir et al. (2012). Wilczek and Świntal (2008) су фолијарно третирали црвену детелину бором и забележили значајно повећање броја семена по цвасти, односно повећање фертилности цветова, док се број цвасти по јединици површине није значајније променио у односу на контролу. Vommarco et al. (2011) такође наводе, да је фолијарна примена бора утицала на повећање количине произведеног нектара код беле детелине. Веће присуство инсеката опрашивача је према Smith and Johnson (1987) повезано са повећањем количине укупних шећера у нектару, пре свега глукозе и сахарозе. Wilczek and Świntal (2008) су такође указали да позитиван ефекат фолијарне примене бора на квалитет поленових семена и процесе опрашивања и оплодње нарочито долази до изражаја у условима веће количине падавина у фази цветања црвене детелине. Према Misra and Patil (1987) дефицит бора код луцерке је утицао на повећање стерилности и смањење приноса семена, што је према Rawson (1996) пре свега последица мање клијавости поленових семена. Masuthi et al. (2009) су третирањем сточног грашка са бором утврдили

7. Дискусија

повећање масе махуна, броја семена по махуни, броја махуна по биљци и повећање укупног приноса семена за 37,2%. Према Dell and Huang, (1997) и Noppakoonwong et al. (1997) недостатак бора доводи до изостанка формирања или успореног развоја цвета код биљака код којих су цветови у компактним терминалним цвастима. Dell and Huang (1997) и Dordas (2006) такође наводе позитивно деловање бора на опрашивање, оплодњу и пораст семена и плодова. Позитиван утицај довољне обезбеђености биљака бором се испољава преко формирања већег броја фертилних цветова (Dear and Lipsett, 1987; Noppakoonwong et al., 1997), веће виталности полена (Ylstra et al., 1992) и бољег пораста семена и плодова (Rashid et al., 1994; Goldbach et al., 2001).

Поред утицаја на азотофиксацију, процесе опрашивања и оплодње, постоје и други разлози позитивног утицаја бора на биљке. Бор је један од микроелемената неопходан за одвијање многих ћелијских процеса у биљном организму као што су: синтеза протеина, шећера, хормона, мембрански транспорт, метаболизам нуклеинских и фенолних киселина, синтеза хлорофила, формирање ћелијског зида, раст биљних ткива и издуживање ћелија, биосинтеза лигнина и диференцијација ксилема (Tanaka and Fujiwara, 2008; Ahmad et al., 2009; Metin et al., 2010; Farooq et al., 2012; Rituja et al., 2015).

С обзиром на позитиван утицај на компоненте приноса, фолијарна примена бора код густоредог усева црвене детелине је значајно утицала на повећање приноса семена, нарочито у 2011. години код сорте К-17. Повећање приноса на третману са бором је остварено пре свега захваљујући његовом позитивном утицају на број изданака, број цвасти m^{-2} , фертилност цветова и број семена по цвасти. Релативно повећање приноса је далеко веће у 2010. години (43,2%) у односу на 2011. годину (26%) и 2012. годину (22,7%). То указује да обезбеђеност биљака црвене детелине бором нарочито долази до изражаја у условима отежаног опрашивања и оплодње, какви су били у 2010. години, услед велике количине падавина у фенофази цветања, опрашивања и оплодње.

Позитиван утицај фолијарне примене бора на принос семена црвене детелине такође наводе и Lewis (1980), Wilczek and Świntal (2008) као и Schon et Blevins (1990) код соје и Dordas (2006) код луцерке. Stoltz and Wallenhammar (2011) су утврдили да је фолијарна примена бора позитивно утицала на производњу нектара и принос семена црвене детелине на земљиштима са ниском концентрацијом бора. Према истраживањима Sherrell (1983), на киселом земљишту црвена детелина је позитивно реаговала на ђубрење бором у погледу приноса суве материје по јединици површине, броја цветова по цвасти, броја семена по цвасти и приноса семена. Wilczek and Świntal (2008) указују да је повећање приноса семена црвене детелине ђубрене бором резултат повећаног броја махуна по биљци и броја семена по махуни. На сличне резултате указују и Rerkasem et al. (1993) код соје, Dear and Lipsett (1987) код подземне детелине (*Trifolium subterraneum* L.), Dordas (2006), Hacquet (1990) и Liu and Zhang (2005) код луцерке и Johnson and Wear (1966) код беле детелине. При недостатку бора смањује се принос и многих других биљака (Borkakati and Takkar, 2000; Niaz et al., 2007; Johnson, 2006; Zia et al., 2006; Tanaka and Fujiwara, 2008).

Према Stoltz and Wallenhammar (2014) ђубрење беле детелине бором на земљишту реакције рН 6 није значајније утицало на компоненте приноса и принос семена. Разлог овоме може бити то што снабдевеност биљака бором у великој мери зависи и од његове доступности из земљишта, посебно имајући у виду да је према Stangoulis et al. (2001), бор релативно непокретан у биљци. Бројни аутори указују да између физичко-хемијских особина земљишта и усвајања бора постоји јака интеракција. У земљишту је изражена интеракција бора са другим елементима као што су Са, Mg и

7. Дискусија

Zn који према Linse et al. (2010) лимитирају усвајање бора. Такође, већи садржај честица глине и органске материје у земљишту умањују ефекат ђубрења бором (Yermiyahu et al., 2001). Brown and Hu (1997) и Hening and Patrick (1997) указују да је усвајање бора из спољне средине пасиван процес који зависи од концентрације недисоциране борне киселине у хранљивом раствору, пропустљивости мембране, транспирационе стопе, формирања комплексних једињења унутар или изван корена. Brown and Hu (1997) наводе да се са повећањем рН вредности земљишта, коренов систем биљака теже снабдева бором. С друге стране, велики број истраживања указује да са повећањем рН вредности од 3-9 расте приступачност бора за биљке (Keren and Bingham, 1985; Bargo, 1989), док са даљим повећањем рН, приступачност бора за биљке опада (Goldberg and Glaubig, 1986). То значи, да се не може закључити универзалан однос између рН вредности земљишта и усвајања бора, већ он зависи и од многих других фактора. Најзначајнији фактори који утичу на усвајање бора из земљишта су: концентрација алуминијумових јона (Matsumoto, 2000; Yau, 2000), садржај органске материје у земљишту (Raza et al, 2002; Shafiq et al., 2008), тип, текстура, влажност земљишта, концентрација бора и биљна врста (Welch et al., 1991; Ahmad et al, 2009). Из наведених разлога, фолијарна примена бора је бољи и сигурнији начин за брзо успостављање оптималног нивоа бора у биљци, посебно када је његово усвајање преко кореновог система ограничено услед суше или ниске рН вредности земљишта (Asad et al., 2003; Liu and Zhang, 2005; Dordas, 2006; Wilczek and Ćwintal, 2011; Stoltz and Wallenhammar, 2011; Waqar et al., 2012).

Највећи ефекат фолијарне примене бора је забележен у 2011. години када је утицала пре свега на значајно повећање броја изданака m^{-2} и броја цветова по цвасти. С обзиром да су услови за успевање црвене детелине у 2011. години били најповољнији, као и код фолијарне примене кобалта и фолијарна примена бора је тада дала најбоље резултате. Могући разлог овоме је то, што је у 2011. години укупан принос семена свих сорти био далеко већи у односу на остале две године. Тако, при постизању нижих приноса семена црвене детелине (у 2010. и 2012. години) недостатак бора није био ограничавајући фактор. У случају када су други фактори били повољнији и када је принос био већи, један од ограничавајућих фактора према закону о минимуму приноса је постао снабдевеност биљке бором. Тако је подизањем нивоа овог елемента у биљкама путем фолијарне прихране у 2011. години, постигнут значајно већи ефекат.

У 2010. години у време цветања и оплодње црвене детелине је наступио период са кишним и хладним временом. Према Gupta (1993) ниске температуре у умереним регионима смањују доступност бора код крмних махунарки, услед мањег интензитета транспирације. Такође, недостатак влаге у земљишту смањује транспирациону стопу чиме се смањује транспорт бора до изданака (Lovatt, 1985). Недостатак бора је чешћи на земљиштима која су више испрана, као што су алувијална (Borkakati and Takkar, 2000). У таквим условима током 2010. године, фолијарна примена бора је у овом експерименту утицала на значајно повећање броја семена по цвасти, што је последица њеног позитивног утицаја на број цветова по цвасти и њихову фертилност.

Према Metin et al. (2010) црвена детелина спада међу средње осетљиве пољопривредне културе према недостатку бора. Сорте црвене детелине у овом експерименту су се међу собом различито понашале у погледу реакције на фолијарну примену бора. Фолијарна прихрана бором је имала нешто израженији утицај код сорте К-17 на број изданака m^{-2} , број цветова m^{-2} и фертилност цветова, што се позитивно одразило и на укупан принос семена. Значајан позитиван утицај фолијарне прихране бором је забележен и на број цветова по цвасти, а тиме и на број

7. Дискусија

семена по цвасти код сорте уна. У погледу броја семена по цвасти, све сорте црвене детелине су позитивно реаговале на фолијарну прихрану бором, захваљујући утицају на повећање броја цветова по цвасти. Према Dell and Huang (1997) у оквиру исте врсте постоји велика разноликост утицаја ниског садржаја бора на биљке у зависности од генотипа, локације и еколошких услова.

Фолијарна примена бора је такође имала утицај на компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке (Графикони 13-19.). У погледу броја изданака по биљци и броја цвасти по биљци, све сорте су позитивно реаговале на фолијарну примену бора у 2011. и 2012. години, када је забележена мања количина падавина, док је у 2010. години позитивно реаговала једино сорта виола. Сорта виола је имала нешто већу олисталост у фази третирања, што је могло утицати на веће усвајање бора, посебно у условима свакодневних кишних падавина, које су иначе отежавале фолијарну примену ђубрива. У погледу броја цветова по цвасти и броја семена по цвасти, најизраженију позитивну реакцију у свим годинама је имала сорта уна. У погледу броја цветова по цвасти, код сорте К-17 у 2012. години и у погледу броја семена по цвасти код сорте виола у 2010. години, супротно очекивањима, забележен је негативан утицај фолијарне примене бора. Разлог овоме је вероватно токсичан утицај превелике дозе усвојеног бора од стране биљака, с обзиром да су у време третирања појединачне биљке биле јако бујне, са великом површином стабла и листова оптимално распоређених у простору. С обзиром да око појединачних биљака није било друге вегетације, оне су могле бити третиране по читавој површини, која је била много већа у односу на третирану површину биљака гајених густоредо. Већ је напоменуто да је сорта виола, према запажањима аутора, имала нешто већу олисталост и била је нижег раста у односу на остале сорте. На могућност токсичног утицаја повећане количине бора у биљкама указују и истраживања Mattos Júnior et al. (2001) и Havlin et al. (2005) према којима је интервал између дефицитне и токсичне концентрације бора за биљке веома мали.

У погледу приноса семена по биљци, позитиван утицај фолијарне примене бора код појединачних биљака црвене детелине је забележен код сорти К-39, К-17 и уна, једино у 2011. години, када је и принос семена био највећи, а разлике између сорти су биле најочљивије, слично фолијарној примени кобалта. Међутим, негативан утицај фолијарне примене бора на принос семена по биљци забележен је код сорте виола у 2010. години, што је последица негативног утицаја бора на фертилност цветова код ове сорте.

7.7.1. Утицај бора на квалитет добијеног семена

Фолијарни третман биљака бором у овом експерименту није утицао на клијавост добијеног семена сорти црвене детелине у односу на контролну варијанту, без обзира на дужину периода од жетве до наклијавања (Табеле 14., 15. и 16.). Значајно већа клијавост семена је забележена на третману са бором у односу на третман са кобалтом при старости семена од осам месеци и у односу на третман са фосфором и калијумом, при старости семена од двадесет месеци. То указује да је фолијарни третман биљака бором ипак имао јачи утицај на клијавост семена у односу на остале третмане. Позитиван утицај на третману са фолијарном применом бора је забележен на дужину корена клијанаца при старости семена од један месец. С обзиром да је са повећањем клијавости семена, утицај бора на вигор корена изостао, овај ефекат се може приписати утицају бора на мањи број тврдих семена, слично као и код

фолијарног третмана кобалтом. Значајно већа маса клијанаца је забележена на третману са бором у односу на третман са кобалтом при старости семена од осам месеци и у односу на третман са фосфором и калијумом при старости семена од двадесет месеци. Stoltz and Wallenhammar (2013) указују да је на третману са бором удео неклијавих семена црвене детелине био мањи у односу на контролу. Према Swintal et al. (2010), фолијарна прихрана бором је значајно утицала на повећање енергије клијања и клијавост семена црвене детелине. Са порастом садржаја бора у семену грашка, смањује се тврдоћа семена, а расте његова виталност, на шта указују резултати Bonilla et al. (2004). Фолијарна примена бора је утицала на повећање виталности и клијавости семена луцерке (Dordas, 2006), код које према Dos Santos et al. (2004) недостатак бора доводи до некрозе меристемског ткива и смањења раста кореновог система. Dell and Huang (1997) указују да је третирање семена вигне (*Vigna mungo* L.) бором довело до бољег клијања, због утицаја на смањење броја тврдих семена, при чему је добијен већи број абнормалних клијанаца. Међутим, примена бора у већим концентрацијама (већим од 0,5%) је испољила токсични ефекат на клијавост и вигор семена грашка и пиринча (Bonilla et al., 2004; Farooq et al., 2011). Несагласност између наших и других истраживања могу бити последица различитих концентрација и начина примене бора.

7.8. Утицај фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена

Фолијарна примена фосфора и калијума у овом експерименту је имала значајан позитиван утицај на повећање броја изданака код сорте К-39 и броја цвасти m^{-2} свих сорти, код густоредог усева у 2011. години (Таб. 11.). За разлику од осталих третмана, фолијарни третман фосфором и калијумом није значајно утицао на повећање броја нодула на корену сорти црвене детелине (Графикон 27.), тако да боља нодулација није разлог позитивног утицаја на број изданака и број цвасти m^{-2} . Међутим, бројни аутори ипак указују на значај фосфора и калијума у процесу нодулације и азотофиксације. Добра обезбеђеност легуминоза фосфором је важна за процес азотофиксације, било директно (Cassman et al., 1980) или индиректно (Yahiya, 1995; Wall et al., 2000). Hellsten and Huss-Daness (2000) су утврдили да је фосфор примењен преко земљишта позитивно утицао на број нодула по биљци, садржај суве материје у нодулама и специфичну нитрогеназну активност код црвене детелине. Фосфор је такође утицао на повећање броја нодула и количине фиксираног азота по биљци код медитеранске детелине (Robson, 1981), грашка (Jakobsen, 1985), соје (Argaw, 2012) и вигне (Linu et al., 2009). Фосфор је позитивно утицао и на активност нитрогеназе (Hellsten and Huss-Daness, 2000; Nøgh-Jensen et al., 2002) и микоризу корена (Merryweather and Fitter, 1996), а тиме и јачи пораст корена и надземног дела легуминоза. Према Gitari and Mureithi (2003) и Okalebo et al. (2009) низак ниво фосфора у земљишту је препрека за нормалан раст и развој биљака из породице *Fabaceae*. Према Arienzo et al. (2009) легуминозе углавном акумулирају висок ниво калијума, до 5% суве материје. Могући разлог изостанка реакције биљака у овом експерименту на фолијарну примену фосфора и калијума у погледу нодулације корена је каснија примена третмана (фолијарни третман је вршен једном, у фази интензивног пораста, док је број нодула на корену одређиван у фази цветања биљака).

