

# Primjena i uloga biostimulatora u uzgoju plodovitog povrća

---

**Barači, Rahela**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:492639>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-23**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Rahela Barači

Preddiplomski sveučilišni studij Agrobiotehničkih znanosti

Smjer Hortikultura

## **Primjena i uloga biostimulatora u uzgoju plodovitog povrća**

Završni rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Rahela Barači

Preddiplomski sveučilišni studij Agrobiotehničkih znanosti

Smjer Hortikultura

**Primjena i uloga biostimulatora u uzgoju plodovitog povrća**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. izv. prof .dr.sc. Brigita Popović, mentor
2. izv. prof.dr.sc. Miroslav Lisjak, član
3. izv. prof.dr.sc. Tomislav Vinković, član

Osijek, 2018.

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayer u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Završni rad

Rahela Barači

## **Primjena i uloga biostimulatora u uzgoju plodovitog povrća**

### **Sažetak:**

U uzgoju povrtnih i biljnih kultura veliku ulogu kod presadnica, kako u zatvorenom tako i na otvorenom prostoru, imaju biostimulatori. Biostimulatori su fiziološke aktivne tvari koje biljkama pomažu pri rastu i razvoju. Sinergijskim djelovanjem njihove komponente međusobno utječu na sustav tlo-biljka-korijen. Od povrtnih kultura najznačajnija primjena biostimulatora je na paprici i rajčici, intenzivnije u hidroponskom uzgoju nego na otvorenom. Hidroponski uzgoj jedan je od najsuvremenijih uzgoja u zatvorenom prostoru koji omogućava proizvodnju, rast i razvoj biljke tijekom cijele godine uz adekvatnu regulaciju uvjeta. Primjena biostimulatora omogućuje im ranije plodonošenje i rast prinosa u prvim berbama plodova. Osim povećanja prinosa, smanjuje se primjena gnojiva i održava se kvaliteta. Najvažnija je karakteristika biostimulatora to da smanjuje štetne posljedice suše, smrzavanja, mehaničkih i kemijskih oštećenja te posljedice virusnih infekcija biljke.

**Ključne riječi:** biostimulatori, paprika, rajčica, hidroponski uzgoj, nepovoljni uvjeti

25 stranica , 6 slika , 24 literalnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

### BASIC DOCUMENTARY CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Plant production

Rahela Barači

## **Role of Biostimulators in vegetable crops growing**

### **Summary:**

In the cultivation of vegetable and plant cultures a large role in seedlings, both indoor and outdoor, have biostimulators. Biostimulators are physiologically active substances that plants help to grow and develop. The synergistic effects of their components interact with each other on the soil-plant-root system. Of the crops, the most important application of biostimulators is pepper and tomatoes, more intensive in hydroponics than in the open air. Hydroponics is one of the most up-to-date indoor cultivations that enables the production, growth and development of the plant throughout the year with adequate regulation of the conditions. The use of biostimulators enables them to grow and increase yield in the first fruit berries. In addition to yield increase, fertilizer application reduces and quality is maintained. The most important feature of the biostimulator is to reduce the harmful consequences of drought, freezing, mechanical and chemical damage and the consequences of viral infections of the plant.

**Key words:** biostimulators, peppers, tomatoes, hydroponics, unfavorable conditions

25 pages, 6 figures, 24 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical sciences in Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical sciences in Osijek

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Biostimulatori .....	1
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....	2
2.1. Biostimulatori i njihovo djelovanje .....	2
2.2. Rajčica ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ) .....	3
2.3. Paprika ( <i>Capsicum annuum L.</i> ) .....	6
2.4. Biostimulatori u hortikulturi .....	8
2.5. Biostimulatori i reakcija kultura .....	10
2.6. Obrambeni mehanizam biljke.....	13
2.7. Primjena biostimulatora na povrtnu kulturu .....	14
3. ZAKLJUČAK .....	19
4. POPIS LITERATURE .....	20

# 1. UVOD

## 1.1. Biostimulatori

Na kvalitetu presadnica znatan utjecaj ima kvaliteta sjemena, izbor supstrata, vlažnost, temperatura, relativna vlažnost zraka i svjetlost. Kod presađivanja presadnice na otvoreno polje ili u negrijane plastenike dolazi do trenutnog abiotskog stresa i privremenog zastoja rasta biljke. Upravo da bi se presadnica, koja nije uzgajana u idealnim uvjetima gdje su svi traženi parametri optimalni, lakše prilagodila novoj sredini i nastavila nesmetan rast i razvoj, tretira se biostimulatorom. Primjena biostimulatora sve je šira u današnjem vremenu, ali je nedovoljna informiranost o istoj. Sve se više vodi računa o smanjenju primjene gnojiva na uzgoj voća i povrća i na očuvanje okoliša, a tome doprinose biostimulatori koji omogućavaju ekološku proizvodnju. Rajčica (*Lycopersicon esculentum*) i paprika (*Capsicum annuum L.*) jedne su od povrtnih kultura koje se najčešće uzgajaju suvremenim načinom – hidroponskim uzgojem. U hidroponskim uzgojima primjena biostimulatora jedna je od najznačajnijih uloga tijekom uzgoja jer pruža kvalitetu i ekološke uvjete za razvoj ploda. Komponente biostimulatora su humusni elementi, vitamini, mineralne tvari, aminokiseline, kitosan i ekstrakti alge. Sami ti prirodni elementi objašnjavaju zašto je primjena biostimulatora poželjna. Neki biostimulatori pokazali su, prema statistici, i porast u samom prinosu. Sprječavaju se i virusne infekcije te fizičko i mehaničko oštećenje. Ukoliko se biostimulatori unose nepravilno, bez analize biljke i njezinih potreba njihova primjena, također, može biti i loša. Razlika je u potrebi biljaka u otvorenom i zatvorenom prostoru, a potrebno je voditi računa i o ostalim svojstvima i uvjetima. Ekološki uzgoj i uzgoj uz pomoć biostimulatora vrlo je složen i zahtjeva opširnu pripremu i edukaciju kako bi doveo do uspješnih rezultata. Ukoliko uzgoj bude uspješan, rezultati su zadovoljavajući kako kod potrošača tako i kod proizvođača, pri tome podižući razinu ekološke prihvatljivosti i učinkovitosti.

## 2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

### 2.1. Biostimulatori i njihovo djelovanje

Biostimulatori su fiziološki aktivne tvari koje biljkama pomažu u rastu i razvoju. Sinergijskim djelovanjem njihove komponente međusobno utječu na sustav tlo-biljka-korijen. Biostimulator koji sadrži huminske kiseline, aminokiseline, proteine, peptide, polisaharide i vitaminski kompleks, aktivno pomaže kod razvoja korijena presadnice i povećava otpornost korijena u slučaju kad je tlo tretirano pesticidima ili ako se presađuje na zaslanjeno tlo. Folijarni biostimulatori na bazi aminokiselina (prolin i triptofan) pojačavaju fotosintetsku aktivnost biljke, pomažući brzo prevladavanje usporenog rasta presadnice koji je uzrokovan nepovoljnim uvjetima okoline (Vernieri i sur., 2002). Grupa biostimulatora koji sadrže glukozide (energetski faktori rasta) i aminokiseline (arginin i asparagin) su aktivne tvari koje stimuliraju razvoj korijena (rizogeneza). Ta grupa biostimulatora ima poseban značaj, što se može primijeniti od faze sjetve pa do prije presađivanja i poslije presađivanja (Garcia i sur., 2006). Kad se pregledaju svjetska istraživanja može se reći kako je ova grupa biopreparata novost u suvremenom uzgoju presadnica povrća. S obzirom da je najveća opasnost od propadanja biljke tijekom njezina presađivanja, ti preparati stimuliraju stvaranje novih izdanaka korijena i korjenovih dlačica te pomažu pri bržem oporavku biljaka od stresa izazvanog samim presađivanjem. Prva istraživanja odnosila su se na primjenu biostimulatora koji su sadržavali ekstrakt morske alge (*Ascophyllum nodosum*), huminske kiseline, tiamin i askorbat te na više vrsta povrćarskih kultura uzgojenih u kontroliranim uvjetima. Biostimulator je poboljšao klijavost, razvoj korijena i klice (Poincelot, 1993). Wyatt (2001) je ispitivao nekoliko interakcija između kultivara graha i tretmana biostimulatorom. Neki biostimulatori dali su statistički značajne razlike u prinosu u usporedbi s kontrolom u smislu povećanja prinosa. Utjecaj biostimulatora u proizvodnji presadnica salate i rajčice s preparatom Radifarm, pokazao je dobre rezultate u porastu korijena i ponovnog rasta u plasteničkom uzgoju presadnica povrća (Vernieri i sur., 2002). Također, istraživanja s folijarnom aplikacijom biostimulatora u slučaju siromašnih tala dala su pozitivan efekt na prinos i kvalitetu rajčice (Muralidharan i sur. 2000). Biostimulatori sadrže aminokiseline, a dokazano je da primjena aminokiselina u hidroponskom uzgoju rajčice pozitivno utječe na rast biljaka (Garcia, 2006). Pozitivan učinak aminokiselina arginina i prolina na rast i razvoj lateralnog korijena kao i formiranje kotiledona kod mladih biljaka graška opisao je Fries (1951). Pored aminokiselina neki biostimulatori sadrže i

huminske kiseline koje pozitivno utječu na klijavost, rast korijena i nadzemne mase rajčice (Thi Lua i Bohme, 2001).

