

# Primjena biljnih regulatora rasta u integriranoj voćarskoj proizvodnji

---

Čular-Benjumea, Valentina

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:760328>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-28**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**PRIMJENA BILJNIH REGULATORA RASTA U  
INTEGRIRANOJ VOĆARSKOJ PROIZVODNJI**

DIPLOMSKI RAD

Valentina Čular Benjumea

Zagreb, rujan, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Voćarstvo

**PRIMJENA BILJNIH REGULATORA RASTA U  
INTEGRIRANOJ VOĆARSKOJ PROIZVODNJI**

DIPLOMSKI RAD

Valentina Čular Benjumea

Mentor:

Doc. dr. sc. Jelena Gadže

Zagreb, rujan, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**IZJAVA STUDENTA**  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Valentina Čular Benjumea**, JMBAG 0284014484, rođen/a **19.12.1998.** u Macuto-Vargas, Venezuela, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

**PRIMJENA BILJNIH REGULATORA RASTA U INTEGRIRANOJ VOĆARSKOJ PROIZVODNJI**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Potpis studenta / studentice*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Valentina Čular Benjumea**, JMBAG 0284014484, naslova

**PRIMJENA BILJNIH REGULATORA RASTA U INTEGRIRANOJ VOĆARSKOJ PROIZVODNJI**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Doc.dr.sc.Jelena Gadže mentor
2. Izv.prof.dr.sc.Ivana Pajač Živković član
3. Doc.dr.sc.Kristina Batelja Lodeta član

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>8</b>
1.1. Cilj rada.....	9
<b>2. PREGLED LITERATURE</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1. STANJE VOĆARSTVA U HRVATSKOJ</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2. HRANIDBENA I ZDRAVSTVENA VRIJEDNOST VOĆA</b> .....	<b>14</b>
<b>2.3. TEHNOLOGIJA UZGOJA VOĆA</b> .....	<b>15</b>
<b>2.4. INTEGRIRANO VOĆARSTVO</b> .....	<b>18</b>
<b>2.5. BILJNI HORMONI</b> .....	<b>21</b>
2.5.1 Rast i razvoj biljke .....	21
2.5.2. Auksini.....	21
2.5.3. Giberelini.....	22
2.5.4. Citokinini .....	22
2.5.5. Etilen.....	23
2.5.7. Apscizinska kiselina.....	23
<b>2.6. REGISTRACIJA SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA</b> .....	<b>25</b>
<b>2.7. ALTERNATIVNA RODNOST</b> .....	<b>27</b>
<b>2.8. PRORJEĐIVANJE PLODOVA</b> .....	<b>29</b>
2.8.1. Prorjeđivanje plodova prilikom cvjetanja .....	29
2.8.2. Prorjeđivanje plodova nakon oplodnje.....	32
2.8.3. Kemijska sredstva za prorjeđivanje .....	33
<b>2.10. POKRETAČI U REGULACIJI SAZRIJEVANJA VOĆA</b> .....	<b>38</b>
<b>3. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>39</b>
<b>4. LITERATURA</b> .....	<b>40</b>
<b>Popis tablica</b> .....	<b>43</b>
<b>Popis slika</b> .....	<b>43</b>
<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	<b>44</b>

# Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice **Valentina Čular Benjumea**, naslova

## **PRIMJENA BILJNIH REGULATORA RASTA U INTEGRIRANOJ VOĆARSKOJ PROIZVODNJI**

U cilju zaštite zdravlja ljudi i očuvanja biološke raznolikosti, integrirana proizvodnja podrazumijeva uravnoteženu primjenu agrotehničkih mjera uz minimalnu i optimalnu uporabu agrokemikalija u svrhu ekonomski isplativih i ekološki prihvatljivih proizvoda. U intenzivnoj proizvodnji voća regulatori rasta i biostimulatori dobivaju sve veći značaj, jer su važni čimbenici u razvijanju biljke i njezinih plodova. Dije se prema utjecaju na fiziološke procese u biljci kao i u njihovoj kemijskoj strukturi na: auksine, gibereline, citokinine, abscizinsku kiselinu i etilen. Njihovo djelovanje regulira metabolizam biljke čime poboljšava njezin rast i razvoj bez da mijenja njihov prirodni tijek. U ovom radu objašnjeno je na koji način primjena biljnih hormona utječe na sastavnice integrirane voćarske proizvodnje. Učinak biljnih hormona djeluje na prinos voća. Rezultati pokazuju korist primjene biljnih regulatora kod voćarskih kultura. Javlja se potreba za daljnjim istraživanjem i mogućnostima primjene biljnih hormona i njihove kombinacije kao obećavajuće tehnološke mjere za okoliš, te neškodljivoj i integriranoj voćarskoj proizvodnji.

Ključne riječi: biljni regulatori rasta, integrirana proizvodnja, voćarska proizvodnja

## Summary

Of the master's thesis – student **Valentina Čular Benjumea**, entitled

### **APPLICATION OF PLANT GROWTH REGULATORS IN INTEGRATED FRUIT PRODUCTION**

In order to protect human health and preserve biological diversity, integrated production implies a balanced application of agrotechnical measures with minimal and optimal use of agrochemicals for the purpose of economically profitable and ecologically acceptable products. In intensive fruit production, growth regulators and biostimulators are gaining more and more importance, because they are important factors in the development of the plant and its fruits. They are divided into: auxins, gibberellins, cytokinins, abscisic acid and ethylene according to their influence on physiological processes in the plant as well as their chemical structure. Their action regulates the plant's metabolism, by improving its growth and development without changing their natural course.

This work explains how the application of plant hormones affects the components of integrated fruit production. The effect of plant hormones affects fruit yield. The results show the benefit of using plant regulators in fruit crops. There is a need for further research and possibilities for the application of plant hormones and their combinations as a promising technological measure for the environment and harmless and integrated fruit production.

**Keywords:** plant growth regulators, integrated production, fruit production



## 1. UVOD

Proizvodnja voća predstavlja profitabilnu granu proizvodnje hrane. Voćarstvo je u Republici Hrvatskoj veoma zastupljeno raznovrsnim voćarskim kulturama. Sa relativno malih zemljišnih površina postižu se značajni prinosi.

Rastuća potražnja za hranom, hranom za životinje, gorivom, vlaknima i sirovinama te sve veće iscrpljivanje resursa i degradacija ekosustava nameću primjenu održivih metoda u sustavima voćarske proizvodnje. Organski proizvodi nazvani biostimulansi sada su dostupni na tržištu kako bi poljoprivreda postala održivija, te se poboljšala učinkovitost hranjivih tvari, tolerancija na abiotički stres i kvaliteta usjeva veća. Biljni hormoni, ovisno o načinu postanka, su tvari prirodno sadržane u biljci odnosno tvari sintetičkog podrijetla koje u malim koncentracijama reguliraju fiziološke procese rasta i razvitka, od utjecaja na klijanje sjemena do pospješivanja sazrijevanja plodova. Prema fiziološkom djelovanju i kemijskoj strukturi dijele se na 5 osnovnih grupa: auksini, giberelini, citokinini, abscizinska kiselina i etilen. Rast i razvitak plodova uvjetovan je njihovom međusobnom interakcijom te prirodom djelovanja jer jedan te isti regulator zavisno od trenutka primjene, koncentracije i svojstva sorte može na pojedini biljni organ djelovati stimulatивно ili inhibitorno. U voćarstvu glavna primjena regulatora rasta je u prorjeđivanju voća zbog njihova utjecaja na inhibiciju diferencijacije i absorpcije generativnih pupova te prorjeđivanje cvjetova i plodova. Također neizostavna je i njihova primjena u rasadničarskoj proizvodnji u svrhu oživljavanja reznica te razvoj i utjecaj na kut grananja postranih izbojaka na sadnicama, koje stoga urode već u prvoj godini nakon sadnje. Primjenom regulatora rasta može se utjecati i na vrijeme dozrijevanja, urod i kakvoću voća (Marinović 2018).

Voćarstvo prema načelima regenerativne poljoprivrede bi trebalo doživjeti korijenite promjene kao što su: diverzifikacija proizvodnje, smanjenje odnosno prestanak ovisnosti o vanjskim inputima, upravljanje vodama koristeći neki od sustava (dizajn ključnih linija), smanjena obrade tla ili njen izostanak, uključivanje životinja u voćarske sustave, agrošumarstvo, upotreba starih sorti i/ili otpornijih novijih sorti, gradnju pojaseva živica i pojaseva za stanište kukcima te upotreba pokrovnih usjeva. Potrebna bi bila diverzifikacija između sorata, dakle sadnja u istom sustavu uzgoja, ali više sorata, jer i raznolikost unutar jedne vrste može pomoći u biljnoj zaštiti (Peacock i Herrick, 2000). Umjesto česte obrade

međurednih prostora u voćnjacima, trebala bi se poticati sjetva jednogodišnjih ili višegodišnjih mješavina sjemena korisnog bilja koje može imati razne funkcije poput indirektna zaštite bilja pružanjem staništa određenim korisnim kukcima, ili kao nasad koji će 'maskirati' miris uzgajane kulture te odbijati štetnike ili pak služiti kao 'lovni' usjev (Trembath, 1993). Međuredna sjetva može imati i ulogu zelene gnojidbe ili pak ulogu proizvodnje drugog usjeva, npr. ljekovitog ili aromatičnog bilja (Pereira i sur., 2015). Voćarska praksa može se diverzificirati na način da se uvede više kultura u sadnju jezgričavih, koštičavih, jagodastih i lupinastih vrsta te je poželjno sadnice mikorizirati zbog povećanja kapaciteta za usvajanje hraniva (Ortas 2018).

Diverzifikacija koju postizemo na proizvodnoj razini ne donosi samo otpornost biljnih organizama na stres nego donosi i otpornost gospodarstva na tržišni stres (Lancaster i Torres, 2019).

### 1.1. Cilj rada

Cilj rada je opisati upotrebu biljnih regulatora rasta u integriranoj proizvodnji voća i prikazati njihovo specifično djelovanje kao jedan od ključnih čimbenika profitabilne proizvodnje voća.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. STANJE VOĆARSTVA U HRVATSKOJ

Organsko-biološka (ekološka) proizvodnja sve je zastupljenija u svijetu pa tako i u Hrvatskoj. Voćari se sve više okreću ovom načinu uzgoja, ne samo zbog povećane potražnje, nego i potrebe za održivošću kako bi se očuvao eko-sustav. Poljoprivredni sustavi dijele se na konvencionalni, integrirani i organski. Pod pojmom konvencionalne (industrijske) poljoprivrede smatra se poljoprivreda koja uključuje stvaranje visokorodnih kultivara i hibrida, suvremenu i intenzivnu agrotehniku, primjenu pesticida, herbicida i mineralnih gnojiva. Prema pravilniku Republike Hrvatske iz 2012. godine (NN 137/2012) integrirana proizvodnja podrazumijeva uravnoteženu primjenu agrotehničkih mjera uz uvažavanje ekonomskih, ekoloških i toksikoloških čimbenika pri čemu se kod jednakog ekonomskog učinka prednost daje ekološki i toksikološki prihvatljivim mjerama (Presečki i sur.,2018).

