

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**  
**ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**

Дипл. инж. Јелена М. Томић

**УТИЦАЈ МИКРОБИОЛОШКИХ И**  
**МИНЕРАЛНИХ ЂУБРИВА НА БИОЛОШКО-**  
**ПРОИЗВОДНЕ ОСОБИНЕ СОРТИ ЈАГОДЕ**  
**(*Fragaria ananassa* Duch.)**

Докторска дисертација

Београд, 2015.

**UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE**

Jelena M. Tomić, B.Sc.

**EFFECT OF MICROBIOLOGICAL AND  
MINERAL FERTILIZERS ON BIOLOGICAL  
AND PRODUCTION CHARACTERISTICS OF  
STRAWBERRY (*Fragaria ananassa* Duch.)  
CULTIVARS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015.

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**  
**ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**

**МЕНТОР:**

**Др Јасминка Миливојевић, ванредни професор**  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

---

**ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:**

**Др Михаило Николић, редовни професор**  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

---

**Др Маријана Пешаковић, виши научни сарадник**  
Институт за воћарство, Чачак

---

**Др Владо Личина, редовни професор**  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

---

**Др Чедо Опарница, ванредни професор**  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

---

**ДАТУМ ОДБРАНЕ:** \_\_\_\_\_

## *Изјава захвалности*

Овом приликом желим да се захвалим мојој менторки др Јасминки Миливојевић, која ме усмеравала и водила у току израде ове докторске дисертације. Захваљујем јој се на пренесеном знању, великодушної помоћи у свим фазама израде ове дисертације и указаном поверењу.

Захвалност дугујем и др Маријани Пешаковић, на дивној сарадњи и подједнаком ангажовању како у експерименталној фази рада тако и на стручним смерницама и помоћи током финализације докторске дисертације.

Израда овог рада не би била могућа без помоћи мојих драгих колега са Института за воћарствоу Чачку, које су се, поред указане помоћи показали као прави пријатељи.

Захваљујем се др Михаилу Николићу, др Влади Личини и др Чеди Опарници на корисним сугестијама које су допринеле коначном изгледу ове докторске дисертације.

Посебно се захваљујем колегиницама са Агрономског факултета, Мири и Ради, са којима сам провела небројене сате у лабораторији.

Неизмерну захвалност дугујем својој породици: супругу Александру, мами, тати, брату, свекрви и свекру који су ме научили правим вредностима и били ми ослонац на сваком кораку.

Овај рад посвећујем свом сину Павлу, који је извор моје среће, без кога све ово не би имало смисла.

***Напомена:*** Докторска дисертација представља део резултата пројекта ТР-31093, под називом „Утицај сорте и услова гајења на садржај биоактивних компоненти јагодастог и коштичавог воћа и добијање биолошки вредних производа побољшаним и новим технологијама“ који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

**УТИЦАЈ МИКРОБИОЛОШКИХ И МИНЕРАЛНИХ ЋУБРИВА НА  
БИОЛОШКО-ПРОИЗВОДНЕ ОСОБИНЕ СОРТИ ЈАГОДЕ  
(*Fragaria ananassa* Duch.)**

**-Резиме-**

Један од битних чинилаца интензивирања производње јагоде представља иновирање сортимента у циљу што равномернијег снабдевања тржишта плодовима високог квалитета. Међутим, у дефинисању производне и употребне вредности интродукованих сорти, поред утицаја самог генотипа, значајну улогу имају и фактори спољашње средине, систем гајења, као и интензитет примене агро и помотехничких мера. Једну од најважнијих агротехничких мера у савременој производњи јагоде представља ђубрење, које укључује примену органских и минералних ђубрива. Бројна истраживања указују да континуирана употреба минералних ђубрива изазива контаминацију животне средине при чему више од 50% примењених минералних ђубрива биљке не усвоје, већ на различите начине долази до губљења минералних елемената, што представља велику опасност за животну средину. Стога, адекватном употребом и делимичном или потпуном заменом минералних ђубрива микробним инокулантима тј. биофертилизаторима, могу се превазићи еколошки проблеми настали прекомерном употребом минералних ђубрива.

Основни циљ ових истраживања био је да се испита утицај биофертилизатора и минералних ђубрива на вегетативни и генеративни потенцијал, најважније физиолошке особине, као и физичке, хемијске и сензоричке особине плода јагоде.

Истраживање је обављено у огледном засаду јагоде сорти “Clery”, “Joly” и “Dely”, Института за воћарство у Чачку, који се налази у центру Чачка, у котлини Западне Мораве. Садња је обављена у јулу 2011. године у форми дворедних пантљика на гредицама прекривеним црном полиетиленском фолијом. Примењено растојање садње је 30 × 30 cm. Оглед је постављен по потпуно случајном плану и испитиван је утицај два фактора: сорта и ђубриво. Експеримент је изведен у периоду 2011–2013. година и обухватио је 4 третмана: МЋ – третман минералним ђубривима различитих формулација, Б1 – третман биофертилизатором 1 (микробни фертилизатор на бази комбинације бактерија родова: *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus* и *Pseudomonas*); Б2 –

третман биофертилизатором 2 (инокулум течне културе диазотрофних бактерија *Klebsiella planticola* TSHA-91); К – контрола, наводњавање без ђубрења. У првој испитиваној години након садње обављено је третирање минералним ђубривима *NPK Poly-Feed Drip* 11-44-11+ме и *NPK Poly-Feed Drip* 20-20-20+ме, а у наредне две године (2012. и 2013.), примењена су следећа минерална ђубрива према редоследу фенолошких фаза: стартно ђубрење обављено је непосредно по завршеној садњи са *NPK Poly-Feed Drip* 11-44-11+ме, у количини од 1 g по биљци; прихрана у фази интензивног раста бокора и појаве цветних пупољака обављена је 2 пута у размаку од 7 дана са ђубривом *NPK Poly-Feed Drip* 20-20-20+ме, у количини од 1,5 g по биљци; прихрана у фенофази цветања, заметања, раста и сазревања плодова обављена је 5 пута на сваких 10 дана комплексним минералним ђубривом *NPK Poly-Feed Drip* 16-8-32+2MgO, у количини од 1 g по биљци; током фенофазе интензивног пораста и зрења плодова, уз напред поменути формулацију, 2 пута су примењивана и ђубрива *Multi-Cal* (15,5% N и 26,5% CaO) и *Multi-KMg* (12% N; 43% K и 2% MgO) у интервалу од 10 дана, у количини од 1,5 g по биљци у свакој појединачној прихрани. Примена микробиолошких ђубрива вршена је потапањем корена јагоде у течни инокулум при садњи, а након тога је вршена прихрана фертигацијом 3 пута месечно у току вегетационог периода са 10–12 l ha<sup>-1</sup> инокулума у свакој испитиваној години. Титар бактерија у инокулуму износио је 20–40 x 10<sup>6</sup> cm<sup>-3</sup>. У контролном третману је вршено наводњавање без ђубрења.

Значајно више вредности већине параметара вегетативног потенцијала евидентирани су код сорте “Joly” у години садње и другој години плодоношења. У 2011. години, запажа се стимулативан утицај биофертилизатора на висину лисне розете, посебно биофертилизатора 2 на број листова у розети у поређењу са минералним ђубривом. Примена минералног ђубрива резултирала је високим вегетативним потенцијалом у обе године плодоношења (2012–2013). У 2012. години, број круница у бокору након примене оба биофертилизатора и висина лисне розете након примене биофертилизатора 1, нису се значајно разликовали од вредности ових параметара добијених у третману са минералним ђубривом.

Просечне вредности добијене за двогодишњи период истраживања на подручју општине Чачак, указују да фенофаза цветања код све три испитиване сорте почиње у другој декади априла (код “Clegy” и “Dely” 12.04. и код “Joly” 18.04.). Фенофаза зрења код сорте “Clegy” почиње у првој декади маја (06.05.), код сорте “Dely” у другој декади маја (16.05.) и код сорте “Joly” у трећој декади маја (24.05.).

Минерална ђубрива су условила најбоље уравнотежен садржај макроелемената у листу јагоде у обе године плодношења и микроелемената у листу јагоде у првој години плодношења. У 2012. години, евидентиран је најбоље избалансиран садржај макроелемената у листу сорте “Joly”, а у 2013. години микроелемената у листовима све три испитиване сорте, након примене биофертилизатора 2.

Бољи генеративни потенцијал и производне особине испитиваних сорти евидентирани су у другој години плодношења. Високе вредности броја родних стабљика по бокору, броја цветова по бокору и просечне масе плода условиле су добијање највећег приноса код сорте “Joly” у 2012. години. У 2013. години, код сорте “Clery” евидентирана је умерено висока родност, која је са друге стране била приближна нивоу родности сорте “Joly” у овој години. У 2012. години евидентирано је повећање вредности параметара генеративног потенцијала и приноса након примене минералног ђубрива, док је у 2013. години позитиван утицај на генеративни потенцијал и принос јагоде, поред минералног ђубрива испољио и биофертилизатор 1.

Значајно већу масу и димензије плода имала је сорта “Joly” у односу на сорте “Clery” и “Dely”, у обе испитиване године. Примена минералног ђубрива и биофертилизатора 1 је позитивно утицала на сва испитивана физичка својства плода јагоде у 2013. години.

Највише вредности садржаја укупних киселина у плоду регистроване су у интеракцији сорте “Clery” и биофертилизатора 2 у 2012. години и у интеракцији сорте “Joly” са минералним ђубривом и биофертилизатором 2 у 2013. години. У 2012. години, највећи садржај укупних шећера забележен је у плодовима сорти “Clery” и “Dely”, док је у 2013. години као резултат високог садржаја инвертних шећера, највећи садржај укупних шећера евидентиран у плодовима сорти “Joly” и “Dely”. У свим третманима ђубривима, укључујући и контролу, сорта “Joly” је имала висок садржај сахарозе у 2012. години, за разлику од наредене године када је евидентиран два пута нижи садржај.

Висок садржај хидроксибензоичних киселина у плоду сорте “Dely” и висок садржај ферулинске киселине у плоду сорте “Clery” забележен је у обе године проучавања. биофертилизатор 1 је показао позитиван утицај на садржај елагинске киселине у обе експерименталне године, док је повољан утицај на садржај ферулинске киселине евидентиран применом минералног ђубрива у 2012. години, као и минералног ђубрива и биофертилизатора у 2013. години. У обе експерименталне године, значајно већи садржај цијанидин-3-глукозида евидентиран је код сорте “Joly” и у третманима



биофертилизаторима. Позитиван утицај биофертилизатора уочава се и у погледу садржаја кемпферола у 2012. години и кемпферола и мирицетина у 2013. години.

Највише вредности садржаја витамина С, укупних антоцијана, укупних фенола и антиоксидативног капацитета плода забележене су код сорте “Joly” у 2012. години. Такође, сорта “Joly” је у интеракцији са свим третманима ђубривима и контролним третманом у обе експерименталне године показала најбоље резултате у погледу садржаја витамина С, као и у погледу садржаја укупних антоцијана и укупних фенола у интеракцији са минералним ђубривом и биофертилизаторима, у 2012. години.

Проучавањем бројности различитих систематских и физиолошких група микроорганизама у земљишту утврђен је израженији утицај ђубрива на биогеност земљишта у поређењу са сортом. Позитиван утицај биофертилизатора 1 на укупну бројност микроорганизама, бројност азотобактера, амонификатора и олигонитрофила запажа се у све три експерименталне године, с тим што је у 2012. и 2013. години уочен и позитиван утицај биофертилизатора 2 на бројност наведених група микроорганизама. У трогодишњем периоду проучавања, највећи број гљива и актиномицета евидентиран је у третману са минералним ђубривом.

Свеобухватном анализом биолошко-производних особина сорти јагоде “Clery”, “Joly” и “Dely” након примене испитиваних ђубрива, може се закључити да је најбоље резултате у погледу висине приноса и квалитета плода испољила сорта “Joly”, која се може препоручити за даље ширење у производњи. Употребом минералног ђубрива остварен је најбољи ефекат на минерални састав листа, вегетативни и генеративни потенцијал бокора, масу и димензије плода, бројност гљива и актиномицета у земљишту, а употребом биофертилизатора остварен је позитиван ефекат на садржај већине испитиваних фенолних једињења у плоду и укупну бројност микроорганизама у земљишту. Због тога се примена микробиолошких ђубрива, као допуна или чак замена минералним ђубривима, може сматрати адекватном мером за добијање здравствено безбедних плодова јагоде и повећање биолошке активности земљишта, што се индиректно позитивно одражава и на производна својства испитиваних сорти јагоде.

**Кључне речи:** јагода, минерално ђубриво, биофертилизатори, минерални састав листа, генеративни потенцијал, квалитет плода, биогеност земљишта.

**Научна област:** Биотехнологија

**Ужа научна област:** Помологија

**УДК:** 634.75:631.847 (043.3)

**EFFECT OF MICROBIOLOGICAL AND MINERAL FERTILIZERS ON  
BIOLOGICAL AND PRODUCTION CHARACTERISTICS OF STRAWBERRY  
(*Fragaria ananassa* Duch.) CULTIVARS**

-Summary-

An important factor in the intensification of strawberry production is cultivar innovation, which aims to ensure that the market is supplied with high quality fruits as evenly as possible. However, when defining the value for cultivation and use of introduced cultivars, importance is given to environmental factors, production system and levels of cultural and crop management practices, in addition to the effect of genotype. Fertilization is one of the most important cultural practices used in modern strawberry production, including the use of organic and mineral fertilizers. An extensive body of research shows that the continuous use of mineral fertilizers leads to environmental contamination, with more than 50% of applied mineral fertilizers remaining unabsorbed, resulting in loss of minerals, and thus posing a serious threat to the environment. Therefore, proper use and partial or complete substitution of mineral fertilizers with microbial inoculants i.e. biofertilizers can help overcome environmental problems caused by the overuse of mineral fertilizers.

The main objective of this research was to examine the effect of biofertilizers and mineral fertilizers on the vegetative and generative potential and major physiological traits of strawberry cultivars and major physical, chemical and sensory properties of the fruit.

The research was conducted in an experimental planting of strawberry cvs. 'Clery', 'Joly' and 'Dely' at the Fruit Research Institute, Čačak, located in central Čačak, in the Western Morava valley. Strawberries were planted in July 2011 in double rows on beds covered with black polyethylene foil. Plant spacing was 30 x 30 cm. The layout of the experiment was a completely randomized design, with the effect of two factors, viz. cultivar and fertilizer, analyzed. The experiment was conducted in 2011–2013, including 4 treatments: MF – mineral fertilizers with different formulation ratios; B1 – biofertilizer 1 (microbial fertilizer consisting of a combination of bacteria of the genera *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus* and *Pseudomonas*); B2 – biofertilizer 2 (an inoculum obtained from the liquid culture of diazotrophic bacteria *Klebsiella planticola* TSHA-91); C – control, irrigation without fertilization. In the first year after planting, strawberries were treated with the mineral fertilizers *NPK Poly-Feed Drip* 11-44-11 with micronutrients and *NPK Poly-Feed Drip* 20-20-20 with micronutrients, and in the following two years (2012 and 2013) mineral fertilizers

were applied according to the phenological stage of the plant, as follows: immediately after planting, starter fertilizer *NPK Poly-Feed Drip* 11-44-11 with micronutrients at a rate of 1 g per plant; during intensive plant growth and flower bud emergence, 2 applications of *NPK Poly-Feed Drip* 20-20-20 with micronutrients at a 7-day interval, at a rate of 1.5 g per plant; during flowering, fruit set, growth and ripening, 5 applications of the complex mineral fertilizer *NPK Poly-Feed Drip* 16-8-32+2MgO at 10-day intervals at a rate of 1 g per plant; during intensive fruit growth and ripening, in addition to the former formulation, 2 applications of *Multi-Cal* (15.5% N and 26.5% CaO) and *Multi-KMg* (12% N; 43% K and 2% MgO) at a 10-day interval, at a rate of 1.5 g per plant. Microbiological fertilization involved soaking strawberry roots in the liquid inoculum at planting, followed by fertigation with 10–12 l ha<sup>-1</sup> of the inoculum 3 times per month during the growing season in each experimental year. The bacterial titer in the inoculum was 20–40 × 10<sup>6</sup> cm<sup>-3</sup>. The control involved irrigation without fertilization.

Significantly higher values for most of the vegetative potential parameters were determined in ‘Joly’ strawberries during the planting year and in the second year of fruiting. In 2011, rosette height was stimulated by biofertilizers, in particular biofertilizer 2 which had a stimulating effect on the number of leaves per rosette, compared to mineral fertilizers. Mineral fertilization improved the vegetative potential of strawberry plants in both years of fruiting (2012–2013). In 2012, the number of crowns per plant after treatment with both biofertilizers and rosette height after biofertilizer 1 treatment did not significantly differ from the values of these parameters obtained under mineral fertilization treatment.

The average values over two years of research in the Municipality of Čačak show that the onset of flowering in all three cultivars was in the second ten days of April (on 12 April in ‘Clery’ and ‘Dely’, and on 18 April in ‘Joly’). The ripening stage began in the first ten days of May (on 6 May) in ‘Clery’, in the second ten days of May (on 16 May) in ‘Dely’, and in the last ten days of May (on 24 May) in ‘Joly’.

The use of mineral fertilizers led to the most favorable balance of macronutrients in the strawberry leaf in both years of fruiting and that of micronutrients in the first year of fruiting. In 2012, the finest macronutrient balance was attained in ‘Joly’ leaves, and in 2013 leaf micronutrient balance was superior in all three cultivars, after treatment with biofertilizer 2.

Higher generative potential and better production traits of the tested cultivars were obtained in the second year of fruiting. High values for the number of fruiting stalks per plant, number of flowers per plant and average fruit weight resulted in the highest yield in ‘Joly’ in 2012. In 2013, ‘Clery’ had moderately high productivity which was close to the productivity

of 'Joly' in this year. In 2012, the generative potential and fruit yield increased after mineral fertilization, whereas in 2013 these parameters were positively affected not only by mineral fertilizer, but also by biofertilizer 1.

Fruit weight and fruit size were significantly greater in 'Joly' than in 'Clery' and 'Dely', in both experimental years. Treatment with mineral fertilizer and biofertilizer 1 had a positive effect on all tested physical traits of the strawberry fruit in 2013.

The highest levels of total acids in the fruit were obtained through the interaction between 'Clery' and biofertilizer 2 in 2012 and between 'Joly' and mineral fertilizer and biofertilizer 2 in 2013. In 2012, total sugar content was the highest in 'Clery' and 'Dely' fruits, whereas in 2013, due to the high invert sugar content, the fruits of 'Joly' and 'Dely' outperformed the third cultivar in terms of total sugar content. In all fertilization treatments and in the control, 'Joly' had a high sucrose concentration in 2012, as opposed to the following year when it exhibited a two-fold lower content.

A high content of hydroxybenzoic acids in 'Dely' fruit and high concentrations of ferulic acid in 'Clery' fruit were determined in both years. Biofertilizer 1 showed a positive effect on ellagic acid content in both years, whereas ferulic acid content was favorably affected by mineral fertilizer in 2012 and mineral fertilizer and biofertilizer in 2013. In both experimental years, cyanidin-3-glucoside levels were significantly higher in 'Joly' and in biofertilization treatments. Moreover, biofertilizers had a positive effect on kaempferol content in 2012 and on kaempferol and myricetin concentrations in 2013.

Vitamin C, total anthocyanins, total phenols and antioxidant capacity were the highest in 'Joly' fruit in 2012. Furthermore, when interacting with all fertilizer treatments and the control, in both experimental years, 'Joly' gave the highest values in terms of vitamin C content, as well as in terms of total anthocyanins and total phenols through interaction with mineral fertilizer and biofertilizers in 2012.

The analysis of the counts of different systematic and physiological groups of soil microorganisms showed that the effect of fertilizers on soil biogenity was more marked than their effect on cultivars. The positive effect of biofertilizer 1 on total microbial count and numbers of azotobacter, ammonifiers and oligonitrophils was observed in all three experimental years, while in 2012 and 2013 the positive effect was also exerted by biofertilizer 2. During the three-year period, the highest counts of fungi and actinomycetes were obtained under mineral fertilizer treatment.

The comprehensive analysis of the biological and production characteristics of strawberry cvs. 'Clery', 'Joly' and 'Dely' after treatment with the tested fertilizers suggests

that the best performance in terms of fruit yield and quality was exhibited by ‘Joly’, which can be recommended for further promotion and expansion in strawberry growing regions. Mineral fertilizer exhibited the highest effectiveness in terms of the leaf mineral composition, vegetative and generative potential of the plant, fruit weight, fruit size, and the counts of fungi and actinomycetes in the soil. Biofertilizer application had a positive effect on the contents of most of the phenolic compounds analyzed in the fruit, as well as on the total microbial count in the soil. Therefore, the use of microbiological fertilizers as supplements to mineral fertilizers or even their substitutes can be considered an appropriate practice to ensure safe strawberry fruit production and enhance soil biological activity, which has an indirect positive effect on the production characteristics of the tested strawberry cultivars.

**Key words:** strawberry, mineral fertilizer, biofertilizers, leaf mineral composition, generative potential, fruit quality, soil biogenity.

**Scientific field:** Biotechnical sciences

**Major scientific field:** Pomology

**UDC:** 634.75:631.847 (043.3)

**САДРЖАЈ**

<b>1. УВОД</b> .....	1
<b>2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА</b> .....	5
<b>3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ</b> .....	7
3.1. Вегетативни потенцијал јагоде .....	7
3.2. Физиолошке особине јагоде .....	10
3.3. Генеративни потенцијал и производне особине јагоде .....	19
3.4. Физичка својства плода јагоде .....	20
3.5. Хемијска својства плода јагоде .....	22
3.6. Сензоричке карактеристике плода јагоде .....	30
3.7. Биогеност земљишта .....	31
<b>4. РАДНА ХИПОТЕЗА</b> .....	34
<b>5. ОБЈЕКАТ, МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА</b> .....	35
5.1. Објекат .....	35
5.2. Материјал .....	36
5.2.1. Основне карактеристике испитиваних сорти јагоде .....	36
5.2.2. Основне карактеристике примењених ђубрива .....	37
5.3. Методе рада .....	39
5.3.1. Експериментални дизајн .....	39
5.3.2. Вегетативни потенцијал јагоде .....	41
5.3.3. Физиолошке особине јагоде .....	41
5.3.3.1. Фенолошке особине јагоде .....	42
5.3.3.2. Екстракција узорака и одређивање садржаја хлорофила <i>a</i> и <i>b</i> и укупних каротеноида у листу јагоде .....	42
5.3.3.3. Разарање узорака и одређивање минералног састава листа јагоде .....	43
5.3.3.4. <i>DOP</i> индекс– Одступање од оптималног садржаја .....	43
5.3.4. Генеративни потенцијал и производне особине јагоде .....	44
5.3.5. Физичка својства плода јагоде .....	44
5.3.6. Хемијске особине плода јагоде .....	45
5.3.6.1. Одређивање садржаја растворљиве суве материје у плоду јагоде .....	45
5.3.6.2. Одређивање садржаја укупних, инвертних шећера и сахарозе у плоду јагоде .....	45

5.3.6.2.1. Одређивање садржаја инвертних шећера у плоду јагоде.....	46
5.3.6.2.2. Одређивање садржаја укупних шећера у плоду јагоде.....	46
5.3.6.2.3. Одређивање садржаја сахарозе у плоду јагоде.....	47
5.3.6.3. Одређивање садржаја укупних киселина у плоду јагоде .....	47
5.3.6.4. Одређивање садржаја витамина <i>C</i> у плоду јагоде.....	47
5.3.6.5. Одређивање садржаја индивидуалних фенолних компоненти у плоду јагоде.....	48
5.3.6.6. Одређивање садржаја укупних антоцијана у плоду јагоде .....	49
5.3.6.7. Одређивање садржаја укупних фенола у плоду јагоде.....	49
5.3.6.8. Одређивање антиоксидативног капацитета плода јагоде.....	50
5.3.7. Сензоричка оцена квалитета плода јагоде .....	51
5.3.8. Биогеност земљишта у огледном засаду јагоде .....	51
5.3.9. Статистичка анализа .....	52
<b>6. АГРОЕКОЛОШКИ УСЛОВИ .....</b>	<b>53</b>
6.1. Климатски услови Чачка .....	53
6.1.1. Температура ваздуха.....	53
6.1.2. Падавине .....	56
6.1.3. Облачност.....	58
6.2. Земљишни услови у огледном засаду .....	59
6.2.1. Хемијске карактеристике земљишта у огледном засаду .....	59
6.2.2. Механички састав земљишта у огледном засаду .....	60
<b>7. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА .....</b>	<b>62</b>
7.1. Вегетативни потенцијал јагоде .....	62
7.1.1. Број круница у бокору, висина лисне розете, број листова у розети, површина једног листа и укупна лисна површина бокора јагоде .....	62
7.1.2. Дужина корена и укупна дужина биљке .....	67
7.2. Физиолошке особине јагоде .....	68
7.2.1. Фенолошке особине јагоде .....	68
7.2.2. Садржај хлорофила <i>a</i> и <i>b</i> и укупних каротеноида у листовима јагоде .....	69
7.2.3. Минерални састав листа јагоде.....	71
7.3. Генеративни потенцијал и производне особине јагоде .....	81
7.4. Физичка својства плода јагоде .....	87
7.5. Хемијске особине плода јагоде.....	91

7.5.1. Садржај растворљиве суве материје, шећера и укупних киселина у плоду јагоде.....	91
7.5.2. Садржај индивидуалних фенолних компоненти у плоду јагоде.....	95
7.5.3. Садржај витамина С, укупних антоцијана, укупних фенола и антиоксидативни капацитет плода јагоде.....	104
7.6. Сензоричка оцена квалитета плода јагоде.....	113
7.7. Биогеност земљишта.....	114
<b>8. ДИСКУСИЈА.....</b>	<b>125</b>
8.1. Вегетативни потенцијал јагоде.....	125
8.2. Физиолошке особине јагоде.....	128
8.3. Генеративни потенцијал јагоде.....	139
8.4. Физичка својства плода јагоде.....	142
8.5. Хемијске особине плода јагоде.....	144
8.6. Сензоричка оцена квалитета плода јагоде.....	154
8.7. Биогеност земљишта.....	155
<b>9. ЗАКЉУЧАК.....</b>	<b>158</b>
<b>10. ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>163</b>
<b>11. БИОГРАФИЈА.....</b>	<b>185</b>
<b>12. ПРИЛОЗИ.....</b>	<b>186</b>



## 1. УВОД

Баштенска јагода (*Fragaria ananassa* Duch.) је веома цењена врста из рода *Fragaria*, која по обиму производње у светским размерама представља најзначајнију јагодасту врсту воћака. Укупна светска производња јагоде у 2013. години износила је 7.700.000 *t*, а површине под засадима 361.661 *ha* ([faostat3.fao.org](http://faostat3.fao.org)). Највећи светски произвођач јагоде је Кина (3.000.000 *t*), а затим следе САД, Мексико, Турска и Шпанија.

Према наводима *Nikolić et al.* (2012), јагодасто воће се већ дужи низ година налази у врху најважнијих пољопривредних извозних артикала у Србији, одмах иза житарица. На првом месту је малина, а затим следе јагода и купина. У извозу јагоде доминирају примарни производи (свежа и замрзнута јагода) са најнижом јединичном вредношћу (*Zarić et al.*, 2015).

Према подацима Републичког завода за статистику за 2014. годину, укупне површине под засадима јагоде у Србији износе 4.977 *ha*, а укупни приноси 23.307 *t*. Наиме, дуготрајни кишни период у време зрења плодова значајно је нарушио њихов квалитет умањујући комерцијалне приносе јагоде у поменутој години. Према званичним *FAO* статистичким подацима ([faostat3.fao.org](http://faostat3.fao.org)), просечна годишња производња јагоде у Србији у последњих пет година износила је око 30.000 *t*, а површине под засадима јагоде биле су веће од 7.000 *ha*. Из тога произилази да су просечни приноси по јединици површине веома ниски и износе свега 4,3 *t ha<sup>-1</sup>*, што је много мање у односу на земље са интензивном производњом јагоде.

У засадима јагоде у нашој земљи заступљене су различите технологије гајења, међу којима се последњих година доминантно примењује технологија гајења на гредицама прекривеним полиетиленском фолијом (*PE*) фолијом уз обавезно инсталирање система за наводњавање. Овакви засади највише су заступљени у Мачви, Поцерини, Подунављу, Крушевцу, Алексинцу и Лесковцу. Међутим, поред засада који су засновани по принципима савремене технологије гајења, још увек постоје екстензивни засади, нарочито у јужним деловима Србије који су подигнути на отвореном пољу коришћењем некатегорисаних живића произведених у родним засадима, без примене *PE* фолије или органског малча и система за наводњавање (*Milivojević & Nikolić*, 2015).

Један од битних чинилаца високоинтензивне производње јагоде јесте и иновирање сортимента, односно интродукција нових, перспективних сорти различитог времена зрења са циљем што бољег и равномернијег снабдевања тржишта (*Milivojević et al.*, 2012). Сортимент јагоде у засадима у Србији је доста хетероген, при чему се посебно у групи стоних (конзумних) сорти уочава прилична динамика током последње деценије. Наиме, најпре су интродуковане сада већ потиснуте сорте “Elsanta”, “Queen Elisa”, “Miss”, “Dora”, “Patty”, “Clery”, а затим последњих 6–7 година сорте “Arosa”, “Antea”, “Alba”, “Asia” и “Roxana”, које су у понуди имали увозници живића из Италије (*Milivojević & Nikolić*, 2015). Због раностасности, добре адаптивности на различите технологије гајења, веома доброг квалитета плода и високе толеранције на болести корена и листа (*Martinelli & Leis*, 2012), од свих поменутих сорти у производним засадима у Србији доминантно се задржала сорта “Clery”, која је и даље веома цењена и тражена сорта не само од стране произвођача, већ и самих потрошача (*Milivojević & Nikolić*, 2015). У последњих неколико година из Италије су интродуковане и две новије сорте: “Joly” и “Dely”, које су створене у оквиру CIV (*Centro Italiano Vivaisti, Ferrara*) оплемењивачког програма.

У дефинисању производне и употребне вредности интродукованих сорти, поред утицаја самог генотипа, значајну улогу имају и фактори спољашње средине, систем гајења, као и интензитет примене агро и помотехничких мера.

Једну од најважнијих агротехничких мера у савременој производњи јагоде представља ђубрење, које укључује примену органских и минералних ђубрива (*Nikolić & Milivojević*, 2015). Према *Vitousek et al.* (1997) и *Frink et al.* (1999) сам процес интензивирања пољопривредне производње се заснива на примени великих количина минералних ђубрива. Упркос томе што су бројна истраживања показала да се континуирана употреба минералних ђубрива негативно одражава на животну средину, годишња глобална потрошња ових ђубрива се у периоду 1960–1990. увећала са 46.000.000 на 130.000.000 t (*Brown et al.*, 1997), да би у 2009. години ова количина износила око 175.000.000 t (*FAOstat/Fertilisers*). *Bockman et al.* (1990) указују на чињеницу да више од 50% примењених минералних ђубрива биљке не усвоје, већ на различите начине долази до губљења минералних елемената, што представља велику опасност за животну средину. *Barlog & Grzebisz* (2004) наводе да је главни разлог овог проблема ниска стопа ефикасности употребљених минералних ђубрива и њихова континуирана употреба.

Стога, у циљу постизања и одржавања оптималне равнотеже између раста и родности јагоде неопходно је адекватно комбиновање помотехничких мера и начина исхране. У том погледу, када се испоље симптоми дефицита неког минералног елемента или неки од симптома токсичности везаних за прекомерну примену одређених ђубрива, засади воћака се налазе далеко од режима оптималне исхране, што је веома наповољно како са физиолошког, тако и са економског и еколошког аспекта (Stiles & Reid, 1991). Зато би одржавање оптималног режима исхране воћака требало ускладити са праћењем различитих параметара пораста у засадима и то од раног пролећа па све до плодоношења, уз редовну контролу производне способности земљишта и анализу минералног састава листова (Miller, 2002). За утврђивање норми и врсте ђубрива, фолијарна анализа налази све ширу примену јер пружа потпуну слику о тренутном стању исхрањености биљке. Уједно, идентификована концентрација минералних елемената у листу директно се одражава на висину приноса и квалитет плодова јагоде (Opstad, 2010). Предност ове методе се огледа и у томе што се ђубрива економичније користе, па се тако смањују трошкови производње уз истовремено очување биолошких ресурса.

Један од предуслова оптималне исхране јагоде представља и начин примене хранива. Последњих година примена ђубрива преко система за заливање „кап по кап“ (фертигација), због генералне супериорности коју поседује у односу на остале начине исхране воћака, представља редовну агротехничку меру. На тај начин постиже се потпуније снабдевање биљака хранивима која су им тренутно доступна, а чија приступачност не зависи од хемијских процеса у земљишту. Минимизирање губитка минералних елемената и превенција неуравнотежене исхране представља веома важну стратегију у развоју модерне пољопривредне производње. Разумном употребом и делимичном или чак потпуном супституцијом минералних ђубрива, супстанцама или биолошким агрегатима који садрже живе ћелије микроорганизама (микробни инокуланти тј. биофертилизатори), лако се могу превазићи еколошки проблеми које узрокује интензивирање пољоприврене производње. Корисни микроорганизми тзв. промотори биљног раста испољавају ефекат на раст, развиће и принос биљака путем различитих механизма, који могу бити директни или индиректни, а укључују и повећање садржаја хранива у ризосфери кроз биолошку фиксацију азота и превођење нерастворљивих фосфорних, калијумових и сумпорних једињења у растворљиве облике, синтезу витамина и фитохормона (ауксини, гибберелини, цитокинини, абсцисинска киселина), регулисање нивоа етилена у биљном ткиву, продукцију

сидерофора и смањење или спречавање штетних ефеката патогених микроорганизама (Pešaković et al., 2015). Поред наведених утицаја, Pešaković et al. (2013) истичу да инокулације асимбиотском азотофиксирajuћом бактеријом *Klebsiella planticola* TSHA-91, као и смешом бактерија родова *Azotobacter*, *Derxia*, *Pseudomonas* и *Bacillus* показују позитиван ефекат на хемијске карактеристике плода јагоде.

Бројна истраживања указују на присуство високих концентрација биоактивних супстанци у плодовима јагоде (Manach et al., 2004; Seerem, 2009) и повезаности свакодневног конзумирања овог воћа и људског здравља. Највећи бенефит за људско здравље приписује се фенолним једињењима и витамину C, због својих антиоксидативних, антиканцерогених, антимулагених, антимикробних, антиинфламаторних и неуропротективних карактеристика (Nile & Park, 2014). Сматра се да се значајан део антиоксидативне активности плодова јагоде може приписати фенолним киселинама, међу којима су у плоду јагоде најзаступљеније елагинска, гална, кафеинска, *p*-кумаринска и протокатехинска (Määttä-Riihinen et al., 2004; Da Silva Pinto et al., 2008; Milivojević et al., 2011; Pešaković & Milivojević, 2014). Поред фенолних киселина, значајну групу секундарних метаболита чине и флавоноиди (Milivojević et al., 2011). Међу њима, код јагоде су најзаступљенији антоцијани, који дају карактеристичну црвену боју плодовима. Према Crespo et al. (2009), у јагоди је идентификован велики број антоцијана, међу којима у квантитативном смислу, доминирају пеларгонидин и цијанидин. Посматрано у функцији примене ђубрива, Pešaković & Milivojević (2014) наводе да је садржај цијанидина за 38% већи, а пеларгонидина за скоро 46% у варијанти биофертилизације у односу на њихов садржај у варијанти минералне исхране. Узимајући у обзир ове резултате, као и бројна друга истраживања, постоји потреба за компаративним проучавањем утицаја различитих типова ђубрива на биолошке и производне особине испитиваних сорти јагоде, са могућношћу потенцијалне замене одређене количине минералних ђубрива биофертилизаторима састављеним од високо ефективних сојева микроорганизама.

## 2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Основни циљ ове докторске дисертације је да се испита ефекат микробиолошких и минералних ђубрива на вегетативни и генеративни потенцијал, најважније физиолошке особине, као и физичке, хемијске и сензоричке особине плода сорти јагоде “Clery”, “Joly” и “Dely”. У циљу обезбеђивања високих приноса квалитетних плодова јагоде, веома је значајно успостављање равнотеже између вегетативног и генеративног пораста. Применом различитих типова ђубрива у склопу технологије гајења испитиваних сорти, настојало се позитивно утицати на развој бокора, у циљу обезбеђења погодних услова за развој цвасти и плодова високог квалитета.

С обзиром да се листови налазе у центру метаболизма сваке воћке и да се промене у исхрани испољавају и у хемијском саставу листа, висини приноса и квалитету плодова, један од циљева истраживања је био да се хемијском анализом листова утврди ниво обезбеђености биљака минералним елементима. Додатно тумачење резултата минералног састава листа, израчунавањем индекса *DOP (Deviation of the Optimum Procentual)*, које се заснива на познавању оптималног садржаја појединих елемената у листу, омогућиће да се израчунају потенцијална одступања и на тај начин уоче неправилности у исхрани.

Узимајући у обзир чињеницу да се плодови јагоде одликују високим нутритивним квалитетом, који се огледа у садржају важних компоненти укуса плода (шећера и органских киселина), као и израженим антиоксидативним капацитетом базираним на присуству фенолних једињења и витамина *C*, важан циљ ових истраживања представља и проучавање утицаја комплексних минералних ђубрива различитих формулација и два биофертилизатора (микробни биофертилизатор на бази комбинације бактерија родова *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus* и *Pseudomonas* и микробни биофертилизатор на бази бактерија рода *Klebsiella*) на варирање у садржају поменутих једињења. Тиме ће се указати на потенцијалну оправданост примене оног ђубрива, које је испољило најпозитивнији утицај.

Поред праћења ефеката ђубрења на биолошко-производна својства испитиваних сорти јагоде, још један важан циљ ових истраживања је био утврђивање промена у броју појединих систематских и физиолошких група микроорганизама, као један од индикатора потенцијале и ефективне производне способности земљишта. Наиме, заступљеност одређених група микроорганизама у земљишту може бити поуздан

практични показатељ функционисања агроекосистема, што се посредно, одражава и на боље снабдевање биљака неопходним хранивима.

На основу добијених резултата могла би се препоручити делимична или потпуна супституција минералних ђубрива биофертилизаторима, који у себи садрже појединачне или мешане популације микроорганизама, а све у циљу унапређења постојеће технологије производње јагоде, остваривања задовољавајућих комерцијалних приноса и добијања здравствено безбедних плодова, уз очување животне средине.

### 3. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Производња баштенске јагоде у нашој земљи, и поред одговарајућих природних услова, значајно заостаје за резултатима оствареним у свету. Обзиром да је јагода прво сезонско воће, велики део произведених плодова потроши се у у свежем стању на домаћем тржишту, док се вишак произведених плодова извози. *Zarić et al.* (2015) наводе да у извозу плодова јагоде доминирају примарни производи (свежи и замрзнути) са најнижом јединичном вредношћу, а удео извоза свежих плодова јагоде из године у годину се повећава. Са отварањем тржишта и новим тенденцијама у промету јагоде, које су превасходно условљене променама у потрошачким навикама, појављују се и специфични стандарди у погледу амбалаже и квалитета свежег плода (*Milivojević et al.*, 2015). У циљу испуњења нових захтева, запажа се и повећан интерес произвођача за применом бољих технологија гајења и интродукцијом нових високопродуктивних и квалитетних сорти (*Milivojević et al.*, 2009; *Milivojević et al.*, 2015).

У структури сортимента јагоде последњих 10 година у нашој земљи доминантно место заузима сорта “Clery” захваљујући својој раностасности, и високом квалитету плода, као и доброј адаптивности на различите системе гајења. Поред сорте “Clery”, пре четири године интродуковане су и две нове сорте “Joly” и “Dely”, које су створене у оквиру истог оплемењивачког програма као и сорта “Clery”. Одликују се плодовима изузетног укуса, а у погледу висине приноса сорта “Joly” надмашује своју родитељску сорту “Clery” и одликује се средње раним почетком зрења, чиме се може прошити понуда свежих плодова на тржишту у дужем временском периоду (*Martinelli & Leis*, 2012).

#### 3.1. Вегетативни потенцијал јагоде

Надземни део бокора баштенске јагоде састоји се од кратког стабла, које секундарно дебља и рачва се образујући бочне избоје – крунице. Имајући у виду да је принос јагоде у позитивној корелацији са развијеношћу бокора, веома је значајно да се применом савремених технологија гајења добије што боља развијеност сваке појединачне крунице у бокору и читавог бокора (*Pešaković et al.*, 2015). *Chercuitte et al.* (1991) истичу да најбујнији бокори јагоде дају највећи принос. *Morrow & Darrow* (1940) су испитујући вегетативни потенцијал јагоде, закључили да број листова и лисна

површина бокора имају значајан утицај на родни потенцијал јагоде. Међутим, велика бујност не резултира увек високим приносом, нарочито ако је бујан генотип у комбинацији са агротехничким мерама које додатно фаворизују бујност бокора (Shaw, 1993). Због тога се, при максимизацији родног потенцијала јагоде, нарочито мора обратити пажња на избалансиран однос између вегетативног раста и плодношења (Chercuitte et al., 1991).

Milivojević et al. (2015) су испитујући параметре вегетативног потенцијала сорти “Clery” и “Joly” установили приближне вредности броја круница по бокору (5,2 и 5,3, по редоследу), док се висина розете кретала од 29,8 cm (“Clery”) до 35,2 cm (“Joly”). Иако је сорта “Clery” имала нижу висину лисне розете, број листова у њој је био за 10% већи него код сорте “Joly”. Према наводима Galletta & Bringham (1990), најснажнији утицај на вегетативни раст јагоде поред генотипа, имају и фотопериод, температура, плодност земљишта и др.

Међу различитим факторима који утичу на развој бокора и принос јагоде, исхрана је један од најважнијих, и чини једну трећину укупних трошкова производње (Bhat, 1999; Nazir, 2005). Jurik et al. (1982) су утврдили највећи број и површину листова бокора код *F. virginiana* Duch. применом већих доза минералних ђубрива у условима добре осветљености. Cekic & Yilmaz (2011) наводе да је значајно већи број круница у бокору код сорте “Samarosa” евидентиран након апликације већих доза минералног фосфора. Испитујући ефекат форме азота у минералним ђубривима на параметре вегетативног потенцијала јагоде сорте “Senga Sengana”, Sas et al. (2003) су утврдили да је најинтензивнији вегетативни раст бокора био под утицајем ђубрива, које је садржало азот у амонијачно-нитратној форми.

Група микроорганизама, позната под називом *Plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) обухвата велики број бактерија које продукују ауксине (IAA), гибберелине и цитокидине који могу стимулирати раст биљке (Bottini et al., 2004; Spaepen et al., 2008). Продукција фитохормона од стране PGPR сматра се једним од најважнијих механизма којим они утичу на раст биљака (Spaepen et al., 2007). Различити аутори указују на позитиван ефекат биофертилизатора на бази бактерија рода *Bacillus* на вегетативни раст кајсије, малине, јабуке и трешње, и објашњавају га способношћу ових бактерија да производе ауксине и цитокидине, фикасирају азот, растварају фосфате, и продукују антимикробне сустанце (Esitken et al., 2006; Orhan et al., 2006; Pirlak et al., 2007; Aslantas et al., 2007; Karlidağ et al., 2007).



*Seo et al.* (2009) су испитујући параметре вегетативног потенцијала јагоде у функцији примене три различита комерацијална микробиолошка ђубрива (*Ofarmguard*, *O-sis*, *EXTN*), која су аплицирана седам пута у току вегетације у интервалима од 15 дана, закључили да је њихова примена довела до повећања броја и површине листова у бокору у односу на контролни третман. Насупрот наведеним резултатима, *Esitken et al.* (2010) истичу да се након инокулације појединачним културама бактерија (*BA-8*, *OSU-142*, *M3*) и смешом култура, површина листа јагоде сорте “Kent” није значајно разликовала од површине листова у контролном третману.

Упоредјујући ефекте примене азота различитог порекла (биофертилизатор, стајњак и минерално ђубриво) на вегативне параметре јагоде сорте “Chandler”, *Umar et al.* (2009) су дошли до закључка да је комбинована апликација минералног ђубрива (уреа) и биофертилизатора (бактерије на бази рода *Azotobacter*) позитивно утицала на висину бокора и површину листова бокора. Исти аутори објашњавају максимално повећање вегетативних карактера раста у третману комбиноване примене минералног ђубрива и биофертилизатора, чињеницом да је азот из минералног ђубрива лако приступачан биљци за разлику од других испитиваних извора где се он ослобађа постепено. Такође, значајан утицај на већи проценат искоришћења азота у третману комбиноване апликације минералног ђубрива и биофертилизатора може се приписати *Azotobacter*-у, садржаном у биофертилизатору, и његовој способности да врши фиксацију атмосферског азота, посебно изражену у присуству одређених количина минералних извора азота у почетним фазама његове активности као и продукцију регулатора раста у зони кореновог система. Са друге стране, *Haynes & Goh* (1987) наводе да су велике количине азотних минералних ђубрива изазвале прилично смањење вегетативног раста и приноса код јагоде. Веће количине азотних ђубрива довеле су до акумулације високог нивоа растворљивих соли, посебно амонијачних за време лета у години садње јагоде, што је инхибирало иницијални раст биљака. Након нитрификације акумулираног амонијака, долази до повећања киселости земљишта и прелажења јона *Al* и *Mn* у земљишни раствор, што је разлог ограниченог раста јагоде при додавању високих количина азотних ђубрива.

*Kumar & Dey* (2011) су испитивали утицај малчирања земљишта различитим материјалима (сено и црна полиетиленска фолија) и са применом два начина наводњавања (помоћу система „кап по кап“ и површинско наводњавање) код јагоде сорте “Chandler” гајене на отвореном пољу, на раст кореновог система, усвајање хранљивих материја, ефикасност коришћења воде и принос. Коришћењем *PE* фолије

регистрована је већа влажност земљишта за 2,80–12,80% у поређењу са сеном, а оба материјала која су коришћена за малчирање значајно су побољшала раст корена, усвајање хранљивих материја, ефикасност искоришћавања воде од стране биљке и принос, у односу на контролу (без малчирања и наводњавања). Применом система за наводњавање „кап по кап“ утрошак воде био је мањи за 51%, а принос за 19% већи у односу на површинско наводњавање. *Sas et al.* (2003) су поредили утицај минералних ђубрива која су у себи садржала нитратни, амонијачни и нитратно-амонијачни облик азота, на развој кореновог система и лисне розете (суве масе корена и листа) јагоде сорте “Senga Sengana”. Аутори су установили повољнији утицај амонијачно-нитратног облика азота у минералним ђубривима у односу на минерална ђубрива са нитратним и минерална ђубрива са амонијачним обликом азота. Поред тога, амонијачно-нитратни облик азота је имао стимулативан утицај на вегетативни раст испитиване сорте јагоде, али значајних разлика у броју цветова по бокору након примене ђубрива са нитратном, амонијачном и амонијачно-нитратном формом азота, није било.

### 3.2. Физиолошке особине јагоде

Фенофаза цветања је битан чинилац родности јагоде. То је веома осетљива фенофаза, јер под утицајем позних пролећних мразева могу да страдају отворени цветови, посебно примарне серије, који дају први род високе комерцијалне вредности (*Milivojević & Nikolić, 2015*). Почетак, ток и дужина цветања зависе од особина сорте, географске ширине, надморске висине, експозиције, примењене агротехнике и климатских услова који владају пре и за време цветања (*Nikolić & Milivojević, 2015*). Сорте баштенске јагоде на основу почетка цветања могу бити подељене у четири епохе: рано цветне, средње рано цветне, средње позно цветне и позно цветне. Према испитивањима фенологије цветања интродукованих сорти јагоде гајених у београдском подручју, *Milivojević et al.* (2015) истичу да је сорта “Clery” почела фенофазу цветања 23. марта (рано цветна), док је код сорте “Joly” почетак цветања регистрован 08. априла (средње позно цветна). Трајање цветања се кретало од 34 (“Joly”) до 41 дан (“Clery”), што указује да су повољни температурни услови током марта и априла 2014. године условили доста дуг период цветања. Каснији почетак (03. април) и краће трајање цветања (29 дана) код сорте “Clery” регистрован је у условима београдског Подунавља (*Milivojević et al., 2013*). Постојање разлика се може објаснити утицајем еколошких

услова у различитим годинама испитивања, као и применом агрил термозаштитне тканине у овом огледу, која може повећати температуру у производном простору биљака за неколико степени и тиме утицати на експлозивније цветање и краће трајање ове фенофазе.

*Palencia et al.* (2013) наводе да високе температуре повећају капацитет ваздуха да апсорбује водену пару и, сходно томе, генерише већу потражњу биљака за водом. Виши интензитет евапотранспирације смањују резерве воде у земљишту стварајући тако водни стрес, нарочито у сушним периодима (*Moreti et al.*, 2010). Бројна истраживања указују да водни стрес не само да смањује продуктивност биљака, већ и убрзава сазревање плодова (*Henson*, 2008).

\*\*\*\*\*

Генетски потенцијал родности неке врсте или генотипа може да дође до пуног изражаја само у условима оптималне обезбеђености неопходним минералним елементима. Минерални статус биљке утиче на принос и квалитет плодова јагоде (*Nestby*, 1998). Због различитих потреба биљака за појединим минералним елементима, уобичајена је њихова подела на макро и микроелементе. Биогене (неопходне) макро и микроелементе биљка усваја углавном из земљишта у облику јона и то је основни начин исхране биљака (*Džamić & Stevanović*, 2007).

Постоји већи број метода за утврђивање степена обезбеђености биљака минералним елементима, међу којима је фолијарна анализа нашла најширу практичну примену у интензивној воћарској производњи.

Метод фолијарне анализе се заснива на чињеници да је лист метаболички најактивнији орган биљке, па се варијације у минералном саставу више одражавају на лист него на друге биљне органе (*Kenworthy*, 1973). Веома велики значај за успешну примену методе лисне анализе има време узимања узорка, пошто се садржај минералних елемената мења у току раста и развоја (*Kastori*, 1998). За процену исхрањености биљака бира се време када су потребе за хранивима највеће. Код јагоде се узимају потпуно развијени листови из средњег дела розете у фенофази цветања (*Bergmann & Neubert*, 1976). Ови листови су фотосинтетички најактивнији, па концентрација елемената у њима најбоље одражава стање исхрањености биљке. Према *Mengel & Kirkby* (2001) узимање узорака листова у време цветања је најбоље за оцену односа између садржаја минералних елемената у биљци и земљишту.

Садржај минералних елемената у листу зависи од великог броја биотичких и абиотичких фактора, али и од специфичности врсте и сорте. Из напред наведених разлога, а у циљу тачније интерпретације података о минералном саставу листа, корисно је прикупити информације о клими, локацији, нормама и начину наводњавања, нагибу земљишта, приносима, ђубрењу, старости засада, хемијској анализи земљишта и др.

Тумачење резултата анализе минералног састава листа захтева познавање граничних концентрација за поједине минералне елементе, као показатеља њиховог садржаја потребног за оптималну родност. *Shear & Faust* (1980), *Jones et al.* (1991), *Bergmann* (1992) и *Mills & Jones* (1996) наводе граничне вредности концентрације макро и микроелемената у листу јагоде потребних за постизање оптималне родности. Према *Bergmann* (1992) граничне вредности садржаја макроелемената у најмлађим потпуно развијеним листовима јагоде су следеће: 2,50–3,20% *N*, 0,25–0,40% *P*, 1,50–2,50% *K*, 0,80–1,50% *Ca* и од 0,25–0,60% *Mg*. Исти аутор наводи граничне вредности за садржај појединих микроелемената у листу јагоде: 30–70 *ppm B*, 0,20–1,00 *ppm Mo*, 7–15 *ppm Cu*, 40–100 *ppm Mn*, и 20–70 *ppm Zn*. Постоји већи број приступа за поређење добијених аналитичких података са граничним вредностима. Неки од њих (*Critical Value Approach-CVA* или *Critical Nutrient Range-CNR*) се заснивају на једноставном поређењу аналитичких података за садржај појединих хранива у листу са њиховим граничним концентрацијама. Ово су традиционалне методе, помоћу којих се може закључити само да ли је концентрација хранива у листу у оптималном опсегу. *Deviation of the Optimum Procentual (DOP)* је метода која се користи за поређење концентрације минералних елемената у анализираним биљним ткивима са граничним вредностима, а резултати се изражавају процентуално (*Montañés et al.*, 1991; *Montañés et al.*, 1993; *Monge et al.*, 1995). Ова метода омогућава класификацију хранива према њиховим лимитирајућим ефектима (*Lucena*, 1997). Такође, сума апсолутних вредности индекса *DOP* представља укупни нутритивни баланс биљке. Наведени метод је најлакши за примену, а добијени резултати су слични резултатима који се добијају коришћењем *D.R.I.S. (Diagnosis Recommendation Integrated System)* методе, коју користе како научници тако и агрономи, као метод рутинске интерпретације резултата анализе биљних тива.

Минерални састав листа јагоде не зависи само од утицаја спољашњих фактора, као што су земљиште, температура, влажност, исхрана, већ зависи и од генотипа (*Ames et al.*, 2003). *Daugaard* (2001) је у својим истраживањима спроведеним на 7 сорти јагоде

у органском систему производње, утврдио да је ниво хранива сортно специфична особина и да се мора узети у обзир приликом оцењивања захтева јагоде за минералним хранивима. Исти аутор је у својим касније спроведеним истраживањима (*Daugaard*, 2007), на основу пређења садржаја азота у листовима јагоде у периоду од 4 године, утврдио значајне варијације по годинама испитивања као и међу испитиваним сортама. Да је минерални статус сортно-зависна особина потврдила су и истраживања *Muramoto et al.* (2003). Они су установили значајне разлике између 5 сорти јагоде у погледу садржаја укупног азота у листу и нитратног азота у лисној дршци. Од свих 5 проучаваних сорти, код две сорте, “Аroma” и “Seascape”, установљена је и позитивна корелација између садржаја укупног азота у листу и оствареног приноса.

Минерална ђубрива и стајњак повећавају плодност земљишта и продуктивност биљака, али често негативно утичу на сложене биогехемијске циклусе (*Perrott et al.*, 1992; *Steinshamn et al.*, 2004). Употреба ђубрива проузрокује и делимично испирање и губљење нутритијената, посебно азота и фосфора, и узрокује деградацију животне средине (*Tilman*, 1998; *Gyaneshwar et al.*, 2002). Разлози за овакав проблем су слаба искористивост и дуготрајна континуирана употреба ђубрива. Упркос негативним ефектима који се одражавају на животну средину, предвиђа се повећање потрошње ђубрива која прати пораст броја становника у свету и потребе за производњом веће количине хране (*Vitousek et al.*, 1997; *Frink et al.*, 1999). Истраживања која су спроведена у последње две деценије упућују на примену тзв. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)* и/или *Arbuscular Mycorrhizae Fungi (AMF)* у циљу боље искористивости хранива од стране биљака. *PGPR* обухватају велику групу бактерија (асимбиозни азотофиксатори) које фиксирају азот у ризосфери нелегуминозних биљака без директног контакта са биљком (*Glick et al.*, 1999). До сада је описан велики број азотофиксационих бактерија, а њихови најзначајнији представници припадају родовима *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Azoarcus* (*Reinhold-Hurek et al.*, 1993), *Azospirillum* (*Bashan & de-Bashan*, 2010), *Burkholderia* (*Estrada de los Santos et al.*, 2001), *Gluconacetobacter* (*Fuentes-Ramírez et al.*, 2001) и *Pseudomonas* (*Mirza et al.*, 2006).

*Karlidag et al.* (2009) су поредили ефекте синтетичких минералних ђубрива (120  $kg\ ha^{-1}$  урее и 180  $kg\ ha^{-1}$  суперфосфата) и природних минералних ђубрива и стајњака (100  $kg\ ha^{-1}$  каменог фосфата и стајњака) са ефектима природних минералних ђубрива (камени фосфат и стајњак) којима су додати инокуланти: *Bacillus cereus*, *Brevibacillus reuszeri* и *Rhizobium rubi*, на минерални састав листа јагоде сорте “Fern”. Значајно већи садржај N, P, K у листу измерен је у третману са синтетичким минералним хранивима

са једне стране, док је са друге стране апликација природних минералних ђубрива и стајњака у комбинацији са *Rhizobium rubi* испољила значајан утицај на концентрацију *S*, *Ca*, *Fe* и *Zn* у листовима.

Познавање динамике усвајања хранива је изузетно важно, јер омогућава синхронизацију између хранива која су приступачна биљци и потребе биљке. *Tagliavini et al.* (2005) су у два одвојена експеримента проучавали динамику усвајања хранива код јагоде гајене у условима отвореног поља и у заштићеном простору (стакленику). На основу резултата првог експеримента аутори истичу да је усвајање хранива од стране сорти јагоде “Idea” и “Marmolada” у јесен било знатно мање него у пролеће. У пролеће је било најинтензивније усвајање *K*, затим *N*, *Ca*, *Mg* и *P*. У другом експерименту праћен је утицај апликације различитих концентрација *N* ђубрива (622 mg *N* по биљци-низак ниво и 2220 mg *N* по биљци-висок ниво) у току јесени, на усвајање, складиштење и ремобилизацију *N* код сорте јагоде “Onda”. Већа концентрација азотних ђубрива проузроковала је повећање биомасе и садржаја *N* у биљним органима, али није утицала на принос и квалитет плода. Праћењем ремобилизације *N* аутори су закључили да је око 40% складищеног *N* биљка искористила у пролеће за раст нових круница бокора. *Macit et al.* (2007) наводе да је азот минерални елемент које има суштински ефекат на квалитет плода и принос јагоде, за коју важи да је врста осетљива на садржај азота. Према наводима *Kresović & Ličina* (2003) методе одређивања укупног и лакохидролизујућег азота могу се сматрати поузданим за оцену приступачности азота у земљишту, при чему код вредновања методе укупног азота треба користити параметре биљака и земљишта у пољу, а код лакохидролизујућег азота равноправно и параметре биљака и земљишта у пољу и у контролисаним условима. *Ulrich et al.* (1980) сматрају да садржај *N* у листу треба пратити чешће у току вегетације у циљу одржавања његовог оптималног нивоа. *Daugaard* (2007) је у периоду од 4 године пратио садржај азота у листовима јагоде на почетку фенофазе цветања, и утврдио значајне варијације по испитиваним годинама и сортама, док разлике у садржају азота између листова узетих са биљака различите старости нису установљене.

Дефицит азота код јагоде утиче на редуковање лисне површине, масе корена и димензија плода (*Johanson & Walker*, 1963; *Ulrich et al.*, 1980), а суфицит азота се негативно одражава на квалитет плода (мања чврстоћа и слабији интензитет боје покожице) и доводи до успоравања зрења (*May & Pritts*, 1990; *Albregts*, 1991).