7. Дискусија

Генерално посматрано, позитиван утицај фолијарне примене фосфора и калијума на вегетативни пораст можемо приписати, неопходности ових елемената у многим процесима у биљци. Фосфор је компонента биолошки важних молекула, као што су нуклеинске киселине, фосфолипиди, макромолекулски и физиолошки активна једињења у биљци и многи шећер-фосфатни интермедијари дисања и фотосинтезе (Jianbo et al., 2011; Veneklaas et al., 2012). То га чини веома значајним у важним биолошким процесима укључујући и фотосинтезу, дисање, мембрански транспорт, као и у метаболизму многих једињења. Калијум је такође неопходан за нормално одвијање важних животних процеса, као што су активација бројних ензима (White and Karley, 2010), усвајање осталих микро и макроелемената (Tiwari et al., 2001), метаболизам протеина (Sawan et al., 2009), одржавање пропустљивости ћелијских мембрана (Singh, 2000), одржавање тургорског, стоматалног притиска и водног биланса у биљкама (Römheld and Kirkby, 2010; Dreyer and Uozumi, 2011).

Фолијарни третман фосфором и калијумом у овом експерименту није довео до значајне промене садржаја хлорофила у листу црвене детелине у односу на контролу (Таб. 12.). Међутим, постоје истраживања која указују да су фосфор и калијум елементи важни у процесу фотосинтезе различитих биљака. Timothy and Koch (1979) су навели да је недостатак калијума код луцерке утицао на значајно смањење фотосинтезе и фотореспирације. Tiwari et al. (2001), Pettigrew (2008) и Sawan et al. (2009) су указали да недостатак калијума доводи до смањења интензитета фотосинтезе код великог броја виших биљака. Такође, фотосинтетска активност и ефикасност стоминог апарата се смањују услед недостатка фосфора (Vieira et al., 1998; Rodriguez et al., 1998). Anuradha and Sharma (1995) су утврдили да је примена калијума утицала на повећање садржаја хлорофила у листу биљака. Али, према Zörb et al. (2014), досадашња истраживања указују да утицај калијума на фотосинтезу код различитих биљних врсти има тенденцију недоследности, што потврђују и ови резултати.

Значајан позитиван утицај фолијарне примене фосфора и калијума у овом експерименту је забележен на број цветова по цвасти у 2010. и 2011. години и на број семена по цвасти у 2011. години, посебно код сорти К-17 и виола. На сличне резултате код легуминоза указују и други аутори. Према Singh et al. (1999) и Tiwari et al. (2001), ђубрење соје калијумом је позитивно утицало на повећање броја семена по биљци и приноса семена. Довољна снабдевеност соје калијумом такође је позитивно утицала на повећање броја и масе појединачних семена (Bharati et al., 1986). Фолијарна примена калијума код соје довела је до повећања броја махуна по биљци (Bharati et al., 1986) и броја семена по махуни (Coale and Grove, 1990). Недостатак калијума је утицао на раније цветање биљака луцерке, при чему је оно било мање обимно и неуједначено (Bahaeldeen et al., 2009). Такође, довољна обезбеђеност биљака фосфором је позитивно утицала на цветање подземне детелине (Rossiter, 1978) и лупине (Ma et al., 1997). Оптимална снабдевеност соје фосфором је довела до значајног повећања лисне површине, фотосинтетске активности, асимилације органских материја (Chiezey and Odunze, 2009; Aise et al., 2011), бољег раста корена, повећања броја грана по биљци, масе хиљаду семена, броја махуна по биљци, броја семена по махуни, жетвеног индекса и приноса семена у односу на контролну варијанту (Xiang et al., 2012; Agraw, 2012).

У погледу фертилности семена, у овом експерименту није забележен позитиван утицај фолијарне примене фосфора и калијума код сорти црвене детелине ни у једној години.

Фолијарна примена фосфора и калијума је имала утицаја на повећање приноса семена црвене детелине. С обзиром да је највећи утицај фолијарне примене фосфора и

7. Дискусија

калијума на компоненте приноса забележен у 2011. години, тако је и највећи утицај на повећање приноса семена забележен у истој години. На позитиван утицај фосфора и калијума на принос семена легуминоза указују и други аутори. Према Burman et al. (2004), адекватна исхрана кластер пасуља (*Cyamopsis tetragonoloba* Taub.) фосфором је утицала на значајно повећање раста биљака и приноса семена. Muir et al. (2001) су утврдили да је ђубрење говеђе детелине (*Medicago polymorpha* L.) фосфором у количини 25 kg ha⁻¹ утицало на значајно повећање приноса семена, захваљујући повећању броја махуна по биљци на третману са гушћом сетвом (22 kg ha⁻¹ семена) док на третману са ређом сетвом (11 kg ha⁻¹), није било повећања приноса. Lewis and Hawthorne (1996) су ђубрењем боба (*Vicia faba*) фосфором добили веће приносе семена за 20-30%.

Истраживања многих аутора указују да је повећање приноса легуминоза услед ђубрења калијумом последица пре свега његовог позитивног утицаја на компоненте приноса семена (Singh et al., 1999; Tiwari et al., 2001; Xiang et al., 2012). Фолијарно примењен калијум је утицао на повећање приноса соје (Haq and Mallarino, 2005; Nelson et al., 2005). Према Wong et al. (2000), највећа количина калијума коју биљка луцерке узме из земљишта се складишти у семену. При недостатку калијума смањен је транспорт фотосинтетских асимилата од изворних ткива преко флоема до осталих делова биљке (Pettigrew, 2008). То према Pettigrew (2008) и Zörb et al. (2014) доводи до акумулације шећера у лисном ткиву и до умањења приноса и квалитета производа. Доволна обезбеђеност биљака калијумом је утицала и на повећање приноса семена луцерке (Grewal and Williams, 2002) и лупине (*Lupinus angustifolius* L.) (Gremigni et al., 2001). Међутим, према Bahaeldeen et al. (2009) примена калијума код луцерке, није утицала на компоненте приноса семена (број цвасти по изданку, број махуна по цвасти, број семена по махуни), као ни на укупни принос семена луцерке, што се слаже са истраживањима Abusuwar (2004.). Такође и резултати различитих других аутора потврђују чињеницу да ђубрива унесена преко земљишта, могу бити апсорбована од стране земљишног комплекса, при чему изостаје утицај на саме биљке (Yoneyama et al., 2012; Parmar and Sindhu, 2013; Zörb et al., 2014). Због тога, већи број студија указује да фолијарна примена фосфора и калијума може успешно уклонити недостатке њиховог дефицита код бројних биљних врста (Lester et al., 2007; Lester et al., 2010; Zörb et al., 2014) на шта указују и резултати овог експеримента.

Највећи утицај фолијарне примене фосфора и калијума на компоненте приноса, а тиме и на сам принос је забележен као и код фолијарне примене кобалта и бора у 2011. години, када је принос семена иначе био највећи. Због мањег броја приметних плодова по јединици површине услед неповољних временских услова у 2010. и 2012. години, фосфор и калијум нису били ограничавајући фактори за постизање високих приноса. Самим тим, фолијарни третман овим елементима није утицао на повећање приноса. Позитиван утицај фолијарне примене фосфора и калијума на број цветова по цвасти је забележен у 2010. години, када је количина падавина била највећа. Према Burman et al. (2004) стање влажности у земљишту може у већој мери утицати на снабдевеност биљака кластер пасуља (*Cyamopsis tetragonoloba* Taub.) фосфором.

Сорте црвене детелине гајене у густом усеву су се међу собом значајно разликовале по реакцији на фолијарну примену фосфора и калијума у погледу компоненти приноса и приноса семена. Највећи утицај фолијарне примене фосфора и калијума на принос семена је забележен код сорти К-17 и виола, пре свега преко компоненти приноса као што су број цветова по цвасти, фертилност и број семена по цвасти. Такође, позитиван утицај фолијарне примене фосфора и калијума је забележен код сорте К-39 на број изданака m⁻². Утврђене разлике су пре свега

7. Дискусија

резултат различите морфологије биљних органа, нарочито корена. На сличне резултате код легуминоза указују и резултати других аутора. Према James et al. (1995) генотипске разлике у исхрани калијумом код луцерке могу бити повезане са бољим преношењем калијума до функционалних листова код неких генотипова у каснијим фазама раста. Према Hanway and Weber (1971) и White (2013), између сорти и генотипова соје постоје разлике у укупном усвајању калијума, захваљујући многим разликама у особинама сорти као што су морфологија корена, коренове длачице, коренове излучевине, кинетика усвајања калијума и кретање кроз биљку. У складу с тим, може се претпоставити, да су у овом експерименту, сорте које су ефикасније усвајале фосфор и калијум преко земљишта мање реаговале на фолијарну примену ових елемената.

Генерално посматрано, утицај фолијарне примене фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена црвене детелине је био израженији код појединачних биљака у односу на густоред усев (Графикони 20-26.). Ово се делимично може објаснити и резултатима Blum et al. (1992), према којима је усвајање калијума од стране биљака преко листова стимулисано осветљеношћу.

Посматрано по годинама, фолијарна примена фосфора и калијума је код појединачних биљака остварила највећи утицај на компоненте приноса семена у 2011. години. Код свих сорти, у 2011. години, фолијарна прихрана фосфором и калијумом је утицала на значајно повећање броја изданака по биљци, а захваљујући томе и на повећање броја цвасти по биљци. У 2010. години, позитивна реакција на фолијарну прихрану фосфором и калијумом у погледу поменутих особина је забележена код сорти К-17 и виола, а у 2012. години, једино код сорте К-39. Насупрот томе, у 2011. години, фолијарна прихрана није значајније утицала на број цвасти по изданку ни код једне сорте и ако је број цвасти по изданку у овој години био највећи. У погледу броја цветова по цвасти, само су поједине сорте у појединим годинама значајније позитивно реаговале на фолијарну прихрану фосфором и калијумом. Сорте уна и виола су у погледу броја семена по цвасти у 2011. и 2012. години позитивно реаговале на фолијарну прихрану фосфором и калијумом, док је у 2010. години забележен негативан утицај код сорти К-39 и виола. Негативан утицај фолијарне прихране фосфором и калијумом је пре свега последица смањења фертилности цветова, која је била и иначе мала услед отежаног опрашивања због честих падавина.

Све поменуто се на крају одразило и на принос семена по биљци. Фолијарна прихрана фосфором и калијумом је позитивно утицала на принос семена сорте К-39 у 2012. години када је принос био најмањи. У 2011. години позитиван утицај фолијарне примене фосфора и калијума је забележен код сорти К-17 и уна, док је у 2010. години код сорти уна и виола забележен негативан утицај. Негативан утицај фолијарне прихране на принос је пре свега последица њеног утицаја на фертилност цветова.

7.8.1. Утицај фосфора и калијума на квалитет добијеног семена

Фолијарни третман сорти црвене детелине фосфором и калијумом у овом експерименту није значајно утицао на клијавост и вигор добијеног семена у односу на контролну варијанту, без обзира на дужину периода од жетве до наклијавања. Различити аутори наводе да директна примена фосфора и калијума при наклијавању семена различитих врста биљака, може позитивно утицати на пораст изданака.

7. Дискусија

Према Zeļonka et al. (2005) облагањем семена јечма фосфором је утврђено да је у почетним фазама омотач лоше утицао на развој клице, али касније је имао позитиван утицај, што је довело до повећања приноса за 3-91%. Ali et al. (2008) наводе да је потапање семена различитих биљака у раствор фосфора пре сетве, утицало на повећање садржаја фосфора у семену и самог приноса семена. С обзиром да су фосфор и калијум, као и остали елементи у овом експерименту уношени раније, односно пре зрења семена, они нису испољили јачи утицај на клијавост и интензитет раста клијанаца.

8. ЗАКЉУЧАК

Сорте црвене детелине су у погледу компоненти приноса и приноса семена, различито реаговале на фолијарну примену минералних хранива током година у оба начина гајења. Различит утицај фолијарно примењених минералних хранива на поједине компоненте приноса по сортама се може објаснити њиховим фенотипским разликама, односно различитом развијеношћу хабитуса биљака и уделом листа у време третирања. Фолијарна примена минералних хранива је имала најизраженији утицај на сорту виола. Сорта виола је према запажањима аутора имала нешто мањи хабитус и већу олисталост у фази третирања, што је могло утицати на веће усвајање елемената, посебно у условима свакодневних кишних падавина, које су иначе отежавале фолијарну примену ђубрива.

С обзиром да су услови за успевање црвене детелине у 2011. години били најповољнији, фолијарни третмани минералним хранивима су тада дали најбоље резултате. Разлог овоме је далеко већи укупан принос семена свих сорти у 2011. години у односу на остале две године. При постизању нижих приноса семена црвене детелине (у 2010. и 2012. години), недостатак коришћених минералних хранива није био ограничавајући фактор. У случају када су други фактори били повољнији и када је принос семена био већи, ограничавајући фактор, према закону о минимуму приноса, је био снабдевеност биљке датим елементима. Подизањем нивоа ових хранива у биљкама путем фолијарне прихране, постигнут је значајно већи ефекат у односу на године када је принос иначе био низак.

Фолијарна примена кобалта код густо сејаног усева је имала позитиван утицај на вредности компоненти приноса и принос семена црвене детелине. Боља снабдевеност биљака кобалтом је утицала на раст и развој, посебно вегетативних органа. Кобалт је утицао на повећање броја изданака, а тиме и броја цвасти по јединици површине. Разлог овоме је боља снабдевеност биљака азотом услед позитивног утицаја кобалта на процес азотофиксације, на шта указује и значајно већи број нодула на корену биљака. Фолијарна примена кобалта је имала значајан позитиван утицај на број цветова по цвасти у неповољним временским условима 2010. године, када је број цветова био мањи у односу на остале године. Улога кобалта у процесима опрашивања и оплодње цветова није била од суштинског значаја, с обзиром да фолијарни третман овим елементом није значајније утицао на фертилност цветова. Принос семена сорти црвене детелине гајених у густом склопу је био већи на третману са кобалтом за 31% у односу на контролну варијанту. Највећи утицај фолијарне примене кобалта на принос семена је забележен у 2011. години, што је у највећој мери резултат већег броја изданака, броја цветова по цвасти и броја семена по цвасти. Фолијарна примена кобалта је утицала на повећање приноса крме сорти црвене детелине такође у 2011. години.