Hrvatska ima vrlo povoljne agroekološke uvjete za uzgoj kontinentalnih i mediteranskih vrsta voćaka (Čmelik i sur., 2009). Prema agroekološkim posebnostima koje određuju mogućnost uzgoja voća, a najviše ih definiraju obilježja tla i podneblja, prostor Hrvatske podijeljen je na tri poljoprivredne regije; Panonsku, Gorsku i Jadransku (Čmelik 2010).

Prema Čmelik i sur. (2009) nagib i nadmorska visina poljoprivrednog zemljišta za voćarstvo u Hrvatskoj predstavljaju velika ograničenja, zbog čega se određena područja tretiraju kao trajno nepogodna te se namjenjuju šumarstvu. Najrasprostranjeniji su nizinski i brežuljkasti reljef, te zauzimaju 53,8 % površine RH. Govoreći o klimatskim uvjetima, mediteransko područje je klimatski, reljefno i vegetacijski specifično, a obuhvaća obalni pojas s otocima i unutrašnjost do kuda dolinama rijeka prodire utjecaj klime Jadranskog mora. Razlike postoje u stupnju prikladnosti ekoloških uvjeta za pojedine vrste i sorte voćaka u južnoj, srednjoj i sjevernoj Dalmaciji, Hrvatskom primorju i Istri. Unutar kontinentalnog područja postoje veće razlike u reljefu, koji određuje lokalnu klimu. Promatrajući značajke tla u Hrvatskoj su najzastupljenija automorfna tla koja zauzimaju oko 58 % te hidromorfna tla, koja zauzimaju oko 42 % površine poljoprivrednog zemljišta (Čmelik i sur.,2009).

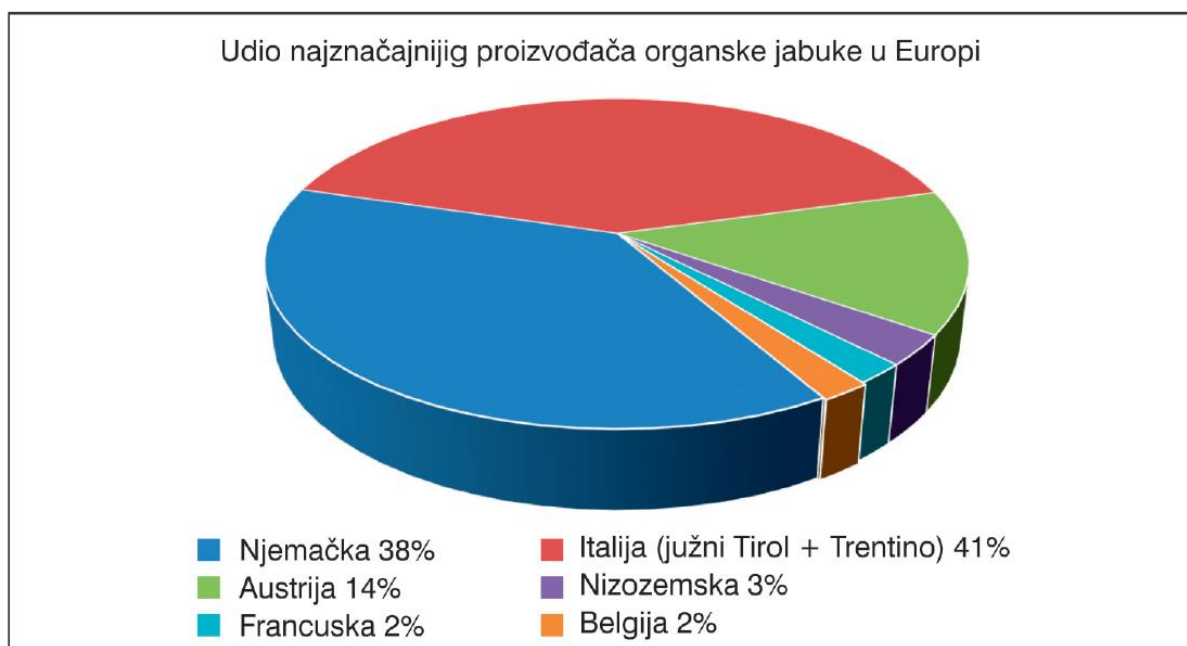
Republika Hrvatska je podijeljena na 21 administrativnu jedinicu (županije i Grad Zagreb). Budući da administrativne jedinice ne odražavaju na odgovarajući način ekološke regije s njihovim potencijalima, pristupilo se izradi voćarske regionalizacije proizvodnog prostora (Čmelik 2010). Regionalizacijom je obuhvaćeno 15 voćnih vrsta, te agrumi (mandarina, limun i dr.), za koje na području Republike Hrvatske postoje uvjeti za komercijalni uzgoj. Sukladno postavljenim ciljevima, na temelju postojeće dokumentacije i zapažanja na terenu, obavljena je regionalizacija voćarske proizvodnje u Republici Hrvatskoj. Pri tom je proizvodni prostor RH, podijeljen u pet voćarskih regija i to: zapadnopanonska, istočnopanonska, gorska, primorska i dalmatinska regija (Čmelik i sur.,2009).

Čmelik (2010) navodi da su najprikladnija područja za uzgoj voćaka u kontinentalnom dijelu hrvatske gornje Međimurje, Hrvatsko Zagorje, gornja Podravina, Prigorje, Žumberak, Moslavina, južni obronci Bilogore, zapadna i srednja Slavonija, osobito obronci Papuka, Pšunja, Požeške gore, Krndije i Dilja, zatim brežuljkasti dio slavonske. Podravine i slavonske Posavine, te dio Korduna i Banije. U tim područjima mogu se uspješno uzgajati sve vrste voćaka, posebice jabuke, kruške, trešnje, višnje, breskve, marelice, šljive, orasi i druge voćne vrste. U području istočne Hrvatske za voćarstvo su prikladni položaji: Baranjski lesni ravnjak, Erdutski ravnjak, Đakovačko-vinkovački ravnjak i obronci Fruške gore. Na području Istočne Hrvatske povoljniji su uvjeti za uzgoj višanja i krušaka. U mediteranskom području Hrvatske uspješno se mogu uzgajati i u klasičnom sustavu se uzgajaju gotovo sve vrste kontinentalnih voćaka (jabuka, krušaka, bresaka, šljiva, trešnja, orah, jagodaste voćke itd.) kao i suptropske i južne voćke (Čmelik 2010).

Kina, Indija i Brazil su najveći svjetski proizvođači voća. U Kini se godišnje proizvede više od 114 milijuna tona raznog voća, petina ukupnoga svjetskog uzgoja. Proizvodnja je u stalnom rastu i gotovo se udvostručila od početka tisućljeća. Indija proizvede godišnje 68,4 milijuna tona raznog voća, dok Brazil proizvede 37,7 milijuna tona voća (Presečki i sur., 2018).

Prema statističkim podacima („The World of Organic Agriculture“, 2018.), organska proizvodnja voća umjerenih područja 2016. godine u svijetu odvijala se na 12,6 milijuna hektara. Zemlje svijeta s najvećom proizvodnjom u hektarima su Kina, Italija, Poljska, Turska, Francuska te SAD. Od voćnih vrsta najviše se uzgajaju jabuke na 82 983 hektara, slijede marelice, trešnje, breskve i nektarine, kruške i šljive. Prema Presečki i sur. (2018) velike značaje u proizvodnji organske jabuke u Europi imaju, najvećim udjelom, Italija (Južni Tirol i

Trentino) koja proizvodi 41 % europske organske jabuke, zatim Njemačka (38 %), Austrija (14 %), Nizozemska (3%), te Belgija i Francuska (2 %).



**Slika 1.** Udio najznačajnijih proizvođača organske Jabuke u Europi

(Izvor: Erschbamer, 2018)

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku (2021) iz 2021. godine u Republici Hrvatskoj proizvedeno je ukupno 131 883 t voća, za razliku od prethodne 2020. čija je ukupna proizvodnja voća iznosila 155 079 t. Od ukupne proizvodnje voća 2021. najviše je proizvedeno jabuka (60 788 t) i mandarina (40 580 t), a najmanje je proizvedeno marelica (132 t). Ukupna intenzivna proizvodnja (za tržište) 2021. iznosila je 127 758 t, od čega na proizvodnju jabuka spada 59 131 t, te mandarina 40 468 t. Ukupna proizvodnja marelica za intenzivnu proizvodnju iznosila je samo 122 t. Uspoređujući podatke iz 2017., ukupna proizvodnja voća se u periodu od 4 godine smanjila za 12,3 %, a intenzivna proizvodnja manja je za 13,58 %.

Ukupna proizvodnja u ekstenzivnim voćnjacima (pretežno za vlastite potrebe) 2021. iznosila je 4125 t. U ekstenzivnim voćnjacima 2021. najviše je proizvedeno jabuka (1657 t) i šljiva (938 t), te najmanje marelica (10 t). Za razliku od 2017., ukupna proizvodnja voća u ekstenzivnim voćnjacima porasla je za 38,35 %.

Poznat je podatak da je za 2021. iskorišteno ukupno 36.248 ha poljoprivrednog zemljišta za voćnjake. Najveći udio zauzela je panonska Hrvatska (62 %), zatim jadranska Hrvatska (19 %), sjeverna Hrvatska (18 %), te najmanji udio pripada Gradu Zagrebu (1 %).

Za integriranu proizvodnju voća nisu dostupni statistički podatci proizvodnje ni prinosa voćaka.

Prema godišnjem izvješću o stanju poljoprivrede u 2020. godini uvezeno je 218.767 t jestivog voća (uključivo svježe voće, smrznuto, konzervirano i suho voće) u vrijednosti od 209,2 milijuna eura, dok ga je izvezeno 70.614 t u vrijednosti od 46,3 milijuna eura, čime je ostvaren deficit u vrijednosti od 162,9 milijuna eura. Promatrano u odnosu na prosječnu godišnju količinu uvezenog voća u prethodnom petogodišnjem razdoblju, u 2020. godini uvoz voća iskazano količinski povećan je za 7,3 %. S druge strane, izvoz voća u 2020. iskazano količinski bilježi blagi trend rasta od 0,1 %, no promatrano u odnosu na prethodnu 2019. godinu smanjen je za 9 %. U 2020. godini najviše smo izvezli jabuka i mandarina. Razmjenom mandarina, višanja i jabuka za preradu ostvarena je pozitivna vanjsko trgovinska bilanca (Državni zavod za statistiku, 2021).