U proizvodnji povrća najnoviji trendovi vode smanjivanju upotrebe gnojiva, pogotovo kada su u pitanju pojedina dušična gnojiva. Smanjenje upotrebe gnojiva moguće je u slučaju efektivnijeg korištenja hraniva od strane biljke, s obzirom da je poznato kako biljke ne iskoriste u potpunosti gnojivo koje se nalazi u mediju rasta (N.Paradić, 2009). Upotrebom biostimulatora može se smanjiti primjena gnojiva na otvorenom polju kao i u hidroponskom uzgoju, gdje je poseban naglasak na zaštiti okoliša pa hidroponski uzgoj uz primjenu biostimulatora postaje strateška proizvodnja povrća u plastenicima u smislu očuvanja okoliša (Vernieri i sur., 2006). Isto tako, dokazano je da se primjenom biostimulatora povećava ukupan sadržaj dušika u listu i intenzitet fotosinteze te se povećava koncentracija biljnih pigmenata (Richardson, 2004). Primjena biostimulatora utječe na povećanje klijavosti i vigora starijeg sjemena, kako je dokazano kod kukuruza i soje (Vinković i sur., 2007), celera, peršina, salate i poriluka (Yildirim i sur., 2007). Kod grahorice primjena biostimulatora, također, ima pozitivan učinak. Tako su Kertikov i Radeva (1998) utvrdili veći prinos zrna i proteina u zrnu kod grahorice, a posljedica je veća hranidbena vrijednost kulture.

Istraživanja s biostimulatorima obuhvatila su puno povrćarskih kultura, pa tako i papriku, za koju se može reći da je jedna od najznačajnijih. Csizinszky (2003; 2004) u svom istraživanju opisuje ranije plodonošenje i veće prinose kod paprike u prvim berbama plodova, što potvrđuje i njegovo drugo istraživanje s biostimulatorom Atonik provedeno 2001. godine. Isti autor provodio je istraživanja i na rajčici (Csizinszky, 2003.), a utvrdio je kako se primjenom biostimulatora povećava prinos ploda rajčice u ovisnosti o gnojidbi sa natrijem i kalijem, a bez utjecaja na elementarni sastav ploda. Primjenom biostimulatora, ne samo da se može povećati prinos i smanjiti stres u slučaju nepovoljnih temperatura, nego se smanjuju štetne posljedice kod suše, smrzavanja, mehaničkih i kemijskih oštećenja kao i kod virusne infekcije biljke (Maini, 2006), (N.Paradić, 2009).

## **2.2. Rajčica (*Lycopersicum esculentum*)**

Rajčica zauzima značajno mjesto u ishrani ljudi. Proizvodi se u plastenicima, staklenicima i na otvorenom i to kao vrlo rana, srednje rana i kasna proizvodnja, kao i proizvodnja za preradu.



Rajčica je jednogodišnja biljka iz porodice *Solanaceae*. Sve vrste roda *Lycopersicon* imaju  $2n=24$  kromosoma.

### *2.2.1. Agroekološki uvjeti:*

Minimalna temperatura za klijanje sjemena je 10 °C, a klijanje traje 8-23 dana. Optimalna temperatura za klijanje je 22-25 °C, a za rast i razvoj sve do plodonošenja potrebna je temperatura od 18-22 °C. Najpovoljnija relativna vlaga zraka je 55-65 %. Rajčica za rast i razvoj traži dosta svjetlosti. Tijekom jeseni i zime nepovoljni su uvjeti za uzgoj rajčice u zaštićenim prostorima. Dužina dana za cvjetanje i zemetanje plodova iznosi 8-10 sati, što se u kontinentalnim uvjetima postiže već u veljači i traje sve do listopada. Rajčica se svrstava u usjeve sa srednjim zahtjevima za vodom. Kritično je razdoblje za vlagu vrijeme cvatnje i zemetanja plodova, što traje 1-2 mjeseca. Za normalan rast i razvoj rajčica traži umjerenu vlažnost zemljišta i zraka (60-70% PVK i 50-60% relativne vlažnosti zraka). (PVK – Poljski vodni kapacitet). Tlo za uzgoj rajčice mora biti rahlo, dobre strukture, plodno, neutralno ili slabo kisele reakcije pH 6,0-6,5. Treba izbjegavati tla koja sadržavaju puno gline jer u tim uvjetima ne može se dobro razvijati korijenov sistem. Isto je tako važno, da tlo na kojem se uzgaja rajčica ne smije imati visoki nivo podzemnih voda. Rajčica se proizvodi iz rasada i direktnom sjetvom. Za ranu poljsku proizvodnju sjetva sjemena za proizvodnju rasada počinje u južnim toplijim područjima oko 10. siječnja, a za srednje ranu oko 15. veljače. U sjevernim područjima Republike Hrvatske sjetva za ranu proizvodnju počinje oko 20. veljače, a za kasniju početkom ožujka pa sve do 10. travnja, što ovisi i o sorti koja se sije. Direktna sjetva na otvorenom, za proizvodnju industrijske rajčice, počinje polovinom travnja i traje do 10. svibnja i obavlja se na gredicama. Koriste se precizne sijačice koje imaju ulagače za gnojiva i herbicide. Dubina je sjetve 2-3 cm, a na gredicu se siju 2 reda razmaka 30 cm, a razmak je kućica u redu 25-30 cm.

Hidroponska proizvodnja odvija se u grijanom i povremeno grijanom zaštićenom prostoru (staklenici ili plastenici), što znači da je proizvodnja moguća tijekom cijele godine u vertikalnom uzgoju s 20-34 etaže plodova. Hidroponi su zaštićeni pojedinačni prostori u kojima se biljke uzgajaju bez tla, sa inertnim supstratima ili bez njih (kocke ili ploče kamene vune, drvena piljevina, perlit, vlakna kokosova oraha, zobene ili rižine pljevice ili njihove kombinacije) (N. Parađiković, 2009).