Познато је да већина земљишта садржи значајне резерве фосфора, али је мање од 10% доступно биљкама (*Kucey et al.*, 1989). Такође, додавањем фосфорних ђубрива

само мали део усвоји биљка, а остатак реагује са материјама из земљишта при чему се стварају теже растворљива једињења (*Sundara et al.*, 2002). Последњих година откривен је велики број *PGPR* (*Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Rhizobium* и *Serratia*), које имају способност трансформације нерастворљивих фосфорних једињења у растворљиве облике. Микроорганизми могу трансформисати ова тешко растворљива једињења директним или индиректним путем. Директан утицај на повећање количине приступачног фосфора за биљке имају микоризне гљиве и поједине бактерије, као што је то *Bacillus calcis*, која директно из терцијарног калцијум-фосфата користи калцијум, након чега се ослобађа примарни или секундарни фосфат калцијума. Индиректна трансформација терцијарних калцијум-фосфата одвија се хемијским путем, продукцијом органских киселина (*Gyaneshwar et al.*, 1999; *Mullen*, 2005). Велики број микроорганизама има способност да ослобађа ортофосфат из органских фосфата, уз помоћ различитих ензима које поседује (фосфатазу, лецитиназу, фитазу, рибонуклеазу, дезоксирибонуклеазу) (*Greaves & Webley*, 1965). Утврђено је да су то бактерије које припадају родовима *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Kluuyvera*, *Streptomyces*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Achromobacter*, *Agrobacter*, *Micrococcus*, *Aerobacter*, *Flavobacterium* и *Erwinia* (*Chung et al.*, 2005; *Hariprasad & Niranjana*, 2009; *Oliveira et al.*, 2009).

*Güneş et al.* (2009) су испитујући дејство фосфорних минералних ђубрива (растуће количине 0, 50, 100, 150 и 200  $kg\ ha^{-1}$ ) на минерални састав листа и плода јагоде, при чему су ова ђубрива аплицирана заједно са биофертилизаторима код земљишта сиромашног фосфором, утврдили да је инокулација биофертилизаторима *Bacillus FS-3*, и у мањој мери са *Aspergillus FS9* утицала значајно на повећање концентрације минералних елемената (*N*, *P*, *K*, *Ca* и *Fe*) у листу и плоду. Постоји велики број ризосферних бактерија (*Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Bacillus mucilaginosus*, *Bacillus edaphicus*, *B. circulans* и *Paenibacillus* sp.) које имају улогу ослобађања калијума из алумосиликата, који онда постаје приступачан биљкама (*Li et al.*, 2006; *Liu et al.*, 2012). У условима органске производње јагоде инокулација са *PGPB-Plant Growth Promoting Bacteria* (*Pseudomonas* BA-8, *Bacillus* OSU-142 и *Bacillus* M-3) условила је повећање садржаја *P*, *Ca*, *Mg*, *Fe* и *Zn* у листу јагоде (*Esitken et al.*, 2010). Највећи садржај *P* у листу при инокулацији са *Bacillus M-3* аутори објашњавају способношћу ових бактерија да растварају тешко растворљива фосфорна једињења. Са друге стране ово повећање се може објаснити и производњом органских киселина од

стране корена биљака и бактерија, што утиче на већу доступност  $P$ ,  $Fe$  и  $Zn$ . *Adesemoye & Kloepper* (2009) наводе да је усвајање  $N$ ,  $P$ ,  $K$  и микроелемената код биљака гајених на отвореном пољу и у заштићеном простору било значајно повећано при инокулацији бактеријама рода *Azospirillum*. Један од специфичних механизма путем кога *PGPR* утичу на усвајање минералних елемената, јесте повећање раста и развоја кореновог система (површине корена и броја коренових длачица), након чега се повећава и интензитет усвајања минералних елемената (*Biswas et al.*, 2000; *Adesemoye et al.*, 2008). Аутори наглашавају да је за постизање бољег усвајања минералних елемената веома важна успешна колонизација корена биљака како код бактерија рода *Azospirillum* тако и код других *PGPR*.

*Asheri et al.* (2008) су проучавали ефикасност *PGPR* (*Azotobacter chroococcum* и *A. Brasillense*) и *AMF* (*Glomus mosseae* и *G. fasciculatum*) на раст, усвајање хранива, и биомасу нара (*Punica granatum* L.). Апликација је вршена појединачно или у комбинацији. Резултати су показали да је комбинована инокулација *PGPR* и *AMF* довела до веће продукције биомасе и повећаног усвајања  $N$ ,  $P$ ,  $K$ ,  $Ca$  и  $Mg$  код сејанаца нара. Аутори наводе да је на повећано усвајање  $N$  и  $P$  утицала симбиотска фиксација азота и појачана активност фосфатазе.

*Reganold et al.* (2010) су спровели упоредна истраживања у 13 засада органски гајене јагоде и истом броју засада конвенционално гајене јагоде у Калифорнији. У конвенционалном систему, садржај  $P$  у листу и  $P$  и  $K$  у плоду био је значајно већи у поређењу са органским системом гајења, као и садржај  $Mg$  у листу и  $N$  у плоду. Сви остали испитивани минерални елементи у листу и плоду имали су сличне концентрације у оба система гајења.

Гвожђе је неопходни елемент за раст биљака, а у земљишту се често налази у њима неприступачном облику. Бактерије и други микроорганизми синтетишу хелатне агенсе, и формирају сидерофора комплекс, који везују  $Fe$  и на тај начин повећавају његову ратворљивост (*Boukhalfa & Crumbliss*, 2002). Овај комплекс бива транспортован или до површине корена или до ћелије бактерије, где захваљујући присуству специфичних мембранских рецептора долази до редукције  $Fe^{3+}$  јона у  $Fe^{2+}$  који потом бива усвојен (*Neilands*, 1995).

Неки аутори сматрају да се методом мерења боје листа може оценити његова обезбеђеност минералним елементима (*Busacaglia & Varco*, 2002; *Graeff & Claupein*, 2003). *España-Boquera et al.* (2006) истичу да је значајна корелација између боје листа и садржаја хранива утврђена само код младих листова и то једино у садржају азота. На



основу мерења оптичких особина листова 6 сорти јагоде, *Deák et al.* (2007) су закључили да биљке које нису биле снабдевене довољним количинама неопходних елемената нису могле произвести плодове са генетички детерминисаним квалитетом. Они објашњавају да недовољна снабдевеност јагоде неопходним елементима проузрокује промену боје листа, што се рефлектује у лошијем укусу плода.

\*\*\*\*\*

Функције листа као најважнијег органа у коме се обавља фотосинтеза тј. стварање органске материје, веома су значајне како са биолошког тако и производног аспекта. Фотосинтеза подразумева процес у коме биљке преобраћају светлосну енергију у енергију хемијских једињења (*Kastori*, 1998).

Хлоропласти су фотосинтетски активни пластиди који се налазе у надземним органима биљака дајући им зелену боју. У фотосинтетичком апарату биљака најзначајнији пигменти су хлорофил *a* и хлорофил *b*, који су смештени у мембрани тилакоида хлоропласта. За процес фотосинтезе већи значај има хлорофил *a*, а однос количине хлорофила *a* и *b* у листовима већине биљака креће се око 3:1 (*Kastori*, 1998).

Интензитет фотосинтезе и њена продуктивност зависе од садржаја хлорофила, величине, трајности и здравственог стања асимилационе површине, просторне оријентације листова, активности ензима фотосинтезе и дисања, особина проводних елемената, концентрације  $O_2$  и  $CO_2$  у атмосфери, светлости, температуре, обезбеђености биљака водом и минералним материјама и др. (*Kastori*, 1998). Директан утицај на интензитет фотосинтезе имају јони мангана, фосфатни јони и донекле јони калијума, док се индиректно дејство приписује азоту, гвожђу, магнезијуму, сумпору и другим неопходним елементима. У великом броју истраживања утврђено је да је при оптималној обезбеђености биљака минералним материјама усвајање угљен-диоксида и искоришћавање светлосне енергије веће.

*Macit et al.* (2007) су испитивањем физиолошких параметара пет сорти јагоде гајених органски и конвенционално, закључили да је дошло до значајног варирања у садржају хлорофила у листу под утицајем генотипа. Такође, утврђена је значајност интеракције између система гајења и генотипа на поменути параметар, што указује да сорте имају различите одговоре у погледу садржаја хлорофила у листу у различитим системима гајења. Висока корелација установљена између садржаја укупног азота у листу и хлорофила, указује на могућност да се мерењем садржаја хлорофила може

пратити садржај азота у листу током вегетације. *Tabatabaei et al.* (2006) су испитивали утицај односа амонијачног и нитратног облика азота (0:100, 25:75, 50:50 и 75:25) у хранљивом раствору, на стопу фотосинтезе, принос и квалитет сорти јагоде “Сamarosa” и “Selva” у хидропонском систему узгоја. Хранљиви раствор у коме је однос амонијачног и нитратног облика азота био 25:75 условио је испољавање највеће стопе фотосинтезе. Значајно већа површина листова и стопа фотосинтезе испитиваних сорти јагоде у поменутом третману, резултирала је добијањем највећег приноса. Употреба зеолита условила је значајно повећање стопе фотосинтезе код јагоде сорте “Selva”, највероватније путем повећања приступачности минералних елемената и воде (*Abdi et al.*, 2006).

Осим хлорофила у хлоропластима су присутни и наранцасто-жути пигменти из групе каротеноида, каротини и ксантофили. Више од 90% каротеноида се налази у листовима, где су као и хлорофили, смештени у тилакоидним мембранама хлоропласта. Најважнија физиолошка улога каротеноида је преношење енергије апсорбованих кваната на хлорофил *a*. Према *Kastori* (1998), каротеноиди апсорбују светлост у плавом делу видљивог спектра и делом у зеленом, где је апсорпција хлорофила релативно мала и тако проширују спектар апсорпције фотосинтетичког апарата. Друга важна функција каротеноида је заштита фотосинтетичког система од оксидативне фотодеструкције.

*Ebrahimi et al.* (2012) су испитивали ефекат супстрата на садржај пигмената код три сорте јагоде (“Сamarosa”, “Silva” и “Parus”) у хидропонском начину гајења у стакленику. Резултати су показали да је мешавина кокосовог тресета и перлита имала најинтензивнији утицај на садржај хлорофила *a*, хлорофила *b*, укупног хлорофила и каротеноида у листовима проучаваних сорти.

На основу литературних података *Mozafar* (1993) је закључио да азотна ђубрива, а нарочито примењена у великим количинама, смањују садржај витамина *C* у плодовима воћака и у поврћу, који представљају главни извор овог витамина у људској исхрани. Са друге стране, анализирани подаци указују на повећање садржаја каротеноида и витамина *B1* у плодовима под утицајем азотних ђубрива.

Пратећи промене у садржају фотосинтетичких пигмената у плоду црвене рибизле *Gross* (1982) закључује да се током сазревања плода садржај хлорофила *a* и *b* и каротеноида непрекидно смањивао, све до фазе пуне зрелости плода, када је хлорофил потпуно ишчезао, а каротеноиди су били присутни у ниској концентрацији.

### 3.3. Генеративни потенцијал и производне особине јагоде

Најважнији показатељи генеративног потенцијала неке сорте јагоде су број родних стабљика по бокору, број цветова по бокору, број плодова по родној стабљичи и број плодова по бокору. Само повољни природни услови и комплетна примена помо и агротехнике у засадима баштенске јагоде могу да обезбеде оптимално образовање цветних пупољака, од чега непосредно зависи њена родност и квалитет плодова у наредној години (Nikolić & Milivojević, 2015).

Генеративни развој јагоде је генетички контролисан и условљен факторима спољашње средине (Battey *et al.*, 1998). Поред дужине дана и температуре, на диференцијацију цветних пупољака јагоде утичу и други фактори, укључујући влажност, одговарајућу исхрану, и велику и здраву лисну површину (Galletta & Bringham, 1990).

У истраживањима која су спровели Pešaković & Milivojević (2014) код јагоде гајене у стакленику, највећи број приметних плодова по бокору и принос по бокору регистрован је код јагоде сорте “Clery” (36,2 и 0,78 kg, по редоследу). Упркос томе што ђубриво није имало значајан утицај на генеративни потенцијал испитиваних сорти јагоде, примењен биофертилизатор је показао стимулативан утицај на број цветова по бокору и принос по бокору (29,8 и 0,71 kg, по редоследу).

Проучавајући генеративни потенцијал једнородних селекција јагоде које припадају различитим епохама зрења, Milivojević *et al.* (2015) истичу да упркос скоро два пута већем броју плодова по бокору код сорте “Clery” у поређењу са сортом “Alba”, значајност разлика у висини приноса по бокору није регистрована. У ранијем истраживању наведених аутора (Milivojević *et al.*, 2013) забележен је већи принос код истих сорти јагоде на подручју београдског Подунавља. Код сорте “Joly”, Milivojević *et al.* (2015) су евидентирали 5,6 родних стабљика по бокору, као и умерено високу родност (785,4 g).

Martinelli & Leis (2012) наводе да је сорта “Clery” дала одличне резултате гајењем у супстрату у загрејаном стакленику. Остварени принос у првом главном роду у марту је био  $5 \text{ kg m}^{-2}$ , а принос у другом роду у јуну је износио  $3 \text{ kg m}^{-2}$ . Проучавајући помолошке особине пет сорти јагоде гајених у врећама испуњеним супстратом, које су биле постављене на подне конзоле висине 1,1 m у високом тунелу, са густином склопа

од 10 биљака/ $m^2$ , *Milivojević et al.* (2006) су регистровали најнижу родност код сорте “Clery” (87,8 g/биљци у јесењој берби и 431,5 g/биљци у пролећној берби).

### 3.4. Физичка својства плода јагоде

Сорте баштенске јагоде имају плодове варијабилне крупноће, што зависи од генотипа, еколошких фактора, система гајења, старости засада и времена зрења. Маса плода представља једну од најважнијих помолошких особина сорти јагоде. Према резултатима *Milivojević et al.* (2015) маса плода сорте “Clery” (22,8 g) гајене у условима отвореног поља у систему дворета на гредицама са црном полиетиленском фолијом била је слична раније објављеним подацима (*Milivojević et al.*, 2009) за исту сорту (22,9 g) гајену у пластеничком систему узгоја. Описујући особине сорти јагоде које се гаје на северу Италије, *Lucchi et al.* (2015) истичу да је правилан конусан облик плода сорте “Clery” њена добра карактеристика, док је тенденција ка смањењу димензија плода током другог дела бербе лоша карактеристика ове сорте.

Испитивањем утицаја три различито обојене полиетиленске фолије (црна, бела и сребрна) на помолошке особине сорти јагоде “Clery” и “Miss” гајених у пластенику, *Milivojević et al.* (2007) су регистровали боље физичке особине плода код сорте “Clery” на белој и сребрној малч фолији.

Пошто је маса плода једна од врло битних компоненти приноса, код оцењивања нових сорти посебна пажња се посвећује крупноћи плода, што је значајно и са становишта повећања ефикасности ручне бербе и пласмана плодова у свежем стању. *Milivojević et al.* (2015) истичу да иако се сорта “Joly” одликовала приближним приносом по бокору као сорта “Clery”, просечна маса плода код сорте “Joly” била је виша за 4,1 g. Варирање у облику плода такође је било евидентно између две поменуте сорте, при чему се сорта “Joly” одликовала издужено конусним обликом плода (вредност индекса облика 1,11), док је код сорте “Clery” облик плода био претежно округласто конусан (вредност индекса облика 0,99). На основу података добијених мерењем масе и димензија плода три сорте јагоде (“Clery”, “Joly” и “Dely”) у условима стакленичке производње, *Pešaković & Milivojević* (2014) су утврдили веће вредности морфометријских особина плода у третману са минералним ђубривима у поређењу са третманом биофертилизације. Са друге стране, *Cekic & Yilmaz* (2011) су проучавајући физичке особине плода сорти “Maraline” и “Camarosa” у условима примене различитих

доза фосфорних минералних ђубрива (10, 30 и 60 ppm) и арбускуларних микориза (*Glomus clarum* и *Glomus caledonium*), дошли до закључка да поменути третмани нису утицали на димензије (дужину и ширину) плода јагоде. Према *Neuweiler et al.* (1996) третман већим количинама азотних ђубрива имао је позитиван утицај на масу плода код јагоде. Ово се може објаснити стимулативним ефектом азота на бујност бокора, лисну површину и интензитет фотосинтезе, што доприноси већој синтези асимилата и транслокацији продуката фотосинтезе из листова у плодове који се развијају (*Umar et al.*, 2009). Проучавајући утицај генотипа на квалитет плода јагоде, *Capocasa et al.* (2008) наводе да су димензије плода често у негативној корелацији са нутритивним карактеристикама плодова (садржај укупних киселина, растворљиве суве материје и фенолна једињења).

*Chelpiński et al.* (2010) су проучавали утицај ђубрења различитим количинама амонијум нитрата примењених појединачно и у комбинацији са *NPK* ђубривима на принос, просечну масу 100 плодова и чврстину плода код јагоде сорте “Kent”. На основу добијених резултата констатовали су да су највећи принос по бокору и највећа маса плодова били у третману већим количинама амонијум-нитрата заједно са *NPK* ђубривом.

*Sayuela et al.* (1997) су испитивали квалитет и могућности чувања плодова јагоде сорте “Chandler” гајене у полиетиленским тунелима, на конвенционалан и органски начин. На основу добијених података аутори наводе да није пронађена значајна разлика у погледу димензија плода (дужине и ширине) између конвенционално и органски гајене јагоде, са једне стране, док је са друге стране евидентирано смањење димензија плода сукцесивно, према терминима бербе. Такође, разлике у маси плода између наведених начина гајења нису утврђене, а слично димензијама плода, маса се смањивала постепено у складу са терминима бербе. Важно је напоменути да је у оба начина гајења додата приближно иста количина хранива (*N-P-K*, 300-100-350) у различитим облицима, и то у конвенционалном начину гајења путем минералних ђубрива, а у органском начину гајења додавањем течног живинског стајњака и хуминских киселина.

### 3.5. Хемијска својства плода јагоде

Хемијски састав плодова јагоде зависи од великог броја фактора, међу којима су најважнији генотип, климатски услови, примењене агротехничке мере, степен зрелости плода и др. *Nestby et al.* (2004) наводе да минерална исхрана, сорта, временски услови, и снабдевеност водом, директно утичу на квалитет плода јагоде.

Прихватљивост плодова јагоде од стране потрошача у великој мери зависи од укуса плода, који је у тесној вези са садржајем растворљивих сувих материја (*Tulipani et al.*, 2008). *Milivojević et al.* (2015) су проучавајући сорте/нове селекције јагоде различитог времена зрења установили значајно варирање у погледу садржаја растворљивих сувих материја међу испитиваним сортама у свим епохама зрења осим сорти врло раног времена зрења, где није забележена значајна разлика. Сорта “Joly” је имала највише растворљиве суве материје (8,03%) у односу на друге сорте средње раног времена зрења. Исти аутори наводе да квантитативно варирање у садржају растворљивих сувих материја уочено између испитиваних сорти може бити условљено генетском основом, степеном зрелости плода, климатским и другим факторима. Новија истраживања спроведена у условима Флориде, указују на значајан утицај температуре ваздуха на садржај растворљиве суве материје у плоду јагоде (*MacKenzie & Chandler*, 2008). Високе температуре које су се јавиле једну недељу пре почетка бербе условиле су релативно низак садржај растворљиве суве материје у плоду јагоде у првој години испитивања. Међутим, варирања у садржају растворљиве суве материје у другој години испитивања нису регистрована, када су просечне температуре једну недељу пред бербу биле знатно ниже.

Ниво шећера и органских киселина у плодовима воћака зависе од генотипа, а такође су под утицајем фактора спољашње средине и агротехничких мера које се спроводе у воћњаку (*Hudina & Štampar*, 2009; *Colaric et al.*, 2005). *Milivojević et al.* (2007) наводе да је примена беле малч фолије условила најниже вредности садржаја растворљиве суве материје и шећера у плоду сорти “Clery” и “Miss” гајених у пластенику. Међутим, на белој фолији садржај укупних киселина је имао највише вредности, које су се кретале у распону од 1,10% (“Miss”) до 1,20% (“Clery”).

Шећери представљају основну компоненту у формирању укуса плода јагоде. У почетним фазама развоја плода сахароза је доминантно заступљен дисахарид, док касније, током сазревања долази до конвертовања сахарозе у глукозу и фруктозу, што

се наставља и у току чувања плодова. *Cordenunsi et al.* (2002) су проучавајући 6 сорти јагоде, код 4 од њих утврдили знатно већи садржај фруктозе и глукозе у поређењу са сахарозом. Такође, *Sturm et al.* (2003) су мерењем садржаја шећера у плоду јагоде сорте “Selva” установили доминантан садржај глукозе ( $2,0 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) и фруктозе ( $2,2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) у односу на сахарозу ( $0,6 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.). Додатно, *Milivojević et al.* (2011) истичу да у плоду шумске јагоде (*F. vesca*) и две сорте баштенске јагоде (“Marmolada” и “Madeleine”) доминантно учешће у структури укупних шећера има фруктоза, док је сахароза детектована у врло ниским концентрацијама. Заједно посматрано, глукоза, фруктоза и сахароза чине 99% укупног садржаја шећера код јагоде (*Nunes et al.*, 2006).

Упркос томе што се фруктоза одликује већом слашћу од глукозе и сахарозе, количина укупних шећера представља генерално бољи показатељ прихватљивости укуса од стране потрошача, него садржај фруктозе. Садржај укупних шећера у плоду мења се током сазревања, међутим, удео сваког шећера остаје константан, чак и у различитим условима гајења и код различитих сорти јагоде (*Woodward*, 1972; *Forney & Breen*, 1986). *Montero et al.* (1996) истичу да се садржај сахарозе повећавао током развоја плода јагоде сорте “Chandler”, све до фазе пуне зрелости, када је дошло до знатног опадања њеног садржаја.

Поред шећера, киселине представљају другу важну компоненту која учествује у формирању укуса плода, а однос шећери/киселине служи за одређивање оптималног термина бербе плодова јагоде (*Green*, 1971). Поред њиховог значаја у формирању укуса плода, киселине су важне и са аспекта прераде плодова јер утичу на желирајућа својства пектина (*Cordenunsi et al.*, 2002). Најзаступљенија киселина у плоду јагоде је лимунска, а њен удео у укупној киселости плода износи 92%, док је удео јабучне киселине знатно мањи и износи 9% (*Green*, 1971). *Haynes & Goh* (1987) наводе да је примена азотних минералних ђубрива имала варијабилне ефекте на титрациону киселост и садржај шећера у плоду јагоде из године у годину. Према наводима *Locascio et al.* (1990) и *Güler* (1997), од свих минералних ђубрива, калијумова имају највећи утицај на квалитет плода јагоде, посебно на укупну киселост. *Esitken et al.* (2010) су проучавајући примену *Pseudomonas* BA-8, *Bacillus* OSU-142 и *Bacillus* M-3, самостално и у облику смеше, на квалитет плода јагоде, дошли до закључка да није било значајних разлика између третмана у погледу садржаја растворљиве суве материје, укупне киселости и садржаја редукујућих шећера. Застирање земљишта црном полиетиленском фолијом има непосредни ефекат на садржај укупних киселина путем

утицаја на водни и температурни режим земљишта, који имају пресудан утицај на многе особине земљишта и механизам усвајања хранива (*Singh et al.*, 2007).

\*\*\*\*\*

Плодови јагоде садрже високе концентрације антиоксиданата, међу којима значајно место заузима аскорбинска киселина (витамин *C*). Аскорбинска киселина лако отпушта електроне и тако редукује реактивна једињења кисеоника или слободне радикале (*Klein & Kurilich*, 2000; *Prior & Cao*, 2000). Аскорбинска киселина се као природни антиоксидант додаје различитим намирницама у циљу превенције или спречавања тамњења, обезбојавања и продужавања период чувања (*Castro et al.*, 2009).

*Nile & Park* (2014) истичу да садржај витамина *C* у плоду јагодастих врста воћака зависи од великог броја фактора: врсте, сорте, технологије гајења, еколошких услова, зрелости плода, региона гајења, дужине и услова складиштења. *Pineli et al.* (2011) су утврдили значајно нижи садржај витамина *C* у плоду јагоде сорте “Osogrande” него *Cordenunsi et al.* (2002) и *Pinto et al.* (2008) код исте сорте. Према наводима *Tulipani et al.* (2011) и *Kafkas et al.* (2006) концентрација аскорбинске киселине повећава се током сазревања плода. Са друге стране, *Ferreira et al.* (2007) су утврдили константно висок садржај витамина *C* од фазе када су плодови беле боје до фенофазе пуне зрелости плода (130 mg на 100 g св. м. пло.). *Montero et al.* (1996) су установили да је највиши ниво витамина *C* у плоду јагоде био 35 дана након заметања плода, и износио је 100 mg на 100 g свеже масе плода. Нешто ниже вредности садржаја витамина *C* у плоду јагоде регистровани су *Cordenunsi et al.* (2002), који наводе да се садржај у току зрења кретао од 40–85 mg на 100 g свеже масе плода. *Olsson et al.* (2004) су пронашли значајно варирање у садржају витамина *C* у плоду јагоде сорте “Senga Sengana” у зависности од локалитета гајења. Према *Moor et al.* (2004), на варирање вредности у погледу садржаја витамина *C* у плоду јагоде сорте “Bounty” утицали су година истраживања, начин застирања земљишта у засаду и примењена ђубрива. Исти аутори наглашавају да је застирање земљишта *PE* фолијом имало позитиван утицај на концентрацију витамина *C* у плоду јагоде, насупрот застирању земљишта сламом. До варирања у погледу садржаја витамина *C* у плоду јагоде може доћи под утицајем наведених фактора, али и поступци екстракције и примењене методе анализе узорака плодова могу испољити значајан утицај.

\*\*\*\*\*



Због позитивног ефекта полифенола пореклом из воћа на људско здравље, интересовање за конзумирањем воћа и производа од воћа у сталном је порасту. Велики број епидемиолошких студија указује да конзумирање воћа и поврћа доприноси смањењу ризика од неких врста хуманих канцера и кардиоваскуларних болести (*Bazzano et al.*, 2002). Конзумирање воћа, такође, позитивно утиче на смањење крвног притиска, јачање имуног система, детоксикацију организма и редукцију инфламације (*Sack & Kass*, 1988; *Ascherio et al.* 1992).

Плодови јагоде, у поређењу са другим врстама воћака, садрже поред витамина С и велике количине фенолних једињења, која су испољила позитивно дејство против слободних радикала у *in vitro* тестирањима (*Seeram et al.*, 2006; *Aaby et al.*, 2007). Фенолне компоненте у јагодастом воћу имају много различитих биолошких функција, укључујући улогу у расту, развоју и заштити биљака (*Nile et al.*, 2014). Они имају улогу у пигментацији, поседују антимикробне и антифунгалне функције, пружају заштиту од инсеката и ултраљубичастог зрачења, врше хелатизацију токсичних тешких метала и одбрану од слободних радикала насталих у процесу фотосинтезе (*Beer et al.*, 2004; *Parry et al.*, 2005).

У нормалним биолошким условима, молекул кисеоника неензимском оксидацијом повремено узима електроне другим молекулима, што узрокује настанак слободних радикала. Слободни радикали су стални продукти ћелијског метаболизма (*Benavente-García et al.*, 1997) чија се концентрација повећава у условима стреса (*Nieman et al.*, 2002). Слободни радикали настају као резултат загађења ваздуха, радијације, претераног излагања сунцу, стреса, али и због прекомерног уноса индустријске хране и хране богате засићеним масноћама. Они доводе до липидне пероксидације, оштећења плазма мембране, протеина и *DNA* (*Barlett & Stadtman*, 1997). Савремена научна истраживања указују на чињеницу да је оксидативни стрес један од главних узрока различитих обољења, као што су: артеросклероза, дијабетес, малигна обољења, кардиоваскуларна обољења и друге хроничне болести.

Антиоксиданти су материје које у малим концентрацијама утичу на неутрализацију активности слободних радикала, односно доводе до одлагања или инхибиције оксидације супстрата. Велики број истраживања потврдило је да се садржај фенолних једињења и њихов антиоксидативни капацитет разликује код сорти исте врсте, као и између различитих врста јагодастих воћака (*Moyer et al.*, 2002).

*Anttonen et al.* (2006) указују на чињеницу да је ђубрење већим количинама минералних ђубрива проузроковало смањење садржаја флавонола и елагинске киселине у плоду јагоде. У истраживањима *Ruiz et al.* (1998) идентификован је позитиван утицај бора на фенолни метаболизам биљака.

Плод јагоде поседује високу *in vitro* антиоксидативну активност која је у позитивној корелацији са садржајем полифенолних једињења, а посебно антоцијана, који су квантитативно најважнији код јагоде (*Heinonen et al.*, 1998; *Wang & Jiao*, 2000; *Wang & Lin*, 2000). Антоцијани су моћни антиоксиданти са особином неутрализације слободних радикала, која се може приписати фенолним хидроксилним групама које се налазе на њиховој прстенастој структури (*Yoshiki et al.*, 1995; *Rice-Evans et al.*, 1996; *Wang et al.*, 1997). Антиоксидативна активност антоцијана представља једну од њихових најзначајнијих биолошких особина важних за човеково здравље (*Wang et al.*, 1996).

Антоцијани су подгрупа флавоноида, који су широко распрострањени у плодовима воћа и поврћа. Присуство ових пигмената код јагодастих врста воћака манифестује се црвеним, плавим и љубичасто обојеним плодовима. *Zhao* (2007) истиче да су антоцијани у природи ретко заступљени као слободна једињења (антоцијанидини) због своје високе нестабилности, па се у плодовима воћака највише јављају у облику коњугованих форми са различитим шећерима (*Robards & Antolovich*, 1997). Гликолизација антоцијанидина најчешће се дешава на позицији 3 са глукозом, арабинозом или галактозом.

Многи фактори као што су, генотип, тип земљишта, светлост, температура, примењена агротехника, утичу на садржај антоцијана код биљака (*Hosseinian et al.*, 2007). *Crespo et al.* (2010) наводе да је профил антоцијана код јагоде генетички одређена особина пре него особина на коју утичу еколошки фактори. Резултати истраживања наведених аутора указују да је сорта “Clegy” показала константно висок садржај антоцијана одражавајући велику стабилност хемијске композиције плода без обзира на подручје гајења. Садржај укупних антоцијана код сорте “Clegy” у овом истраживању кретао се од 27,97 до 34,60 mg 100 g<sup>-1</sup> св. м. пло., што је било 1,7 пута више у односу на сорту “Antea”, која је показала најнижи садржај укупних антоцијана у плоду. *Truax & Gagnon* (1992) сматрају да је разлог за већи садржај антоцијана у плоду јагоде гајене на полиетиленској фолији у односу на јагоду где је као материјал за малчирање коришћена слама, за око 10°C виша температура земљишта испод фолије него испод сламе. *Wang & Camp* (2000) наглашавају да је плод јагоде у условима

највиших дневних и ноћних температура (30/22°C) имао најинтензивније обојену покожицу и месо плода. *Schouten et al.* (2002) наводе да плодови јагоде, који су осетљивији на оштећења, производе више антоцијана. Према наводима *Rana* (2001), комбинована апликација минералног азота и биофertilизатора условила је повећање црвено обојених пигмената код јагоде сорте “Chandler” што је сагласно са истраживањима *Umar et al.* (2009), који су код исте сорте утврдили повећање садржаја антоцијана применом минералног азота и *Azotobacter*-а.

*Lopes da Silva et al.* (2007) су коришћењем *HPLC* методе са *DAD* (*diode array*) детектором спрегнутим са масеним детектором, пронашли 25 различитих антоцијана у плодовима 5 сорти јагоде (“Eris”, “Oso Grande”, “Carisma”, “Tudnew” и “Camarosa”). Већина антоцијана су били пеларгонидин-агликони, а утврђено је и присуство неких деривата цијанидина. Глукоза је била најчешћи шећер, а пронађени су и рутиноза, арабиноза и рамноза. Код свих пет проучаваних сорти јагоде *Pg-3*-глукозид је доминантан антоцијан, следи *Pg-3*-рутинозид и *Cy-3*-глукозид. Ова три антоцијана представљали су више од 95% укупних антоцијана код јагоде. У неким ранијим студијама се наводи да је цијанидин-3-глукозид најраспрострањенији како у плодовима, тако и у другим биљним органима (*Ishikura & Sugahara*, 1979).

Антиоксидативна ефикасност у превенцији оксидације хуманих липопротеина мале густине међу антоцијанима је следећа:

делфинидин>цијанидин>малвидин>пеларгонидин (*Satué-Garcia et al.*, 1997). *Wang & Lin* (2000) су проучавајући *ORAC* (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*) у различитим фазама развоја плода јагоде, пронашли позитивну корелацију између овог параметра и садржаја антоцијана у зрелим плодовима јагоде.

\*\*\*\*\*

Флавоноиди и фенолне киселине су две велике и хетерогене групе биолошки активних не-нутритивних фенолних једињења (*Shahidi & Naczk*, 1995). Фенолне киселине (хидроксицинамичне и хидроксибензоичне) се јављају у плодовима воћака у облику естера, гликозида и амида. Најчешће фенолне киселине из групе хидроксицинамичних киселина, које се јављају у плодовима јагодастог воћа су *p*-кумаринска, кафеинска и ферулинска киселина, а од хидроксибензоичних киселина: *p*-хидроксибензоична, гална, елагинска, 3-4-дихидроксибензоична и ванилинска киселина

(Robards & Antolovich, 1997; Clifford 1999; Tomás-Barberan & Clifford, 2000; Manach et al., 2004).

Елагинска киселина је секундарни метаболит који се акумулира у плодовима јагоде и малине (Häkkinen et al., 1999; Vatter & Shetty, 2005). Концентрација елагинске киселине у плоду јагоде обично је висока, и креће се од 16 до 207 mg g<sup>-1</sup> суве масе плода (Williner et al., 2003). Maas et al. (2002) су пронашли већу количину елагинске киселине у пулпи зелених плодова јагоде него у пулпи црвених плодова. Елагинска киселина у плоду јагоде може се наћи у слободном облику, у облику гликозида или повезана са елагитанинима (Bate-Smith, 1972; Haddock et al., 1982; Maas & Galletta, 1991). Слободан облик овог једињења ретко је заступљен (da Silva Pinto et al., 2008). Pinto et al. (2007) наводе да је потенцијални здравствени ефекат елагитанина пореклом из плодова јагоде повезан са антипролиферативном и *in vitro* инхибицијом  $\alpha$ -амилазе,  $\alpha$ -глукозидазе и ACE (*angiotensin I-converting enzyme*).

Гална киселина има значајну антиоксидативну активност, која је три пута већа од антиоксидативне активности витамина C или E, што указује да њене три хидроксилне групе независно функционишу као примаоци електрона (Nile & Park, 2014). Деривати галне киселине су такође моћни антиоксиданти са слободним хидроксилним групама, које имају особину неутрализације слободних радикала (Rice-Evans et al., 1997).

Jakobek et al. (2007) наводе да су доминантно заступљене фенолне киселине у плоду јагоде: елагинска (41 mg kg<sup>-1</sup> св. м. пло.) и *p*-кумаринска (17 mg kg<sup>-1</sup> св. м. пло.). До сличних закључака су дошли и Häkkinen & Törrönen (2000) проучавањем фенолних киселина у плодовима 6 сорти јагоде. Они су утврдили да је највећи део укупног фенолног садржаја чинила елагинска киселина чији се садржај кретао од 39,6 до 52,2 mg 100 g<sup>-1</sup> свеже масе плода, док се садржај *p*-кумаринске киселине кретао од 0,9 до 4,1 mg 100 g<sup>-1</sup> свеже масе плода. Резултати истраживања поменутих аутора указују и да је највеће варирање између сорти било у погледу садржаја *p*-кумаринске киселине. Са друге стране, Stöhr & Herrmann (1975) запажају знатно мању варијацију испољену под утицајем генотипа у погледу садржаја *p*-кумаринске киселине (1–1,5 mg 100 g<sup>-1</sup> св. м. пло.).

\*\*\*\*\*

Костанеску је 1895. године изоловао основно једињење и назвао га “flavon” (латински *flavus*—жут) по коме је велика група хемијски сличних једињења добила име флавоноли. Флавоноли припадају групи полифенолних једињења и имају заједничку молекулску структуру, која се састоји од трицикличног C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> “флаворн скелета”.

Распрострањени су код биљака најчешће као *O*-гликозиди. *Robards & Antolovich* (1997) наводе да иако је код биљака идентификовано преко 200 флавонол агликона, само 4 од њих, кверцетин, кемпферол, мирицетин и изорахметин, су карактеристични за воће. Јављају се у виду слободних или гликозидно везаних жутих ћелијских пигмената локализованих у разним органима биљака, нарочито у плодовима, цветовима и у листовима.

*Jakobek et al.* (2007) истичу да су флавоноли заступљени у мањим концентрацијама у плоду јагоде у односу на фенолне киселине. Према заступљености у плоду јагоде на првом месту је кемпферол ( $8 \text{ mg kg}^{-1}$  св. м. пло.), а затим кверцетин ( $6 \text{ mg kg}^{-1}$  св. м. пло.). Такође, мерењем садржаја флавонола *Häkkinen & Törrönen* (1999) су утврдили да је кемпферол најзаступљенији флавонол у плоду јагоде, а његова концентрација се кретала 0,2 до  $0,9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло. у зависности од генотипа. Међутим, касније спроведена истраживања *Häkkinen et al.* (2009) код истих сорти јагоде указују на знатно нижи садржај флавонола, а нарочито кемпферола у плоду. Аутори сматрају да је то последица дугог периода чувања плодова у замрзнутом стању пре анализе. *Pešaković & Milivojević* (2014) су евидентирали позитиван утицај биофертилизатора на садржај кемпферола у плоду јагоде у поређењу са минералним ђубривом. У истом истраживању, статистички значајних разлика у садржају кемпферола међу испитиваним сортама није било.

Највећи део биолошких ефеката полифенола може се приписати њиховој антиоксидативној активности. Вредна пажње је чињеница да је укупни антиоксидативни капацитет органски гајене јагоде био значајно већи од антиоксидативног капацитета конвенционално гајене јагоде, иако садржај главних антиоксиданта, аскорбинске киселине и антоцијана, није показао било какво повећање (*Tönutare et al.*, 2009). Овај феномен се може приписати и могућем синергистичком ефекту различитих антиоксиданата.

Раније спроведена истраживања (*Battino & Mezzetti*, 2006; *Tulipani et al.*, 2008) потврдила су да генотип има кључну улогу у одређивању садржаја антиоксиданата у плоду јагоде. Због тога, оплемењивачки програми користе метод планске хибридизације за стварање нових сорти јагоде са побољшаним лековитим својствима плодова (*Tulipani et al.*, 2011) користећи врсте *Fragaria virginiana glauca*, *F. vesca* и неке врсте *F. × ananassa* које представљају добар генетички материјал за добијање сорти са плодовима богатим биоактивним компонентама (*Battino et al.*, 2009).

### 3.6. Сензоричке карактеристике плода јагоде

Према *Jouquand et al.* (2008) сензорички квалитет плода јагоде је резултат комплексног баланса између сласти, ароме, текстуре и изгледа плода. Исти аутори истичу да су генотипови оцењени као “недовољно слатки” уједно имали и низак садржај растворљиве суве материје, и да је овај параметар, генерално, добар индикатор за прихватљивост укуса плода од стране потрошача. У наведеном истраживању, генотипови са највећим садржајем шећера, добили су највише оцене за укус плода. Овакве резултате потврђује чињеница да редукујући шећери (глукоза, фруктоза) и сахароза чине највећи део растворљиве суве материје у плоду јагоде (*Nunes et al.*, 2006). Однос растворљиве суве материје/укупне киселине такође је добар показатељ сласти, киселости и интензитета ароме плода јагоде (*Gunnes et al.*, 2009). *Tönutare et al.* (2009) наводе да укус конвенционално гајене јагоде има тенденцију да буде киселији и мање сладан у поређењу са органски гајеном јагодом.

Боја је кључна особина која утиче на атрактивност плода и прихватљивост од стране потрошача (*de Ancos et al.*, 1999). Поред тога што су боја и чврстина у извесној мери индикатори зрелости плода, ови параметри су под значајним утицајем сорте и услова гајења. *Sayuela et al.* (1997) наводе да су плодови органски гајене јагоде у свим терминима бербе имали интензивнију боју у поређењу са плодовима конвенционално гајене јагоде. Такође, органски гајена јагода одликовала се сјајнијом покожицом, супериорнијим мирисом и генерално је била сочнија у односу на конвенционално гајену јагоду.

Чврстина је особина која директно утиче на квалитет плода јагоде, док је калцијум есенцијални елемент одговоран за ову особину (*Treder*, 2004). Велики број истраживања указује на позитиван ефекат калцијумових ђубрива на чврстину, квалитет чувања плода и отпорност корена јагоде на болести (*Cheour et al.*, 1991; *Na Phun et al.*, 1997; *Wójcik & Lewandowski*, 2003). У истраживању *Chelpiński et al.* (2010) највећа чврстина плода јагоде измерена је у третману комплексним минералним ђубривом ( $150 \text{ kg ha}^{-1}$ , 5% N, 5%  $P_2O_5$ , 15%  $K_2O$ ) и амонијум-нитратом ( $42,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ). За разлику од наведених резултата, *Lanauskas et al.* (2006) су утврдили да је калцијум нитрат аплициран преко земљишта утицао на смањење чврстине плода јагоде сорте “Noneoye”.

Карактеристичну арому јагоде чини велики број комплексних испарљивих ароматичних једињења (*Perkins-Veazie*, 1995). Упркос томе што постоји велика

варијабилност у погледу садржаја ароматичних једињења у плоду јагоде у зависности од фазе зрелости, климатских фактора и локалитета гајења, кључне компоненте ароме имају типичну генетску основу (Ulrich *et al.*, 1997). Jouquand *et al.* (2008) наводе да садржај испарљивих ароматичних једињења и шећера треба да буде избалансиран како би се обезбедила прихватљивост укуса плода од стране потрошача.

### 3.7. Биогеност земљишта

Производна способност земљишта је важан фактор за правилан развој гајених биљака чији принос зависи од много фактора, међу којима су најважнији садржај хранива, физичке и хемијске особине, као и метаболичка активност многих микроорганизама укључених у процесе кружења материје и енергије (Odum, 1982). Упркос томе што биомаса свих микроорганизама који настањују земљиште представља само мали проценат органске материје земљишта, они играју важну улогу у функционисању екосистема, због њихове огромне биохемијске и биогеохемијске активности. Уједно, они имају важан утицај на динамику вишесмерних микробиолошких процеса (Kaszubiak, 1974; Smyk *et al.*, 1989; Badura, 1991).

Промене у броју појединих систематских и физиолошких група микроорганизама у земљишту, као и њихова активност, могу да се користе као индикатори потенцијалне и ефективне производне способности земљишта (Hole *et al.*, 2005; Pešaković, 2007). Укупан број микроорганизама (укупан број бактерија које израсту на земљишном агару у одређеном екосистему) може се сматрати једним од главних показатеља његове биогености, а доминантност и активност појединих група микроорганизама одређује њихов утицај на биљке (Milošević *et al.*, 2003). На основу квантитативних разлика укупног броја микроорганизама могу се проценити својства земљишта, те и његова потенцијална и ефективна плодност (Jarak & Hajnal, 2006). Будући да на минималне промене услова у земљишту реагује смањењем бројности, азотобактер се, такође, може користити за индикацију производне способности земљишта (Pešaković *et al.*, 2015). Примена минералних ђубрива, по правилу, доводи до повећања броја бактерија, у актиномицета и гљива у земљишту (Đukić, 1991а,б; Pešaković, 2007). Уношењем у земљиште физиолошки киселих ђубрива долази до преласка једињења Al у земљишни раствор, који као такав постаје токсичан како за микроорганизме, тако и за гајене биљке (Emtsev & Đukić, 2000). Актиномицете добро подносе овакве услове јер имају

јако изграђен ензимски систем који им омогућава инактивацију и теже разградивих хемијских једињења (Pešaković, 2007). Са друге стране, дуготрајна и прекомерна примена минералних ђубрива негативно се одражава на развој азотобактера, амонификатора и олигонитрофила у земљишту (Pešaković, 2007; Pešaković et al. 2013).

Према Varabasz et al. (2002), употреба већих количина комплексних минералних NPK ђубрива стимулативно је утицала на бројност различитих група микроорганизама. Број бактерија, актиномицета и гљива повећан је 2, 2,5 и 2 пута, по редоследу, у поређењу са контролом. Исти аутори су проучавајући дејство азотних ђубрива на промену бројности појединих група микроорганизама, утврдили значајно редукован број бактерија и актиномицета и незнатну промену у броју гљива. Ово доказује да висока стопа азотних минералних ђубрива изазива смањење бројности бактерија рода *Arthrobacter* и *Streptomyces* за 50% у односу на просечан број и потпуну ерадикацију бактерија родова *Azotobacter*, *Rhizobium* и *Bradyrhizobium*. Са друге стране, повећање бројности микроорганизама и биомасе бактерија родова *Eubacterium*, *Pseudomonas* и *Bacillus* и гљива родова *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* и *Verticillium*.

Artursson et al. (2006) наводе да примена микробних инокуланата у биљној производњи води ка повећању броја и ензимске активности микроорганизама, микробне биомасе, микробног диверзитета у ризосфери, што резултира побољшањем производне способности земљишта. Проучавајући ефекат примене микробних инокуланата (*Klebsiella* sp., *Azotobacter* sp., *Bacillus* sp. и *Pseudomonas* sp.), Pešaković et al. (2013) и Pešaković & Milivojević (2014), су установили значајан утицај на присуство појединих систематских и физиолошких група микроорганизама у ризосфери баштенске јагоде. Истраживање у условима стакленичке производње на сортама јагоде “Senga Sengana”, “Clery”, “Joly” и “Dely” показало је да је инокулација ризосферног земљишта јагоде, пре свега диазотрофном бактеријом *Klebsiella planticola* TSHA-91, али и смешом бактерија родова *Azotobacter*, *Derxia*, *Pseudomonas* и *Bacillus* стимулативно утицала на укупан број микроорганизама, број амонификатора, олигонитрофила, а у ризосфери сорте “Senga Sengana” и актиномицета. Ова појава је резултат не само изражене азотофиксационе способности сојева бактерија које су се налазиле у биофертилизатору, већ и кумулативног дејства низа ефеката, као што су инхибиција развоја фитопатогена, синтеза фитохормона (Sukhovitskaja et al., 2004), детоксикација тешких метала и синтеза егзоцелуларних полисахарида (Park et al., 2005; Biari et al., 2008).



Да би култура корисних микроорганизама била ефективна након инокулације земљишта, веома је важно да њихова иницијална популација буде на одређеном нивоу, који ће обезбедити жељени позитиван ефекат на продуктивност биљака (*Higa & Parr, 1994*). Исти аутори сматрају да ако наведени услов није испуњен интродуковани микроорганизми, без обзира на то колико су корисни, имаће мале или готово никакве ефекте на биљке. Обзиром да не постоји тест којим би се могло предвидети успостављање микроорганизама, најпоузданији приступ је инокулација земљишта корисним микроорганизмима у виду мешане културе, са високом густином инокулума како би се осигурала могућност њихове адаптације на еколошке услове средине (*Higa & Wididana, 1991; Parr et al., 1994*).

Након уношења инокуланата у земљиште, постоји могућност да они утичу на аутохтоне микроорганизме, али исто тако и да аутохтони микроорганизми утичу на инокуланте, а какав ће се утицај остварити зависи од интеракције унутар и између аутохтоних популација, од биљке и земљишта (*Higa & Parr, 1994*). Одређене групе микроорганизама могу бити стимулисане, друге инхибиране, а такође се дешава да интродуковани микроорганизми не утичу на структуру аутохтоне популације (*Dobbelaere et al., 2003*).

#### 4. РАДНА ХИПОТЕЗА

Ћубрење представља једну од најважнијих агротехничких мера, која у значајној мери доприноси ефикасности и интензивности производње воћа. У савременој технологији производње јагоде тежи се прецизном избору и дозирању ђубрива, у складу са захтевима биљака у појединим фенолошким фазама. Суфицит или дефицит неког од важних биогених елемената може условити физиолошке поремећаје, који се последично одражавају на принос и квалитет плодова. Због тога је рационално и ефикасно коришћење ђубрива могуће само на основу комплексног приступа овом проблему.

У раду се полази од претпоставке да примена микробиолошких ђубрива може послужити као алтернативна агротехничка мера, која омогућава испуњавање основних критеријума одрживе воћарске производње. Стога је битно испитати утицај ових ђубрива на производна, помолошка и антиоксидативна својства различитих сорти јагоде, као и на саму биогеност земљишта. Наиме, очекују се извесна варирања у развијености бокора, висини приноса, физичким, хемијским и сензоричким својствима плодова, као и у заступљености одређених систематских и физиолошких група микроорганизама у земљишту током година испитивања.

Упоредна испитивања ефеката микробиолошких ђубрива у поређењу са минералним ђубривима омогућиће одабир оптималног типа ђубрива, које може допринети одржавању или повећању приноса и квалитета плода са једне стране и одржавању биолошке равнотеже у земљишту са друге стране.

Компаративним проучавањем сорти јагоде “Clery”, “Joly” и “Dely” такође се полази од претпоставке да ће њихово гајење у условима примене различитих типова ђубрива, а при идентичном деловању агроколошких чинилаца и уз примену истих агро и помотехничких мера, допринети значајнијем испољавању сортних разлика које ће се испољити у варирању фенолошких особина, вегетативног и генеративног потенцијала, висини приноса, као и показатељима квалитета плода.

Установљене квалитативне и квантитативне разлике ће омогућити издвајање оне комбинације сорта/тип ђубрива, која даје најбоље резултате са становишта исхрањености и развијености бокора, висине приноса и нутритивне вредности плода у датим агроколошким условима.

## 5. ОБЈЕКАТ, МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

### 5.1. Објекат

Истраживање је обављено у огледном засаду јагоде сорти “Clery”, “Joly” и “Dely”, Института за воћарство у Чачку у периоду 2011–2013. година. Експериментални засад се налази у самом центру Чачка, у котлини Западне Мораве, са географским координатама 43°54' северне географске ширине и 20°21' источне географске дужине, на надморској висини од 242 *m*. Садња фриго конзервисаних садница је обављена у јулу 2011. године у форми дворедних пантљика на гредицама прекривеним црном полиетиленском фолијом. Примењено растојање садње је 30 × 30 *cm*. Током извођења огледа у засаду су спровођене стандардне агро- и помо-техничке мере уз редовну примену наводњавања и прихране коришћењем система „кап по кап“.

Испитивања параметара вегетативног и генеративног потенцијала бокора, физиолошких особина листова јагоде, параметара квалитета плодова испитиваних сорти јагоде, као и биогеност земљишта изведена су у лабораторијама Института за воћарство, Чачак, Катедре за воћарство Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, Института за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду, Агрономског факултета у Чачку, Универзитета у Крагујевцу и Института за ратарство и повртарство у Новом Саду.



Слика 1. Засад испитиваних сорти јагоде на имању Института за Воћарство, Чачак

## 5.2. Материјал

### 5.2.1. Основне карактеристике испитиваних сорти јагоде

Испитивања су вршена на сортама јагоде “Clery”, “Joly” и “Dely”, које су створене у Италији у оквиру CIV – *Centro Italiano Vivaisti* (конзорцијум три водећа италијанска расадника: *Mazzoni*, *Salvi vivai* и *Tagliani*) оплемењивачког програма. Све три сорте имају високе захтеве за излагањем ниским температурама, што их чини погодним за гајење у хладнијим климатима.

“Clery” је настала укрштањем сорти “*Sweet Charlie*” x “*Marmolada*”. Веома је рана сорта. Сазрева почетком маја и погодна је за континенталне услове Европе. Има изузетну комерцијалну вредност. Приноси варирају у распону од 600 до 900 g по бокору, док у заштићеном простору даје око 20% нижи принос него на отвореном пољу. Склона је двородности и има изражену способност адаптивности на различите системе гајења што омогућава успешно гајење ове сорте како у сезонској тако и у вансезонској производњи (*Milivojević*, 2012). Плод је средње крупан до крупан, правилног издужено конусног облика, током читаве бербе. Покожица је сјајна, интензивно црвене боје, делимично отпорна при берби и транспорту. Поседује висококвалитетно месо плода и интензивну арому (Слика 2).



Слика 2. Сорта јагоде “Clery”

“Joly” је настала укрштањем сорти “*Clery*” x “*Darselect*”. Сазрева средње рано (5 до 7 дана после сорте “Clery”). Високопродуктивна је сорта, која може дати принос до 1 kg по бокору. Изражене је бујности, стога прихрану азотним ђубривима треба смањити

за 40% (Nikolić & Milivojević, 2015). Толерантна је на проузроковаче болести јагоде и добро подноси лошија земљишта. Плод је крупан (просечне масе око 26 g), правилног конусног облика, пријатног и слатког укуса (Слика 3).



Слика 3. Сорта јагоде “Joly”

“Dely” је средње бујна сорта, слабије продуктивности. Сазрева рано, почетком маја, у исто време кад и сорта “Clery”. Плод је средње крупан до крупан, просечне масе око 20 g. Облик плода је затупасто-срцаст, а боја pokožице плода је светло црвена. Плод је изузетног укуса, са аромом која подсећа на шумску јагоду (Слика 4).



Слика 4. Сорта јагоде “Dely”

### **5.2.2. Основне карактеристике примењених ђубрива**

У овом експерименту примењена су минерална водорастворљива *NPK* ђубрива (*Haifa Chemicals Ltd.*) различитих формулација, које су одређене у складу са захтевима биљака за појединим минералним елементима по фенолошким фазама. Формулација *NPK Poly-Feed Drip 11-44-11* (11% *N*; 44% *P*; 11% *K*) обogaћена микро елементима (*Fe*,

*Mn, B, Zn, Cu* и *Mo*) примењена је непосредно после садње и на почетку вегетације за стимулисање укоренавања и обнављање активности кореновог система. Формулација *NPK Poly-Feed Drip 20-20-20* (20% *N*; 20% *P*; 20% *K*) обogaћена микро елементима (*Fe, Mn, B, Zn, Cu* и *Mo*), која осим нитратне и амонијачне, садржи и амидну форму азота примењена је у циљу стимулисања вегетативног пораста бокора. Наиме, једнако и високо процентуално учешће сва три важна макро елемента *N, P* и *K* од 20% доприноси стимулисању раста вегетативних органа, примарно развоју круница и лисне розете. Формулација *NPK Poly-Feed Drip 16-8-32+2MgO* (16% *N*; 8% *P*; 32% *K*; 2% *MgO*) обogaћена микро елементима (*Fe, Mn, B, Zn, Cu* и *Mo*), значајна је због наглашеног садржаја калијума, а нешто смањеног садржаја азота, посебно када биљке прелазе из вегетативне у репродуктивну фазу – односно током фенофазе цветања, интензивног пораста и сазревања плодова.

Ћубриво са наглашеним садржајем калцијума *Multi-Cal* (15,5% *N* и 26,5% *CaO*) је коришћено током фазе интензивног пораста и зрења плодова са циљем повећања њихове чврстоће, што је посебно значајно у кишним вегетацијама. С обзиром да калцијум има важну улогу у структури ћелијских мембрана, при недостатку овог елемента слаби отпорност биљака на болести, престаје пораст и смањује се чврстоћа плода. За разлику од калцијума, калијум није градивни елемент и има улогу искључиво у метаболизму (усвајање и транспорт хранива и воде, активирање ензима итд.). Стога, током фазе интензивног пораста и зрења плодова врло је корисно применити и ђубриво *Multi-KMg* (12% *N*; 43% *K* и 2% *MgO*), које омогућава брзо усвајање нитратне форме азота, као и катјона  $K^+$  и  $Mg^{2+}$  из земљишног раствора.

Биофертилизатор 1 (комерцијални назив *Vactofil B-10*) је микробиолошко ђубриво, које је коришћено у поступку биофертилизације (уношење живих микроорганизама у земљиште) у циљу брзе разградње органске материје и бољег снабдевања биљака азотом, фосфором, калијумом и осталим макро и микро елементима потребним за оптималан раст и развој. Овај микробни биофертилизатор представља комбинацију бактерија родова: *Azotobacter, Azospirillum, Bacillus* и *Pseudomonas*. То су, углавном, спорогене асимбиотске бактерије, које живе у близини коренових длачица и хране се излучевинама биљака. Биолошким путем врше фиксацију азота из ваздуха, учествују у трансформацији фосфора и ослобађању азота из беланчевина, разлажу сложене угљене хидрате, продукују угљену киселину и помажу ослобађање калијума, продукују ауксине и гиберелине и др.

Биофертилизатор 2 (инокулум течне културе диазотрофних бактерија *Klebsiella planticola* TSHA-91) је микробни фертилизатор на бази бактерија рода *Klebsiella*. Представници рода *Klebsiella* су грам негативне штапићасте ентеробактерије које живе слободно у ризосфери биљака и ступају у интеракцију са њима колонизујући унутрашње биљно ткиво корена, стабла или листа. Способне су да фиксирају азот из атмосфере, продукују биљне хормоне и на тај начин позитивно утичу на раст и развој биљке. Поред тога, представници овог рода продукују и антибиотске материје и на тај начин врше заштиту биљке од штетног утицаја фитопатогених гљива.

### 5.3. Методе рада

#### 5.3.1. Експериментални дизајн

Оглед је постављен по потпуно случајном плану. Испитиван је утицај два фактора:

- 1) сорта
- 2) ђубриво

Ефекат поменутих фактора праћен је утврђивањем параметара вегетативног и генеративног потенцијала, физиолошких својстава, квалитета плода током три године, и биолошке активности земљишта. Код проучавања биолошке активности земљишта испитивања су вршена у два термина током једне вегетације.

Оглед је обухватио 4 третмана:

- 1) примена минералних ђубрива различитих формулација;
- 2) примена биофертилизатора 1 (микробни фертилизатор на бази комбинације бактерија родова: *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus* и *Pseudomonas*);
- 3) примена биофертилизатора 2 (инокулум течне културе диазотрофних бактерија *Klebsiella planticola* TSHA-91);
- 4) контролни третман, наводњавање без ђубрења.

Експериментална површина је обухватила 4 гредице у засаду јагоде, при чему је свака од њих представљала један третман. У сваком од третмана било је заступљено по 60 биљака (3 понављања по 20 биљака) сваке испитиване сорте. Укупан број испитиваних биљака по сорти износио је 240 (4 третмана по 60 биљака).

Минерална ђубрива су аплицирана кроз систем за наводњавање по следећем редоследу и дозама:

- 1) стартно ђубрење обављено је непосредно по завршеној садњи са *Poly-Feed Drip 11-44-11+ме*, у количини од 1 g по биљци (укупна количина ђубрива прерачуната по 1 ha износи 40 kg);
- 2) прихрана у фази интензивног раста бокора и појаве цветних пупољака обављена је 2 пута у размаку од 7 дана, са ђубривом *Poly-Feed Drip 20-20-20+ме*. Примењена доза је износила 1,5 g по биљци (укупна количина ђубрива прерачуната по 1 ha износи 120 kg, односно 60 kg по апликацији);
- 3) прихрана у фенофази цветања, заметања, раста и сазревања плодова обављена је 5 пута на сваких 10 дана комплексним минералним ђубривом *Poly-Feed Drip 16-8-32+2MgO*. Примењена доза је била 1 g по биљци (укупна количина ђубрива прерачуната по 1 ha износи 200 kg, односно 40 kg по апликацији). Током фенофазе интензивног пораста и зрења плодова, уз поменуту формулацију примењивана су 2 пута и ђубрива *Multi-Cal* (15,5% N и 26,5% CaO) и *Multi-KMg* (12% N; 43% K и 2% MgO) у интервалу од 10 дана, чија доза је износила 1,5 g по биљци у свакој појединачној прихрани (укупна количина ђубрива прерачуната по 1 ha износи 120 kg, односно 60 kg по апликацији).