## 2.2. HRANIDBENA I ZDRAVSTVENA VRIJEDNOST VOĆA

Konsumiranje svježeg voća pozitivno djeluje na zdravlje cijelog organizma. Voće nema veliku energetska vrijednost radi nedostatka ili jako malenog udjela sastojaka (masti, ugljikohidrati i proteini) u svom sastavu koje organizmu daju energiju. Unatoč tome, voće sadrži značajnu količinu vitamina, vlakana, makroelemenata i mikroelemenata koja uvelike pozitivno utječe na ljudsko zdravlje, te se zbog toga voće smatra kao visoko nutritivna namirnica. U tablici 1. prikazana je hranidbena vrijednost pojedinih vrsta voća. Razne tehnologije proizvodnje omogućile su konzumaciju voća u drugim raznim oblicima, pa se voće koristi i kao sirovina za razne proizvode, primjerice voćni sokovi, koncentрати, sirupi, kompoti, zamrznuto i sušeno voće. Najveću energetska vrijednost među voćnim proizvodima imaju marmelade i džemovi radi visokog sadržaja šećera, a najmanju energiju ima zamrznuto voće. Najveći udio voća zauzima voda, čiji je udio u voću 70 – 95 %. U vodi su otopljeni razni topivi i organoleptički sastojci, te ona plodovima voća daje svježinu i sočnost. Količina ugljikohidrata ovisi o vrsti, sorti, klimi i stupnju zrelosti. Kod voća prevladavaju monosaharidi, najviše fruktoza i glukoza (Mamić, 2017).

**Tablica 1.** Hranidbena vrijednost pojedinih vrsta voća

(Izvor: <https://www.fitness.com.hr/prehrana/nutricionizam/Kalorije-u-40-vrsta-voca.aspx>)

Voće	Voda	Ugljikohidrati	Proteini	Masti	Vlakna	Fruktoza
Jabuka	86	12,0	0,3	-	2,0	5,6
Marelica	88	9,5	0,8	-	2,1	0,4
Višnja	80	17,0	1,3	0,3	1,2	6,1
Grejp	90	9,5	0,5	0,1	1,1	1,6
Kruška	86	11,5	0,3	-	2,1	5,3
Naranča	92	6,0	0,1	-	1,0	3,8
Breskva	89	9,0	0,6	-	1,4	4,0

Voće je bogato mineralima i vitaminima. Hranidbena vrijednost voća (tablica 1.) upotrijebljenih za proizvodnju voćnih prerađevina varira u svom sastavu zbog različitog područja iz kojega voće dolazi, fizikalnog stanja voća (svježe, smrznuto, sušeno...), uvjeta i duljine skladištenja i načina proizvodnje (Mamić, 2017).

### 2.3. TEHNOLOGIJA UZGOJA VOĆA

Prema Pokos-Nemec (2008) primjenom različitih tehnologija uzgoja voća može se smanjiti utjecaj različitih promjena na uzgoj voća. Autor navodi neke od tehnologija uzgoja:

- navodnjavanje,
- malčiranje,
- zaštita od mraza,
- zaštita od tuče i sunčeve svjetlosti,
- uzgoj u zaštićenim prostorima,
- odabir otpornijih sorti i vrsta voća,
- precizna poljoprivreda,
- smanjenje obrade tla i povećanje količine humusa i
- unošenje tvari koje imaju veću moć zadržavanja vode.

Navodnjavanje je potrebno voćnjacima jer se na taj način postiže visoki prinos voćaka dobre kvalitete (Pokos-Nemec,2008). Jako je bitno da voćke imaju dovoljnu količinu vode kako bi se mogli odvijati osnovni procesi razvoja (Šoškić, 2008). Prema Madjar i Šošćarić (2009) procjenjuje se da se primjenom navodnjavanja povećavaju prosječni urodi voća za 30 % do 58 % u kopnenom dijelu, a u primorskom dijelu Hrvatske čak 2 do 3 puta.

Pokos-Nemec (2008) tvrdi da je za kvalitetno navodnjavanje važno odrediti količinu vode, tj. dozu vode koja je prikladna za biljku koja se želi navodnjavati. Prije nego što se započne proces navodnjavanja preporučljivo je odrediti obrok i trenutak početka navodnjavanja kako bi se ono odradilo što kvalitetnije. Od velike je važnosti paziti na temperaturu vode pri navodnjavanju. Naime, velike razlike između temperature vode i biljke mogu izazvati temperaturni šok biljke. Optimalna temperatura vode trebala bi biti 25 °C, dok temperaturna razlika vode i biljke ne smije iznositi više od 10 °C. Prekomjerno navodnjavanje dovodi do većeg doziranja vode, što nije poželjno. Shodno tome potrebno je tlo održavati optimalno vlažnim. Za razliku od posljedica prekomjernog navodnjavanja, nedostatkom navodnjavanja neće se postići ciljanja kvaliteta ploda.

Navodnjavanje se odrađuje u nekoliko faza različitih vremenskih perioda:



- Prvo navodnjavanje – obavlja se deset dana poslije cvjetanja u uvjetima sušnog proljeća, te nedostatka padalina preko zime
- Drugo navodnjavanje – obavlja se tijekom srpnja u fazi rasta vegetativnih organa i formiranja cvjetnih pupoljaka. Tijekom ovog perioda stabla najviše troše vodu.
- Treće navodnjavanje – obavlja se početkom kolovoza za rast plodova
- Četvrto navodnjavanje – obavlja se 25 do 30 dana prije berbe (kod sorata krušaka i jabuka za zimsku potrošnju)(Pokos-Nemec, 2008).

Sito i sur. (2016) nabrajaju nekoliko vrsta navodnjavanja, a one su sljedeće:

1. Navodnjavanje mini raspršivačima
2. Navodnjavanje kap po kap
3. Navodnjavanje kišenjem.

Navodnjavanje kapanjem ili mini raspršivačima vrši se uz pomoć odgovarajuće opreme koja se sastoji od: crpnog agregata, injektora, filtera, mjerača protoka i regulatora tlaka vode, glavnog cjevovoda, te lateralne (bočne) cijevi. Crpni agregat služi kao izvor vode koja izlazi kroz kapaljke ili raspršivač. Tijekom navodnjavanja moguće je istovremeno tretiranje tekućim gnojem ili drugim kemikalijama koje su topive u vodi, jer se te tvari unose u sustav kroz vodu, tj. koristi se homogena otopina vode i tvari kojima se želi tretirati. Uređaj pomoću kojeg se u vodu dodavaju određene kemikalije je injektor. Kako bi spriječili začepljenje kapaljki i cijevne mreže koristi se filter koji filtrira vodu obzirom da i ona sama može biti različitih karakteristika i kvalitete. Svaka biljka zahtjeva različitu količinu vode, pa se količina vode koja se koristi pri navodnjavanju može regulirati mjeračem protoka, a tlak vode treba održavati od 0,8 do 1,5 bara što se postiže regulatorom tlaka vode. Nadalje, glavni cjevovod postavlja se na sredinu površine ili uz kraću stranicu površine, a mjesto položaja ovisi o veličini površine. Optimalan promjer glavnog cjevovoda iznosi 20 do 50 mm. Lateralno na glavni cjevovod spajaju se manje cijevi promjera 15 do 20 mm. Postavljaju se uz biljku ili se mogu vezati na deblo drvenastih biljaka (Sito i sur. 2016).

Navodnjavanje pomoću mini raspršivača je pogodno za biljku zbog finih kapljica vode koje na površinu padaju u obliku mlaza ili maglice. Tlak u ovom sustavu navodnjavanja iznosi 1 do 2,5 bara. Koristi se kod razvijanja glavne mase korijena pa se navodnjava samo taj dio voćnjaka, te je razmak između voćaka veći. Ipak, na područjima učestalog vjetra, kao i mogućnosti

isparavanja većih količina vode nije pogodno koristiti ovaj način navodnjavanja. Mini raspršivači mogu biti različite konstrukcije (pulsirajući ili kontinuirani) sa mogućnošću navodnjavanja cijelog ili samo jednog određenog dijela koji se želi navodnjavati, također mogu biti i različitog intenziteta u kojem se može navodnjavati većom ili manjom količinom vode, kao i dometa navodnjavanja gdje se može podesiti kolika će se površina tla navodnjavati. Najpreciznija metoda navodnjavanja je sustav kap po kap koji se često koristi na plantažnoj voćarskoj proizvodnji. U ovom načinu navodnjavanja koriste se duge plastične cijevi koje se postavljaju na tlo uz biljku, te funkcionira na način da voda iz sustava izlazi kap po kap kroz kapaljke postavljene uzduž cijevi i polako vlaži tlo uz svaku sadnicu ili voćku. Oprema koja se koristi za ovaj sustav navodnjavanja sastoji se od slijedećih dijelova: usisni vod, prefilter, ventil, pumpa, filter, injektor za kemijska sredstva, glavni cjevovod, razvodna mreža, lateralni cjevovod, a završava emiterima kapaljka. Navodnjavanje kap po kap dijeli se na dva sustava. To su površinski i nadpovršinski sustav navodnjavanja. Površinski sustav navodnjavanja podrazumijeva cijevi i kapaljke postavljene iznad tla ili na površini tla, nasuprot tome nadpovršinski sustav navodnjavanja podrazumijeva cijevi i kapaljke ukopane u tlo. Velika prednost ovakvog načina navodnjavanja je što se mogu primijeniti tekuća gnojiva za vrijeme trajanja navodnjavanja (Pokos-Nemec, 2008).

Pri navodnjavanju kišenjem voda se raspodjeljuje po površini tla u obliku prirodne kiše. Prednosti ove metode su: mogućnost upotrebe u različitim topografskim uvjetima, nisu potrebni ili su minimalni pripremni radovi na zemljištu, ne zauzima obradivu površinu, mogućnost ekonomičnog korištenja raspoložive vode zbog točnog doziranja, ne smanjuje korištenje mehanizacije. Uređaj sustava zahvaća vodu iz izvora, tlači je kroz cijevi i preko raspršivača, u obliku prirodne kiše, raspoređuje po površini. Sustav navodnjavanja kišenjem se sastoji od vodozahvata, mreže cijevi, raspršivača i armature. Najpovoljnije je lagano kišenje, a obrok navodnjavanja ovisi o vrsti tla, kulture i trenutnog stanja vlažnosti tla (Pokos-Nemec, 2008).