Hranidbeni sastojci	Količina u %
Sirove bjelančevine	0,4 - 1,25
Sirove masti	0,2 - 0,95
Ugljikohidrati	1,87 - 9,0
od toga šećeri	2,4 - 7
Vlakna	0,31 - 1,8
Minerali	0,6
Voda	92,0 - 95,0

Slika 1. Hranidbena vrijednost rajčice (Izvor: N. Parađiković, 2009. Opće i specijalno povrćarstvo)

Minerali	Količina u mg/100 g svježeg ploda
Natrij	2,6 - 32,7
Kalij	92 - 376
Magnezij	13 - 20
Kalcij	10 - 21
Fosfor	7 - 53
Željezo	0,4 - 1,2
Sumpor	13 - 20

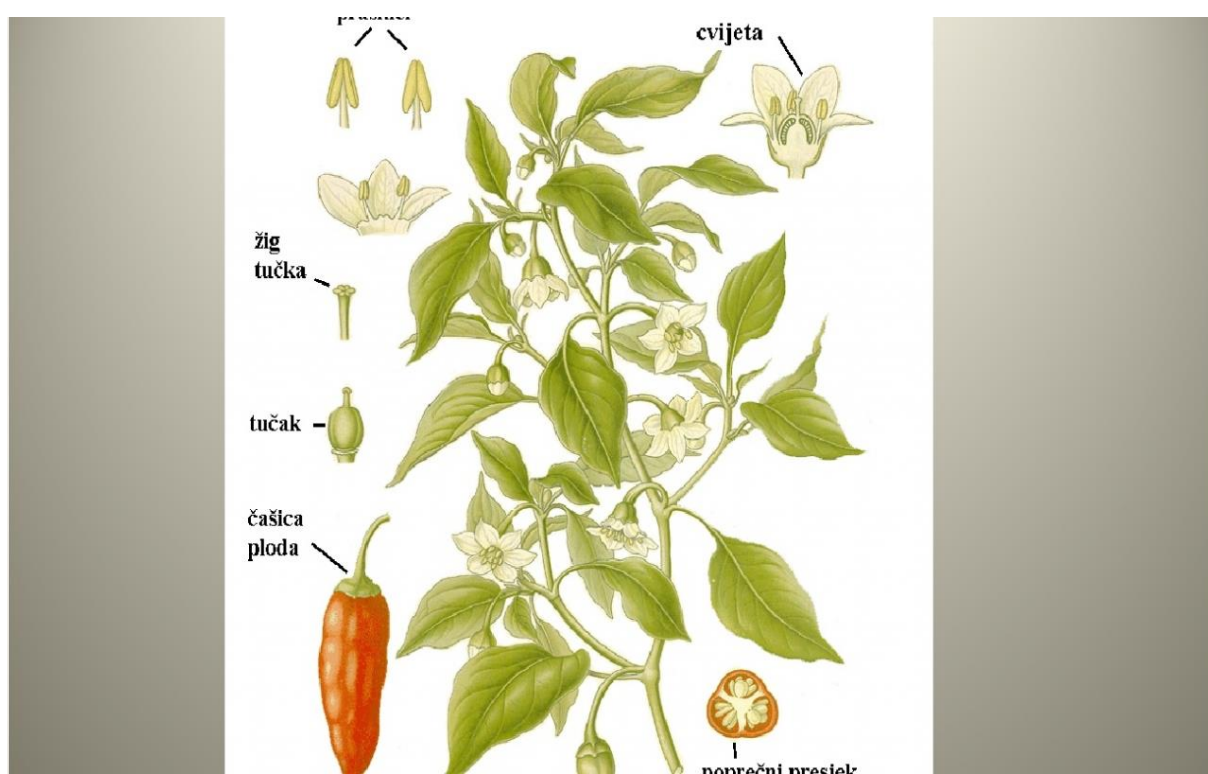
Slika 2. Hranidbena vrijednost rajčice (Izvor: N. Parađiković, 2009. Opće i specijalno povrćarstvo)

Vitamini	Količina u mg/100 g svježeg ploda
Karoten	0,15 - 2,3
E	0,36
K	0,4 - 0,8
B <sub>1</sub>	0,016 - 0,08
B <sub>2</sub>	0,02 - 0,09
B <sub>3</sub>	0,3 - 0,85
B <sub>5</sub>	0,28 - 0,34
B <sub>6</sub>	0,074 - 0,15
Biotin	0,004
Folna kiselina	0,0086

Slika 3. Hranidbena vrijednost rajčice (Izvor: N.Paradić, 2009. Opće i specijalno povrće)

### 2.3. Paprika (*Capsicum annuum* L.)

Paprika je jednogodišnja zeljasta biljka. Ima vretenast korijen koji može narasti do 60 cm dubine tla, no glavnina korijena razvija se u gornjih 30 cm. Promjer korijena u širinu je 60 cm. Stabljika je zeljasta (s vremenom odrveni pri bazi), visine 40-100 cm. Glavna i postrane grane su glatke, zelene ili zelene s ljubičastim prugama. U presjeku su okrugle, peterokutne ili šesterokutne. Prema rastu i načinu grananja razlikujemo indeterminantni i terminantni rast stabljike paprike. List je jednostavan, cijeli, na dužoj ili kraćoj peteljci, spiralno raspoređeni. Lisna plojka je ovalna, lancetasta ili eliptična s cijelim rubom zelene boje. Cvijet se nalazi na kratkoj stapki i većinom je pojedinačan. Ima 5-7 latica bijele, žućkaste ili zelenkaste boje, latice su srasle na bazi. Plod je šuplja boba različitog oblika, veličine i boje. Boba se sastoji od perikarpa (mesa) i placente sa sjemenkama. Sjeme je bubrežastog oblika 3-6 mm promjera i debljine 0,5-1 mm, plosnato je, glatko i blijedožute boje. U jednom plodu može biti 70-600 sjemenki dok je u 1 g oko 160 sjemenki.



Slika 4. Naslov : Građa paprike

(Izvor: <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/paprika>)

Sadržaj vode u sirovoj industrijskoj paprici kreće se između 82% i 92% (Somos, 1984). Sadržaj vlage u osušenom proizvodu iznosi maksimalno 11% (JUS E.H6.101, 1975). Zbog visokog sadržaja vode, sirova industrijska paprika predstavlja pogodnu podlogu za razvoj mikroorganizama, naročito ako je plod oštećen. Od ukupne količine šećera koje plod paprike sadrži, oko 90-98% čini glukoza, a ostatak saharoza. Na početku formiranja ploda sadržaj šećera je oko 20% da bi kasnije, u fazi zrelosti, dostigao maksimum od 40%. Kod začinske paprike naročito je važan sadržaj šećera jer značajno utječe na začinske osobine. Uvjeti uzgoja, kao i sorte karakteristike, bitno utječu na sadržaj šećera. Celuloza je u paprici prisutna u količini 10-18%. Sirovih vlakana ima u perikarpu u prosjeku 20%, u sjemenu 18%, a u mljevenoj začinskoj paprici 20-40% (Marković, Vračar, 1998). Paprika je mnogo bogatija u azotnim materijama (bjelančevine, aminokiseline, razni peptidi, itd.), koji imaju važnu fiziološku ulogu, jer sadrže skoro sve aminokiseline koje su neophodne za održavanje normalnih životnih funkcija. Sadržaj proteina u paprici u odnosu na suhu tvar je 16-17% u perikarpu i 18% u sjemenu. Proteini paprike imaju vrlo visoku biološku vrijednost. Perikarp ploda paprike sadrži 5-6% mineralnih tvari. Od makroelemenata zastupljeni su: kalij, natrij,

kalcij, fosfor, magnezij, željezo, aluminij, klor, sumpor i dr. Najzastupljeniji mikroelementi su: bakar, cink, kobalt, mangan i dr. (Marković, Vračar, 1998). Mineralne tvari ulaze u sastav fermentata koji katalitički djeluju na čitav niz kemijskih reakcija u organizmu (Ćirić, 1969).

Vitamin	mg/100g
C	100 – 300
B1	0,07 – 0,15
B2	0,04 – 0,07
E	0,30 – 8,24
Pantotenska kiselina	0,12 – 0,14
Niacin	0,20 – 0,76
Amid nikotinske kiseline	1,40
Karoten	3,00 – 37,00

Slika 5. Hranidbena vrijednost paprike

(Izvor: <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/paprika>)

#### 2.4. Biostimulatori u hortikulturi

Održivost hortikulturne proizvodnje neophodno je udovoljiti zahtjevima potrošača. To je najbolje postići povećanjem učinkovitosti korištenja pojedinog resursa kako bi osigurali zdrave proizvode. U posljednjih nekoliko godina, predloženo je nekoliko tehničkih i tehnoloških inovacija kako bi se poboljšala održivost proizvodnih sustava kroz značajno smanjenje agrokemikalija. Obećavajuća će praksa biti uporaba tvari i/ili mikroorganizama koji poboljšavaju rast biljaka, povećavaju toleranciju na nepovoljne ekološke uvjete tla, kao i poboljšanje učinkovitosti korištenja resursa. Iz tih tvari i mikroorganizama, predložen je termin „biostimulants” (Zhang i Schmidt, 1997). Europsko Biostimulatorsko Industrijsko vijeće (EBIC) definiralo je biljne biostimulatore kako slijedi: „Biljni biostimulator znači materijal koji sadrži tvar i/ili mikroorganizme čija je funkcija, kada se odnosi na biljke ili Rhizosphere, potaknuti prirodne procese u korist učinkovitosti nutrienata, tolerancije na stres, abiotskog i/ili bitoskog djelovanja na kvalitetu usjeva, neovisno o njegovom sastavu hranjivih tvari. Biostimulatori nemaju izravnu reakciju protiv štetnika, te stoga ne spadaju u regulatorni okvir pesticida ([www.biostimulants.eu](http://www.biostimulants.eu)). Ova definicija gnojiva ovjerena je od strane Radne grupe