У првој испитиваној години након садње обављено је третирање минералним ђубривима *Poly-Feed Drip 11-44-11+ме* и *Poly-Feed Drip 20-20-20+ме* по наведеном редоследу и дозама. У наредне две године (2012. и 2013.), када су испитиване сорте ступиле у период плодношења, примењена су сва горе наведена минерална ђубрива према редоследу фенолошких фаза.

Примена микробиолошких ђубрива вршена је стартно потапањем корена јагоде у течни инокулум при садњи, а након тога је вршена прихрана фертигацијом 3 пута у току сваког месеца док траје вегетациони период са 10–12 l ha<sup>-1</sup> инокулума у свакој испитиваној години. Титар бактерија у инокулуму износио је 20–40 x 10<sup>6</sup> cm<sup>-3</sup>.

У контролном третману вршено је наводњавање без ђубрења, са нормама од 20.000 l воде по 1 ha у 2011. години (после садње), односно 40.000 l воде по 1 ha у 2012. и 2013. години, када су испитиване сорте ступиле у период плодношења. Норме заливања су одређиване на основу развијености биљака, мерења влажности земљишта тензиометром и климатских услова током периода извођења огледа.

Целокупан програм истраживања је обухватио већи број параметара, који су у циљу лакшег проучавања груписани у неколико целина:



- Вегетативни потенцијал јагоде;
- Физиолошке особине јагоде;
- Генеративни потенцијал и производне особине јагоде;
- Физичка и хемијска својства плода јагоде;
- Сензоричка оцена квалитета плода;
- Биогеност земљишта.

### 5.3.2. Вегетативни потенцијал јагоде

Током трогодишњег периода испитивања, праћени су следећи параметри вегетативног потенцијала јагоде:

- број круница у бокору
- висина лисне розете (*cm*)
- број листова у розети
- површина једног листа ( $cm^2$ )
- укупна лисна површина бокора ( $cm^2$ )

Испитивања параметара вегетативног потенцијала обављена су стандардним морфометријским методама (метар и шублер марке *Carl Roth*, Немачка) и пребројавањем, осим површине једног листа која је одређена скенирањем листова и израчунавањем површине у програму *AutoCAD* (*Rico-Gacia et al.*, 2009). Укупна лисна површина бокора одређена је израчунавањем, на основу броја листова у бокору и површине једног листа бокора.

Због неопходности вађења биљака из земљишта, на крају треће године испитивања извршено је мерење:

- укупне дужине биљке (*cm*)
- дужине корена (*cm*)

### 5.3.3. Физиолошке особине јагоде

Испитивања фенолошких особина јагоде, садржаја хлорофила *a* и *b*, каротеноида, и макро и микро елемената у листовима јагоде вршена су у 2012. и 2013. години, када су испитиване биљке биле у периоду плодношења. За анализу су узети листови из

средине лисне розете током фенофазе цветања. Узорак је обухватио 20 најмлађих потпуно развијених листова по третману.

### 5.3.3.1. Фенолошке особине јагоде

У оквиру фенолошких особина сорти јагоде током двогодишњег периода (2012–2013.) испитиване су:

- фенофаза цветања (почетак, крај и трајање)
- фенофаза зрења (почетак, крај и трајање)

Фенофаза цветања јагоде одређена је евидентирањем датума почетка (када је отворено 10% цветова) и краја цветања (када са 90% цветова опадну крунични листићи). Фенофаза зрења одређена је евидентирањем датума почетка (када је зрело 10% плодова) и краја зрења (дан последње бербе). Трајање поменутих фенофаза је изражено у данима.

### 5.3.3.2. Екстракција узорака и одређивање садржаја хлорофила *a* и *b* и укупних каротеноида у листу јагоде

Узорци свежих листова су најпре добро иситњени и хомогенизовани у авану уз помоћ течног азота, у замраченој просторији због фотосензибилности фотосинтетичких пигмената. Од добијеног хомогената узет је узорак масе 0,2 g, који је екстрахован у 10 ml 100% ацетона. Екстракт је затим квантитативно пренет 100% ацетоном у нуч постављен на епрувету уметнуту у вакум боцу. Након филтрирања вакум пумпом, филтрат је квантитативно пренет у нормалан суд запремине 25 ml који је допуњен до црте 100% ацетоном. Апсорбанца екстраката је мерена на спектрофотометру (*Jenway 6300, UK*) на таласним дужинама 661,6 nm, 644,8 nm и 470 nm (*Lichtenthaler & Buschmann, 2001*). Израчунавање садржаја хлорофила *a* и *b* и укупних каротеноида вршено је помоћу следећих формула:

$$C_a (\mu\text{g ml}^{-1}) = 11,24 \times A_{661.6} - 2,04 \times A_{644.8}$$

$$C_b (\mu\text{g ml}^{-1}) = 20,13 \times A_{644.8} - 4,19 \times A_{661.6}$$

$$C_{(x+c)} (\mu\text{g ml}^{-1}) = (1000 A_{470} - 1,90 C_a - 63,14 C_b) / 214$$

Садржај хлорофила *a* и *b* и укупних каротеноида прерачунат је у  $\mu\text{g}$  по  $\text{g}$  свеже масе листа ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис.).

### 5.3.3.3. Разарање узорака и одређивање минералног састава листа јагоде

Узорци листова су најпре пажљиво опрани дејонизованом водом, а затим су осушени на  $70^\circ\text{C}$  и самлевени. Одмерено је око  $0,2\text{ g}$  сувог биљног материјала у тefлонске кивете, а затим је додата концентрована  $\text{HNO}_3$  и концентровани  $\text{H}_2\text{O}_2$  у односу 3:2. Након тога, извршено је разарање биљног материјала у микроталасној пећници. Концентрација минералних елемената (*P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, B, и Mo*) одређена је помоћу *ICP-OES*, оптичке емисионе спектрометрије са индуктивно спрегнутом плазмом (*SpectroGenesis EOP II, Spectro Analytical Instruments GmbH, Kleve, Germany*), према методи *Nikolić et al. (2011)*. Садржај укупног азота у листу јагоде одређен је *AOAC 972.43:2000* методом ([www.aoac.org](http://www.aoac.org)). Садржај макроелемената у листовима изражен је у %, а садржај микроелемената у  $\text{mg kg}^{-1}$  суве масе листа.

### 5.3.3.4. *DOP* индекс – Одступање од оптималног садржаја

Ради потпуније интерпретације добијених резултата минералног састава листа у односу на референтне вредности, приказана је обезбеђеност јагоде минералним елементима путем индекса *DOP (Deviation from Optimum Percentage)* (*Montanes et al., 1991*). *DOP* индекс се израчунава према формули:

$$\text{DOP} = \frac{C \times 100}{C_{\text{ref}}} - 100,$$

где *C* представља садржај хемијског елемента добијен у експерименту, а *C<sub>ref</sub>* представља оптималну референтну вредност садржаја елемената у листу (*Montanes et al., 1993*). Најчешће се узима вредност из литературе, чији су аутори угледни светски стручњаци. У овом случају коришћене су референтне вредности које наводи *Bergmann (1992)*. Тумачење резултата на основу вредности *DOP* индекса подразумева оптималну обезбеђеност биљке ако има вредност нула, док позитивне вредности означавају сувишак (+), а негативне недостатак одређеног елемента (-).

$\Sigma DOP$  представља конкретније стање обезбеђености листа макро или микроелементима.  $\Sigma DOP$  се добија простим сабирањем свих апсолутних вредности  $DOP$  индекса без обзира на знак. Уколико је вредност  $\Sigma DOP$  већа, онда је већи интензитет неравнотеже (дебаланс) између хранива и обрнуто.

#### 5.3.4. Генеративни потенцијал и производне особине јагоде

У оквиру генеративног потенцијала јагоде праћени су следећи параметри:

- број родних стабљика по бокору
- број цветова по бокору
- број плодова по бокору
- број плодова по родној стабљици
- принос по бокору ( $g$ )
- принос по јединици површине ( $kg\ m^{-2}$ )

Мерења су обављена пребројавањем, а принос по бокору одређен је мерењем масе убраних плодова у свакој берби и сумирањем приноса из свих берби, док је принос по јединици површине одређен прерачунавањем (множењем броја биљака по јединици површине и приноса по бокору). Наведени параметри генеративног потенцијала јагоде одређени су у 2012. и 2013. години.

#### 5.3.5. Физичка својства плода јагоде

У оквиру испитивања физичких својстава плода у периоду 2012–2013. година праћени су следећи параметри:

- маса плода ( $g$ )
- дужина плода ( $mm$ )
- ширина плода ( $mm$ )
- индекс облика плода
- дужина петелке плода ( $cm$ )

Наведени параметри одрђени су стандардним морфометријским методама на узорку од 20 плодова по понављању (3 понављања по 20 плодова, укупно 60 плодова по третману) у другој и трећој години испитивања, у фази пуне зрелости. Плодови су

узорковани током друге бербе од укупно десет берби у свакој испитиваној години. Маса плода је одређена мерењем на аналитичкој ваги *Mettler*, прецизности  $\pm 0,01$  g. Вредност индекса облика плода добијена је рачунским путем утврђивањем односа дужине и ширине плода, које су измерене дигиталним шублером марке *Carl Roth* (Немачка) тачности  $\pm 0,05$  mm.

### 5.3.6. Хемијске особине плода јагоде

Узорци плодова узети у фази комерцијалне зрелости за анализу физичких својстава плода, коришћени су даље за испитивање хемијских својстава. Анализе хемијских својстава плода испитиваних сорти јагоде у функцији примењених ђубрива вршене су у другој и трећој години, односно током периода плодоношења (2012–2013.).

#### 5.3.6.1. Одређивање садржаја растворљиве суве материје у плоду јагоде

Садржај растворљиве суве материје одређен је помоћу дигиталног рефрактометра (*Pocket PAL-1, Atago, Japan*) и вредности су изражене у %.

#### 5.3.6.2. Одређивање садржаја укупних, инвертних шећера и сахарозе у плоду јагоде

Садржај укупних, инвертних шећера и сахарозе одређен је волуметријски према методи *Luff – Schoorl* (*Egan et al.*, 1981). Метода се заснива на редукционим особинама шећера који у одређеним условима преводе бакар-сулфат ( $CuSO_4$ ) из *Luff*-овог раствора у бакар-оксид ( $Cu_2O$ ). Нередуковани јони бакра ( $Cu^{2+}$ ) у киселој средини са калијум јодидом (*KJ*) дају еквивалентну количину елементарног јода који се, уз скроб као индикатор, одређује титрацијом раствором натријум-тиосулфата ( $Na_2S_2O_3$ ).

За постизање потпуне екстракције у води растворљивих шећера плодови су добро уситњени и хомогенизовани, Одмерено је 10 g узорка плода, а екстракција је вршена водом на воденом купатилу у трајању 10–15 минута на температури од 40–50°C. Из добијеног основног раствора, процесом бистрења помоћу базног раствора олово-ацетата ( $Pb(CH_3COO)_2$ ), погодног за обезбојавање и уклањање оптички активних органских киселина и пектинских материја које могу да ометају одређивање шећера, и

затим филтрирањем основног раствора добијен је филтрат, који је даље коришћен за одређивање шећера.

#### 5.3.6.2.1. Одређивање садржаја инвертних шећера у плоду јагоде

Одређивање инвертних шећера изведено је тако што је у ерленмајер запремине 100 ml додато 25 ml Luff-овог раствора и 25 ml основног филтрата. Након тога ерленмајер је загреван на директном пламену до кључања, када је спојен са повратним хладњаком и настављено је кување у трајању од 10 минута. Паралелно са анализом постављена је и слепа проба (са 25 ml Luff-овог раствора и 25 ml дестиловане воде). Након кувања ерленмајер је охлађен под воденим млазом. У охлађени раствор додато је 10 ml 30% раствора калијум-јодида (KJ) и 25 ml 25% сумпорне киселине ( $H_2SO_4$ ). Након тога извршена је титрација издвојеног јода са  $0,1 \text{ mol l}^{-1}$  раствором натријум-тиосулфата ( $Na_2S_2O_3$ ) до појаве жуте боје, када је додато неколико ml раствора скроба као индикатора и титрација је настављена до губитка плаве боје. Запремина утрошеног  $Na_2S_2O_3$  за титрацију је забележена, па је према следећој формули извршено израчунавање садржаја инвертних шећера:

$$\text{Садржај инвертних шећера (\%)} = \frac{200 \cdot 100 \cdot X \cdot 100}{10 \cdot 25 \cdot 25 \cdot 100}$$

X [mg] – вредност очитана из таблице (према разлици утрошка  $Na_2S_2O_3$  између следеће пробе и узорка (СП-П)).

#### 5.3.6.2.2. Одређивање садржаја укупних шећера у плоду јагоде

Одређивање садржаја укупних шећера изведено је тако што је у суд запремине 100 ml одмерено 10 ml основног филтрата, 30 ml дестиловане воде и 0,5 ml концентроване хлороводоничне киселине (HCl). Овако припремљен раствор је загреван у воденом купатилу на  $60^\circ C$  у трајању од 30 минута, након чега је извршена неутрализација са  $1 \text{ mol l}^{-1}$  раствором натријум хидроксида (NaOH), и допуна дестилованом водом до црте. Даља процедура је иста као код одређивања садржаја инвертних шећера. Израчунавање садржаја укупних шећера вршено је помоћу формуле:

$$\text{Садржај укупних шећера (\%)} = \frac{200 \cdot 100 \cdot X \cdot 100}{10 \cdot 25 \cdot 25 \cdot 100}$$

X [mg] – вредност прочитана из таблице (према разлици утроска  $Na_2S_2O_3$  између слепе пробе и узорка (СП-II)).

#### 5.3.6.2.3. Одређивање садржаја сахарозе у плоду јагоде

Одређивање садржаја сахарозе (%) извршено је множењем разлике између садржаја укупних и инвертних шећера са коефицијентом 0,95.

#### 5.3.6.3. Одређивање садржаја укупних киселина у плоду јагоде

Киселост плодова јагоде одређују органске киселине, које се налазе у воћном соку као слободне или у облику соли. Одређивање укупне киселости се врши титрацијом. Овај поступак се заснива на неутрализацији свих киселина и њихових соли са раствором базе натријум-хидроксида одређеног нормалитета уз индикатор фенолфталеин, до промене боје (pH 8,1). Множењем фактора за јабучну киселину (0,268) и запремине утрошеног 0,1 N NaOH, израчуната је укупна киселост, и изражена у процентима еквивалента јабучне киселине.

#### 5.3.6.4. Одређивање садржаја витамина C у плоду јагоде

Садржај витамина C у свежим плодовима јагоде одређен је методом јодометријске титрације (Rikovski et al., 1989). У нормалан суд од 100 ml додато је 5 g узорка свеже масе плода, 2–3 ml 10% хлороводоничне киселине (HCl), а затим је суд до црте допуњен са 2% раствором сирћетне киселине ( $CH_3COOH$ ). Након одлежавања на тамном месту у трајању од 30 минута, извршена је филтрација. У 1 ml добијеног филтрата додато је мало дестиловане воде, 1–2 капи 1% раствора скроба и пар гранула калијум јодида (KJ). Титрација је извршена са калијум јодатом ( $KJO_3$ ) до појаве светло љубичасте боје. Концентрација витамина C у плоду јагоде израчуната је на основу запремине утрошеног калијум јодата ( $KJO_3$ ) и изражена је у mg витамина C на 100 g свеже масе плода ( $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.).

### 5.3.6.5. Одређивање садржаја индивидуалних фенолних компоненти у плоду јагоде

Екстракција узорака плода јагоде за одређивање индивидуалних фенолних компоненти извршена је према методи *Hertog et al.* (1992). Хомогенизација плодова јагоде извршена је у авану помоћу течног азота, након чега су узорци самлевени у блендеру. Од хомогената је узет узорак масе 15 g и естрахован са 20 ml 62,5% воденим раствором метанола, који садржи 2 g l<sup>-1</sup> *TBHQ* (*tert-butylhydroquinone*). У овако припремљен раствор додато је 5 ml 6M хлороводоничне киселине (*HCl*) и извршена је ултрасонификација у трајању од 6 минута. Након екстракције узорка, извршена је хидролиза на магнетној мешалици на 85°C у трајању од 2 сата. По завршеној хидролизи узорак је остављен да се охлади. Охлађен узорак је допуњен метанолом до 50 ml, и извршена је ултрасонификација у трајању од 6 минута. Добијен узорак је профилиран кроз полиамидни филтер (*Chromafil AO-25/25*, 0,45 μm) и пребачен у бочицу за ињектирања у *HPLC* (*High Performance Liquid Chromatography*) систем.

Анализа садржаја појединачних фенолних компоненти је извршена на *Agilent 1260 HPLC* систему (*Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA*) са *diode array* детектором (*DAD*), подешеним да прати промену апсорбанце на 260 nm (елагинска киселина), 280 nm (гална и *p*-кумаринска киселина), 329 nm (ферулинска киселина), 360 nm (мирицетин и кемпферол) и 520 nm (цијанидин-3-глукозид и пеларгонидин-3-глукозид). Коришћена је *ZORBAX Eclipse Plus C18* колоне (4,6 × 150 mm) са куглицама пречника 3,5 μm. Ињекциона запремина је била подешена на 5 μl, а термостатирани одељак за колону на 30°C. Елуциони раствор А био је 1% мравља киселина (*HCOOH*), а раствор Б 100% ацетонитрил (*CH<sub>3</sub>CN*). Узорци су елуирани по следећем градијенту: 0–10 минута, 10% Б у А; 10–25 минута, 15–50% Б у А; 25–30 минута, 50–80% Б у А; 30–32 минута 10% Б у А, са протоком 0,5 ml min<sup>-1</sup>. Концентрација фенолних једињења је израчуната из односа површине пикова компоненти и одговарајућих стандарда, и изражена је у mg 100 g<sup>-1</sup> свеже масе плода јагоде.

За квантификацију фенолних једињења коришћени су следећи стандарди: елагинска, гална, *p*-кумаринска и ферулинска киселина, цијанидин, пеларгонидин, кемпферол и мирцетин (*LGC Standards, Teddington, England*). Сви стандарди су растворени у метанолу *HPLC* чистоће.



### 5.3.6.6. Одређивање садржаја укупних антоцијана у плоду јагоде

Одређивање садржаја укупних антоцијана у плоду јагоде вршено је *pH* диференцијалном методом (*Torre & Barritt, 1977; Liu et al., 2002*). Најпре је одмерено 20 g узорка плода, који је заједно са 40 ml екстракционог раствора (95% етанол/1,5 N HCl, 85:15) хомогенизован. У хомогенат је додато још 30 ml екстракционог раствора, а затим је извршена филтрација вакуум филтером. Остатак у вакуум филтеру је преливен са још 70 ml екстракционог раствора, и након 2 сата је поново извршена филтрација. Добијени екстракт је пренет у нормални суд запремине 200 ml и допуњен екстракционим раствором до црте. Од екстракта је одпипетиран по 1 ml у два нормална суда запремине 25 ml, а затим су допуњени пуферима до црте. Један нормалан суд је допуњен 0,025 M калијум хлоридним пуфером (*pH* вредности 1,0), а други 0,4 M натријум ацетатним пуфером (*pH* вредности 4,5). Апсорбанца екстракта је мерена на спектрофотометру (*Jenway 6300, UK*) на 510 и 700 nm. Употребом екстинкционог коефицијента ( $26900 L cm^{-1} mol^{-1}$ ), молекулске масе ( $449,2 g mol^{-1}$ ) цијанидин-3-глукозида и апсорбанце  $A = [(A_{510} - A_{700}) pH 1,0 - (A_{510} - A_{700}) pH 4,5]$  добијен је садржај укупних антоцијана у плоду јагоде. Резултати су изражени као mg еквивалента цијанидин-3-глукозида на 100 g свежје масе плода (mg екв. цијанидин-3-глукозида 100-g св. м. пло.).

### 5.3.6.7. Одређивање садржаја укупних фенола у плоду јагоде

Садржај укупних фенола у плоду јагоде одређен је сректрофотометријски, модификованом *Folin-Ciocalteu* методом (*Singleton et al., 1999; Liu et al., 2002*). Узорци плодова су најпре хомогенизовани у блендеру уз помоћ течног азота, а затим промешани са 40 ml екстракционог раствора (метанол и дестилована вода, у односу 80:20 запремине). Мешање узорка и екстракционог раствора вршено је на магнетној мешалици, у мраку на собној температури у трајању од 2 сата. Екстракт је затим центрифугиран 2 пута по 15 минута на 3500 rpm, након чега је извршена филтрација. Стандардни раствори су направљени са галном киселином ради конструисања калибрационе криве. Од екстракта је одпипетирано 40  $\mu l$  и иста количина галне киселине (GA), која је коришћена за прављење стандардног раствора. Затим је у испитивани узорак и стандардни раствор додато по 3,16 ml дестиловане воде и 200  $\mu l$  *Folin-Ciocalteu* реагенса, и остављени су да стоје 8 минута, након чега је додато по 600

$\mu\text{l}$  20% раствора натријум карбоната ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Овако добијени раствори су добро промешани на вортексу и остављени да стоје 2 сата на собној температури у мраку ради инкубације. Након 2 сата на спектрофотометру (*Jenway 6300, UK*) је измерена апсорбанца узорка и стандардног раствора на  $765\text{ nm}$ . Резултати су изражени у  $\text{mg}$  еквивалента галне киселине на  $100\text{ g}$  свеже масе плода ( $\text{mg}$  екв. галне киселине  $100\text{ g}^{-1}$  св. м. пло.).

### 5.3.6.8. Одређивање антиоксидативног капацитета плода јагоде

Антиоксидативни капацитет плода јагоде одређен је *ABTS* тестом према *Re et al.* (1999). Узорци су преливени течним азотом, а затим хомогенизовани уз помоћ блендера. Од хомогената је одмерено  $4\text{ g}$  у кивети за центрифугирање, а затим је узорак екстрахован у  $40\text{ ml}$  екстракционог раствора. Екстракциони раствор је садржао метанол и дестиловану воду у односу 80:20 запремине. Овако припремљен узорак је стављен на магнетну мешалицу у трајању од 2 сата, у мраку на собној температури. Након завршеног мешања екстракт је центрифугиран на  $4000\text{ rpm}$  у трајању од 15 минута, а затим филтриран. Реакциона смеша је добијена тако што је у водени раствор *ABTS* (*2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic-acid) diammoniumsalt*) концентрације  $7\text{ mM}$  додата количина калијум-персулфата ( $\text{K}_2\text{O}_8\text{S}_2$ ) неопходна да би се добила концентрација калијум-персулфата од  $2,45\text{ mM}$ . Овако припремљен раствор је остављен у мраку на собној температури 16 сати, након чега је разблажен 96% етанолом ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), тако да његова апсорбанца на  $734\text{ nm}$  буде  $0,70 (\pm 0,02)$ . Овако припремљен реакциони раствор коришћен је за даље анализе. *Trolox* (*6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid*) у етанолу је коришћен као стандардни раствор ( $0\text{--}15\text{ }\mu\text{M}$ ), у циљу конструисања калибрационе криве. Анализа узорка извршена је додавањем  $10\text{ }\mu\text{l}$  екстракта плода у  $1\text{ ml}$  реакционе смеше, а затим је вршено мешање на вортексу, и мерена је апсорбанца на  $734\text{ nm}$ , након 1 минут и након 6 минута. Мера антиоксидативног капацитета је смањење апсорбанце које је изазвано нестајањем *ABTS* радикала. Укупна антиоксидативна активност испитиваних узорка је израчуната као количина *Trolox* еквивалената на  $100\text{ g}$  свеже масе плода ( $\mu\text{mol Trolox}$  екв.  $100\text{ g}^{-1}$  св. м. пло.).

### 5.3.7. Сензоричка оцена квалитета плода јагоде

Одређивање сензоричке оцене квалитета плода јагоде обављено је сензоричким тестом према Правилнику Министарства пољопривреде и заштите животне средине, поентирањем на скали од 0 до 6, у 2012. и 2013. години. Комисија од пет чланова оцењивала је спољашње и унутрашње особине плода са максималним бројем поена 20. Атрактивност и укус плода вредновани су оценама од 0 до 6, а оценама од 0 до 4, арома и конзистенција плода. Сабирањем оцена за сваку особину добијена је укупна сензоричка оцена квалитета плода, на основу које је извршено рангирање сорти према сензоричком квалитету плода.

### 5.3.8. Биогеност земљишта у огледном засаду јагоде

Микробиолошке анализе су обухватале одређивање бројности појединих систематских и физиолошких група микроорганизама у земљишту у трогодишњем периоду (2011–2013.). У испитиваним узорцима земљишта одређивана је укупна бројност микроорганизама, бројност гљива, амонификатора, актиномицета, азотобактера и олигонитрофила.

Узорци земљишта узимани су у два термина (на почетку и на крају вегетационог периода) у стерилне кесе са три места огледне парцеле у сваком третману. Бројност микроорганизама одређивана је индиректном методом разређења на одговарајућим хранљивим подлогама (*Pochon & Tardieux*, 1962).

Одређивање укупне бројности микроорганизама вршено је на подлози за укупну бројност бактерија (Торлак, Београд), док је бројност амонификатора одређивана на месопептонском агару.

За засејавање је коришћено  $0,5 \text{ ml } 10^{-6}$  разређења земљишне суспензије.

Бројност гљива је одређивана на *Chapek-Dox* агару (*Shalau*, 2000), бројност актиномицета на синтетичком агару *Waksman-Carey* (*Shalau*, 2000), а бројност олигонитрофила на *Fedorov* подлози (*Anderson & Domsch*, 1985).

Ове групе микрорганизама засејаване су са  $0,5 \text{ ml } 10^{-5}$  разређења земљишне суспензије.

Бројност азотобактера је одређивана на *Fedorov* подлози (*Anderson*, 1965), а засејавање је вршено методом фертилних капи са  $0,2 \text{ ml } 10^{-2}$  разређења земљишне суспензије.

Инкубација је вршена 7 дана за укупну бројност микроорганизама и актиномицете, 5 дана за гљиве, 4–5 дана за олигонитрофиле и 2 дана за азотобактер на температури од 28°C.

Добијене вредности прерачунате су на 1,0 g апсолутно сувог земљишта.

### **5.3.9. Статистичка анализа**

Експериментални подаци по годинама испитивања су обрађени применом Фишеровог модела анализе варијансе (*ANOVA*, *F* тест) коришћењем статистичког софтверског пакета *STATISTICA* (*StatSoft, Inc.* 2007, верзија 8.0). Анализе су урађене у три понављања, а добијене вредности су изражене као средња вредност ± стандардна грешка. Тестирање значајности разлика између аритметичких средина третмана и њихових интеракцијских ефеката обављено је применом *LSD* теста на нивоу значајности 0,05.

## 6. АГРОЕКОЛОШКИ УСЛОВИ

Баштенска јагода (*Fragaria ananassa* Duch.) је настала хибридизацијом две географски удаљене и полиморфне октаплоидне врсте, па се отуда одликује великом генетичком варијабилношћу, што је чини веома адаптивном на различите климатске услове. Може се гајити у суптропским, умерено континенталним и северним поларним областима. Међутим, многе сорте баштенске јагоде везане су за место постанка и одликују се уском еколошком валенцом, па успешно могу да се гаје само у одређеним агроеколошким условима (Николић & Миливојевић, 2015).

Метеоролошки подаци представљени у овом раду односе се на метеоролошку станицу Чачак, где је оглед изведен. Клима на територији Општине Чачак припада умерено-континенталном типу. Одликује се топлим летима и хладним зимама. Средња годишња температура ваздуха је 10,5°C, а средња годишња количина падавина је 904,5 mm.

### 6.1. Климатски услови Чачка

Погодност климе за успевање одређених врста воћака оцењује се на основу вредности климатолошких елемената и њихових параметара добијених на основу вишегодишњих метеоролошких осматрања и мерења. Знајући да испољавање биолошких особина воћака у највећој мери зависи од фактора спољне средине (Veličković, 2004), у овом истраживању анализирано је деловање температуре, падавина и облачности, као најважнијих еколошких фактора. У раду су приказане просечне вредности метеоролошких података за вишегодишњи период и за године када је оглед реализован (период 2011-2013).

#### 6.1.1. Температура ваздуха

Животни процеси у биљкама нерасредно зависе од топлотног стања ваздуха и земљишта (Veličković, 2004). Топлота утиче на интензитет фотосинтезе, дисања, транспирације, усвајања воде и минералних материја, регулише ток и трајање фенофаза, и самим тим утиче на висину и квалитет приноса. Сви физиолошки и

биохемијски процеси одвијају се у одређеним температурним границама. Међутим, треба напоменути да успевање јагоде у одређеним температурним границама зависи и од сорте, старости биљке и фенофазе у којој се она налази.

У табели 1. приказане су средње месечне, средње годишње и средње вегетационе вредности температуре ваздуха измерене у Чачку, у тридесетогодишњем периоду и у периоду реализације огледа (2011–2013.). Средња годишња температура ваздуха за период од 30 година износила је 10,0°C, док су у периоду истраживања забележене више вредности у све три године (11,5°C, 12,7°C и 12,6°C, по редоследу). Такође, средње вегетационе температуре регистроване у периоду истраживања биле су више у просеку за 2–3°C у односу на тридесетогодишњи просек који је износио 11,3°C. Најтоплија година у периоду истраживања била је 2012. са просечно највишим вредностима температуре како средњим годишњим, тако и вегетационим.

Таб. 1 – Средње месечне, средње годишње и средње вредности температуре за вегетациони период.

Месец	Средње месечне температуре (°C)			
	1980-2010.	2011.	2012.	2013.
Јануар	0,6	0,7	1,8	3,5
Фебруар	0,6	0,7	-2,5	3,8
Март	5,5	7,6	6,8	6,6
Април	10,1	13,1	12,2	13,2
Мај	15,4	16,7	17,3	18,2
Јун	18,6	22,0	24,1	20,6
Јул	20,5	23,8	26,6	23,3
Август	20,6	23,7	25,4	24,1
Септембар	5,0	3,7	9,5	8,9
Октобар	11,3	11,8	13,8	14,5
Новембар	5,0	3,7	9,5	8,9
Децембар	1,1	3,0	1,4	2,0
Средње годишње вредности	10,0	11,5	12,7	12,6
Средње вредности за вегетациони период	11,3	12,9	14,7	14,0

Јагода подноси краткотрајне мразеве од  $-35$  до  $-40^{\circ}\text{C}$  под дебелим снежним покривачем, док без снега измрзава на  $-15$  до  $-18^{\circ}\text{C}$ . После периода топлог времена, јагода може да страда на  $-5$  до  $-7^{\circ}\text{C}$  (Nikolić & Milivojević, 2015). Цветови и тек заметнути плодови јагоде најосетљивији су на ниске температуре и често страдају од позних пролећних мразева. У време цветања и заметања плодова у огледном засаду јагоде у трогодишњем периоду истраживања није забележена појава мразева, који би проузроковали смањење приноса.

Најхладнији месеци на подручју Чачка у тридесетогодишњем периоду и у 2011. години били су јануар и фебруар. У 2012. години најхладнији месец био је фебруар са просечном месечном температуром од  $-2,5^{\circ}\text{C}$ , а у 2013. децембар са  $2,0^{\circ}\text{C}$ . Почетком 2012. године дошло је до јаког захлађења, које је било праћено интензивним снежним падавинама. Захваљујући високом снежном покривачу није дошло до измрзавања цветних пупољака јагоде, органа који су најосетљивији на ниске температуре. Пролеће 2012. године било је релативно топло, и уз просечне топлотне услове омогућило је несметан раст и развој вегетативних и генеративних органа јагоде. У 2013. години период биолошког и еколошког зимског мировања одликовао се повољним температурним условима, није било јаких мразева као ни великих колебања температуре.

Високе температуре вишеструко неповољно делују на физиолошке и биохемијске процесе у воћкама. Ово штетно деловање високих температура испољава се различито у зависности од органа и фенофазе у којој се воћка налази. У биолошком зимском мировању висока температура може изазвати активирање цветних пупољака чиме се смањује њихова отпорност на мразеве. У фенофази цветања високе температуре исушују жиг тучка, онемогућавају клијање полена, а посебно ако су праћене ниском влажношћу ваздуха и ветром. У току лета високе температуре могу изазивати ожеготине на лишћу и плодовима, а у фази зрења утичу и на убрзано сазревање плодова, што се неповољно одражава на њихову трајашност.

У тридесетогодишњем периоду најтоплији месец је био август са средњом месечном температуром од  $20,6^{\circ}\text{C}$ . Такође, август је био најтоплији месец у 2013. са просечном месечном температуром  $24,1^{\circ}\text{C}$ , док је у 2011. и 2012. години најтоплији месец био јул са средњим месечним температурама од  $23,8^{\circ}\text{C}$ , односно  $26,6^{\circ}\text{C}$ .

У периоду истраживања, није дошло до појаве високих температура које би нанеле штете јагоди. Имајући у виду да плодови јагоде брзо расту и сазревају на температурама ваздуха већим од  $16^{\circ}\text{C}$  (Nikolić & Milivojević, 2015), може се закључити

да су температурни услови у 2012. и 2013. години били ортимални за раст, развој и сазревање плода јагоде, са изузетком 2013. године када су у фенофази цветања забележене нешто више температуре, што се одразило на трајање ове фенофазе. Просечна температура у месецу мају у 2012. години била је нижа у односу на 2013. годину, док је просечна месечна температура у месецу јуну била виша за  $3,5^{\circ}\text{C}$  у 2012. години у поређењу са 2013. годином.

### 6.1.2. Падавине

За нормално одвијање животних процеса код биљака потребна је вода. Потребне биљака за водом зависе од многих унутрашњих и спољашњих чинилаца. Међутим, уопштено се може констатовати да већина врста има највећу потребу за водом у фази интензивног раста, када је лисна површина највећа.

Јагода је зељаста биљка са великом лисном површином, па је за њен нормалан пораст и плодношеће потребна велика количина воде у току целог вегетационог периода, а нарочито у време сазревања плодова у мају и јуну (*Nikolić & Milivojević, 2015*). Упркос томе што је у Србији највећа сума падавина у мају и јуну, њихова количина није довољна, а распоред падавина је неповољан. Због тога се наводњавање сматра обавезном агротехничком мером у интензивном гајењу јагоде. Недостатак воде у земљишту код јагоде утиче на слабљење развоја кореновог система, смањење бујности бокора, скраћење трајања цветања, лошије оплођење, смањен принос, убрзано сазревање плодова који остају ситни и лошијег квалитета, успорено формирање столона, живића и цветних пупољака.

Познавање критичних периода потребе за водом код појединих врста воћака веома је важно, пошто се недостатак воде у тим периодима видно одражава како на висину приноса тако и на квалитет плодова (*Kastori, 1998*). Највеће потребе за водом јагода има у време сазревања плодова, односно у мају и јуну.

Просечне количине падавина за подручје Чачка приказане су у табели 2. Просечна годишња и просечна вегетациона сума падавина биле су знатно веће у периоду од 30 година у односу на исте параметре регистроване у годинама када је оглед изведен. Просечна годишња сума падавина у вишегодишњем периоду била је  $878,6 \text{ mm}$ , а у току вегетације  $619,5 \text{ mm}$ . Најмања годишња сума падавина током извођења огледа регистрована је у 2011. години ( $353,5 \text{ mm}$ ). Количина падавина забележена након садње у јулу 2011. године обезбедила је повољне услове влажности за добар пријем живића



јагоде. Међутим, крај лета и почетак јесени у години садње били су изузетно сушни, са количинама падавина које су знатно мање од уобичајених у том периоду, па се на основу података о влажности земљишта вршило редовно наводњавање, сваки или сваки други дан. Почетак 2012. године обележиле су интензивне снежне падавине. У најкишовитијим месецима на нашем поднебљу, у мају и јуну, пало је знатно мање кише у поређењу са вишегодишњим просеком. Све до краја вегетације задржало се топло и суво време, тако да се 2012. година одликовала најмањом сумом падавина у току вегетационог периода (245,0 *mm*) у поређењу са друге две године испитивања и тридесетогодишњим периодом. Поређењем вредности сума падавина у годинама реализације огледа, може се уочити да је 2013. година имала највише воденог талога како на годишњем нивоу (547,9 *mm*), тако и у периоду вегетације (384,4 *mm*). Већа количина падавина регистрована у мају (78,5 *mm*), током фенофазе зрења плодова повољно је утицала на висину приноса и квалитет плода јагоде.

Таб. 2 – Просечна месечна, просечна годишња сума падавина и сума падавина за вегетациони период.

Месец	Просечна месечна сума падавина ( <i>mm</i> )			
	1980-2010.	2011.	2012.	2013.
<b>Јануар</b>	58,2	22,0	60,0	51,0
<b>Фебруар</b>	60,4	29,0	70,0	68,0
<b>Март</b>	61,7	31,0	10,0	65,7
<b>Април</b>	62,9	15,5	47,0	37,0
<b>Мај</b>	90,3	95,5	68,0	78,5
<b>Јун</b>	97,9	47,0	38,0	61,5
<b>Јул</b>	80,5	30,5	22,0	24,8
<b>Август</b>	81,8	9,5	0,0	62,5
<b>Септембар</b>	72,2	21,0	30,0	27,2
<b>Октобар</b>	72,2	21,0	30,0	27,2
<b>Новембар</b>	63,1	2,5	23,7	40,5
<b>Децембар</b>	77,4	29,0	87,6	4,0
Годишња сума падавина	878,6	353,5	486,3	547,9
Сума падавина за вегетациони период	619,5	271,0	245,0	384,4

### 6.1.3. Облачност

Раст и развитак воћака и свих аутотрофних биљака непосредно зависи од спектралног састава, интензитета и трајања светлости, без које се не може замислити продукција органских материја у процесу фотосинтезе (Veličković, 2004). Велики број истраживања потврђује битну улогу дужине трајања дана или фотопериода на образовање столона, живића и цветних пупољака јагоде (Darrow & Waldo, 1934; Hartmann, 1947; Went, 1957; Heide, 1977). Интензитет и трајање сунчевог сјаја на одређеном локалитету зависи од угла под којим зраци падају и од степена облачности. Имајући у виду значај утицаја сунчеве светлости на биљке јагоде, у овом раду праћена је облачност у тридесетогодишњем периоду и у испитиваним годинама, на подручју Чачка (Табела 3).

Таб. 3 – Просечне месечне, просечне годишње и просечне вредности облачности у вегетационом периоду.

Месец	Просечне вредности облачности			
	1980-2010.	2011.	2012.	2013.
<b>Јануар</b>	6,9	6,3	7,3	7,4
<b>Фебруар</b>	6,2	7,3	8,2	8,0
<b>Март</b>	5,6	6,3	4,6	6,1
<b>Април</b>	5,5	6,0	5,7	4,5
<b>Мај</b>	5,5	6,5	6,5	5,0
<b>Јун</b>	4,7	5,9	2,9	5,3
<b>Јул</b>	4,1	5,0	3,8	3,8
<b>Август</b>	4,4	3,3	2,4	3,3
<b>Септембар</b>	4,5	3,9	4,2	4,4
<b>Октобар</b>	5,2	5,0	4,9	3,4
<b>Новембар</b>	6,2	3,5	6,4	6,3
<b>Децембар</b>	6,9	6,1	7,8	4,1
Сума просечних годишњих вредности облачности	65,7	65,1	64,7	61,6
Сума просечних вредности облачности у вегетационом периоду	39,5	41,9	35,0	35,8

На основу података приказаних у табели 3. може се уочити да су највеће вредности облачности евидентирани у вишегодишњем периоду (65,7), док вредности у 2011. и 2012. години нису значајно одступале од ове вредности. Највећа вредност облачности у вегетационом периоду забележена је у 2011. години (41,9).

Месеци са највећом облачношћу у вишегодишњем периоду били су децембар и јануар, док је облачност у све три године извођења огледа била највећа у фебруару.

## 6.2. Земљишни услови у огледном засаду

Земљиште представља извор хранљивих материја и воде неопходних за биљну производњу, и служи биљкама за учвршћивање кореновог система. За утврђивање нивоа хранива у земљишту и за програмирање ортималних количина ђубрива неопходно је извршити анализу физичких, хемијских и биолошких карактеристика земљишта. Избор одговарајућег земљишта за подизање засада јагоде има велики значај, јер од њега у великој мери зависе принос, квалитет плодова и економичност производње.

Јагода има жиличаст коренов систем, који се развија углавном у површинском слоју земљишта. Овој врсти највише одговарају дубока и плодна земљишта са више од 4% хумуса, добро обезбеђена водом и неопходним биогеним елементима, слабо киселе реакције. Не подноси тешка и врло лака земљишта, алкална, кречна и јако кисела, као ни забарена и закоровљена земљишта (Nikolić & Milivojević, 2015).

### 6.2.1. Хемијске карактеристике земљишта у огледном засаду

Резултати хемијског састава земљишта на огледној парцели приказани су у табели 4. Из приказаних података може се видети да земљиште има средњи садржај хумуса на обе испитиване дубине (0–30 и 30–60 *cm*). На основу садржаја укупног азота у земљишту који износи 0,20% и незнатно опада са дубином, земљиште у огледном засаду можемо сврстати у добро обезбеђено азотом. Земљиште на огледној парцели у обе испитиване дубине, добро је снабдевено лако приступачним фосфором (22,95 и 26,50 *mg 100 g<sup>-1</sup>* в. с. з., по редоследу) и калијумом (27,00 и 26,65 *mg 100 g<sup>-1</sup>* в. с. з, по редоследу) На основу података добијених испитивањем садржаја калцијум-карбоната ( $CaCO_3$ ) испитивано земљиште се може сврстати у бескарбонатна. Реакција земљишта

има великог значаја у избору ђубрива и одређивању норми ђубрења код јагоде. Оптимална *pH* вредност земљишта за подизање засада јагоде креће се од 5,5 до 6,5. *pH* вредност земљишта у огледном засаду износила је 5,48 на дубини до 30 *cm*, док је са порастом дубине од 30 до 60 *cm* регистрована незнатно нижа вредност од оптималне вредности за јагоду (5,38). Наведени резултати указују да је испитивано земљиште било добро обезбеђено најважнијим биогеним елементима неопходним за добијање високих приноса и квалитетних плодова јагоде. Одступање од оптималних услова забележено је у погледу садржаја хумуса, који је био нешто нижи од оптималног за јагоду (3,95% и 3,60%, по редоследу).

Таб. 4 – Хемијске карактеристике земљишта у огледном засаду.

Дубина ( <i>cm</i> )	Хумус (%)	Укупни <i>N</i> (%)	$P_2O_5$ ( <i>mg 100 g<sup>-1</sup></i> ) в. с. з.)	$K_2O$ ( <i>mg 100 g<sup>-1</sup></i> ) в. с. з.)	$CaCO_3$ (%)	<i>pH</i> ( $H_2O$ )
0–30	3,95	0,20	22,95	27,00	0,00	5,48
30–60	3,60	0,18	26,50	26,65	0,00	5,38

### 6.2.2. Механички састав земљишта у огледном засаду

Механички састав земљишта подразумева процентуални однос минералних честица различите величине. У табели 5. приказани су резултати добијени анализом механичког састава земљишта у огледном засаду.

За производњу јагоде погодна су иловасто-песковита земљишта са 50% праха и глине и 50% песка. Оваква земљишта имају повољан водно-ваздушни режим и лако се обрађују. Земљиште у засаду јагоде у коме су обављена испитивања садржало је 51,9% укупног песка и 48,1% праха и глине у површинском слоју где се простире и коренов систем, што се може сматрати оптималним за успешно гајење јагоде. Земљишта која садрже више од 60% песка или више од 60% праха и глине без мелиоративне поправке нису погодна за интензиван узгој јагоде.

Таб. 5 – Механички састав земљишта у огледном засаду.

Садржај механичких фракција у %	Дубина ( <i>cm</i> )	
	0–30	30–60
Крупан песак > 0,2 <i>mm</i> (%)	10,4	10,1
Ситан песак 0,2–0,02 <i>mm</i> (%)	41,5	42,5
Прах 0,02–0,002 <i>mm</i> (%)	23,5	23,0
Глина < 0,002 <i>mm</i> (%)	24,6	24,4
Укупан песак > 0,02 <i>mm</i> (%)	51,9	52,6
Прах + Глина < 0,02 <i>mm</i> (%)	48,1	47,4

## 7. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

### 7.1. Вегетативни потенцијал јагоде

#### 7.1.1. Број круница у бокору, висина лисне розете, број листова у розети, површина једног листа и укупна лисна површина бокора јагоде

Резултати проучавања најважнијих параметара вегетативног потенцијала јагоде у 2011. години у функцији сорте и примењених ђубрива приказани су у табели 6.

Таб 6 – Утицај сорте и типа ђубрива на вегетативни потенцијал јагоде у 2011. години.

Фактор	Број круница у бокору	Висина лисне розете (cm)	Број листова у розети	Површина једног листа (cm <sup>2</sup> )	Укупна лисна површина бокора (cm <sup>2</sup> )	
Сорта (А)	“Clery”	2,5 ± 0,1 ц	23,2 ± 0,2 б	20,5 ± 0,8 б	208,2 ± 4,6 а	4269,8 ± 162,4 б
	“Joly”	3,4 ± 0,1 а	24,6 ± 0,5 а	24,9 ± 0,8 а	193,4 ± 6,1 аб	4940,8 ± 204,2 а
	“Dely”	2,8 ± 0,1 б	21,2 ± 0,6 ц	21,3 ± 1,0 б	159,4 ± 6,7 ц	3534,6 ± 275,0 ц
Ђубриво (Б)	МЂ	2,7 ± 0,2 а	21,6 ± 0,8 ц	20,4 ± 1,1 б	182,7 ± 10,0 а	3961,0 ± 381,0 а
	Б1	2,9 ± 0,2 а	24,2 ± 0,8 а	22,5 ± 1,0 аб	187,7 ± 10,2 а	4226,0 ± 317,5 а
	Б2	3,0 ± 0,2 а	22,6 ± 0,5 б	23,3 ± 1,5 а	192,0 ± 5,9 а	4573,3 ± 304,9 а
	К	3,0 ± 0,2 а	23,6 ± 0,4 аб	22,6 ± 0,9 аб	185,5 ± 12,3 а	4023,4 ± 256,1 а
<i>ANOVA</i>						
А	*	*	*	*	*	
Б	нз	*	*	нз	нз	
А × Б	нз	нз	*	нз	нз	

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

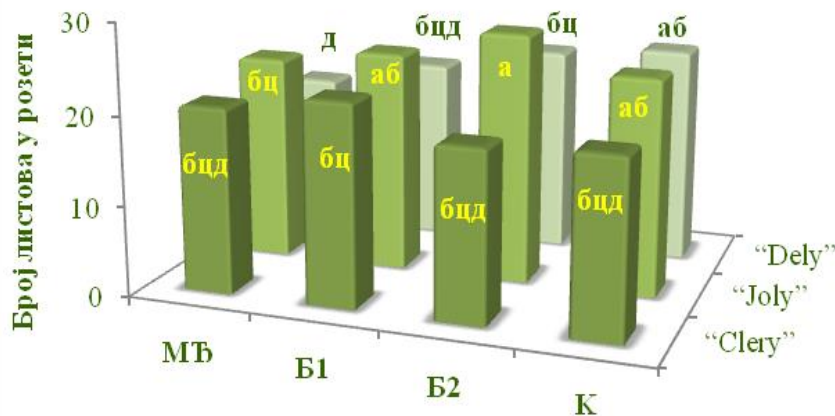
Анализом података добијених за број круница у бокору код испитиваних сорти запажа се значајно већа вредност код сорте “Joly” (3,4) у поређењу са друге две испитиване сорте. Тип ђубрива није испољио значајан утицај на вредности испитиваног параметра.

Анализом варијансе утврђен је значајан утицај сорте и типа ђубрива на висину лисне розете јагоде. Значајно већа висина лисне розете евидентирана је код сорте “Joly” (24,6 cm) у поређењу са сортама “Clery” и “Dely” (23,2 и 21,2 cm, по редоследу). Примена биофертилизатора 1, условила је значајно повећање висине лисне розете (24,2 cm) у односу на бофертилизатор 2 (22,6 cm) и минерално ђубриво (21,6 cm). Висина

лисне розете у контроли (23,6 *cm*) била је значајно већа само у поређењу са висином лисне розете, која је забележена у третману са минералним ђубривом.

Сагласно већем броју круница у бокору и већој висини лисне розете, значајно већи број листова у розети регистрован је код сорте “Joly” (24,9) у односу на сорте “Clery” и “Dely” (20,5 и 21,3, по редоследу), међу којима није уочена значајна разлика у вредностима датог параметра. Број листова у розети кретао се од 20,4 у третману минералним ђубривом до 23,3 у третману бофертилизатором 2. Значајност разлика у броју листова по бокору регистрована је само између поменутих третмана.

Утицај интеракцијског ефекта сорта/ђубриво на број листова у розети приказан је у графикаону 1. Анализом приказаних података може се констатовати да је апликација бофертилизатора 2 код сорте “Joly” резултирала добијањем значајно већег броја листова у розети само у поређењу са применом минералног ђубрива код поменуте сорте. Код сорте “Dely”, значајно нижи број листова у розети регистрован је у третману са минералним ђубривом у поређењу са применом оба биофертилизатора и контролом (без ђубрења), док број листова у розети код сорте “Clery” није значајно варирао зависно од типа примењеног ђубрива.



Граф. 1 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на број листова у розети у 2011. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – бофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Поређењем просечних површина листова испитиваних сорти, значајно нижа вредност је регистрована код сорте “Dely” (159,4  $cm^2$ ), док између сорти “Joly” (193,4  $cm^2$ ) и “Clery” (208,2  $cm^2$ ) значајност разлика није регистрована.

Поред поменутог утицаја на површину једног листа, сорта је условила значајан утицај и на укупну лисну површину бокора. Значајно већа укупна лисна површина бокора евидентирана је код сорте “Joly” (4.940,8  $cm^2$ ) у односу на сорте “Clery” и “Dely” (4.269,8 и 3.534,6  $cm^2$ , по редоследу), међу којима је такође установљена значајна разлика.

Резултати добијени мерењем најважнијих параметара вегетативног потенцијала јагоде у зависности од сорте и примењених ђубрива у 2012. години приказани су у табели 7. Анализом приказаних података, могу се уочити значајно више вредности свих испитиваних параметара вегетативног потенцијала, као и веће варирање вредности под утицајем ђубрива, са једне стране и мање варирање добијених вредности под утицајем сорте, са друге стране, у односу на 2011. годину.

Значајно већи број круница у бокору забележен је код сорти “Joly” и “Dely” (6,0 и 5,8, по редоследу) у поређењу са сортом “Clery” (3,2). Третман минералним ђубривом је условио значајно повећање броја круница у бокору само у односу на контролу (5,7 и 4,2, по редоследу).

Сорта и тип ђубрива су показали значајан утицај на варирање висине лисне розете. Висина лисне розете сорте “Clery” износила је 35,0  $cm$ , што је била значајно виша вредност од вредности евидентираних за друге две испитиване сорте. У контролном третману висина лисне розете је била значајно мања (31,4  $cm$ ) у поређењу са висином лисне розете у третманима минералним ђубривом (35,2  $cm$ ) и бофертилизатором 1 и 2 (33,9 и 33,3  $cm$ , по редоследу).

Одређивањем броја листова у розети код испитиваних сорти у 2012. години, утврђен је значајно већи број код сорте “Joly” (38,4) у односу на сорту “Clery” (35,5). Такође, на основу добијених вредности можемо констатовати да је примена минералног ђубрива утицала на значајно повећање броја листова у розети (55,9) у поређењу са контролом (30,7) и третманима бофертилизатором 1 и 2 (46,4 и 42,9, по редоследу).

Површина једног листа није била под значајним утицајем сорте и типа ђубрива у 2012. години, док су вредности евидентиране за укупну лисну површину бокора варирале само под утицајем примењеног типа ђубрива. Наиме, у третману са минералним ђубривом регистрована је значајно већа вредност (19.660,5  $cm^2$ ) у односу на вредности евидентиране у третманима биофертилизаторима и контролном третману.



Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива није забележен код свих испитиваних параметара вегетативног потенцијала у 2012. години.

Таб. 7 – Утицај сорте и типа ђубрива на вегетативни потенцијал јагоде у 2012. години.

Фактор		Број круница у бокору	Висина лисне розете (cm)	Број листова у розети	Површина једног листа (cm <sup>2</sup> )	Укупна лисна површина бокора (cm <sup>2</sup> )
Сорта (А)	“Clery”	3,2 ± 0,2 б	35,0 ± 1,0 а	35,5 ± 0,5 б	225,1 ± 31,6 а	12714,0 ± 2219,5 а
	“Joly”	6,0 ± 0,4 а	33,0 ± 0,3 б	38,4 ± 0,3 а	243,1 ± 12,7 а	12217,8 ± 1613,1 а
	“Dely”	5,8 ± 0,2 а	30,6 ± 0,5 ц	37,7 ± 0,2 аб	297,5 ± 21,8 а	12213,3 ± 1140,8 а
Ђубриво (Б)	МЂ	5,7 ± 0,3 а	35,2 ± 0,9 а	55,9 ± 0,8 а	363,9 ± 32,8 а	19660,5 ± 1295,8 а
	Б1	5,4 ± 0,4 аб	33,9 ± 1,2 аб	46,4 ± 1,0 б	311,7 ± 28,8 а	13626,5 ± 1436,1 б
	Б2	5,3 ± 0,6 аб	33,3 ± 0,5 б	42,9 ± 0,8 бц	243,2 ± 10,2 а	9549,7 ± 462,1 ц
	К	4,2 ± 0,4 б	31,4 ± 0,6 ц	30,7 ± 0,7 ц	233,7 ± 21,0 а	6690,2 ± 626,4 д
<b>ANOVA</b>						
А		*	*	*	нз	нз
Б		*	*	*	нз	*
А × Б		нз	нз	нз	нз	Нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (LSD тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (F тест).

Резултати одређивања параметара вегетативног потенцијала јагоде у 2013. години у функцији сорте и примењених ђубрива приказани су у табели 8.

Таб. 8 – Утицај сорте и типа ђубрива на вегетативни потенцијал јагоде у 2013. години.

Фактор		Број круница у бокору	Висина лисне розете (cm)	Број листова у розети	Површина једног листа (cm <sup>2</sup> )	Укупна лисна површина бокора (cm <sup>2</sup> )
Сорта (А)	“Clery”	6,8 ± 0,6 б	29,0 ± 1,0 б	39,4 ± 0,8 ц	216,5 ± 17,2 а	8491,2 ± 1150,1 а
	“Joly”	8,5 ± 0,6 а	30,6 ± 0,5 а	50,2 ± 0,6 а	218,6 ± 19,4 а	8578,4 ± 988,5 а
	“Dely”	8,8 ± 0,5 а	28,5 ± 0,9 б	47,5 ± 1,1 б	228,2 ± 18,5 а	7874,0 ± 762,7 б
Ђубриво (Б)	МЂ	10,8 ± 0,4 а	33,4 ± 0,2 а	61,3 ± 0,7 а	272,5 ± 21,4 а	11675,5 ± 874,4 а
	Б1	7,7 ± 0,3 б	28,6 ± 0,7 б	42,3 ± 0,8 б	249,0 ± 18,5 б	8926,8 ± 933,0 б
	Б2	7,6 ± 0,4 б	28,4 ± 0,5 б	41,8 ± 0,7 б	217,5 ± 8,1 ц	7061,1 ± 732,6 ц
	К	6,1 ± 0,4 ц	27,1 ± 0,7 б	31,7 ± 0,5 ц	209,1 ± 16,2 ц	5356,7 ± 487,9 д
<b>ANOVA</b>						
А		*	*	*	нз	*
Б		*	*	*	*	*
А × Б		нз	нз	нз	нз	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (LSD тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (F тест).

Поређењем средњих вредности броја круница у бокору, може се уочити да су сорте “Joly” и “Dely” имале значајно већи број круница у бокору (8,5 и 8,8, по редоследу) у односу на сорту “Clery” (6,8). Значајно мањи број круница у бокору регистрован је контролном третману (6,1) у односу на минерално ђубриво и друга два третмана биофертилизаторима. Наиме, примена биофертилизатора 1 и 2 условила је повећање броја круница у бокору (7,7 и 7,6, по редоследу) у односу на контролу, али захваљујући приближним вредностима, између ова два третмана значајност разлика није установљена.

Значајно виша вредност висине лисне розете измерена је код сорте “Joly” (30,6 *cm*) у поређењу са висинама лисних розета измерених сорти “Clery” и “Dely” (29,0 и 28,5 *cm*, по редоследу), међу којима значајност разлика није установљена. Анализом приказаних података уочава се да је примена минералног ђубрива резултирала значајним повећањем висине бокора (33,4 *cm*) у поређењу са контролом (27,1 *cm*) и третманима биофертилизатором 1 и 2 (28,6 и 28,4, *cm* по редоследу), међу којима није установљена значајна разлика у добијеним вредностима.

Поређењем просечних вредности броја листова у розети може се уочити значајност разлика међу испитиваним сортама у 2013. години. Највећи број листова у розети евидентиран је код сорте “Joly” (50,2), најмањи код сорте “Clery” (39,4), док је вредност броја листова сорте “Dely” (47,5) била између ове две вредности. Значајно веће вредности за наведени параметар забележене су након примене минералних ђубрива (61,3) у поређењу са контролом (31,7) и третманима биофертилизатором 1 и биофертилизатором 2 (42,3 и 41,8, по редоследу). Примена биофертилизатора такође је имала позитиван ефекат на број листова у розети у односу на контролу.

Површина једног листа није значајно варијала под утицајем сорте у 2013. години, док је примена минералног ђубрива условила значајно повећање површине листа (272,5 *cm*<sup>2</sup>) у односу на третман биофертилизатором 1 и 2 (249,0 и 217,5 *cm*<sup>2</sup>, по редоследу), као и у односу на контролни третман (209,1 *cm*<sup>2</sup>). Интересантно је запазити да вредности површине једног листа нису биле значајно различите између контроле и третмана са биофертилизатором 2.

Укупна лисна површина бокора утврђена код сорте “Dely” (7.874,0 *cm*<sup>2</sup>) била је значајно мања у поређењу са сортама “Clery” и “Joly” (8.491,2 и 8.578,4 *cm*<sup>2</sup>, по редоследу).

Након третмана ђубривима укупна лисна површина бокора варијала је у складу са измереном површином једног листа, па је тако значајно већа вредност забележена у

третману минералним ђубривом ( $11.675,5 \text{ cm}^2$ ) у поређењу са контролом ( $5.356,7 \text{ cm}^2$ ) и применом биофертилизатора.

Као и у 2012. години, интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива није забележен код свих испитиваних параметара вегетативног потенцијала у 2013. години.

### 7.1.2. Дужина корена и укупна дужина биљке

У оквиру параметара вегетативног потенцијала бокора праћени су и дужина корена и укупна дужина биљке у трећој години испитивања, а добијени резултати приказани су у табели 9.