## 2.4. INTEGRIRANO VOĆARSTVO

Prema Boller i sur. (2006) cit. Barić (2014) 1956. godine u Antibu u Francuskoj osnovana je Međunarodna organizacija za biološku i integriranu zaštitu bilja (IOBC – International Organisation for Biological and Integrated Control). Razlog zbog kojeg je potaknuto osnivanje ove organizacije je pojavljivanje određenih problema u poljoprivredi koje je bilo potrebno istražiti. Najveći problem predstavljala je intenzivna kemijska zaštita bilja protiv raznih štetnika i insekata čije je suzbijanje bilo jako otežano. Negativni učinci prekomjerne zaštite bilja kemijskim sredstvima uzrokovalo je razvoj štetnih organizama, prirodna ravnoteža se poremetila, uništeni su prirodno prisutni antagonisti štetnika, neželjeni učinci na korisnu faunu, te pozitivan utjecaj agrokemikalija na organizme, što je u voćarstvu rezultiralo porastom populacije crvenog voćnog pauka. Istraživanjem prethodno navedenih negativnih učinaka dovelo je do preporuke korištenja biološke zaštite bilja koja podrazumijeva upotrebu prirodno prisutnih predatora i parazitoida. Biološka zaštita bilja pokazala se kao jako koristan postupak u integriranoj proizvodnji (Barić, 2014)

Od 1976. godine IOBC rabi skraćenicu IPP (Integrated Plant Production) odnosno integrirana proizvodnja bilja u kojoj je integrirana zaštita dio proizvodnje. Integrirana proizvodnja definirana je kao održivi sustav proizvodnje u kojemu se proizvodi hrana i ostali proizvodi visoke kakvoće koristeći prirodne potencijale i mehanizme regulacije radi smanjenja zagađenja okoliša (Barić, 2014). Glavni ciljevi integrirane proizvodnje su:

- poticanje i održavanje biološke raznolikosti
- sprječavanje zagađenja zraka, tla i vode, odnosno čuvanje okoliša i prirodnih staništa
- Optimalna uporaba agrokemikalija obzirom na toksikološka i nutritivna svojstva hrane (Barić, 2014).

Integrirana proizvodnja i zaštita bilja počela se sve češće primjenjivati među europskim poljoprivrednicima u skladu s održivom primjenom pesticida propisanom Direktivom 2009/128/EC koja se primjenjuje od 2014. godine. Propisana Direktiva nalaže minimalno korištenje pesticida radi smanjenja rizika za zdravlje ljudi i onečišćenje okoliša. Tako se pesticidi koriste tek nakon procjene da su prijeko potrebni i u skladu s preporukama. Koriste se samo na ciljane organizme (Barić, 2014). Ne tretira se dakle bilo koja pojava bolesti i

štetnika, nego samo ona koja će prouzročiti ekonomske štete (Crnjac, 2018). Sredstva za zaštitu bilja primjenjuju se na način koji minimalizira rizik za ljudsko zdravlje, korisne i neciljane organizme i okoliš (Barić, 2014).

Integrirana proizvodnja u Republici Hrvatskoj regulirana je:

- Zakonom o poljoprivredi (NN 30/15)
- Pravilnikom o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda (NN 137/12)
- Zakon o potpori poljoprivrede i ruralnog razvoja (NN 80/13, 41/14, 107/14, 30/15)
- Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o provedbi izravnih plaćanja i IAKS mjera ruralnih razvoj za 2018. godinu (NN 45/2018) (Pohajda i Ševar, 2017).

Prema Pravilniku o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda (NN 137/12) i Tehničkim smjernicama integrirane proizvodnje, proizvođači u integriranoj proizvodnji su fizička ili pravna osoba. Prema Pohajda i Ševar (2017) obveze proizvođača su da vode evidenciju o proizvodnji integriranih produkcija za svaku ARKOD parcelu (nacionalni sustav identifikacije zemljišnih parcela), te da pohađaju nastavu najmanje 5 sati svake godine. Na temelju toga, godišnji proizvođači obuke dobivaju odgovarajuću potvrdu. Dobivanjem potvrde o integriranoj proizvodnji za određenu proizvodnu godinu potvrđuje se da proizvodnja udovoljava propisanom Pravilniku i Tehnološkim uputama. To znači da proizvođač može na svoje proizvode koji nisu podvrgnuti procesu prerade:

- staviti znak integrirane proizvodnje
- ili ih može označiti riječima: „poljoprivredni proizvod iz integrirane proizvodnje“ (Pohajda i Ševar, 2017).

Promocijom znaka integrirane proizvodnje, prikazan na slici 2., kod šireg kruga potrošača, želi se pridonijeti većom prepoznatljivosti kvalitete proizvoda. Očekivano je da takvi proizvodi postanu cijenjeni jer potrošači određuju zahtjeve za kvalitetom proizvoda te izravno utječu na način i suvremenost poljoprivredne proizvodnje (Pohajda i Ševar, 2017). Proizvođači moraju uključiti sve zemljište registrirano u LPIS sustav za svaki sektor poljoprivredne proizvodnje (voćnjaci, vinogradi, povrće, obradive biljke) osim zemljišta za ekološku proizvodnju. Kako bi se mogli prijaviti za državne subvencije, proizvođači su obvezni ostati u integriranoj proizvodnji najmanje dvije godine (Crnjac, 2018).



**Slika 2.** Znak kojim se označava integrirani proizvod

(Izvor: <https://www.agroklub.com/poljoprivredne-vijesti/postupak-stjecanja-znaka-integrirane-proizvodnje/8667/>)

U Europskoj uniji 80 % poljoprivredne proizvodnje integrirano, 10 % je ekološka proizvodnja, a preostalih 10 % konvencionalna. Gotovo je 70.000 hektara pod integriranom proizvodnjom u Hrvatskoj. Poljoprivrednicima se preporučuje da se uključe u sustav integrirane proizvodnje poljoprivrednih proizvoda zbog podizanja konkurentnosti te povoljnog utjecaja na zdravlje ljudi i okoliš (Crnjac, 2018).

## 2.5. BILJNI HORMONI

### 2.5.1 Rast i razvoj biljke

Regulatori rasta u voćarstvu primjenjuju se u svrhu održavanja ravnoteže rasta i rodosti (prorjeđivanje plodova, poticanje klijanja i razvoja plodova, ranije dozrijevanje, zaštita od mraza, sprječavanje opadanja plodova prije berbe, kontrola vegetativnog rasta), u rasadnicima (rizogeneza, grananje), te tijekom duljeg skladištenja plodova. Biljni regulatori rasta (BRR) predmetom su mnogobrojnih studija i istraživanja u nastojanju da se otkriju osobnosti biljaka za što bolji rast. Tvari za regulaciju rasta, biljni hormoni ili jednostavno fitohormoni su spojevi proizvedeni prirodno i kemijski pomoću biljaka koje sudjeluju u kontroli rasta biljaka, ako se te tvari proizvode kemijski, nazivaju se regulatori rasta biljaka (Santner i sur., 2009).

Biljka proizvodi fitohormone u cilju vlastitog reguliranja specifičnih fizioloških procesa u njezinu biološkom ciklusu sve od klijanja sjemena do zriobe plodova i sjemenaka. Najveće količine hormona ustanovljene su u vegetativnim vrhovima stabljike otkuda se dalje odvođe do mjesta „potrošnje“. Fitohormoni se u stanicama vežu na specifične receptorske proteine, čime nastaje kompleks hormon-receptor koji je aktivan oblik hormona. Mjesto postanka i mjesto djelovanja fitohormona su različiti. Oni već u vrlo malim količinama stimuliraju, inhibiraju ili na neki drugi način mijenjaju neke fiziološko-biokemijske procese u biljkama. Dijele se na tri skupine biljnih hormona koje stimuliraju procese (auksini, citokinini i giberelini), te dvije vrste biljnih hormona koji inhibiraju procese (etilen i abscizinska kiselina). Općenito se može reći da fitohormoni kontroliraju razvoj biljaka djelujući na diobe, produžni rast i diferencijaciju stanica (Popović, 2018).

### 2.5.2. Auksini

Auksin (indol octena kiselina) je jedan od esencijalnih hormona za život biljke, odnosno bez prisutnosti auksina kao i citokinina biljka ne može preživjeti. Izvor auksina u biljci dolazi iz meristema i mladih tkiva u fazi rasta, a primarno se sintetizira u apikalnom meristemu izboja i mladim listovima. Sinteza auksina u vegetacijskim vrhovima nadzemih izboja potiče njegov koncentracijski gradijent od vrha do korijena biljke. Takav smjer transporta ima djelovanje na

neke procese u fazi razvoja biljke – elongacija stabljike, apikalna dominacija, zarastanje rana, senescencija. Ipak, osnovni način transporta auksina u korijenu biljke je transport floemom od korijena prema vrhu. Auksini imaju velik utjecaj na pojavu apikalne dominacije koja je prisutna kod viših biljaka u kojoj vegetacijski vrh u fazi rasta inhibira rast bočnih (aksilarnih) pupova. Uklanjanjem vegetacijskog vrha izaziva se rast izboja iz jednog ili više lateralnih pupova (Lazarević i Poljak, 2019).

### 2.5.3. Giberelini

Sinteza giberelina vrši se terpenoidnim putem zbog čega ih se svrstava u tetracikličku skupinu diterpenskih kiselina. Primarno se sintetiziraju u nezrelim sjemenkama, te samostalno reguliraju vlastiti metabolizam. Giberelini potiču klijanje sjemena, također pomoću njih biljka dostiže iz vegetativne u generativnu fazu. Giberelini sudjeluju u sljedećim procesima biljke: rast stabljike, prijelaz iz juvenilne u adultnu fazu, pobuđivanje cvatnje i određivanje spola cvijeta, razvoj polena i rast polenove mješnice, zametanje plodova i partenokarpija, poticanje klijanja sjemena žitarica, te reakcija biljke na duljinu dana – fotoperiodizam (Lazarević i Poljak, 2019).

### 2.5.4. Citokinini

Citokinini su biljni hormoni čija je funkcija stimuliranje diobe stanica, tj. citokineze. Sintetiziraju se u korijenovom vegetacijskom vrhu, a do nadzemnih dijelova biljke dolaze transportacijom ksilemom. No također, mogu nastati i u drugim dijelovima biljka kao što su mladi embriji sjemenki, mlado lišće i mladi plodovi. Zajedno sa auksinima i giberelinima čine stimulatívne biljne hormone i kao takvi također reguliraju stimulatívne procese u biljkama. Ti procesi su mobilizacija hranjiva, razvoj cvata, klijanje sjemena, prestanak mirovanja pupa, te usporavanje senescencije lišća. Prirodni citokinin koji se najviše upotrebljava je zeatin. (Lazarević i Poljak, 2019).