Код појединачних биљака црвене детелине, утицај фолијарног третмана кобалтом на принос и компоненте приноса семена је био још израженији у односу на густоред усев. Најизраженији утицај је фолијарна примена кобалта имала на број изданака по биљци, број цвасти по биљци и број цветова по цвасти. Фолијарна прихрана кобалтом је утицала чак и на фертилност цветова, позитивно или негативно у зависности од сорте и године. Резултати указују да се сам фолијарни третман

8. Закључак

кобалтом мора обавити опрезно у погледу примењене концентрације и количине воде.

Фолијарна примена бора код густоредог усева црвене детелине је утицала на раст и развој вегетативних и генеративних органа. Интензивнији раст биљних органа на третману са бором се може повезати са бољом снабдевеношћу биљака азотом услед појачане нодулације. Позитиван утицај фолијарне примене бора на генеративне органе је пре свега резултат веће виталности и интензитета клијања полена, као и већег присуства инсеката опрашивача. С обзиром на позитивно дејство на компоненте приноса, фолијарна примена бора је код густоредог усева црвене детелине значајно утицала на повећање приноса семена у 2011. години. Међутим, релативно повећање приноса је веће у 2010. години у односу на 2011. и 2012. годину. Добијени резултати указују да довољна обезбеђеност биљака црвене детелине бором у семенској производњи, нарочито има позитиван утицај у условима отежаног опрашивања и оплодње, услед велике количине падавина.

Позитиван утицај фолијарне примене бора је такође забележен на компоненте приноса и принос семена сорти црвене детелине гајених као појединачне биљке. Међутим, у погледу броја цветова по цвасти и броја семена по цвасти код појединих сорти у појединим годинама, супротно очекивањима, забележен је негативан утицај фолијарне примене бора. То је вероватно последица токсичног утицаја превелике дозе усвојеног бора од стране биљака, услед мање густине гајења.

Фолијарна примена фосфора и калијума код густоредог усева је имала значајан позитиван утицај на број изданака, број цвасти по јединици површине, број цветова по цвасти, број семена по цвасти и принос семена. С обзиром да фолијарна прихрана фосфором и калијумом није утицала на значајно повећање нодулације, њен позитиван утицај на раст и развој вегетативних и генеративних органа, није резултат боље снабдевености биљака азотом. Утицај фолијарног третмана фосфором и калијумом, због тога се приписује неопходности ових елемената у многим процесима у биљци као што су фотосинтеза, дисање, мембрански транспорт, метаболизам многих једињења ћелијска деоба, активација бројних ензима, развој меристемских ткива, одржавање тургорског притиска, усвајање осталих микро и макроелемената и тд.

Утицај фолијарне примене фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена црвене детелине је такође био израженији код појединачних биљака у односу на густоред усев. Позитивно деловање фолијарне примене фосфора и калијума је забележено на готово све компоненте приноса, а тиме и на сам принос семена по биљци. Међутим, код појединих сорти у 2010. години је забележен негативан утицај фолијарне примене фосфора и калијума на принос семена. То је пре свега последица смањења фертилности цветова, која је била и иначе мала услед отежаног опрашивања због честих падавина.

Фолијарни третмани кобалтом и бором су имали позитиван утицај на вигор корена клијанаца захваљујући смањењу броја тврдих семена сорти црвене детелине при старости од једног месеца. Међутим при старости семена од осам месеци, утицај фолијарне прихране кобалтом је имао негативан утицај на дужину корена. Могући разлог за то је штетно дејство кобалта у већим концентрацијама на активацију амилазе и транспорт шећера до ембриона. При старости семена од осам месеци, фолијарни третман бором је остварио значајан позитиван утицај и на масу клијанаца сорти црвене детелине. Фолијарни третман фосфором и калијумом није имао утицаја на клијавост, дормантност и вигор добијеног семена. Резултати указују да фолијарни третмани кобалтом, бором, фосфором и калијумом у току периода вегетације, нису имали штетан утицај на клијавост и виталност добијеног семена, што може додатно

8. Закључак

оправдати њихову примену у семенској производњи. Евентуалне несагласности између истраживања су последица различитих концентрација и начина примене минералних хранива, што показује да оптимизација исхране биљака и семена минералним хранивима, може позитивно утицати на клијавост семена различитих култура.

Добијени резултати указују да фолијарна примена минералних хранива у семенској производњи црвене детелине на киселим земљиштима може бити прихватљива мера. Она посебно може бити значајна у повољнијим метеоролошким условима при оптималној примени осталих агротехничких мера, када су обезбеђени остали фактори за постизање високих приноса.

9. ЛИТЕРАТУРА

- Abel S., Ticconi C.A., Delatorre C.A. (2002): Phosphate sensing in higher plants. *Physiol. Plant.*, 115(1): 1-8.
- Abou El-nour E.A.A. (2002): Can supplemented potassium foliar feeding reduce the recommended soil potassium? *Pak. J. Biol. Sci.*, 5: 259–262.
- Abusuwar A.O., Abdella A.A (2004): Effects of seedbed types and phosphorus fertilizer (TSP) on growth and yield of clitoria (*Clitoria ternata* L.). University of Khartoum J. of Agric. Investment., 2: 63-65.
- Acharya S.N., Stout D.G., Brooke B., Thompson D. (1999): Cultivar and storage effect on germination and hard seed content of alfalfa. *Can. J. Plant Sci.*, 79: 201-208.
- Agić D., Bukvić G., Grljušić S., Bešlo D., Horvatić J., Novoselović D. (2009): Effect of pH on α -amylase activity and early seedling growth of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.*, 37(2): 77-80.
- Ahmad W., Niaz A., Kanwal S., Rahmatullah M., Rasheed M.K. (2009): Role of boron in plant growth: A review. *J. Agric. Res.*, 47: 329-338.
- Aise D., Erdal S., Hasan A., Ahment M. (2011): Effects of different water, phosphorus and magnesium doses on the quality and yield factors of soybean (*Glycine max* L.) in Harran plain conditions. *Int. J. Phys. Sci.*, 6(6): 1484-1495.
- Akbar M.F., Zafar M., Abdul H.A., Ahmed M., Khaliq A., Khan R.M., Rehman Z. (2013): Interactive effect of cobalt and nitrogen on growth, nodulation, yield and protein content of field grown pea. *Hort. Environ. Biotechnol.*, 54(6): 465-474.
- Alam S.S., Moslehuddin A.Z.M., Islam M.R., Kamal A.M. (2010): Soil and foliar application of nitrogen for boro rice (BRRIIdhan 29) J. Bangladesh Agril. Univ., 8(2): 199–202.
- Ali S., Khan R.A., Mairaj G., Arif M., Fida M., Bibi S. (2008): Assessment of different crop nutrient management practices for yield improvement. *Aust. J. Crop. Sci.*, 2: 150–157.
- Amdahl H. (2011): Seed yield components in red clover. NJF Seminar 420, Herbage Seed Production. Findings from research plots to commercial seed multiplication. Nordic Association of Agricultural Scientists, Edited by Markku Niskanen and Oiva Niemeläinen, Ilmajoki, Finland, 28-29 June 2011, 7(4): 27-28.
- Amtmann A., Hammond J.P., Armengaud P., White P.J. (2006): Nutrient sensing and signalling in plants: potassium and phosphorus. *Adv. Bot. Res.*, 43: 209–257.
- Anderson D.M., Swanton C.J., Hall J.C., Mersey B.G. (1993): The influence of temperature and relative humidity on the efficacy of glufosinate-ammonium. *Weed Res.*, 33(2): 139-147.
- Anuradha K., Sarma P.S. (1995): Effect of moisture stress and applied potassium on yield and biochemical parameters of soybean in vertisols. *J. Oilseeds Res.*, 12(2): 275-278.
- Argaw A. (2012): Evaluation of Co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and Phosphate Solubilizing *Pseudomonas spp.* Effect on Soybean (*Glycine max* L.) in Assossa Area. *J. Agr. Sci. Tech.*, 14: 213-224.

- Arienzo M., Christen W. E., Quayle W., Kumar A. (2009): A review of the fate of potassium in the soil–plant system after land application of wastewaters. *J. Hazard. Mater.*, 164: 415–422.
- Asad A., Blamey C.P.F., Edwards G.D. (2003): Effects of boron foliar applications on vegetative and reproductive growth of sun-flower. *Anal. Bot.*, 92: 565–570.
- Asci O.O. (2011): Biodiversity in red clover (*Trifolium pratense* L.) collected from Turkey. I: Morpho-agronomic properties. *Afr. J. Biotechnol.*, 10(64): 14073-14079.
- Asci O.O., Acar Z., Ayan I., Basaran U., Mut H. (2011): Effect of pretreatments on seed germination rate of red clover (*Trifolium pratense* L.) populations. *Afr. J. Agric. Res.*, 613: 3055-3070.
- Ashley K.M., Grant M., Grabov A. (2006): Plant responses to potassium deficiencies: a role for potassium transport proteins. *J. Exp. Bot.*, 57(2): 425–436.
- Ates E. (2011). Influence of some hardseededness-breaking treatments on germination in persian clover (*Trifolium resupinatum* ssp. *typicum flori* Paol.) seeds. *Rom. Agric. Res.*, 28: 229-236.
- Austenfeld F.A. (1979): Effects of nickel, cobalt and chromium on net photosynthesis of primary and secondary leaves of *Phaseolus vulgaris* cultivar saxa. *Photosynthetica*, 13: 434-438.
- Aydin I., Uzun F. (2001): The effects of some applications on germination rate of gelemen clover seeds gathe red from natural vegetation in Samsun. *Pak. J. Bio. Sci.*, 4: 181-183.
- Bahaeldeen B.M., Fadlalla A.H., Elhadi A.E. (2009): Effects of seedbed preparation and potassium application on alfalfa yield. *J. Sc.Tech*, 10 (3): 1-10.
- Bakkaus E., Gouget B., Gallien J-P., Khodja H., Carrot F., Morel J-L., Collins R. (2005): Concentration and distribution of cobalt in higher plants: the use of micro-PIXE spectroscopy. *Nucl. Instr. Meth. B.*, 231: 350–356.
- Bakken A.K., Synnes M.O., Hansen S. (2004): Nitrogen fixation by red clover as related to the supply of cobalt and molybdenum from some Norwegian soils. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil Plant Sci.*, 54: 97-101.
- Balachandar D., Nagarajan P., Gunasekaran S. (2003): Effect of organic amendments and micronutrients on nodulation and yield of blackgram in acid soil. *Legume Res.*, 26(3): 192-195.
- Baloch Q.B., Chachar Q.I., Tareen M.N. (2008): Effect of foliar application of macro and micro nutrients on production of green chilies (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric. Tech.*, 4(2): 177-184.
- Balouchi H.R., Modarres Sanavy S.Y.M. (2006): Effect of gibberellic acid, prechilling, sulfuric acid and potassium nitrate on seed germination and dormancy of annual Medics. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 9(15): 2875-2880.
- Banerjee K., Sounda G., Mandal A. (2005): Effect of different levels of irrigation and cobalt on growth and nodulation of summer groundnut (*Arachis hypogaea*). *J. Inter-Academica*, 9(2): 235-241.
- Barrow N.J. (1989): Testing a mechanistic model. X. The effect of pH and electrolyte concentration on borate sorption by a soil. *J. Soil Sci.*, 40: 427-435.
- Baskin J.M., Baskin C.C. (2004): A classification system for seed dormancy. *Seed Sci. Res.*, 14: 1-16.
- Basu M., Mondal P., Datta A., Basu K.T. (2006): Effect of cobalt, *Rhizobium* and phosphobacterium inoculations on growth attributes of summer groundnut (*Arachis hypogaea* Linn.). *Env. Eco.*, 21(4): 813-816.
- Bergmann W. (1992): Nutritional disorders of plants color atlas. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, pp. 386.

- Bernie D. Longbin H. (1997): Physiological response of plants to low boron. *Plant Soil*, 193: 103-120.
- Bharati M.P., Whigham D.K., Voss R.D. (1986): Soybean response to tillage and nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization. *Agron. J.*, 78: 947-950.
- Bielińska E.J., Ćwintal M., Wilczek M. (2008): Enzymatic activity of soil as an indicator of pro-ecological values of red clover cultivation. Selected ecological issues in contemporary agriculture (in Polish). Monograph, vol. 5, PIMR, Poznań, 188-194.
- Bingham F.T., Page A.L., Coleman N.T., Flach K. (1971): Boron adsorption characteristics of selected soils from Mexico and Hawaii. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 35: 546-550.
- Blevins D.G. (1985): Role of potassium in protein metabolism in plants. In: Munson RD (ed) *Potassium in Agriculture*. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, 413-424.
- Blevins D.G., Lukaszewski M.K. (1998): Boron in plant structure and function. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 49: 481-500.
- Blum D.E., Elzenga J.T.M., Linnemeyer P.A., Van Volkenburgh E. (1992): Stimulation of growth and ion uptake in bean leaves by red and blue light. *Plant Physiol.*, 100: 1968-1975.
- Boelt B., Gislum R. (2011): Seed yield potential in red clover in Denmark. NJF Seminar 420, *Herbage Seed Production. Findings from research plots to commercial seed multiplication*. Nordic Association of Agricultural Scientists, Edited by Markku Niskanen and Oiva Niemeläinen, Ilmajoki, Finland, 28-29 June 2011, 7(4): 29-34.
- Bolan N., Adriano D., Curtin D. (2003): Soil acidification and liming interactions with nutrient and heavy metal transformation and bioavailability. *Adv. Agron.*, 1: 215-272.
- Bolanos L., Esteban C., De Lorenzo C., Fernandez-Pascual M., De Felipe R.M., Garate A., Bonilla I. (1994): Essentiality of boron for symbiotic dinitrogen fixation in pea (*Pisum sativum*) *rhizobium* nodules. *Pl. Physiol.*, 104: 85-90.
- Boller B., Tanner P., Günter S., Schubiger F.X. (2003): Description and evaluation of a collection of former Swiss red clover landraces, *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 39: 31-37.
- Boller B., Tanner P., Günter S., Schubiger F.X. (2004): Mattenkleee landraces, a valuable source of genetic variation for red clover breeding. *Grassl. Sci. Eur.*, 9: 386-388.
- Bommarco R., Lundin O., Smith H.G., Rundiof M. (2011): Drastic historic shifts in bumble-bee community composition in Sweden. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B Biological Sciences*, 279: 309-315.
- Bonilla I. (1994): Essentiality of boron for symbiotic dinitrogen fixation in pea (*Pisum sativum*) *rhizobium* nodules. *Pl. Physiol.*, 104: 85-90.
- Borkakati K., Takkar P.N. (2000): Forms of boron in acid alluvial and lateritic soils in relation to ecosystem and rainfall distribution. In: *Proceedings of International Conference on Managing Resources for Sustainable Agricultural Production in the 21st Century*. Better Crops, 2: 127-128.
- Bošnjak Đ. (1993): Productivity irrigation of alfalfa in the Vojvodina Province. *J. Sci. Agris. Res.*, 54: 193-196.
- Bošnjak Đ. (1995): Global climate changes and drought phenomenon in the Vojvodina Province. *Proceedings of the International Workshop on "Drought in the Carpatians region"* Budapest-Alsogod, Hungary, 101-105.
- Bou S.M., Wiese T.E., Nehls S., Burow M.E., Elliott S., Carter-Wientjes C.H., Shih B.Y., McLachlan J.A., Cleveland T.E. (2003): Evaluation of the estrogenic effects of legume extracts containing phytoestrogens. *J. Agric. Food Chem.*, 51(8): 2193-2199.
- Brady N.C., Weil R.R. (1999): *The Nature and Properties of Soils*. 9th Edition. Macmillan Publishing Company New York, pp. 750.