Таб. 9 – Утицај сорте и типа ђубрива на дужину корена и укупну дужину биљке у 2013. години.

Фактор		Дужина корена ( <i>cm</i> )	Укупна дужина биљке ( <i>cm</i> )
Сорта ( <i>A</i> )	“Clery”	17,5 ± 0,7 а	58,9 ± 1,5 аб
	“Joly”	16,1 ± 0,5 б	55,4 ± 1,6 б
	“Dely”	17,7 ± 0,3 а	61,0 ± 1,5 а
Ђубриво ( <i>B</i> )	МЂ	18,5 ± 0,8 а	63,0 ± 1,7 а
	Б1	16,8 ± 0,5 б	57,6 ± 1,4 б
	Б2	15,9 ± 0,3 б	54,4 ± 1,6 б
	К	17,2 ± 0,6 аб	58,8 ± 1,8 аб
<i>ANOVA</i>			
<i>A</i>		*	*
<i>B</i>		*	*
<i>A</i> × <i>B</i>		нз	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ ; нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Анализом података можемо закључити да је значајно мања дужина корена евидентирана код сорте “Joly” (16,1 *cm*), у поређењу са сортама “Clery” и “Dely” (17,5 и 17,7 *cm*, по редоследу). Третман минералним ђубривом утицао је на значајно повећање дужине кореновог система јагоде (18,5 *cm*) у односу на третмане биофертилизатором 1 и биофертилизатором 2 (16,8 и 15,9 *cm*, по редоследу), али не и у поређењу са контролним третманом. Захваљујући приближним вредностима дужине корена забележеним у контролном третману са једне стране и третманима са минералним

ђубривом и биофертилизаторима са друге стране, статистичка значајност разлика није установљена.

У погледу укупне дужине биљке, значајна разлика у добијеним вредностима евидентирана је између сорти “Joly” (55,4 *cm*) и “Dely” (61,0 *cm*), а вредност установљена за сорту “Clery” (58,9 *cm*) налазила се између ове две вредности.

На основу приказаних података може се уочити да је укупна дужина биљке варијала у складу са измереном дужином корена. Примена минералних ђубрива условила је значајно повећање укупне дужине биљке (63,0 *cm*) у односу на примену биофертилизатора 1 и биофертилизатора 2 (57,6 и 54,4 *cm*, по редоследу). Међутим, укупна дужина биљке у контролном третману није била значајно различита у поређењу са третманима минералним ђубривом и биофертилизаторима.

Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива није забележен код оба испитивана параметра вегетативног потенцијала у 2013. години.

## 7.2. Физиолошке особине јагоде

### 7.2.1. Фенолошке особине јагоде

Регистровани датуми за почетак и крај фенофаза цветања и зрења и њихово трајање код испитиваних сорти јагоде у току две године испитивања, приказани су у табели 10.

Таб. 10 – Фенофаза цветања и зрења испитиваних сорти јагоде (2012-2013. година).

Сорта	Година	Време цветања		Трајање цветања (дани)	Време зрења		Трајање зрења (дани)
		Почетак цветања	Крај цветања		Почетак зрења	Крај зрења	
“Clery”	2012.	10.04.	10.05.	30	07.05.	03.06.	27
	2013.	07.04.	04.05.	27	05.05.	02.06.	28
Просек		12.04.	09.05.	29	06.05.	02.06.	28
“Joly”	2012.	20.04.	16.05.	26	24.05.	15.06.	22
	2013.	15.04.	09.05.	24	19.05.	12.06.	24
Просек		18.04.	13.05.	25	24.05.	15.06.	23
“Dely”	2012.	13.04.	12.05.	29	18.05.	11.06.	24
	2013.	10.04.	06.05.	26	14.05.	09.06.	26
Просек		12.04.	09.05.	28	16.05.	10.06.	25

Почетак цветања код све три испитиване сорте варирао је у зависности од године испитивања. У обе испитиване године, најранији почетак цветања имала је сорта “Clery” (10.04. и 07.04., по редоследу), затим сорта “Dely” (13.04. и 10.04., по редоследу), док је најкаснији почетак цветања евидентиран код сорте “Joly” (20.04. и

15.04., по редоследу). Најдуже трајање фенофазе цветања регистровано је код сорти “Clery” и “Dely” (30 и 29 дана, по редоследу) у 2012. години, док је најкраће трајање ове фенофазе било код сорте “Joly” у 2013. години (24 дана). Генерално, фенофаза цветања трајала је 2–3 дана краће у 2013. години у односу на 2012. годину. Анализирајући просечне вредности трајања цветања за обе године испитивања, запажа се да је најдуже трајање цветања имала сорта “Clery” (29 дана), док је најкраће трајање ове фенофазе регистровано код сорте “Joly” (25 дана).

Фенофаза зрења плодова почела је најпре код сорте “Clery” у првој декади маја у обе испитиване године (07.05. и 05.05., по редоследу). У другој декади маја евидентиран је почетак зрења сорте “Dely”, а крајем друге декаде и у трећој декади маја почетак зрења код сорте “Joly”. Најдуже трајање поменуте фенофазе регистровано је код сорте “Clery” (28 дана) у 2013. години, а најкраће код сорте “Joly” (22 дана) у 2012. години. Анализом приказаних података уочава се да је фенофаза зрења плода јагоде имала краће трајање у 2012. години у поређењу са 2013. годином.

Употреба различитих типова ђубрива није испољила значајан утицај на почетак и трајање фенофаза цветања и зрења испитиваних сорти јагоде (подаци нису приказани).

### 7.2.2. Садржај хлорофила *a* и *b* и укупних каротеноида у листовима јагоде

Резултати садржаја фотосинтетских пигмената (хлорофила *a* и *b* и каротеноида) у листовима јагоде у 2012. години у функцији сорте и примењеног типа ђубрива, приказани су у табели 11.

Анализом података можемо констатовати да сорта није испољила значајан утицај на садржај хлорофила *a* и *b* у листовима јагоде, док је ђубриво значајно утицало на вредности поменутих параметара. Значајно већи просечан садржај хлорофила *a* установљен је у третману минералним ђубривом ( $36,48 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис.) у поређењу са контролним биљкама ( $29,46 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис.) и биљкама третираним биофертилизаторима. Између третмана биофертилизатором 1, биофертилизатором 2 ( $32,11$  и  $30,23 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис., по редоследу) и контролног третмана ( $29,46 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис.), нису установљене значајне разлике у садржају хлорофила *a* у листу.

Анализом садржаја хлорофила *b* установљене су значајно ниже вредности у контролном третману и третману биофертилизатором 2 ( $17,00$  и  $17,54 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис., по редоследу) у поређењу са третманима минералним ђубривом и биофертилизатором 1 ( $20,41$  и  $19,30 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис., по редоследу).

Таб. 11 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај хлорофила *a* и *b* и укупних каротеноида у листовима јагоде у 2012. години.

		Хлорофил <i>a</i> ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ св. м. лис.)	Хлорофил <i>b</i> ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ св. м. лис.)	Каротеноиди ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ св. м. лис.)
Сорта ( <i>A</i> )	“Clery”	31,60 ± 0,88 а	18,13 ± 0,54 а	7,72 ± 0,22 а
	“Joly”	33,85 ± 2,21 а	19,71 ± 1,39 а	8,01 ± 0,31 а
	“Dely”	31,54 ± 0,95 а	19,22 ± 1,44 а	7,94 ± 0,36 а
Ђубриво ( <i>B</i> )	МЂ	36,48 ± 1,13 а	20,41 ± 2,01 а	7,99 ± 1,45 а
	Б1	32,11 ± 2,01 б	19,30 ± 1,76 а	6,71 ± 0,78 б
	Б2	30,23 ± 1,10 б	17,54 ± 0,87 б	6,65 ± 0,62 б
	К	29,46 ± 1,33 б	17,00 ± 0,91 б	5,88 ± 0,51 ц
<i>ANOVA</i>				
<i>A</i>		нз	нз	нз
<i>B</i>		*	*	*
<i>A</i> × <i>B</i>		нз	нз	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Садржај укупних каротеноида у листовима јагоде се није значајно мењао под утицајем сорте, док под утицајем ђубрива значајно повећање је регистровано у третману са минералним ђубривом ( $7,99 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис.). Поред позитивног утицаја минералног ђубрива, и примена биофертилизатора је утицала на повећање садржаја каротеноида у односу на контролни третман ( $5,88 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис.).

Резултати садржаја фотосинтетских пигмената (хлорофила *a* и *b* и каротеноида) у листу јагоде у функцији сорте и примењеног типа ђубрива у 2013. години, приказани су у табели 12.

Таб. 12 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај хлорофила *a* и *b* и укупних каротеноида у листовима јагоде у 2013. години.

		Хлорофил <i>a</i> ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ св. м. лис.)	Хлорофил <i>b</i> ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ св. м. лис.)	Каротеноиди ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ св. м. лис.)
Сорта ( <i>A</i> )	“Clery”	22,30 ± 2,44 а	15,32 ± 0,88 а	6,45 ± 0,31 а
	“Joly”	21,94 ± 1,17 а	15,21 ± 0,79 а	5,99 ± 0,45 а
	“Dely”	22,12 ± 2,03 а	14,75 ± 0,67 а	6,02 ± 0,56 а
Ђубриво ( <i>B</i> )	МЂ	23,46 ± 1,00 а	16,76 ± 0,39 а	6,71 ± 0,85 а
	Б1	22,57 ± 0,65 а	16,05 ± 0,48 а	6,62 ± 0,76 а
	Б2	19,98 ± 0,44 б	14,32 ± 0,22 б	5,70 ± 0,12 аб
	К	20,05 ± 0,32 б	13,15 ± 0,79 б	4,82 ± 0,52 б
<i>ANOVA</i>				
<i>A</i>		нз	нз	нз
<i>B</i>		*	*	*
<i>A</i> × <i>B</i>		нз	нз	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Подаци приказани у табели 12. указују на нижи садржај свих испитиваних фотосинтетских пигмената у односу на претходну годину. Као и у 2012. години, сорта није испољила значајан утицај на садржај хлорофила *a* и *b* и укупних каротеноида у листовима јагоде у 2013. години. Са друге стране, утицај ђубрива је био значајан на вредности свих испитиваних фотосинтетских пигмената. Наиме, средње вредности хлорофила *a* и *b* у листовима контролних биљака (20,05 и 13,15  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис., по редоследу) и биљака третираних биофертилизатором 2 (19,98 и 14,32  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис., по редоследу) биле су значајно ниже у односу на вредности утврђене у листовима биљака након третмана минералним ђубривом (23,46 и 16,76  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис., по редоследу) и биофертилизатором 1 (22,57 и 16,05  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис., по редоследу).

Садржај укупних каротеноида у листовима јагоде након примене минералног ђубрива и биофертилизатора 1 био је значајно виши (6,71 и 6,62  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис., по редоследу) у односу на количину каротеноида измерену у листовима биљака контролног третмана (4,82  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  св. м. лис.).

Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива није забележен у обе испитиване године у погледу садржаја фотосинтетских пигмената (хлорофила *a* и *b* и каротеноида) у листу јагоде.

### 7.2.3. Минерални састав листа јагоде

Резултати испитивања садржаја макроелемената у листу јагоде у 2012. години у функцији сорте и примењеног типа ђубрива приказани су табели 13.

Подаци приказани у табели 13. указују да су испитиване сорте испољиле значајан утицај на просечан садржај *P*, *K* и *Mg*, док њихов утицај на садржај *N* и *Ca* у листу није установљен. Значајно нижи просечан садржај *P* у листу евидентиран је код сорте “Clergy” (0,24%) у односу на сорту “Joly”, док у поређењу са сортом “Dely” значајност разлика није установљена. Садржај *K* у листу сорти “Joly” и “Dely” био је значајно виши (0,83 и 0,87%, по редоследу) у поређењу са сортом “Clergy” (0,67%), која је имала најнижи садржај овог елемента у листу. У погледу садржаја *Mg* у листу, издваја се сорта “Clergy” са значајно већом вредношћу (0,41%) у односу на сорте “Joly” и “Dely” (0,37 и 0,30%, по редоследу). Интересантно је запазити да код сорте “Clergy” утицај ђубрива није био значајан на садржај *P*, *Ca* и *Mg*, док је минерално ђубриво утицало на значајно већи садржај *N* у листу испитиване сорте (2,42%) у поређењу са третманима биофертилизатором 1 и контролним третманом.

Таб. 13 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај макроелемената у листу јагоде у 2012.

ГОДИНИ.

Сорта	Ђубриво	<i>N</i> (%)	<i>P</i> (%)	<i>K</i> (%)	<i>Ca</i> (%)	<i>Mg</i> (%)
“Сlery”	МЂ	2,42 а	0,23 а	0,73 а	1,63 а	0,43 а
	Б1	1,99 б	0,27 а	0,73 а	1,59 а	0,40 а
	Б2	2,07 аб	0,23 а	0,59 б	1,55 а	0,43 а
	К	1,94 б	0,22 а	0,65 аб	1,54 а	0,39 а
Просек		2,11 А	0,24 Б	0,67 Б	1,58 А	0,41 А
“Joly”	МЂ	2,38 а	0,31 а	0,91 а	1,57 аб	0,38 аб
	Б1	2,12 аб	0,26 б	0,70 б	1,82 а	0,46 а
	Б2	1,97 б	0,29 аб	0,85 а	1,32 бц	0,32 б
	К	1,98 б	0,27 аб	0,84 а	1,11 ц	0,32 б
Просек		2,11 А	0,28 А	0,83 А	1,46 А	0,37 Б
“Dely”	МЂ	2,46 а	0,29 а	0,99 а	1,68 а	0,36 а
	Б1	1,97 аб	0,26 аб	0,87 б	1,07 б	0,30 аб
	Б2	1,90 б	0,22 б	0,81 б	1,19 б	0,27 б
	К	1,91 б	0,23 б	0,81 б	1,02 б	0,26 б
Просек		2,06 А	0,25 АБ	0,87 А	1,24 А	0,30 Б

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Различита велика слова у колонама указују на статистички значајне разлике између средњих вредности сорти на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест). Различита мала слова у колонама указују на статистички значајне разлике између средњих вредности третмана ђубривима на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

У погледу садржаја *K*, значајно виша и идентична вредност је регистрована код сорте “Сlery” у третманима са минералним ђубривом и биофертилизатором 1 (0,73%) у поређењу са биофертилизатором 2 (0,59%). На основу приказаних података запажа се значајан утицај ђубрива на садржај свих испитиваних макроелемената (*N*, *P*, *K*, *Ca* и *Mg*) у листу сорте “Joly”. У третману минералним ђубривом евидентиран је значајно виши садржај *N* (2,38%) у поређењу са Биофертилизатором 2 и контролом (1,97 и 1,98%, по редоследу), са једне стране и незнатно нижи садржај *N* у листу у третману биофертилизатором 1 (2,12%), са друге стране. Такође садржај *P* и *K* у листу сорте “Joly” био је значајно већи у третману минералним ђубривом (0,31 и 0,91%, по редоследу) у поређењу са третманом биофертилизатором 1 (0,26 и 0,70%, по редоследу). Важно је напоменути да се садржај наведених макроелемената није значајно разликовао у контролном третману и третману биофертилизатором 2 од садржаја у третману минералним ђубривом. Значајно повећање садржаја *Ca* у листу сорте “Joly” регистровано је употребом минералног ђубрива и биофертилизатора 1 у односу на контролу. Садржај *N*, *P* и *Mg* у листу сорте “Dely” био је значајно виши у третману минералним ђубривом (2,46, 0,29 и 0,36%, по редоследу) у поређењу са третманом биофертилизатором 2 (1,90, 0,22 и 0,27%, по редоследу) и контролом (1,91, 0,23 и 0,26%, по редоследу). Код исте сорте, није било значајне разлике у погледу



садржаја  $N$ ,  $P$  и  $Mg$  у листу између третмана минералним ђубривом и биофертилизатором 1 (1,97, 0,26 и 0,30%, по редоследу). Значајно већи садржај  $K$  и  $Ca$  у листу сорте “Dely” условила је примена минералног ђубрива (0,99 и 1,68%, по редоследу) у поређењу са контролом и третманима биофертилизаторима.

Ради потпуније интерпретације добијених резултата у 2012. години у односу на референтне вредности, у табели 14. приказана је обезбеђеност јагоде макроелементима исказана индексом  $DOP$  (*Deviation from Optimum Percentage*).

Таб. 14 –  $DOP$  индекс и  $\Sigma DOP$  за садржај макроелемената у листу јагоде у 2012. години.

Сорта	Ђубриво	$N$ (%)	$P$ (%)	$K$ (%)	$Ca$ (%)	$Mg$ (%)	$\Sigma DOP$
“Clery”	МЂ	-15,09	-29,00	-63,33	42,01	2,18	151,61 ц
	Б1	-30,17	-20,94	-68,88	17,79	-19,97	157,75 бц
	Б2	-27,37	-29,03	-71,05	34,00	0,21	161,66 б
	К	-31,94	-32,35	-67,50	33,37	-9,23	174,39 а
Просек							161,35 А
“Joly”	МЂ	-16,49	-3,98	-54,46	35,80	-10,21	120,94 ц
	Б1	-25,61	-25,76	-66,93	47,69	1,16	167,15 а
	Б2	-30,88	-9,07	-57,68	14,13	-24,35	136,11 б
	К	-30,53	-15,42	-57,92	7,20	-24,78	135,85 б
Просек							140,01 А
“Dely”	МЂ	-13,68	-10,84	-50,74	44,02	-15,16	134,44 д
	Б1	-30,88	-20,37	-54,38	-6,92	-30,22	142,77 ц
	Б2	-33,33	-31,90	-59,68	3,95	-36,45	165,31 б
	К	-32,98	-30,45	-59,84	-12,32	-38,91	174,50 а
Просек							154,26 А

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – Биофертилизатор 2; К – контрола.  
Различита велика слова у последњој колони указују на статистички значајне разлике између средњих вредности сорти на нивоу  $p \leq 0,05$  ( $LSD$  тест).  
Различита мала слова у последњој колони указују на статистички значајне разлике између средњих вредности третмана ђубривима на нивоу  $p \leq 0,05$  ( $LSD$  тест).  
(-) по колонама означава нижу обезбеђеност у односу на оптималну;  
(+) по колонама означава већу обезбеђеност у односу на оптималну.

Приказани резултати указују на дефицит  $N$ ,  $P$  и  $K$ , односно суфицит  $Ca$ , у листовима испитиваних сорти јагоде, са изузетком сорте “Dely” код које је евидентиран дефицит  $Ca$  у третману биофертилизатором 1 и контролном третману. Количина  $Mg$  у листовима јагоде варира је у зависности од сорте и ђубрива. Од свих анализираних макроелемената, може се запазити највећи дефицит  $K$ , затим  $N$  и најмањи дефицит  $P$ .

Анализа варијансе за  $\Sigma DOP$  садржаја макроелемената у листу јагоде, указује да значајност разлика међу испитиваним сортама није евидентирана, док је између третмана ђубривима укључујући и контролу евидентирано постојање значајних разлика у погледу интензитета дебаланса макроелемената у листу јагоде. Највећи дебаланс

макроелемената детектован је код сорти “Clery” и “Dely” у контролном третману ( $\Sigma DOP$  174,39 и 174,50, по редоследу) и код сорте “Joly” у третману биофертилизатором 1 ( $\Sigma DOP$  167,15) у односу на остале третмане. Генерално, минерално ђубриво је условило успостављање најбоље равнотеже у садржају макроелемената у листовима јагоде у поређењу са осталим испитиваним третманима.

Резултати испитивања садржаја микроелемената у листу јагоде у 2012. години у функцији сорте и примењеног типа ђубрива приказани су у табели 15.

Таб. 15 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај микроелемената у листу јагоде у 2012. години.

Сорта	Ђубриво	<i>Fe</i> ( <i>mg kg<sup>-1</sup></i> )	<i>Cu</i> ( <i>mg kg<sup>-1</sup></i> )	<i>Mn</i> ( <i>mg kg<sup>-1</sup></i> )	<i>Zn</i> ( <i>mg kg<sup>-1</sup></i> )	<i>B</i> ( <i>mg kg<sup>-1</sup></i> )	<i>Mo</i> ( <i>mg kg<sup>-1</sup></i> )
“Clery”	МЂ	83,27 а	3,82 а	23,29 а	8,75 а	35,34 а	0,58 б
	Б1	78,08 а	4,45 а	29,84 а	10,65 а	32,11 а	0,32 ц
	Б2	71,54 а	3,92 а	25,87 а	9,30 а	36,00 а	0,50 б
	К	70,14 а	4,30 а	28,60 а	10,81 а	34,80 а	0,95 а
Просек		75,75 А	4,12 Б	26,90 А	9,88 Б	34,56 А	0,58 А
“Joly”	МЂ	95,78 а	6,02 а	33,84 а	33,31 а	35,73 а	0,68 а
	Б1	86,44 б	4,52 б	24,87 б	9,82 б	40,37 а	0,41 ц
	Б2	73,31 ц	5,29 а	25,86 б	9,40 б	31,09 а	0,52 б
	К	86,68 б	5,41 а	32,16 а	8,95 б	31,12 а	0,49 б
Просек		85,52 А	5,31 А	29,18 А	15,37 А	34,58 А	0,53 А
“Dely”	МЂ	103,53 а	4,98 а	29,38 а	8,37 аб	37,93 а	0,64 аб
	Б1	84,53 б	4,61 аб	27,83 а	9,16 а	23,54 б	0,50 б
	Б2	61,45 ц	3,88 б	42,72 а	7,83 б	25,00 б	0,49 б
	К	66,62 ц	4,18 б	28,67 а	7,36 б	25,94 б	0,73 а
Просек		79,03 А	4,41 Б	32,15 А	8,18 Б	28,10 Б	0,59 А

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола.

Различита велика слова у колонама указују на статистички значајне разлике између средњих вредности сорти на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Различита мала слова у колонама указују на статистички значајне разлике између средњих вредности третмана ђубривима на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

На основу приказаних података можемо констатовати да садржај *Fe*, *Mn* и *Mo* у листовима није био под значајним утицајем сорте, док је садржај *Cu*, *Zn*, и *B* значајно варирао између испитиваних сорти. Наиме, највиши садржај *Cu*, *Zn* и *B* детектован је код сорте “Joly” (5,31, 15,37 и 34,58 *mg kg<sup>-1</sup>*, по редоследу) при чему значајна разлика у садржају *B* у листовима није установљена између сорти “Clery” и “Joly”.

Код сорте “Clery” није уочена значајна разлика у садржају микроелемената између испитиваних третмана ђубривима, изузев код *Mo*, где је у контроли забележена највиша вредност. Са друге стране, код сорте “Joly” се запажа позитиван утицај минералног ђубрива на повећање садржаја свих микроелемената изузев *B*, где нису регистроване значајне разлике између испитиваних ђубрива. Значајно више вредности

садржаја *Fe* и *B* регистроване су у третману са минералним ђубривом код сорте “Dely”, док значајност разлика у садржају *Cu* и *Zn* није установљена између третмана минералним ђубривом и биофертилизатором 1, као и између свих испитиваних третмана ђубривима у погледу садржаја *Mn*.

Анализа варијансе за  $\Sigma DOP$  садржаја микроелемената у листу јагоде у 2012. години, указује да значајност разлика међу испитиваним сортама није евидентирана, док је између третмана ђубривима, укључујући и контролу, евидентирано постојање значајних разлика у погледу интензитета дебаланса садржаја микроелемената (Табела 16). Највећи дебаланс микроелемената детектован је у третману биофертилизатором 1 и контролном третману код сорте “Clery” (340,77 и 337,03, по редоследу), затим у третману биофертилизатором 1 код сорте “Joly” (315,68) и у контролном третману код сорте “Dely” (331,25). Генерално, минерално ђубриво је условило успостављање најбоље равнотеже у садржају микроелемената у листовима јагоде међу испитиваним третманима, што је у сагласности са резултатима добијеним израчунавањем  $\Sigma DOP$  за садржај макроелемената.

Таб. 16 – *DOP* индекс и  $\Sigma DOP$  за садржај микроелемената у листу јагоде у 2012. години.

Сорта	Ђубриво	<i>Fe</i> (%)	<i>Cu</i> (%)	<i>Mn</i> (%)	<i>Zn</i> (%)	<i>B</i> (%)	<i>Mo</i> (%)	$\Sigma DOP$
“Clery”	МЂ	-44,36	-65,37	-66,75	-80,56	-29,41	-2,78	289,23 ц
	Б1	-51,25	-61,26	-59,90	-78,16	-41,34	-48,86	340,77 а
	Б2	-52,27	-64,36	-63,39	-79,42	-27,84	-16,67	303,95 б
	К	-53,29	-60,80	-59,20	-75,83	-30,62	57,29	337,03 а
Просек								317,75 А
“Joly”	МЂ	-36,18	-45,08	-51,64	-24,54	-29,06	16,37	202,87 ц
	Б1	-46,22	-61,54	-66,90	-79,70	-24,62	-36,70	315,68 а
	Б2	-50,83	-51,96	-62,74	-79,17	-38,30	-12,88	295,88 б
	К	-42,27	-50,93	-54,06	-80,05	-37,84	-19,51	284,66 б
Просек								274,77 А
“Dely”	МЂ	-31,67	-55,11	-57,86	-81,39	-25,62	5,21	256,86 д
	Б1	-43,54	-57,95	-60,18	-79,58	-52,88	-16,67	310,80 б
	Б2	-59,04	-64,71	8,65	-82,60	-50,00	-17,76	282,76 ц
	К	-56,17	-62,54	-59,52	-83,85	-48,80	20,37	331,25 а
Просек								295,42 А

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола.

Различита велика слова у последњој колони указују на статистички значајне разлике између средњих вредности сорти на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Различита мала слова у последњој колони указују на статистички значајне разлике између средина третмана ђубривима на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

(-) по колонама означава нижу обезбеђеност у односу на оптималну;

(+) по колонама означава већу обезбеђеност у односу на оптималну.

Резултати садржаја макроелемената у листу јагоде у 2013. години у функцији сорте и примењеног типа ђубрива приказани су у табели 17.

Таб. 17 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај макроелемената у листу јагоде у 2013. години.

Сорта	Ђубриво	<i>N</i> (%)	<i>P</i> (%)	<i>K</i> (%)	<i>Ca</i> (%)	<i>Mg</i> (%)
“Clery”	МЂ	1,67 а	0,31 ц	0,50 а	1,54 ц	0,46 б
	Б1	1,39 б	0,40 а	0,39 б	1,97 а	0,54 а
	Б2	1,36 б	0,38 аб	0,41 б	1,77 б	0,51 а
	К	1,27 ц	0,35 бц	0,37 б	1,84 аб	0,50 а
Просек		1,42 А	0,36 А	0,42 Ц	1,78 А	0,50 А
“Joly”	МЂ	1,77 а	0,27 б	0,48 б	1,71 б	0,47 б
	Б1	1,55 б	0,36 а	0,47 б	1,78 а	0,49 а
	Б2	1,41 ц	0,33 б	0,54 а	1,61 ц	0,41 ц
	К	1,31 д	0,34 б	0,55 а	1,66 бц	0,41 ц
Просек		1,51 А	0,33 А	0,51 Б	1,69 А	0,45 Б
“Dely”	МЂ	1,71 а	0,27 ц	0,57 б	1,62 б	0,42 а
	Б1	1,47 б	0,35 б	0,57 б	1,79 а	0,41 а
	Б2	1,33 ц	0,36 аб	0,63 а	1,85 а	0,40 а
	К	1,40 бц	0,38 а	0,69 а	1,84 а	0,41 а
Просек		1,48 А	0,34 А	0,62 А	1,78 А	0,41 Б

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Различита велика слова у колонама указују на статистички значајне разлике између средњих вредности сорти на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Различита мала слова у колонама указују на статистички значајне разлике између средњих вредности третмана ђубривима на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

На основу добијених података можемо констатовати да су испитиване сорте испољиле значајан утицај на просечан садржај *K* и *Mg* у листовима јагоде, док садржај *N*, *P* и *Ca* није значајно варирао између испитиваних сорти. Упоређивањем средњих вредности садржаја *K* у листу испитиваних сорти, може се констатовати да је највиши садржај овог макроелемента детектован код сорте “Dely” (0,62%), што је уједно било значајно виша вредност у поређењу са сортама “Joly” и “Clery” (0,51 и 0,42%, по редоследу). Просечна вредност садржаја *Mg* у листу сорте “Clery” (0,50%) била је значајно већа од вредности евидентиране код друге две испитиване сорте међу којима значајност разлике није установљена.

Минерално ђубриво је условило значајно повећање *N* и *K* у листу код сорте “Clery” (1,67 и 0,50%, по редоследу) у односу на контролу и третмане биофертилизаторима. Апликација биофертилизатора 1 и 2 утицала је значајно на

повећање садржаја  $P$ ,  $Ca$  и  $Mg$  у листу сорте “Clery” у односу на вредности регистроване у третману са минералним ђубривом.

Значајно већи садржај  $K$  у контроли и третману биофертилизатором 2 евидентиран је код сорти “Joly” и “Dely”. Са друге стране, биофертилизатор 1 је условио значајно повећање  $P$ ,  $Ca$  и  $Mg$  у листу јагоде (0,36, 1,78 и 0,49%, по редоследу) у односу на остале третмане ђубривима код сорте “Joly”. Такође, код сорти “Joly” и “Dely” је минерално ђубриво испољило значајан утицај само на повећање садржаја  $N$  (1,77 и 1,71%, по редоследу). Значајно већи садржај  $P$  и  $Ca$  у листу сорте “Dely” регистрован је у третману са биофертилизаторима, као и садржај  $K$  у третману са биофертилизатором 2 у поређењу са третманом минералним ђубривом. Једино садржај  $Mg$  у листу сорте “Dely” није значајно варирао између третмана ђубривима.

Анализа варијансе за  $\Sigma DOP$  садржаја макроелемената у листу јагоде у 2013. години, указује да значајност разлика међу испитиваним сортама није регистрована (Табела 18). Са друге стране између третмана ђубривима, укључујући и контролу, евидентирано је постојање значајних разлика у погледу интензитета дебаланса садржаја макроелемената. Највећи дебаланс макроелемената детектован је у третману биофертилизатором 1 код сорти “Clery” и “Joly” (250,45 и 201,66, по редоследу), и у третману биофертилизатором 2 (200,53) и контроли (196,72) код сорте “Dely”. Успостављању равнотеже између макроелемената у листу највише је допринело минерално ђубриво код сорти “Clery” и “Dely” и биофертилизатор 2 код сорте “Joly”.

Таб. 18 – *DOP* индекс и  $\sum DOP$  за садржај макроелемената у листу јагоде у 2013.

ГОДИНИ.

Сорта	Ћубриво	<i>N</i> (%)	<i>P</i> (%)	<i>K</i> (%)	<i>Ca</i> (%)	<i>Mg</i> (%)	$\sum DOP$
“Clery”	МЋ	-41,40	-4,62	-75,25	33,91	8,24	163,42 ц
	Б1	-51,23	21,54	-80,50	71,30	25,88	250,45 а
	Б2	-52,28	16,92	-79,75	53,48	18,82	221,25 б
	К	-55,44	6,15	-81,75	59,57	16,47	219,38 б
Просек							213,63 А
“Joly”	МЋ	-37,89	-16,92	-76,00	48,70	10,59	190,10 б
	Б1	-45,61	9,23	-76,75	54,78	15,29	201,66 а
	Б2	-50,53	1,54	-73,00	40,00	-3,53	168,60 д
	К	-54,04	4,62	-72,50	43,91	-4,71	179,78 ц
Просек							185,04 А
“Dely”	МЋ	-40,00	-18,46	-71,75	40,43	-1,18	171,82 ц
	Б1	-48,42	7,69	-71,50	55,65	-3,53	186,79 б
	Б2	-53,33	10,77	-68,50	60,87	-7,06	200,53 а
	К	-50,88	15,38	-65,75	60,00	-4,71	196,72 а
Просек							188,79 А

МЋ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола.

Различита велика слова у последњој колони указују на статистички значајне разлике између средњих вредности сорти на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Различита мала слова у последњој колони указују на статистички значајне разлике између средњих вредности третмана ђубривима на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

(-) по колонама означава нижу обезбеђеност у односу на оптималну;

(+) по колонама означава већу обезбеђеност у односу на оптималну.

Резултати испитивања садржаја микроелемената у листу јагоде у 2013. години у функцији сорте и примењеног типа ђубрива приказани су у табели 19.

Анализом приказаних података уочава се да су знатно веће вредности садржаја микроелемената у листу јагоде биле у 2013. у поређењу са 2012. годином. Сорта није испољила значајан утицај на вредности садржаја свих испитиваних микроелемената у 2013. години, док је утицај ђубрива био значајан.

Биофертилизатор 2 је код сорте “Clery” имао значајан утицај на повећање садржаја *Fe*, *Cu* и *Mn* (114,69, 3,28 и 45,57  $mg\ kg^{-1}$ , по редоследу), као и биофертилизатор 1 на повећање садржаја *Cu* (3,46  $mg\ kg^{-1}$ ). Поред биофертилизатора, минерално ђубриво је испољило позитиван итицај на повећање садржаја *Mn*, *Zn* и *Mo* код поменуте сорте јагоде (47,36, 15,45 и 2,71  $mg\ kg^{-1}$ , по редоследу). Код сорте “Joly”, примена минералног ђубрива је позитивно утицала на повећање садржаја *Fe*, *Zn* и *Mo* (128,15, 10,16 и 3,13  $mg\ kg^{-1}$ , по редоследу), док је биофертилизатор 1 допринео значајном повећању садржаја *Zn* и *B* (10,17 и 45,95  $mg\ kg^{-1}$ , по редоследу) у поређењу са биофертилизатором 2 (4,92 и 40,02  $mg\ kg^{-1}$ , по редоследу). Значајно повећање садржаја *Fe*, *Zn* и *Mo* у листу сорте “Dely” условила је примена минералног ђубрива (141,66, 10,46 и 2,67  $mg\ kg^{-1}$ , по редоследу), као и значајно повећање садржаја *Zn* примена биофертилизатора 2 (10,50

$mg\ kg^{-1}$ ). Примена биофертилизатора 1 показала је стимулативан утицај на садржај *Cu* и *Mn* (7,28 и 43,00  $mg\ kg^{-1}$ , по редоследу) у односу на остале испитиване третмане.

Таб.19 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај микроелемената у листу јагоде у 2013. години.

Сорта	Ђубриво	<i>Fe</i> ( $mg\ kg^{-1}$ )	<i>Cu</i> ( $mg\ kg^{-1}$ )	<i>Mn</i> ( $mg\ kg^{-1}$ )	<i>Zn</i> ( $mg\ kg^{-1}$ )	<i>B</i> ( $mg\ kg^{-1}$ )	<i>Mo</i> ( $mg\ kg^{-1}$ )
“Clery”	МЂ	92,06 ц	3,01 аб	47,36 а	15,45 а	41,83 б	2,71 а
	Б1	103,77 б	3,46 а	30,09 б	10,16 б	44,41 б	0,75 б
	Б2	114,69 а	3,28 а	45,57 а	10,46 б	41,30 б	0,66 б
	К	110,59 аб	2,59 б	40,13 аб	11,18 б	46,81 а	0,91 б
Просек		105,28 А	3,08 А	40,79 А	11,81 А	43,59 А	1,25 А
“Joly”	МЂ	128,15 а	4,90 аб	35,70 б	10,16 а	41,51 б	3,13 а
	Б1	111,93 б	3,28 б	32,40 бц	10,17 а	45,95 а	1,48 аб
	Б2	112,19 б	3,07 б	31,53 ц	4,92 б	40,02 б	0,53 б
	К	95,24 ц	6,73 а	43,39 а	9,47 а	43,82 аб	0,75 б
Просек		111,88 А	4,49 А	35,76 А	8,68 А	42,82 А	1,47 А
“Dely”	МЂ	141,66 а	3,07 б	35,93 б	10,46 а	39,39 а	2,76 а
	Б1	112,68 б	7,28 а	43,00 а	9,94 аб	41,82 а	0,45 ц
	Б2	125,12 аб	3,24 б	30,60 бц	10,50 а	41,67 а	0,96 бц
	К	114,07 б	6,64 б	26,72 б	8,88 б	38,72 а	1,81 аб
Просек		123,38 А	5,06 А	34,06 А	9,94 А	40,40 А	1,49 А

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола.

Различита велика слова у колонама указују на статистички значајне разлике између средњих вредности сорти на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Различита мала слова у колонама указују на статистички значајне разлике између средњих вредности третмана ђубривима на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Резултати одређивања *DOP* индекса и  $\sum DOP$  за садржај микроелемената у листу приказани су у табели 20.

Таб. 20 – *DOP* индекс и  $\Sigma DOP$  за садржај микроелемената у листу јагоде у 2013.

ГОДИНИ.

Сорта	Ћубриво	<i>Fe</i> (%)	<i>Cu</i> (%)	<i>Mn</i> (%)	<i>Zn</i> (%)	<i>B</i> (%)	<i>Mo</i> (%)	$\Sigma DOP$
“Clery”	МЋ	-38,36	-72,68	-32,34	-65,67	-16,34	351,67	577,06 а
	Б1	-30,82	-68,59	-57,01	-77,42	-17,13	25,00	275,97 б
	Б2	-23,54	-70,23	-34,91	-76,77	-17,40	10,00	232,85 ц
	К	-26,28	-76,45	-42,68	-73,66	-6,38	51,67	277,12 б
Просек								340,75 Б
“Joly”	МЋ	-14,57	-72,14	-49,00	-78,46	-16,98	420,83	651,98 а
	Б1	-25,38	-33,82	-53,72	-77,41	-8,10	146,67	345,10 б
	Б2	-25,21	-70,55	-54,96	-89,08	-19,96	-12,50	272,26 ц
	К	-36,51	-66,95	-38,02	-78,97	-12,37	24,17	256,99 ц
Просек								381,58 А
“Dely”	МЋ	-5,56	-55,50	-49,44	-76,52	-21,23	360,00	568,25 а
	Б1	-24,88	-70,23	-38,57	-77,92	-16,37	-25,00	252,97 ц
	Б2	-16,59	-72,09	-56,29	-76,68	-16,66	60,00	298,31 ц
	К	-23,96	-38,36	-61,83	-80,72	-22,57	200,83	428,27 б
Просек								386,95 А

МЋ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола.

Различита велика слова у последњој колони указују на статистички значајне разлике између средњих вредности сорти на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Различита мала слова у последњој колони указују на статистички значајне разлике између средина третмана ђубривима на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

(-) по колонама означава нижу обезбеђеност у односу на оптималну;

(+) по колонама означава већу обезбеђеност у односу на оптималну.

Анализом података приказаних у табели може се закључити да су сви испитивани микроелементи били у дефициту, изузев *Mo*, код кога је претежно евидентиран суфицит. За *Cu* и *Zn* установљено је највеће одступање од оптималног садржаја прописаног за ове елементе (нижа обезбеђеност), док је најмање одступање било у погледу садржаја *B* у листовима (нижа обезбеђеност).

Анализа варијансе за  $\Sigma DOP$  садржаја микроелемената у листу јагоде у 2013. години, указује на значајност разлика међу испитиваним сортама и третманима ђубривима, укључујући и контролу у погледу интензитета дебаланса садржаја микроелемената. Највећи дебаланс микроелемената детектован је код сорти “Joly” и “Dely” (381,58 и 386,95, по редоследу), а најмањи код сорте “Clery” (340,75). Генерално, третман минералним ђубривом изазвао је највећи дебаланс микроелемената, а третман биофертилизатором 2 резултирао је успостављањем најбоље равнотеже између микроелемената у листу све три испитиване сорте, као и биофертилизатором 1 само код сорте “Dely”.



### 7.3. Генеративни потенцијал и производне особине јагоде

Резултати најважнијих параметара генеративног потенцијала и производних особина јагоде забележени у 2012. години у функцији сорте и примењеног типа ђубрива, приказани су у табели 21.

Таб. 21 – Утицај сорте и типа ђубрива на генеративни потенцијал и производне особине јагоде у 2012. години.

Фактор		Број родних стабљика по бокору	Број цветова по бокору	Број приметних плодова по родној стабљивици	Број приметних плодова по бокору	Принос по бокору (g)	Принос по $m^2$ (kg)
Сорта (А)	“Clery”	3,3 ± 0,1 б	29,3 ± 1,4 а	7,4 ± 0,3 а	25,0 ± 2,1 а	497,6 ± 57,6 б	4,3 ± 0,5 б
	“Joly”	5,9 ± 0,2 а	28,7 ± 0,8 а	4,6 ± 0,1 ц	21,8 ± 1,2 б	771,2 ± 53,8 а	6,5 ± 0,4 а
	“Dely”	3,6 ± 0,1 б	21,7 ± 0,7 б	5,2 ± 0,2 б	15,5 ± 1,10 ц	322,5 ± 24,6 ц	3,3 ± 0,2 ц
Ђубриво (Б)	МЂ	4,5 ± 0,4 а	29,3 ± 2,2 а	6,6 ± 0,5 а	25,9 ± 2,7 а	715,0 ± 78,6 а	5,7 ± 0,6 а
	Б1	4,1 ± 0,5 а	25,6 ± 1,3 б	5,6 ± 0,5 б	22,0 ± 1,3 бц	555,2 ± 63,5 б	4,4 ± 0,5 б
	Б2	4,3 ± 0,4 а	26,9 ± 1,3 аб	5,5 ± 0,5 бц	24,1 ± 1,5 аб	570,5 ± 80,1 б	4,5 ± 0,6 б
	К	4,0 ± 0,5 а	24,3 ± 1,4 б	5,1 ± 0,4 ц	18,6 ± 1,6 ц	453,8 ± 88,5 б	4,0 ± 0,7 б
<i>ANOVA</i>							
<i>A</i>		*	*	*	*	*	*
<i>B</i>		нз	*	*	*	*	*
<i>A × B</i>		нз	нз	нз	*	нз	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Анализом података броја родних стабљика по бокору за 2012. годину можемо запазити да је сорта значајно утицала на вредности овог параметра. Највећи број родних стабљика по бокору евидентиран је код сорте “Joly” (5,9), док значајност разлика није установљена између сорти “Clery” (3,3) и “Dely” (3,6). За разлику од сорте, третмани са различитим типовима ђубривима нису испољили значајан утицај на број родних стабљика по бокору.

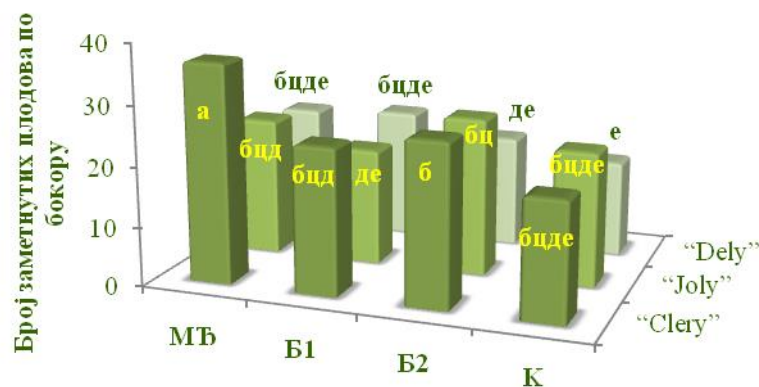
Сорта је показала позитивне ефекте на број цветова по бокору, па су значајно веће вредности регистроване код сорти “Clery” и “Joly” (29,3 и 28,7, по редоследу) у односу на сорту “Dely” (21,7). Примена минералног ђубрива условила је значајно повећање броја цветова по бокору (29,3) у односу на контролу (24,3) и третман

биофертилизатором 1 (25,6). Број цветова по бокору који је регистрован у третману биофертилизатором 2 налазио се између наведених вредности (26,9).

У погледу броја приметних плодова по родној стабљиви значајност разлика између средњих вредности за поменути параметар утврђена је између све три испитиване сорте. Највећи број приметних плодова по родној стабљиви регистрован је код сорте “Clery” (7,4), затим код сорте “Dely” (5,2) и најнижа забележена вредност била је код сорте “Joly” (4,6). Број приметних плодова по родној стабљиви био је значајно редукован у контролном третману (5,1) у односу на третмане минералним ђубривом и биофертилизатором 1 (6,6 и 5,6, по редоследу). Примена биофертилизатора 2 условила је незнатно повећање броја приметних плодова по родној стабљиви (5,5) у поређењу са контролом.

Иако је најнижи број приметних плодова по родној стабљиви регистрован код сорте “Joly”, број приметних плодова по бокору је био најнижи код сорте “Dely” (15,5). Са друге стране, највећи број приметних плодова по бокору имала је сорта “Clery” (25,0), сагласно великом броју цветова по бокору. Анализирајући утицај ђубрива запажа се да је минерално ђубриво испољило позитиван утицај на повећање броја приметних плодова по бокору (25,9) у поређењу са биофертилизатором 1 (22,0) и контролним третманом (18,6).

У графикону 2. приказан је ефекат интеракције испитиваних фактора (сорта и ђубрива) на варирање броја приметних плодова по бокору. На основу приказаних података може се видети да су најбољи резултати постигнути код сорте “Clery” употребом минералног ђубрива. Међутим, код сорте “Joly” значајно повећање броја приметних плодова по бокору је регистровано у третману биофертилизатором 2 у односу на биофертилизатор 1, али не и у поређењу са третманом минералним ђубривом и контролним третманом. Значајност разлика у броју приметних плодова по бокору између третмана различитим ђубривима, укључујући и контролни третман, није регистрована код сорте “Dely”.



Граф. 2 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на број приметних плодова по бокору у 2012. години (МЂ –минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  ( $LSD$  тест).

Резултати проучавања производних особина јагоде указују на значајан утицај сорте и ђубрива на варирање приноса по бокору и по  $m^2$ . Значајно већа просечна вредност приноса по бокору регистрована је код сорте “Joly” (771,2 g по бокору) у односу на сорте “Clery” и “Dely” (497,6 и 322,5 g по бокору, по редоследу). Праћењем утицаја ђубрива на производне особине јагоде, евидентирано је значајно повећање приноса по бокору у третману минералним ђубривом (715,0 g по бокору) у поређењу са третманом биофертилизаторима и контролом. Висина приноса по бокору имала је приближне вредности у третманима биофертилизатором 1 и биофертилизатором 2 (555,2 и 570,5 g по бокору, по редоследу), са једне стране, док се ове вредности нису значајно разликовале од приноса по бокору у контролном третману (453,8 g по бокору), са друге стране.

Сагласно повећању приноса по бокору, принос по  $m^2$  био је значајно већи код сорте “Joly” ( $6,5 kg m^{-2}$ ) у односу на принос код сорти “Clery” и “Dely” ( $4,3$  и  $3,3 kg m^{-2}$ , по редоследу), међу којима је такође установљена статистички значајна разлика. Принос по  $m^2$  показао је значајно већу вредност применом минералног ђубрива ( $5,7 kg m^{-2}$ ) у поређењу са третманима биофертилизатором 1, биофертилизатором 2 и контролом ( $4,4$ ,  $4,5$  и  $4,0 kg m^{-2}$ , по редоследу).

Резултати одређивања најважнијих параметара генеративног потенцијала и производних особина јагоде забележени у 2013. години у функцији сорте и примењеног типа ђубрива, приказани су у табели 22.

Таб. 22 – Утицај сорте и типа ђубрива на генеративни потенцијал јагоде у 2013. години.

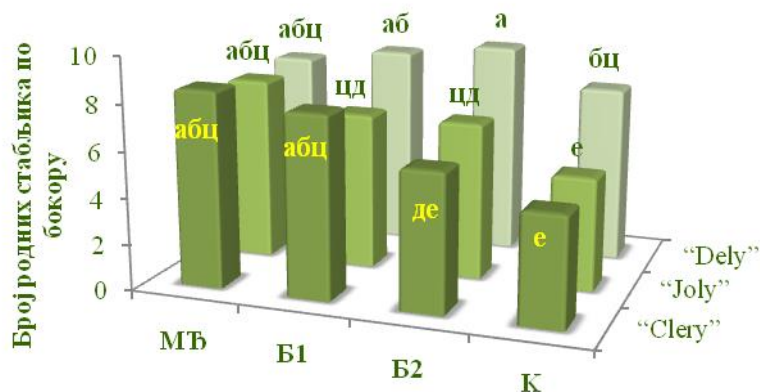
Фактор		Број родних стабљика по бокору	Број цветова по бокору	Број заметнутих плодова по родној стабљивици	Број заметнутих плодова по бокору	Принос по бокору (g)	Принос по $m^2$ (kg)
Сорта (А)	“Clery”	6,8 ± 0,5 б	55,2 ± 5,1 а	9,7 ± 0,7 а	52,9 ± 3,9 а	804,4 ± 47,8 а	6,4 ± 0,4 а
	“Joly”	6,6 ± 0,4 б	41,8 ± 4,3 б	9,2 ± 0,6 а	38,8 ± 2,1 ц	857,5 ± 52,6 а	6,9 ± 0,4 а
	“Dely”	8,5 ± 0,3 а	48,8 ± 2,1 аб	7,2 ± 0,5 б	45,3 ± 2,0 б	657,5 ± 24,6 б	5,2 ± 0,2 б
Ђубриво (Б)	МЂ	8,2 ± 0,3 а	60,3 ± 4,5 а	7,6 ± 0,6 а	51,7 ± 4,1 а	868,7 ± 66,1 а	6,9 ± 0,5 а
	Б1	7,8 ± 0,4 аб	52,1 ± 4,9 аб	8,3 ± 0,8 а	51,2 ± 3,6 а	867,5 ± 52,1 а	6,9 ± 0,4 а
	Б2	7,4 ± 0,5 б	47,0 ± 2,7 б	8,6 ± 0,6 а	45,3 ± 2,2 б	739,4 ± 28,5 б	5,9 ± 0,3 б
	К	5,8 ± 0,5 ц	35,0 ± 3,2 ц	9,3 ± 0,8 а	33,6 ± 2,7 ц	517,0 ± 24,3 ц	4,9 ± 0,2 ц
<i>ANOVA</i>							
	<i>A</i>	*	*	*	*	*	*
	<i>B</i>	*	*	нз	*	*	*
	<i>A × B</i>	*	*	нз	нз	нз	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Број родних стабљика по бокору значајно је варирао између анализираних сорти. Највећа вредност броја родних стабљика по бокору регистрована је код сорте “Dely” (8,5) у односу на друге две испитиване сорте. Варирање у броју родних стабљика по бокору регистровано је и између третмана ђубривима. Најмања вредност броја родних стабљика по бокору (5,8) била је у контролном третману и она се значајно разликовала од вредности у третманима минералним ђубривом и биофертилизатором 1 и 2 (8,2, 7,8 и 7,4, по редоследу).

Ефекат интеракције сорта/ђубриво на варирање броја родних стабљика по бокору приказан је у графикону 3. Анализом приказаних података можемо запазити да је у 2013. години примена биофертилизатора 2 код сорте “Dely” утицала на значајно повећање броја родних стабљика по бокору само у односу на контролу. Поред тога, значајно повећање броја родних стабљика по бокору условила је и примена минералног ђубрива и биофертилизатора 1 код сорте “Clery” у поређењу са применом биофертилизатора 2 и контролним третманом, док су код сорте “Joly” сва три

примењена ђубрива условила повећање броја родних стабљика по бокору у односу на контролни третман.

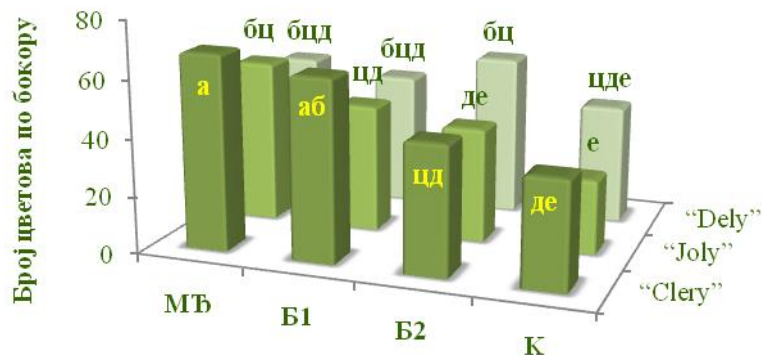


Граф. 3 – Интеракцијски ефекат сорте и ђубрива и на број родних стабљика по бокору у 2013. години (МТ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

У погледу броја цветова по бокору значајан утицај испољила је сорта. Значајне разлике у погледу поменутог параметра евидентиране су између сорти "Clery" (55,2) и "Joly" (41,8). Вредност броја цветова по бокору регистрована код сорте "Dely" (48,8) налазила се између ове две вредности. Број цветова по бокору варирао је између анализираних третмана ђубривима у складу са забележеним бројем родних стабљика по бокору. Значајно већи број цветова по бокору регистрован је у третману минералним ђубривом (60,3) у односу на контролни третман (35,0) и третман биофертилизатором 2 (47,0). Примена биофертилизатора 1 условила је незнатно повећање броја цветова по бокору у односу на биофертилизатор 2.

Резултати добијени одређивањем броја цветова по бокору, у зависности од интеракције сорте и ђубрива приказани су у графикону 4. Анализом приказаних података може се уочити да је варирање броја цветова по бокору између анализираних интеракцијских ефеката сорта/ђубриво, било у складу са променама изазваним појединачним деловањем фактора (сорта и ђубриво). Значајан утицај на повећање броја цветова по бокору код сорте "Clery" имало је минерално ђубриво и биофертилизатор 1 у поређењу са остала два третмана, док је код сорте "Joly" запажен позитиван утицај оба поменута ђубрива само у односу на контролни третман. Код сорте "Dely", није

запажено постојање статистички значајних разлика у добијеним вредностима између испитиваних ђубрива.



Граф. 4 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на број цветова по бокору у 2013. години (МБ –минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2– биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Анализом варијансе утврђено је да је сорта значајно утицала на варирање броја приметних плодова по родној стабљаци. Значајно мањи број приметних плодова по родној стабљаци регистрован је код сорте “Dely” (7,2) у односу на сорте “Clery” (9,7) и “Joly” (9,2), међу којима није установљена статистичка значајност разлика. Као и у претходној години испитивања, интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на број приметних плодова по родној стабљаци није забележен ни у 2013. години.

Поређењем средњих вредности броја приметних плодова по бокору, евидентирана је значајна разлика између свих проучаваних сорти. Највећи број приметних плодова по бокору имала је сорта “Clery” (52,9), а најмањи сорта “Joly” (38,8). Применом минералног ђубрива и биофертилизатора 1 дошло је до земања већег броја плодова по бокору (51,7 и 51,2, по редоследу) у односу на контролу и третман биофертилизатором 2 (45,3 и 33,6, по редоследу).

У оквиру производних особина испитиваних сорти јагоде у 2013. години, праћени су принос по бокору и принос по  $m^2$ . На основу приказаних података можемо закључити да су принос по бокору и  $m^2$  били знатно виши у 2013. години у односу на 2012. годину, што је у складу са повећањем броја свих испитиваних вегативних и генеративних параметара у овој години.

Сорта је имала значајан утицај на повећање приноса по бокору и по  $m^2$ , са највећом вредношћу евидентираном код “Joly” (857, 4 g по бокору и 6,9 kg по  $m^2$ ), затим нешто нижом код сорте “Clery” (804,4 g по бокору и 6,4 kg  $m^2$ ) и најнижом вредношћу код сорте “Dely” (657,5 g по бокору и 5,2 kg  $m^2$ ). Позитиван ефекат на принос по бокору и по  $m^2$  имали су минерално ђубриво (868,7 g по бокору и 6,9 kg  $m^2$ ) и биофертилизатор 1 (867,5 g по бокору и 6,9 kg  $m^2$ ) у поређењу са контролом (517,0 g по бокору и 4,9 kg  $m^2$ ) и биофертилизатором 2 (739,4 g по бокору и 5,9 kg  $m^2$ ), међу којима је такође регистрована статистички значајна разлика. Као и у претходној години испитивања, интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на остварени принос по бокору и по  $m^2$  у 2013. години није установљен.

#### 7.4. Физичка својства плода јагоде

Резултати физичких својстава плода јагоде у 2012. години у функцији сорте и примењених ђубрива приказани су у табели 23.

Таб. 23 – Утицај сорте и типа ђубрива на физичка својства плода јагоде у 2012. години.

Фактор		Маса плода (g)	Дужина плода (mm)	Ширина плода (mm)	Индекс облика плода	Дужина петељке (cm)
Сорта (А)	“Clery”	19,9 ± 0,8 б	39,8 ± 1,1 б	33,5 ± 0,5 ц	1,2 ± 0,0 а	3,9 ± 0,2 а
	“Joly”	35,4 ± 1,3 а	51,0 ± 0,9 а	42,4 ± 0,7 а	1,2 ± 0,0 а	3,0 ± 0,1 б
	“Dely”	20,8 ± 0,4 б	36,7 ± 0,7 ц	36,6 ± 0,3 б	1,0 ± 0,0 б	3,1 ± 0,1 б
Ђубриво (Б)	МЂ	27,6 ± 2,8 а	42,0 ± 2,6 а	38,5 ± 1,3 а	1,1 ± 0,1 а	3,6 ± 0,2 а
	Б1	25,4 ± 2,7 а	43,0 ± 2,4 а	37,7 ± 1,5 а	1,1 ± 0,1 а	3,5 ± 0,2 а
	Б2	23,7 ± 2,6 а	41,9 ± 1,9 а	36,6 ± 1,4 а	1,1 ± 0,0 а	2,8 ± 0,2 б
	К	24,4 ± 2,6 а	43,0 ± 2,7 а	37,2 ± 1,4 а	1,2 ± 0,0 а	3,5 ± 0,2 а
<i>ANOVA</i>						
<i>A</i>		*	*	*	*	*
<i>B</i>		нз	нз	нз	нз	*
<i>A × B</i>		нз	нз	нз	нз	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

На основу анализе добијених података учувамо да је маса плода варирала под утицајем сорте, па је највећа просечна вредност у погледу поменутог параметра регистрована код сорте “Joly” (35,4 g). Значајно ниже просечне вредности масе плода евидентирани су код друге две испитиване сорте, “Clery” и “Dely” (19,9 и 20,8 g, по редоследу). Димензије плода (дужина и ширина) такође су варирали под утицајем

сорте, па су у складу са највећом масом плода евидентирани и највеће димензије плода код сорте “Joly” (дужина плода 51 *mm* и ширина плода 42,4 *mm*). Значајно нижа просечна вредност дужине плода забележена је код сорте “Dely” (36,7 *mm*), а најнижа просечна вредност ширине плода код сорте “Clery” (33,5 *mm*) у поређењу са остале две испитиване сорте.

Из односа дужине и ширине плода израчунат је индекс облика плода, који је био значајно већи код сорти “Clery” и “Joly” (1,2) у односу на сорту “Dely”, која је имала најнижу вредност индекса облика плода (1,0). Наведене вредности указују на издужено-конусан облик плода код сорти “Clery” и “Joly” и затупасто-срцаст облик плода код сорте “Dely”.

Утицај ђубрива на масу и димензије плода, као и на вредности индекса облика плода у 2012. години није регистрован, као ни интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива.