Opće uprave za poduzetništvo u lipnju 2012. godine u Sjedinjenim Američkim Državama. Do sada je regulatorna situacija biostimulatora još neprihvaćena zbog nedostatka jedinstvenog i specifičnog okvira u Europskoj uniji, Sjedinjenim Američkim Državama i drugim zemljama. Glavni razlog za tu situaciju nepostojanje je definicija biostimulatora univerzalno prihvaćenih od strane regulatornih tijela. Stoga, biljni biostimulatori često prodaju kao gnojiva u mješavinama s hranjivim elementima. Sveobuhvatni pregled međunarodne znanstvene literature o biljnim biostimulatorima nedavno je proveo Patrick du Jardin u okviru ugovora potpisanog s Europskom komisijom (du Jardin, 2012). Autor predlaže osam kategorija tvari koja djeluje kao biostimulator: (1) humusne tvari, (2) složeni organski materijali, (3) korisni kemijski elementi, (4) anorganske soli, uključujući fosfit, (5) ekstrakti morskih trava, (6) hitin i hitinski derivati, (7) antitranspiranti (8) i slobodne aminokiseline i tvari koje sadrže dušik. Bivša bibliografska analiza ne uključuje učinke biostimulatora korisnih mikroorganizama. Biljni biostimulatori obično se primjenjuju kod usjeva visokih vrijednosti, uglavnom kod uzgoja u staklenicima, otvorenih polja povrća, protokom-ERS i ukrasa za povećanje prinosa i kvalitete proizvoda na održiv način. Biostimulatorski proizvodi koristili su se u ekološkoj proizvodnji, ali sada se sve više uvode u konvencionalnoj proizvodnji usjeva. Tržište biljnih biostimulatora raste iz godine u godinu; globalno tržište je sadašnje veličine 1 milijarde američkih dolara te je procijenjen rast do 3 milijarde američkih dolara do 2020. godine, uz godišnju stopu rasta od 13%, posebno u europskim zemljama (Anonymous, 2013). Štoviše, u posljednjih deset godina broj znanstvenih objava o biljnim biostimulatorima povećao se i u nizu međunarodnih časopisa. Trenutni poseban problem odražava nedavni napredak biostimulatora u hortikulturi iz različitih točaka gledišta kako bi se pokazalo da korištenje tih tvari i korisnih mikroorganizama može biti učinkovit i održiv alat u hortikulturnoj proizvodnji. Posebna tema „Biostimulatori u hortikulturi” sadrži deset mišljenja usmjerenih na definiciju, pojam, glavne kategorije i regulaciju postrojenja biostimulatora (Du Jardin, 2015), humusne i Fulvinske kiseline (Canellas i sur., 2015), proteinskih hidrolizata (Colla i sur., 2015), ekstrakata algi (Battacharyya et al., 2015), kitosan (Pichyangkura i Chadchawan, 2015), silicij (Savvas i Ntatsi, 2015), fosfiti (Gómez-Merino i Trejo-Téllez, 2015), mikoriznih gljiva (Rouphael et al., 2015), Trichoderma (Lopez-Bucio et al., 2015).

## 2.5. Biostimulatori i reakcija kultura

Istraživanje kao aktivnost u pitanju poljoprivrednih sustava godinama je bilo usmjereno na povećanje prinosa, bez obzira na kvalitetu proizvoda i racionalno korištenje resursa. Nasuprot tome, pažnja je uglavnom usmjerena na kvalitetu proizvoda i održivosti sustava uzgoja. Osim toga, upravljanje uzgojem stavlja više pozornosti na smanjenje troškova proizvodnje kroz smanjene ulaza. Zaštićeni uzgoj povrća i cvjećarskih kultura obično zahtjeva velike količine gnojiva i pesticida. Nije uvijek istina da dostupnost hranjivih tvari odgovara višoj kvaliteti proizvoda. Naprotiv, prekomjerne gnojidbe, a posebno visoke količine dušika, stimuliraju vegetativni rast s većom podložnosti patogenima (Liebman & Davis, 2000). U lisnatom povrću, prekomjerna dostupnost nitrata često uzrokuje nakupljanje u listovima u razinama iznad granica koje propisuje EU (Alberici i sur 2008;. Cavaiuolo & Ferrante 2014). Visoke stope dušika unutar gnojiva mogu imati štetne učinke na okoliš, kao što je tok nitrata u putovima i mogu povećati razinu stakleničkih plinova u odnosu na dušikov oksid (Mattner et al. 2013). Akumulacija visoke razine nitrata u Brassica usjevu, na primjer, također mogu utjecati negativno na zdravlje ljudi (Luo et al, 2006;. Parkovi i sur 2008;. Cavaiuolo & Ferrante 2014.). Stoga, alternativne metode za poticanje ranog rasta brokule, rajčice, paprike i drugih povrtnih kultura vrlo su zanimljivi. Cvjećarski usjevi, ako su visoko oplodeni, mogu imati luksuznu potrošnju bez prednosti za kvalitetu, a ako se uzgaja u otvorenim hidroponskim sustavima, može zagaditi okoliš. Uzgoj usjeva u cvjećarstvu karakterizira visoki kemijski udio zbog kvalitete kojom je definiran vizualni izgled proizvoda. Kvaliteta rezanog cvijeća i lončanica uglavnom ovisi o boji lišća i cvjetnom integritetu. Prisutnost fizioloških poremećaja vezanih za mineralne ishrane ili oštećenja zbog bolesti i napada insekata snažno utječu na kvalitetu i komercijalne vrijednosti tih proizvoda. Nadalje, većina vrsta u cvjećarstvu moraju se uzgajati pod programiranim ciklusima kako bi bili uspješni na tržištu. Posteljine biljke, na primjer, karakteriziraju kratki ciklusi rasta, kruti proizvodni planovi i ograničeno rastuće područje. Dakle, njihov rast mora biti brz kako bi se poboljšala korist rada i raspodjela rada po jedinici površine. Biostimulatori se sve više smatraju kao alat za proizvodnju kao što je pokazala većina znanstvenih objava. Biostimulatori su povećali zanimanje o održivoj poljoprivredi, jer njihova primjena aktivira nekoliko fizioloških procesa koji povećavaju učinkovitost uporabe, potiču razvoj biljaka i omogućuju smanjenje potrošnje gnojiva (Kunicki i sur. 2010). Mnogi biostimulatori također su u mogućnosti suzbiti učinak na biotski i abiotski stres, poboljšanje kvalitete i prinosa usjeva stimulacijom biljnih fizioloških procesa (Ziosi et al. 2013). Biostimulatori su ekstrakti dobiveni iz organskih sirovina koje sadrže bioaktivne spojeve.

Najčešće komponente biostimulatora su mineralne tvari, humusni elementi (HSS), vitamini, aminokiseline, hitin, kitosan, i poli- i oligosaharide (BERLYN-Russo 1990; Hamza-Suggars 2001.; Kauffman et al 2007). Prema izvješću FAO-a (2006), znatna količina algi (15 milijuna t t<sub>2</sub>) se koristi kao hranjivi dodatak i kao biostimulator u poljoprivredi.