- Brauer D., Staley T. (2005): Early developmental responses of white clover root hair lengths to calcium protons, and aluminium in solution and soil cultures. *Crop Sci.*, 45: 1216-1222.
- Brink E.G., Pederson A.G., Sistani R.K., Fairbrother E.T. (2001): Uptake of selected nutrients by temperate grasses and legumes. *Agron. J.*, 93: 887–890.
- Brown P.H., Bellaloui N., Wimmer A.M., Bassil S. E., Ruiz J., Hu H., Pfeffer H., Dannel F., Romheld V. (2002): Boron in plant biology. *Plant Biol.*, 4: 205–223.
- Brown P.H., Hu H. (1997): Does boron play only a structural role in the growing tissues of higher plants. – In: Ando, T., Fujita, K., Mae, T., Matsumoto, H., Mori, S., Sekiya, J. (ed.): *Plant nutrition for sustainable food production and environment*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, pp. 63-67.
- Burman U., Garg K.B., Kathju S. (2004): Interactive effects of thiourea and phosphorus on clusterbean under water stress. *Biol. Plant.*, 48(1): 61-65.
- Cakmak I. (2005): The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 168: 521–530.
- Can E., Celiktas N., Hatipoglu R., Avci S. (2009). Breaking seed dormancy of some annual *Medicago* and *Trifolium* species by different treatments. *Turkish J. Field Crops*, 14(2): 72-78.
- Cassman K.G., Whitney A.S., Stockinger K.R. (1980). Root growth and dry matter distribution of soyabean as affected by phosphorus stress, nodulation, and nitrogen source. *Crop Sci.*, 20: 239-244.
- Ceyhan E., Onder M., Harmankaya M., Gezgin S. (2007): Response of chickpea cultivars to application of boron in boron-deficient calcareous soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 38: 1-19.
- Chatterjee C., Gopal R., Dube K.B. (2006): Physiological and biochemical responses of french bean to excess cobalt. *J. Plant Nutr.*, 29: 127–136.
- Chatterjee J., Chatterjee C. (2005): Deterioration of fruit quality of tomato by excess cobalt and its amelioration. *Commun. Soil Sci. Plan.*, 36: 1931–1945.
- Chernobrovkina P.N., Titov F.A., Robonen V.E., Morozov K.A. (2012): Effect of boric acid on the abilizy of plants to accumulate heavy metals. *Russ. J. Ecol.*, 43(1): 32-35.
- Chiezey U.F., Odunze A.C. (2009): Soybean response to application of poultry manure and phosphorus fertilizer in the sub-humid savanna of Nigeria. *J. Ecol. Nat. Environ.*, 1(2): 25-31.
- Ciamporová M. (2002): Morphological and structural responses of plant roots to aluminum at organ, tissue, and cellular levels. *Biol. Plant.*, 45: 161-171.
- Coale F.J., Grove J.H. (1990): Root distribution and shoot development in no-till full season and double-crop soybean. *Agron. J.*, 82: 606–612.
- Colgecen H., Buyukkartal H.N., Toker M.C. (2008). In vitro germination and structure of hard seed testa of natural tetraploid *Trifolium pratense* L. *African J. Biotechnol.*, 7(10): 1473-1478.
- Collins N.R., Kinsela S.A. (2011): Pedogenic factors and measurements of the plant uptake of cobalt. *Plant soil*, 339: 499-512.
- Cordell D., Drangert J.O., White S. (2009): The story of phosphorus: Global food security and food for thought. *Global Environ. Change*, 19: 292–305.
- Crozier C.R., Walls B., Hardy H.D., Barnes S.J. (2004): Response of cotton to P and K soil fertility gradients in North Carolina. *J. Cotton Sci.*, 8: 130-141.
- Ćupina B., Erić P., Vasiljević S., Milić D. (2004): Effect of mineral nutrition on red clover forage production. *Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation*, Luzern, Swizerland, 21-24 June 2004., 933-935.

- Ćwintal M., Sowa P., Goliasz S. (2010): Influence of microelements (B, Mo) and laser stimulation on sowing value of red clover seeds. *Acta Agrophys.*, 15(1): 65-76.
- Ćwintal M., Wilczek M., Dudziński K. (2013): Consequential effect of feeding red clover seed crop with boron and molybdenum on the content of organic and mineral components in plants. *Acta Agrophys.*, 20(1): 69-76.
- Da Silva H.D., Rossi L.M., Boaretto E.A., Nogueira L.N., Muraoka T. (2008): Boron affects the growth and ultrastructure of castor bean plants. *Sci. Agric.*, 65(6): 659-664.
- Dabkeviciene G., Butkute B., Lemeziene N., Jakstas V., Vilcinskis E., Janulis V. (2012): Distribution of formononetin, daidzein and genistein in *Trifolium species* and their aerial plant parts. *Chemija*, 23: 306-311.
- Danilova T.A., Tischenko I.V., Demkina E.N. (1970): Distribution and movement of cobalt in leguminous plants. *Agrokhimiya* 2: 100.
- Das D.K. (2000): *Micronutrients: Their behaviour in soil and plants*. Kalyani Publishers, UP, India, pp.307.
- Dear S.B., Lipsett J. (1987): The effect of boron supply on the growth and seed production of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). *Aust. J. Agric. Res.*, 38: 537-546.
- Dell B., Huang L. (1997): Physiological response of plants to low boron. *Plant Soil*, 193: 103-120.
- Dell B., Huang L., Bell W.R. (2002): Boron in plant reproduction. In H.E. Goldbach et al. (ed.) *Boron in plant and animal nutrition*. Kluwer Academic/Pleum Publ., New York. pp. 103-117.
- Delwiche C.C., Johnson M.C., Reisenauer M.H. (1960): Influence of cobalt on nitrogen fixation by *Medicago*. *Plant Physiol.*, 36(1): 73-78.
- Dembitsky V.M., Smoum R., Al-Quntar A.A., Ali H.A., Pergament I., Srebnik M. (2002): Natural occurrence of boron-containing compounds in plants, algae and microorganisms. *Plant Sci.*, 163: 931-942.
- Desai B.B., Kotecha P.M., Salunkhe D.K. (1997). *Seeds Handbook Biology, Production, Processing, and Storage*. New York, USA, 627.
- Diana G. (2006). Boron in the soil, from deficit to toxicity. *Informatore Agrario*, 62: 54-58.
- Dilworth J.M., Robson D.A., Chatel L.D. (1979): Cobalt and nitrogen fixation in *Lupinus angustifolius* L. II Nodule formation and function. *New Phytol.*, 83: 63-79.
- Dixit S.P., Sharma P.K. (1993): Effect of lime and potassium on yield and uptake of nutrients in wheat (*Triticum aestivum*), soybean (*Glycine max*), linseed (*Linum usitatissimum*) cropping sequence in an acid alfisol. *Indian J. Agr. Sci.*, 63(6): 333-339.
- Dordas C. (2006): Foliar boron application improves seed set, seed yield, and seed quality of alfalfa. *Agron. J.*, 98: 907-913.
- Dos Santos R.A., De Mattos T., Da Silva Almeida A., Monteiro A.F., Correa D.B., Gupta C.U. (2004): Boron nutrition and yield of alfalfa cultivar crioula in relation to boron supply. *Sci. Agric.*, 61: 496-500.
- Dreyer I., Uozumi N. (2011): Potassium channels in plant cells. *FEBS Journal*, 278: 4293-4303.
- Drobna J. (2009): Yield and forage quality of Romanian red clover (*Trifolium pratense* L.) varieties studied in Slovakia. *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj Napoca*, 37(1): 204-208.
- Du W., Tian X., Yue Y., Lu J. (2013): Isoflavone content in red clover (*Trifolium pratense* L.) as related to nitrogen and phosphorus application rate. *Chil. J. Agric. Res.*, 73(4): 372-376.
- Dugger W.M. (1983): Boron in plant metabolism. In *Encyclopedia of Plant Physiology*, New Series, Eds. A. Lauchli and R. L. Bielecki, Springer-Verlag, Berlin, 15: 626-650.
- Duke S.H., Collins M. (1985): Role of potassium in legume dinitrogen fixation. In: Munson RD (ed) *Potassium in Agriculture*. ASA-CSSA-SSSA, Madison, 443-465.

- Duncan D., Woodmansee R. (1975): forecasting forage yield from precipitation in California's annual rangeland. *J. Range Manage.*, 28(4): 327-329.
- Elgersma and Van Wijk (1997): Breeding for higher seed yields in grasses and forage legumes. In: Fairey D.T. and Hampton J.G. Forage seed production. Temperate species, 1: 243-270.
- El-Sheekh M.M., El-Naggar A.H., Osman M.E.H. (2003): Effect of cobalt on growth, pigment and the photosynthetic electron transport in *Monoraphidium minutum* and *Nitzhia perminuta*. *Braz. J. Plant Physiol.*, 15: 159-166.
- Fageria N.K. (2009): The use of nutrients in crop plants. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Fageria N.K., Baligar V.C., Jones C.A. (2011): Growth and mineral nutrition of field crops. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Farooq M., Rehman A., Aziz T., Habib M. (2011): Boron nutrimpriming improves the germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *J. Plant Nutr.*, 34:1507–1515.
- Farooq M., Wahid A., Kadambot H., Siddique M. (2012): Micronutrient application through seed treatments - a review. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 12(1): 125-142
- Faucon M.P., Colinet G., Mahy G., Luhembwe M.N., Verbruggen N., Meerts P. (2009): Soil influence on Cu and Co uptake and plant size in the cuprophytes *Crepidiorhopalon perennis* and *C. tenuis* (*Scrophulariaceae*) in SC Africa. *Plant Soil*, 317(1–2): 201–212.
- Fischer R.A. (1968): Stomatal opening: role of potassium uptake by guard cells. *Science*, 160: 784-785.
- Fleischer A., O' Neill M.A., Ehwald R. (1999): The pore size of nongraminaceous plant cell walls is rapidly decreased by borate ester crosslinking of the pectic polysaccharide rhamnogalacturonan II. *Plant Physiol.*, 12: 829-838.
- Foy C.D. (1988): Plant adaptation to acid aluminium toxic soils. *Common. Soil. Sci. Plant Anal.*, 19: 959-987.
- Furihata T., Suzuki M., Sakurai H. (1992): Kinetic characterization of two phosphate uptake systems with different affinities in suspension-cultured *Catharanthus roseus* protoplasts. *Plant Cell Physiol.*, 33: 1151–1157.
- Furlani A.M.C. (2004): Nutrição mineral. In: Kerbauy, G.B. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 40-75.
- Gaue R., Ingwersen B., (2003): Methods and results of red clover breeding at the Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG, Czech J. Genet. Plant Breed., 39: 86-90.
- Gitari J.N, Mureithi J.G. (2003): Effect of phosphorus fertilization on legume nodule formation and biomass production in Mount Kenya Region. *East Afr. Agric. For. J.*, 69(1): 183-187.
- Gladstones S.J., Loneragan F.J., Godchild A.N. (1977): Field responses to cobalt and molybdenum by different legume species, with inferences on the role of cobalt in legume growth. *Aust. J. Exp. Agric.*, 25(3): 588-594.
- Glenn A., Dilworth M.J. (1994): The life of root nodule bacteria in the acids underground. *FEMS Microbiol*, 123: 1-10.
- Golaszewska K., Purwin C., Pysera B., Wierzbowska J., Golaszewski J. (2010): Yields and quality of green forage from red clover di- and tetraploid forms. *J. Elem.*, 5(4): 757-770.
- Goldbach H.E., Yu. Q., Wingender R., Schulz M., Wimmer M., Findeklee P., Baluka F. (2001): Rapid response reactions of roots to boron deprivation. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 164: 173–181.
- Goldberg S., Glaubig R.A. (1986): Boron adsorption on California soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50: 1173-1176.

- Goldberg S., Lesch S., Suarez D. (2002): Predicting molybdenum adsorption by soils using soil chemical parameters in the constant capacitance model. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66: 1836-1842.
- Gopal R., Dube B.K., Sinha P., Chatterjee C. (2003): Cobalt toxicity effects on growth and metabolism of tomato. *Commun Soil Sci. Plant Anal.*, 34(5–6): 619–628.
- Graham P.H. (1992): Stress tolerance in *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* and nodulation under adverse soil conditions. *Can. J. Microbiol.*, 38: 475-484.
- Greene S.L., Gritsenko M., Vandemark G. (2004): Relating morphologic and RAPD marker variation to collection site environment in wild populations of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Genet. Resour. Crop Environ.*, 51(6): 643-653.
- Gremigni P., Wong T.F.M., Edwards K.N., Harris D., Hamblin J. (2001): Potassium nutrition effects on seed alkaloid concentrations, yield and mineral content of lupins (*Lupinus angustifolius*). *Plant Soil*, 234: 131–142.
- Grewal H.S, Williams R. (2002): Influence of potassium fertilization on leaf to stem ratio, nodulation, herbage yield, leaf drop and common leaf spot disease of alfalfa. *J. Plant Nutr.*, 25: 781–795.
- Gu W.Y. (2007): Isoflavone concentration in red clover callus as affected by different explants and callus types. *Grassland and Turf*, 27(4): 73-75.
- Guglielminetti L., Busilacchi A.H., Alpi A. (2000): Effect of anoxia on α -amylase induction in maize caryopsis. *J. Plant Res.*, 113: 185–92.
- Gupta U.C. (1993): Factors affecting boron uptake by plants. Boron and its role in crop production, Boca Ration: CRC Press Inc., 87-104.
- Gutierrez-Boem, F, Thomas, G.W. (1998): Phosphorus nutrition affects wheat responses to water deficits. *Agron. J.*, 90: 166-171.
- Hacquet J. (1990): Genetic variability and climatic factors affecting lucerne seed production. *J. Appl. Seed Prod.*, 8: 59–67.
- Hala (2007): Effect of cobalt fertilizer on growth, yield and nutrients status of faba bean (*Vicia faba* L.) plants. *J. Appl. Sci. Res.*, 3(9): 867-872.
- Hamayun M., Khan A.S., Khan L.A., Shinwari K.Z., Ahmad N., Kim Y-H., Lee I-J. (2011): Effect of foliar and soil application of nitrogen, phosphorus and potassium on yield components of lentil. *Pak. J. Bot.*, 43(1): 391-396.
- Hansen J.C., Cade-Menun B.J., Strawn D.G. (2004): Phosphorus speciation in manure-amended alkaline soils. *J. Environ Qual.*, 33: 1521–1527.
- Hanson B. (1991): Regulated deficit irrigation of alfalfa. International Seminar on Efficient Water Use, Water of Agriculture, Mexico City, Mexico's National Water Comision (CNA). www.unesco.org.uy
- Hanson E.J., Chaplin M.H., Breen P.J. (1985): Movement of foliar applied boron out of leaves and accumulation in flower buds and flower parts of "Italian" prune. *Hort. Science*, 20: 747-748.
- Hanway J.J., Weber C.R. (1971): Accumulation of N, P, and K by soybean (*Glycine max* L.) plants. *Agron. J.*, 63: 406–408.
- Haq M.U., Mallarino A.P. (2005): Response of soybean grain oil and protein concentration to foliar and soil fertilization. *Agron. J.*, 97: 910–918
- Hauptvogel R. (2003): Strategy of lucerne breeding and in abiotic stress. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 39: 163-167.
- Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L., Nelson W.L. (2005): Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management. 7 ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, pp. 515.
- He D.J., Yang Q., Xue S.P., Geng N. (1998): Computer vision for colour sorting of fresh fruits. *T. Chin. Soc. Agr. Eng.*, 14(3): 202–205.