Од свих испитиваних физичких својстава плода, једино је дужина петељке била под утицајем оба проучавана фактора (сорте и ђубрива). Поређењем средњих вредности дужине петељке све три испитиване сорте, установљена је значајно нижа вредност поменутог параметра код сорти “Joly” и “Dely” (3,0 и 3,1 *cm*, по редоследу) у поређењу са сортом “Clery” (3,9 *cm*).

Просечна дужина петељке кретала се у распону од 2,8 *cm* у третману биофертилизатором 2 до 3,6 *cm* у третману минералним ђубривом. Статистичком анализом утврђено је значајно повећање дужине петељке плода у третманима минералним ђубривом и биофертилизатором 1, као и у контролном третману, у поређењу са биофертилизатором 2. Као и код претходно наведених параметара физичких својстава плода, интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива није регистрован ни у погледу дужине петељке.

Резултати физичких својстава плода јагоде у 2013. години у функцији сорте и примењеног типа ђубрива приказани су у табели 24. Из приказаних података може се уочити да су сви испитивани параметри имали знатно ниже вредности у поређењу са претходном годином испитивања, док је ђубриво испољило снажнији ефекат на варирање физичких својстава плода у односу на 2012. годину.

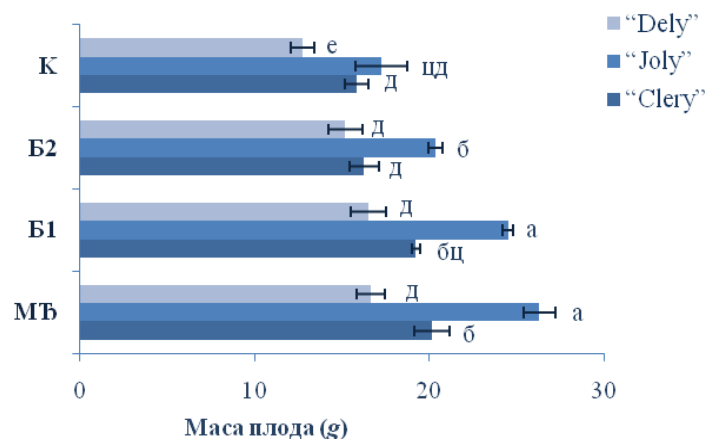


Таб. 24 – Утицај сорте и типа ђубрива на физичка својства плода јагоде у 2013. години.

Фактор		Маса плода (g)	Дужина плода (mm)	Ширина плода (mm)	Индекс облика плода	Дужина петелјке (cm)
Сорта (А)	“Clery”	17,9 ± 0,6 б	35,1 ± 1,0 б	34,8 ± 0,6 б	1,0 ± 0,0 а	3,3 ± 0,2 а
	“Joly”	22,1 ± 1,1 а	41,1 ± 1,0 а	39,6 ± 1,1 а	1,0 ± 0,0 а	2,4 ± 0,1 б
	“Dely”	15,3 ± 0,6 ц	31,9 ± 0,6 ц	34,4 ± 0,5 б	1,0 ± 0,0 а	2,6 ± 0,1 б
Ђубриво (Б)	МЂ	21,1 ± 1,5 а	37,9 ± 2,1 а	38,3 ± 1,3 а	1,0 ± 0,0 аб	3,1 ± 0,2 а
	Б1	20,1 ± 1,2 а	36,2 ± 1,6 аб	37,1 ± 1,2 аб	1,1 ± 0,0 а	3,1 ± 0,2 а
	Б2	17,9 ± 0,9 б	36,1 ± 1,6 аб	34,9 ± 0,9 б	1,1 ± 0,0 а	2,5 ± 0,1 б
	К	15,3 ± 0,8 ц	33,9 ± 1,1 б	34,9 ± 0,9 б	0,9 ± 0,0 б	2,5 ± 0,1 б
<i>ANOVA</i>						
<i>A</i>		*	*	*	нз	*
<i>B</i>		*	*	*	*	*
<i>A × B</i>		*	нз	нз	нз	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Статистичком анализом утврђено је постојање значајних разлика између сорти у погледу масе плода. Значајно већа маса плода установљена је, као и у претходној испитиваној години, код сорте “Joly” (22,1 g) у поређењу са друге две испитиване сорте, “Clery” и “Dely” (17,9 и 15,3 g, по редоследу). Минерално ђубриво и биофертилизатор 1 утицали су значајно на повећање масе плода (21,1 и 20,1 g, по редоследу) у односу на контролу и биофертилизатор 2 (15,3 и 17,9 g, по редоследу). Сагласно анализираном утицају појединачних фактора, и интеракцијски ефекти сорти “Joly” и “Dely” са минералним ђубривом, биофертилизатором 1 и 2, показали су стимулативан ефекат на масу плода јагоде у односу на контролни третман (Графикон 5). Код сорте “Clery”, значајно повећање масе плода је регистровано у третманима са минералним ђубривом и биофертилизатором 1 у поређењу са контролним третманом и биофертилизатором 2.



Граф. 5 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на масу плода јагоде у 2013. години (МТ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Мерењем димензија плода, утврђене су највеће вредности дужине и ширине плода код сорте “Joly” (41,1 и 39,6 *mm*, по редоследу) што је било значајно веће у поређењу са димензијама плода сорти “Clery” и “Dely”. У погледу ширине плода значајност разлика између сорти “Clery” и “Dely” (34,8 и 34,4 *mm*, по редоследу) није утврђена. Димензије плода, представљене у виду дужине и ширине плода, биле су најниже у контролном третману (33,9 и 34,9 *mm*), сагласно најмањој вредности масе плода. Највеће вредности за дате параметре регистроване су у третману минералним ђубривом (37,9 и 38,3 *mm*), док између вредности регистрованих у третманима биофертилизаторима значајне разлике нису установљене.

Индекс облика плода није варирао између сорти, док је утицај ђубрива на вредности овог параметра био значајан. Наиме, индекс облика плода се кретао у распону од 0,9 у контроли до 1,1 у третманима биофертилизатором 1 и 2. Значајност разлика је утврђена само између наведених третмана.

Значајно већа дужина петељке регистрована је код сорте “Clery” (3,3 *cm*) у односу на сорте “Joly” и “Dely” (2,4 и 2,6 *cm*, по редоследу), између којих значајност разлика није утврђена. Значајне разлике у погледу дужине петељке условило је и ђубриво, па је тако примена минералног ђубрива и биофертилизатора 1 резултирала већом дужином петељке плода (3,1 *cm*) у односу на примену биофертилизатора 2 и

контролни третман (2,5 *cm*). Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива у погледу димензија плода, индекса облика плода и дужине петељке плода није установљен.

## 7.5. Хемијске особине плода јагоде

### 7.5.1. Садржај растворљиве суве материје, шећера и укупних киселина у плоду јагоде

Резултати садржаја растворљиве суве материје, шећера (укупних, инвертних и сахарозе) и укупних киселина у плоду јагоде, под утицајем сорте и примењеног типа ђубрива приказани су у табели 25.

Таб. 25 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај растворљиве суве материје, шећера и укупних киселина у плоду јагоде у 2012. години.

Фактор		Садржај растворљиве суве материје (%)	Садржај укупних шећера (%)	Садржај инвертних шећера (%)	Садржај сахарозе (%)	Садржај укупних киселина (%)
Сорта (А)	“Clery”	10,4 ± 0,1 а	7,66 ± 0,15 а	6,87 ± 0,19 а	0,64 ± 0,03 б	0,83 ± 0,03 а
	“Joly”	10,0 ± 0,1 а	7,02 ± 0,14 б	6,18 ± 0,15 а	0,80 ± 0,02 а	0,72 ± 0,02 б
	“Dely”	10,5 ± 0,3 а	7,80 ± 0,17 а	6,65 ± 0,57 а	0,62 ± 0,04 б	0,66 ± 0,01 ц
Ђубриво (Б)	МЂ	10,3 ± 0,2 а	7,60 ± 0,23 а	6,19 ± 0,73 а	0,72 ± 0,05 а	0,72 ± 0,02 б
	Б1	9,9 ± 0,3 а	7,49 ± 0,26 а	6,73 ± 0,26 а	0,72 ± 0,03 а	0,70 ± 0,02 б
	Б2	10,5 ± 0,2 а	7,60 ± 0,12 а	6,93 ± 0,15 а	0,63 ± 0,04 а	0,81 ± 0,05 а
	К	10,5 ± 0,2 а	7,29 ± 0,21 а	6,41 ± 0,28 а	0,69 ± 0,06 а	0,73 ± 0,02 аб
<i>ANOVA</i>						
А		нз	*	нз	*	*
Б		нз	нз	нз	нз	*
А × Б		нз	нз	нз	*	*

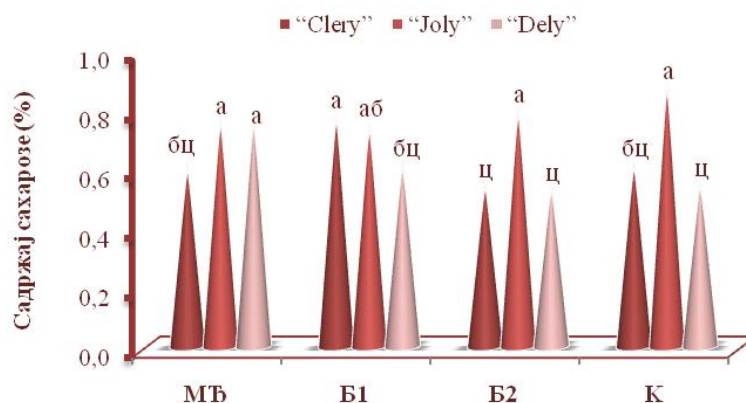
МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

На основу приказаних података можемо констатовати да сорта и ђубриво нису значајно утицали на промену садржаја растворљиве суве материје у плоду јагоде. Просечне вредности су се кретале од 10,0% код сорте “Joly” до 10,5% код сорте “Dely” и од 9,9% у третману биофертилизатором 1 до 10,5% у третману биофертилизатором 2 и контролном третману. Такође, интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива није регистрован.

Анализом варијансе установљен је значајан утицај сорте на садржај укупних шећера у плоду јагоде. Значајно виши садржај укупних шећера регистрован је код сорти “Dely” (7,80%) и “Clery” (7,66%) у поређењу са вредношћу регистрованој сорти “Joly” (7,02%). Утицај ђубрива на садржај укупних шећера у плоду јагоде није био значајан, као ни интеракцијски ефекат сорте и ђубрива.

Међу испитиваним сортама и третманима ђубривима нису установљене значајне разлике у садржају инвертних шећера. Просечне вредности садржаја инвертних шећера кретале су се од 6,18% код сорте “Dely” до 6,87% код сорте “Clery”, и од 6,19% у третману минералним ђубривом до 6,93% у третману биофертилизатором 2.

Разлике у средњим вредностима садржаја сахарозе у плоду јагоде испољене су само под утицајем сорте. Значајно већа просечна вредност садржаја сахарозе забележена је у плодовима сорте “Joly” (0,80%) у поређењу са друге две испитиване сорте. Интеракција сорте и ђубрива испољила је такође значајан утицај на промену садржаја сахарозе у плоду јагоде (Граф. 6). Генерално, највећи садржај сахарозе имала је сорта “Joly”, при чему нису установљене значајне разлике у добијеним вредностима између третмана ђубривима и контролног третмана. Такође, добре резултате су показале и сорта “Dely” у комбинацији са минералним ђубривом и сорта “Clery” са биофертилизатором 1.

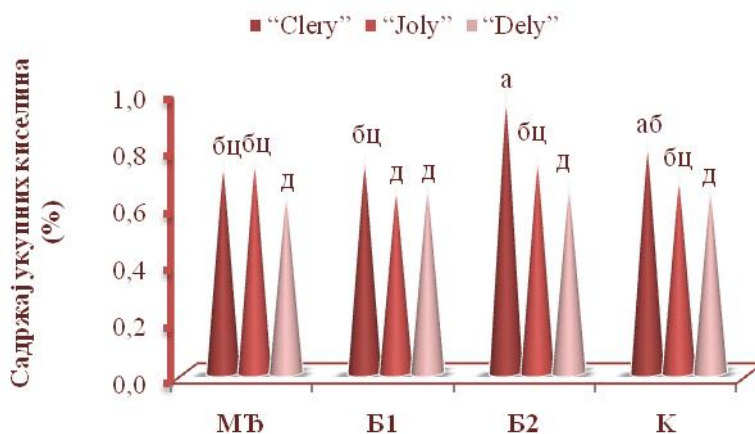


Граф. 6 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај сахарозе у плоду јагоде у 2012. години (МЂ –минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Под утицајем сорте и типа ђубрива евидентирано је значајно варирање садржаја укупних киселина у плоду јагоде. Међу испитиваним сортама значајно нижи садржај

укупних киселина имала је сорта “Dely” (0,66%) у поређењу са друге две испитиване сорте. Највиши садржај регистрован је код сорте “Clery” (0,83%).

Утицај интеракцијског ефекта сорта/ђубриво на поменути параметар приказан је у графикону 7. На основу приказаних података може се закључити да је највећи садржај укупних киселина имала сорта “Clery” у интеракцији са биофертилизатором 2 и са контролом. Значајно нижи садржај укупних киселина регистрован је код сорте “Joly” у третману биофертилизатором 1 у односу на интеракцијске вредности ове сорте са осталим третманима, док код сорте “Dely” не постоји статистичка значајност разлика између третмана.



Граф. 7 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај укупних киселина у плоду јагоде у 2012. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2– биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Резултати садржаја растворљиве суве материје, шећера (укупних, инвертних и сахарозе) и укупних киселина у плоду јагоде у функцији сорте и примењеног типа ђубрива, приказани су у табели 26.

На основу података приказаних у табели 26. можемо запазити да ни један од фактора (сорта и ђубриво) није испољио значајан утицај на варирање садржаја растворљиве суве материје у плоду јагоде, што је сагласно са подацима добијеним у претходној години испитивања. Вредности растворљиве суве материје у 2013. години биле су знатно веће у поређењу са вредностима регистрованим у претходној години, и

кретале су се од 8,9% код сорте “Clery” до 9,0% код сорти “Joly” и “Dely”, и од 8,8% у контролном третману до 9,0% у третману биофертилизатором 2.

Таб. 26 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај растворљиве суве материје, шећера и укупних киселина у плоду јагоде у 2013. години.

Фактор		Садржај растворљиве суве материје (%)	Садржај укупних шећера (%)	Садржај инвертних шећера (%)	Садржај сахарозе (%)	Садржај укупних киселина (%)
Сорта (А)	“Clery”	8,9 ± 0,2 а	6,12 ± 0,10 б	5,76 ± 0,09 б	0,35 ± 0,03 б	0,57 ± 0,01 б
	“Joly”	9,0 ± 0,3 а	6,87 ± 0,07 а	6,43 ± 0,06 а	0,42 ± 0,02 а	0,71 ± 0,01 а
	“Dely”	9,0 ± 0,3 а	6,69 ± 0,08 а	6,29 ± 0,06 а	0,38 ± 0,03 аб	0,52 ± 0,01 ц
Ђубриво (Б)	МЂ	8,9 ± 0,3 а	6,64 ± 0,18 а	6,21 ± 0,16 а	0,41 ± 0,03 а	0,62 ± 0,03 а
	Б1	8,9 ± 1,2 а	6,56 ± 0,13 а	6,18 ± 0,12 а	0,36 ± 0,02 а	0,57 ± 0,02 ц
	Б2	9,0 ± 0,3 а	6,68 ± 0,11 а	6,23 ± 0,10 а	0,43 ± 0,04 а	0,61 ± 0,04 б
	К	8,8 ± 0,3 а	6,63 ± 0,14 а	6,02 ± 0,13 а	0,33 ± 0,03 а	0,59 ± 0,02 б
<i>ANOVA</i>						
	А	нз	*	*	*	*
	Б	нз	нз	нз	нз	*
	А × Б	нз	нз	нз	нз	*

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

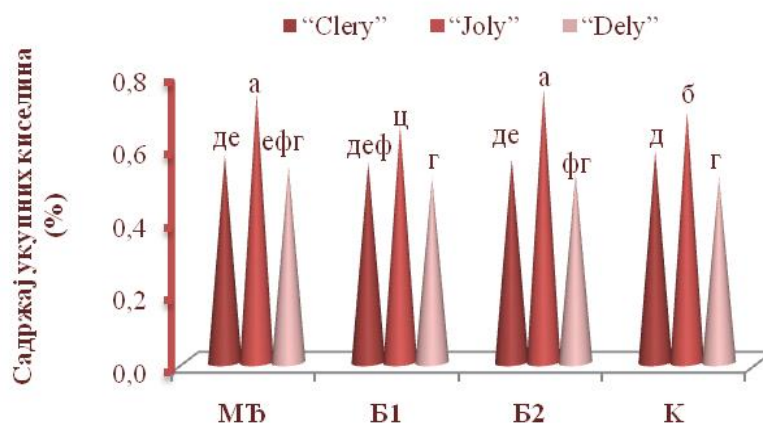
Значајно нижи садржај укупних шећера забележен је код сорте “Clery” (6,12%) у поређењу са сортама “Joly” и “Dely” (6,87 и 6,69%, по редоследу), између којих није установљена статистичка значајност разлика. Значајно већи садржај укупних шећера у плодовима сорти “Joly” и “Dely” резултирао је и значајно већим садржајем инвертних шећера (6,43 и 6,29%, по редоследу) у поређењу са сортом “Clery” (5,76%), код које је садржај сахарозе био значајно нижи (0,38%).

Интересантно је запазити да утицај ђубрива, као и интеракцијски ефекат сорте и ђубрива на садржај растворљиве суве материје и шећера (укупни, инвертни и сахароза) није био значајан.

Поређењем средњих вредности садржаја укупних киселина у плоду јагоде, запажа се значајно варирање како између сорти, тако и између третмана ђубривима. Највећи садржај укупних киселина имала је сорта “Joly” (0,71%), а најмањи сорта “Dely” (0,52%), док се садржај укупних киселина код сорте “Clery” налазио између ове две вредности (0,57%).

Резултати садржаја укупних киселина у зависности од примењених ђубрива указују на одсуство значајности разлика између контролног третмана и

биофертилизатора 2 (0,59 и 0,61%, по редоследу), а забележене вредности у ова два третмана биле су значајно мање у односу на третман минералним ђубривом (0,62%) са једне стране и значајно веће у односу на вредност добијену у третману биофертилизатором 1 (0,57%), са друге стране. Ефекат интеракције сорта/ђубриво на поменути параметар приказан је у графикону 8. Из приказаних података можемо закључити да је констатно висок садржај укупних киселина био у плоду јагоде сорте “Joly”, у свим третманима укључујући и контролни.



Граф. 8 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај укупних киселина у плоду јагоде у 2013. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

### 7.5.2. Садржај индивидуалних фенолних компоненти у плоду јагоде

Резултати анализе садржаја фенолних киселина у плоду јагоде у зависности од сорте и примењеног типа ђубрива у 2012. години, приказани су у табели 27.

Упоредивањем измерених вредности садржаја елагинске киселине можемо констатовати да су сорта и ђубриво значајно утицали на повећање садржаја ове фенолне киселине у плоду јагоде. Значајно већа количина елагинске киселине евидентирана је код сорте “Dely” ( $10,02 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) у поређењу са друге две испитиване сорте. Значајно нижи садржај елагинске киселине установљен је у контролном третману и третману са минералним ђубривом ( $8,45$  и  $8,22 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу), у односу на третмане биофертилизатором 1 и 2 ( $10,44$  и  $9,31 \text{ mg } 100$

$g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу). Поређењем ефеката примене биофертилизатора на саджај елагинске киселине у плоду јагоде, може се закључити да је биофертилизатор 1 испољио снажнији утицај на испитивани параметар.

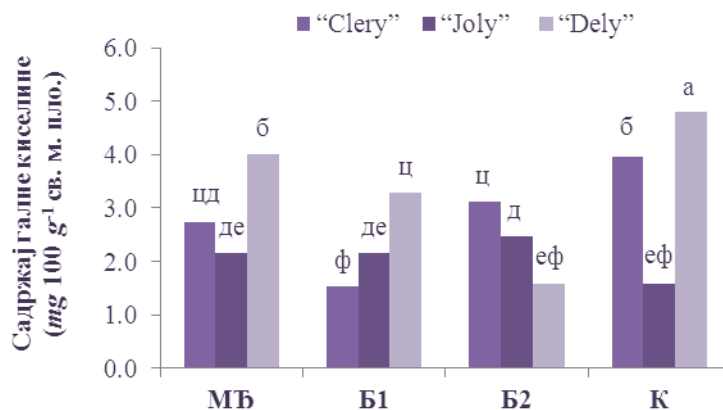
Таб.27 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај фенолних киселина у плоду јагоде у 2012. години.

Фактор		Хидроксibenзоичне киселине ( $mg\ 100\ g^{-1}$ св. м. пло.)		Хидроксицинамичне киселине ( $mg\ 100\ g^{-1}$ св. м. пло.)	
		Елагинска киселина	Гална киселина	Ферулинска киселина	p-кумаринска киселина
Сорта (А)	“Clery”	8,24 ± 1,14 б	2,83 ± 0,29 б	0,22 ± 0,04 а	1,10 ± 0,17 а
	“Joly”	8,53 ± 2,01 б	2,09 ± 0,11 ц	0,16 ± 0,03 б	1,05 ± 0,14 а
	“Dely”	10,02 ± 0,65 а	3,42 ± 0,37 а	0,14 ± 0,01 б	0,78 ± 0,14 а
Ђубриво (Б)	МЂ	8,22 ± 0,56 ц	2,96 ± 0,29 б	0,26 ± 0,05 а	0,82 ± 0,17 а
	Б1	10,44 ± 0,47 а	2,32 ± 0,27 ц	0,15 ± 0,02 б	0,89 ± 0,19 а
	Б2	9,31 ± 0,63 б	2,39 ± 0,26 ц	0,16 ± 0,02 б	1,14 ± 0,16 а
	К	8,45 ± 0,48 ц	3,45 ± 0,49 а	0,12 ± 0,02 б	1,07 ± 0,19 а
<i>ANOVA</i>					
	<i>A</i>	*	*	*	нз
	<i>B</i>	*	*	*	нз
	<i>A × B</i>	нз	*	*	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

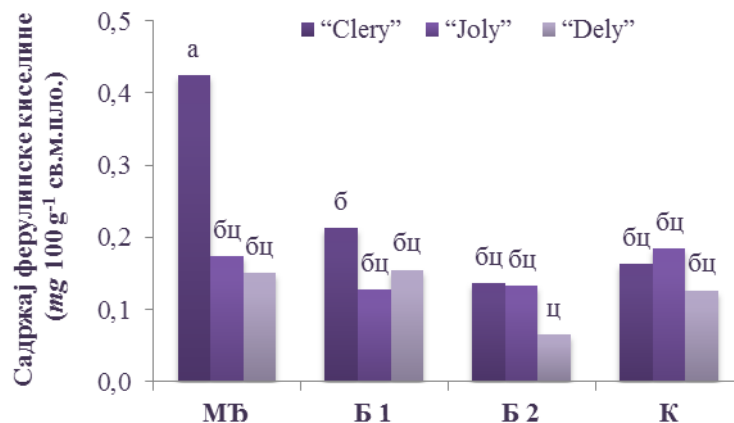
Статистичком анализом утврђено је постојање значајних разлика у погледу садржаја галне киселине међу испитиваним сортама, ђубривима и интеракцијским ефектима ова два фактора. Значајно виши просечан садржај галне киселине регистрован је код сорте “Dely” ( $3,42\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло) у односу на друге две испитиване сорте. Обзиром да је највиша вредност садржаја галне киселине евидентирана у контролном третману ( $3,45\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.), може се закључити да употреба било ког од испитиваних ђубрива није условила значајно повећање садржаја галне киселине у плоду јагоде. У графикону 9. приказан је утицај интеракције сорта/ђубриво на садржај галне киселине. Приказани подаци указују да је највиши садржај галне киселине код сорти “Clery” и “Dely” регистрован у контролном третману, док је код сорте “Joly” значајно нижи садржај био у контролном третману само у поређењу са третманом биофертилизатором 2.





Граф. 9 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај галне киселине у плоду јагоде у 2012. години (МБ –минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2– биофертилизатор 2; К – контрола). Различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Анализирајући резултате садржаја ферулинске киселине у плодовима јагоде утврђен је значајан утицај сорте, ђубрива и интеракције ових фактора на поменути параметар. Посматрано по сортама, значајно већи садржај ферулинске киселине забележен је код сорте “Clery” ( $0,22 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.), у поређењу са сортама “Joly” и “Dely” ( $0,16$  и  $0,14 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.), између којих значајност разлике није утврђена. Контрола и третмани биофертилизаторима 1 и 2 условили су значајно ниже вредности садржаја ферулинске киселине у плоду јагоде ( $0,12$ ,  $0,15$  и  $0,16 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) у поређењу са третманом минералним ђубривом, где је установљена највиша вредност садржаја ферулинске киселине ( $0,26 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.). Утицај интеракцијског ефекта испитиваних сорти и ђубрива на садржај ферулинске киселине у плоду јагоде приказан је у графикону 10. Код сорте “Clery” садржај ферулинске киселине је био значајно већи у третману са минералним ђубривом у односу на вредности добијене у третманима биофертилизаторима и контролном третману. Код остале две испитиване сорте нису регистроване значајне разлике у садржају ферулинске киселине у интеракцији са различитим типовима ђубрива.



Граф. 10 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај ферулинске киселине у плоду јагоде у 2012. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола). Различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Методом анализе варијансе није утврђен утицај испитиваних фактора, као ни интеракције на садржај *p*-кумаринске киселине у плодовима јагоде. Количина *p*-кумаринске киселине кретала се у распону од  $0,78 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло. код сорте “Dely” до  $1,10 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло. код сорте “Clery”, и од  $0,82 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло. у третману минералним ђубривом до  $1,14 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло. у третману биофертилизатором 2.

Анализа флавоноида у плоду јагоде обухватила је две групе једињења, флавоноле и антоцијане. Резултати добијени анализом приказани су у табели 28.

На основу анализе варијансе можемо констатовати да је значајан утицај на садржај кемпферола у плоду јагоде испољило само ђубриво. Плодови биљака третираних биофертилизаторима 1 и 2 имали су знатно већи садржај кемпферола у односу на минерално ђубриво и контролу. Између третмана испитиваних биофертилизатора значајност разлика у вредностима датог параметра није утврђена. Садржај мирицетина у плодовима испитиваних сорти јагоде у 2012. години није детектован.

Таб. 28 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај флавоноида у плоду јагоде у 2012.

Фактор		ГОДИНИ.			
		Флавоноиди ( $mg\ 100\ g^{-1}$ св. м. пло.)			
		Флавоноли		Антоцијани	
		Кемпферол	Мирицетин	Цијанидин-3- глукозид	Пеларгонидин- 3-глукозид
Сорта (А)	“Clery”	0,85 ± 0,05 а	н. д.	2,61 ± 0,11 б	15,31 ± 2,03 а
	“Joly”	0,90 ± 0,10 а	н. д.	5,76 ± 0,23 а	14,83 ± 1,82 а
	“Dely”	0,84 ± 0,07 а	н. д.	3,67 ± 0,26 б	10,42 ± 0,98 б
Ђубриво (Б)	МЂ	0,79 ± 0,04 б	н. д.	4,48 ± 0,55 б	9,22 ± 1,36 б
	Б1	0,91 ± 0,04 а	н. д.	6,63 ± 0,74 а	12,73 ± 2,21 а
	Б2	0,90 ± 0,02 а	н. д.	5,44 ± 0,68 аб	11,45 ± 1,35 а
	К	0,82 ± 0,03 б	н. д.	4,40 ± 0,49 б	9,89 ± 3,34 б
<i>ANOVA</i>					
А		нз		*	*
Б		*		*	*
А × Б		нз		нз	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола; н.д. – није детектовано. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Анализом садржаја антоцијана, евидентирано је значајно варирање у добијеним вредностима по сортама и третманима различитим ђубривима. Значајно већи садржај цијанидин-3-глукозида забележен је код сорте “Joly” ( $5,76\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.) у поређењу са вредностима регистрованим код сорти “Clery” и “Dely” ( $2,61$  и  $3,67\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу), међу којима значајност разлика није установљена. Биофертилизатор 1 је условио значајно повећање садржаја цијанидин-3-глукозида ( $6,63\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.) у односу на минерално ђубриво и контролу ( $4,48$  и  $4,40\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу).

Садржај пеларгонидин-3-глукозида у плоду јагоде је био под значајним утицајем сорте и примењеног типа ђубрива, док интеракцијски ефекат сорте и ђубрива није био значајан, као и код цијанидин-3-глукозида. У плодовима сорте “Dely” је детектован значајно нижи садржај пеларгонидин-3-глукозида ( $10,42\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.) у односу на друге две испитиване сорте. Анализирајући утицај ђубрива, установљене су значајно више вредности у третману биофертилизатором 1 и 2 ( $12,73$  и  $11,45\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) у поређењу са вредностима садржаја пеларгонидин-3-глукозида у третману са минералним ђубривом и контролном третману ( $9,22$  и  $9,89\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу).

У табели 29. приказан је утицај сорте и типа ђубрива на садржај фенолних киселина у плоду јагоде у 2013. години.

Таб. 29 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај фенолних киселина у плоду јагоде у 2013. години.

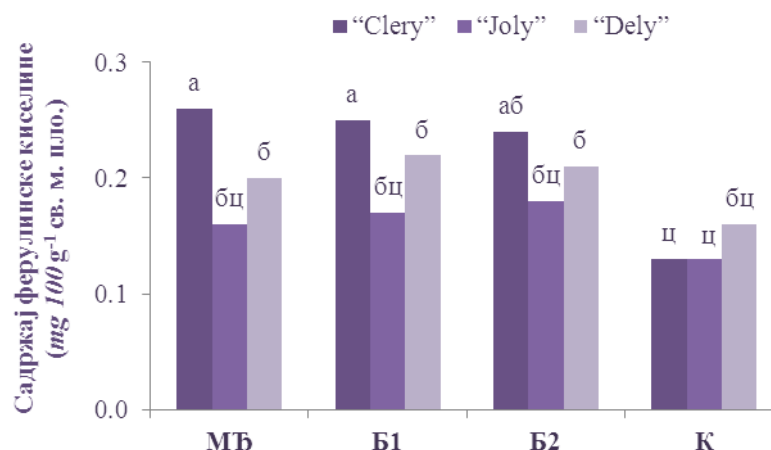
Фактор		Хидроксибензоичне киселине ( $mg\ 100\ g^{-1}$ св. м. пло.)		Хидроксицинамичне киселине ( $mg\ 100\ g^{-1}$ св. м. пло.)	
		Елагинска киселина	Гална киселина	Ферулинска киселина	<i>p</i> -кумаринска киселина
Сорта (А)	“Clery”	9,15 ± 0,84 б	1,99 ± 0,56 б	0,23 ± 0,01 а	1,23 ± 0,15 а
	“Joly”	8,99 ± 1,10 б	2,01 ± 0,85 б	0,16 ± 0,03 б	1,09 ± 0,12 а
	“Dely”	12,22 ± 0,74 а	3,23 ± 0,64 а	0,20 ± 0,01 б	1,21 ± 0,14 а
Ђубриво (Б)	МЂ	7,48 ± 0,67 ц	2,29 ± 1,03 а	0,21 ± 0,02 а	1,19 ± 0,15 а
	Б1	11,30 ± 0,57 а	2,45 ± 0,87 а	0,22 ± 0,02 а	1,22 ± 0,17 а
	Б2	9,85 ± 0,46 б	2,34 ± 0,63 а	0,20 ± 0,03 аб	1,25 ± 0,19 а
	К	7,45 ± 0,48 ц	2,23 ± 0,98 а	0,14 ± 0,01 б	1,18 ± 0,14 а
<i>ANOVA</i>					
<i>A</i>		*	*	*	нз
<i>B</i>		*	нз	*	нз
<i>A × B</i>		нз	нз	*	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Резултати приказани у табели 29 указују на значајно виши садржај елагинске киселине у плоду јагоде сорте “Dely” ( $12,22\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.) у поређењу са сортама “Clery” и “Joly” ( $9,15$  и  $8,99\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу), између којих значајност разлика није утврђена. Третман биофертилизатором 1 је условио значајно повећање садржаја елагинске киселине ( $11,30\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.) у поређењу са осталим третманима ђубривима и контролним третманом.

У погледу садржаја галне киселине значајне разлике установљене су само између сорти, док ђубриво није условило значајне промене у садржају поменуте фенолне киселине. Значајно виши садржај галне киселине утврђен је у плоду сорте “Dely” ( $3,23\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.) у односу на сорте “Clery” и “Joly” ( $1,99$  и  $2,01\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу), међу којима није забележена значајна разлика у садржају поменутог једињења. Интеракцијски ефекат сорте и ђубрива на садржај испитиваних хидроксибензоичних киселина у плоду јагоде није био значајан.

Поређењем средњих вредности садржаја ферулинске киселине у плодовима испитиваних сорти установљен је значајно виши садржај у плоду сорте “Clery” ( $0,23 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.), у односу на сорте “Joly” и “Dely” ( $0,16$  и  $0,20 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м.пло.). Значајне разлике у садржају ферулинске киселине су регистроване између третмана минералним ђубривом и биофертилизатором 1 ( $0,21$  и  $0,22 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) са једне стране и контролног третмана ( $0,14 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) са друге стране. Вредност садржај ферулинске киселине у плодовима јагоде третиране биофертилизатором 2 ( $0,20 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) није се значајно разликовала од вредности регистрованих у поменутих третманима. У графикону 11. приказан је интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај ферулинске киселине у плоду јагоде. На основу приказаних података можемо уочити да је сорта “Clery” имала значајно виши садржај ферулинске киселине у третманима са минералним ђубривом и биофертилизатором 1 и 2 у поређењу са контролним третманом. Супротно томе, код сорти “Joly” и “Dely” нису забележене значајне разлике у вредностима датог параметра између испитиваних третмана ђубривима.



Граф. 11. Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај ферулинске киселине у плоду јагоде у 2013. години (МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола). Различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (LSD тест).

У табели 30. приказан је садржај флавоноида у плоду јагоде у функцији сорте и типа ђубрива у 2013. години.

Таб. 30 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај флавоноида у плоду јагоде у 2013. години.

Фактор		Флавоноиди ( $mg\ 100\ g^{-1}$ св. м. пло.)			
		Флавоноли		Антоцијани	
		Кемпферол	Мирицетин	Цијанидин-3- глукозид	Пеларгонидин- 3-глукозид
Сорта (А)	“Clery”	0,71 ± 0,02 а	0,93 ± 0,05 а	3,43 ± 0,21 б	11,34 ± 2,80 а
	“Joly”	0,68 ± 0,01 а	0,95 ± 0,11 а	4,29 ± 0,32 а	11,19 ± 1,86 а
	“Dely”	0,72 ± 0,04 а	0,94 ± 0,10 а	2,58 ± 0,46 ц	8,02 ± 2,24 б
Ђубриво (Б)	МЂ	0,79 ± 0,05 аб	0,88 ± 0,13 б	3,98 ± 0,25 а	8,76 ± 1,78 б
	Б1	1,02 ± 0,02 а	0,97 ± 0,02 а	4,47 ± 0,27 а	11,74 ± 1,72 а
	Б2	0,93 ± 0,02 а	0,91 ± 0,07 аб	3,22 ± 0,11 аб	11,14 ± 1,46 а
	К	0,66 ± 0,03 б	0,86 ± 0,06 б	2,97 ± 0,18 б	9,10 ± 1,07 б
<i>ANOVA</i>					
А		нз	нз	*	*
Б		*	*	*	*
А × Б		нз	нз	нз	*

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Садржај кемпферола у плодовима јагоде у 2013. години није био под значајним утицајем сорте, док је утицај примењеног типа ђубрива био значајан. Наиме, након примене биофертилизатора 1 и 2 регистровано је значајно повећање садржаја кемпферола у плоду јагоде ( $1,02$  и  $0,93\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) у односу на контролни третман ( $0,66\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.). Међутим, применом минералног ђубрива није евидентирана промена садржаја кемпферола ( $0,79\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.) у поређењу са контролом и третманима биофертилизаторима.

Као и код кемпферола, садржај мирицетина такође није био под значајним утицајем сорте, док је утицај ђубрива био значајан. У том погледу издваја се биофертилизатор 1, који је условио значајно повећање садржаја мирицетина у плоду ( $0,97\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.) у односу на контролу и минерално ђубриво ( $0,86$  и  $0,88\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу). Вредност евидентирана за садржај мирицетина употребом биофертилизатора 2, није се значајно разликовала од наведених вредности ( $0,91\ mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.).

Интересантно је запазити да интеракцијски ефекат сорте и ђубрива на садржај поменутих флавонола у плоду јагоде није био значајан.

Значајне разлике у садржају цијанидин-3-глукозида регистроване су између све три испитиване сорте. Значајно већи садржај овог једињења забележен је код сорте “Joly” ( $4,29 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) у поређењу са друге две испитиване сорте. Третман минералним ђубривом и биофертилизатором 1 утицао је на значајно повећање садржаја цијанидин-3-глукозида ( $3,98$  и  $4,47 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) у односу на контролу ( $2,97 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.). Вредност добијена употребом биофертилизатора 2 налази се између наведених вредности ( $3,22 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.). Интеракцијски ефекат сорте и ђубрива на садржај цијанидин-3-глукозида у плоду јагоде није био значајан.

Садржај пеларгонидин-3-глукозида био је значајно већи у плодовима сорти “Clery” и “Joly” ( $11,34$  и  $11,19 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) у поређењу са сортом “Dely” ( $8,02 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.). Након третирања биљака биофертилизатором 1 и 2 установљена је већа количина пеларгонидин-3-глукозида у плодовима ( $11,74$  и  $11,14 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) у односу на биљке третиране минералним ђубривом и контролне биљке ( $8,76$  и  $9,10 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу).

Интеракцијски ефекат сорта/ђубриво на садржај пеларгонидин-3-глукозида у плоду јагоде приказан је у графикону 12. Анализом приказаних података може се констатовати да је апликација биофертилизатора условила значајно повећање садржаја пеларгонидин-3-глукозида код сорте “Clery” (биофертилизатор 1 –  $13,77 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло. и биофертилизатор 2 –  $12,98 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) у поређењу са третманом минералним ђубривом и контролним третманом. Вредности добијене код сорти “Joly” и “Dely” нису се значајно разликовале између испитиваних третмана ђубривима и контролног третмана.



Граф. 12 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај пеларгонидин-3-глукозида у плоду јагоде у 2013. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола). Различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

### 7.5.3. Садржај витамина С, укупних антоцијана, укупних фенола и антиоксидативни капацитет плода јагоде

Резултати испитивања садржаја витамина С, укупних антоцијана, укупних фенола и антиоксидативног капацитета плода јагоде у функцији сорте и примењеног типа ђубрива у 2012. години приказани су у табели 31.

Анализом варијансе утврђен је значајан утицај сорте и интеракције сорте и ђубрива на промену садржаја витамина С у плоду јагоде. Значајно већу вредност садржаја витамина С имала је сорта “Joly” ( $50,2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.), у поређењу са друге две испитиване сорте “Clery” и “Dely” ( $40,6$  и  $38,2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу). Значајност разлика у погледу садржаја витамина С између ове две сорте, није установљена.

Утицај интеракцијског ефекта сорте и ђубрива на садржај витамина С у плоду јагоде приказан је у графикону 13. Генерално, сорта “Joly” је дала најбоље резултате у третману са минералним ђубривом ( $43,8 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.), при чему је добијена вредност била значајно виша у поређењу са третманом биофертилизатором 2 и контролним третманом. Код сорте “Clery”, значајно нижи садржај витамина С је регистрован у третману са биофертилизатором 2 у односу на остале испитиване третмане, док код сорте “Dely” није уочена статистичка значајност разлика у добијеним вредностима између третмана различитим ђубривима и контролног третмана.



Таб. 31 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај витамина С, укупних антоцијана, укупних фенола и антиоксидативни капацитет плода јагоде у 2012. години.

Фактор		Садржај витамина С ( $mg 100 g^{-1}$ св. м. пло.)	Садржај укупних антоцијана ( $mg$ екв. цијанидин-3- глукозида $\cdot 100 g^{-1}$ св. м. пло.)		Садржај укупних фенола ( $mg$ екв. галне киселине $\cdot 100$ $g^{-1}$ св. м. пло.)	Антиоксидативн и капацитет ( $\mu mol TE$ $\cdot 100 g^{-1}$ св. м. пло.)
Сорта (А)	“Clery”	40,6 ± 0,8 б	29,5 ± 1,0 б		183,6 ± 10,9 ц	1,33 ± 0,05 ц
	“Joly”	50,2 ± 1,0 а	34,6 ± 1,1 а		237,4 ± 9,7 а	1,86 ± 0,14 а
	“Dely”	38,2 ± 0,6 б	20,9 ± 1,6 ц		213,2 ± 4,3 б	1,43 ± 0,09 б
Ђубриво (Б)	МЂ	44,4 ± 2,3 а	28,6 ± 2,3 б		217,3 ± 13,8 аб	1,24 ± 0,04 д
	Б1	43,7 ± 1,6 а	26,7 ± 2,5 ц		199,6 ± 16,7 бц	1,85 ± 0,19 а
	Б2	41,0 ± 1,8 а	33,3 ± 1,4 а		231,1 ± 5,5 а	1,61 ± 0,10 б
	К	42,9 ± 1,0 а	24,8 ± 2,5 д		197,1 ± 8,6 ц	1,45 ± 0,10 ц
<i>ANOVA</i>						
	<i>A</i>	*	*		*	*
	<i>B</i>	нз	*		*	*
	<i>A × B</i>	*	*		*	*

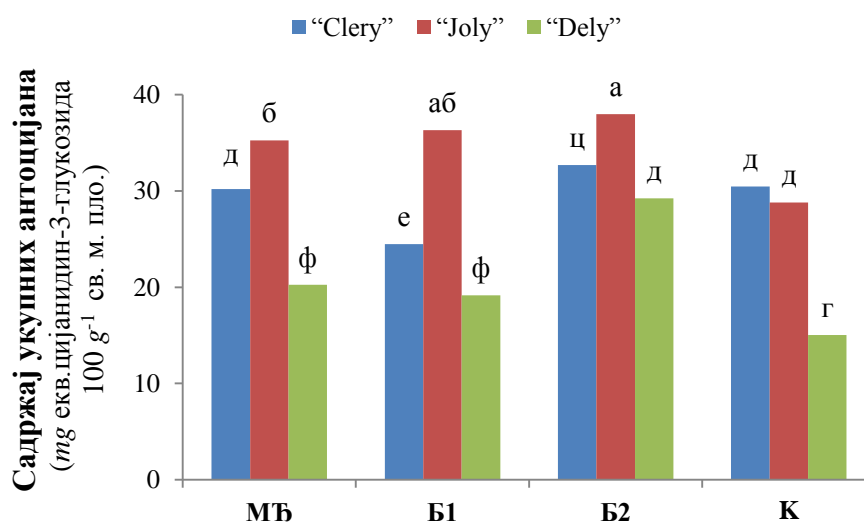
МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Промене у погледу садржаја укупних антоцијана регистроване су како под утицајем сорте и ђубрива, тако и под утицајем интеракције ова два фактора. Просечне вредности садржаја укупних антоцијана значајно су се разликовале између све три испитиване сорте и између третмана ђубривима и контроле. Највећа вредност поменутог параметра евидентирана је код сорте “Joly” (34,6  $mg$  екв. цијанидин-3-глукозида  $\cdot 100 g^{-1}$  св. м. пло.), док је третман биофертилизатором 2 утицао на повећање садржаја укупних антоцијана (33,3  $mg$  екв. цијанидин-3-глукозида  $\cdot 100 g^{-1}$  св. м. пло.) у односу на контролу, где је регистрована најнижа вредност, као и у односу на третмане биофертилизатором 1 и минералним ђубривом (26,7 и 28,6  $mg$  екв. цијанидин-3-глукозида  $\cdot 100 g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу).

Резултати испитивања засебног деловања фактора (сорта и ђубриво) на садржај укупних антоцијана у плоду у складу су са резултатима добијеним за дејство интеракције фактора на поменуто особину, што се може видети у графикону 14. Стимулативан ефекат на садржај укупних антоцијана забележен је код сорте “Joly” у интеракцији са биофертилизатором 1 и 2 (36,3 и 38,0  $mg$  екв. цијанидин-3-глукозида  $\cdot 100 g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу). Код сорте “Dely”, значајно нижа вредност садржаја укупних антоцијана регистрована је у контроли у поређењу са свим осталим

третманима ђубривима, међу којима је биофертилизатор 2 испољио најпозитивнији утицај на вредности овог параметра.

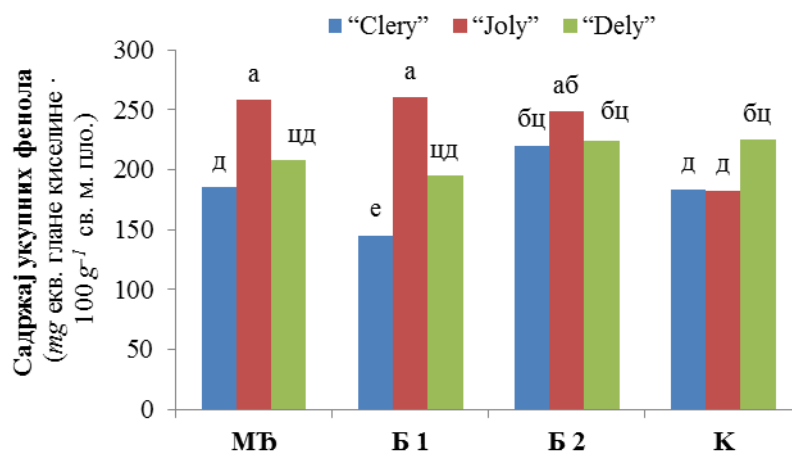
Највиши садржај укупних фенола евидентиран је код сорте “Joly” (237,4  $mg$  екв. галне киселине·100  $g^{-1}$  св. м. пло.), а најнижи код сорте “Clery” (183,6  $mg$  екв. галне киселине·100  $g^{-1}$  св. м. пло.). Вредност добијена одређивањем укупних фенола у плоду јагоде сорте “Dely” налазила се између наведених вредности (213,2  $mg$  екв. галне киселине·100  $g^{-1}$  св. м. пло.).



Граф. 13 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај укупних антоцијана у плоду јагоде у 2012. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  ( $LSD$  тест).

Значајно нижи и приближан садржај укупних фенола регистрован је у контролном и третману биофертилизатором 1 (197,1 и 199,6  $mg$  екв. галне киселине ·100  $g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) у поређењу са третманима минералним ђубривом и биофертилизатором 2 (217,3 и 231,1  $mg$  екв. галне киселине·100  $g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу), који су се одликовали највећим просечним садржајем укупних фенола. Интеракцијски ефекат сорте и ђубрива на садржај укупних фенола у плоду јагоде приказан је у графикону 15. На основу приказаних података учача се значајно виши садржај укупних фенола у плоду сорте “Joly” у третманима минералним ђубривом и биофертилизатором 1 у односу на контролни третман, док је код сорте “Clery” значајно нижи садржај укупних фенола регистрован у третману са биофертилизатором 1 у односу на контролни и третмане са биофертилизатором 2 и минералним ђубривом.

Између интеракцијских ефеката сорте “Dely” и различитих типова ђубрива укључујући и контролу значајност разлика није установљена.

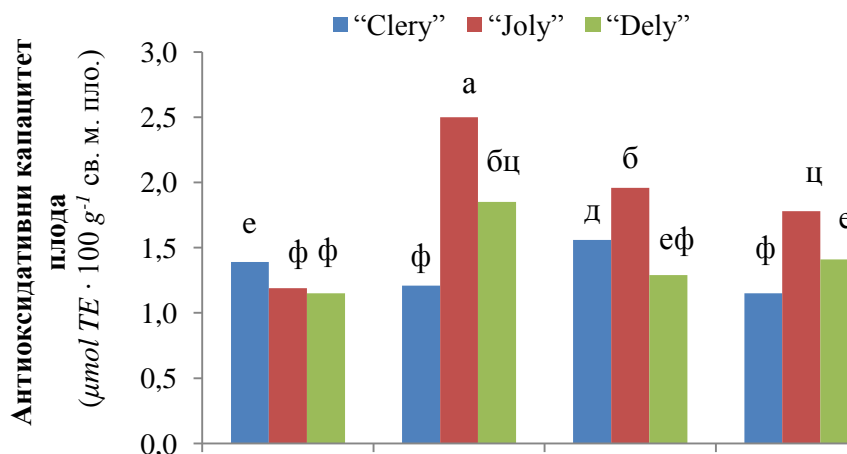


Граф. 14 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај укупних фенола у плоду јагоде у 2012. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Варирање садржаја укупних фенола међу испитиваним сортама било је пропорционално варирању антиоксидативног капацитета плода, па је тако и значајно већи антиоксидативни капацитет плода имала сорта “Joly” ( $1,86 \mu\text{mol TE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) у поређењу са сортама “Dely” ( $1,43 \mu\text{mol TE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) и “Clery” ( $1,33 \mu\text{mol TE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.), међу којима није установљена статистички значајна разлика.

Највећи антиоксидативни капацитет детектован је у третману биофертилизатором 1 ( $1,85 \mu\text{mol TE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.), при чему је добијена вредност истовремено била значајно већа у поређењу са вредностима у контролном третману ( $1,45 \mu\text{mol TE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.), и третманима минералним ђубривом и биофертилизатором 2 ( $1,24$  и  $1,61 \mu\text{mol TE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св.м.пло., по редоследу).

Значајно већи антиоксидативни капацитет плода јагоде измерен је у интеракцији сорте “Joly” и биофертилизатора 1 ( $2,50 \mu\text{mol TE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.), у поређењу са вредностима добијеним применом биофертилизатора 2, минералног ђубрива и у контролном третману (Граф. 16). Биофертилизатор 1 је такође стимулативно утицао на повећање антиоксидативног капацитета плода код сорте “Dely” у односу на остале третмане, док је код сорте “Clery” значајно већи антиоксидативни капацитет плода регистрован у третману са биофертилизатором 2.



Граф. 15 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на антиоксидативни капацитет плода јагоде у 2012. години (МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разилке на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Резултати испитивања садржаја витамина С, укупних антоцијана, укупних фенола и антиоксидативног капацитета плода јагоде у функцији сорте и примењеног типа ђубрива у 2013. години приказани су у табели 32.

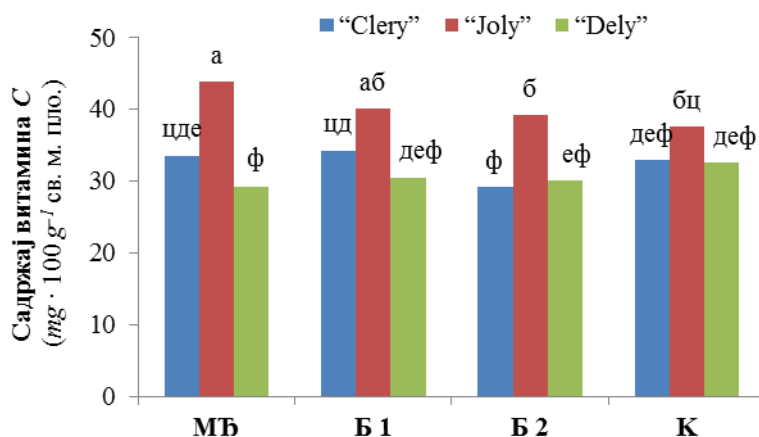
Анализом варијансе није утврђен значајан утицај сорте на промену садржаја витамина С у плоду јагоде у 2013. години, док је утицај ђубрива био значајан. Употреба биофертилизатора 2 условила је значајно повећање садржаја витамина С у плоду јагоде ( $64,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) у односу на контролу, минерално ђубриво и биофертилизатор 1 ( $47,1$ ,  $55,6$  и  $58,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу).

Таб. 32 – Утицај сорте и типа ђубрива на садржај витамина С, укупних антоцијана, укупних фенола и антиоксидативни капацитет плода јагоде у 2013. години.

Фактор		Садржај витамина С ( $mg \cdot 100 g^{-1}$ св. м. пло.)	Садржај укупних антоцијана ( $mg$ екв. цијанидин- 3-глукозида $\cdot 100 g^{-1}$ св. м. пло.)	Садржај укупних фенола ( $mg$ екв.галне киселине $\cdot$ $100 g^{-1}$ св. м. пло.)	Антиоксидативни капацитет ( $\mu mol TE \cdot 100 \cdot$ $g^{-1}$ св. м. пло.)
Сорта (А)	“Clery”	56,2 ± 3,6 а	31,6 ± 1,0 а	288,0 ± 22,2 а	1,14 ± 0,06 а
	“Joly”	60,3 ± 3,4 а	24,5 ± 0,8 б	293,6 ± 16,9 а	1,03 ± 0,05 а
	“Dely”	53,0 ± 1,6 а	32,9 ± 0,8 а	305,3 ± 18,7 а	0,75 ± 0,05 б
Ђубриво (Б)	МЂ	55,6 ± 3,1 б	30,9 ± 1,6 а	243,7 ± 10,2 ц	0,97 ± 0,07 а
	Б1	58,3 ± 3,7 б	28,7 ± 1,3 а	302,1 ± 26,0 б	1,00 ± 0,09 а
	Б2	64,9 ± 2,8 а	29,6 ± 1,7 а	334,3 ± 19,5 а	0,90 ± 0,11 а
	К	47,1 ± 1,9 ц	29,4 ± 1,9 а	302,5 ± 19,9 б	1,02 ± 0,07 а
<i>ANOVA</i>					
<i>A</i>		нз	*	нз	*
<i>B</i>		*	нз	*	нз
<i>A × B</i>		*	*	*	*

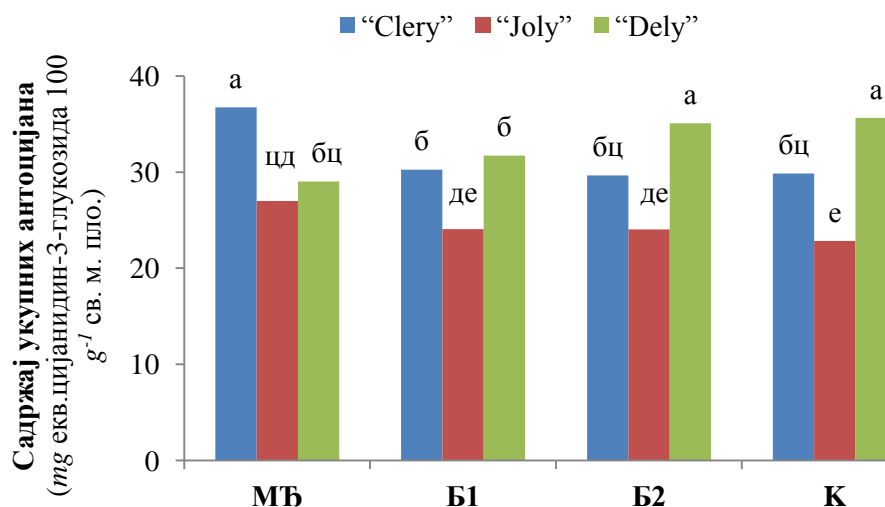
МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Интеракцијски ефекат сорте и ђубрива на садржај витамина С у плоду јагоде такође је био значајан, а резултати су приказани у графикону 17. Генерално, сорта “Joly” је дала најбоље резултате у свим испитиваним третманима и контроли, при чему је вредност добијена у интеракцијском односу ове сорте са минералним ђубривом ( $43,8 mg 100 g^{-1}$  св. м. пло.) била значајно већа у односу на резултате добијене у третману са биофертилизатором 2 и контролном третману, који се нису значајно разликовали у односу на третман биофертилизатором 1. Код сорте “Clery” значајно нижи садржај витамина С у плоду регистрован је у третману биофертилизатором 2 ( $29,2 mg 100 g^{-1}$  св. м. пло.) у поређењу са применом биофертилизатора 1 ( $34,3 mg 100 g^{-1}$  св. м. пло.) и минералног ђубрива ( $33,5 mg 100 g^{-1}$  св. м. пло.), док код сорте “Dely” значајност разлика у вредностима између третмана ђубривима није установљена.



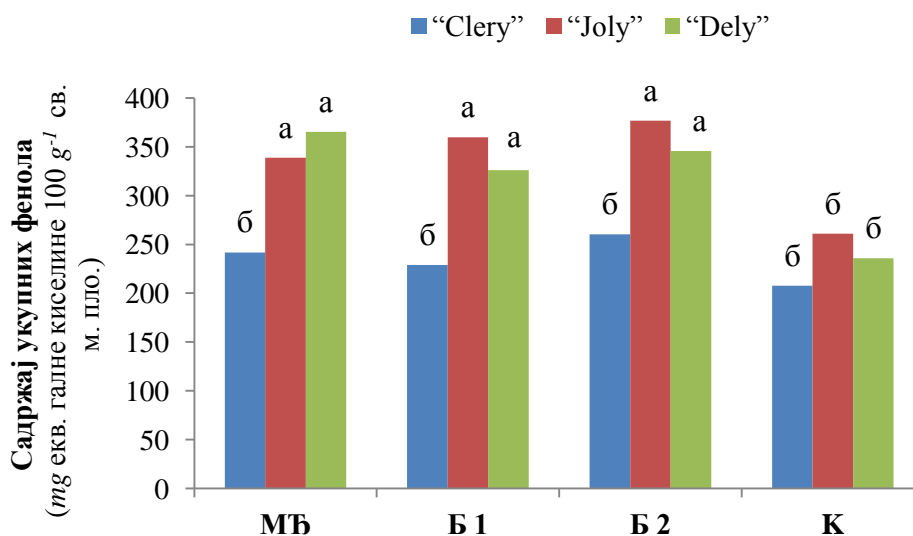
Граф. 16 – Интеракцијски ефекат сорте и ђубрива на садржај витамина С у плоду јагоде у 2013. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Анализом варијансе установљен је значајан утицај сорте и интеракције сорта/ђубриво на садржај укупних антоцијана у плоду јагоде. Најнижи садржај укупних антоцијана евидентиран је код сорте “Joly” (24,5 *mg* екв. цијанидин-3-глукозида · 100 *g*<sup>-1</sup> св. м. пло.), а значајно више вредности испитиваног параметра евидентирани су код сорти “Clery” и “Dely” (31,6 и 32,9 *mg* екв. цијанидин-3-глукозида · 100 *g*<sup>-1</sup> св. м. пло., по редоследу). Ефекат интеракције сорте и ђубрива на садржај укупних антоцијана у плоду јагоде приказан је у графикону 18. Значајно виши садржај укупних антоцијана код сорте “Clery” регистрован је у третману са минералним ђубривом (36,7 *mg* екв. цијанидин-3-глукозида · 100 *g*<sup>-1</sup> св. м. пло.) у поређењу са свим осталим третманима, док је код сорте “Joly” значајно нижа вредност забележена у контролном третману (22,8 *mg* екв. цијанидин-3-глукозида · 100 *g*<sup>-1</sup> св. м. пло.) само у односу на третман са минералним ђубривом (27,0 *mg* екв. цијанидин-3-глукозида · 100 *g*<sup>-1</sup> св. м. пло.). Супротно томе, сорта “Dely” је имала значајно повећање садржаја укупних антоцијана у третману са биофертилизатором 2 и контроли (31,7 и 35,6 *mg* екв. цијанидин-3-глукозида · 100 *g*<sup>-1</sup> св. м. пло., по редоследу) у поређењу са друга два третмана.