### 2.5.5. Etilen

Etilen je biljni hormon u plinovitom stanju. Moguće je da nastane kao posljedica izgaranja fosilnih goriva, no također je i prirodni produkt metabolizma biljaka. Uvrštava se u biljne hormone obzirom da ima značajno djelovanje na rast i razvoj biljaka. Može se sintetizirati u skoro svakom dijelu biljke, a njegova koncentracija koja je nastala u pojedinom dijelu biljke ovisi o tipu tkiva i razvojnoj fazi. Do povećane količine koncentracije etilena dolazi pri dozrijevanju plodova, stresnih uvjeta okoliša, ozljedi tkiva. Etilen pripada u inhibitorne hormone jer usporava rast i razvoj biljke i plodova. Koncentracija etilena povećava se starenjem biljnih organa, tj. starenjem cvata, sazrijevanjem plodova otpadanjem lišća. Etilen ima veliku ulogu kod klimakterijskih i neklimakterijskih plodova. Klimakterijski plodovi su oni u kojima prisustvo etilena stimulira ubrzanje procesa dozrijevanja. Kod takvih plodova prije početka dozrijevanja i povećanja intenziteta disanja dolazi do povećane sinteze etilena. S druge strane, oni plodovi koji tijekom dozrijevanja ne povećavaju sintezu etilena kao ni intenzitet disanja nazivaju se neklimakterijski plodovi. U klimakterijske plodove svrstavamo: jabuku, bananu, krušku, breskvu, smokvu, maslinu, šljivu, rajčicu, te avokado. Dok se pod neklimakterijske plodove ubrajaju: agrumi, trešnja, lubenica, jagoda, grožđe i ananas. Činjenica da etilen ima mogućnost ubrzanja dozrijevanja klimakterijskih plodova omogućava njegovu ključnu primjenu u intenzivnoj proizvodnji razvoja, pa čak i skladištenja takvih plodova. Tako se u praksi primjenjuju sredstva približnog djelovanja na plodove kao etilen, tj. sredstva koja mogu kontrolirati proces dozrijevanja plodova kao i sredstva koja će regulirati djelovanje etilena ako je to potrebno (Lazarević i Poljak, 2019).

### 2.5.7. Apscizinska kiselina

Apscizinska kiselina (ABA) je u različitim koncentracijama prisutna u svim biljnim tkivima i organima. Sinteza ABA-e odvija se u svim biljnim stanicama koje sadrže plastide (kloroplaste ili amiloplaste). Transportira se kroz biljku ksilemom i floemom. ABA ima inhibitorno djelovanje na biljku kao i etilen. Prema tome njena je koncentracija pri embriogenezi jako niska, nakon toga koncentracija joj raste do najviše razine koju postiže pri kraju embriogenze, nakon čega se ponovno smanjuje dozrijevanjem sjemena. ABA se počinje izrazito pojačano



sintetizirati u uvjetima velikog nedostatka vlažnosti, a posebno povećanje koncentracije ABA-e primjećuje se u korijenu biljke. ABA na razvojne biljne procese uobičajeno utječe kao antagonist auksinima, giberelinima, citokininima i etilenu, a ključnu ulogu ima u kontroli dormantnosti sjemena i pupova, te također u reakcijama biljaka na stres. Biljka može zadržavati veće količine vlažnosti pomoću ABA-e jer se smatra da korijen u nadzemne dijelove biljke šalje ABA-u kao signal u sušnim uvjetima te kao posljedica toga biljka zatvara svoje puči (Lazarević i Poljak, 2019).

## 2.6. REGISTRACIJA SREDSTAVA ZA ZAŠTITU BILJA

U republici Hrvatskoj potrebna je ocjena dokumentacije i procjena rizika sredstava za zaštitu bilja koja se žele registrirati. To odobravaju dvije ovlaštene institucije (zavod za zaštitu bilja i Institut za medicinska istraživanja), te Ministarstvo poljoprivrede, pri čemu je Ministarstvo poljoprivrede glavni koordinator za izdavanje svih potrebnih dozvola sredstava za zaštitu bilja (slika 3.). Zavod za zaštitu bilja u Hrvatskom centru uza poljoprivredu nakon zatraženog zahtjeva od strane Ministarstva poljoprivrede priprema slijedeće:

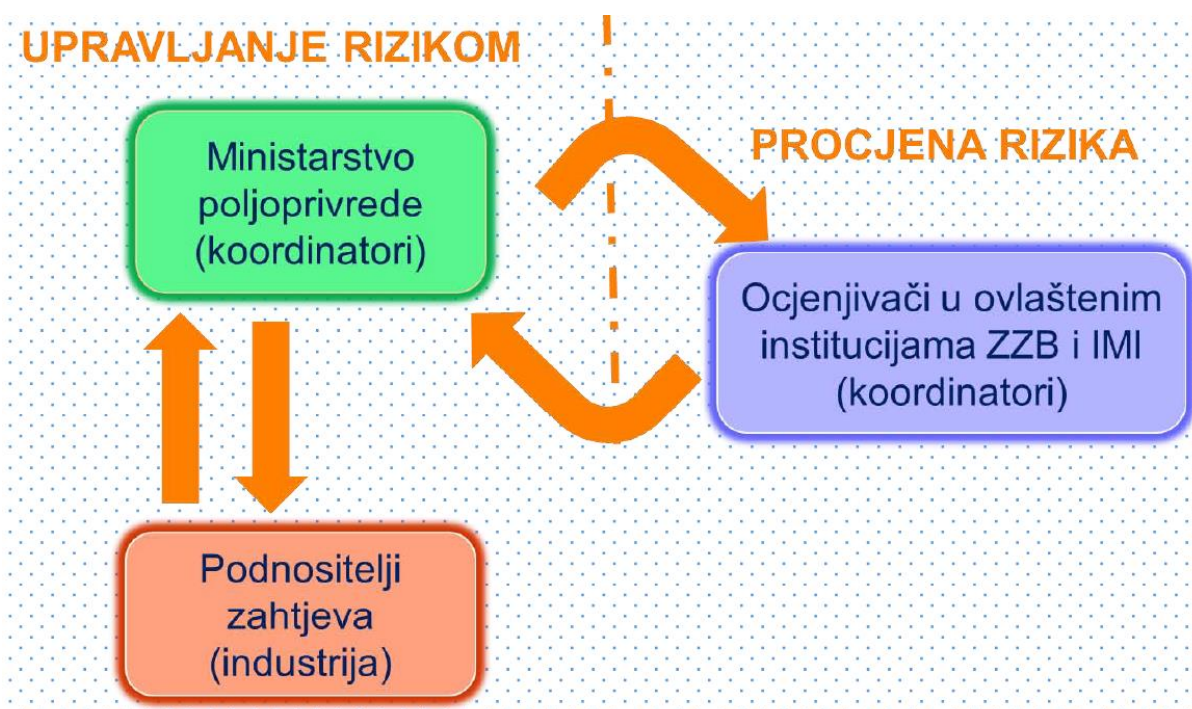
- prijedloge za registraciju sredstava za zaštitu bilja
- prijedloge za izdavanje određenih dozvola za sredstva za zaštitu bilja
- prijedloge za proširenje registracija
- prijedlog za proširenje registracija za male namjene i male kulture
- stručna mišljenja iz područja sredstava za zaštitu bilja.

Ocjenu dokumentacije i procjenu rizika provode zavod za zaštitu bilja i institut za medicinska istraživanja.

Sredstva za zaštitu bilja koja se iznose na hrvatsko tržište moraju imati sigurnosno-tehnički list (STL) koji mora izraditi proizvođač. Ako korisnik sredstava za zaštitu bilja u bilo kojem trenutku zatraži STL, proizvođač je dužan staviti ga na raspolaganje, te mora biti dostupan na hrvatskom jeziku. STL je namijenjen za upotrebu profesionalnim korisnicima. Na etiketi sredstva za zaštitu bilja navedene su većinom potrebne informacije za korisnika, ipak opsežnije sigurnosne informacije sadržane su u STL-u, a posebno one o odabiru osobne zaštitne opreme, što se može pronaći u odjeljku 8 svakog STL-a. U Hrvatskoj se od 1.srpnja 2013, ulaskom u EU, provodi uredba REACH i Prilog II. Uredbe REACH, te njegova nadopuna prema Uredbi (EU) br. 453/2010 o sadržaju STL-a. Do sada je STL bio uređen Pravilnikom o ispunjavanju STL-a, te je taj osnovni format ostao nepromijenjen. Naime, za STL predviđene su promjene koje će stupati nakon provedenog postupka registracije kemikalija na razini EU. Radi osiguranja provedbe zakona i drugih propisa nadležne inspeksijske službe provode službene kontrole Inspeksijske nadležnosti u području sredstava za zaštitu bilja, ostataka pesticida u hrani i održive uporabe pesticida propisane su nizom zakonskih propisa kao što su:

- Zakon o provedbi Uredbe (EZ) br. 1107/2009 o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu bilja,

- Zakon o provedbi Uredbe (EZ) 396/2005 o maksimalnim razinama ostataka pesticida u i na hrani te hrani za životinje biljnog i životinjskog podrijetla,
- Zakon o održivoj uporabi pesticida,
- Zakon o hrani,
- Zakon o službenim kontrolama koje se provode sukladno propisima o hrani, hrani za životinje, o zdravlju i dobrobiti životinja,
- Zakon o inspekcijama u poljoprivredi (Bokulić i sur.2015).



**Slika 3.** Prikaz postupka registracije sredstava za zaštitu bilja u RH

(Izvor: Bokulić i sur.2015)

## 2.7. ALTERNATIVNA RODNOST

Glavni problem kod pojave alternativne rodnosti podrazumijeva izmjenjivanje rodne i nerodne godine (Fruk, 2011). Fruk (2011) je objasnio kako uzročnik može biti nadprosječna sinteza giberelina. Dakle, giberelin koji se sintetizira u sjemenci odlazi u stablo te dovodi do sprječavanja razvoja cvjetnih pupova čija je posljedica u slijedećoj godini dobivanje lisnih pupova i jako mali broj cvjetnih pupova, pa tako i dobivanje manjeg broja plodova što nije poželjno. Zbog toga, kako bi voćka uspjela održati vrstu, razvija jako puno cvjetnih pupova (Fruk, 2011).