9. Литература

- Hégh-Jensen H., Fabricius V., Schjoerring K.J. (2001): Regrowth and nutrient composition of different plant organs in grass-clover canopies as affected by phosphorus and potassium availability. *Ann. Biol.*, 88: 153-162.
- Helgadottir A. (1996): Legumes in Icelandic agriculture. *Grassland and land use systems. Grassl. Sci. Eur.*, 1: 741-745.
- Hellsten A., Huss-Daness K. (2000): Interaction Effects of Nitrogen and Phosphorus on Nodulation in Red Clover (*Trifolium pratense* L.). *Acta Agr. Scand.*, 50: 135-142.
- Hening H., Patrick H.B. (1997): Absorption of boron by plant roots. *Plant Soil*, 193: 49–58.
- Herrmann D., Boller B., Studer B., Widmer F., Kolliker R. (2006): QTL analysis of seed yield components in red clover (*Trifolium pratense* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 112 (3): 536-545.
- Herrmann D., Boller B., Widmer F., Kölliker R. (2003): Genetic characterisation and potential origin of swiss red clover landraces (*Trifolium pratense* L.), *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 39: 120-124.
- Hinsinger P., Bengough A.G., Vetterlein D., Young I.M. (2009): Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry, and ecological relevance. *Plant Soil*, 321: 117–152.
- Hirpara K.D., Ramoliya P.J., Patel A.D., Pandey A.N (2005): Effect of salinisation of soil on growth and macro- and micro-nutrient accumulation in seedlings of *Butea monosperma* (*Fabaceae*). *An. Biol.*, 27: 3-14.
- Hoelt R.G., Nafziger E.D., Johnson R.R. and Aldrich R. (2000). *Modern Corn and Soybean Production*. MCSP Publications, USA, pp 353.
- Høgh-Jensen H., Schjoerring J.K., Soussana J.F. (2002): The influence of phosphorus deficiency on growth and nitrogen fixation of white clover plants. *Ann. Bot.* 90: 745–753.
- Holford I.C.R. (1997): Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. *Aust. J. Soil Res.*, 35: 227–239.
- Hopkins A., Adamson A.H., Bowling P.J. (1994): Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen, 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. *Grass Forage Sci.*, 49: 9–20,
- Iannucci A., Di Fonzo N., Martiniello P. (2002): Aflalfa (*Medicago sativa* L.) seed yield and quality under different forage management systems and irrigation treatments in a Mediterranean environment. *Field Crops Res.*, 78: 65–74
- Ibrikci H., Ryan J., Ulger A.C., Buyuk G., Cakir B., Korkmaz K., Karnez E., Ozgenturk G., Konuskan O. (2005): Maintenance of phosphorus fertilizer and residual phosphorus effect on corn production. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 72(3): 279-286.
- Isherwood K.F. (2000): *Mineral fertilizer use and the environment*. International Fertilizer Industry Association, United Nations Environment Programme, Paris.
- Ishii T., Matsunaga T., Hayashi N. (2001): Formation of rhamnogalacturonan II: borate dimer in pectin determines cell wall thickness of pumpkin tissue. *Plant Physiol.*, 126: 1698-1705.
- Israel W. D. (1987): Investigation of the Role of Phosphorus in Symbiotic Dinitrogen fixation. *Plant Physiol.*, 84: 835-840.
- ISTA (2011): *International rules for seed testing*. International Seed Testing Association. Zurich, Austria, pp. 1–45.
- Jacob I., Hartmann S., Schubiger F.X., Struck C. (2010): Genetic diversity of red clover varieties listed in Germany concerning the resistance to Southern Anthracnose. *Grassl. Sci. Eur.*, 15: 334-336.
- Jain V. Nainawatee S. H. (2000): Cobalt reduces nitrate inhibition of nodulation in mungbean (*Vigna radiata*). *Biol. Fertil. Soils.*, 31: 522-524.

- Jakobsen I. (1985): The role of phosphorus in nitrogen fixation by young pea plants (*Pisum sativum*). *Physiol. Plant.*, 64: 190-196.
- Jamal Z., Hamayun M., Ahmad N., Chaudhary M.F (2006): Effect of soil and foliar application of different concentrations of NPK and foliar application of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ on different parameters in wheat. *J. Agron.*, 5(2): 251-256.
- James D.W., Tindall T.A., Hurst C.J., Hussein A.N. (1995): Alfalfa cultivar responses to phosphorus and potassium deficiency: *Biomass. J. Plant Nutr.*, 18: 2431–2445.
- Janzen H.H., McGinn S.M. (1991): Volatile loss of nitrogen during decomposition of legume green manure. *Soil Biol. Biochem.*, 23: 291-297.
- Jayakumar K., Jallel A.C. (2009): Uptake and accumulation of cobalt in plants: a study based on exogenous cobalt in soyabean. *Botany Res. Int.*, 2(4): 310-314.
- Jayakumar K., Jallel A.C., Vijayarangan P. (2007): Changes in growth, biochemical constituents and antioxidant potentials in radish (*Raphanus sativus* L.) under cobalt stress. *Turk. J. Bot.*, 31: 127-136.
- Jensen H.H. (2003): The effect of potassium deficiency on growth and N_2 -fixation in *Trifolium repens*. *Physiol. Plant.*, 119: 440-449.
- Jianbo S., Lixing Y., Junling Z., Haigang L., Zhaohai B., Xinping C., Weifeng Z., Fusuo Z. (2011): Phosphorus dynamics: from soil to plant. *Plant Physiol.*, 156: 997–1005.
- Johnson C.W., Wear I.J. (1966): Effect of boron on white clover (*Trifolium repens* L.) seed production. *Agron. J.*, 59(2): 205-206.
- Johnson G. (2006): Pakistan citrus industry challenges: Opportunities for Australia-Pakistan collaboration in research, development and extension. Islamabad, Pakistan.
- Julen G. (1956): Practical aspects of tetraploid clover. *Proceedings of the 7th international grasslands kongress*, 471-478.
- Katkar R.N., Turkhede B.A., Solanke M.V. (2002): Effect of foliar sprays of nutrients and chemicals on yield and quality of cotton under rain fed condition. *Res. Crop.*, 3: 27-29.
- Kenesarina N.A. (1972): The effect of mineral fertilizers on cobalt content in potato plants. *Izv. Akad. Nauk. Kaz. SSR. Ser. Biol.* 6: 31-35.
- Keren R., Bingham F.T. (1985): Boron in water, soils, and plants. *Adv. Soil Sci.*, 1: 229-276.
- Kimura E., Islam A.M. (2012): Seed scarification methods and their use in forage legumes. *Res. J. Seed Sci.*, 5: 38-50.
- Klessa D.A., Dixon J., Voss R.C. (1989): Soil and agronomic factors influencing the cobalt content of herbage. *Res. Dev. Agric.*, 6(1): 25–35.
- Kobayashi M., Matoh T., Azuma J. (1996): Two chains of rhamnogalacturonan II are cross-linked by borate-diol ester bonds in higher plant cell walls. *Plant Physiol.*, 110: 1017-1020.
- Kochian L.V. (1995): Cellular mechanisms of aluminium toxicity and resistance in plants. *Annu. Rev. Plant. Phys. Plant Mol. Biol.*, 46: 237-260
- Koontz H., Biddulph O. (1957): Factors affecting absorption and translocation of foliar applied phosphorus. *Plant Physiol.*, 32: 463-470.
- Kukier U., Peters C.A., Chaney R.L., Angle J.S., Roseberg R.J. (2004): The effect of pH on metal accumulation in two *Alyssum* species. *J. Environ Qual.*, 33: 2090–2102.
- Laila M.H., Nadia G. (2002): Effect of cobalt fertilization on the yield, quality and the essential oil composition of parsley leaves. *Arab Univ. J. Agric. Sci., Ain Shams Univ., Cairo*, 10: 803-829.
- Lambers H., Shane M.W., Cramer M.D., Pearse S.J., Veneklaas E.J. (2006): Root structure and functioning for efficient acquisition of phosphorus: matching morphological and physiological traits. *Ann. Bot.*, 98: 693–71.

9. Литература

- Lambert H.D., Cole J.H., Baker E.D. (1980): The role of boron in plant response to mycorrhizal infection. *Plant Soil*, 57: 431-438.
- Lannucci A., Martinello P. (1998): Analysis of seed yield components in four Mediterranean annual clovers. *Field crops res.*, 55: 235-243.
- Lester E.G., Jifon L.J., Makus J. D. (2010): Impact of Potassium Nutrition on Food Quality of Fruits and Vegetables: A Condensed and Concise Review of the Literature. *Better Crops*, 94(1): 18-21.
- Lester G.E., Jifon L. J., Stewart M. W. (2007): Foliar potassium improves cantaloupe marketable and nutritional quality. *Better Crops*, 91:(1): 24-25.
- Lester G.E., Jifon L.J., Makus J.D. (2006): Supplemental foliar potassium applications with or without a surfactant can enhance netted muskmelon quality. *Hort. Science*, 41: 741-744.
- Lewis D.C., Hawthorne A.W. (1996): Critical plant and seed concentrations of phosphorus and zinc for predicting response of faba beans (*Vicia faba*). *Aust. J. Exp. Agric.*, 36(4): 479-484.
- Lewis H.D. (1980): Are there inter-relations between the metabolic role of boron, synthesis of phenolic phytoalexins and the germination of pollen? *New Phytol.*, 84: 261-270
- Li H.F., Gray C., Mico C., Zhao F.J., McGrath S.P. (2009): Phytotoxicity and bioavailability of cobalt to plants in a range of soils. *Chemosphere*, 75(7): 979–986.
- Li R., Volenec J.J., Joern C.B., Cunningham M.S. (1996): Seasonal Changes in Nonstructural Carbohydrates, Protein, and Macronutrients in Roots of Alfalfa, Red Clover, Sweetclover, and Birdsfoot Trefoil. *Crop Sci.*, 36: 617-623.
- Li Z., McLaren R.G., Metherell A.K. (2004): The availability of native and applied soil cobalt to ryegrass in relation to soil cobalt and manganese status and other soil properties. *NZ. J. Agric. Res.*, 47(1): 33–43.
- Lichtenhaler H.K., Babani F. (2004): Light Adaptation and Senescence of the Photosynthetic Apparatus: Changes in Pigment Composition, Chlorophyll Fluorescence Parameters and Photosynthetic Activity. In Papageorgiu E, Govindjee C.G. (Eds.), *Chlorophyll a Fluorescence: A Signature of Photosynthesis*. Dordrecht, The Netherlands, Springer, 713-736.
- Lindström E.M.B., Frankow-Lindberg E.B., Dahlin S.A., Watson A.C., Wivstad M. (2014): Red clover increases micronutrient concentrations in forage mixtures. *Field Crops Res.*, 169: 99–106.
- Lindström M.E.B., Frankow-Lindberg E.B., Dahlin S.A., Wivstad M., Watson A.C. (2013): Micronutrient concentrations in relation to phenological development of red clover (*Trifolium pratense* L.), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and timothy (*Phleum pratense* L.). *Grass Forage Sci.*, 69: 276–284.
- Linse L., Oborn I., Sinclair A.H. (2010): The role of boron in biological systems with focus on legumes in crop production – a review. In: Perkins G.L. (ed.) *Boron: compounds, production and application*, 557–580.
- Linu M. S., Stephen J., Jisha M. S. (2009): Phosphate Solubilizing *Gluconacetobacter sp.*, *Burkholderia sp.* and their Potential Interaction with Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Intern. J. Agric. Res.*, 4(2): 79-87.
- Lipskaya G.A. (1972): Accumulation of chlorophyll in chloroplasts of cucumber leaves under the effect of cobalt and manganese applied separately and together. *Biol. Nauki.*, 15: 90-94.
- Liu D.H., Jiang W.S., Tong S.M., Zhai L. (1994): Effects of Mg and Co on cell division and nucleolar cycle during mitosis in root tip cells of *Allium cepa*. *Israel J. Plant Sci.*, 42: 235-243.