Ekstrakti alge koriste se u poljoprivredi pri uređenju tla ili kao biljni stimulatori. Primjenjuju se kao folijarni sprej i poboljšavaju rast biljaka, smanjuju smržavanje, utjecaj suše i povećavaju toleranciju na sol, fotosintetsku aktivnost i otpornost na gljivice, bakterije i viruse, poboljšavaju prinose i produktivnost mnogih usjeva (Norrie i Keathley 2006; Gajc-Wolska et al. 2013 Sharma et al. 2014). Alge koje se koriste za proizvodnju biostimulatora sadržavaju citokine i auksine ili druge hormone (Hamza-Suggars 2001). S pravnog gledišta, biostimulator može sadržavati tragove prirodnih biljnih hormona, ali njihovo biološko djelovanje ne treba pripisati njima, inače bi trebao biti registriran kao regulator rasta biljaka. Humusne kiseline prirodno se pojavljuju u polimernim organskim spojevima i kao proizvod raspadanja organskog materijala. Mogu se pronaći u tlu, tresetu i lignitu (Sharif i sur. 2002). Mogu stimulirati rast biljaka poboljšanjem unosa hranjivih tvari pomoću povećanog hormona auksina (Baldotto & Baldotto 2013). Potiču povećanje nakupljanja hranjivih tvari u lišću (Chen i sur., 2004) i biosintezu klorofila (Baldotto i sur. 2009). Mnoge od aktivnih tvari biostimulatora mogu biti prisutne u vrlo niskim koncentracijama, ponekad ispod razine koja se može detektirati uobičajeno dostupnim tehnologijama, ali ipak može pružiti snažne biološke učinke. Sastav biostimulatora je dijelom nepoznat; složenost ekstrakata i širok raspon molekula sadržanih u otopini čine ga vrlo teškim za razumjeti. Štoviše, izdvajanje i proučavanje jedne komponente prisutne u biostimulatoru može proizvesti nepouzdan rezultate, jer su učinci na biljkama često, zbog kombinacije i sinergističkog učinka, različiti. Mehanizme koji aktiviraju biostimulatori je teško identificirati i dalje su pod istragom (Ertani i sur 2011, 2013.; Guinan et al 2013). Dakle, biostimulatore treba klasificirati na temelju njihova djelovanja u biljkama ili, još bolje, na fiziološke reakcije biljke. Cilj aktivnosti biostimulatora na biljkama može se objektivno identificirati pomoću tehnologija molekularne biologije kao što je transkriptom ili analizom mikropolja koji pružaju uvid zahvaćenih puteva nakon tretmana biostimulatorom (Santaniello et al. 2013). Analizu korelacija treba izvesti između aktivacije gena i fizioloških odgovora kako bi se široko razumjelo učinke biostimulatora na biljke i na ponašanje različitih vrsta. Štoviše, bioinformatička analiza može istaknuti različite mehanizme djelovanja u različitim biljnim vrstama. Ovi alati mogu se koristiti za odabir različitih sirovina na temelju njihovih učinaka na transcriptu i pružiti korisne informacije o miješanju različitih izvora organskih materijala.



Analiza transkripata također može pokazati sinergističke učinke različitih organskih tvari. Podaci koji će se dobiti iz ovih studija su izvan informacija o biostimulatornim efektima u biljkama pa mogu biti i korisni za određivanje markera kako bi se izbjegao krivotvoreni proizvod. Biostimulator može djelovati izravno na fiziologiju bilja i metabolizam ili poboljšanje uvjeta tla (Nardi i sur. 2009). Biostimulatori u tlu utječu na mikrofloru i mogu dati pozitivan utjecaj na rast biljaka. Ovi proizvodi obično se primjenjuju uz standardne tretmane oplodnje kako bi se poboljšalo korištenje hranjivih učinkovitosti i kvalitete proizvoda (Heckman, 1994). Biostimulatori se razlikuju od gnojiva, jer oni djeluju na metabolizam biljaka i njihove hranjive koncentracije su zanemarive. Ovi proizvodi su u stanju mijenjati raširenost korijena i povećati razvoj korijena (BERLYN & Russo 1990, Nardi i sur 2006;.. Petrozza sur 2013a, 2013b). Navedeni aspekt mora se uzeti u obzir tijekom proučavanja usporedbe jer različite vrste mogu imati različite propusnosti lista na biostimulator. Sposobnost apsorpcije ovisi o terenskim uvjetima, gdje su biljke izložene različitim vremenskim uvjetima i drugim vanjskim čimbenicima (Kolomaznik i sur 2012;.. Pecha i sur 2012). List kutikula može predstavljati barijeru biostimulatorske apsorpcije i kemijska struktura bioaktivnih spojeva može biti zapreka njihovoj penetraciju u unutarnjem dijelu lista. Epiderma se sastoji od različitih komponenata, kao što su voskovi cuticular i polimera i cutin Cutan (Schreiber, 2005). Sloj kutikule i postotka različitih komponenti je specifična vrsta, a te razlike mogu imati važan utjecaj. za to se gledašte mora uzeti u obzir studije usporedbe jer različite vrste mogu imati različite propusnosti lista na biostimulator. Sposobnost apsorpcije ovisi o terenskim uvjetima, gdje su biljke izložene različitim vremenskim uvjetima i drugim vanjskim čimbenicima (Kolomaznik i sur 2012;.. Pecha i sur 2012.). Sposobnost biostimulatora na lisnatim tkivima još treba razjasniti. Biostimulatori djeluju pri niskim koncentracijama (Zhang i Schmidt, 1999). Nažalost, učinci biostimulatora mogu biti različiti od vrste do vrste, pa čak i od sorte do sorte i ovisi o čimbenicima iz okoliša, te o dozi i vremenu primjene (Kunicki i sur. 2010). Ta varijabilnost učinaka često sprječava generalizaciju i korištenje rezultata u drugim vrstama. Rast biljaka induciran biostimulatorima može biti povezan s porastom aminokiselina i poboljšane biosinteze proteina. Alge i ekstrakti kvasca povećavaju sadržaj proteina u biljkama. Viši sadržaj proteina može biti zbog ugradnje aminokiseline korištene izravno za biosintezu proteina. Međutim, povećani sadržaj bjelančevina također može biti povezan s povećanjem koncentracije ugljikohidrata u listovima (Abbas 2013). Veći sadržaj šećera u listovima obično ubrzava inkorporaciju dušika kroz nitrat asimilacije puta. Ugljikohidrati predstavljaju atome kostura za ugradnju reduciranog nitrata (amonijaka) u aminokiselinama i povećava biosintezu proteina. Lucerne proteina hidrolizata se koristi kao biostimulator u kukuruzu. Povećanje u

sintezi šećera u biljke koje su tretirane biostimulatorom je nađen i u nekoliko vrsta, a povezana je s povećanjem sadržaja klorofila, neto fotosintezom i kvantne učinkovitosti fotosustava II (Ferrini-Nicese 2002.g., Amanda et al 2009; Ertani & Nardi 2013). Parametri klorofila i fluorescencije naširoko su pokazali da su biljke tretirane biostimulatorima manje pogođeni nizom različitih biotičkih i abiotičkih činitelja (Fraser & Percival 2003; Amanda i sur 2009). Polisaharidi i oligosaharidi druge su važne biostimulatorske komponente koje utječu na biljnu fiziologiju. Polisaharidi su ekstrakti morskih trava koje se primjenjuju na postrojenja kako bi se poboljšala otpornost na gljivične bolesti. Oni su uključeni u biljnu signalnu mrežu protiv stresa i, posebno, biotskih naprezanja.

## **2.6. Obrambeni mehanizam biljke**

Biljni odgovor na biotičke i abiotičke stresove je kompleksna mreža reakcija koja uključuje različite fiziološke puteve primarnog i sekundarnog metabolizma (Kauffman i sur. 2007). Reaktivni kisik (ROS) je skupina molekula koje su sveprisutne u biljkama. ROS proizlazi iz oksidacijskog procesa, kao što su disanje i fotosinteza, i u normalnim uvjetima, koji su proizvedeni u niskoj koncentraciji, bez negativnih posljedica po biljkama. U stresnim uvjetima (ili biološkim abiotskim), ROS razina se povećava kao indeks oksidativnog praska inducirane agensom stresa (Foyer-Noctor 2005.). Visoka koncentracija ROS-a može biti štetna jer mogu oštetiti lipidne membrane, proteine i nukleinske kiseline (Apel-Hirt 2004). Biljke su razvile složeni niz mehanizama da nadvladaju stresna stanja i akumuliraju ih. Mehanizmi odgovora biljaka na stres uključuju nakupljanje šećera (Keunen et al 2013), specifičnih proteina (Sun et al 2013). (Kumari i Sairam 2013; Wang et al 2013). Povećanje biosinteze ili nakupljanje flavonoida, glukozinolata (Marti nez-Ballesta et al 2013.), askorbinskih kiselina (Petruša et al 2013.) (ASA, Gallie 2013) i karotenoida (Havaux 2014.), te aktivacija reakcije mreže hormona je posredovano i uključuje (Jasmonates Waster-NACK i Hause 2013) i druge signalne molekule (Pelega-Blumwald 2011). Osim toga, nedavna istraživanja usmjerena na transkripcije odgovoraju na naprezanja (Zeng i sur. 2014), te na pitanja o učincima genetske raznolikosti (Luhua i sur. 2013). ASA rasprostranjene su molekule koje mogu izravno djelovati kao antioksidans ili u nizu reakcija koje su posredovane sa specifičnim antioksidantima koji kataliziraju oksidaciju i recikliraju reakcije (ASA Choudhury et al. 2013). Iz tog razloga mnoga istraživanja su provedena s ciljem jačanja ovog mehanizma obrane, povećavajući razinu ASA i poticanjem aktivnost enzima koji sudjeluju u oksidaciji i recikliranju. U nedavnom istraživanju, (Vasconcelos i sur. (2009) testirali su učinkovitost biostimulatora na temelju HSS i amino kiselina u kombinaciji sa stresom suše na aktivnost superoksid dismutaza, katalaza i