Граф. 17 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај укупних антоцијана у плоду јагоде у 2013. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

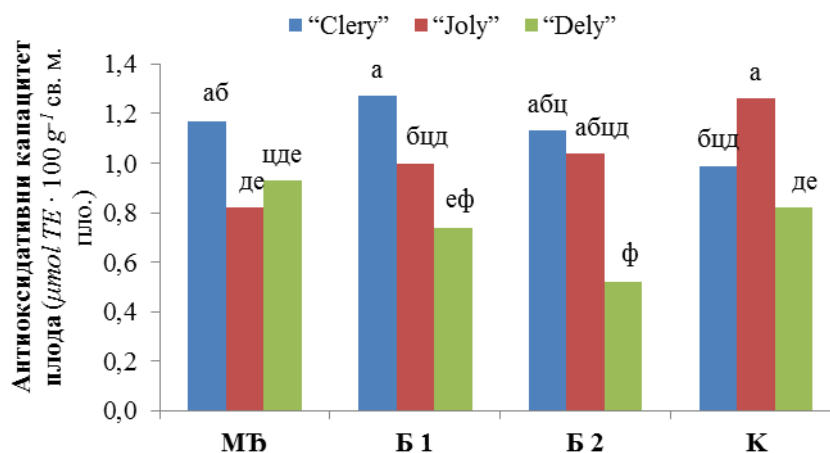
Значајно варирање у погледу садржаја укупних фенола у плоду јагоде у 2013. години условили су третмани ђубривима и интеракцијске комбинације сорти и ђубрива. Значајно нижи садржај укупних фенола регистрован је у третману са минералним ђубривом ( $243,7 \text{ mg}$  екв. галне киселине  $\cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло) у односу на све остале испитиване третмане. Значајно виши и уједно и највиши укупни фенолни садржај забележен је у третману са биофертилизатором 2 ( $334,3 \text{ mg}$  екв. галне киселине  $\cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.). Интеракцијски ефекат сорте и ђубрива на садржај укупних фенола у плоду јагоде приказан је у графикону 19. На основу приказаних података уочава се значајно виши садржај укупних фенола у плоду сорте “Joly” и “Dely” у свим испитиваним третманима ђубривима у поређењу са контролним третманом, док код сорте “Clery” нису забележене значајне разлике у садржају укупних фенола између испитиваних третмана.



Граф. 18 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на садржај укупних фенола у плоду јагоде у 2013. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Висок антиоксидативни капацитет плода евидентиран је у интеракцији сорте “Clery” са свим испитиваним третманима, с тим што је највећа вредност била у третману биофертилизатором 1 ( $1,27 \mu\text{mol TE} \cdot 100 \cdot \text{g}^{-1}$  св. м. пло.). Важно је истаћи да се антиоксидативни капацитет плода сорте “Joly” у контролном третману није значајно разликовао од антиоксидативног капацитета плода регистрованим у осталим испитиваним третманима ђубривима. Код сорте “Dely”, вредност добијена у третману са биофертилизатором 2 је била значајно нижа у поређењу са антиоксидативним капацитетом плода регистрованим у третману са минералним ђубривом и у контролном третману.





Граф. 19 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на антиоксидативни капацитет плода јагоде у 2013. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола); различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

## 7.6. Сензоричка оцена квалитета плода јагоде

Резултати сензоричког теста квалитета плода испитиваних сорти јагоде у 2012. години приказани су у табели 33.

Таб. 33. – Сензоричке особине плода испитиваних сорти јагоде у 2012. години.

Сорта	Атрактивност (0-6)	Укус (0-6)	Арома (0-4)	Конзистенција (0-4)	Укупна Оцена
"Clery"	4,1	4,3	3,4	3,2	15,0
"Joly"	4,7	4,7	3,4	3,1	15,9
"Dely"	4,8	4,6	3,2	3,3	15,9

Анализом података може се уочити да је сорта испољила утицај на оцену појединачних параметара, као и на укупну оцену сензоричког квалитета плода. Највишу и идентичну збирну оцену за сензорички квалитет плода оствариле су сорте "Dely" и "Joly" (15,9). Најнижу укупну оцену остварила је сорта "Clery" (15,0). За атрактивност и укус плода најбоље су оцењене сорте "Dely" и "Joly", а најлошије сорта "Clery". У погледу ароме, са највишом оценом издвајају се сорте "Clery" и "Joly", које су уједно оствариле идентичну оцену за наведени параметар (3,4). Оцена конзистенције

плода била је приближно иста код све три испитиване сорте, с тим што је најбоље оцењена била сорта “Dely” (3,3).

Примена испитиваних ђубрива није утицала на промене у оценама сензоричког теста најважнијих параметара изгледа плода и његовог унутрашњег квалитета у 2012. години.

Резултати сензоричког теста квалитета плода испитиваних сорти јагоде у 2013. години приказани су у табели 34.

Таб. 34 – Сензоричке особине плода испитиваних сорти јагоде у 2013. години.

Сорта	Атрактивност (0-6)	Укус (0-6)	Арома (0-4)	Конзистенција (0-4)	Укупна Оцена
“Clery”	4,6	3,5	2,5	3,1	13,7
“Joly”	4,6	4,1	2,6	3,4	14,7
“Dely”	4,1	4,2	3,0	2,9	14,2

Анализом приказаних оцена за појединачне параметре сензоричког квалитета плода и њихове збирне вредности, можемо уочити да су вредности у 2013. години биле знатно ниже у односу на претходну годину истраживања. Највећу укупну оцену сензоричког квалитета плода остварила је сорта “Joly” (14,7), док је најнижу укупну оцену остварила сорта “Clery” (13,7). Атрактивност плода сорти “Clery” и “Joly” вреднована је истом, а уједно и највишом оценом (4,6). У погледу укуса и ароме плода највишу оцену добила је сорта “Dely” (4,2 и 3,0, по редоследу), док је најлошије оцењена за укус и арому била сорта “Clery” (3,5 и 2,5, по редоследу).

Примена испитиваних ђубрива није утицала на промене у оценама сензоричког квалитета плода јагоде у 2013. години.

## 7.7. Биогеност земљишта

Резултати одређивања бројности појединих група микроорганизама у 2011. години у зависности од утицаја сорте, ђубрива и периода узимања узорака, приказани су у табели 35.

Таб. 35 – Утицај сорте, ђубрива и термина узимања узорка на биогеност земљишта у 2011. години.

Фактор		Укупна бројност	Гљиве	Амонификатори	Актиномицете	Азотобактер	Олигонитрофили
Сорта (А)	“Clery”	61,92 ± 1,67 б	38,92 ± 2,20 а	41,21 ± 2,22 а	22,79 ± 0,95 а	16,33 ± 0,68 б	26,29 ± 1,13 а
	“Joly”	63,37 ± 1,45 а	38,17 ± 1,78 а	41,29 ± 1,61 а	23,50 ± 1,14 а	18,75 ± 0,80 а	26,83 ± 1,16 а
	“Dely”	64,42 ± 1,55 а	37,62 ± 1,46 а	40,87 ± 1,57 а	24,12 ± 0,95 а	18,46 ± 0,77 а	23,96 ± 1,03 б
Ђубриво (Б)	МЂ	61,89 ± 0,74 ц	47,56 ± 0,73 а	35,11 ± 0,54 ц	29,06 ± 0,70 а	16,17 ± 0,67 ц	23,17 ± 0,54 ц
	Б1	71,50 ± 0,42 а	42,44 ± 0,42 б	52,33 ± 0,72 а	25,22 ± 0,52 б	21,56 ± 0,43 а	31,89 ± 0,56 а
	Б2	67,17 ± 0,70 б	38,33 ± 0,54 ц	45,28 ± 1,01 б	22,61 ± 0,49 ц	20,11 ± 0,48 б	28,67 ± 0,70 б
Термин узимања (Ц)	К	52,39 ± 0,51 д	24,61 ± 0,55 д	31,78 ± 0,71 д	17,00 ± 0,36 д	13,55 ± 0,35 д	19,05 ± 0,39 д
	И	62,64 ± 1,22 б	37,75 ± 1,47 б	40,47 ± 1,42 б	22,97 ± 0,77 а	17,44 ± 0,58 а	24,97 ± 0,90 б
	II	63,83 ± 1,32 а	38,72 ± 1,51 а	41,78 ± 1,52 а	23,97 ± 0,88 а	18,25 ± 0,68 а	26,42 ± 0,92 а
<i>ANOVA</i>							
А		*	нз	нз	нз	*	*
Б		*	*	*	*	*	*
Ц		*	*	*	нз	нз	*
А × Б		нз	*	*	нз	нз	нз
А × Ц		нз	нз	нз	нз	нз	нз
Б × Ц		нз	нз	нз	нз	нз	нз
А × Б × Ц		нз	нз	нз	нз	нз	нз

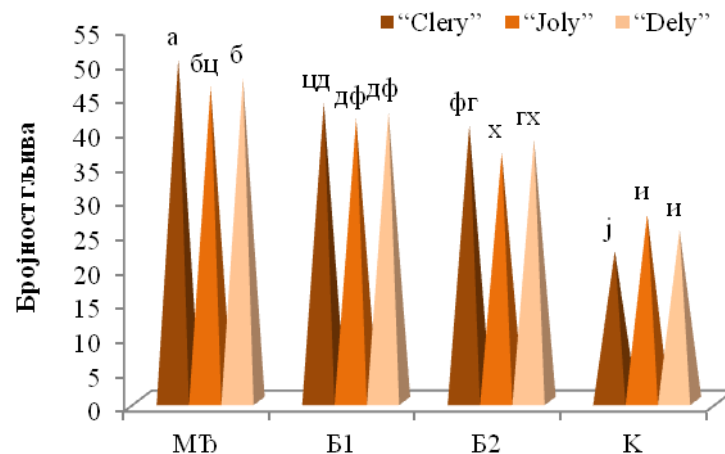
МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

Подаци добијени одређивањем укупне бројности микроорганизама, указују на значајан утицај сва три испитивана фактора на поменути параметар биогености земљишта. Највиша укупна бројност микроорганизама забележена је у ризосфери сорти “Joly” и “Dely” (63,37 и 64,42, по редоследу), а најнижа у ризосферисорте “Clery” (61,92). Статистичком анализом утврђено је постојање значајних разлика за укупну бројност микроорганизама између третмана биофертилизатором 1 (71,50) и контролног третмана (52,39) са једне стране и третмана биофертилизатором 2 (67,17) и минералног ђубрива (61,89) у односу на контролни третман са друге стране. Укупна бројност микроорганизама пропорционална је вредностима бројности забележених за поједине групе микроорганизама. Значајно виша укупна бројност микроорганизама евидентирана је у узорцима земљишта узетим на крају вегетационог периода, што је у сагласности са највећом бројношћу већине појединачних група микроорганизама у другом термину узимања узорака.

Тип ђубрива, термин узимања и интеракција сорте и ђубрива показали су значајан утицај на промену бројности гљива у земљишту. За разлику од азотобактера, амонификатора и олигонитрофила, где су највише вредности забележене применом биофертилизатора 1, код бројности гљива стимулативан ефекат је показала примена минералног ђубрива (47,56), у односу на контролу (24,61) и третмане биофертилизаторима 1 и 2 (42,44 и 38,33, по редоследу). Значајно више вредности бројности гљива у земљишту, детектоване су у другом термину узимања узорака земљишта, односно, на крају вегетационог периода.

У графикону 22. приказан је утицај интеракцијског ефекта сорта/ђубриво на бројност гљива у земљишту у 2011. години.

На основу приказаних података може се констатовати да је значајно већа бројност гљива установљена употребом минералног ђубрива у ризосфери сорте “Clery” (50,00) у поређењу са бројношћу у ризосфери сорти “Joly” и “Dely” у истом третману (46,00 и 47,33, по редоследу). Значајно ниже вредности броја гљива евидентиране су у интеракцијама све три испитиване сорте са контролом.

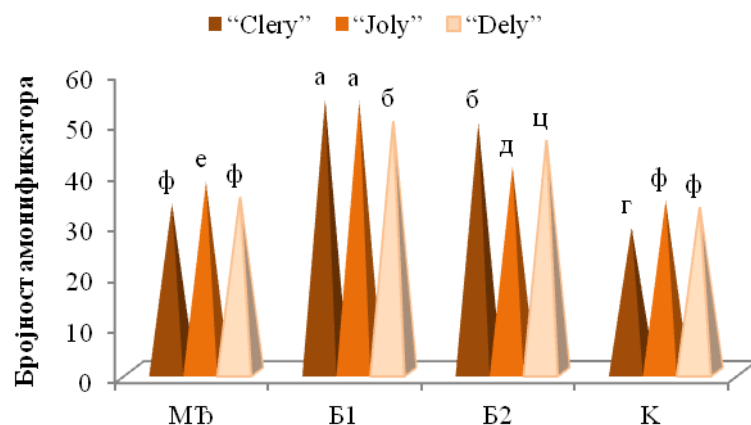


Граф. 20 – Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива на бројност гљива у 2011. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизаторо 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола). Различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

У погледу заступљености амонификатора утврђен је значајан утицај ђубрива, термина узимања узорка и интеракције сорта/ђубриво. У ризосфери биљака јагоде у контролном третману детектован је значајно мањи број амонификатора (31,78) у односу на остале третмане. Упоређивањем средњих вредности третмана, запажа се да је највећа бројност амонификатора регистрована у третману биофертилизатором 1 (52,33). Значајно већа бројност амонификатора евидентирана је у другом термину узимања узорака земљишта тј. на крају вегетације (41,78).

У графикону 22. приказан је интеракцијски ефекат сорта/ђубриво на бројност амонификатора у земљишту у 2011. години.

Анализом приказаних података може се закључити да је интеракција сорти 'Cleru', 'Joly' и 'Dely' са биофертилизатором 1 имала значајан утицај на повећање бројности амонификатора у земљишту (54,00, 53,67 и 49,67, по редоследу). Значајно ниже вредности броја амонификатора у земљишту евидентирани су код свих испитиваних сорти у третману минералним ђубривом и контроли у поређењу са осталим испитиваним интеракцијским ефектима.



Граф. 21 – Интеракцијски ефекат сорте и ђубрива на бројност амонификатора у 2011. години (МБ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2– биофертилизатор 2; К – контрола). Различите словне ознаке указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест).

Међу испитиваним факторима, анализом варијансе утврђен је значајан утицај само ђубрива на бројност актиномицета у ризосфери јагоде. Иста тенденција као код бројности гљива забележена је за бројност актиномицета, са значајно вишим вредностима у третману минералним ђубривом (29,06) у поређењу са контролом (17,00) и биофертилизаторима 1 и 2 (25,22 и 22,61, по редоследу).

Анализом варијансе утврђен је значајан утицај сорте и ђубрива на бројност азотобактера у ризосфери јагоде, док интеракцијски ефекти нису били значајни. Значајно већа бројност наведене групе микроорганизама уочава се код сорти “Joly” (18,75) и “Dely” (18,46), у поређењу са сортом “Clery” (16,33). Варирање бројности азотобактера проузроковала је и примена ђубрива, па се значајне разлике могу уочити између свих испитиваних третмана. Употребом биофертилизатора 1 дошло је до значајног повећања броја азотобактера у земљишту (21,56) у односу на контролни и остале испитиване третмане. Интеракцијски ефекти нису испољили значајан утицај на бројност азотобактера у ризосфери јагоде.

На основу статистичке анализе бројности осталих испитиваних група микроорганизама може се уочити да су сорта, ђубриво и термин узимања узорака имали значајан утицај на варијацију бројности олигонитрофила у земљишту. Поређењем средњих вредности сорти за укупан број олигонитрофила, запажа се значајно већа бројност код сорти “Clery” и “Joly” (26,29 и 26,83, по редоследу) у

односу на сорту “Dely” (23,96). Као и код претходних група микроорганизама, значајно мања бројност олигонитрофила забележена је у контролном третману (19,05) у односу на остале испитиване третмане, с тим да је највећа детектована вредност била у третману биофертилизатором 1 (31,89). Бројност олигонитрофила добијена узимањем узорака земљишта на почетку вегетације била је значајно мања (24,97) у односу на вредност добијену одређивањем бројности на крају вегетације (26,42). Интеракцијски ефекти нису испољили значајан утицај на бројност олигонитрофила у ризосфери јагоде.

Резултати испитивања бројности поједних група микроорганизама у функцији сорте, ђубрива и термина узимања узорака у 2012. години приказани су табели 36.

Анализом података који се односе на укупну бројност микроорганизама у земљишту запажа се значајно варирање између третмана ђубривима и термина узимања узорака. Генерално, на испољавање значајно веће бројности појединих систематских и физиолошких група микроорганизама у земљишту утицала је примена биофертилизатора 1 и биофертилизатора 2 (77,89 и 74,78, по редоследу). Просечна вредност укупне бројности микроорганизама у другом термину узимања узорака била је значајно већа него у првом термину узимања узорака, као и у 2011. години.

Анализом варијансе утврђен је значајан утицај ђубрива и термина узимања на бројност гљива, док интеракцијски ефекти нису били значајни. Употребом минералног ђубрива и биофертилизатора 1 дошло је до значајног повећања броја гљива у земљишту (50,55 и 47,50, по редоследу) у односу на биофертилизатор 2 и контролу. Вредност бројности гљива евидентирана у другом термину узимања узорака била је значајно већа (45,81) него у првом термину узимања узорака (39,92).

Таб. 36 – Утицај сорте, ђубрива и термина узимања узорка на биогеност земљишта у 2012. години.

Фактор		Укупна бројност	Гљиве	Амонификатори	Актиномицете	Азотобактер	Олигонитрофили
Сорта (А)	“Сlery”	70,42 ± 2,24 а	43,21 ± 2,30 а	47,50 ± 2,72 а	24,96 ± 1,21 а	18,54 ± 0,96 б	28,96 ± 1,29 а
	“Joly”	70,00 ± 2,02 а	42,00 ± 1,69 а	47,33 ± 2,03 а	25,62 ± 1,24 а	21,21 ± 0,95 а	29,46 ± 1,06 а
	“Dely”	70,83 ± 1,67 а	43,37 ± 1,85 а	46,08 ± 2,30 а	26,46 ± 1,21 а	19,58 ± 0,93 б	26,04 ± 1,07 б
Ђубриво (Б)	МЂ	68,78 ± 1,49 б	50,55 ± 1,23 а	43,33 ± 2,03 б	31,44 ± 0,69 а	18,39 ± 0,94 б	26,28 ± 0,77 б
	Б1	77,89 ± 1,45 а	47,50 ± 1,26 а	56,22 ± 2,01 а	27,83 ± 0,93 б	23,11 ± 0,90 а	33,00 ± 1,20 а
	Б2	74,78 ± 1,56 а	42,39 ± 1,25 б	53,22 ± 2,14 а	24,67 ± 1,02 ц	22,72 ± 0,75 а	31,11 ± 1,14 а
Термин узимања (Ц)	К	60,22 ± 2,00 ц	31,00 ± 1,82 ц	35,11 ± 1,14 ц	18,78 ± 0,86 д	14,89 ± 0,45 ц	22,22 ± 0,91 ц
	І	65,92 ± 1,55 б	39,92 ± 1,63 б	43,33 ± 1,89 б	24,94 ± 0,99 а	19,47 ± 0,78а	27,50 ± 1,06 а
	ІІ	74,92 ± 1,29 а	45,81 ± 1,39 а	50,61 ± 1,74 а	26,42 ± 0,90 а	20,08 ± 0,80 а	28,80 ± 0,85 а
<i>ANOVA</i>							
А		нз	нз	нз	нз	*	*
Б		*	*	*	*	*	*
Ц		*	*	*	нз	нз	нз
А × Б		нз	нз	нз	нз	нз	нз
А × Ц		нз	нз	нз	нз	нз	нз
Б × Ц		нз	нз	нз	нз	нз	нз
А × Б × Ц		нз	нз	нз	нз	нз	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).



На основу добијених података за бројност амонификатора може се уочити значајно варирање у погледу наведеног параметра између анализираних третмана ђубривима и термина узимања узорака земљишта. Најнижа вредност у погледу броја амонификатора регистрована је у контролном третману (35,11). У поређењу са контролним третманом значајно више амонификатора евидентирано је применом минералног ђубрива (43,33). Инокулација биљака биоферилизаторима 1 и 2, допринела је највећој бројности амонификатора у ризосфери јагоде (56,22 и 53,22, по редоследу). Поред тога, поређењем средњих вредности бројности амонификатора у различитим терминима узимања узорака, утврђена је значајно виша бројност у другом термину узимања, на крају вегетације.

Исто као и у првој години испитивања, значајна промена бројности актиномицета била је условљена применом ђубрива. Највећа бројност микроорганизама из групе актиномицета регистрована је применом минералног ђубрива (31,44), што је уједно била и значајно већа бројност у поређењу са осталим третманима и контролом. Сорте, термин узимања узорака и интеракцијски ефекти нису испољили значајан утицај на бројност актиномицета у ризосфери јагоде.

Анализом података приказаних у табели 36. може се констатовати да су као и у претходној години истраживања сорта и ђубриво резултирале значајним варирањем бројности азотобактера. Највиша вредност броја азотобактера регистрована је код сорте “Joly” (21,21). Сорте “Clery” и “Dely” су имале значајно нижу вредност бројности азотобактера (18,54 и 19,58, по редоследу). За разлику од претходне године, када је позитиван утицај на бројност азотобактера показала примена биофертилизатора 1, у овој години оба испитивана биофертилизатора, биофертилизатор 1 и биофертилизатор 2, имала су стимулативан утицај на бројност азотобактера (23,11 и 22,72, по редоследу) у односу на контролу и третман минералним ђубривом (14,89 и 18,39, по редоследу). Као и у претходној години, термин узимања узорака није имао значајан утицај на вредности овог параметра, као ни интеракцијски ефекти.

Анализом разлике у бројности олигонитрофила код испитиваних сорти, као и у претходној години уочена је значајно већа бројност код сорти “Clery” и “Joly” (28,96 и 29,46, по редоследу) у поређењу са сортом “Dely” (26,04). Такође, запажа се позитиван утицај биофертилизатора 1 и 2 на бројност олигонитрофила, као и у претходној години истраживања. Утицај термина узимања узорака и интеракцијски ефекти на бројност олигонитрофила у ризосфери јагоде нису били значајни. Применом методе анализе

варијансе установљена је значајна разлика у броју гљива у ризосфери јагоде након апликације ђубрива, при чему је као и у претходној години највећа бројност евидентирана у третманима минералним ђубривом и биофертилизатором 1 (50,55 и 47,50, по редоследу). Као и у 2011. години, узимање узорака земљишта на крају вегетације резултирало је повећањем бројност и гљива (45,81) у односу на узорке узете на почетку вегетације (39,92). Интеракцијски ефекти на бројност гљива у ризосфери јагоде нису били значајни.

У табели 37. приказани су резултати одређивања биогености земљишта у 2013. години у зависности од сорте, ђубрива и термина узимања узорака.

У условима примене различитих ђубрива запажа се значајно већа укупна бројност микроорганизама применом биофертилизатора 1 (87,22) у односу на контролу (68,89) и друге испитиване третмане. Примена биофертилизатора 2 (84,50) и минералног ђубрива (76,33) такође су резултирале повећањем укупне бројности микроорганизама у односу на контролу. Значајно повећање укупне бројности микроорганизама детектовано је и узимањем узорака у другом термину, на крају вегетације (79,78).

Анализа варијансе показала је да су ђубриво и термин узимања узорака значајно утицали на бројност гљива у ризосфери јагоде. Значајно веће просечне вредности бројности гљива утврђене су у третманима минералним ђубривом и биофертилизатором 1 (58,00 и 54,00, по редоследу) у односу на контролу (38,44) и третман биофертилизатором 2 (45,50). Значајно нижа вредност броја гљива у земљишту детектована је узимањем узорака у првом термину (47,78) у односу на други термин узимања узорака земљишта на крају вегетације (50,19).

Међу испитиваним факторима, једино је ђубриво условило промену бројности амонификатора и олигонитрофила. На бројност обе групе микроорганизама стимулативан ефекат испољили су биофертилизатор 1 и 2, у поређењу са контролом и минералним ђубривом.

Према анализи варијансе утврђен је значајан утицај ђубрива на бројност актиномицета у 2013. години. Поређењем средњих вредности бројности актиномицета у испитиваним третманима, запажа се да је употреба минералног ђубрива условила значајно повећање броја актиномицета у земљишту (33,28) у односу на контролу и третмане биофертилизаторима.

Таб. 37 – Утицај сорте, ђубрива и термина узимања узорка на биогеност земљишта у 2013. години.

Фактор		Укупна бројност	Гљиве	Амонификатори	Актиномицете	Азотобактер	Олигонитрофил и
Сорта (А)	“Clery”	78,75 ± 1,81 а	48,46 ± 2,03а	55,50 ± 2,76 а	27,46 ± 1,04 а	20,79 ± 1,00 б	31,42 ± 1,18 а
	“Joly”	78,33 ± 1,49 а	48,62 ± 1,60а	55,79 ± 2,11 а	28,46 ± 1,07 а	23,50 ± 0,94 а	32,83 ± 1,09 а
	“Dely”	80,62 ± 1,68 а	49,87 ± 1,57а	54,58 ± 2,40 а	28,33 ± 0,99 а	22,21 ± 1,00 а	30,83 ± 1,02 а
	МЂ	76,33 ± 0,99 ц	58,00 ± 1,01 а	52,33 ± 1,24б	33,28 ± 0,69 а	20,55 ± 0,76 б	29,24 ± 0,58 б
Ђубриво (Б)	Б1	87,22 ± 0,95 а	54,00 ± 1,08 а	65,72 ± 1,15 а	29,94 ± 0,86 б	26,55 ± 0,73 а	36,72 ± 0,78 а
	Б2	84,50 ± 0,89 б	45,50 ± 0,51 б	63,78 ± 1,41 а	27,39 ± 0,45 ц	25,39 ± 0,42 а	34,89 ± 0,79 а
	К	68,89 ± 0,72 д	38,44 ± 0,82 ц	39,33 ± 1,14 ц	21,72 ± 0,58 д	16,17 ± 0,39 ц	25,22 ± 0,63 ц
Термин узимања (Ц)	І	78,69 ± 1,41 б	47,78 ± 1,31 б	54,47 ± 1,95 а	27,75 ± 0,90 а	21,44 ± 0,78 б	31,13 ± 0,93 а
	ІІ	79,78 ± 1,30 а	50,19 ± 1,50 а	56,11 ± 1,99 а	28,42 ± 0,78 а	22,89 ± 0,83 а	32,25 ± 0,86 а
<i>ANOVA</i>							
<i>A</i>		нз	нз	нз	нз	*	нз
<i>B</i>		*	*	*	*	*	*
<i>C</i>		нз	*	нз	нз	*	нз
<i>A × B</i>		нз	нз	нз	нз	нз	нз
<i>A × C</i>		нз	нз	нз	нз	нз	нз
<i>B × C</i>		нз	нз	нз	нз	нз	нз
<i>A × B × C</i>		нз	нз	нз	нз	нз	нз

МЂ – минерално ђубриво; Б1 – биофертилизатор 1; Б2 – биофертилизатор 2; К – контрола. Вредности у колонама означене различитим словним ознакама указују на статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$  (*LSD* тест); \* – статистички значајне разлике на нивоу  $p \leq 0,05$ , нз – нема статистички значајне разлике између третмана (*F* тест).

На основу анализе резултата бројности азотобактера можемо констатовати значајне варијације међу испитиваним сортама, ђубривима и терминима узимања узорака. Слично резултатима који су добијени у прве две године испитивања, највећа бројност азотобактера у 2013. години евидентирана је код сорте “Joly” (23,50). Вредност у погледу поменутог параметра код сорте “Dely” (22,21) није се значајно разликовала од ове вредности. Слична тенденција у погледу бројности азотобактера под утицајем ђубрива и термина узимања узорака може се уочити у све три године испитивања. Према томе, значајно више вредности бројности азотобактера евидентирани су у третманима биофертилизатором 1 и биофертилизатором 2 (26,55 и 25,39, по редоследу), као и у узорцима узетим на крају вегетационог периода.

Интеракцијски ефекти на бројност свих испитиваних систематских група микроорганизама у ризосфери јагоде нису били значајни у 2013. години.

## 8. ДИСКУСИЈА

### 8.1. Вегетативни потенцијал јагоде

Један од основних предуслова формирања високог приноса код јагоде јесте добијање што боље развијености бокора, уз одржавање равнотеже између вегетативног и генеративног пораста. Најснажнији утицај на вегетативни раст јагоде, поред фактора спољне средине, као што су фотопериод, температура, производна способност земљишта и др., има и генотип (*Galletta & Bringham*, 1990), што је у складу са резултатима добијеним у овим истраживањима. У првој експерименталној години, непосредно након садње, код јагоде сорте “Joly” утврђене су значајно веће вредности броја круница у бокору (3,4), висине лисне розете (24,6 *cm*), броја листова у розети (24,9) и укупне лисне површине бокора (4.940,8 *cm*<sup>2</sup>) у поређењу са сортама “Clery” и “Dely”.

Примена биофертилизатора 1, условила је значајно повећање висине лисне розете (24,2 *cm*) у односу на биофертилизатор 2 (22,6 *cm*) и минерално ђубриво (21,6 *cm*), а примена биофертилизатора 2 је условила повећање боја листова у розети (23,3) само у поређењу са минералним ђубривом (20,4). Апликација биофертилизатора 2 код сорте “Joly” резултирала је добијањем значајно већег броја листова у розети само у поређењу са применом минералног ђубрива код поменуте сорте, што је у складу са подацима који су добијени за дејство појединачних фактора на ову особину. Такође код сорте “Dely”, значајно нижи број листова у розети регистрован је у третману са минералним ђубривом у поређењу са третманима са оба биофертилизатора и контролом (без ђубрења). Добијени подаци сагласни су са резултатима до којих су дошли *Haynes & Goh* (1987), који указују да су веће количине азотних минералних ђубрива изазвале прилично смањење како у погледу раста тако и приноса код јагоде. Веће количине азотних ђубрива довеле су до акумулације високог нивоа растворљивих соли, посебно амонијачних за време лета у години садње, што је инхибирало иницијални пораст биљака јагоде. Различити аутори указују и на позитиван ефекат биофертилизатора на бази бактерија рода *Bacillus* на вегетативни раст кајсије, малине, јабуке и трешње, и објашњавају га способношћу ових бактерија да производе ауксине и цитокидине, фиксирају азот, растварају фосфате, и продукују антимицробне сустанце (*Esitken et al.*, 2006; *Orhan et al.*, 2006; *Pirlak et al.*, 2007; *Aslantas et al.*, 2007; *Karlidağ et al.*, 2007). На

исти начин се може објаснити стимулативан ефекат бактерија поменутог рода на пораст јагоде у овом истраживању.

Анализом приказаних података за 2012. годину, могу се уочити значајно више вредности свих испитиваних параметара вегетативног потенцијала, као и веће варирање вредности под утицајем ђубрива, а мање под утицајем сорте, у односу на 2011. годину.

Значајно већи број круница у бокору забележен је код сорти “Joly” и “Dely” (6,0 и 5,8, по редоследу) у поређењу са сортом “Clery” (3,2), која је са друге стране имала већу висину лисне розете (35,0 *cm*) у поређењу са поменутих сортама. Вредност броја круница у бокору код сорте “Clery” (5,2) коју наводе *Milivojević et al.* (2015) била је већа у односу на вредност у овом истраживању, док је за исти параметар код сорте “Joly” регистрована нижа вредност (5,3) у поређењу са овим истраживањима. Са друге стране, исти аутори, наводе да је број листова код сорте “Clery” био 10% већи него код сорте “Joly”, што је у супротности са резултатима добијеним у овом истраживању, где је значајно већи број листова у розети евидентиран код сорте “Joly” (38,4) у односу на сорту “Clery” (35,5).

Највеће вредности свих испитиваних параметара вегетативног потенцијала у 2012. години евидентирани су употребом минералног ђубрива, осим површине једног листа која није била под значајним утицајем примењених типова ђубрива. Интересантно је запазити да није било значајних разлика у броју круница у бокору у третманима биофертилизаторима 1 и 2 и у висини лисне розете у третману биофертилизатором 1 у односу на третман минералним ђубривом. Стимулативан утицај *PGPB (Plant Growth Promoting Bacteria)* на раст и принос различитих врста воћака укључујући јабуку, трешњу, цитрусе, малину, боровницу, дуд и кајсију, потврђују бројна истраживања (*Klopper*, 1994; *De Silva et al.*, 2000; *Sudhakar et al.*, 2000; *Esitken et al.* 2005; *Esitken et al.*, 2006; *Orhan et al.*, 2006; *Aslantas et al.*, 2007; *Karlidağ et al.*, 2007).

У 2013. години, са значајно већим вредностима параметара вегетативног потенцијала (висина лисне розете и број листова у розети) истиче се сорта “Joly” у односу на сорте “Clery” и “Dely”, као и у првој испитиваној години, након садње.

Примена минералног ђубрива у 2013. години резултирала је значајним повећањем свих испитиваних параметара вегетативног потенцијала (број круница у бокору, висина лисне розете, број листова у розети, површина једног листа и укупна лисна површина бокора) у поређењу са контролом и третманима биофертилизаторима. Важно је истаћи да је примена биофертилизатора 1 и 2 такође имала позитиван ефекат на број круница у бокору и број листова у розети у односу на контролни третман, док је на површину

једног листа и укупну лисну површину бокора позитиван ефекат поред минералних ђубрива испољио само биофертилизатор 1 у поређењу са контролом. *Umar et al.* (2009) наводе да је комбинована апликација минералног ђубрива (уреа) и микробиолошког (бактерије на бази рода *Azotobacter*), позитивно утицала на висину бокора и површину листова бокора. Исти аутори објашњавају максимално повећање вегетативних карактера раста након комбиноване примене минералног ђубрива и биофертилизатора, чињеницом да је азот из минералног ђубрива, лако приступачан биљци за разлику од других испитиваних извора азота из којих се ослобађа постепено. Такође, значајан утицај на већи проценат искоришћења азота у третману комбиноване примене минералног ђубрива и биофертилизатора може се приписати *Azotobacter*-у, који врши азотофиксацију, а што је посебно стимулисано присуством одређених количина минералних извора азота и продукцију регулатора раста у зони кореновог система.

На основу приказаних података може се констатовати да је најинтензивнији вегетативни раст у све три експерименталне године имала сорта “Joly”, упркос различитим агроколошким условима по годинама испитивања, што указује на пресудан утицај генотипа на испољавање вегетативног потенцијала код јагоде. Утицај биофертилизатора на број листова у розети и висину лисне розете био је доминантан само у години садње, за разлику од наредне две године када је минерално ђубриво испољило знатно бољи ефекат на већину параметара вегетивног потенцијала испитиваних сорти јагоде. Резултати добијени у овом истраживању сагласни су са резултатима *Jurik et al.* (1982), који су утврдили највећи број и површину листова бокора код врсте *F. virginiana* Duch. након примене већих доза комплексних минералних ђубрива у условима добре осветљености. До сличних резултата су дошли *Cekic & Yilmaz* (2011), који наводе да је значајно већи број круница у бокору код сорте “Сamarosa” евидентиран након апликације већих доза минералног фосфора. Такође, интересантно је истаћи да су у другој и трећој години испитивања биофертилизатори имали стимулативан утицај на вегетативни раст бокора јагоде у поређењу са контролом. Добијени резултати су потврђени истраживањима *Seo et al.* (2009), који су испитујући параметре вегетивног потенцијала јагоде у функцији примене три различита комерцијална микробиолошка ђубрива (*Ofarmguard*, *O-sis*, *EXTN*) закључили да је њихова примена довела до повећања броја и површине листова у бокору у односу на контролни третман. Насупрот наведеним истраживањима, *Esitken et al.* (2010) су установили да се након инокулације појединачним културама бактерија (*BA-8*, *OSU-*

142, M3) и смешом култура, површина листа јагоде сорте “Kent” није значајно разликовала од површине листова у контролном третману.

У трећој експерименталној години, у оквиру параметара вегетативног потенцијала јагоде праћени су и дужина корена и укупна дужина биљке. Корен јагоде је жиличаст и веома разгранат и расте у току читавог вегетационог периода, а нарочито у јесен и пролеће када лишће не користи велику количину воде (Darrow, 1966). Развој корена зависи од врсте, сорте, климе, особина земљишта и примењене агротехнике (Nikolić & Milivojević, 2015). Вредности установљене за укупну дужину корена у овом истраживању биле су значајно веће код сорти “Clery” и “Dely” (17,5 и 17,7 cm, по редоследу) у поређењу са сортом “Joly” (16,1 cm). Укупна дужина биљке код сорте “Dely” (61,0 cm) била је значајно већа од укупне дужине биљке код сорте “Joly” (55,4 cm), а вредност евидентирана за сорту “Clery” налазила се између наведених вредности (58,9 cm). На основу приказаних података може се констатовати да је укупна дужина биљке варијирала у складу са измереном дужином корена.

Третман минералним ђубривом утицао је на значајно повећање дужине кореновог система јагоде и укупне дужине биљке у односу на третмане биофертилизатором 1 и биофертилизатором 2, али не и у поређењу са контролним третманом. Добијени резултати су сагласни са истраживањима Sas et al. (2003), који су утврдили значајан утицај азотног минералног ђубрива које садржи амонијачну и нитратну форму азота на развој кореновог система и лисне розете (суву масу корена и листа) код сорте јагоде “Senga Sengana”. Пораст корена, али и усвајање хранљивих материја, ефикасност искоришћавања воде од стране биљке и принос јагоде може бити стимулисан и застирањем земљишта PE фолијом (Sushil & Dey, 2011). Са друге стране, висока вредност дужине корена у контролном третману може се објаснити исцрпљеношћу земљишта, односно ниским садржајем минералних материја на крају треће експерименталне године, а нарочито азота у чијем недостатку долази слабијег гранања и издуживања кореновог система (Kastori, 1998).

## 8.2. Физиолошке особине јагоде

Цветање, као кључни чинилац родности јагоде, претходи опрашивању и оплођењу. Цветови јагоде су сакупљени у рачвасту (цимозну) цваст, која се назива дихазија. Дихазија јагоде се састоји од једног примарног, два секундарна, четири



терцијарна и осам кварталних цветова, који се отварају према редоследу постанка. Почетак, ток и дужина цветања зависе од особина сорте, географске ширине, надморске висине, експозиције, примењене агротехнике и климатских услова, који владају пре и за време цветања (Nikolić & Milivojević, 2015). Анализом података добијених у овом истраживању, запажа се значајан утицај сорте на почетак и трајање фенофаза цветања и зрења јагоде. Израчунавањем просечних вредности за двогодишњи период испитивања може се констатовати да фенофаза цветања сорте “Clery” на подручју Чачка почиње у другој декади априла (12.04.) и траје у просеку 29 дана. Међутим, Milivojević et al. (2015) истичу да је сорта “Clery” на подручју Београда у 2014. години почела фенофазу цветања знатно раније (23.03.), док је трајање ове фенофазе било знатно дуже (41 дан) у односу на резултате добијене у овом истраживању. Исти аутори (Milivojević et al. 2013) су у својим претходним истраживањима регистровани ранији почетак фенофазе цветања (03. 04.) код сорте “Clery” у условима београдског Подунавља, док је трајање цветања (29 дана) било једнако трајању цветања у овом истраживању. За сорту “Dely” забележен је исти просечан датум цветања као за сорту “Clery” (12.04.), с тим што је просечно трајање фенофазе цветања било један дан краће код ове у односу на сорту “Clery” (28 дана). Најкаснији просечан датум цветања регистрован за две године испитивања био је код сорте “Joly” (18.04.), као и најкраће просечно трајање ове фенофазе (25 дана). Код исте сорте гајене на подручју Београда, Milivojević et al. (2015) су регистровани ранији датум за почетак цветања (08. 04.) и дуже трајање цветања (34 дана). Постојање разлика у почетку и трајању фенофазе цветања сорти “Clery” и “Joly” може се објаснити утицајем различитих агроколошких услова по годинама испитивања и по локалитетима.

На основу просечних вредности датума почетка фенофазе зрења плодова у 2012. и 2013. години, може се констатовати да сорта “Clery” почиње зрење у првој декади маја, затим сорта “Dely” у другој декади маја, а у трећој декади маја сорта “Joly”. Најдуже трајање поменуте фенофазе регистровано је код сорте “Clery” (28 дана) у 2013. години, а најкраће код најпозније сорте “Joly” (22 дана) у 2012. години. Анализом приказаних података уочава се да је фенофаза зрења плода јагоде имала каснији почетак и краће трајање у 2012. години у поређењу са 2013. годином. Каснији почетак фенофазе зрења плода може бити последица утицаја ниже просечне месечне температуре у време зрења плодова у мају 2012. године у односу на исти месец 2013. године. Краћем трајању фенофазе зрења плодова у 2012. години вероватно је допринела за 3,4°C виша средња месечна температура у јуну у односу на средњу температуру истог месеца у 2013.

години. *Palencia et al.* (2013) наводе да високе температуре повећавају капацитет ваздуха за апсорбовање водене паре и, сходно томе, генеришу већу потражњу биљака за водом. Висок интензитет евапотранспирације смањује резерву воде у земљишту, стварајући тако водни стрес нарочито у сушним периодима (*Moreti et al.*, 2010). Водни стрес не само да смањује продуктивност биљака, већ и убрзава сазревање плодова (*Henson*, 2008).

Истраживања која су спровели *Macit et al.* (2007) указују на значајан утицај генотипа на варирање садржаја хлорофила у листу код пет сорти јагоде гајених органски и конвенционално. Исти аутори су утврдили значајност интеракције између система гајења и генотипа на поменути параметар, што указује да сорте имају различите одговоре у погледу садржаја хлорофила у листу у различитим системима гајења. Наведени резултати су у супротности са резултатима добијеним у овом раду, где сорта није испољила значајан утицај на садржај хлорофила *a* и *b* и укупних каротеноида у листовима јагоде у обе године испитивања. Са друге стране, ђубриво је значајно утицало на вредности поменутих параметара. Наиме, у обе експерименталне године може се уочити да су вредности садржаја хлорофила *a* и *b* у листовима контролних биљака и биљака третираних биофертилизатором 2 биле значајно ниже у односу на вредности утврђене у листовима биљака након третмана минералним ђубривом и биофертилизатором 1, осим у 2012. години када је и садржај хлорофила *a* био значајно нижи у третману са биофертилизатором 1 у поређењу са третманом минералним ђубривом. У великом броју истраживања потврђено је да је при оптималној обезбеђености биљака минералним материјама усвајање угљен-диоксида и искоришћавање светлосне енергије веће. *Abdi et al.* (2006) су утврдили повећање интензитета фотосинтезе код јагоде сорте “Selva” након употребе зеолита, који је проузроковао већу приступачност минералних елемената и бољу снабдевеност биљака водом.

Поред хлорофила, у мембрани тилакоида хлоропласта смештени су наранцасто-жуто обојени пигменти, каротеноиди, чије су најважније улоге у биљци, преношење енергије апсорбованих кваната на хлорофил *a* и заштита фотосинтетичког система од оксидативне фотодеструкције. Значајно већи садржај укупних каротеноида у листовима јагоде условила је употреба минералног ђубрива у односу на биофертилизаторе у 2012. години, док је у 2013. години на повећање укупних каротеноида у листовима поред минералног ђубрива значајан утицај испољила и примена биофертилизатора 1 у односу на контролу. Анализом литературних података који се односе на утицај азотних

Ћубрива на садржај појединих витамина у плодовима воћа и поврћа, *Mozafar* (1993) је закључио да је примена поменутих ыубрива изазвала смањење садржаја витамина *C* у плодовима, са једне и повећање садржаја каротеноида и витамина *B1* у плодовима са друге стране.

Интересантно је запазити да је садржај свих испитиваних фотосинтетских пигмената у 2013. години био нижи у односу на претходну годину. На синтезу и разградњу фотосинтетских пигмената утиче низ спољашњих и унутрашњих чинилаца, међу којима је утицај светлости најзначајнији. Нижи садржај хлорофила *a* и *b* и каротеноида у листовима испитиваних сорти јагоде у 2013. години може се приписати мањем интензитету осветљености листова јагоде, насталог услед виших вредности облачности током вегетационог периода у 2013. години у односу на 2012. годину, што је проузроковало смањење синтезе хлорофила и каротеноида у листу.

Употреба ыубрива представља незаобилазну агротехничку меру у воћарској производњи. Да би се ова агротехничка мера извела на прави начин, без смањења ефеката на принос и квалитет плодова и без угрожавања животне средине, потребно је прецизно дефинисати норме ыубрења и врсте биљних хранива које треба додати у одређеним фенолошким фазама. Према наводима *Nestby* (1998) минерални статус биљке утиче на принос и квалитет плодова јагоде.

Парадокс тежњама у савременој пољопривреди за великим приносима у биљној производњи је све већа примена минералних ыубрива и пестицида, који значајно утичу на поремећај равнотеже животне средине (*Milošević et al.*, 2003). Рационално извођење ыубрења омогућава очување биолошких ресурса, јер се при прекомерној употреби ыубрива део нутритивних испира и губи на различите начине, а посебно азота и фосфора, што узрокује деградацију животне средине (*Tilman*, 1998; *Gyaneshwar et al.*, 2002). Биофертилизатори могу бити алтернатива и/или допуна минералним ыубривима у воћарској производњи. Њиховом употребом тежи се превазилажењу еколошких проблема које узрокује интензивирање пољоприврене производње.

Према наводима *Kenworthy* (1973) лист је метаболички најактивнији орган биљке, и варијације у минералном саставу више се одражавају на лист него на друге биљне органе. Наиме, међу многобројним методама које се користе за утврђивање степена обезбеђености биљака минералним елементима, фолијарна дијагностика има најширу практичну примену у интензивној воћарској производњи, јер пружа потпуну слику о тренутном стању исхрањености биљке. Наведена метода омогућава коришћење мањих количина ыубрива, што је веома важно са аспекта економичности производње,

нарочито имајући у виду да исхрана чини једну трећину укупних трошкова производње (Bhat, 1999; Nazir, 2005). За успешну примену методе лисне дијагностике, поред времена узимања узорака, веома је значајно и познавање граничних концентрација за поједине нивое обезбеђености биљака минералним материјама, на чему се и заснива ова метода. За поређење добијених аналитичких података садржаја појединих елемената у листу са њиховим граничним вредностима у овом раду коришћена је метода *Deviation of the Optimum Procentual (DOP)*, која према Lucena (1997) омогућава класификацију хранива према њиховим лимитирајућим ефектима, а одступање добијених података од оптималног садржаја изражава се процентуално. Исти аутори наглашавају да је овај метод лак за примену, а да сума апсолутних вредности индекса *DOP* осликава укупни нутритивни баланс биљке.

Анализом података добијених у овом истраживању може се констатовати да су постојале разлике у вредностима садржаја макроелемената у листу по годинама истраживања. Веће вредности садржаја *N* и *K* у листовима испитиваних сорти регистроване су у 2012. години у односу на 2013. годину, а већи садржај *P*, *Ca* и *Mg* у листу евидентиран је у 2013. години у односу на 2012. годину. Наведена појава може се довести у везу са интензивним усвајањем *N* и *K* посебно у најранијим фазама раста и развића биљака. Такође, већем садржају *N* и *K* у листовима проучаваних сорти јагоде у 2012. години, вероватно су допринеле значајне резерве ових елемената евидентираних у земљишту огледног засада, као и примењена минерална ђубрива која су садржала високе концентрације ових елемената, у облику приступачном биљкама. Tagliavini et al. (2005) наводе да је усвајање хранива од стране сорти јагоде “Idea” и “Marmolada” у јесен било знатно мање него у пролеће. Исти аутори су закључили да је код испитиваних сорти јагоде најинтензивније усвајање *K*, а затим *N* било у пролеће. Различите вредности садржаја макрелемената по годинама истраживања добијене у овом раду сагласне су са резултатима Daugaard (2007), који је испитујући садржај азота у листу јагоде у периоду од 4 године, утврдио значајне варијације како по годинама испитивања тако и по испитиваним сортама. Већи садржај *Ca* и *Mg* у листовима испитиваних сорти јагоде у 2013. години највероватније је проузроковао низак садржај *K*, услед компетитивног дејства јона  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  са јоном  $K^+$ .

Минерални састав листа јагоде не зависи само од утицаја спољашњих фактора, као што су земљиште, температура, влажност, исхрана, већ зависи и од генотипа (Ames et al., 2003). Muramoto et al. (2003) су установили значајне разлике између 5 сорти јагоде у погледу садржаја укупног азота у листу и нитратног азота у лисној дршци, и

сходно томе закључили да је минерални статус биљке сортно-зависна особина. Наведене тврдње су у складу са подацима добијеним у овим истраживањима, обзиром на разлике у садржају макроелемената забележене по сортама. У другој експерименталној години сорте “Joly” и “Dely” су имале значајно већи садржај *P* и *K* у листу, у поређењу са сортом “Clery”. У погледу садржаја *Mg* у листу, издвојила се сорта “Clery”, са значајно већим садржајем поменутог макроелемента у односу на друге две испитиване сорте, што је потврђено и у наредној години испитивања. Наиме, значајан утицај сорте на садржај макроелемената запажа се и у 2013. години, па је тако значајно већи садржај *K* регистрован код сорте “Dely” у односу на сорте “Clery” и “Joly”. Према *Kastori* (1998), специфичност врста и генотипова у односу на минералну исхрану проистиче из њихове прилагођености одређеним еколошким условима, специфичностима метаболизма, морфолошке и анатомске грађе.

Азот је један од најважнијих елемената за раст и развој биљака, али његов најзаступљенији облик, атмосферски азот, није доступан биљкама. Најчешћи вид снабдевања биљака овим макроелементом је путем ђубрива, где се он налази фиксиран у амонијачном или нитратном облику. У овом истраживању највећи садржај *N* у листу код сорте “Clery” у 2012. години евидентиран је употребом минералног ђубрива. Добијене резултате потврђују истраживања *Tagliavini et al.* (2005), који су констатовали да је већа концентрација азотних ђубрива проузроковала повећање биомасе и садржаја *N* у биљним органима, али није утицала на принос и квалитет плода јагоде. Такође добра снабдевеност земљишта огледног засада укупним азотом, као и додавање минералних ђубрива са високом концентрацијама нитратног, амонијачног и амидног облика азота, вероватно је значајно допринело високом садржају *N* у листу у третману минералним ђубривом. Према наводима *Kresović & Ličina* (2003), *N* у земљишту се примарно налази у органском облику и његова искористивост од стране биљака је могућа након што се заврши процес минерализације. Уједно, исти аутори истичу да се методе за одређивање укупног и лакохидролизујућег азота могу сматрати поузданим за оцену приступачности азота у земљишту.

Примена минералног ђубрива и инокулација биљака биофертилизатором 1 позитивно се одразила на садржај *K* у листу сорте “Clery” у 2012. години. Код сорте “Joly” високе вредности садржаја *N*, *P* и *K* регистроване су након употребе минералног ђубрива, а највеће вредности *Ca* и *Mg* након употребе биофертилизатора 1. Највеће вредности свих испитиваних макроелемената код сорте “Dely” у 2012. години забележене су у третману минералним ђубривом. Међутим, важно је истаћи да се

вредности садржаја *N*, *P* и *Mg* у третману минералним ђубривом нису значајно разликовале од вредности садржаја наведених елемената у третману биофертилизатором 1 код ове сорте у 2012. години. Апликацијом минералних ђубрива, која у свом саставу имају лакоприступачан *N*, *P* и *K*, путем система за наводњавање (фертигација) постигнута је оптимална снабдевеност биљака овим хранивима, која су тренутно доступна биљкама. Постоји велики број ризосферних бактерија (*Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Bacillus mucilaginosus*, *Bacillus edaphicus*, *B. circulans* и *Paenibacillus* sp.), које имају способност ослобађања калијума из алумосиликата који након тога постаје приступачан биљкама (*Lion et al.*, 2002; *Sheng*, 2005; *Li et al.*, 2006; *Liu et al.*, 2012). Повећан садржај *K* у листу у третману биофертилизатором 1 код сорте “Clegy” може се довести у везу са присуством неких од наведених родова бактерија у поменутом биофертилизатору.

Код сорте “Clegy” у 2013. години, највећи садржај *N* и *K* у листу био је у третману минералним ђубривом, *P* и *Mg* у третману са оба испитивана биофертилизатора, а *Ca* само у третману са биофертилизатором 1. *Esitken et al.* (2010) наводе да је највећи садржај *P* у листу јагоде забележен при инокулацији са *Bacillus M-3*, што се може објаснити способношћу бактерија рода *Bacillus* да растварају тешко растворљива фосфорна једињења. Исти аутори објашњавају да органске киселине које производе ове бактерије, такође утичу на већу доступност *P*, *Ca* и *Mg*.

Као и код сорте “Clegy”, највећи садржај *N* у листу сорте “Joly” у 2013. години евидентиран је применом минералног ђубрива, а највећи садржај *P*, *Ca* и *Mg* применом биофертилизатора 1. Сагласно садржају *N* у листу поменутих сорти, и код сорте “Dely” у 2013. години највећи садржај *N* у листу евидентиран је у третману минералним ђубривом, највећи садржај *P* и *K* у контроли и третману биофертилизатором 2, а *Ca* у третманима биофертилизаторима и контроли. Према *Tagliavini et al.* (2005), доступност појединих хранива у зони кореновог система утиче на њихову стопу усвајања. Исти аутори су установили повећано усвајање азота код јагоде сорте “Onda” за 50% након додавања већих количина азотних минералних ђубрива. На исти начин се може објаснити настало повећање садржаја *N* у листу у третману минералним ђубривом код свих испитиваних сорти у 2013. години. Наведена појава утицаја биофертилизатора 1 на садржај *P* у листу може се објаснити способношћу бактерија од којих су биофертилизатори сачињени да на директан или индиректан начин трансформишу тешко растворљива фосфорна једињења, и тако доприносе бољем усвајању овог елемента од стране биљке. Такође позитиван утицај биофертилизатора на садржај *Ca* и

*Mg* у листу испитиваних сорти јагоде може бити резултат растварања минерала *Ca* и *Mg* у земљишту насталог услед деловања киселина које продукују ризосферне бактерије садржане у биофертилизатору.

Резултати добијени израчунавањем *DOP* индекса указују на дефицит *N*, *P* и *K* у листу јагоде у 2012. години, односно на дефицит *N* и *K* у 2013. години. Дефицит азота код јагоде утиче на редуковање лисне површине, масе корена и димензија плода (Johanson & Walker, 1963; Ulrich et al., 1980). Садржај *P* у листу у 2013. години био је у дефициту у третманима минералним ђубривом код све три испитиване сорте, а у свим осталим третманима евидентиран је суфицит овог елемента. Према Sundara et al. (2002) од укупне количине унетих фосфорних ђубрива у земљиште биљка усвоји само мањи део а остатак реагује са материјама из земљишта при чему се стварају теже растворљива једињења. Суфицит *Ca* регистрован је у обе испитиване године код свих интеракцијских ефеката сорта/ђубриво, са изузетком сорте “Dely” у 2012. години код које је евидентиран дефицит *Ca* у третману биофертилизатором 1 и контролном третману. Према Kastori (1998), са становишта хармоничне исхране биљака веома је важан однос садржаја *Ca:K*. Однос поменутих елемената истовремено указује и на њихово узајамно дејство при усвајању и са тим у вези, на накупљање у биљкама. Овако се може објаснити дефицит *K* и сувишак *Ca* у листу јагоде у обе експерименталне године. *DOP* индекс за *Mg* у листовима јагоде указује да се одступање од оптималног нивоа прописаног за овај елемент мењало у зависности од сорте и ђубрива. Имајући у виду да *N* спада у групу елемената који се веома добро крећу, разлог дефицита *N* у листовима испитиваних сорти у обе експерименталне године може бити његово губљење испирањем из земљишта.

Анализом варијансе  $\Sigma DOP$  индекса установљено је да значајност разлика међу сортама у обе испитиване године, није постојала. Са друге стране, између третмана ђубривима укључујући и контролу, евидентирано је постојање значајних разлика у погледу интензитета дебаланса садржаја макроелемената у обе експерименталне године. Добијени резултати указују на најбоље избалансиран садржај макроелемената употребом минералних ђубрива код сорти “Clery” и “Joly”, и употребом биофертилизатора 1 код сорте “Dely” у 2012. години. Слични резултати добијени су и у 2013. години, када је након примене минералних ђубрива установљен најповољнији баланс макроелемената у листу сорти “Clery” и “Joly”, а применом биофертилизатора 2 у листу сорте “Dely”. Висок садржај лакоприступачних облика најважнијих макроелемената у минералним ђубривима која су примењена у овом истраживању

значајно је допринео испољавању њиховог најбоље избалансираног садржаја у листу испитиваних сорти јагоде.

Знатно веће вредности садржаја микроелемената у листу јагоде биле су у 2013. у поређењу са 2012. годином, изузев садржаја *Zn* у листу, који је био нешто виши у 2012. години, и садржаја *Cu* који је имао приближне вредности у обе испитиване године.

Садржај минералних елемената у листу зависи од великог броја биотичких и абиотичких фактора, али и од специфичности врсте и сорте. Највиши садржај *Cu*, *Zn* и *B* детектован је код сорте “Joly”, при чему значајна разлика у садржају *B* у листовима није установљена између сорти “Clergy” и “Joly” у 2012. години. *Daugaard* (2001) је у својим истраживањима спроведеним на 7 сорти јагоде у органском систему гајења, утврдио да је ниво хранива у листу сортно специфична особина и да се мора узети у обзир приликом оцењивања захтева јагоде за минералним хранивима.

Значајно варирање у погледу садржаја микроелемената под утицајем типа ђубрива код сорте “Clergy” у 2012. години није забележено. Изузетак је чинио садржај *Mo* у листу ове сорте, чији је значајно већи садржај евидентиран у контролном третману у поређењу са третманима минералним ђубривом и биофертилизаторима. Интересантно је запазити да је највећи садржај свих микроелемената у листу сорте “Joly” у 2012. години забележен у третману минералним ђубривом осим садржаја *B*, који се није значајно мењао под утицајем примењених типова ђубрива. Значајно више вредности садржаја *Fe* и *B* евидентирани су у третману минералним ђубривом код јагоде сорте “Dely” у 2012. години, највише вредности *Zn* у третманима биофертилизатором 1 и минералним ђубривом, док је садржај *Mo* био значајно већи у контроли у поређењу са применом биофертилизатора.