Prema Soldo (2012) alternativna rodnost definirana je kao pojava neke vrste koja tijekom godine zameće cvjetne pupove koji će dati plod u slijedećoj godini. Ova pojava često može biti potaknuta vanjskim faktorima kao što su nepovoljni vremenski uvjeti (jaki mraz) ili neadekvatno postavljeno opterećenje. Glavni problem kod alternativne rodnosti je velika količina manjih plodova lošije kvalitete u jednoj godini, dok je u slijedećoj godini rodnost mala sa velikim i nekvalitetnim plodovima koji su osjetljivi na razvoj fizioloških poremećaja. Ovaj problem rezultira nestabilnom ponudom i potražnjom s obzirom da proizvođač ne može utjecati na rodnost biljke što za njega može rezultirati gubitkom kupaca (Soldo, 2012). Međutim, problem alternativne rodnosti nije u potpunosti razriješen. Znanstveni radovi koji idu u pravcu istraživanja uloge biljnih hormona daju naslutiti da je glavni čimbenik redovitije rodnosti upravo kvalitetan odnos između biljnih hormona u stablu (Pavičić i sur., 2004). Kako bi spriječili neželjene pojave, na alternativnu rodnost može utjecati odabir dobre tehnologije proizvodnje. Za pozitivan utjecaj na alternativnu rodnost poželjno je da tehnologija proizvodnje omogućava kvalitetnu zaštitu, umjerenu ili slabu rezidbu, primjereno korištenje herbicida i sredstava za zaštitu bilja, odabir primjerene sorte i položaja, korištenje pčela i oprašivača, a najvažnije od svega je pravilno određivanje opterećenja rodom koje se postiže rezidbom, te kemijskim i ručnim prorjeđivanjem (Soldo, 2012.)

Pavičić i sur. (2004) navode da je kemijsko prorjeđivanje jedno od najznačajnijih načina za prorjeđivanje viška zametnutih plodova jer među drugim prednostima, ukoliko je pravilno izvedeno, omogućava postizanje bolje diferencijacije cvjetnih pupova. Korištenje preporučenih kemijskih sredstava pogodno je radi ekonomske isplativosti. Naime, kvaliteta prorjeđivanja neće biti efikasna kao što je kod ručnog prorjeđivanja u smislu da kod ovakvog

načina prorjeđivanja možemo odabrati plodove koje želimo ukloniti, pa se predlaže, kod gospodarski vrijednih sorata, korekcija kemijskog prorjeđivanja ručnim probiranjem plodova nakon lipanjskog opadanja. Preporuča se da se za određivanje potrebe za prorjeđivanjem obavezno odredi i cvjetni i rodni potencijal, te da se on odredi i u godini nakon tretiranja da bismo vidjeli koliko smo smanjili alternativnost (Pavičić i sur., 2004).

Prema istraživanju Pavičić i sur. (2004) koristeći kemijski prorjeđivač Mesurol na redovitu rodnost jabuke primijećeno je da je Mesurol imao različito djelovanje u odnosu na istraživane sorte. Pokus je postavljen na sortama Gloster i Jonagold, cijepljene na podlogu M9. Uzgojni oblik je vretenasti grm. Međuprostor je zatravljen, a unutar redova primjeni su herbicidi. Gnojdba se provela s 200 kg/ha NPK formulacije 7:20:30 i 100 kg/ha KAN-a. Nasad je podignut u drugoj polovici 80-ih godina.

Mesurol je karbamat čija je aktivna tvar metiokarb. Koristi se kao sredstvo u zaštiti bilja pri čemu se tretira sjeme, kako bi se zaštitilo od žičnjaka, a ima i repelentno djelovanje na biljke, odnosno odbija ptice. Također, ima pozitivno djelovanje protiv ljeskotoča i puževa zbog čega se svrstava skupinu zoocida. Po otrovnosti spada u II skupinu (jaki otrov). Utrošak tekućine iznosio je 1000 lit/ha.

Provođenjem pokusa primijećena je signifikantna razlika kod sorte Gloster koja je zabilježena u površini presjeka, te je veća kod tretiranih stabala. Taj podatak na prvi pogled zbunjuje jer razlike u prirodu po stablu, efikasnosti rodnosti i broju plodova po stablu i gustoći priroda između tretiranih i netretiranih stabala nisu signifikantne. Međutim, razina značajnosti za gustoću priroda iznosi svega 0,14, što ukazuje na nešto manju opterećenost tretiranih stabala. Kod Jonagolda Mesurol je dao signifikantno veću masu ploda i broj plodova po stablu prema čemu se može zaključiti da se to sredstvo može preporučiti za sortu Jonagold, zato što daje veću masu ploda i veći prirod. Povećana masa ploda dobrim je dijelom uvjetovana signifikantno manjim ukupnim brojem plodova po stablu.

Zaključeno je da se korištenjem Mesurola za prorjeđivanje plodova može utjecati na intenzitet diferencijacije cvjetnih pupova kod sorti Gloster i Jonagold. Diferencijacija pupova kod obje sorte na tretiranim stablima bila je veća nego kod netretiranih stabala. Prirod po stablu i masa ploda u godini tretiranja, bili su veći na tretiranim stablima.

## 2.8. PRORJEĐIVANJE PLODOVA

### 2.8.1. Prorjeđivanje plodova prilikom cvjetanja

Prorjeđivanje plodova nije ništa novo. Još prije dva tisućljeća Plinije je primijetio da "...ako se smanji broj plodova trešnje na drvetu, preostali plodovi će biti veći..." Drveće nosi jako puno cvjetova i nakon cvatnje nosi daleko veći broj zametnutih plodova nego što su realno sposobni dovesti do berbe. Lipanjsko osipanje plodova prirodno je uklanjanje viška zametnutih nepoželjnih plodova kako bi se energija iskoristila za ostale potrebne fiziološke funkcije. Uravnoteženi rast i rodnost temelj su visokih, redovitih i kvalitetnih prinosa. Na uspostavljanje ravnoteže utječe primjena regulatora rasta, a da bismo razumjeli prirodu njihove uloge, moramo se osvrnuti na poseban odnos između hormona i regulatora rasta. Cilj prorjeđivanja je smanjenje prirodne sklonosti alternativnom rađanju, osiguravanje povratne cvatnje i time značajno utječe na stabilizaciju rodnosti iz godine u godinu. Poboljšava se i veličina ploda eliminirajući manje i slabije razvijene plodove koji bi se natjecali za hranu s poželjnim plodovima. Uz pozitivne učinke koje donosi prorjeđivanje važno je naglasiti i negativne učinke na koje treba pripaziti kako bi prorjeđivanje bilo izvršeno što učinkovitije. Prorjeđivanjem se smanjuje koncentracija kalija i kalcija u plodovima, što dovodi do razvoja fizioloških bolesti. Iz tog razloga sorte koje su jako alternativne potrebno je prorijediti svake druge godine, tj. u godini sa rodom, a sorte koje su redovitije svake godine (Link i sur. 2000). Također, neprimjerena upotreba kemijskih prorjeđivača može rezultirati smanjenjem prinosa, smanjenim rastom ploda, hrđanjem ploda, deformacijom ploda, te lošom bojom ploda (Fruk i sur., 2018). Prema načinu prorjeđivanja, prorjeđivanje plodova bismo mogli podijeliti na ručno, mehaničko i kemijsko prorjeđivanje plodova (Link i sur., 2018).

Ručno prorjeđivanje plodova obavlja se ljudskim radom, te nikako nije ekonomski isplativo za komercijalnu proizvodnju. Prigodno je na manjim i mladim površinama te tamo gdje se ne preporučuje primjena pripravaka za prorjeđivanje plodova jer postoji rizik da mlada stabla na aplikaciju takvih pripravaka reagiraju odbacivanjem veće količine plodova. Jedna od prednosti tog načina prorjeđivanja plodova je mogućnost biranja koje ćemo plodove odstraniti (oštećenja, bolesti), te je zbog toga zadovoljavajuća opcija korekcije kemijskog prorjeđivanja plodova u intenzivnim nasadima (Akro i Poljak-Laušić, 2008).

Akro i Poljak-Laušić navode da je za mehaničko prorjeđivanje plodova potreban posebni stroj koji sadrži „češljeve“ koji prolazeći kroz krošnju stabla uklanjaju cvjetove. Ovaj način prorjeđivanja rijetko se koristi jer dijelovi stroja mogu oštetiti druge dijelove biljke te također nema mogućnost selekcije cvjetova koji se žele odstraniti (Akro i Poljak-Laušić, 2008).

Isti autori tvrde da se kemijsko prorjeđivanje plodova kako i sam naziv kaže vrši kemijskim sredstvima. Kemijsko prorjeđivanje najčešći je oblik koji se odabire za prorjeđivanjem radi jednostavnosti primjene, ipak važno je naglasiti da je potrebno znanje za upotrebu kemijskih sredstava. Prorjeđivanje za vrijeme cvjetanja kemijskim sredstvima započinje nakon što je zametnut plod iz prvootvorenih cvjetova, na koje treba primijeniti kaustični materijal da bi se „spalili“ prašnici tučka na preostalim cvjetovima. Sušenjem (desikacijom) tučka povećava se i zaustavlja prodor peludnih cjevčica. Ovo je fizička barijera, a ne fiziološki odgovor na tretman. Gdje je česta pojava kasnih proljetnih mrazeva nije prikladna upotreba kemijskog prorjeđivanja (Akro i Poljak-Laušić, 2008). Korištenjem ove metode prorjeđivanja moguće je da dođe do nepovratnog prekomjernog prorjeđivanja ili fitotoksičnosti nakon čega se također smanjuje broj plodova. Iz tog razloga se smatra da je ručno prorjeđivanje bolje, jer se prorjeđivanje izvršava preciznije odabirujući plodove koje se želi ukloniti (Stupnišek i sur., 2011). Naime, prema pokusu Stopar i sur. (2007), u kojem se provodilo prorjeđivanje plodova jabuke sorte 'Gala' pomoću ethephona, NAA i BA te njihovih kombinacija, dobiveni rezultati pokazali kako je provedeno miješano tretiranje NAA + BA i sekvencijalno tretiranje etefonom nakon čega je uslijedila mješavina NAA + BA imalo sličan učinak na prorjeđivanje kao i kod ručnog prorjeđivanja (Stopar i sur., 2007).