askorbata peroksidaza. Istraživanje je provedeno u dvije različite vrste, kukuruz (*Zea mays*) i soja (*Glycine max*), a autori su zaključili da sastav biostimulatora nije mogao poboljšati toleranciju u biljkama podvrgnutoj vodenom stresu. S druge strane, proteinski hidrolizat izveden iz lucerne mogao je povećati biomase u kukuruzu i pod stresom saliniteta povećanjem antioksidanskog sustava i ubrzavanjem metabolizma dušikom (Ertani et al. 2013). Stoga je jasno da sastav biostimulatora određuje njegov učinak na kukuruz (*Zea mays*) i soju (*Glycine max*), a autori su zaključili da sastav biostimulatora nije mogao poboljšati toleranciju u biljkama podvrgnutih vodenom stresu. Stoga je jasno da sastav biostimulatora određuje njegov učinak među polisaharidima. Laminarin (b -1,3-glukana) glukan skladišti se u smeđu algu *Laminaria digitata* (Stadnik i Freitas 2014.), sposoban je inducirati odgovor u obranu biljaka i može se koristiti za zaštitu biljaka protiv patogena kao i *Botrytis cinerea*, *Plasmopora viticola* na vinovoj lozi (Aziz et al. 2003). Laminarin djeluje preko aktivacije enzima obrambenim genima koji kodiraju različite patogeneze srodnih proteina s antimikrobnim svojstvima i nakupljaju pobuđivače spojeva kao što je salicilna kiselina. U odgovor na obranu je također uključen širok spektar događaja, kao što je kalcij, zaluživanjem ekstracelularnog medija, oksidacijski prasak. Liječenje s komercijalnim ekstraktom algi (Stimplex m, Acadian Agritech, Dartmouth, Nova Scotia, Kanada, tablica 1), pokazalo je na primjeru da je povećalo otpornosti na sušu u Hamlin slatkoj naranči (Spann i malo, 2011). Uporaba morskih bioaktivnih tvari (ekstrakta IPA, dobivenim od BiotechMarine, Roullier grupe Pontrieux, Francuska, tablica 1), rezultiralo je poboljšanjem folijarnog iona apsorpcije vode i otpornost na stres u teglama *Vitis vinifera* biljaka. Dva proizvoda dobivena od algi i crnog treseta, nedavno su izvijestili da promiče rast *Brassica napus* (Billard i sur. 2013). Oba stimuliraju biostimulans kloroplast podjele i povećana magnezij, mangan, natrij i bakar, koncentracije biljnih i korijenastih translokacija željeza i cinka. Ova opažanja su povezana s povećanom ekspresijom transportera Cu (COPT2) i NRAMP3, gen uključen u Fe i Zn translokacija.

## **2.7. Primjena biostimulatora na povrtne kulture**

Biostimulatori se mogu koristiti u proizvodnji povrća za poboljšanje produktivnosti i prinosa, a kako bi se poboljšala tolerancija biljaka na stres faktor biljaka (Tablica 2). Biostimulant Actiwave w (Valagro toplicama, Atessa, Chieti, Italija, tablica 1), koji se primjenjuje kao dodatna komponenta u hranjivoj otopini (*E. raketa sativa*) uzgojene u sustavu plutajućeg povećanog iskorištenja čak i ako je koncentracija hranjivih tvari smanjena (Vernieri, Borghesi, i sur. 2006). U tom usjevu, primjena Actiwave masa povećava učinkovitost korištenja

mineralnih hranjivih tvari, a taj učinak je posebno značajan kada je koncentracija hranjive otopine smanjena na 10% standardne hranjive otopine. Učinak Actiwave w također je potvrđen u mladom listu salate (*Lactuca sativa* var. *Acephala*) uzgajanom u plastičnim tunelima (Amanda i sur. 2009). Iskorištenje povećana primjenom 3 mL m<sup>2</sup> (Tablica 2). Kod jagode (*Fragaria £ ananassa*), primjena Actiwave w stimulirane vegetativnog rasta (10%), list sadržaj klorofila (11%), gustoće puci (6,5%), fotosinteze, iskorištenja (27%) i voćnih mase (Spinelli et dr. 2010). Kunicki et al. (2010) su istraživali učinak biostimulansa koji sadrži aminokiseline nazivom Aminoplant (Tablica 1) na prinos špinata (*Spinacia oleracea*), s obzirom i utjecaj sorte i vrijeme uzgoja (oprugu i jesen). Odgovor biljka na biostimulansni tretman ovisio je o sorti više nego o uvjetima okoline, posebno vegetacije. Značajan utjecaj Aminoplanta na sadržaj nitrata također je promatran, ali rezultati nisu bili ponovljivi u eksperimentalnoj godini, tako da različiti klimatski uvjeti mogu modificirati reakciju mrkve (Grabowska i sur. 2012). Općenito, različite kulture tretirane ovim biostimulansom imale su veće prinose po hektaru (Maini 2006). Aminoplant je također primijenjen na kovrčavu endiviju (*C endivia* var. *Crispum*), ali nisu nađene značajne razlike (iskorištenje Gajc-Wolska i sur., 2012). Upotreba Goe ° struganje BM86 (Tablica 1), u uzgoju brokule (*Brassica oleracea* var *cymosa*) na otvorenom polju (2L ha 2 1) (Tablica 2), ima značajan utjecaj na kemijsku kakvoću proizvoda četiri različita biostimulansa: Radifarm w, Megafol w, Viva w i korist w (Valagro spa Atessa Chieti, Italija, tablica 1), povećava iskorištenje papra (*C annuum*). Petrozza et al. (2013a), pokazali su da tretmani Radifarm w na rajčice (*Solanum lycopersicum*) (tablica 2) stimulira veći sustav korijena i više sekundarnih korijena. Stoga su tretirane biljke imale veću učinkovitost korištenja vode. Ovo istraživanje je pokazalo da je biostimulans bio u stanju normalizirati rast biljaka pod abiotičkim činiteljima. Kombinacija tri biostimulansa T7 (raspršivanje 0,2% 2% 2% ekstrakta listova *Moringa Panchakavya* TH ha TH) se koristi na bosiljak (*Ocimum sanctum*) povećan prinos (Prabhu et al. 2010). Haider et al. (2012), proučavao efekt folijarne primjene ekstrakta alge Prima (vidi Tablicu 1), kao organskog biostimulansa na krumpiru (*Solanum tuberosum* cv. *Sante*) (Tablica 2) i pokazao je značajno poboljšanje rasta biljaka, prinos i kvalitetu gomolja. Štoviše, on je također poboljšao koncentraciju dušika, topljive suhe tvari i sadržaj proteina od gomolja. Mattner et al. (2013) pokazali su da ekstrakt algi (Seasol w International Pty Ltd, Mountain Hwy, Boronia, Australiji, tablica 1) potiče od brokule osnivanje i rast u stakleniku i na terenu (Tablica 2) značajno povećava površinu lista, stabljike promjer i biomasa brokule , Osim toga, ekstrakt morska trava znatno smanjen za 23% ranu pojavu bijele blister, uzrokovane *Albugo candida*. Na salati (*L. sativa*) i rajčice (*S. lycopersicum*), primjena Radifarma (Tablica 1) na razini dječjeg imali pozitivan utjecaj na rast biljaka povećanjem razvoj pucanja i korijena

(Tablica 2). U salati biostimulans snažno stimulira rast korijena i pokazao je također porast od površine lista. Na rajčici, učinak je bio jači i svi parametri mjereni su pozitivno utjecali. Primjena Radifarmin u obje vrste stimulira rast i poboljšanje omjera korijen (Vernieri et al., 2002).