У 2013. години, највише евидентираних вредности за садржај *Fe* у листу јагоде сорте “Clergy” биле су у третману биофертилизатором 2, *Cu* у третману са оба биофертилизатора, *Mn* у третману минералним ђубривом и биофертилизатором 2, *Zn* и *Mo* у третману минералним ђубривом и *B* у контроли. Код сорте “Joly”, у 2013. години забележене су значајно веће вредности *Fe* и *Mo* у третману минералним ђубривом у поређењу са контролом, *Cu* и *Mn* у контроли, а приближне и високе вредности садржаја *Zn* су забележене у третманима минералним ђубривом, биофертилизатором 1 и у контроли. Уједно, највећи садржај *B* је регистрован у третману биофертилизатором 1, али он није био значајно већи у поређењу са контролом. Као код сорте “Joly”, и код сорте “Dely” у 2013. години у третману минералним ђубривом забележен је највећи



садржај *Fe* и *Mo*, у третману биофертилизатором 1 највећи садржај *Cu* и *Mn*, и висок садржај *Zn* у третманима минералним ђубривом и биофертилизатором 2.

У 2012. години, висок садржај *Zn* у листовима сорте “Joly” евидентиран је употребом минералног ђубрива а код сорте “Dely” употребом минералног ђубрива и биофертилизатора 1. Слична тенденција запажа се и у 2013. години, када је висок садржај овог елемента евидентиран употребом минералног ђубрива код све три испитиване сорте, као и употребом биофертилизатора 1 код сорте “Joly” и биофертилизатора 1 и 2 код сорте “Dely”.

Код садржаја *B* у листу није евидентирана никаква правилност, па је на повећање садржаја овог микроелемента у 2012. години утицала само примена минералног ђубрива код сорте “Dely”. У 2013. години, забележено је повећање садржаја *B* код сорте “Clery” у контролном третману и код сорте “Joly” у контролном третману и у третману биофертилизатором 1.

Садржај *Mo* у листу све три испитиване сорте у 2012. години имао је највећу вредност након примене минералног ђубрива. У 2013. години, висок садржај *Mo* у листу код сорте “Clery” евидентиран је у контролном третману, код сорте “Joly” у третману минералним ђубривом, а код сорте “Dely” у контролном третману и нешто нижа вредност у третману минералним ђубривом.

Анализом индекса *DOP* израчунатих за садржај микроелеменета у 2012. години, запажа се највеће процентуално одступање од оптималних вредности у садржају *Zn*, *Cu*, *Mn* и *Fe* у листу, и знатно мање одступање у садржају *B* и *Mo*. Мање одступање садржаја *Fe* од оптималног у поређењу са одступањем *Cu*, *Mn* и *Zn*, и у 2012. години, може се објаснити компетитивним деловањем јона  $Fe^{2+}$  приликом усвајања са јонима  $Mn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  и  $Zn^{2+}$ . Према наводима *Džamić & Stevanović* (2007) при *pH* 5–7, *B* у земљишту за исхрану биљака има довољно, јер су већина једињења *B* растворљива. Мањи недостатак *B* у односу на остале микроелементе може се довести у везу са благо киселом реакцијом земљишта у огледном засаду (*pH* 5,48), која утиче на интензивније усвајање овог елемента из земљишног раствора. Најмањи дефицит међу испитиваним микроелементима утврђен је у погледу садржаја *Mo*, с тим што је у контролном третману код сорти “Clery” и “Dely” и третману минералним ђубривима код сорти “Joly” и “Dely” евидентиран сувишак овог микроелемента у листовима јагоде. Према наводима *Kastori* (1998), усвајање *Mo* је интензивније у присуству  $NO_3^-$  него  $NO_4^+$  облика азота. Суфицит *Mo* нарочито у третманима минералним ђубривом код сорти “Joly” и “Dely”, и вредност приближна оптималној вредности код сорте “Clery” може се

приписати синергистичком дејству нитратног азота садржаног у минералним ђубривима на усвајање *Mo*. Према подацима добијеним израчунавањем  $\Sigma DOP$  за садржај микроелемената у листу јагоде у 2012. години можемо уочити да сорта није утицала на баланс микроелемената у листу јагоде, док је међу испитиваним ђубривима укључујући и контролу, евидентирано постојање значајних разлика у погледу интензитета дебаланса садржаја микроелемената у листу. Код све три испитиване сорте најмањи дебаланс микроелемената у листу забележен је употребом минералног ђубрива у 2012. години. Наведени ефекти минералних ђубрива су очекивани, имајући у виду чињеницу да су примењена ђубрива садржала микроелементе у облику приступачном биљкама (соли *B* и *Mo* и хелатне комплексе (*EDTA*) *Fe*, *Mn*, *Zn* и *Cu*).

Између третмана ђубривима, укључујући и контролу, евидентирано је постојање значајних разлика у погледу интензитета дебаланса садржаја микроелемената. Највећи дебаланс микроелемената у 2012. години детектован је у третману биофертилизатором 1 и контролном третману код сорте “Clery” (340,77 и 337,03, по редоследу), затим у третману биофертилизатором 1 код сорте “Joly” (315,68) и у контролном третману код сорте “Dely” (331,25). Иако је минерално ђубриво условило успостављање најбоље равнотеже у садржају микроелемената у листовима јагоде међу испитиваним третманима у 2012. години, у 2013. години третман минералним ђубривом изазвао је највећи дебаланс микроелемената, а третман биофертилизатором 2 резултирао је успостављањем најбоље равнотеже између микроелемената у листу све три испитиване сорте, као и биофертилизатор 1 само код сорте “Dely”.

Анализом индекса *DOP* израчунатих за садржај микроелемената у 2013. години, запажа се највеће процентуално одступање од оптималних вредности у садржају *Zn* и *Cu*, нешто мање *Mn* и *Fe* и најмање одступање од оптималних вредности у садржају *B*. У односу на претходну годину запажа се мањи дефицит *Fe*, *Mn* и *B*. Једино је у погледу садржаја *Zn* у листу евидентиран већи дефицит у 2013. години у односу на 2012. годину. Садржај *Mo* у листу у 2013. години био је у сувишку. Према *Kastori* (1998), присуство веће количине *Ca* у хранљивом супстрату може неповољно да се одражава на приступачност неких микроелемената: *B*, *Mn*, *Fe*, *Cu*, *Zn*. Сувишак *Ca* у листу евидентиран у 2013. години условио је недостатак наведених елемената услед њиховог антагонизма при усвајању.

Према подацима добијеним израчунавањем  $\Sigma DOP$  за садржај микроелемената у листу јагоде у 2013. години можемо уочити да су и сорта и ђубриво значајно утицали на баланс микроелемената у листу јагоде. Највећи дебаланс микроелемената у 2013.

години детектован је код сорти “Joly” и “Dely” (381,58 и 386,95, по редоследу), а најмањи код сорте “Clery” (340,75). Код све три испитиване сорте највећи интензитет дебаланса микроелемената у листу забележен је употребом минералног ђубрива у 2013. години. Најмањи интензитет дебаланса у 2013. години евидентиран је код сорте “Clery” у третману биофертилизатором 2, односно у третману Биофертилизатором 2 и контроли код сорте “Joly”, а код сорте “Dely” у третманима са оба биофертилизатора. Добијени резултати се могу објаснити високим садржајем лакоприступачног фосфора у минералним ђубривима, који се могао неповољно одразити на усвајање и транспорт јона *Fe*, *Zn*, *Mn*, *Cu* и *B*, у тој мери да је проузроковао њихов недостатак.

### 8.3. Генеративни потенцијал јагоде

Генеративни развој јагоде је генетички контролисан и условљен факторима спољашње средине (*Braun & Kender*, 1985; *Bathey et al.*, 1998). Најважнији фактори спољашње средине који утичу на диференцијацију цветних пупољака код јагоде су светлост и температура. Управо се повољнијим температурним условима у периоду диференцирања цветних пупољака могу објаснити веће вредности параметара генеративног потенцијала, које су евидентирани у 2013. у односу на 2012. годину. У септембру и октобру 2012. године у време образовања цветних пупољака регистроване су нешто више средње месечне температура (9,5 и 13,8°C, по редоследу) у поређењу са истим месецима у претходној години (3,7 и 11,8°C, по редоследу) и са вишегодишњим просеком (5,0 и 11,3°C, по редоследу).

Резултати овог истраживања потврђују чињеницу да је генеративни развој јагоде генетички контролисан, обзиром да је у обе експерименталне године (2012. и 2013.) када је јагода плоносна, сорта испољила значајан утицај на све испитиване параметре генеративног потенцијала. У 2012. години већина испитиваних параметара генеративног потенцијала (број цветова по бокору, број приметних плодова по родној стабљивици, број приметних плодова по бокору) имала је највеће вредности код сорте “Clery”. Међутим значајно већи број родних стабљика по бокору евидентиран је код сорте “Joly” (5,9) у поређењу са сортама “Clery” и “Dely”. У истраживањима *Milivojević et al.* (2015), евидентирана је нешто нижа вредност броја родних стабљика по бокору код сорте “Joly” (5,6) у односу на ова истраживања. Високе вредности параметара генеративног потенцијала сорте “Clery”, нису се одразиле на добијање највећих

приноса код ове сорте. Проучавајући генеративни потенцијал једнородних селекција јагоде које припадају различитим епохама зрења, *Milivojević et al.* (2015) истичу да упркос скоро два пута већем броју плодова по бокору код сорте “Clery” у поређењу са сортом “Alba”, значајност разлика у висини приноса по бокору није регистрована. Значајно већи принос по бокору и по  $m^2$  у 2012. години установљен је код сорте “Joly” (771,2 g и 6,5 kg, по редоследу) у односу на сорту “Clery” (497,6 g и 4,3 kg, по редоследу) и сорту “Dely” (322,5 g и 3,3 kg, по редоследу). *Milivojević et al.* (2015) наводе да је сорта “Joly” гајена на подручју Београда имала умерено високу родност (785,4 g), што је сагласно подацима добијеним у овом истраживању.

Посматрајући утицај типа ђубрива на генеративни потенцијал јагоде, може се закључити да је у првој експерименталној години дошло до значајног повећања броја цветова по бокору, броја заметнутих плодова по родној стабљивици и броја заметнутих плодова по бокору применом минералног ђубрива (29,3, 6,6 и 25,9, по редоследу) у поређењу са контролом и применом биофертилизатора 1. Број цветова по бокору у истраживањима *Pešaković & Milivojević* (2014) код јагоде сорте “Clery” гајене у условима стакленика (36,2), био је са једне стране већи у односу на вредности у овом истраживању евидентирани у 2012. години, док је са друге стране био мањи у односу на вредности броја цветова по бокору добијене у 2013. години. Важно је истаћи да се број цветова по бокору и број заметнутих плодова по бокору није значајно разликовао у третману минералним ђубривом и биофертилизатором 2. Сразмерно високим вредностима генеративног потенцијала забележеним применом минералног ђубрива, принос по бокору и по  $m^2$  био је значајно виши у третману минералним ђубривом (715,0 g и 5,7 kg, по редоследу) у односу на остале испитиване третмане у 2012. години.

Међу испитиваним параметрима генеративног потенцијала, једино је број заметнутих плодова по бокору био под значајним утицајем интеракције проучаваних фактора (сорте и типа ђубрива), а најбољи резултати постигнути су код сорте “Clery” употребом минералног ђубрива. Код сорте “Joly” значајно повећање броја заметнутих плодова по бокору је регистровано у третману биофертилизатором 2, али вредност није била значајно различита у поређењу са третманом минералним ђубривом и контролним третманом, што указује да је минерално ђубриво имало стимулативан ефекат на број заметнутих плодова по бокору код ове две сорте. Међутим, код сорте “Dely” нису уочене значајне разлике између испитиваних третмана ђубривима у 2012. години.

Интересантно је запазити да су у 2013. години, исто као и у претходној години истраживања, највеће вредности броја цветова по бокору и броја заметнутих плодова

по бокору евидентиране код сорте “Clery”. Ипак, за разлику од претходне године, повећање ових вредности се позитивно одразило на висину приноса. Значајност разлика у приносу по бокору и по  $m^2$  између сорти “Clery” (804,4 g и 6,4 kg, по редоследу) и “Joly” (857,5 g и 6,9 kg, по редоследу) није утврђена, а као и у претходној години најнижи принос по бокору и по  $m^2$  регистрован је код сорте “Dely” (657,5 g и 5,2 kg, по редоследу). Обзиром да сорта “Clery” има склоност ка секундарном цветању, кумулативни принос добијен вансезонским гајењем ове сорте у супстрату у загрејаном стакленику (у првом главном роду у марту је био  $5\text{ kg m}^{-2}$ , а у другом роду у јуну је износио  $3\text{ kg m}^{-2}$ ) који наводе *Martinelli & Leis* (2012) превазилази принос ове сорте у нашем истраживању. Са друге стране, код сорте “Clery” гајене у врећама испуњеним супстратом, које су биле постављене на подне конзоле висине 1,1 m у високом тунелу, са густином склопа од 10 биљака/ $m^2$ , *Milivojević et al.* (2006) су регистровали нижу родност (87,8 g/биљци у јесењој берби и 431,5 g/биљци у пролећној берби) у односу на родност забележену у овом истраживању. На основу ових резултата можемо констатовати да на висину оствареног приноса по  $m^2$  поред генотипа, значајан утицај има и број биљака по  $m^2$ , који је у хидропонском узгоју углавном већи у поређењу са стандардном технологијом гајења на отвореном пољу. Значајно веће и истовремено приближне вредности испитиваних параметара генеративног потенцијала, изузев броја заметнутих плодова по родној стабљивици, забележене су применом минералног ђубрива и биофертилизатора 1 у 2013. години, у поређењу са контролним третманом. Принос по бокору и по  $m^2$  био је значајно већи у третману минералним ђубривом (868,7 g и 6,9 kg, по редоследу) и биофертилизатором 1 (867,5 g и 6,9 kg, по редоследу) у односу на контролни третман и третман биофертилизатором 2.

У складу са анализом појединачних фактора, најпозитивнији утицај на број родних стабљика по бокору показали су интеракцијски ефекти сорте “Joly” са минералним ђубривом и биофертилизаторима у поређењу са контролним третманом, док су код сорте “Clery” минерално ђубриво и биофертилизатор 1 имали стимулативан утицај на повећање броја родних стабљика по бокору. Иста ђубрива имала су позитиван утицај на повећање броја цветова по бокору код сорте “Joly” у односу на контролни третман, а код сорте “Clery” у односу на третман биофертилизатором 2 и контролни третман. Значајне разлике између испитиваних третмана ђубривима у погледу броја цветова по бокору код сорте “Dely” нису уочене, али је третман биофертилизатором 2 утицао на повећање броја родних стабљика по бокору код ове сорте у поређењу са контролом.

#### 8.4. Физичка својства плода јагоде

Физичка својства плода представљају важан показатељ њиховог квалитета, а маса плода је једна од најважнијих помолошких особина виокопродуктивних сорти јагоде. Обзиром да је маса плода једна од врло битних компоненти приноса, код оцењивања нових сорти посебно се преферирају крупни плодови, што је значајно и са становишта повећања ефикасности ручне бербе и пласмана плодова у свежем стању.

Добијени резултати физичких својстава плода јагоде у овом раду указују на варирања вредности по годинама испитивања, па се може запазити да су значајно више вредности испитиваних параметара биле у 2012. години (19,9–35,43 g) у поређењу са 2013. годином (15,3–22,1 g). Постојање разлика у вредностима физичких својстава плода по годинама испитивања може се објаснити различитим метеоролошким условима, односно вишим средњим месечним температурама у 2013. години, а нарочито током интензивног пораста плода јагоде у априлу и мају месецу (13,2 и 18,2°C, по редоследу) у односу на исти период у 2012. години. Према *Renquist et al.* (1982) и *Hellman & Travis* (1988) јагоде под температурним стресом расту спорије, и имају нижу продукцију плодова, који су мање крупноће. Међутим, на смањење крупноће плода утиче и повећан број приметних плодова по бокору јагоде што је уобичајена појава у другој години експлоатације засада, а то потврђују и резултати добијени у овом раду.

Сорте јагоде проучаване у овом раду међусобно су се разликовале у погледу масе и димензија плода, што указује на утицај наследне основе на ове особине. У обе експерименталне године са највећом масом и димензијама (дужина и ширина) плода издвојила се сорта “Joly” (35,4 g, 51,0 и 42,4 mm, по редоследу у 2012. години и 22,1 g, 41,1 и 39,6 mm, по редоследу у 2013. години). Утицај генотипа на испољавање најважнијих физичких својстава плода потврђен је у истраживањима *Pešaković & Milivojević* (2014), који наводе да је сорта условила значајне промене у маси, димензијама и индексу облика плода јагоде. Маса плода сорте “Clery” добијена у овим истраживањима била је нижа у односу на масу плода сорте “Joly” у обе експерименталне године. Такође, *Milivojević et al.* (2015) истичу да иако се сорта “Joly” одликовала приближним приносом по бокору као сорта “Clery”, просечна маса плода код сорте “Joly” била је виша (26,9 g). У истраживањима *Milivojević et al.* (2015), маса плода сорте “Clery” гајене у условима отвореног поља (22,8 g) била је приближна маси

плода забележеној у ранијем истраживању истих аутора (*Milivojević et al.*, 2009) код сорте “Clery” гајене у условима пластеника (22,9 g). Међутим, маса плода сорте “Clery” у овим истраживањима била је мања у обе експерименталне године (19,9 g у 2012. години и 17,9 g у 2013. години) у односу на напред наведене вредности. Идентичне вредности индекса облика плода евидентиране су код сорти “Clery” и “Joly”, што одговара претежно конусном облику плода. Значајно већа дужина петељке плода регистрована је код сорте “Clery” у обе експерименталне године у односу на друге две испитиване сорте.

Ћубриво је испољило снажнији ефекат на варирање физичких својстава плода у 2013. години него у 2012. години. У 2012. години значајно повећање дужине петељке плода у контроли, третману минералним ђубривом и биофертилизатором 2 једино је установљено у односу на третман биофертилизатором 1. Насупрот томе, у 2013. години повећање масе плода и дужине петељке условила је примена минералног ђубрива и биофертилизатора 1, а највише вредности димензија плода (дужина и ширина) евидентиране су након примене минералног ђубрива. У истраживањима *Chelpiński et al.* (2010) највећа просечна маса 100 плодова јагоде сорте “Kent” била је у третману са већим количинама амонијум-нитрата заједно са *NPK* ђубривом. Са друге стране, *Sayuela et al.* (1997) истичу да нису евидентиране значајне разлике у погледу масе и димензија плода код јагоде сорте “Chandler” између органског и конвенционалног начина гајења. Исти аутори наглашавају да је у оба начина гајења додата приближно иста количина хранива (*N-P-K*, 300-100-350) у различитим облицима, и то у конвенционалном начину гајења у облику минералних ђубрива, а у органском начину гајења додавањем течног живинског стајњака и хуминских киселина. Слично томе, у овим истраживањима такође нису евидентиране значајне разлике у вредностима индекса облика плода између третмана минералним ђубривом (1,0) и биофертилизаторима (1,1) у 2013. години.

Интеракцијски ефекат сорте и типа ђубрива условио је значајне промене масе плода у 2013. години. Наиме, највеће вредности масе плода имале су сорте “Clery” и “Joly” у третманима са минералним ђубривом и биофертилизатором 1, што је сагласно резултатима добијеним анализом утицаја појединачних фактора тј. типа ђубрива на вредности поменутог параметра. Код сорте “Dely”, сви примењени типови ђубрива су условили повећање масе плода у поређењу са контролним третманом у 2013. години.

## 8.5. Хемијске особине плода јагоде

У обе године плодоношења (2012. и 2013. година) садржај растворљиве суве материје није значајно варирао међу испитиваним сортама и типовима ђубрива. Просечне вредности садржаја растворљиве суве материје у функцији испитиваних типова ђубрива кретале су се од 9,9 до 10,5% у 2012. години, односно од 8,8 до 9,0% у 2013. години. Истраживања спроведена у условима Флориде, указују на значајан утицај температуре ваздуха на садржај растворљиве суве материје у плоду јагоде (*MacKenzie & Chandler, 2008*). Аутори наводе да су високе температуре које су се јавиле једну недељу пре почетка бербе условиле релативно низак садржај растворљиве суве материје у плоду јагоде у првој години испитивања, док варирање у садржају растворљиве суве материје у другој години испитивања није регистровано када су просечне температуре једну недељу пред бербу биле знатно ниже. Вредности садржаја растворљиве суве материје у плоду јагоде сорте “Joly” у обе експерименталне године биле су веће од вредности добијених за сорту “Joly” од стране *Milivojević et al. (2015)* у условима Београда (8,03%).

Већи просечан садржај укупних шећера регистрован је у 2012. години, и то као резултат двоструко већег садржаја сахарозе у односу на 2013. годину. Ниво шећера и органских киселина у плодовима воћака зависе од генотипа, а такође су и под утицајем фактора спољашње средине и агротехничких мера, које се спроводе у воћњаку (*Hudina & Štampar, 2009; Colaric et al., 2005*). Доминантан утицај генотипа на садржај шећера у плоду јагоде очигледан је и у овом истраживању, имајући у виду да је до варирања садржаја укупних шећера у обе године плодоношења дошло само под утицајем сорте, док третмани различитим типовима ђубрива нису условили значајно повећање садржаја шећера. Највиши садржај укупних шећера у 2012. години имале су сорте “Clegy” и “Dely” (7,66 и 7,80%, по редоследу), а у 2013. години “Joly” и “Dely” (6,87 и 6,69%, по редоследу). *Crespo et al. (2010)* су констатовали да је упркос различитој дистрибуцији шећера међу сортама, рангирање сорти према индексу сласти, слично рангирању према садржају укупних шећера. Исти аутори наводе да је садржај укупних шећера важан атрибут укуса плода јагоде и да је високо корелисан са прихватљивошћу од стране потрошача (*Azodanlou et al., 2003; Jouquand et al., 2008*). Садржај укупних шећера у плоду мења се током сазревања, међутим, удео сваког шећера остаје константан, чак и у различитим условима гајења и код различитих сорти јагоде (*Woodward, 1972; Forney*



& Breen, 1986). Глукоза, фруктоза и сахароза чине 99% укупног садржаја шећера код јагоде (Nunes et al., 2006). На основу резултата добијених у овом истраживању може се закључити да у структури укупних шећера у плодовима испитиваних сорти јагоде доминирају инвертни шећери (глукоза и фруктоза), и да је само у 2013. години сорта условила промену у садржају инвертних шећера, када је значајно већи садржај регистрован у плодовима сорти “Joly” и “Dely” (6,43 и 6,29%, по редоследу) у поређењу са сортом “Clery” (5,76%). Вредности садржаја сахарозе варирале су под утицајем сорте у обе испитиване године. Наиме, са највећим просечним вредностима садржаја сахарозе у обе експерименталне године издвојила се сорта “Joly” (0,80 и 0,42%, по редоследу). Montero et al. (1996) су утврдили да се садржај сахарозе повећава током развоја плода код сорте јагоде “Chandler” све до фазе пуне зрелости, када долази до знатног опадања њеног садржаја.

Органске киселине чине важан део садржаја растворљиве суве материје, и такође дају велики допринос укусу и ароми плода јагоде (Cordenunsi et al., 2002). Поред њиховог значаја у формирању укуса плода, киселине су важне и са аспекта прераде плодова јер утичу на желирајућа својства пектина (Cordenunsi et al., 2002). Green (1971) наводи да је најзаступљенија киселина у плоду јагоде лимунска, а њен удео у укупној киселости плода износи 92%, док је удео јабучне киселине знатно мањи и износи 9%. У овом истраживању виши садржај укупних киселина евидентиран је у 2012. у односу на 2013. годину, на супрот истраживањима Tđnutare et al. (2009), који наводе да значајна разлика у садржају укупних киселина између плодова двогодишњих и трогодишњих биљака није утврђена. Варијације у метаболизму органских киселина евидентирани су код многих врста воћака (Zheng et al., 2009) и велики број генетичких истраживања је показало да је акумулација органских киселина (нпр. јабучне киселине) контролисана генима, са разликама не само између врста, већ и између сорти воћака (Saradhuldhath & Paull, 2007). То потврђују и резултати добијени у овом раду где је у првој години плодношења највиши садржај укупних киселина евидентиран код сорте “Clery” (0,83%), а у другој години плодношења код сорте “Joly” (0,71%), док је најнижи садржај укупних киселина у обе године испитивања имала сорта “Dely” (0,66 и 0,52%, по редоследу).

У првој години плодношења, биофertilизатор 2 условио је значајно виши ниво укупних киселина (0,81%) у односу на третмане минералним ђубривом и биофertilизатором 1, а у другој години плодношења минерално ђубриво (0,62%) у односу на третман биофertilизаторима и контролни третман. Umar et al. (2009) наводе

да се киселост плода повећава додавањем урее као извора азота при исхрани јагоде. Исти аутори објашњавају да повећање киселости плода може бити последица веће синтезе органских киселина које настаје услед веће лисне површине бокора, која засењује плодове и тако утиче на снижавање температуре плода, и мање трошење киселина у процесу дисања. У сагласности са наведеним су и резултати ових истраживања, а повећање киселости плода настало у третману бофертилизатором 2, може се објаснити чињеницом да је поменути биофертилизатор утицао на снажнији вегетативни раст код јагоде па самим тим и већу засењеност плодова. Према наводима *Locascio et al.* (1990) и *Güler* (1997), од свих минералних ђубрива, калијумова имају највећи утицај на квалитет плода јагоде, посебно на укупну киселост. С тим у вези, *Macit et al.* (2007) наводе да је значајно нижи ниво укупних киселина код органски гајене јагоде последица ниске доступности *K* у ђубривима која се користе у органској производњи. Застирање земљишта црном полиетиленском фолијом има значајан ефекат на садржај укупних киселина путем утицаја на водни и температурни режим земљишта, који, са друге стране, имају пресудан утицај на многе особине земљишта и механизам усвајања хранива (*Singh et al.*, 2007).

Садржај сахарозе у плодовима јагоде у 2012. години, као и садржај укупних киселина у обе експерименталне године били су под утицајем интеракције сорте и типа ђубрива. Подаци добијени за утицај интеракције сорта/ђубриво указују на висок садржај сахарозе код сорте “Joly” у свим третманима ђубривима укључујући и контролу. Стимулативан утицај на садржај укупних киселина у првој години плодношења показала је интеракција сорте “Clery” са биофертилизатором 2 и контролом, а у следећој испитиваној години интеракције сорте “Joly” са третманима минералним ђубривом и биофертилизатором 2.

Бројна истраживања су доказала да свакодневно конзумирање плодова јагодастог воћа утиче на побољшање општег здравственог стања човека. Лековита својства плодова објашњавају се углавном присуством секундарних метаболита, који имају различите биолошке активности. Конзумирање јагодастог воћа доприноси смањењу ризика од неких врста хуманих канцера и кардиоваскуларних болести (*Bazzano et al.*, 2002) и позитивно утиче на снижавање крвног притиска, јачање имуног система, детоксикацију организма и редукцију инфламаторних обољења (*Sack & Kass*, 1988; *Ascherio et al.*, 1992).

Сматра се да су слободни радикали узрок појаве многих патолошких стања у људском организму. Слободни радикали су стални продукти ћелијског метаболизма

(Benavente-García et al., 1997) који настају као резултат загађења ваздуха, радијације, претераног излагања сунцу, стреса, али и због прекомерног уноса индустријске хране и хране богате засићеним масноћама. Поред сопственог одбрамбеног механизма, организам се против слободних радикала бори уношењем хране богате антиоксидантима. Плодови јагоде, у поређењу са другим врстама воћака, садрже поред витамина *C* и велике количине фенолних једињења, која су испољила позитивно дејство против слободних радикала у *in vitro* тестирањима (Seeram et al., 2006; Aaby et al., 2007).

У бројним истраживањима, срећу се веома различити подаци за садржај витамина *C* у плодовима јагоде. Ове варијације могу бити резултат деловања различитих фактора: врсте, сорте, технологије гајења, еколошких услова, зрелости плода, региона гајења, дужине и услова складиштења (Nile & Park, 2014). Знатно више вредности за садржај витамина *C* у плоду јагоде наводе Ferreyra et al. (2007) и Montero et al. (1996) у односу на вредности добијене у овом истраживању. У другој експерименталној години највећу вредност садржаја витамина *C* имала је сорта “Joly” (50,2 mg 100 g<sup>-1</sup> св. м. пло.), а у трећој експерименталној години између анализираних сорти значајност разлика није установљена. Резултати добијени у овом раду одговарају раније спроведеним истраживањима Cordenunsi et al. (2002), који наводе да се садржај витамина *C* у току зрења кретао од 40–85 mg на 100 g свежје масе плода.

Дејство интеракције сорте и типа ђубрива на садржај витамина *C* било је значајно у обе године истраживања. С тим у вези, значајно виши ниво витамина *C* у свим третманима ђубривима укључујући и контролу имала је сорта “Joly” у поређењу са сортама “Clery” и “Dely” у обе експерименталне године. На основу наведених података се може закључити да је садржај витамина *C* сортно зависна особина.

Примена бофертилизатора 2 позитивно се одразила на садржај витамина *C* у плоду јагоде у 2013. години. Поред тога, важно је и напоменути да је садржај витамина *C* у 2013. години био већи у односу на 2012. годину. Наведени резултати сагласни су са резултатима Skupien & Moor (2005) који су закључили да су на варирање садржаја витамина *C* у плоду јагоде сорте “Bounty” утицали година истраживања, начин зазирања земљишта у засаду и примењена ђубрива. Треба такође истаћи да је примена минералног ђубрива и бофертилизатора 1 код сорте “Clery” резултирала већим садржајем витамина *C* у плоду.

Фловоноиди и фенолне киселине су две велике и хетерогене групе биолошки активних не-нутритивних фенолних једињења (Shahidi & Naczk, 1995). Фенолне

киселине се састоје од фенолног језгра и бочног низа који садржи један (деривати бензоеве киселине) или три (деривати цинамичне киселине) угљеникова атома и обухватају хидрокси и друге функционалне деривате бензоеве и цинамичне киселине. Најзаступљеније хидроксицинамичне киселине, које се јављају у плодовима јагодастог воћа, су: *p*-кумаринска, кафеинска и ферулинска киселина, а хидроксибензоичне киселине су: *p*-хидроксибензоична, гална, елагинска, 3-4-дихидроксибензоична и ванилинска киселина (Robards & Antolovich, 1997; Clifford, 1999; Tomás-Barberan & Clifford, 2000; Manach et al., 2004). Деривати наведених киселина се јављају у плодовима воћака у различитим коњугованим формама. Milivojević (2008) истиче да елагинска киселина представља димерни кондензациони продукт галне киселине, па је њено присуство уобичајено у форми елагитанина. Слободан облик елагинске киселине ретко је заступљен у плоду јагоде (da Silva Pinto et al., 2008). Pinto et al. (2007) наводе да је потенцијални здравствени ефекат елагитанина пореклом из плодова јагоде повезан са антипролиферативном и *in vitro* инхибицијом  $\alpha$ -амилазе,  $\alpha$ -глукозидазе и ACE (*angiotensin I-converting enzyme*). Резултати наших истраживања показују да је садржај слободне елагинске и галне киселине у плоду јагоде био доминантан у односу на ферулинску и *p*-кумаринску киселину. Код сорте “Dely” садржај елагинске и галне киселине у плоду јагоде био је значајно већи од садржаја ових киселина код друге две проучаване сорте у обе експерименталне године (10,02 и 3,42  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло. у 2012. и 12,22 и 3,23  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло. у 2013. години, по редоследу). Резултати претходних проучавања указују на велику варијабилност вредности садржаја елагинске киселине у плоду јагоде. Jakobek et al. (2007) наводе да је количина елагинске киселине у плоду јагоде била 41  $mg\ kg^{-1}$  св. м. пло., што је знатно ниже у поређењу са вредностима утврђеним у овом истраживању. Насупрот томе, Häkkinen & Törrönen (2000) су проучавањем фенолних киселина у плодовима 6 сорти јагоде утврдили да је највећи део укупног фенолног садржаја чинила елагинска киселина чија се количина у плоду кретала од 39,6 до 52,2  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., што је значајно више у односу на вредности евидентиране у овом истраживању. Гална киселина има значајну антиоксидативну активност (Nile & Park, 2014), као и њени деривати који су такође моћни антиоксиданти са слободним хидроксилним групама које имају особину неутрализације слободних радикала (Rice-Evans et al., 1997).

Оптимизација агротехничких мера, у првом реду ђубрења може бити један од ефикасних начина за повећање фенолног садржаја у плоду јагоде (Anttonen et al., 2006). Исти аутори су доказали да је висок ниво минералних ђубрива смањио садржај

елагинске киселине и флавонола у плоду јагоде. Добијени резултати сагласни су са резултатима наших истраживања, где је употреба различитих биофертилизатора условила повећање садржаја фенолних киселина, флавонола и антоцијана у плоду јагоде у односу на примену минералног ђубрива. Наиме, у овим истраживањима примена биофертилизатора 1 у обе експерименталне године показала је стимулативно дејство на садржај елагинске киселине у плоду јагоде ( $10,44 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло. у 2012. години и  $11,30 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло. у 2013. години). Добијени резултати сагласни су са истраживањима *Kivijärvi* (1999) који запажа повећање садржаја фенолних компоненти у плодовима јагода гајених у органском систему гајења, без примене пестицида и минералних ђубрива. Слично наведеном и у овом истраживању, значајно већи садржај галне киселине регистрован је у контролном третману, без ђубрења, у 2013. години.

У овом истраживању осим утицаја генотипа и типа ђубрива, на разлике у садржају галне киселине утицао је интеракцијски ефекат поменутих фактора само у 2012. години. Није уочена никаква правилност у садржају галне киселине у интеракцијама сорта/ђубриво, с тим што је битно напоменути да је највећи садржај поменуте киселине евидентиран код сорте “Dely” у контроли.

Утицај сорте био је значајан у погледу варијабилности садржаја ферулинске киселине у плоду у обе испитиване године. Значајно већи садржај ове киселине евидентиран је код сорте “Cleru” у обе експерименталне године ( $0,22$  и  $0,23 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу). Са друге стране, запажа се позитивно дејство минералног ђубрива у 2012. години ( $0,26 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св.м.пло.) и минералног ђубрива и биофертилизатора 1 у 2013. години ( $0,21$  и  $0,22 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) на садржај ферулинске киселине у плоду јагоде. Интеракцијски ефекат сорта/ђубриво значајно је утицао на промену садржаја ферулинске киселине у плодовима јагоде, па је сходно томе већи садржај поменуте киселине евидентиран код сорте “Cleru” употребом минералног ђубрива у односу на остале испитиване интеракцијске ефекте. Висок садржај ферулинске киселине у 2013. као и у претходној години, евидентиран је у интеракцији сорта “Cleru”/минерално ђубриво али и у интеракцији исте сорте са биофертилизаторима 1 и 2, међу којима није уочена значајна разлика.

У обе експерименталне године није уочено значајно варирање у погледу садржаја *p*-кумаринске киселине под утицајем испитиваних фактора (сорта и ђубриво), као ни под утицајем њихове интеракције. У 2012. години, садржај *p*-кумаринске киселине кретао се од  $0,78$  до  $1,14 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., а у 2013. години од  $1,09$  до  $1,25 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$

<sup>1</sup> св. м. пло.. Количина *p*-кумаринске киселине у плоду јагоде које наводе *Jakobek et al.* (2007) је нешто већа ( $17 \text{ mg kg}^{-1}$  св. м. пло.) у поређењу са резултатима евидентираним у овом истраживању. Према *Häkkinen & Törrönen* (2000) просечан садржај *p*-кумаринске киселине у плоду јагоде креће се од 0,9 до  $4,1 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., што је у сагласности са вредностима добијеним у овом раду. Резултати истраживања садржаја различитих фенолних киселина у плодовима јагоде поменутих аутора указују да је највеће варирање међу сортама било у погледу садржаја *p*-кумаринске киселине. Ово је у супротности са резултатима добијеним у овом истраживању, обзиром да се садржај *p*-кумаринске киселине није мењао под утицајем сорте. Са друге стране, *Stöhr & Herrmann* (1975) запажају знатно мање варијације испољене под утицајем генотипа у погледу садржаја *p*-кумаринске киселине у плоду јагоде ( $1\text{--}1,5 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.).

Флавоноиди су посебна класа полифенолних једињења основног скелета  $C_6\text{--}C_3\text{--}C_6$ , заступљена у свим биљним органима (*Milić et al.*, 2000). Подељени су у дванаест поткласа, које чине: флаволи, изофлаволи, флаванони, флавоноли, флаваноли, флавани, катехини, антоцијанидини, леукоантоцијанидини, халкони, дихидрохалкони и аурони. Многа једињења из класе флавоноида су јарких боја и као таква имају важну улогу у опрашивању и размножавању биљака јер цветове и плодове чине атрактивним за пчеле и птице, док су насупрот њима нека једињења безбојна, али такође имају виталну улогу као заштитна средства од инфекција, напада инсеката итд. (*Milić et al.*, 2000).

Флавоноли су распрострањени код биљака, углавном у облику *O*-гликозида, међу којима су у плодовима воћака најзаступљенији кверцетин, мирицетин, кемпферол и изорахметин (*Robards & Antolovich*, 1997). Резултати добијени у овом раду потврдили су наводе *Jakobek et al.* (2007), који истичу да су флавоноли заступљени у мањим концентрацијама у плоду јагоде у односу на фенолне киселине.

У овом раду, у обе експерименталне године није уочен утицај сорте на садржај кемпферола у плодовима јагоде. Међутим, плодови из третмана биофертилизаторима у 2012. години имали су већи садржај кемпферола ( $0,91$  и  $0,90 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) у поређењу са плодовима из третмана минералним ђубривом и контролног третмана. У 2013. години плодови из третмана биофертилизаторима ( $1,02$  и  $0,93 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) имали су већи садржај кемпферола само у поређењу са плодовима из контролног третмана. Добијени резултати налазе потврду у истраживањима *Pešaković & Milivojević* (2014), који су установили позитиван утицај биофертилизатора на садржај кемпферола у плоду јагоде у поређењу са минералним ђубривом. У истом истраживању, статистички значајних разлика у садржају

кемпферола међу испитиваним сортама није било. Резултати добијени у овом раду су у складу са ранијим истраживањима *Häkkinen & Törrönen* (2000), који наводе да се садржај кемпферола у плоду јагоде кретао од 0,2 до 0,9  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло. у зависности од генотипа.

Мирицетин није идентификован у плодовима испитиваних сорти јагоде у 2012. години, а у 2013. години, као и код кемпферола, већи садржај овог једињења био је у третманима биофертилизаторима (0,97 и 0,91  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу). Резултати до којих су дошли *Milivojević et al.* (2011) указују на 2 до 4 пута нижи садржај мирицетина у плодовима две сорте баштенске јагоде и шумске јагоде у поређењу са садржајем кемпферола. Једно од објашњења ниске концентрације поменутих флавонола јесте да се мали број једињења јављају као слободни флавоноиди – агликони, док се велики број њих јављају као флавоноиди – гликозиди, који настају као последица везивања основног једињења за разне моносахариде или сложене шећере (*Milić et al.*, 2000).

Антоцијани (*anthos*-цвеће, *kyanos*-плав) су класа флавоноидних једињења са двоструким значајем, првим технолошким, због утицаја на сензорне карактеристике плодова воћака, и другим биолошким, због здравствених ефеката, међу којима је један од најважнијих кардиопротективни ефекат (*De Pascual & Sanchez*, 2008). Антоцијани су највише проучавана фенолна једињења јагодастих врста воћака, која представљају природне пигменте растворљиве у води, који се састоје из антоцијанидина (агликона) и шећера претежно везаних на 3-позицији на С прстену или ређе на 5 или 7-позицији на А прстену (*Veberič et al.*, 2015). Ова једињења дају карактеристичну црвену, плаву и љубичасту боју плодовима воћака. Претежно се налазе у спољашњим слојевим хиподермиса (покожице) плода, док мезокарп садржи мање количине. Према *Veberič et al.* (2015), најзаступљенији антоцијанидини у плоду баштенске јагоде су: цијанидин и пеларгонидин, али су они доминантно заступљени у форми глукозида – галактозида и глукозида. *Lopes da Silva et al.* (2007) су идентификовали 25 различитих антоцијана у плодовима 5 сорти јагоде и утврдили да је код свих проучаваних сорти јагоде Pg-3-глукозид доминантан антоцијан, затим Pg-3-рутинозид и Су-3-глукозид. Ова три антоцијана представљали су више од 95% укупног садржаја антоцијана код јагоде. Наша истраживања такође указују на доминантну заступљеност пеларгонидин-3-глукозида у односу на цијанидин-3-глукозид у плоду јагоде у обе експерименталне године.

Многи фактори као што су, генотип, тип земљишта, светлост, температура, примењена агротехника, утичу на садржај антоцијана код биљака (*Hosseinian et al.*, 2007). Генотипске разлике у погледу садржаја идентификованих коњугованих форми цијанидина и пеларгонидина евидентирани су у овом раду. Значајно већи садржај цијанидин-3-глукозида евидентиран је код сорте “Joly” (5,76 и 4,29  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу), у односу на друге две испитиване сорте у обе експерименталне године. Значајно већи садржај пеларгонидин-3-глукозида, имале су сорте “Clery” и “Joly” у обе експерименталне године (15,31 и 14,83  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу у 2012. години и 11,34 и 11,19  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу у 2013. години).

Уочен је идентичан тренд јављања цијанидин-3-глукозида и пеларгонидин-3-глукозида у зависности од типа ђубрива. Највећи садржај цијанидин-3-глукозида условила је примена Биофертилизатора 1 у обе године истраживања (6,63 и 4,47  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу), као и примена минералног ђубрива у 2013. години (3,98  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло.). Значајно већи садржај пеларгонидин-3-глукозида у обе испитиване године условила је примена Биофертилизатора 1 (12,73 и 11,74  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) и Биофертилизатора 2 (11,45 и 11,14  $mg\ 100\ g^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) у односу на минерално ђубриво и контролу. Поједине врсте рода *Pseudomonas* продукују метаболите као што су антибиотици и водоник-цијанид (*HCN*) (*Weller & Thomashow*, 1993), неке продукују сидерофоре са великим афинитетом за абсорпцију  $Fe^{3+}$  (*Kloepper et al.*, 1980), а неке ауксин (*Khakipour et al.*, 2008). Сви ови метаболити снажно утичу на средину, тиме што инхибирају раст појединих штетних микроорганизама, а са друге стране биљкама повећавају расположивост хранљивих материја, што се највероватније у овом истраживању одразило на садржај антоцијана у плодовима јагоде након употребе биофертилизатора 1 који садржи бактерије родова *Pseudomonas* и *Bacillus*. Бактерије рода *Bacillus* синтетишу велики број секундарних метаболита којима утичу на своју околину, повећавајући на тај начин приступачност хранљивих материја биљкама (*Barriuso & Solano*, 2008). Важно је нагласити да је антиоксидативна ефикасност у превенцији оксидације хуманих липопротеина мале густине већа код цијанидина у поређењу са пеларгонидином (*Satué-García et al.*, 1997).

Бројна истраживања су показала антиоксидативно, антиканцерогено и антиинфламаторно дејство антоцијана. Сорте је испољила различит утицај на промене у садржају укупних антоцијана по испитиваним годинама, па је тако у 2012. години значајно већи садржај укупних антоцијана био у плоду сорте “Joly”, за разлику од наредне године испитивања када је код поменуте сорте садржај укупних антоцијана био



статистички значајно мањи у поређењу са друге две испитиване сорте, “Clery” и “Dely”. Наведени резултати су у супротности са тврдњама *Crespo et al.* (2010), који сматрају да је профил антоцијана код јагоде генетички одређена особина, независна од еколошких фактора. Садржај укупних антоцијана у плоду сорте “Clery” у истраживањима поменутих аутора био је приближан вредностима добијеним у овом истраживању. До повећање садржаја укупних антоцијана у плоду дошло је након примене биофертилизатора 2 у 2012. години, што је сагласно са раније наведеним резултатима *Umar et al.* (2009) и *Rana* (2001) који су установили повећање садржаја антоцијана у плодовима јагоде након апликације минералног азота и биофертилизатора. За ово истраживање је карактеристично да утицај интеракције сорта/тип ђубрива није условио никакву правилност у испољавању садржаја укупних антоцијана у плоду јагоде.

Садржај укупних фенола показао је сличан тренд са установљеним варирањем садржаја укупних антоцијана између сорти у 2012. години. Значајно виши садржај укупних фенола био је у плодовима јагоде сорте “Joly” (237,4 mg екв. галне киселине ·100 g<sup>-1</sup> св. м. пло.) у поређењу са сортама “Clery” и “Dely”. Добијени резултати указују на чињеницу да су антоцијани једињења која највише доприносе укупном фенолном садржају, и да ће сорте са високим садржајем антоцијана испољити и високе вредности укупних фенола. Битно је истаћи да је висок садржај цијанидин-3-глукозида и пеларгонидин-3-глукозида такође евидентиран у плодовима сорте “Joly”, што указује на значајан удео ових једињења у укупном садржају антоцијана. У 2012. години примећује се стимулативан утицај биофертилизатора 2 на садржај укупних антоцијана, док у 2013. години нису уочене значајне разлике између испитиваних третмана ђубривима и контроле. Најбоље резултате међу проучаваним интеракцијским ефектима оствариле су сорта “Joly” са минералним ђубривом и биофертилизатором 1 у 2012. години и сорте “Joly” и “Dely” у третманима минералним ђубривом и биофертилизаторима.

Јагодасто воће је у поређењу са осталим врстама воћа, високо рангирано у погледу антиоксидативног капацитета плода, који је резултат присуства неколико класа једињења, пре свега витамина С и полифенола. Према *Tulipani et al.* (2008), витамин С чини 30–35% антиоксидативног капацитета плода у неким сортама јагоде, а друге специфичне компоненте као што је пеларгонидин-3-глукозид чине до 25% антиоксидативног капацитета плода јагоде. Доминантне фенолне компоненте у плодовима јагоде у овом истраживању биле су пеларгонидин-3-глукозид и елагинска киселина, које су заједно са витамином С дале значајан допринос испољавању

антиоксидативног капацитета плода испитиваних сорти јагоде. Значајно већи антиоксидативни капацитет плода сорте “Joly” у 2012. години ( $1,86 \mu\text{mol TE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло.) у односу на друге две испитиване сорте, био је у складу са значајно већим садржајем укупних фенола и витамина С забележених за ову сорту. Међутим у наредној години, ова правилност није испољена нарочито имајући у виду да садржај витамина С и укупних фенола није био под значајним утицајем сорте. Наиме, значајно већи антиоксидативни капацитет плода у 2013. години имале су сорте “Clery” и “Joly” ( $1,14$  и  $1,03 \mu\text{mol TE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  св. м. пло., по редоследу) у поређењу са сортом “Dely”.

Утицај ђубрива на антиоксидативни капацитет плода евидентиран је само у 2012. години. Наиме, значајно већи антиоксидативни капацитет плода је регистрован у третману биофертилизатором 1 у односу на остале третмане укључујући контролу. Сагласно анализи појединачних фактора (сорта и ђубриво), највећа вредност антиоксидативног капацитета плода у 2012. години евидентирана је у интеракцији биофертилизатора 1 са сортом “Joly”, док је у 2013. години значајно већа вредност антиоксидативног капацитета плода регистрована код сорте “Clery” у интеракцији са биофертилизатором 1 у поређењу са контролом.

## 8.6. Сензоричка оцена квалитета плода јагоде

Према *Jouquand et al.* (2008) сензорички квалитет плода јагоде је резултат комплексног баланса између сласти, ароме, текстуре и изгледа плода. Анализом резултата сензоричког теста плодова јагоде у овом истраживању може се уочити да је укупна сензоричка оцена варирала између испитиваних сорти у обе експерименталне године. Интересантно је запазити да су укупна оцена и појединачне оцене већине анализираних параметара код свих сорти у 2012. биле веће у поређењу са 2013. годином. Идентичне збирне оцене за сензорички квалитет плода оствариле су сорте “Joly” и “Dely” у 2012. години (15,9), а у 2013. години највећу збирну оцену остварила је сорта “Joly” (14,7). Најнижу укупну оцену у обе испитиване године остварила је сорта “Clery” (15,0 и 13,7, по редоследу). Високе оцене за укус плода које су сорте “Joly” и “Dely” добиле у 2013. години, вероватно су резултат већег садржаја укупних шећера и растворљиве суве материје у плоду наведених сорти. *Jouquand et al.* (2008) истичу да су генотипови оцењени као “недовољно слатки” имали низак садржај растворљиве суве материје, и да је овај параметар, генерално, добар индикатор за

прихватљивост укуса плода од стране потрошача. У истом истраживању генотипови са највећим садржајем шећера, добили су највише оцене за укус плода.

Према *de Ancos et al.* (1999), боја плода је кључна особина која утиче на атрактивност и прихватљивост од стране потрошача.

Високе оцене које су испитиване сорте добиле за конзистенцију плода у 2012. и 2013. години, могу се довести у везу са садржајем *Ca* у листовима испитиваних сорти. У обе године плодоношења садржај *Ca* је био у сувишку, што је сагласно наводима *Treder* (2004), који истиче да је *Ca* есенцијални елемент одговоран за чврстину плода.

Значајно веће и идентичне оцене за арому плода у 2012. години добиле су сорте “Clegy” и “Joly” (3,4) у односу на сорту “Dely”, док се у 2013. години са највећом оценом за арому плода издвојила сорта “Dely” (3,0). Добијени резултати су у супротности са наводима *Ulrich et al.* (1997), који истичу да компоненте ароме имају типичну генетску основу. Обзиром да прихватљивост укуса плода јагоде од стране потрошача зависи од равнотеже између садржаја ароматичних једињења и шећера (*Jouquand et al.*, 2008), различито вредновање сорти у погледу ароме плода може се довести у везу са неизбалансираним односом поменутих компоненти у плодовима јагоде по годинама истраживања.

## 8.7. Биогеност земљишта

Ћубрење у модерној пољопривредној производњи има за циљ не само одржавање, већ и постепено повећавање приноса гајених биљака. Интервенцијом различитим микробиолошким ђубривима постиже се, поред веће продуктивности биљака, и одрживост пољопривредне производње на много начина: фиксацијом атмосферског азота, повећањем доступности хранива за биљке, разградњом и рециклажом органске материје, сузбијањем патогена у земљишту, биодеградацијом токсичних једињења укључујући и пестициде, продукцијом антибиотика и других биолошки активних једињења, производњом простих органских молекула које биљке усвајају, усложњавањем тешких метала како би се ограничило њихово усвајање од стране биљке, растварањем минерала као извора хранива, производњом полисахарида који побољшавају агрегацију земљиша и др. (*Sengupta & Gunri*, 2015).

*Hole et al.* (2005) наводе да се промене у броју појединих систематских и физиолошких група микроорганизама у земљишту, као и њихова активност, могу

користити као индикатори потенцијале и ефективне производне способности земљишта. Очигледне су разлике у погледу заступљености појединих група микроорганизама у земљишту по годинама проучавања. Наиме, најмања бројност свих проучаваних група микроорганизама укључујући и укупну бројност била је у првој експерименталној години. Међутим, важно је истаћи и да су се вредности бројности појединих група микроорганизама и укупне бројности постепено повећавале по годинама истраживања, да би у 2013. години, достигле максимум. Мања бројност микроорганизама у првој експерименталној години може се објаснити чињеницом да је након уношења биофертилизатора у земљиште потребно одређено време да би дошло до адаптације а потом и доминације микроорганизама унетих у форми биофертилизатора у земљиште. Такође, према наводима *Higa & Parr* (1994), након уношења инокуланата у земљиште постоји могућност њиховог утицаја на аутохтоне микроорганизме, као и могућност да аутохтони микроорганизми утичу на инокуланте, а какав ће се утицај остварити зависи од односа унутар и између аутохтоних популација, од биљке и земљишта.

Наша истраживања су показала значајан утицај сорте на бројност појединих микроорганизама у земљишту, што је посебно било изражено код сорте “Joly”, у чијој ризосфери је утврђена највећа бројност азотобактера у све три испитиване године и највећа бројност олигонитрофила у првој и другој експерименталној години. Наведени резултати подржани су тврдњама *Garsia et al.* (2001) да биљка својим излучевинама, ексудатима, секрецијама и лизатима, ствара специфичне, селективне услове у ризосфери, и на тај начин утиче на састав популације микроорганизама.

У другој и трећој години истраживања, честа апликација инокуланата високе густине, обезбедила је већу вероватноћу њиховог успостављања, што се одразило како на укупну бројност тако и на бројност осталих проучаваних група микроорганизама у земљишту експерименталног засада.

Примена биофертилизатора 1, који представља мешавину бактерија родова *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus* и *Pseudomonas* и биофертилизатора 2, састављеног од диазотрофних бактерија *Klebsiella planticola* TSHA-91, стимулативно су утицали на укупан број микроорганизама, број азотобактера, амонификатора и олигонитрофила у испитиваном земљишту, што је сагласно са резултатима до којих су дошли *Pešaković et al.* (2013) и *Pešaković & Milivojević* (2014) који истичу да је у условима стакленичке производње, коришћење микробних инокуланата на биљкама сорте “Senga Sengana”, као и сортама “Clery”, “Joly” и “Dely” утицало на повећање опште биолошке

активности земљишта. Повећање биолошке активности земљишта може бити резултат изражене азотофиксационе способности сојева бактерија које су се налазиле у примењеном биофertilизатору и кумулативног дејства низа ефеката, као што су инхибиција развоја фитопатогена и синтеза фитохормона (*Sukhovitskaja et al.*, 2004), детоксикација тешких метала и синтеза егзоцелуларних полисахарида (*Park et al.*, 2005; *Biari et al.*, 2008). Међутим, коришћење микробних инокуланата није довело до повећања бројности гљива и актиномицета у овом истраживању, за разлику од минералног ђубрива које је условило испољавање највећих вредности у погледу бројности ових микроорганизама у земљишту експерименталног засада, у све три године испитивања. Резултати ових истраживања сагласни су са резултатима до којих су дошли *Đukić* (1991 а,б), *Varabasz et al.* (2002) и *Pešaković* (2007) који наводе да се применом минералног ђубрива повећава, пре свега број актиномицета, и број гљива у земљишту.

Вредности бројности проучаваних систематских и физиолошких група микроорганизама у земљишту зависиле су и од термина узимања узорка. Тако, уопштено може се рећи да је најизраженије дејство испољено у другом термину узимања узорка (на крају вегетације). Промене бројности испитиваних група микроорганизама, у другом термину узимања узорка, резултат су не само обогаћивања земљишта минералним елементима, већ и збирним утицајем различитих еколошких фактора.

## 9. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата испитивања биолошко-производних особина сорти јагоде “Clery”, “Joly” и “Dely” у функцији примењених минералних и микробиолошких ђубрива, могу се извести следећи закључци:

- Сорта “Joly” је у години садње и другој години плодношења имала значајно више вредности већине параметара вегетативног потенцијала, односно приближан број круница по бокору и број листова у розети као сорта “Dely” у првој години плодношења. У 2011. години, непосредно након садње, запажа се стимулативан утицај оба примењена биофертилизатора на висину лисне розете и посебно биофертилизатора 2 на број листова у розети у поређењу са минералним ђубривом. Значајно већи број листова у розети забележен је и у интеракцији биофертилизатора 2 и сорте “Joly”, као и оба биофертилизатора и сорте “Dely” у поређењу са оствареним интеракцијским ефектом наведених сорти и минералног ђубрива. Генерално, гајење испитиваних сорти јагоде у условима примене минералног ђубрива резултирало је високим вегетативним потенцијалом у обе године плодношења (2012–2013), укључујући и високе вредности дужине корена и укупне дужине биљке на крају треће године испитивања. Број круница у бокору након примене оба биофертилизатора и висина лисне розете након примене биофертилизатора 1 у 2012. години нису се значајно разликовали у односу на вредности ових параметара добијених у третману минералним ђубривом.

- На основу просечних вредности за двогодишњи период истраживања, може се констатовати да фенофаза цветања код све три испитиване сорте на подручју Чачка почиње у другој декади априла (код “Clery” и “Dely” 12.04. и код “Joly” 18.04.). Сорта “Clery” почиње зрење у првој декади маја (06.05.), сорта “Dely” у другој декади маја (16.05.), а у трећој декади маја сорта “Joly” (24.05.). Запажа се нешто дуже трајање фенофаза цветања и зрења код сорти “Clery” и “Dely” и најкраће трајање поменутих фенофаза код најпозније сорте “Joly”.

- Примена различитих формулација минералних ђубрива у складу са фенофазама развоја биљке, обезбедила је највише уравнотежен садржај макроелемента у листу јагоде у обе године плодношења и микроелемената у листу јагоде у првој години плодношења. У третману биофертилизатором 2 евидентиран је најбоље избалансиран садржај макроелемената у листу сорте “Joly” у 2012. години, и микроелемената у листовима све три испитиване у 2013. години.

• Повољнији временски услови који су се јавили у периоду диференцијације цветних пупољака у 2012. години условили су испољавање бољег генеративног потенцијала и производних особина испитиваних сорти јагоде у 2013. години у односу на претходну годину. Високе вредности већине параметара генеративног потенцијала код сорте “Clery” нису резултирале њеном највећом родношћу, док су високе вредности броја родних стабљика по бокору, броја цветова по бокору и просечне масе плода условиле добијање највећег приноса код сорте “Joly” (771,2 g/бокору и 6,5 kg/m<sup>2</sup>, по редоследу) у 2012. години. У наредној години, високе вредности параметара генеративног потенцијала код сорте “Clery” утицале су на њену родност, која је била умерено висока (804,4 g/бокору и 6,4 kg/m<sup>2</sup>, по редоследу), и истовремено приближна као код сорте “Joly” (857,5 g/бокору и 6,9 kg/m<sup>2</sup>, по редоследу). У условима примене минералног ђубрива дошло је до повећања вредности параметара генеративног потенцијала и приноса јагоде у 2012. години, а у 2013. години је поред минералног ђубрива позитиван утицај на генеративни потенцијал и принос јагоде испољио и биофертилизатор 1. Најбољи резултати у погледу броја приметних плодова по бокору постигнути су употребом минералног ђубрива код сорте “Clery” у првој години плодоношења и у броју родних стабљика и броју цветова по бокору код исте сорте употребом минералног ђубрива и биофертилизатора 1, у другој години плодоношења.

• Повољнији температурни услови у периоду раста и развоја плодова јагоде у 2012. години, као и мањи број приметних плодова по бокору резултирали су већим вредностима физичких својстава плода у односу на 2013. годину. У двогодишњем периоду испитивања, сорта “Joly” је имала значајно већу масу и димензије плода у поређењу са сортама “Clery” и “Dely”. У 2013. години, запажа се позитиван утицај минералног ђубрива и биофертилизатора 1 на сва испитивана физичка својства плода јагоде. Највећа маса плода добијена је код сорте “Joly” у третманима минералним ђубривом и биофертилизатором 1.

• У условима примене различитих типова ђубрива није дошло до промене садржаја примарних метаболита у плоду изузев укупних киселина, чији је највећи садржај евидентиран у интеракцији сорте “Clery” са биофертилизатором 2 и контролом у 2012. години и у интеракцији сорте “Joly” са свим испитиваним ђубривима укључујући и контролу у 2013. години. У првој години плодоношења забележен је значајно већи садржај укупних шећера у плоду сорти “Clery” и “Dely” у поређењу са сортом “Joly”, која се са друге стране, одликовала највећим садржајем сахарозе у плоду.