Temperatura je jedan od najvažnijih čimbenika u prorjeđivanju plodova. Osim dnevnih temperatura, ukupno vrijeme prilike prije i poslije cvatnje, osobito 24 do 48 sati nakon primjene sredstva, imaju značajnu ulogu u učinkovitosti tretmana. Vremenski uvjeti tijekom faze mjehurića prije cvatnje može poslužiti kao odličan pokazatelj u predviđanju broja zametnutih plodova kao i učinkovitosti tretmana. Teorija o oplodnji i razvoju ploda navodi da embrij zahtijeva određenu količinu energije za njegov razvoj i rast. Početno povećanje odvija se na račun rezervnih hranjivih tvari u obliku ugljikohidrata (Akro i Poljak-Laušić, 2008).

Povoljni vremenski uvjeti usporavaju prorjeđivanje plodova. Takvi uvjeti neće uzrokovati stres biljke, te će uvelike potaknuti jačanje cvjetova, također potičući proces zametanja plodova radi omogućavanja obavljanja nesmetane fotosinteze. Fotosinteza pridonosi stvaranju

dodatne energije s raspoloživim rezervama hrane, što otežava prorjeđivanje. Lijeske će imati manju površinu sa debljim epidermalnim slojem koji će u znatno manjoj mjeri apsorbirati kemikalije kojima je prskano te će i opadanje plodova biti značajno manje a prorjeđivanje će biti teže. Suprotno tome, oblačno i loše vrijeme će dati suprotan učinak. U hladnim, oblačnim uvjetima i za kišovito vrijeme razvijaju se tanki i nježni listovi velike površine koji vrlo lako upijaju raspršeni materijal koji uzrokuje značajnije opadanje i prorjeđivanje plodova. Oblačnost može inhibirati proces fotosinteze i djeluje kao prorjeđivač na normalnim temperaturama tipično za to doba godine. Takvi uvjeti usporavaju proces fotosinteze, tako da zbog potrebe za energijom koja je neophodna za rast i disanje, iscrpljuje raspoložive rezerve hrane, što rezultira intenzivnijim opadanjem plodova. Istraživanja su pokazala da dva uzastopna dana s oblačnim vremenom imaju isti učinak kao i blago sredstvo za prorjeđivanje. Ako razdoblje oblačnog vremena traje dulje od dva dana, opadanje plodova je intenzivnije i daje isti učinak kao korištenje srednje jakog prorjeđivača. Kad je moko, hladno i oblačno s vremenom je proces fotosinteze oslabljen, ali u isto vrijeme nema gubitka energije koja se koristi za disanje i uslijed toga su učinci oslabljeni. Odsustvo disanja i oslabljena fotosinteza su obostrano neutralizirani. Zapravo, prorjeđivanje plodova može biti teško nakon dugog oblačnog razdoblja i hladnog vremena. Izrazito stresne situacije s izrazito visokim ili niskim temperaturama, jakim kišama ili sušama negativno djeluju na razvoj plodova (Akro i Poljak-Laušić, 2008).

Faktori koji utječu na prorjeđivanje plodova:

- Sunčano vrijeme prije cvjetanja i za vrijeme cvjetanja
- Krupni i snažni cvjetovi
- Dobro razvijeni, snažni listovi u vrijeme cvjetanja
- Stabla u punoj rodnosti (zametnu veliki udio plodova)
- Zdrava stabla sa dobrim mineralnim balansom (dušik i bor) će imati dobru oplodnju i zamatanje plodova
- Zdrava i dobro orezana stabla sa odličnim svjetlom
- Stabla koja su djelomično oštećena niskim temperaturama u toku zimskog mirovanja
- Povoljni uvjeti za oprašivanje i zamatanja plodova
- Mali broj cvjetova, mali prinos i relativno veliki broj listova po svakom plodu



- Dobra sorta koja se odlikuje dobrim i obilnim zametanjem plodova Niska vlažnost zraka i brzi uvjeti sušenja koji usporavaju ili onemogućavaju apsorpciju prskanog materijala (Akro i Poljak-Laušić, 2008).

### 2.8.2. Prorjeđivanje plodova nakon oplodnje

Prorjeđivanje voća kao pristup je daleko povoljniji za krajeve s kasnim proljetnim mrazom koji je stalna pojava. Prorjeđivanje plodova se radi na temelju veličine prvo usađenog ploda u centru cvjetanja. Optimalna veličina ploda je promjera 10 mm. Prihvatljive vrijednosti su u rasponu od 8-15 mm. Razvijanje plodova od postranih cvjetova su daleko manji, a lakše se uklanjaju kemijskom obradom. Kod prorjeđivanja plodova postoje dva vrlo važna utjecajna čimbenika kod formiranja abscisnog sloja i opadanja ploda:

- Apiscisni sloj – nastaje pod utjecajem povećane proizvodnje auksina. Rastom plodova i sjemenki u njima, auksin koji dolazi iz plodišta sprječava stvaranje sloja apscise
- Stimulira se ubrzano formiranje abscisinskog sloja uz prisustvo etilena – primjena materijala koji oslobađa etilen ili uvjet oslobađanja etilena potiče stvaranje sloja apscise

Pripravci koji se koriste za prorjeđivanje plodova, dakle nakon opadanja latica, uglavnom su iz grupe biljnih hormona, a njihova primjena izaziva određenu fiziološku reakciju u biljnom tkivu (npr. povećanu sintezu etilena koja uzrokuje abortiranje plodova). Efikasnost kemijskog prorjeđivanja funkcija je mnogo faktora, a najvažniji su sorta, vremenski uvjeti, pripravak, način i vrijeme primjene pripravka. Svaka sorta ima drugačiji rezultat pri primjeni pripravka za prorjeđivanje plodova. Teže je prorjeđiti sorte Golden delicious, Fuji, Gala, tipovi Red deliciousa, nešto lakše npr. Jerseymac, a lagano Jonagold, Braeburn, Idared. Prema tome, svaka sorta zahtijeva drugačiji program prorjeđivanja. Na primjer, za sorte koje se teže prorjeđuju trebalo bi predvidjeti dvije aplikacije s tim da bi prvu trebalo obaviti što ranije, odnosno u fazi opadanja latica. Dalje, svaka sorta daje drugačiji odgovor na primjenu različitih pripravaka, npr. sorta Fuji koja se teško prorjeđuje pripravcima na osnovi NAA lakše se prorjeđuje pripravcima na osnovi 6BA. (Akro i Poljak-Laušić, 2008).

Vremenski uvjeti prije, za vrijeme i nakon primjene od velike su važnosti za sam uspjeh prorjeđivanja. Apsorpcija pripravaka za prorjeđivanje brža je pri višim temperaturama, a za većinu pripravaka optimalne se temperature kreću od 20 – 25 °C. Efikasnost prorjeđivanja može se bitno smanjiti pri temperaturama nižim od 15 °C, no niske temperature isto tako mogu privremeno prekriti simptome prorjeđivanja pa bi u takvim uvjetima trebalo pričekati nekoliko dana te procijeniti potrebu za eventualnim daljnjim prorjeđivanjem. S druge strane, primjena pripravaka za prorjeđivanje pri temperaturama višim od 27 °C može rezultirati prejakim prorjeđivanjem. Drugi bitan faktor je relativna vlaga zraka: što je ona viša, omogućeno je duže vrijeme apsorpcije pripravka pa list upije više sredstva i uspjeh prorjeđivanja je veći. Relativna vlaga zraka trebala bi biti iznad 70%. Vezano s tim, utrošak škropiva prilikom aplikacije trebao bi biti veći (1000 l/ha). U vrijeme optimalnog roka primjene sredstava za prorjeđivanje određenog na osnovi promjera centralnog ploda, vremenski su uvjeti često nepovoljni (niske temperature, kiša, vjetar). U tom je slučaju bolje pričekati povoljnije uvjete jer će sredstva za prorjeđivanje dati bolji rezultat ako se primjene pri optimalnim temperaturama i većem promjeru plodova nego obrnuto (ta se preporuka odnosi na raspon promjera plodova 5 – 17 mm) (Akro i Poljak-Laušić, 2008).

### 2.8.3. Kemijska sredstva za prorjeđivanje

Postoji nekoliko sintetskih sredstva na bazi biljnih hormona koji se koriste za kemijsko prorjeđivanje: NAA (naftil-1-octena kiselina), NAD (amid naftil octene kiseline), BA (benziladenin) koji se na tržištu prepoznaje pod nazivom MaxCel i Exilis. BA s dodatkom giberelinske kiseline GA4+7 poznat je kao Accel. Zatim i Sevin (carbaryl) i Ethrel koji se još naziva i Ethephon. Najširu primjenu ima ATS (tiosulfat) koji je folijarno dušično gnojivo, a primjenjuje se u punoj cvatnji u koncentraciji od 1% jer u previsokim koncentracijama izaziva oštećenje cvjetova. Aplikacija manjeg udjela ATS-a od preporučene odrađuje blago prorjeđivanje pa se nakon toga zahtjeva dodatno prorjeđivanje (Bulatović-Danilović, 2016). Treba voditi računa da se ATS ispere u roku 30 minuta od primjene, inače 40% cvjetova može biti oštećeno, a gotovo 80% ako se ne ispere do 71 minute nakon primjene (Stupnišek i sur., 2011).

NAA je sintetski auksin (Fruk i sur., 2018) koji se najviše koristi za prorjeđivanje plodova (Bulatović-Danilović, 2016). Kada se primijeni ubrzo nakon zametanja plodova, neki plodovi opadaju što dovodi do poboljšane veličine i kvalitete ostalih plodova. Međutim, rezultati prorjeđivanjem koristeći NAA su nedosljedni i teško predvidljivi, ponekad dovodi do prekomjernog opadanja plodova ili nedovoljnog prorjeđivanja što je skupo za uzgajivače (Fruk i sur., 2018). Postoje velike varijacije u odgovoru biljke na NAA ovisno o sorti u kojoj se primjenjuje. Sorte se mogu podijeliti u tri skupine: lagana, umjereno teška i teška za prorjeđivanje. Primjena NAA nakon primjene BA (Promalin, Axel, Excelis i Maxel) dovodi do stvaranja malih, patuljastih stabljika voća (Bulatović-Danilović, 2016). Fruk i sur. (2018) tvrde kako NAA potiče opadanje mladih plodova jabuke radi smanjenja dostupnosti ugljikohidrata plodu u razvoju bilo ometanjem fotosinteze ili smanjenom translokacijom metabolita, uključujući fotosintate, iz lišća u plod. Neprimjereno korištenje NAA kao što su velike koncentracije ili kasne primjene mogu izazvati smanjenje veličine ploda (Stopar i sur., 2007).