Product	Composition
Actiwave	Composition (w/v): total nitrogen (N) 3.0% (38.7 g L <sup>-1</sup> ); organic nitrogen (N) 1.0% (12.9 g L <sup>-1</sup> ); ureic nitrogen (N) 2.0% (25.8 g L <sup>-1</sup> ); potassium oxide (K <sub>2</sub> O) soluble in water 7.0% (90.3 g L <sup>-1</sup> ); organic carbon (C) of biological origin 12% (154.8 g L <sup>-1</sup> ); iron (Fe) soluble in water 0.5% (6.45 g L <sup>-1</sup> ); iron (Fe) chelated by ethylenediaminedi(2-hydroxy-5-sulfophenylacetic) acid (EDDHSa) 0.5% (6.45 g L <sup>-1</sup> ); zinc (Zn) soluble in water 0.08% (1.03 g L <sup>-1</sup> ); zinc (Zn) chelated by Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) 0.08% (1.03 g L <sup>-1</sup> ). Liquid formulation
Aminoplant	Contents (w/v): total nitrogen (N) 2%, organic nitrogen 2%, potassium (K <sub>2</sub> O) 2%, K 1.66%, phosphate (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 2%, P 0.87%, total amino acids 12.5%, organic carbon 11.6% Amino acid content (% w/v): alanine 1.08, arginine 0.64, aspartic acid 0.83, cystine 0.4, glutamic acid 2.02, glycine 0.65, histidine 0.41, iso-leucine 0.41, leucine 1.19, lysine 0.49, methionine 0.31, ornithine 0.25, phenylalanine 0.47, proline 1.14, serine 0.60, threonine 0.54, tryptophane 0.03 tyrosine 0.32, valine 0.68
Benefit	Composition (w/v): total nitrogen (N) 3.0% (36 g L <sup>-1</sup> ), organic nitrogen (N): 3.0% (36 g L <sup>-1</sup> ); organic carbon (C) of biological origin: 10.0% (120 g L <sup>-1</sup> ). Liquid formulation
Goëmar BM 86	Composition (w/v): total nitrogen (N) 5.0%, magnesium (Mg) 2.4%, sulphur (S) combined 3.2%, boron (B) 2.0%, molybdenum (Mo) 0.02%, sodium (Na) 0.6%
Goëmar Goteo	Composition (w/v): organic substances 1.3–2.4%, phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) > 24.8%, potassium (K <sub>2</sub> O) > 4.75%
IPA extract	Composition (w/v): marine bioactive substances 0.1%
Kendal	Composition (w/v): total nitrogen (N) 3.5% (45.0 g L <sup>-1</sup> ); organic nitrogen (N) 0.3% (4.0 g L <sup>-1</sup> ); ureic nitrogen (N) 3.2% (41.0 g L <sup>-1</sup> ); potassium oxide (K <sub>2</sub> O) soluble in water 15.5% (200.0 g L <sup>-1</sup> ); organic carbon (C) of biological origin 3.0 (39.0 g L <sup>-1</sup> ). Liquid formulation
Megafol	Composition (w/v): total nitrogen (N) 3.0% (36.6 g L <sup>-1</sup> ); organic nitrogen (N) 1.0% (12.2 g L <sup>-1</sup> ); ureic nitrogen (N) 2.0% (24.4 g L <sup>-1</sup> ); potassium oxide (K <sub>2</sub> O) soluble in water 8.0% (97.6 g L <sup>-1</sup> ); organic carbon (C) of biological origin 9.0% (109.8 g L <sup>-1</sup> ). Liquid formulation
Radifarm	Composition (w/v): total nitrogen (N) 3.0%; organic nitrogen (N) 1.0%; ureic nitrogen (N) 2.0%; potassium oxide (K <sub>2</sub> O) soluble in water 8.0%; organic carbon (C) of biological origin 10.0%; zinc (Zn) soluble in water 0.1%; zinc (Zn) chelated by EDTA 0.1%. Liquid formulation
Seasol	Nitrogen (N) 0.2% w/v, phosphorus (P) 0.02% w/v, potassium (K) 3.7%, boron (B) 15 mg L <sup>-1</sup> , calcium (Ca) 458 mg L <sup>-1</sup> , cobalt (Co) < 0.5 mg L <sup>-1</sup> , copper (Cu) < 0.5 mg L <sup>-1</sup> , iron (Fe) 115 mg L <sup>-1</sup> , magnesium (Mg) 972 mg L <sup>-1</sup> , manganese (Mn) 2 mg L <sup>-1</sup> , molybdenum (Mo) < 0.5 mg L <sup>-1</sup> , selenium (Se) < 0.5 mg L <sup>-1</sup> , silicon (Si) 56 mg L <sup>-1</sup> , sodium (Na) 6820 mg L <sup>-1</sup> , sulphur (S) 2574 mg L <sup>-1</sup> , zinc (Zn) 5 mg L <sup>-1</sup>
Stimplex®	Composition (w/v): cytokinin 0.01% (expressed as kinetin, corresponding 100 ppm of kinetin activity), other ingredients 99.99%
Viva	Composition (w/v): total nitrogen (N) 3.0% (37.2 g L <sup>-1</sup> ); organic nitrogen (N) 1.0% (12.4 g L <sup>-1</sup> ); ureic nitrogen (N) 2.0% (24.8 g L <sup>-1</sup> ); potassium oxide (K <sub>2</sub> O) soluble in water 8.0% (99.2 g L <sup>-1</sup> ); organic carbon (C) of biological origin 8.0% (99.2 g L <sup>-1</sup> ); iron (Fe) soluble in water 0.02% (0.25 g L <sup>-1</sup> ); iron (Fe) chelated by EDDHSa 0.02% (0.25 g L <sup>-1</sup> ). Liquid formulation

Table 2. Biostimulant concentrations and plant responses in different vegetables.

Species	Biostimulant concentration	Plant response	References
Broccoli ( <i>B. oleracea</i> var. <i>italica</i> )	Seasol <sup>®</sup> Dilutions of 1:25, 1:100, 1:200, 1:500 in distilled water (crop drenching with kelp extract at 25 and 2.5 L ha <sup>-1</sup> )	Increased leaf area, stem diameter and biomass	Mattner et al. (2013)
Broccoli ( <i>B. oleracea</i> var. <i>cymosa</i> )	Goëmar BM86 2 L ha <sup>-1</sup>	Increased yield and content of macro- and micronutrients	Gajc-Wolska et al. (2013)
Carrot ( <i>D. carota</i> )	Aminoplant 1.5 dm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> 3.0 dm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Influenced carrot productivity and chemical composition of the roots	Grabowska et al. (2012)
Endive ( <i>C. endivia</i> )	Goëmar Goteo Watering with solution 0.10% Aminoplant Spraying with solution 0.20%	Leaves synthesized more rutoside and astragalin	Gajc-Wolska et al. (2012)
Lettuce ( <i>L. sativa</i> )	Actiwave 3 mL m <sup>-2</sup>	Increased yield and energy use efficiency	Amanda et al. (2009)
Lettuce ( <i>L. sativa</i> )	Radifarm 125 mL a.s. hL <sup>-1</sup>	Stimulated root growth and induced a more favourable root/shoot ratio	Vernieri et al. (2002)
Pepper ( <i>C. annuum</i> )	Radifarm By watering in concentration of 0.25% in quantity of 60 mL plant <sup>-1</sup>	Better root growth and development	Parađiković et al. (2011)
	Megafol By spraying in concentration of 0.20% in quantity of 55–60 mL plant <sup>-1</sup>	Effects on foliar growth and an anti-stress effect	Parađiković et al. (2011)
	Viva By watering in concentration of 0.25% in quantity of 120 mL plant <sup>-1</sup>	Improved fruit setting and reduced fruit drop	Parađiković et al. (2011)
	Benefit By spraying in concentration of 0.30% in quantity of 120–150 mL plant <sup>-1</sup>	Accelerated major metabolic reactions and improved and made more uniform fruit weight and size	Parađiković et al. (2011)
Potato ( <i>S. tuberosum</i> cv. Sante)	Seaweed extract 'Primo' 0.5 mL L <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	Improvement in growth, yield and tuber quality of potato	Haider et al. (2012)
Rocket ( <i>E. sativa</i> )	Actiwave 0.08–1.3 mL L <sup>-1</sup>	Increased yield, total chlorophyll and carotenoids. Reduced nitrate accumulation in leaves	Vernieri, Borghesi, et al. (2005, 2006) and Vernieri, Ferrante, et al. (2005, 2006)