- Liu G., Zhang X. (2005): Effects of combined application of B, Mo and Zn fertilizers on yield and crude protein content of lucerne. *Grassland (China)*, 27: 13-18.
- Loomis W.D., Durst W.R. (1992): Chemistry and biology of boron. *Bio Factors*, 4: 229-239.
- López R., Alvear M., Gianfreda L. Mora M. (2007): Molybdenum availability in Andisols and its effect on biological parameters of soil and red clover (*Trifolium pratense* L.). *Soil Sci.*, 172(11): 913-924.
- Lovatt C.J. (1985): Evolution of xylem resulted in a requirement of boron in the apical meristems of vascular plants. *New Phytol.*, 99: 509-523.
- Ipha Y.K., Robert A., Joshua K., Lucky O. (2007): Influence of phosphorus application on growth and yield of soybean genotypes in the tropical savannas of northeast Nigeria. *Arch. Agron. Soil Sci.*, 53(5): 539-552.
- Ma Q., Longnecker N., Dracup M. (1997): Nitrogen deficiency slows leaf development and delays flowering in narrow-leafed lupin. *Ann. Bot.*, 79: 403-409.
- Maathuis F.J. (2009): Physiological functions of mineral macronutrients. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 12: 250-258.
- Mallarino A.P., Webb J.R., Blackmer A.M. (1991): Corn and soybean yield during 11 years of phosphorus and potassium fertilization on a high-testing soil. *J. Prod. Agric.*, 4(3): 312-317.
- Mandić V., Krnjaja V., Bijelić Z., Tomić Z., Simić A., Ružić Muslić D., Stanojković A. (2014): Genetic variability of red clover seedlings in relation to salt stress. *Biotechnol. Anim. Husband.*, 30(3): 529-538.
- Mandić V., Tomić Z., Krnjaja V., Bijelić Z., Žujović M., Simić A., Prodanović S. (2011): Effect of acid stress on germination and early seedling growth of red clover. *Biotechnol. Anim. Husband.*, 27(3): 1295-1303.
- Manning C.A.D. (2009): Mineral sources of potassium for plant nutrition. *Agron. Sustain. Dev.*, 30(2): 281-294.
- Marschner H. (1995): Functions of mineral nutrients: macronutrients. In: H. Marschner (ed.). *Mineral nutrition of higher plants* 2nd Edition. Academic Press, N.Y., 299-312.
- Marshall A.H., Khrbeeth H.K., Hidesd.H. (1991): Influence of boron on the reproductive growth on white clover (*Trifolium repens* L.) cultivars. *Ann. Appl. Biol.*, 119: 541-548.
- Masuthi D.A., Vyakaranahal S. B., Deshpande K.V. (2009): Influence of pelleting with micronutrients and botanical on growth, seed yield and quality of vegetable cowpea. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 22: 898-900.
- Mathur N., Singh J., Bohra S., Bohra A., Vyas A. (2006): Effect of soil compaction potassium and cobalt on growth and yield of moth bean. *Int. J. Soil Sci.*, 1(3): 269-271.
- Matoh T., Tadasaki M., Kobayashi M., Takabe K. (2000): Boron nutrition of cultured tobacco BY-2 cells. III. Characterization of the boron-rhamnogalacturonan II complex in cells acclimated to low levels of boron. *Plant Cell Physiol.*, 41: 363-366.
- Matsumoto H. (2000): Cell biology of aluminum toxicity and tolerance in higher plants. *Int. Rev. Cytol.*, 200:1-46.
- Matsunaga T., Ishii T. (2004): Characterization of metal binding properties of rhamnogalacturonan II from plant cell walls by size exclusion HPLC/ICPMS, *Anal. Sci.*, 20: 1389-1393.
- Mattos Júnior D., Quaggio J.A., Cantarella H. (2001): Calagem e adubação dos citros. *Informe Agropecuário*, 22: 39-46.
- Mazher A.M., Zaghoul S.M., Yassen A.A. (2006): Impact of boron fertilizer on growth and chemical constituents of *Taxodium distichum* grown under water regime. *World. J. Agric. Sci.*, 2: 412-420.

- McKenzie R.M. (1972): The manganese oxides in soils: A review. *Bodenk. and Pflanzenernahr*, 131: 221-242.
- McLaren R.G., Lawson D.M., Swift R.S. (1987): The availability to pasture plants of native and applied soil cobalt in relation to extractable soil cobalt and other soil properties. *J. Sci. Food Agric.*, 39(2): 101–112.
- Medeiros R.B., Jacques A.V.A., Nabinger C. (1995): Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed production under different row spacing and plant population in the seeding year. p. 331–335. In W. Schøberlein (ed.) *Yield and quality in herbage seed production*. Proc. of the 3rd Int. Herbage Seed Conf., Halle (Saale), Germany, 18–23 June. Martin Luther Univ., Wittenberg, Halle, Germany.
- Mengel K., Kirkby A.E. (2001): *Principles of plant nutrition*, 5th ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 849.
- Mengel K., Steffens D. (1985): Potassium uptake of rye-grass (*Lolium perenne*) and red clover (*Trifolium pratense*) as related to root parameters. *Biol. Fert. Soils*, 1: 53-58.
- Merryweather J., Fitter A. (1996): Phosphorus nutrition of an obligatory mycorrhizal plant treated with the fungicide benomyl in the field. *New Phytol.*, 132: 307-311.
- Metin Ö., Mazumder V., Özkar S., Sun S. (2010): Monodisperse Nickel Nanoparticles and Their Catalysis in Hydrolytic Dehydrogenation of Ammonia Borane. *J. Am. Chem. Soc.*, 132(5): 1468–1469.
- Mezuman U., Keren R. (1981): Boron adsorption by soils using a phenomenological adsorption equation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45: 722-726.
- Mihovski T., Chourcova B., Mitev D. (2011): Comparative study of different varieties of red clover in Bulgarian conditions. *Agric. Sci. Technol.*, 3(2): 130-133.
- Milivojević D.B., Nikolić B.R. (1998): Effects of diquat on pigment-protein complexes of thylakoid membranes in soybean and maize plants. *Biol. Plant.*, 41(4): 597- 600.
- Misra D., Patil B. (1987): Effect of boron on seed yield in lucern (*Medicago sativa* L.), *Crop Sci.*, 158: 34.
- Mona E.E., Ibrahim S.A., Manal F.M. (2012): Combined effect of NPK levels and foliar nutritional compounds on growth and yield parameters of potato plants (*Solanum tuberosum* L.). *Afr. J. Micro. Res.*, 6(24): 5100-5109.
- Montardo P.D., Agnol D.M., Crusius F.A., Paim R.N. (2003): Path analysis for seed production in red clover (*Trifolium pratense*). *R. Bras. Zootec*, 32: 1076-1082.
- Muir P.J., Pitman D.W., Coombs F.D. (2001): Seeding Rate, Phosphorus Fertilization, and Location Effects on ‘Armadillo’ Burr Medic. *Agron. J.*, 93: 1269-1275.
- Nadia G. (2006): Increasing the efficiency of nitrogen fertilization through cobalt application to Pea plant. *Res. J. Agric. Biol. Sci.*, 2(6): 433-442.
- Nadia G. (2012): Role and importance of cobalt nutrition on groundnut (*Arachis hypogaea*) production. *World Appl. Sci. J.*, 20 (3): 359-367.
- Nadian H., Barzegar R.A., Rouzitalab P., Herbert J.S., Hashemi M.A. (2005): Soil compaction, organic matter, and phosphorus addition effects on growth and phosphorus accumulation of clover. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 36: 1327-1335.
- Nelson KA, Motavalli PP, Nathan M (2005): Response of no-till soybean [*Glycine max* (L.) Merr] to timing of preplant and foliar potassium applications in a claypan soil. *Agron. J.*, 97: 832–838.
- Niaz A., Ranjha M.A., Rahmatullah H.A., Waqas M. (2007): Boron status of soils as affected by different soil characteristics—pH, CaCO₃, organic matter and clay contents. *Pak. J. Agr. Sci.*, 44: 428-435.
- Noack R.S., McBeath M.T., McLaughlin J.M. (2011): Potential for foliar phosphorus fertilisation of dryland cereal crops. *Crop Pasture Sci.*, 61(8): 659-669.

- Noppakoonwong R.N., Rerkasem B., Bell R.W., Dell B., Loneragan J.F. (1997): Prognosis and diagnosis of boron deficiency in black gram (*Vigna mungo* L. Hepper) in the field by using plant analysis. In Proceeding of Boron in Soils and Plants. Eds. R W. Bell and B. Rerkasem. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Nyomora A.M.S., Brown H.P., Freeman M. (1997): Fall foliar-applied boron increases tissue boron concentration and nut set of almonds. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 122: 405–409.
- Okalebo P.L., Woomeer C.O., Othieno S.O., Gudu A.O., Nekesa P.O., Kisinyo W., Ngetich D., Lesueur P., Pypers B., Vanleuwe R., Merckx C., Serem J., Bashir D., Mbakaya B., Amar A., Ekwamu M., Bekunda J., Ojiem M., Osundwa A. (2009): Some current efforts to raise maize and grain legume yields through expanded fertilizer and agricultural lime applications on acid soils of W. Kenya. Paper Presented at the 25th Conference of Soil Science Society of East Africa. 7-11 December, Moshi, Tanzania.
- Olar V.M., Olar M., Sima N., Olar V., Mihai G., Ciornei V. D. (2010): Research on biological aspects and technological factors affecting seed production in perennial leguminous for grassland. *Res. J. Agr. Sci.*, 42(1): 521-525.
- Oliva N.R., Steiner J.J., Young C.W. (1994): Red clover seed production: II. Plant water status on yield and yield components. *Crop Sci.*, 34: 184-192.
- Osztoics E., Csatho P., Csillag J., Radimsky L., Baczo G., Magyar M., Rajaki-Vegh K., Karatsonyi M., Takacs T., Lukacs A., Laszlo-Nagy K. (2006): Effect of five phosphate rocks on red clover (*Trifolium pratense* L.) yield in pot trial. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 37: 2713-2724.
- Ozanne P.G., Greenwood E.A.N., Shaw T.C. (1963): The cobalt requirement of subterranean clover in the field. *Aust. J. Agric. Res.*, 14: 39-50.
- Palit S., Sharma A., Talukder G. (1994): Effects of cobalt on plants. *The botanical review*, 60 (2): 149-173.
- Parmar P., Sindhu S.S. (2013): Potassium solubilization by rhizosphere bacteria: Influence of nutritional and environmental conditions. *J. Microbiol. Res.*, 3(1): 25-31.
- Pattanayak S.K., Dash V., Jena M.K., Nayak R.K. (2000): Seed treatment of green gram with molybdenum and cobalt: Effect on nodulation, biomass production and N uptake in an acid soil. *J. Ind. Soc. Soil Sci.*, 48: 769–773.
- Pavlović D., Nikolić B., Đurović S., Waisi H., Anđelković A., Marisavljević D. (2014): Chlorophyll as a measure of plant health: Agroecological aspects. *Pestic. Phytomed.*, 29(1): 21–34.
- Peoples T.R., Koch D.W. (1979): Role of potassium in carbon dioxide assimilation in *Medicago sativa* L. *Plant Physiol.*, 63: 878-881.
- Perica S., Brown H.P., Connell H.J., Nyomora S.M.A., Dordas C., Hu H., Stangoulis C.J. (2001): Foliar boron application improves flower fertility and fruit set of olive. *Hort. Science*, 36: 714–716.
- Pettersson S., Jensen P. (1983): Variation among species and varieties in uptake and utilization of potassium. *Plant Soil*, 90: 231–237.
- Pettigrew W.T. (2008): Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiol. Plant.*, 133: 670–681.
- Pilbeam D.J., Kirkby E.A. (1983): The physiological role of boron in plants. *J. Plant Nutr.*, 6: 563-582.
- Pirhofer-Walzl K., Søegaard K., Høgh-Jensen H., Eriksen J., Sanderson M.A., Rasmussen J. (2011): Forage herbs improve mineral composition of grassland herbage. *Grass Forage Sci.*, 66: 415–423.
- Powrie J.K. (1964): The effect of cobalt on the growth of young lucerne on a siliceous sand. *Plant Soil*, 21: 81-93.

- Raghothama G.K., Karthikeyan S.A. (2005): Phosphate acquisition, *Plant Soil*, 274: 37–49.
- Ramaekers L., Remans R., Rao M.I., Blair W.M., Vanderleyden J. (2010): Strategies for improving phosphorus acquisition efficiency of crop plants. *Field Crops Res.*, 117: 169–176.
- Rashid A., Rafique E., Bughio N. (1994): Diagnosing boron deficiency in rapeseed and mustard by plant analysis and soil testing. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25 (17/18): 2883-2897.
- Rashid A., Rayan J. (2004): Micronutrient constraints to crop production in soils with Mediterranean type characteristics: A review. *J. Plant Nutr.*, 27: 959-975.
- Rawson H.M. (1996): The developmental stage during which boron limitation causes sterility in wheat genotypes and the recovery of fertility. *Aust. J. Plant Physiol.*, 23: 709-717.
- Raza M., Mermut A.R., Schoenau J.J., Malhi S.S. (2002): Boron fractionation in some Saskatchewan soils. *Can. J. Soil Sci.*, 82: 173-179.
- Reith S.W.J., Burridge C.J. (1983): Effects of the application of fertilisers and trace elements on the cobalt content of herbage cut for conservation. *J. Sci. Food Agric.*, 34(11): 1163-1170.
- Rengel Z., Damon M.P. (2008): Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use. *Physiol. Plant.*, 133: 624–636.
- Rengel Z., Damon M.P., Cakmak I. (2008): Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use. *Physiol. Plant.*, 133: 624- 636.
- Rerkasem B., Bell R.W., Lordkaew S., Loneragan J.F. (1993): Boron deficiency in soybean (*Glycine max* L. Merr.), peanut (*Arachis hypogaea* L.), and black gram (*Vigna mungo* L. Hepper): symptoms in seeds and differences among soybean cultivars in susceptibility to boron deficiency. *Plant Soil*, 150: 289–294.
- Ribera E.A., Mora L.M., Ghiselini V., Demanet R., Gallardo F. (2010): Phosphorus-molybdenum relationship in soil and red clover (*Trifolium pratense* L.) on an acid soil. *R. C. Suelo Nutr. Veg.*, 10(1): 78 - 91.
- Richardson E.A. (2009): Regulating the phosphorus nutrition of plants: molecular biology meeting agronomic needs. *Plant Soil*, 322: 17–24.
- Rituja J., Patangray J.A., Rathore K.A., Nayak T. (2015): Boron: An important element for agricultural productivity. *AJMS*, 3(2): 26-28.
- Robson A.D., O'Hara W.G., Abbarr K.L. (1981): Involvement of phosphorus in nitrogen fixation by subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). *Aust. J. Plant Physiol.*, 8: 427-436.
- Rochon J., Doyle C., Greef J., Hopkins A., Molle G., Sitzia M., Scholefield D., Smith C. (2003): Grazing legumes in Europe: a review of their status, management, benefits, research needs and future prospects. *Grass Forage Sci.*, 59: 197–214.
- Rodriguez D., Zubillagaand M.M., Ploschuck E. (1998): Leaf area expansion and assimilate prediction in sunflower growing under low phosphorus conditions. *Plant Soil*, 202: 133–147.
- Römheld V., Kirkby E.A. (2010): Research on potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant Soil*, 335: 155–180.
- Rosellini D., Barone P., Bouton J., La Fayette P., Sledge M., Veronesi F., Parrot W. (2003): Alfalfa for acid soils: a biotech approach. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 39: 168-172.
- Rossiter R.C. (1978): Phosphorus deficiency and flowering time in subterranean clover *Trifolium subterraneum*. *Ann. Bot.*, 42: 325–330.
- Ruiz J.M., Rivero R.M., Romero L. (2006): Boron increases synthesis of glutathione in sunflower plants subjected to aluminum stress, *Plant Soil*, 279: 25–30.