Сорта “Joly” је у свим третманима ђубривима, укључујући и контролни третман, имала висок садржај сахарозе у 2012. години, док је у 2013. години садржај сахарозе у плоду ове сорте био два пута нижи. Међутим, у 2013. години највећи садржај укупних шећера забележен је у плодовима сорти “Joly” и “Dely”, превасходно захваљујући високом садржају инвертних шећера. Највише вредности садржаја укупних киселина евидентирани су у интеракцији сорте “Clery” и биофертилизатора 2 у 2012. години и у интеракцији сорте “Joly” са минералним ђубривом и биофертилизатором 2 у 2013. години.

• У двогодишњем периоду проучавања, висок садржај хидроксibenзоичних киселина (елагинске и галне киселине) уочава се код сорте “Dely”, а висок садржај ферулинске киселине код сорте “Clery”. У обе године испитивања забележен је стимулативан утицај биофертилизатора 1 на садржај елагинске киселине и стимулативан утицај минералног ђубрива на садржај ферулинске киселине, док су у 2013. години позитиван утицај на садржај ферулинске киселине испољили и примењени биофертилизатори. Најбољи резултати у погледу садржаја галне киселине евидентирани су у интеракцији сорте “Dely” и минералног ђубрива, биофертилизатора 1 и контроле, као и у интеракцији сорте “Clery” и минералног ђубрива у погледу садржаја ферулинске киселине у 2012. години. У 2013. години, сорта “Clery” је имала значајно виши садржај ферулинске киселине у третманима са минералним ђубривом и биофертилизатором 1 и 2. Резултати добијени у овом раду указују да је доминантно присутан антоцијан у плоду јагоде пеларгонидин-3-глукозид, чији је висок садржај евидентиран код сорти “Clery” и “Joly”, и у третманима биофертилизације у 2012. и 2013. години. Значајно већи садржај цијанидин-3-глукозида забележен је код сорте “Joly” у третманима биофертилизације у 2012. и 2013. У условима примене биофертилизатора дошло је до повећања садржаја кемпферола у 2012. години, кемпферола и мирицетина у 2013. години.

• Садржај витамина C, укупних антоцијана, укупних фенола и антиоксидативни капацитет плода су имали највише вредности код сорте “Joly” у 2012. години. Највиши садржај укупних антоцијана евидентиран је код сорти “Clery” и “Dely”, односно код сорти “Clery” и “Joly” а највиши антиоксидативни капацитет плода у 2013. години. Међу испитиваним третманима ђубривима, запажа се стимулативно дејство биофертилизатора 2 на садржај витамина C у 2013. години, укупних антоцијана у 2012. години и укупних фенола у обе експерименталне године. Најбоље резултате у погледу



садржаја витамина *C* у обе године проучавања показала је сорта “Joly” у свим третманима ђубривима, укључујући и контролу. У 2012. години евидентиран је висок садржај укупних антоцијана и укупних фенола у интеракцији сорте “Joly” са минералним ђубривом и биофертилизаторима, што се позитивно одразило и на антиоксидативни капацитет ове сорте у третману биофертилизаторима. Висок садржај укупних фенола забележен је у интеракцијама сорти “Joly” и “Dely” са минералним ђубривом и биофертилизаторима у 2013. години.

- Претежно високе оцене добијене за атрактивност и укус плода код сорти “Joly” и “Dely” условиле су идентичну, и истовремено највећу збирну оцену (15,9) за сензорички квалитет плода ових сорти у 2012. години. Високе оцене које је сорта “Joly” добила за атрактивност, укус и конзистенцију плода у 2013. години допринеле су добијању највеће укупне оцене сензоричког квалитета плода код поменуте сорте.

- Бројности проучаваних систематских и физиолошких група микроорганизама су зависиле од сорте, типа ђубрива и периода узимања узорака у све три године проучавања. Током 2011. године најизраженије повећање бројности забележено је у броју азотобактера и олигонитрофила у ризосфери сорте “Joly”, односно, укупног броја микроорганизама у ризосфери сорте “Dely”. Током 2012. године статистички значајно повећање броја микроорганизама у земљишту забележено је у броју азотобактера у ризосфери сорте “Joly”, односно, броја олигонитрофила у ризосфери сорте “Clegy”, а током 2013., само, у погледу броја азотобактера у ризосфери сорте “Joly”. Ђубриво је испољило снажнији утицај на биогеност земљишта у односу на сорту. Примена биофертилизатора 1 (мешавина бактерија родова: *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus* и *Pseudomonas*) резултирала је значајним повећањем укупног броја микроорганизама, броја амонификатора, олигонитрофила и азотобактера, док је примена минералног ђубрива (различите формулације *NPK Poly-Feed* ђубрива) утицала на значајно повећање броја гљива и актиномицета, током све три године проучавања. Најмања бројност свих испитиваних систематских и физиолошких група микроорганизама у земљишту експерименталног засада евидентирана је у првој, нешто већа у другој, а највећа у трећој експерименталној години. Ефекат испитиваних фактора, током читавог периода проучавања (2011–2013.) био је израженији у другом периоду узимања узорака (крај вегетације).

Промене које су се јавиле у биолошким и производним особинама испитиваних сорти јагоде у зависности од примењених ђубрива указују да је најбоље резултате у

погледу висине приноса, нутритивног и сензоричког квалитета плода испољила сорта “Joly”, која се стога може препоручити за интензивније ширење у производној пракси. Поред сорте “Joly”, сорта “Clery” је резултатима оствареним у овом раду оправдала своју доминантну заступљеност у засадима јагоде, која је превасходно заснована на раном времену зрења, умереној до високој родности и добром квалитету плода.

Са друге стране, примена минералног ђубрива показала је најбољи ефекат на минерални састав листа што се позитивно одразило на вегетативни и генеративни потенцијал бокора, масу и димензије плода, као и бројност гљива и актиномицета у земљишту. Примена биофертилизатора је претежно испољила стимулативан утицај на садржај већине испитиваних фенолних једињења у плоду јагоде, а сагледавајући интеракцијски ефекат појединих сорти и примењених биофертилизатора зависно од године испитивања, уочава се њихов позитиван утицај и на антиоксидативни капацитет плода. Узимајући у обзир и стимулативан утицај примењених биофертилизатора на општу биогеност земљишта, биофертилизација, као делимична или потпуна супституција минералних ђубрива, може се сматрати оправданом са аспекта унапређења постојеће технологије производње јагоде и добијања производа који није штетан по здравље човека и животну средину.

## 10. ЛИТЕРАТУРА

- Aaby, K., Ekeberg, D., Skrede, G. 2007. Characterization of phenolic compounds in strawberry (*Fragaria×ananassa*) fruits by different HPLC detectors and contribution of individual compounds to total antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 4395–4406.
- Abdi-Ali, A., Mohammadi-Mehr, M., Alaei, Y.A. 2006. Bactericidal activity of various antibiotics against biofilm-producing *Pseudomonas aeruginosa*. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 27: 196–200.
- Adesemoye, A.O., Torbert, H.A., Kloepper, J.W. 2008. Enhanced plant nutrient use efficiency with PGPR and AMF in an integrated nutrient management system. *Canadian Journal of Microbiology*, 54: 876–886.
- Adesemoye, A.O., Kloepper, J.W. 2009. Plant–microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85: 1–12.
- Albregts, E.E., Howard, C.M., Chandler, C.K. 1991. Strawberry responses to K rate on a fine sand soil. *HortScience*, 26: 135–138.
- Ames, G., Born, H., Guereña, M. 2003. Strawberries: organic and IPM options. Appropriate technology and transfer for rural areas, Fayetteville, Ark. <http://www.attra.org/attra-pub/PDF/strawberry.pdf>.
- Anderson, J.P.E., Domasch, K.H. 1958. A physiological method for the quantitative measurements of microbial biomass in soil. *Soil Biological and Biochemistry*, 10: 215–221.
- Anderson, G.R. 1965. Ecology of *Ayotobacter* in soil of the Palouse region I. *Soil Science*, 86: 57–65.
- Anttonen, M.J., Hoppula, K.I., Nestby, R., Verheul, M.J., Karjalainen, R.O. 2006. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria× ananassa* Duch.) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 2614–2620.
- A.O.A.C. 1999. Official methods of analysis of Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C. [www.aoac.org](http://www.aoac.org)

- Artursson, V., Finlay, R., Jansson, J. 2006. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria and their potential for stimulating plant growth. *Environmental Microbiology*, 8: 1–10.
- Aseri, G.K., Jain, N., Panwar, J., Rao, A.V., Meghwal, P.R. 2008. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of pomegranate (*Punica granatum L.*) in Indian Thar Desert. *Scientia Horticulturae*, 117: 130–135.
- Aslantaş, R., Çakmakçı, R., Şahin, F. 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulturae*, 111: 371–377.
- Ascherio, A., Rimm, E.B., Giovannucci, E.L., Colditz, G.A., Rosner, B., Willett, W.C.F., Stampfer, M.J. 1992. A prospective study of nutritional factors and hypertension among US men. *Circulation*, 86: 1475–1484.
- Azodanlou, R., Darbellay, C., Luisier, J.L., Villettaz, J.C., Amadò, R. 2003. Quality assessment of strawberries (*Fragaria species*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 715–721.
- Badura, L. 1991. Pojęcie ekosystemu w ekologii mikroorganizmów. *Kosmos*, 40: 3–8.
- Bazzano, L.A., He, J., Ogden, L.G., Loria, C.M., Vupputuri, S., Myers, L., Whelton, P.K. 2002. Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease in US adults: the first national health and nutrition examination survey epidemiologic follow-up study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76: 93–99.
- Barabasz, W., Albińska, D., Jaśkowska, M., Lipiec, J. 2002. Biological effects of mineral nitrogen fertilization on soil microorganisms. *Polish Journal of Environmental Studies*, 11: 193–198.
- Barlóg, P., Grzebisz, W. 2004. Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter Oilseed rape (*Brassica napus L.*). I. Growth dynamics and seed yield. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190: 305–313.
- Barriuso, J., Solano, B.R., Lucas, J.A., Lobo, A.P., García-Villaraco, A., Mañero, F.J.G. 2008. Ecology, genetic diversity and screening strategies of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). In: *Plantbacteria interactions: strategies and techniques to promote plant growth*. Ahmad, I., Pichtel, J., Hayat, S. (eds.), Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, pp. 1–17.

- Bashan, Y., De-Bashan, L.E. 2010. Chapter two-how the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth – a critical assessment. *Advances in Agronomy*, 108: 77–136.
- Bate-Smith, E.C. 1972. Detection and determination of ellagitannins. *Phytochemistry*, 11: 1153–1156.
- Battey, N.H., Le Miere, P., Tehranifar, A., Cekic, C., Taylor, S., Shrives, K.J., Hadley, P., Greenland, A.J., Darby, J., Wilkinson, M.J. 1998. Genetic and environmental control of flowering in strawberry. In: *Genetic and environmental manipulation of horticultural crops*. Cockshull, K.E., Gray, D., Seymour, G.B., Thomas, B. (eds.), CAB International, Wallingford, pp. 111–131.
- Battino, M., Mezzetti, B. 2006. Update on fruit antioxidant capacity: a key tool for Mediterranean diet. *Public health nutrition*, 9: 1099–1103.
- Battino, M., Beekwilder, J., Denoyes-Rothan, B., Laimer, M., McDougall, G.J., Mezzetti, B. 2009. Bioactive compounds in berries relevant to human health. *Nutrition Reviews*, 67: 145–150.
- Beer, C., Myers, R.A., Sorenson, J.H., Bucci, L.R. 2004. Comprehensive comparison of the antioxidant activity of fruits and vegetables based on typical serving sizes from common methods. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 2: 227–250.
- Benavente-García, O., Castillo, J., Marin, F.R., Ortuño, A., Del Río, J.A. 1997. Uses and properties of citrus flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 4505–4515.
- Bergmann, W., Neubert P. 1976. *Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse*. VEB Gustav Fischer, Verlag, Jena, Germany.
- Bergmann, W. 1992. *Colour Atlas: Nutritional Disorders of Plants*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, Germany.
- Berlett, B.S., Stadtman, E.R. 1997. Protein oxidation in aging, disease and oxidative stress. *The Journal of Biological Chemistry*, 272: 20313–20316.
- Biari, A., Gholami, A., Rahmani, H.A. 2008. Growth promoting enhanced nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region. *Journal of Biological Sciences*, 8: 1015–1020.
- Biswas, J.C., Ladha, J.K., Dazzo, F.B. 2000. Rhizobia inoculation improves nutrient uptake and growth of lowland rice. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 1644–1650.
- Bottini, N., Musumeci, L., Alonso, A., Rahmouni, S., Nika, K., Rostamkhani, M., MacMurray, J., Meloni, G.F., Lucarelli, P., Pellicchia, M., Eisenbarth, G.S, Comings,

- D., Mustelin, T. 2004. A functional variant of lymphoid tyrosine phosphatase is associated with type I diabetes. *Nature genetics*, 36: 337–338.
- Boukhalfa, H., Crumbliss, A.L. 2002. Chemical aspects of siderophore mediated iron transport. *Biometals*, 15: 325–339.
- Bockman, O.C., Kaarstad, O., Lie, O.H., Richards, I. 1990. Agriculture and fertilizers. Agricultural Group, Norsk Hydro a.s, Oslo, Norway.
- Braun, J.W., Kender, W.J. 1985. Correlative bud inhibition and growth habit of the strawberry as influenced by application of gibberellic acid, cytokinin, and chilling during short daylength. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 110: 28–34.
- Brown, P.H., Shelp, B.J. 1997. Boron mobility in plants. *Plant and soil*, 193: 85–101.
- Buscaglia, H.J., Varco, J.J. 2002. Early detection of cotton leaf nitrogen status using leaf reflectance. *Journal of Plant Nutrition*, 25: 2067–2067.
- Bhat, N.H. 1999. Response of strawberry cultivars to varied levels of organic manure. Doctoral dissertation. University of Agricultural Sciences and Technology of Kashmir, Shalimar, Srinagar.
- Vattem, D.A., Shetty, K. 2005. Biological functionality of ellagic acid: a review. *Journal of Food Biochemistry*, 29: 234–266.
- Veberič, R., Slatnar, A., Bizjak, J., Stampar, F., Mikulic-Petkovsek, M. 2015. Anthocyanin composition of different wild and cultivated berry species. *LWT - Food Science and Technology*, 60: 509–517.
- Veličković, M. 2004. Opšte voćarstvo I: biologija i ekologija voćaka. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Vitousek, P.M., Aber, J.D., Howarth, R.W., Likens, G.E., Matson, P.A., Schindler, D.W., Schlesinger, W.H., Tilman, D.G. 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications*, 7: 737–750.
- Galletta, G.J., Bringham, R. 1990. Strawberry management. In: Small fruit crop management. Galletta, G.J., Himelrick, D.G. (eds.), Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Garcia de Salamone, I.E., Hynes, R.K., Nelson, L.M. 2001. Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants. *Canadian Journal of Microbiology*, 47: 404–411.
- Glick, B.R., Patten, C.L., Holguin, G., Penrose, D.M. 1999. Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth-promoting bacteria. Imperial College Press, London.

- Graeff, S., Claupein, W. 2003. Quantifying nitrogen status of corn (*Zea mays* L.) in the field by reflectance measurements. *European Journal of Agronomy*, 19: 611–618.
- Greaves, M.P., Webley, D.M. 1965. A study of the breakdown of organic phosphates by microorganisms from the root region of certain pasture grasses. *Journal of Applied Bacteriology*, 28: 454–465.
- Green, A. 1971. Soft fruits. In: *The biochemistry of fruits and their products*. Hulme, A.C. (ed.). Academic Press, London, U.K. pp. 375–410.
- Gross, K.C. 1982. A rapid and sensitive spectrophotometric method for assaying polygalacturonase using 2-cyanoacetamide. *HortScience*, 17: 933–934.
- Güler, S. 1997. An investigation on application of fertiliser via trickle irrigation to greenhouse-grown tomatoes. Ph.D Thesis. Cukurova University, Adana, Turkey.
- Güneş, A., Ataoğlu, N., Turan, M., Eşitken, A., Ketterings, Q.M. 2009. Effects of phosphate-solubilizing microorganisms on strawberry yield and nutrient concentrations. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172: 385–392.
- Gyaneshwar, P., Parekh, L.J., Archana, G., Poole, P.S., Collins, M.D., Hutson, R.A., Kumar, G.N. 1999. Involvement of a phosphate starvation inducible glucose dehydrogenase in soil phosphate solubilization by *Enterobacter asburiae*. *FEMS microbiology letters*, 17: 223–229.
- Gyaneshwar, P., Kumar, G.N., Parekh, L.J., Poole, P.S. 2002. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. In: *Food security in nutrient-stressed environments: Exploiting plants' genetic capabilities*. Adu-Gyamfi, J.J. (eds.). Springer, Netherlands. pp. 133–143.
- Darrow, G.M., Waldo, G.F. 1934. Responses of strawberry varieties and species to duration of the daily light period. Technical Bulletin No. 453, United States Department of Agriculture Washington, D.C.
- Darrow, G.M. 1966. *The strawberry. History, breeding and physiology*. Holt, Rinehart & Winston, New York.
- Da Silva Pinto, M., Kwon, Y.I., Apostolidis, E., Lajolo, F.M., Genovese, M I., Shetty, K. 2008. Functionality of bioactive compounds in Brazilian strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars: evaluation of hyperglycemia and hypertension potential using in vitro models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 4386–4392.
- Da Silva, F.L., Escribano-Bailón, M.T., Alonso, J.J. P., Rivas-Gonzalo, J.C., Santos-Buelga, C. 2007. Anthocyanin pigments in strawberry. *LWT-Food Science and Technology*, 40: 374–382.

- Daugaard, H. 2001. Nutritional status of strawberry cultivars in organic production. *Journal of Plant Nutrition*, 24: 1337–1346.
- Daugaard, H. 2007. Leaf analysis in strawberries: Effects of cultivar, plant age, and sampling time on nutrient levels. *Journal of plant nutrition*, 30: 549–556.
- Deák, T. 2007. *Handbook of food spoilage yeasts*. CRC press, New York.
- De Ancos, B., Cano, M.P., Hernandez, A., Monreal, M. 1999. Effects of microwave heating on pigment composition and colour of fruit purees. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 663–670.
- De Oliveira, J.F., Castilho, B.A., Sforça, M.L., Krieger, M.A., Zeri, A.C., Guimaraes, B.G., Zanchin, N.I. 2009. Characterization of the Trypanosoma cruzi ortholog of the SBDS protein reveals an intrinsically disordered extended C-terminal region showing RNA-interacting activity. *Biochimie*, 91: 475–483.
- De Pascual-Teresa, S., Sanchez-Ballesta, M.T. 2008. Anthocyanins: from plant to health. *Phytochemistry reviews*, 7: 281–299.
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., Okon, Y. 2003. Plant growth- promoting effects of diazotrophs in the rizosphere. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22: 107–149.
- Đukić, D. 1991a. Correlations between the quantitative composition of gelatinolytic microorganisms and activity of proteinases of the soil treated with mineral and organic fertilisers. *Mikrobiologija*, 28: 57–65.
- Đukić, D. 1991b. Korelacija između kvantitativnog sastava urolitskih bakterija i aktivnosti ureaze u černozeu pod pšenicom. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 52: 271–280.
- Ebrahimi, R., Ebrahimi, F., Ahmadizadeh, M. 2012. Effect of different substrates on herbaceous pigments and chlorophyll amount of strawberry in hydroponic cultivation system. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 12: 154–158.
- Egan, H, Kirk, R., Sawyer, R. 1981. The Luff Schoorl method. Sugars and preserves. In: *Pearson's chemical analysis of foods*. 8<sup>th</sup> edition, Longman Scientific and Technical: Harlow, UK, pp. 152–153.
- Emtsev, V.T., Đukić, D. 2000. *Mikrobiologija*. Vojnoizdavački zavod, Beograd.
- Esitken, A., Ercisli, S., Karlidag, H., Sahin, F., Libek, A., Kaufman, E., Sasnauskas, A. 2005. Potential use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in organic apricot production. *Proceedings of the international scientific conference: Environmentally friendly fruit growing*, Polli, Estonia, 90–97.



- Esitken, A., Pirlak, L., Turan, M., Sahin, F. 2006. Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. *Scientia Horticulturae*, 110: 324–327.
- Esitken, A., Yildiz, H.E., Ercisli, S., Donmez, M.F., Turan, M., Gunes, A. 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124: 62–66.
- España-Boquera, L.M., Cárdenas-Navarro, R., López-Pérez, L., Castellanos-Morales, V., Lobit, P. 2006. Estimating the nitrogen concentration of strawberry plants from its spectral response. *Communications in soil science and plant analysis*, 37: 2447–2459.
- Estrada-De Los Santos, P., Bustillos-Cristales, R., Caballero-Mellado, J. 2001. Burkholderia, a genus rich in plant-associated nitrogen fixers with wide environmental and geographic distribution. *Applied and Environmental Microbiology*, 67: 2790–2798.
- Zarić, V., Duričanin, T., Rajković, B. 2015. Analiza marketinškog kanala jagoda u Republici Srbiji. Zbornik radova sa 5. Savetovanja „Inovacije u voćarstvu“, tema „Savremena proizvodnja jagode“, Beograd, Republika Srbija, 143–153.
- Zhao, Y. 2007. Berry fruit. Value-added products for health promotion. CRS Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida, USA.
- Zheng, Y., Pan, Z., Zhang, R. 2009. Overview of biomass pretreatment for cellulosic ethanol production. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 2: 51–68.
- Ishikura, N., Sugahara, K. 1979. A survey of anthocyanins in fruits of some angiosperms, II. *The Botanical Magazine*, 92: 157–161.
- Jakobek, L., Šeruga, M., Medvidović-Kosanović, M., Jovanović, I.N. 2007. Anthocyanin content and antioxidant activity of various red fruit juices. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 103: 58–64.
- Jarak, M., Hajnal, T. 2006. Ukupan broj mikroorganizama, broj gljiva i azotobaktera u sabijenom i rastresitom zemljištu. *Traktori i pogonske mašine*, 11: 37–40.
- Johanson, F.D., Walker, R.B. 1963. Nutrient deficiencies and foliar composition of strawberries. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 83: 431–439.
- Jones, T.A., Nielson, D.C., Carison, J.R. 1991. Developing for bluebunch wheatgrass sites. *Limnology and Oceanography*, 36: 147–150.
- Jouquand, C., Chandler, C., Plotto, A., Goodner, K. 2008. A sensory and chemical analysis of fresh strawberries over harvest dates and seasons reveals factors that affect eating quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 133: 859–867.

- Jurik, T.W., Chabot, J.F., Chabot, B.F. 1982. Effects of light and nutrients on leaf size, CO<sub>2</sub> exchange, and anatomy in wild strawberry (*Fragaria virginiana*). *Plant Physiology*, 70: 1044–1048.
- Karlıdag, H., Esitken, A., Turan, M., Sahin, F. 2007. Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. *Scientia Horticulturae*, 114: 16–20.
- Karlıdag, H., Yildirim, E., Turan, M., Donmez, M.F. 2009. Effect of Plant Growth-Promoting Bacteria on mineral-organic fertilizer use efficiency, plant growth and mineral contents of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.), *Reviewed Papers*, 218–226.
- Kastori, R. 1998. *Fiziologija biljaka*. Feljton, d.o.o., Novi Sad.
- Kaszubiak, H. 1996. Microbial biomass in agroecosystems. *Dynamics of an Agricultural Landscape*, 185–203.
- Kafkas, E., Koşar, M., Türemiş, N., Başer, K.H.C. 2006. Analysis of sugars, organic acids and vitamin C contents of blackberry genotypes from Turkey. *Food Chemistry*, 97: 732–736.
- Kenworthy, A.L. 1973. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. In: *Soil testing and plant analysis*, Walsh, L.M., Benton, J.D. (eds.). Soil Science Society of America, Madison, WI. pp. 381–392.
- Kivijärvi, P. 1999. Organic currant production in the South Savo region in Finland. *Nordisk Jordbrugsforskning*, Denmark.
- Klein, B.P., Kurilich, A.C. 2000. Processing effects on dietary antioxidants from plant foods. *HortScience*, 35: 580–584.
- Kloepper, J. W., Leong, J., Teintze, M., Schroth, M.N. 1980. *Pseudomonas* siderophores: a mechanism explaining disease-suppressive soils. *Current microbiology*, 4: 317–320.
- Kloepper, J.W. 1994. Plant growth-promoting rhizobacteria (other systems). In: *Azospirillum/plant associations*, Okon Y. (eds.). Boca Raton, CRC Press, FL, USA, pp. 111–118.
- Kresović, M.M., Ličina, V. 2003. Estimation of soil nitrogen availability. *Journal of Agricultural Sciences, Belgrade*, 48: 21–38.
- Kumar, S., Dey, P. 2011. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 127: 318–324.
- Kucey, D.S., Bowyer, B., Iron, K., Austin, P., Anderson, G., Tu, J. V. 1998. Determinants of outcome after carotid endarterectomy. *Journal of vascular surgery*, 28: 1051–1058.

- Khakipour, N., Khavazi, K., Mojallali, H., Pazira, E., Asadirahmani, H. 2008. Production of auxin hormone by fluorescent pseudomonads. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 4: 687–692.
- Lanauskas, J., Uselis, N., Valiuskaite, A., Viskelis, P. 2006. Effect of foliar and soil applied fertilizers on strawberry healthiness, yield and berry quality. *Agronomy Research*, 4: 247–250.
- Li, F.C., Li, S., Yang, Y.Z., Cheng, L.J. 2006. Advances in the study of weathering products of primary silicate minerals, exemplified by mica and feldspar. *Acta Petrol Mineral*, 25: 440–448.
- Liu, M., Li, X.Q., Weber, C., Lee, C.Y., Brown, J., Liu, R.H. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 2926–2930.
- Liu, D., Lian, B., Dong, H. 2012. Isolation of *Paenibacillus* sp. and assessment of its potential for enhancing mineral weathering. *Geomicrobiology Journal*, 29: 413–421.
- Lichtenthaler, H.K., Buschmann, C. 2001. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*. John Wiley and Sons, New York, pp. F4.3.1–F4.3.8.
- Locascio, S.J., Olson, S.M., Gull, D.D. 1990. Potassium source and rate and calcium rate effect on tomato yield and quality. *Horticultural Science*, 25: 1129.
- Lopes da Silva, M.F., Escribano-Bailón, M.T., Santos-Buelga, C. 2007. Stability of pelargonidin 3-glucoside in model solutions in the presence and absence of flavanols. *American Journal of Food Technology*, 7: 602–617.
- Luisa España-Boquera, M., Cárdenas-Navarro, R., López-Pérez, L., Castellanos-Morales, V., Lobit, P. 2006. Estimating the nitrogen concentration of strawberry plants from its spectral response. *Communications in soil science and plant analysis*, 37: 2447–2459.
- Lucchi, P., Baruzzi, G., Faedi, W. 2015. Innovations in strawberry cultivation techniques and experiences with recently obtained cultivars in Italy. *Zbornik radova sa 5. Savetovanja „Inovacije u voćarstvu“*, tema „Savremena proizvodnja jagode“, 33–46.
- Lucena, J.J. 1997. Methods of diagnosis of mineral nutrition of plants: a critical review. *Acta Horticulturae*, 448: 179–192.
- Määttä Riihinen, K.R., Kamal-Eldin, A., Törrönen, A.R. 2004. Identification and quantification of phenolic compounds in berries of *Fragaria* and *Rubus* species (family *Rosaceae*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 6178–6187.

- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Jimenez, L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79: 727–747.
- Martinelli, A., Leis, M. 2012. CIV's breeding program – new trends and challenges in creating strawberry varieties. *Zbornik radova i apstrakata 14-og Kongresa voćara i vinogradara Srbije sa međunarodnim učešćem, Vrnjačka banja, Srbija*, pp. 40–47.
- Mass, J.L., Galletta, G.J., Stoner, G.D. 1991. Ellagic acid, an anticarcinogen in fruits, especially in strawberries. *HortScience*, 26: 10–14.
- Macit, I., Koc, A., Guler, S., Deligoz, I. 2007. Yield, quality and nutritional status of organically and conventionally-grown strawberry cultivars. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6: 1131–1136.
- MacKenzie, S.J., Chandler, C.K. 2008. The late season decline in strawberry fruit soluble solid content observed in Florida is caused by rising temperatures. *VI International Strawberry Symposium*, 842, pp. 843–846.
- May, G., Pritts, M. 1990. Strawberry nutrition. *Advances in strawberry production*, 9: 10–23.
- Mengel, K., Kosegarten, H., Kirkby, E.A., Appel, T. 2001. *Principles of plant nutrition*. Springer Science & Business Media.
- Milić, B., Đilas, S., Čanadanović-Brunet, J., Sakač, M. 2000. *Biljni polifenoli*. Matica srpska, Novi Sad.
- Milivojević, J., Nikolić, M., Kljajić, M. 2006. Pomološke osobine novointrodotovanih sorti jagode gajenih u visokom tunelu. *Zbornik naučnih radova sa XXI Savetovanja o unapređenju proizvodnje voća i grožđa, Grocka*, 12, 3: 30–37.
- Milivojević, J., Nikolić, M., Oparnica, M. 2007. Uticaj optičkih osobina malč folija na pomološke osobine sorti jagode (*Fragaria ananassa* Duch.). *Savremena poljoprivreda*, LVI: 189–197.
- Milivojević, J., Nikolić, M., Đurović, D. 2008. The influence of growing system on cropping potential of strawberry cultivar 'Clery' grown in plastic tunnel. *VI International Strawberry Symposium*, 842, pp. 115–118.
- Milivojević, J., Nikolić, M., Đurović, D. 2009. The influence of growing system on cropping potential of strawberry cultivar 'clery' grown in plastic tunnel. *Acta Horticulturae*, 842: 115–118.
- Milivojević, J., Maksimović, V., Nikolić, M., Bogdanović, J., Maletić, R., Milatović, D. 2011a. Chemical and antioxidant properties of cultivated and wild *Fragaria* and *Rubus* berries. *Journal of Food Quality*, 34: 1–9.

- Milivojević, J. 2012. Novi aspekti proizvodnje i savremeni sortiment jagode. Biljni lekar, XL (2-3), 5–14.
- Milivojević, J., Radivojević, D., Poledica, M. 2012. Production traits and fruit quality of newly introduced strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) varieties. Proceedings of 3<sup>rd</sup> Slovenian Fruit Congress with International Participation, Krško, Slovenia, 21–23.
- Milivojević, J., Radivojević, D., Fotirić Akšić, M. 2013a. Fiziologija cvetanja i oplodjenja sorti jagode rane epohe zrenja gajenih pod agril termozaštitnom tkaninom. Zbornik naučnih radova 28. Savetovanja o unapređenju proizvodnje voća i grožđa. Grocka, 19, 5: 5–10.
- Milivojević, J., Rakonjac, V., Pristov, J.B., Maksimović, V. 2013b. Classification and fingerprinting of different berries based on biochemical profiling and antioxidant capacity. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 48: 1285–1294.
- Milivojević, J., Nikolić, M. 2015. Dostignuća i trendovi u proizvodnji jagode u Srbiji. Zbornik radova sa 5. Savetovanja „Inovacije u voćarstvu“, tema „Savremena proizvodnja jagode“, 5–18.
- Milivojević, J., Radivojević, D., Nikolić, M. 2015. Proizvodna svojstva i kvalitet ploda sorti i novih selekcija jagode introdukovanih iz Italije. Zbornik radova sa 5. Savetovanja „Inovacije u voćarstvu“, tema „Savremena proizvodnja jagode“, 65–75.
- Miller, R.J. 2002. Beginning an orchard nutrition program: Determining nutritional status for apple and peach. Journal of the American College of Nutrition, 21: 131–133.
- Mills, H.A., Jones, J.B., Wolf, B. 1996. Plant analysis handbook II: A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Athens, GA: MicroMacro Publishing.
- Milošević, N., Govedarica, M., Jeličić, Z., Protić, R., Kuzevski, J., Krstanović, S. 2003. Mikrobnii inokulanti kao biofertilizatori: testiranje, mogućnosti i značaj u održivoj poljoprivredi. Zbornik naučnih radova, XVII Savetovanje agronoma, veterinara i tehnologa, Beograd, 9: 89–98.
- Mirza, M.S., Mehnaz, S., Normand, P., Prigent-Combaret, C., Moënné-Loccoz, Y., Bally, R., Malik, K.A. 2006. Molecular characterization and PCR detection of a nitrogenfixing *Pseudomonas* strain promoting rice growth. Biology and Fertility of Soils, 43:163–170.
- Monge, E.L., Montañes, J., Val, J., Sanz, M. 1993. A comparative study of the DOP and the DRIS methods for evaluating the nutritional status of peach trees. Acta Horticulturae, 383: 191–200.
- Montañés, L., Heras, L., Sanz, M. 1991. Deviation from optimum percentage (DOP): new index for the interpretation of plant analysis. Annales Aula Dei, 20: 93–107.

- Montañés, L., Heras, L., Abadía, J., Sanz, M. 1993. Plant analysis interpretation based on a new index: deviation from optimum percentage (DOP). *Journal of Plant Nutrition*, 16: 1289–1308.
- Montero, T.M., Molla, E.M., Esteban, R.M., López-Andréu, F.J. 1996. Quality attributes of strawberry during ripening. *Scientia Horticulturae*, 65: 239–250.
- Moor, U., Karp, K., Pöldma, P. 2004. Effect of mulching and fertilization on the quality of strawberries. *Agricultural and Food Science*, 13: 256–267.
- Moretti, C.L., Mattos, L. M., Calbo, A.G., Sargent, S.A. 2010. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: a review. *Food Research International*, 43: 1824–1832.
- Morrow, E.B., Darrow, G.M. 1940. Relation of number of leaves in November to number of flowers the following spring in the Blackmore strawberry. *Proceedings of American Society for Horticultural Science*, 37: 571–573.
- Moyer, R.A., Hummer, K.E., Finn, C.E., Frei, B., Wrolstad, R.E. 2002. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 519–525.
- Mozafar, A. 1993. Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: A review. *Journal of plant nutrition*, 16: 2479–2506.
- Muramoto, J., Gliessman, S.R., Koike, S.T., Schmida, D., Stephens, R. 2003. Maintaining agroecosystem health in the organic management of a strawberry/vegetable rotation system. Annual Meeting Abstracts, Agronomy Society of America, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, Denver, CO.
- Na Phun, W., Kawada, K., Kusunoki, M. 1997. Effect of spray timing, spray part and calcium formula on the effectiveness of calcium spray on ‘Nyoho’ strawberries. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 70–71.
- Nazir, N. 2005. Studies on organic farming techniques for production of quality strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Doctoral dissertation, MSc. thesis submitted to Sher-e-Kashmir university of Agricultural Sciences and Technology of Kashmir, Shalimar, Srinagar.
- Neilands, J.B. 1995. Siderophores: structure and function of microbial iron transport compounds. *Journal of Biological Chemistry*, 270: 26723–26726
- Nestby, R. 1998. Effect of N-fertilization on fruit yield, leaf N and sugar content in fruits of two strawberry cultivars. *Journal of Horticultural & Biotechnology*, 73: 563–568.

- Nestby, R. 1998. Effect of N-fertigation on fruit yield, leaf N and sugar content in fruits of two strawberry cultivars. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73: 563–568.
- Nestby, R., Ieten, F., Pivot, D., Raynal Lacroix, C., Tagliavini, M., Evenhuis, B. 2004. Influence of mineral nutrients on strawberry fruit quality and their accumulation in plant organs. *Acta Horticulturae*, 649: 201–205.
- Neuweiler, R. 1996. Nitrogen fertilization in integrated outdoor strawberry production. III International Strawberry Symposium, 439, pp. 747–752.
- Nieman, D.C., Henson, D.A., McAnulty, S.R., McAnulty, L., Swick, N.S., Utter, A.C., Vinci, D.M., Opiela, S.J., Morrow, J.D. 2002. Influence of vitamin C supplementation on oxidative and immune changes after an ultramarathon. *Journal of Applied Physiology*, 92: 1970–1977.
- Nikolić, N., Kostić, L.J., Đordjević, A., Nikolić M. 2011. Phosphorus deficiency is the major limiting factor for wheat on alluvium polluted by the copper mine pyrite tailings: a black box approach. *Plant and Soil*, 339: 485–498.
- Nikolić, D., Keserović, Z., Magazin, N., Paunović, S., Miletić, R., Nikolić, M., Milivojević, J. 2012. Stanje i perspektive voćarstva u Srbiji. Zbornik radova i apstrakata 14-og Kongresa voćara i vinogradara Srbije sa međunarodnim učešćem, Vrnjačka banja, Srbija: 3–22.
- Nikolić, M., Milivojević, J. 2015: Jagodaste voćke – Tehnologija gajenja. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Nile, S.H., Park, S.W. 2014. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health, *Nutrition*, 30: 134–144.
- Nunes, M.C.N., Brecht, J.K., Morais, A.M.M.B., Sargent, S.A. 2006. Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 180–190.
- Odume, P. 1982. Podstawy ekologii. PWRiL, Warszawa.
- Oliveira, C.A., Alves, V.M.C., Marriel, I.E., Gomes, E.A., Scotti, M.R., Carneiro, N.P., Guimaraes, C.T., Schaffert, R.E., Sá, N.M.H. 2009. Phosphate solubilizing microorganisms isolated from rhizosphere of maize cultivated in an oxisol of the Brazilian Cerrado Biome. *Soil Biology and Biochemistry*, 41: 1782–1787.

- Olsson, M.E., Gustavsson, K.E., Andersson, S., Nilsson, Å., Duan, R.D. 2004. Inhibition of cancer cell proliferation in vitro by fruit and berry extracts and correlations with antioxidant levels. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52: 7264–7271.
- Opstad, T.B; Eilertsen, A.L., Høibraaten, E., Skretting, G., Sandset, P.M. 2010. Tissue factor pathway inhibitor polymorphisms in women with and without a history of venous thrombosis and the effects of postmenopausal hormone therapy. *Blood Coagulation & Fibrinolysis*, 21: 516–521.
- Orhan, E., Esitken, A., Ercisli, S., Turan, M., Sahin, F. 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Scientia Horticulturae*, 111: 38–43.
- Palencia, P., Martínez, F., Medina, J.J., López-Medina, J. 2013. Strawberry yield efficiency and its correlation with temperature and solar radiation. *Horticultura Brasileira*, 31: 93–99.
- Park, M., Kim, C., Yang, J., Lee, H., Shin, W., Kim, S., Sa, T. 2005. Isolation and characterization of diatrophic growth promoting bacteria from rhizosphere of agricultural crops of Korea. *Microbiological Research*, 160: 127–133.
- Parry, M., Rosenzweig, C., Livermore, M. 2005. Climate change, global food supply and risk of hunger. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 360: 2125–2138.
- Perkins-Veazie, P. 1995. Growth and ripening of strawberry fruit. *Horticultural reviews*, 17: 267–297.
- Pešaković, M. 2007. Mikrobiološka aktivnost i produktivnost aluvijuma pod zasadam šljive. Doktorska disertacija. Agronomski fakultet, Čačak.
- Pešaković, M., Karaklajić-Stajić, Ž., Milenković, S., Mitrović, O. 2013a. Biofertilizer affecting yield related characteristics of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) and soil micro-organisms. *Scientia Horticulturae*, 150: 238–243.
- Pešaković, M., Karaklajić Stajić, Ž., Milenković, S., Mitrović, O. 2013b. Biofertilizer affecting yield related characteristics of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) and soil micro-organisms. *Scientia Horticulturae*, 150: 238–243.
- Pešaković, M., Milivojević, J. 2014. Comparative study of bio- and chemical fertilization in strawberry production. In: *Fertilizers: components, uses in agriculture and environmental impacts*. Fernández-Luqueño F., López-Valdez F., (eds.). Nova Science Publishers, Inc., New York, USA, pp. 127–154.



- Pešaković, M., Tomić, J., Milivojević, J. 2015. Značaj i efekat biofertilizacije u tehnologiji proizvodnje baštenske jagode. Zbornik radova sa 5. Savetovanja „Inovacije u voćarstvu“, tema „Savremena proizvodnja jagode“, 87–99.
- Pineli, L.D.L.D.O., Moretti, C.L., dos Santos, M.S., Campos, A.B., Brasileiro, A.V., Córdova, A.C., Chiarello, M.D. 2011. Antioxidants and other chemical and physical characteristics of two strawberry cultivars at different ripeness stages. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: 11–16.
- Pinto, M.D.S., Lajolo, F.M., Genovese, M.I. 2007. Bioactive compounds and antioxidant capacity of strawberry jams. *Plant foods for human nutrition*, 62: 127–131.
- Pirlak, L., Turan, M., Sahin, F., Esitken, A. 2007. Floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) to apples increases yield, growth, and nutrient element contents of leaves. *Journal of Sustainable Agriculture*, 30: 145–155.
- Pochon, J., Tardieux, P. 1962. *Tehnickues d'analyse en microbiologique du soil* edit de la Tourle, Saint Mandé, INRA Press, Paris, France.
- Prior, R.L., Cao, G. 2000. Analysis of botanicals and dietary supplements for antioxidant capacity: a review. *Journal of AOAC International*, 83: 950–956.
- Rana, R.K. 2001. Studies on the influence of nitrogen fixers and plant bioregulators on growth, yield and quality of strawberry cv. Chandler. Doctoral dissertation. University of Horticulture and Forestry.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26: 1231–1237.
- Reganold, J.P., Andrews, P.K., Reeve, J.R., Carpenter-Boggs, L., Schadt, C.W., Alldredge, J.R., Ross, C.F., Davies, N.M., Zhou, J. 2010. Fruit and soil quality of organic and conventional strawberry agroecosystems. *PloS ONE* 5, 9: e12346.
- Reinhold-Hurek, B., Hurek, T., Gillis, M., Hoste, B., Vancanneyt, M., Kersters, K., De Ley, J. 1993. *Azoarcus* gen. nov., nitrogen-fixing proteobacteria associated with roots of kallar grass (*Leptochloa fusca* (L.) Kunth), and description of two species, *Azoarcus indigenus* sp. nov. and *Azoarcus communis* sp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 43: 574–584.
- Renquist, A.R., Breen, P.J., Martin, L.W. 1982. Influences of water status and temperature on leaf elongation in strawberry. *Scientia Horticulturae*, 18: 77–85.
- Rice-Evans, C., Miller, N., Paganga, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in plant science*, 2: 152–159.

- Rico-Garcia, E., Hernandez-Hernandez, F., Soto-Zarazua, G.M., Herrera-Ruiz, G. 2009. Two new methods for the estimation of leaf area using digital photography. *International journal of agriculture and biology*, 11: 397–400.
- Rikovski, I., Džamić, M., Rajković, M. 1989. *Praktikum iz analitičke hemije*. Građevinska knjiga, Beograd.
- Robards, K., Antolovich, M. 1997. Analytical chemistry of fruit bioflavonoids. A review. *Analyst*, 122: 11–34.
- Ruiz, J. M., Bretones, G., Baghour, M., Ragala, L., Belakbir, A., Romero, L. 1998. Relationship between boron and phenolic metabolism in tobacco leaves. *Phytochemistry*, 48: 269–272.
- Sacks, F.M., Kass, E.H. 1988. Low blood pressure in vegetarians: effects of specific foods and nutrients. *The American journal of clinical nutrition*, 48: 795–800.
- Saradhulhat, P., Paull, R.E. 2007. Pineapple organic acid metabolism and accumulation during fruit development. *Scientia Horticulturae*, 112: 297–303.
- Sas, L., Marschner, H., Römheld, V., Mercik, S. 2003. Effect of nitrogen forms on growth and chemical changes in the rhizosphere of strawberry plants. *Acta physiologiae plantarum*, 25: 241–247.
- Satue-Garcia, T., Heinonen, M., Frankel E.N. 1997. Anthocyanins as antioxidants on human low-density lipoprotein and lecithin–liposome systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 3362–3367.
- Seeram, N.P., Adams, L.S., Zhang, Y., Lee, R., Sand, D., Scheuller, H.S., Heber, D. 2006. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54: 9329–9339.
- Seeram, N.P. 2009. Bioactive polyphenols from foods and dietary supplements: challenges and opportunity. In: *Herbs: Challenges in Chemistry and Biology*. Ho, C.T., Wang, M., Sang S. (eds.), Oxford University Press, New York, USA, pp. 5308–5312.
- Sengupta, A., Gunri, S.K. 2015. Microbial intervention in agriculture: An overview. *African Journal of Microbiology Research*, 9: 1215–1226.
- Seo, J.B., Shin, G.H., Cho, K.C., Kim, J.K., Choi, K.J., Yang, W.M. 2009. Effects of Plant Growth Promoting Microorganisms on the growth of strawberry. *Acta Horticulturae*, 842: 3114–3146.
- Shahidi, F., Naczk, M. 1995. *Food phenolics*. Technomic Pub. Co.

- Shaw, D.V. 1993. Genetic correlations between vegetative growth traits and productivity at different within-season intervals for strawberries (*Fragaria X ananassa*). *Theoretical and Applied Genetics*, 85: 1001–1009.
- Shear, C.B., Faust, M. 1980. Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts, In: *Horticultural Reviews*. J. Janick (ed.), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- Singh, I.M., Shishehbor, M.H., Ansell, B.J. 2007. High-density lipoprotein as a therapeutic target: a systematic review. *Jama*, 298: 786–798.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymology*, 299: 152–178.
- Smyk, B., Rozycki, E., Barabasz, W. 1989. Wplyw stosowania mineralnych nawozow azotowych (N i NPK) na wystepowanie nitroizoamin i mikotoksyn w glebach gorskich ekosystemow trawiastych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln*, 380: 151.
- Spaepen, S., Vanderleyden, J., Remans, R. 2007. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signaling. *FEMS microbiology reviews*, 31: 425–448.
- Spaepen, S., Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Vanderleyden, J. 2008. Effects of *Azospirillum brasilense* indole-3-acetic acid production on inoculated wheat plants. *Plant and Soil*, 312: 15–23
- StatSoft, Inc. 2007. *STATISTICA* (data analysis software system), version 8.0.
- Steinshamn, H., Thuen, E., Azzaroli Bleken, M., Brenøe, U.T., Ekerholt, G., Yri, C. 2004. Utilization of nitrogen (N) and phosphorus (P) in an organic dairy farming system in Norway. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104: 509–522.
- Stiles, W.C., Reid, W.S. 1991. Orchard nutrition management. *Cornell Cooperative Extension Information Bulletin*, 219: 67–132.
- Stöhr, H., Herrmann, K. 1975. The phenolics of fruits. VI. The phenolics of currants, gooseberries and blueberries. Changes in phenolic acids and catechins during development of black currants. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 159: 31–37.
- Strum, K., Koron, D., Stampar, F. 2003. The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. *Food Chemistry*, 83: 417–422.
- Sukhovitskaja, L.A., Mokhova, S.V., Safranova, H.V., Chernestova, I.B., Melnikova, N.V. 2004. Production of Bacteria Preparation Rhizobacterin and Efficiency of Its Application under Grain Crops. *Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat*, Prague, Czech Republic, 91–94.

- Sundara, B., Natarajan, V., Hari, K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yields. *Field Crops Research*, 77: 43–49.
- Tabatabaei, S.J. 2006. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*Olea europaea* L.) trees. *Scientia Horticulturae*, 108: 432–438.
- Tagliavini, M., Baldi, E., Nestby, R., Raynal-Lacroix, C., Lieten, P., Salo, T., Pivot, D., Lucchi, P.L., Baruzzi, G., Faedi, W. 2005. Uptake and partitioning of major nutrients by strawberry plants. *Acta Horticulturae*, 197–200.
- Tilman, D. 1998. The greening of the green revolution. *Nature*, 396: 211–212.
- Tomás-Barberán, F.A., Clifford, M.N. 2000. Dietary hydroxybenzoic acid derivatives—nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1024–1032.
- Tõnutare, T., Moor, U., Mölder, K., Põldma, P. 2009. Fruit composition of organically and conventionally cultivated strawberry ‘Polka’. *Agronomy research*, 7: 755–760.
- Torre, L.C., Barritt, B.H. 1977. Quantitative evaluation of *Rubus* fruit anthocyanin pigments. *Journal of Food Science*, 42: 488–490.
- Treder, W. 2004. Quality of water for sprinkler irrigation of horticultural plants. *Hasło Ogród*, 4: 80.
- Truax, B., Gagnon, D., Lambert, F., Chevrier, N. 1994. Nitrate assimilation of raspberry and pin cherry in a recent clearcut. *Canadian Journal of Botany*, 72: 1343–1348.
- Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J.M., Busco, F., Bompadre, S., Quiles, J.L., Mezzetti, B., Battino, M. 2011a. Strawberry consumption improves plasma antioxidant status and erythrocyte resistance to oxidative haemolysis in humans. *Food chemistry*, 128: 180–186.
- Tulipani, S., Marzban, G., Herndl, A., Laimer, M., Mezzetti, B., Battino, M. 2011b. Influence of environmental and genetic factors on health-related compounds in strawberry. *Food Chemistry*, 124: 906–913.
- Tulipani, S., Mezzetti, B., Capocasa, F., Bompadre S., Beekwilder, J., Ric de Vos, C.H., Capanoglu, E., Bovy, A., Battino, M. 2008. Antioxidants, phenolic compounds, and nutritional quality of different strawberry genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 696–704.
- Ulrich, D., Hoberg, E., Rapp, A., Kecke, S. 1997. Analysis of strawberry flavour—discrimination of aroma types by quantification of volatile compounds. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 205: 218–223.

- Ulrich, A., Mostafa, M.A.E., Alen, W.W. 1980. Strawberry deficiency symptoms: a visual and plant analysis guide to fertilization. Agricultural Experimental Station, University of California, 30–31.
- Umar, I., Wali, V.K., Kher, R., Jamwal, M. 2009. Effect of Fym, Urea and Azotobacter on Growth, Yield and Quality of Strawberry cv. Chandler. *Notule Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca*, 37: 139–143.
- FAO. 2013. Food Agriculture and Organization. <http://faostat3.fao.org/>
- Ferreya, R.M., Viña, S.Z., Mugridge, A., Chaves, A.R. 2007. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. *Scientia Horticulturae*, 112: 27–32.
- Forney, C.F., Breen, P.J. 1986. Sugar content and uptake in the strawberry fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 111: 241–247.
- Frink, C.R., Waggoner, P.E. Ausubel, J.H. 1999. Nitrogen fertilizer: Retrospect and prospect. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96: 1175–1180.
- Fuentes-Ramírez, L.E., Bustillos-Cristales, R., Tapia-Hernández, A., Jiménez-Salgado, T., Wang, E.T., Martínez-Romero, E., Caballero-Mellado, J. 2001. Novel nitrogen-fixing acetic acid bacteria, *Gluconacetobacter johannae* sp. nov. and *Gluconacetobacter azotocaptans* sp. nov., associated with coffee plants. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51: 1305–1314.
- Haddock, E.A., Gupta, R.K., Al-Shafi, S.M., Layden, K., Haslam, E., Magnolato, D. 1982. The metabolism of gallic acid and hexahydroxydiphenic acid in plants: biogenetic and molecular taxonomic considerations. *Phytochemistry*, 21: 1049–1062.
- Häkkinen, S.H., Kärenlampi, S.O., Heinonen, I.M., Mykkänen, H.M., Törrönen, A.R. 1999. Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 2274–2279.
- Häkkinen, S.H., Törrönen, A.R. 2000. Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food research international*, 33: 517–524.
- Hariprasad, P., Niranjana, S.R. 2009. Isolation and characterization of phosphate solubilizing rhizobacteria to improve plant health of tomato. *Plant and Soil*, 316: 13–24.
- Hartmann, H.T. 1947. Some effect of temperature and photoperiod on flower formation and runner production in the strawberry. *Plant Physiology*, 22: 407–420.

- Haynes, R.J., Goh, K.M. 1987. Effects of nitrogen and potassium applications on strawberry growth, yield and quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 18: 457–471.
- Heide O.M. 1977. Photoperiod and temperature interactions in growth and flowering of strawberry. *Physiologia Plantarum*, 40: 21–26.
- Heinonen, I.M., Meyer, A.S., Frankel, E.N. 1998. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 4107–4112.
- Hellman, E.W., Travis, J.D. 1988. Growth inhibition of strawberry at high temperatures. *Advances in strawberry production (USA)*.
- Henson, R. 2008. *The rough guide to climate change* (2nd ed.). Penguin Books, London.
- Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H., Venema, D.P. 1992. Optimization of quantitative HPLC determination of potentially anticarcinogenic flavonoids in fruits and vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 1591–1598.
- Higa, T., Parr, J.F. 1994. *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment*. International Nature Farming Research Center, Atami, Japan.
- Higa, T., Wididana, G.N. 1991. The concept and theories of effective microorganisms. *Proceedings of the first international conference on Kyusei nature farming*. US Department of Agriculture, Washington, DC, USA pp. 118–124.
- Hole, D.G, Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V, Evans, A.D., 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122: 113–130.
- Hosseinian, F.S., Li, W., Beta, T. 2008. Measurement of anthocyanins and other phytochemicals in purple wheat. *Food Chemistry*, 109: 916–924.
- Hudina, M., Stampar, F. 2009. Effect of a postbloom naphthaleneacetic acid thinning spray and hand thinning on quality and quantity of pear fruit (*Pyrus communis* L) cv. Harrow Sweet. *Canadian Journal of Plant Science*, 89: 1109–1116.
- Hudina, M., Štampar, F. 2009. Effect of a postbloom naphthaleneacetic acid thinning spray and hand thinning on quality and quantity of pear fruit (*Pyrus communis* L.) cv. Harrow Sweet. *Canadian Journal of Plant Science*, 89: 1109–1116.
- Capocasa, F., Scalzo, J., Mezzetti, B., Battino, M. 2008. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. *Food Chemistry*, 111: 872–878.
- Castro, I., Teixeira, J.A., Salengke, S., Sastry, S.K., Vicente, A.A. 2004. Ohmic heating of strawberry products: electrical conductivity measurements and ascorbic acid degradation kinetics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 5: 27–36.

- Cayuela, J.A., Vidueira, J.M., Albi, M.A., Gutiérrez, F. 1997. Influence of the ecological cultivation of strawberries (*Fragaria* × *Ananassa* Cv. Chandler) on the quality of the fruit and on their capacity for conservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 1736–1740.
- Cekic, C., Yilmaz, E. 2011. Effect of arbuscular mycorrhiza and different doses of phosphor on vegetative and generative components of strawberries applied with different phosphor doses in soilless culture. *African Journal of Agricultural Research*, 6: 4736–4739.
- Chełpiński, P., Skupieñ, K., Ochmian, I. 2010. Effect of fertilization on yield and quality of cultivar Kent strawberry fruit. *Journal of Elementology*, 15: 251–257.
- Cheour, F., Willemot, C., Arul, J., Makhlouf, J., Desjardins, Y. 1991. Postharvest response of two strawberry cultivars to foliar application of CaCl<sub>2</sub>. *HortScience*, 26: 1186–1188.
- Chercuitte, L., Sullivan, J.A. Desjardins, Y.D., Bedard, R. 1991. Yield potential and vegetative growth of summer-planted strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116: 930–936.
- Clifford, M.N. 1999. Chlorogenic acids and other cinnamates—nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 362–372.
- Colaric, M., Veberic, R., Stampar, F., Hudina, M. 2005. Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and chemical attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 2611–2616.
- Cordenunsi, B.R., Nascimento, J.R.O., Genovese, M.I., Lajolo, F.M. 2002. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 2581–2586.
- Crespo, P., Bordonaba, J.G., Terry, L.A., Carlen, C. 2009. Characterisation of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different Swiss production sites. *Food Chemistry*, 122: 16–24.
- Džamić, R., Stevanović, D. 2007. *Agrohemija*. Partenon, Beograd.
- Wang, H., Cao, G., Prior, R.L. 1996. Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 701–705.
- Wang, H., Cao, G., Prior, R.L. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 304–309.
- Wang, S.Y., Jiao, H. 2000. Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals and singlet oxygen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 5677–5684.

- Wang, S.Y., Lin, H.S. 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 140–146.
- Wang, S.Y., Camp, M.J. 2000. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 85: 183–199.
- Weller, D.M., Thomashow, L.S. 1993. Use of rhizobacteria for biocontrol. *Current Opinion in Biotechnology*, 4: 306–311.
- Went, F.W. 1957. *The experimental control of plant growth*. Waltham, Mass., U.S.A. Chronica Botanica Co., London, Dawson and Sons Ltd. pp. 343.
- Williner, M.R., Pirovani, M.E., Güemes, D.R. 2003. Ellagic acid content in strawberries of different cultivars and ripening stages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 842–845.
- Wójcik, P., Lewandowski, M. 2003. Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of “Elsanta” strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, 26: 671–682.
- Woodward, J. R. Physical and chemical changes in developing strawberry fruits. *J. Sci. Food Agric.* 1972, 23, 465-473. Influence of cultivar on chemical composition of strawberry *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 9: 2002–2585.
- Yoshiki, Y., Okubo, K., Igarashi, K. 1995. Chemiluminescence of anthocyanins in the presence of acetaldehyde and tert-butyl hydroperoxide. *Journal of bioluminescence and chemiluminescence*, 10: 335–338.



## 11. БИОГРАФИЈА

Томић (Миломир) Јелена рођена је 1984. године у Горњем Милановцу. Основну школу и Гимназију завршила је у Горњем Милановцу. Пољопривредни факултет у Београду уписала је школске 2003/04. године на Одсеку за воћарство и виноградарство, где је дипломирала 2009. године са просечном оствареном оценом у току студија 8,53. Докторске студије је уписала школске 2009/10. године на студијском програму "Пољопривредне науке - Воћарство и виноградарство". У коауторству је објавила 44 научна рада публикована у целости или у форми извода, од тога 4 рада су публикована у међународним часописима са *SCI* листе.

## **12. ПРИЛОЗИ**

### **ИЗЈАВЕ ДОКТОРАНДА**

**Прилог 1.**

**Изјава о ауторству**

Потписаница: Јелена М.Томић

Број пријаве докторске дисертације: 61202-192/2-13

**Изјављујем**

да је докторска дисертација под насловом: „Утицај микробиолошких и минералних ђубрива на биолошко-производне особине сорти јагоде (*Fragaria ananassa* Duch.) “

- 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 кршила ауторска права и користила интелектуалну својину других лица.

**Потпис докторанда**

У Београду, 29.10.2015. године

---

## Прилог 2.

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

Име и презиме аутора: Јелена М.Томић

Број пријаве докторске дисертације: 61202-192/2-13

Студијски програм: Пољопривредне науке – Воћарство и виноградарство

Наслов докторске дисертације: „Утицај микробиолошких и минералних ђубрива на биолошко-производне особине сорти јагоде (*Fragaria ananassa* Duch.)“.

Ментор: др Јасминка Миливојевић, ванредни професор, Универзитет у Београду,  
Пољопривредни факултет

Потписана: Јелена М. Томић

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

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада. Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис докторанда**

У Београду, 29.10.2015. године

---

**Прилог 3.****Изјава о коришћењу**

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом: „Утицај микробиолошких и минералних ђубрива на биолошко-производне особине сорти јагоде (*Fragaria ananassa* Duch.)“, која је моје ауторско дело.

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

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

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
- ③ Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

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

**Потпис докторанда**

У Београду, 29.10.2015. године

---

- 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.