Sacred basil ( <i>O. sanctum</i> )	Combination of three biostimulants T <sub>7</sub> (spraying 2% Panchakavya + 0.2% HA + 2% Moringa leaf extract until run off)	Higher dry herbage yield	Prabhu et al. (2010)
Spinach ( <i>S. oleracea</i> )	Aminoplant 1.5 dm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> 3.0 dm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Lowered dry matter content in leaves, positively influenced nitrate reductase activity	Kunicki et al. (2010)
Strawberry ( <i>Fragaria ananassa</i> )	Actiwave 10 mL of product dissolved in 20 mL of tap water	Increased biomass, yield, chlorophyll content, the stomata density, photosynthesis and fruit weight	Spinelli et al. (2010)
Tomato ( <i>S. lycopersicum</i> )	Radifarm 250 mL a.s. hL <sup>-1</sup>	Stimulated root growth and induced a more favourable root/shoot ratio	Vernieri et al. (2002)
Tomato ( <i>S. lycopersicum</i> )	Radifarm 3–6 mL L <sup>-1</sup> Viva n.d.	Positive effects on root system Increasing of plant and root biomass	Petrozza et al. (2013a) Petrozza et al. (2013b)

Slika 6. Sastav deklariranih biostimulatora

(Izvor :Biological Agriculture and Horticulture.)

### **3. ZAKLJUČAK**

Primjena biostimulatora u uzgoju povrća i cvjećarskih usjeva omogućuje višu razinu održivosti smanjenjem gnojiva i onečišćenja okoliša i, u isto vrijeme, povećava toleranciju biljaka na abiotička i biotička naprezanja te povećavaju unutarnje i vanjske kvalitete. Većina objavljenih radova prijavljuje učinke primjene biostimulatora na biljke, ali malo su istraživali njihov utjecaj na biljne fiziologije i biokemije. Međutim, nedavni radovi su usmjereni na mehanizme djelovanja tih proizvoda. Karakterizacija biostimulatora treba biti izvedena na temelju odgovora biljaka, što ukazuje na fiziološke ciljeve i metaboličku mrežu. Osim toga, učinak biostimulatora nije uvijek dosljedan među biljnim vrstama. Korištenje transcriptome analize studija široki spektar Gene Expression profila može pomoći razumjeti ciljeve biostimulatora u biljkama, pružanje informacija o fiziološkim putanjama pogođenih i potencijalnih aktiviranih receptora. Ovi podaci će omogućiti dublje znanje o učincima i funkciji komponenata, i poznatih i nepoznatih, od biostimulatorskih proizvoda koji se dobivaju i mogu koristiti u klasifikaciji nove komercijalne formulacije te u ocjenjivanju njihove učinkovitosti.



#### 4. POPIS LITERATURE

1. Anonymous, 2013. Biostimulants Market – by Active Ingredients, Applications, Crop Types & Geography—Global Trends & Forecasts to 2018.
2. Battacharyya, D., Babgohari, M.Z., Rathor, P., Prithiviraj, B., 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Sci. Hortic.* 196, 39–48.
3. Brede, D., 2000. Turfgrass Maintenance Reduction Handbook: Sports, Lawns, and Golf. Sleeping Bear Press, ISBN 1-57504106-5, pp. 374.
4. Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P., Piccolo, A., 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Sci. Hortic.* 196, 15–27.
5. Colla, G., Nardi, S., Cardarelli, M., Ertani, A., Lucini, L., Canaguier, R., Roupael, Y., 2015. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Sci. Hortic.* 196, 28–38.
6. Du Jardin, P., 2012. The Science of Plant Biostimulants – A Bibliographic Analysis. Contract 30-CE0455515/00-96, Ad hoc Study on Bio-stimulants Products.
7. Du Jardin, P., 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic.* 196, 3–14.
8. Gómez-Merino, F.C., Trejo-Téllez, L.I., 2015. Biostimulant activity of phosphite in horticulture. *Sci. Hortic.* 196, 82–90.
9. López-Bucio, J., Pelagio-Flores, R., Herrera-Estrella, A., 2015. Trichoderma as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. *Sci. Hortic.* 196, 109–123.
10. Pichyangkura, R., Chadchawan, S., 2015. Biostimulant activity of chitosan in horticulture. *Sci. Hortic.* 196, 49–65.
11. Roupael, Y., Franken, P., Schneider, C., Schwarz, D., Giovannetti, M., Agnolucci, M., De Pascale, S., Bonini, P., Colla, G., 2015. Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. *Sci. Hortic.* 196, 91–108.
12. Savvas, D., Ntatsi, G., 2015. Biostimulant activity of silicon in horticulture. *Sci. Hortic.* 196, 66–81.
13. Zhang, X., Schmidt, R.E., 1997. The impact of growth regulators on alpha-tocopherol status of water-stressed *Poa pratensis* L. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.* 8, 1364–2137.
14. Vernieri, P., Malorgio, F., Tognoni, F., 2002.: Use of biostimulants in production of vegetable seedlings. *Coltura-Protette (Italy)*, vol. 31(1), pp 75-79.

15. Garcia,A.L.,Franco,J.A.,Nuria N.,Vicente,R., 2006.: Influence of Amino Acids in the Hydroponic Medium on the Growth of Tomato Plants.
16. Poincelot P.R.,1993.: The Use of a Commercial Organic Biostimulant for Bedding Plant Production,Journal of Sustainable Agriculture, vol. 3(2), pp 99-110.
17. Wyatt,E.J.,2001.: Effects of Several Biostimulants on Emergence and Yield of a Two Snap Bean Cultivars. The University of Tennessee,Department of Plant Science and Landscape Systems (research article).
18. Yildirim E.,Dursun A.,Guvenc I.,Kumlay A.M. 2007.:The effects of different salt,biostimulant and temperature levels on seed germination of some vegetable species. II Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes. ISHS Acta Horticulturae 579.
19. Vinković T., Parađiković N.,Plavšić H.,Guberac V., Levai L., 2007.: Maize and soybean seed vigour under influence of seed age,seed treatment and temperature in cold stress test. Cereal Research Communications, vol.35,nr.2,pp 1213-1216.
20. Csizinszky A.A.,2003.: Response of "Florida 47" Tomato to Soil and Foliar-applied Biostimulants and N and K rates. 116. Annual meeting of the Florida state horticultural society,Program and abstract book,pp 125.
21. Csizinszky A.A.,2004.:Yield Response of "Wizard X3R" Bell Pepper to Foliar-applied "SOAR" Biostimulants in West-Central Florida. 17th Internacional pepper conference, November 14-16, 2004 Naples,Florida USA,Book of Abstracts.
22. Maini,P.,2006.: The experience of the first biostimulant,based on aminoacids and peptides: a short retrospective review on the laboratory researches and the practical results.Ed. Centro Scientifico Italiano dei Fertilizzanti,Fertilitas Agrorum,vol 1(1),pp 29-43.
23. Zeljković SB,Parađiković NA,Babić TS,Đurić GD,Oljača RM,Vinković TM,Tkalec MB. 2010. Influence of a biostimulant and substrate volume on root growth and development of scarlet sage (*Salvia splendens L.*) transplants. J Agric Sci. 55:29-36.
24. Zeljkovic S.,Parađiković N.,Tkalec M.,Vinković T.,Đurić G.,Oljača R. 2010. Nutrient content and growth of begonia transplants (*Begonia semperflorens L.*) under the influence of biostimulant application. Sjeminarstvo. 27:77-84.