9. Литература

- Sale P.W.G., Campell L.C. (1987): Differential response to K deficiency among soybean cultivars. *Plant Soil*, 104: 183–190.
- Samac D.A., Tesfaye M. (2003): Plant improvement for tolerance to aluminum in acid soils-A review. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 75: 189-207.
- Sangakkara U.R., Frehner M., Nosberger J. (2000): Effect of soil moisture and potassium fertilizer on shoot water potential, photosynthesis and partitioning of carbon in mungbean and cowpea. *J. Agron. Crop Sci.*, 185: 201-207.
- Sardans J., Peñuelas J., Prieto P., Estiarte M. (2008): Drought and warming induced changes in P and K concentration and accumulation in plant biomass and soil in a Mediterranean shrubland. *Plant Soil*, 306(1-2): 261-271.
- Sawan M.Z., Fahmy H.A., Yousef E.S. (2009): Direct and residual effects of nitrogen fertilization, foliar application of potassium and plant growth retardant on Egyptian cotton growth, seed yield, seed viability and seedling vigor. *Acta Ecol. Sin.*, 29: 116–123.
- Schachtman P.D., Reid J.R., Ayling M.S. (1998): Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. *Plant Physiol.*, 116: 447–453.
- Schon K.M., Blevins G.D. (1990): Foliar boron applications increase the final number of branches and pods on branches of field-grown soybeans. *Plant Physiol.*, 92: 602-607.
- Seguin P., Mustafa A., Sheaffer C. (2002): Effect of soil moisture deficit on forage quality, digestability and protein fractionation of cura clover. *J. Agron. Crop Sci.*, 188: 260-266.
- Shafiq M., Ranjha A.M., Yaseen M., Mehdi S.M., Hannan A. (2008): Comparison of freundlich and Langmuir adsorption equations for boron adsorption on calcareous soils. *J. Agric. Res.*, 46: 141-148.
- Sharma P.N., Ramchandra T. (1990): Water relations and photosynthesis in mustard plants subjected to boron deficiency. *Indian J. Plant Physiol.*, 33: 150–154.
- Sharpley A.N., Withers P.J.A., Abdalla C.W., Dodd A.R. (2005): Strategies for the sustainable management of phosphorus. In: Sims JT, Sharpley AN (eds) *Phosphorus, agriculture and the environment*. American Society for Agronomy, Madison, USA, 1069–1101.
- Sherrell C.G., Percival N.S., Gee T.M. (1990): Effect of cobalt application on the cobalt status of pastures. 1. Pastures with history of regular cobalt application. *NZ. J. Agric. Res.*, 33(2): 295–304.
- Sherrell G.C. (1983): Boron deficiency and response in white and red clovers and lucerne. *New Zeal. J. Agr. Res.*, 26: 113-117.
- Shingles R., McCarty R.E. (1994): Direct measure of ATP-dependent proton concentration changes and characterization of a K-stimulated ATPase in pea chloroplast inner envelope vesicles. *Plant Physiol.*, 106: 731–737.
- Shirliffe S.J., Johnston M.A. (2002): Yield density relationships and optimum plant populations in two cultivar of solid seeding dry bean grown in Saskatchewan. *Can. J. Plant Sci.*, 82: 521-529.
- Shitole S.M., Dhumal K.N. (2012): Influence of foliar applications of micronutrients on photosynthetic pigments and organic constituents of medicinal plant *Cassia angustifolia* Vahl. *An. Bio. Res.*, 3(1): 520-526.
- Shorrocks M.V. (1997): The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant Soil*, 193: 121–148.
- Silberbush M. (2002): Simulation of ion uptake from the soil. In *Plant Roots: The Hidden Half*, 3rd ed.; Waisel, Y., Eshel, A., and Kafkafi, U. (eds.); Marcel, Dekker: New York, 651–661.

9. Литература

- Singh D.K., Sale P.W.G., McKenzie B.M. (1997): Water relations of white clover (*Trifolium repens* L.) in a drying soil, as function of phosphorus supply and defoliation frequency. *Aust. J. Agr. Res.*, 48: 675-681.
- Singh J., Singh M., Jain A., Bhardwaj S., Singh A., Singh D.K., Bhushan B., Dubey S.K. (2013): An introduction of plant nutrients and foliar fertilization: a review. In: *Precision farming: a new approach*. Daya Publishing Co., New Delhi, pp. 252–320
- Singh M.V. (2007): Efficiency of seed treatment for ameliorating zinc deficiency in crops. *Proceeding of Zinc Crop Conference, Istanbul, Turkey*.
- Singh S., Gangwar M.S., Singh H.P., Singh S. (1999): Nodulation and biomass production in soybean as influenced by the application of nutrients. *J. Potassium Res.*, 15(14): 127-130.
- Singh S.S. (2000): *Soil fertility and Nutrient Management*. Kalyani Publishers, Ludhiana, pp. 32-36.
- Smith D., Smith R.R. (1975): Responses of red clover to increasing rates of topdressed potassium fertilizer. *Agron. J.*, 69(1): 45-48.
- Smith H., Johnson C.W. (1987): Effect of boron on white clover nectar production. *Aust. J. Agric. Res.*, 38: 537-546.
- Soto M.D., Dillewijn P., Martinez-Abaraca F., Jimenez-Zurdo J., Toro N. (2004): Attachment to plant roots and gene expression are not affected by pH or calcium in the acid – tolerant alfalfa-nodulation bacteria *Rhizobium sp.* LPU83. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 48: 71-77.
- Spedding C., Diekmahns E. (1972): *Grasses and legumes in British agriculture*. Commonwealth bureau of pastures and field crops, Farnham Royal, 49: 511.
- Sprague H.B. (1951): *Hunger signs in crops*. New York: McKay.
- SPSS. Inc. 1995. *STATISTICA for Windows (Computer Program Manual)*. Tulsa. OK.
- Stangoulis J.C., Reid R.J., Brown P.H., Graham R.D. (2001). Kinetic analysis of boron transport in *Chara*. *Planta*, 213: 142–146.
- Steiner J.J., Alderman C.S. (2003): Red clover seed production: VI. Effect and economics of soil pH adjusted by lime application. *Crop Sci.*, 43: 624-630.
- Steiner J.J., Leffel J.A., Gingrich G., Aldrich-Markham S. (1995): Red clover seed production: III Effect of herbage removal time under varied environments. *Crop Sci.*, 35: 1667-1675.
- Stevović V., Stanisavljević R., Đukić D., Đurović D. (2008): The effect of plant density on forage and seed yields and quality of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Cereal Res. Commun.*, 36: 1395-1398.
- Stevović V., Tomić D., Đurović D. (2011): Seed yield and yield components of red clover (*Trifolium pratense* L.) genotypes. *Proceedings of the 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture, Faculty of Agriculture, Osijek*, 465-468.
- Stoltz E., Wallenhammar A. (2014): Influence of boron on seed yield and seed quality of organic white clover (*Trifolium repens* L.). *Grass Forage Sci.*, 70(4): 661-667.
- Stoltz E., Wallenhammar A.C. (2011): The influence of boron application on nectar production, seed yield and quality in organically produced white clover and red clover. *NJF Seminar 420, Herbage Seed Production. Findings from research plots to commercial seed multiplication*. Nordic Association of Agricultural Scientists, Edited by Markku Niskanen and Oiva Niemeläinen, Ilmajoki, Finland, 28-29 June 2011, 7(4): 35-40.
- Stoltz E., Wallenhammar A.C. (2012): Micronutrients reduce root rot in red clover (*Trifolium pratense*). *J. Plant Dis. Protect.*, 119(3): 92–99.
- Stoltz E., Wallenhammar A.C. (2013): Influence of boron in organic red clover (*Trifolium pratense* L.) seed production. *Grass Forage Sci.*, 69: 285-293.

- Sturgul J. S. (2010): Soil micronutrients: from B to Z. Proceedings of the 2010 Wisconsin Crop Management Conference. University of Wisconsin-Extension, U.S. Department of Agriculture, Wisconsin, USA, ed. Carrie A.M., Laboski Chris Boerboom, 49: 14-21.
- Su C., Ewans L.J. (1996): Soil solution chemistry and alfalfa response to CaCO₃ and MgCO₃ on an acid gleysol. *Can. J. Soil Sci.*, 76: 41-47.
- Sultana N., Ikeda T., Mitsui T. (2000): GA₃ and proline promote germination of wheat seeds by stimulating α -amylase at unfavourable temperatures. *Plant Prod. Sci.*, 3(3): 232-237.
- Sumner M.E. (2004): Food production on acid soils in the developing world: problems and solutions. Proceedings of the VI International Symposium on Plant Soil interaction at low pH. In: H. Matsumoto et al. 2-3, August, 1-5, Sendai, Japan.
- Surmen M., Yavuz T., Albayark S. (2013): Yield and forage quality of red clover (*Trifolium pratense* L.) varieties in Black sea coastal area of Turkey. *Igdir Univ. J. Sci. Tech.*, 3(2): 87-92.
- Suttle N. (2010): Mineral nutrition of livestock, fourthed. CABInternational, Walling-ford, UK, pp. 579.
- Szczerba M.W., Britto D.T., Kronzucker H.J. (2009): K⁺ transport in plants: physiology and molecular biology. *J. Plant Physiol.*, 166: 447–466.
- Tahir M., Ali A., Khalid F., Naeem M., Fiaz N., Waseem M. (2012): Effect of foliar applied boron application on growth yield and quality of maize (*Zea mays* L.). *Pal. J. Ind. Res.*, 55(3): 117-121.
- Taiz L., Zeiger E. (2003): *Plant Physiology*. Panima Publishing Corporation, New Delhi, India, pp 73.
- Tanaka M., Fujiwara T. (2008): Physiological roles and transport mechanisms of boron: perspectives from plants. *Pflügers Arch. European J. Physiol.*, 456: 671–677.
- Taylor N.L., Quesberry K.H. (1996): Red clover science. *Curent plant sciences and biology in agriculture*, 28: 44-57.
- Taylor N.M., Smith R.R. (1979): Red clover breeding and genetics. *Adv. Agron.*, 31: 125-154.
- Timothy R.P., Koch W.D. (1979): Role of potassium in carbon dioxide assimilation in *Medicago sativa* L., *Plant Physiol.*, 63: 878-881.
- Tiwari P.S., Joshi P.O., Vyas K.A., Billore D.S. (2001): Potassium nutrition in yield and quality improvement of soybean. Paper presented in the International Symposium on “Importance of Potassium in Nutrient Management for Sustainable Crop Production in India” held during 3-5. December 2001 at New Delhi. <http://www.ipipotash.org/udocs/Potassium%20Nutrition%20in%20Yield%20and%20Quality.pdf>.
- Tomić D., Stevović V., Đurović D., Đukić D. (2010): Effect of foliar tretment with phosphorus, potassium, boron and cobalt on seed yield and yield components of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Biotechnology in animal husbandry. XII International symposium on forage crops of Republic of Serbia, Kruševac*, 26(1): 225-232.
- Tomić D., Stevović V., Đurović D., Stanisavljević R. (2014): Effect of cobalt application on seed production in red clover (*Trifolium pratense* L.). *J. Agr. Sci. Tech.*, 16 (3): 517-526.
- Tripathi P., Leggio L.L., Mansfeld J., Ulbrich-Hofmann R., Kayastha M.A. (2007): α -amylase from mung beans (*Vigna radiata*) – Correlation of biochemical properties and tertiary structure by homology modelling. *Phytochemistry*, 68: 1623-1631.
- Turner L., Paphazy J.M., Haygarth M.P., McKelvie D.I. (2002): Inositol phosphates in the environment. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 357: 449–469.

9. Литература

- Uddin M., Rahman M.M., Hoque M.A., Begum S. (2001): Comparative study of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on yield and nutrient uptake by rice. *J. Biol. Sci.*, 1(10): 912-913.
- Uexkull H.R., Murtret E. (1995): Global extent, development and economic impact of acid soils. *Plant Soil*, 171: 1-15.
- Ullrich-Eberius C., Novacky A., Van Bel A. (1984): Phosphate uptake in *Lemna gibba* G1: energetics and kinetics. *Planta*, 161: 46-52.
- Vasiljević S., Karagić Đ., Mihajlović V., Pataki I., Milošević B., Pejić B. (2010): Effect of sowing method and seeding rate on yield components and seed yields in red clover (*Trifolium pratense* L.). *Biotechnol. Anim. Husb.*, 26: 161-165.
- Vasiljević S., Pataki I., Šurlan-Momirović, G., Živanović T. (2005): Production potential and persistence of red clover varieties, *Grassl. Sci. Eur.*, 10: 577-580.
- Vasiljević S., Šurlan-Momirović G., Katić S., Mihailović V., Lukić D., Živanović T. (2000): Relationships between green forage and seed yield components in genotypes of red clover (*Trifolium pratense* L.), *Genetika*, 32(1): 37-43.
- Vasiljević S., Šurlan-Momirović G., Lukić D., Mihailović V., Katić S. (2001): Utilisation of red clover collection in Field and Vegetable Crop Research Institute - Novi Sad, Proceeding 1. International symposium "Food in 21th century", Subotica, 167-172.
- Veneklaas J.E., Lambers H., Bragg J., Finnegan M.P., Lovelock E.C., Plaxton C.W., Price A.C., Scheible W.R., Shane W.M., White J.P., Raven A.J. (2012): Opportunities for improving phosphorus-use efficiency in crop plants. *New Phytol.*, 195: 306-320.
- Vergnano O., Hunter G.J. (1952): Nickel and cobalt toxicities in oat plants. *Ann. Bot.*, 17: 317-328.
- Vieira D.J., Beltrao M.E.N., Ribeiro G.V. (1998): Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on yield of herbaceous cotton in southwestern Bahia: Iyapora, B.A., 1995/96. *Pesquisa em Andamento-Centro Nacional de Pesquisa do Algodao*, 77: 3.
- Vistoso E. (2005): Factores que influncian la dinámica del molibdeno en el sistema suelo-planta en Andisoles del Sur de Chile. Doctoral Thesis. Post-degree Program in Science of Natural Resources, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile, 9-31. www.ufro.cl/rmn.
- Voigt P.W., Staley E.T. (2004): Selection for aluminium and acid-soil resistance in white clover. *Crop Sci.*, 44: 38-48.
- Vranny J. (1978): Microbial changes in clover rhizosphere after foliar and soil application of cobalt. *Folia Microbiol.*, 23: 236-242.
- Wall L.G., Helsten A., Huss-Danel K. (2000): Nitrogen, phosphorus and the ratio between them affect nodulation in *Alnus incana* and *Trifolium pratense*. *Symbiosis*, 29: 91-105.
- Waqar A., Munir H.Z., Sukhdev S.M., Abid N., Saifullah N. (2012): Boron deficiency in soils and crops: A Review. Book, Chapter 5.: "Crop Plant", edited by Aakash Goyal, Published: April 20, 2012 under CC BY 3.0 license, 78-114.
- Welch R.M., Allaway W.H., House W.A., Kubota J. (1991): Geographic distribution of trace element problems. In: *Micronutrients in agriculture*, Mortvedt J.J. (Ed.). 2nd edition, Madison, WI, U.S.A., 31-57.
- Wendling L.A., Kirby J.K., McLaughlin M.J. (2009): Aging effects on cobalt availability in soils. *Environ. Toxicol. Chem.*, 28(8): 1609-1617.
- White P.J. (2013): Improving potassium acquisition and utilisation by crop plants. *J. Plant Nutr., Soil Sci.*, 176: 305-316.
- White P.J., Greenwood D.J. (2013): Properties and management of cationic elements for crop growth, in Gregory, P.J., Nortcliff, S.: *Soil Conditions and Plant Growth*. Blackwell, Oxford, 160-194.

- White P.J., Karley A.J. (2010): Potassium. Plant Cell Monographs 17, Cell Biology of Metals and Nutrients. Springer, Berlin, 199–224.
- Wilczek M., Ćwintal M. (2003): Effect of weather and soil conditions on the duration of seed red clover flowering. Horticultura XIII, 263-269, (In Polish).
- Wilczek M., Ćwintal M. (2008): Effect of the methods of additional feeding with microelements (B, Mo) on the yield structure and seed yield of red clover. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, <http://www.ejpau.media.pl/volume11/issue4/abs-05.html>, 26.4.2016.
- Wilczek M., Ćwintal M. (2011): Effect of pre-sowing laser stimulation of seeds and feeding with microelements (B, Mo) on yielding of seed tetraploid red clover in four-year use (in Polish). Acta Agrophys., 17(1): 207-217.
- Wong M.T.F., Edwards N.K., Barrow N.J. (2000): Accessibility of subsoil potassium to wheat grown on duplex soils in the southwest of Western Australia. Aust. J. Agric. Res., 38: 745–751.
- Xiang D.B., Yong T.W., Yang W.Y., Wan Y., Gong W.Z., Cui L., Lei T (2012): Effect of phosphorus and potassium nutrition on growth and yield of soybean in relay strip intercropping system. Sci. Res. Essays., 7(3): 342-351.
- Xu Y.W., Zou Y.T., Amjad M.H., Zeng J.W., Guan L.L., Liu Q., Wu W. (2011): Optimization of potassium for proper growth and physiological response of *Houttuynia cordata* Thunb. Environ. Exp. Bot., 71: 292-297.
- Yagodin B.A., Romanova P.L. (1982): Yield and quality of chinese cabbage is seed treatment with trace elements. Izv. Timiryazev. S-Kh. Akad., 0(2): 98-104.
- Yahiya M., Samiullah M., Fatma A. (1995): Influence of phosphorus no N₂-fixation in chickpea cultivars. J. Plant Nutr., 18: 719-727.
- Yamagishi M., Yamamoto Y. (1994): Effects of boron on nodule development and symbiotic nitrogen fixation in soybean plants. Soil Sci. Plant Nutr., 40: 265–274.
- Yang Y.H., Zhang, H.Y. (1998). Boron amelioration of aluminium toxicity in mungbean seedlings. J. Plant Nutr., 21: 1045-1054.
- Yau S.K. (2000): Soil-boron affects straw quality and other agronomic traits in two cultivars of barley. Soil Sci. Plant Anal., 31: 591-604.
- Yermiyahu U., Keren R., Chen Y. (2001): Effects of composted organic matter on boron uptake by plants. Soil Sci. Soc. Am. J., 65: 1436–1441.
- Ylstra B., Toyraev A., Moreno R.M.B., Stoger E., Van Tunen A.J., Vicente O., Mol J.N.M., Heberle-Bors E. (1992): Flavonols stimulate development, germination, and tube growth of tobacco pollen. Plant Physiol., 100: 902–907.
- Yokota S., Ojima K. (1995): Physiological response of root tip of alfalfa to low pH and aluminium stress in water culture. Plant Soil, 171(1): 163-165.
- Yoneyama K., Xie X., Kim H., Kisugi T., Nomura T., Sekimoto H., Yokota T., Yoneyama K. (2012): How do nitrogen and phosphorus deficiencies affect strigolactone production and exudation? Planta, 235: 1197–1207.
- Young J.A., Young C.G. (1992). Seeds of woody plants in North America. Dioscorides Pres, 407.
- Zava D.T., Dollbaum C.M., Blen M. (1998): Estrogen and progestin bioactivity of foods, herbs, and spices. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 217(3): 369–378.
- Zeid M.I. (2001): Responses of *Phaseolus vulgaris* to chromium and cobalt treatments. Biol. Plant., 44(1): 111-115.
- Zelņonka L., Stramkale V., Vikmane M. (2005): Effect and after effect of barley seed coating with phosphorus on germination, photosynthetic pigments and grain yield. Acta Univ. Latviensis, 691: 111–119.

9. Литература

- Zhang G.P., Chen J.X., Tirore E.A. (1999): Genotypic variation for potassium uptake and utilization efficiency in wheat. *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, 54: 41–48.
- Zia M.H., Ahmad R., Khaliq I., Ahmad A., Irshad M. (2006). Micronutrients status and management in orchards soils: applied aspects. *Soil. Environ.*, 25: 6-16.
- Zielinska M., Zapotoczny P., Białobrzewski I., Zuk-Golaszewska K., Markowski M. (2012): Engineering properties of red clover (*Trifolium pratense* L.) seeds. *Ind. Crops Prod.*, 37: 69–75.
- Zörb C., Senbayram M., Peiter E. (2014): Potassium in agriculture – Status and perspectives. *J. Plant Physiol.*, 171: 656–669.
- Адамовић М., Грубић Г., Пупавац С. (2002): Значај и улога органски везаних микроелемената у исхрани домаћих животиња. Зборник научних радова Института ПКБ Агроекономик, 8: 341-353.
- Бошњак Д., Михаиловић В., Митровић М. (2000): Призната новостворена сорта црвене детелине (*Trifolium pratense* L.) - Колубара, Савезно министарство за пољопривреду, Београд, Решење бр. 4/008-421/066 од 25.09.2000.
- Васиљевић С., Милић Д., Карагић Ђ., Бокан Н., Дугалић Г. (2011): Варирање квалитета крме црвене детелине (*Trifolium pratense* L.) зависно од сорте и откоса. Зборник радова, XVI Саветовање о биотехнологији, Агрономски факултет Чачак, 16(18): 27-32.
- Велијевић Н., Симић А., Вучковић С., Ђукановић Л., Поштић Д., Штрбановић Р., Станисављевић Р. (2016): Варијабилност дормантности, клијавости семена и вигора клијанаца сорти црвене детелине и италијанског љуља. Зборник радова XXI Саветовања о Биотехнологији са међународним учешћем, Агрономски факултет у Чачку 11.-12. март 2016, 21(23): 73-79.
- Вукадиновић В., Лончарић З. (1997): Микроелементи. Исхрана биља. Пољопривредни факултет Осиек, 100-111.
- Вучковић М. (1999): Крмно биље. Црвена детелина, 190-197.
- Вучковић С., Крстановић С., Ђупина Б., Симић А., Стојановић И., Станисављевић Р., Војин С., Вучковић М. (2004): Технологија производње семена црвене детелине. Зборник научних радова, Институт ПКБ Агроекономик, 10: 101-107.
- Дугалић Г. (1997): Карактеристике краљевачког псеудоглеја и изналажење могућности за повећање његове продуктивне способности. Докторска дисертација. Пољопривредни факултет, Београд, 2-182.
- Дуронић Г. (2010): Утицај начина сетве и количине семена на принос и квалитет семена црвене детелине (*Trifolium pratense* L.). Магистарски рад. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет у Земуну.
- Ђукић Д., Васиљевић С., Стевовић В., Ђуровић Д., Балабан С. (2010): Утицај међуредног растојања на компоненте приноса семена црвене детелине (*Trifolium pratense* L.). Зборник радова, XV Саветовање о биотехнологији, 15(16): 111-116.
- Ђукић Д., Лугић З., Васиљевић С., Радовић Ј., Катић С., Стојановић И. (2007): Домаће сорте вишегодишњих легуминоза - настанак и квантитативна својства. Зборник радова Института за ратарство и повртарство у Нови Сад, 44(1): 7-19.
- Ђукић Д., Стевовић В., Јањић В. (2009): Захтеви вишегодишњих легуминоза према условима за успевање. Производња сточне хране на ораницама и травњацима. Издање: Пољопривредни факултет Нови Сад, Агрономски факултет Чачак, 180-182.
- Јарак М., Говедарица М., Милошевић Н., Ђурић С., Петров С. (1999): Утицај тешких метала на квржичне бактерије луцерке. Зборник радова, Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, 32: 247-252.

9. Литература

- Јевтић Г., Радовић Ј., Лугић З., Соколовић Д., Васић Т. (2007): Утицај медоносне пчеле (*Aphis mellifera* L.) и шећерног сирупа на принос семена луцерке и црвене детелине. Зборник радова, IX Симпозијум о крмном биљу Републике Србије, 44(1): 99-106.
- Кастори Р. (1995): Физиологија биљака. Фелтон, Нови Сад.
- Катић С., Васиљевић С., Милић Д., Лазаревић Б., Дугалић Г. (2010): Могућност гајења црвене детелине и луцерке на псеудоглеју уз примену кречњака и ризобијума. Зборник радова Института за ратарство и повртарство, Нови Сад.
- Катић С., Васиљевић С., Милић Д., Лазаревић Б., Дугалић Г. (2006): Могућност гајења луцерке и црвене детелине на псеудоглеју уз примену кречњака и ризобиума. Зборник Радова - A Periodical of Scientific Research on Field and Vegetable Crops., 42(2): 31-39.
- Лугић З, Крстић О, Томић З, Радовић Ј. (1996): Утицај начина сетве на продукцију суве масе и семена црвене детелине (*Trifolium pratense* L.), Зборник радова Института за ратарство и повртарство, Нови Сад, 26: 259-264.
- Мадић М., Пауновић А., Бокан Н., Јелић М., Кнежевић Д. (2011): Квантитативна анализа компоненти приноса озимог јечма гајеног на земљишту типа псеудоглеј. Зборник радова, XVI Саветовање о биотехнологији, Агрономски факултет у Чачку, 16(18): 33-38.
- Марковић Ј., Игњатовић С., Радовић Ј., Лугић З. (2007): Утицај фазе развића на садржај макро и микроелемената у луцерки и црвеној детелини. Зборник радова, Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, 44(1): 401-406.
- Миладиновић М. (1978): Утицај начина сетве на принос семена и вегетативне масе црвене детелине. Савремена пољопривреда, 7(8): 69-74.
- Мишковић Б. (1986): Услови успевања црвене детелине. Крмно биље, 243-244.
- Молнар И. (2004): Ваздушни режим земљишта. Опште ратарство, 126-128.
- Муртовић С. Џомба Е., Ченгић С., Црнкић Ћ., (2005): Кретање концентрација бакра у хранљивом ланцу тло-биљка-овца на простору Никшићке висоравни. Крмива, 47: 59-83.
- Павловић Д., Врбничанин С., Елезовић И., Марисављевић Д., Божић Д. (2005): Физиолошки параметри као основа раздвајања резистентних од осетљивих популација *Chenopodium album* L. према атразину. Пестициди и фитомедицина, 20(4), 241-246.
- Петровић М., Кастори Р. (1992): Исхрана биљака. ИП Наука, Београд, 83-86.
- Продановић С., Шурлан-Момировић Г. (2006): Генетички ресурси крмних биљака. Генетички ресурси биљака за органску производњу. Пољопривредни факултет Београд, стр. 74-76.
- Радановић Д., Дурман П., Годоровић Ј. (1995): Прилог познавању критерија за употребу Са-ђубрива на киселим земљиштима. Саветовање: "поправка киселих земљишта Србије применом кречног ђубрива Њивал Са". Зборник радова, стр. 100-114. Параћин.
- Радовић Ј., Лугић З., Игњатовић С., Делић Д. (2004): Принос и квалитет суве материје генотипова луцерке (*Medicago sativa* L.) различитог порекла. Acta Agric. Serbica, 9(17): 9-657..
- РЗС (2013): Попис пољопривреде 2012. – Пољопривреда у Републици Србији. Републички завод за статистику Србије, стр. 102.
- СГС (2015): Статистички годишњак Србије. Републички завод за статистику Србије, стр. 232.
- Стевановић Д., Јаковљевић М. (1995): решавање проблема киселих земљишта Србије-предуслов повећања производње хране и заштите земљишта. Саветовање

9. Литература

- о поправци киселих земљишта Србије применом кречног ђубрива „Нивал Са”. Параћин.
- Стјепановић М., Бошњак Д., Поповић С. (1990): Стање и перспективе производње семена крмних легуминоза и трава. Пољопривредне актуелности, 37(3-4): 499-505.
- Томић Д., Стевовић В. Ђуровић Д. (2011): Утицај фолијарне примене фосфора и калијума на принос и компоненте приноса семена генотипова црвене детелине (*Trifolium pratense L.*). Зборник радова са 16. саветовања о биотехнологији, Агрономски факултет Чачак, 16(18): 65-71.
- Тривуновић С. (2013): Азотофиксатори. Доступно на: <http://www.bionet-skola.com/w/Azotofiksatori>, 10.11.2015.
- Цвијовић М., Аћамовић Г. (2000): Спектрофотометријско одређивање хлорофила. Практикум из биохемије, стр. 82.
- Шарић Т. (1987): Опште ратарство. Практикум. NIRO „Задругар“, Сарајево.

Образац 1.

Изјава о ауторству

Потписани: Далибор Томић

Број уписа: 3/2009

Изјављујем

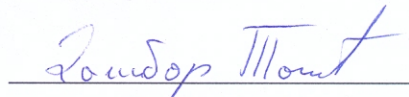
да је докторска дисертација под насловом:

"Фолијарна примена минералних хранива у производњи семена црвене детелине на киселом земљишту"

- 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 ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Чачку, 3.5.2017. године

Потпис аутора



Далибор Томић

Образац 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске
верзије докторског рада**

Име и презиме аутора: Далибор Томић

Број уписа: 3/2009

Студијски програм: Агрономија

Наслов докторске дисертације: "Фолијарна примена минералних хранива у производњи семена црвене детелине на киселом земљишту"

Ментор: др Владета Стевовић, редовни професор, Агрономски факултет у Чачку Универзитета у Крагујевцу

Потписани: Далибор Томић

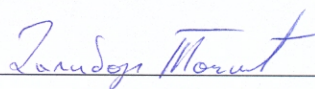
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији која је предата за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Крагујевцу**.

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 Крагујевцу.

Потпис аутора

У Чачку, 3.5.2017. године


Далибор Томић

Образац 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Крагујевцу унесе моју докторску дисертацију под насловом: "**Фолијарна примена минералних хранива у производњи семена црвене детелине на киселом земљишту**", која је моје ауторско дело.

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

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

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 обрасцу број 4).

У Чачку, 3.5.2017. године

Потпис аутора



Далибор Томић

Образац 4.

1. Ауторство –

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално.

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде.

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима.

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде.

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима.

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.