NAD, koji se prodaje pod nazivom Amidtin (AmidThin), blaži je razrjeđivač od NAA. Preporučeno se koristi samo u ranim sortama sazrijevanja i one koje su osjetljive na NAA, kao što je Early McIntosh, Northern Spay i Wealthy. Uspješno djelovanje ima u količini od 50 ppm pa dalje, a primjenjuje se u razdoblju 4-8 dana nakon cvatnje, a veličina ploda tretiranja mora biti 5mm, tretiranje se smije obaviti kod nasada starijih od četiri godine. Optimalna temperatura korištenja ovog sredstva je od 12-17 °C. Rezultati njegova korištenja pokazali su da je učinkovitiji od NAA, ali samo u uvjetima nižih temperatura, ispod 20°C. Prilikom primjene mora se miješati sa okvašivačem ili mineralnim uljem. Ne smije se koristiti kod sorti Red delicious i Elstar. Praksa je pokazala da NAD ne pruža adekvatno razrjeđivanje ako se nanosi nakon precvjetavanja, već naprotiv, može izazvati fenomen gdje plodovi ostaju čvrsto pričvršćeni kao "zalijepljeni" jer grane plodova ne padaju tijekom „lipanjskog opadanja plodova“ već plodovi ostaju mali, bez tržišne vrijednosti (Bulatović-Danilović, 2016).

Sevinom se mogu prorjeđivati i krupniji plodovi promjera od 20-25 mm. Ipak, na plodove koji imaju promjer veći od 25 mm Sevin nema nikakvo djelovanje tako da posljedicom toga plodovi ne opadaju. Najbolje ga je upotrijebiti početkom cvatnje središnjih cvjetova (kraljevski cvjetovi) do ranog cvjetanja bočnih cvjetova u cvatu. Koncentracija koja se upotrebljava za uspješno prorjeđivanje plodova ovim sredstvom nije značajna, a temperatura u periodu kada se koristi Sevin mora biti iznad 20°C (Bulatović-Danilović, 2016).

Promalin je sredstvo koje sadrži prirodne spojeve, i to citokinin BA i gibereline 4 i 7, koji stimuliraju staničnu diobu i širenje stanica kao rezultat toga dobivaju se veći plodovi. Također, promalin ima iznimno nisku toksičnost na pčele i ostale korisne kukce (Stupnišek i sur., 2011). Koristi se u mladim, nerodnim nasadima za pokretanje bočnog grananja. Njegova uporaba nakon primjene NAA dovest će do stvaranja malih, patuljastih plodova. Koncentracija otopine koja se koristi je od 120 grama 450 grama u 18,5 litara vode. Tretiranje promalinom provodi se dva tjedna nakon cvatnje odnosno kada novi izbojci dostignu duljinu od 2,5 do 7 cm. Pripravak se nanosi ručnom prskalicom. Preporuča se uporaba neionskih površinskih aktivnih tvari. Stabla koja su bila pod stresom (visoke ili niske temperature itd.) ne treba tretirati ovim sredstvom (Bulatović-Danilović, 2016).

Sredstva iz skupine IBA (indol maslačna kiselina) koriste se za poticanje ukorjenjivanja zrelih i zelenih reznica u rasadnicima te za poticanje rizogeneze u kulturi tkiva (Schwallier, 2002). Malivuk (2019) objavio je istraživanje mogućnosti aklimatizacije i ukorjenjivanja, odnosno indukciji rizogeneze izdanaka (eksplantata) borovnice kultivara visokogrmolike borovnice Bluecrop uporabom određenih hormona i tipa posuda sa supstratom. Eksplantati su se prenosili u dva tipa posuda: sa već pripremljenim rupama dimenzija 1.5 x 1.5 cm (tretman - sa rupama) i posude, odnosno kontejnera bez rupa, dakle slobodna sadnja (tretman – bez rupa). Tretman IBA rezultirao je uspješnom aklimatizacijom i s vidno ukorijenjenim izdancima koji su nastavili rast i izdužili se tijekom 35 dana na oba tipa posude sa supstratom. Iako, posude sa rupama rezultirale su većim brojem ukorijenjenih izdanaka, odnosno 71.25% dok je tretman bez rupa rezultirao sa 56.25% ukorijenjenih izdanaka. Spomenutim istraživanjem zaključio je da su ostali morfološki parametri dužina korjenčića, broj korjenčića i uspješnost rizogeneze po evaluacijskoj shemi kod tretmana IBA značajno bolji u odnosu na sve ostale tretmane (klasični kiseli supstrat bez primjene hormona, te prah (Germon) na bazi derivata amida iz NAA) (Malivuk, 2019).

Etephon se ponekad koristi za ubrzavanje bojenja plodova u uvjetima kada je razvoj boje na plodovima ograničeni ili usporen zbog izražene bujnosti, velike gustoće krošnje, vremenskih uvjeta, posebno visokih temperatura. Negativna posljedica primjene ovog preparata ogleda se u ubrzanju dozrijevanje plodova i formiranje abscisinskog sloja koji može dovesti do trenutnog opadanja ploda prije berbe. U takvim slučajevima se preporučuje primjena NAA kao kontraindikacija za formiranje apscisinskog sloja. Treba koristiti samo Etephon kod sorti

ranog sazrijevanja ili kod sorti koje se brzo realiziraju na tržištu. Ethephon smanjuje pogodnost voća za duže skladištenje. Učinkovitost pripravka ovisi o vremenu primjene, sorti na kojoj se primjenjuje, koncentraciji, okolišnim uvjetima prije tretmana i tijekom samog prskanja. Doza se očituje u ovisnosti o sorti. U sortama ranijih vremena sazrijevanje preporučena doza je 75 ppm, tj. 112g na 378 litara vode 7 – 10 dana prije očekivane berbe. Za sortu 'Mackintosh', kao i za kasnije dozrijevajuće sorte preporučena doza kreće se od 150 - 300 ppm, 553 g - 1.107 g na 934 litara vode po hektaru, koja se primjenjuje 7 – 21 dan prije očekivane berbe (Bulatović-Danilović, 2016).

Regalis (*prohexodine-calcium*) je biljni regulator rasta koji usporava biosintezu giberelina, povećava i razvoj mladica, utječući na smanjenje bujnosti. Upravo iz tog razloga ovaj preparat se pokazao zanimljiv kao moguće sredstvo u borbi protiv suzbijanja plemenjače. U slučajevima velike bujnosti uzrokovane rezidbom, visokim dozama dušika, niskim rodnom i drugim dodatnim čimbenicima trebali bi primijeniti više tretmana ovim pripravkom, a u određenim slučajevima postoji potreba i za povećanjem doze. Regalis ima lokalnu sistematiku djelovanja. To podrazumijeva izuzetnu dobru raspodjelu prskanog materijala po cijeloj površini krune kako bismo dobili željene rezultate. Umjesto da se predviđena doza dostavi u jednom prskanju preporuča se da se podijeli na dva ili više tretmana kako bi efikasnost bila što veća.

Vrijeme prvog prskanja poklapa se s cvjetanjem središnjeg cvjeta u cvatu ili s periodom kada je terminalni rast između 2,5 – 7,5 cm. Drugo prskanje je 2 tjedna nakon prvog tretmana i interval između drugog i trećeg kao i trećeg i četvrtog tretmana je 3 tjedna. Ako se rade samo dva tretmana, prvi tretman treba obaviti na vrijeme precvjetavanja središnjih cvjetova u cvatu i drugo 4 tjedna kasnije. Doza pripravka kreće se od 277g do 415g po hektaru ovisno o sorti, veličina stabla kao i njegovo cjelokupno stanje (bujnost, zdravstveno stanje, visina usjeva, otpornost na plemenjaču itd.). Da bi se postiglo dobro treba koristiti raspodjelu prskanog materijala najmanje 934 litre vode po hektaru (Bulatović-Danilović, 2016).

**Tablica 2.** Regalis - vrijeme nanošenja tretmana i doza(Izvor: <https://pdfslide.tips/documents/biljni-regulatori-rasta.html?page=4>)

REGALIS - VRIJEME NANOŠENJA TRETMANA 1. DOZE GR/HA					
VELIČINA STABLA	TRETMANI				UKUPNO ZA PERIOD VEGETAICE
	1	2	3	4	
Mala <150 TRV	350g	280g	280g	280g	1190g
Srednja 150-250 TRV	420g	350g	350g	350g	1470g
Velika >250 TRV	490g	420g	420g	420g	1750g
Vrijeme tretiranja	KB	2 tjedna nakon Cvjetanja centralnog cvijeta u cvatu	3 tjedna nakon drugog tretmana	3 tjedna nakon trećeg tretmana	

## 2.10. POKRETAČI U REGULACIJI SAZRIJEVANJA VOĆA

Mesnati plodovi voća sastavni su dio ljudske prehrane i služe kao važan izvor vitamina, minerala, antioksidansa, šećera i vlakana. Nutritivnu vrijednost voća odlikuje stupanj sazrijevanja plodova koje određuje prikladno vrijeme kada je ono spremno za konzumaciju. Jednom kada je plod sazrio potrebno je obaviti mjere očuvanja ploda, inače može doći do napada patogena i problema u skladištenju i transportu voćne robe. Plodovi voća pri sazrijevanju dijele se na klimaterijske i neklimaterijske. Kod klimaterijskih kao i kod neklimaterijskih plodova dolazi do promjena tijekom razvoja od plodnice do zrelog ploda. Pri početnom procesu zrenja klimaterijsko voće otpušta etilen, dok neklimaterijsko voće zadržava epidermalnu razinu etilena, to jest ne pokazuje značajnu promjenu u sintezi etilena. Djelovanje neklimaterijskih plodova manje je poznato, te su za njih potrebna dodatna istraživanja. Primjerice, rezultati nekih istraživanja utvrdila su da ABA ima ključnu ulogu u kontroli procesa zrenja ekspresije gena u plodovima jagode putem percepcije i signala transdukcijskih puteva (Chung i sur., 2010).

Škrob i šećeri, od kojih su u voću najzastupljeniji saharoza, glukoza i fruktoza, bitni su ugljikohidrati voća. Promjena njihovog omjera u plodovima dovodi i do promjene kvalitete ploda, a posebno utječu na razinu slatkoće voća. Tijekom sazrijevanja dolazi do nakupljanja šećera i organskih kiselina u plodu. Glavne organske kiseline su malat i citrat, a nakon toga jabučna, limunska i askorbinska kiselina. Omjer organskih kiselina u odnosu na razinu šećera važan je za vrijeme berbe. Na zrenje utječu i drugi parametri kao što su vitamini i hlapljive tvari. Prepoznatljiva promjena kod zrenja plodova većine voćnih vrsta je razgradnja klorofila potaknuta tilakoidnom razgradnjom fotosintetskih pigmenata. U fazi dozrijevanja među mnogim navedenim promjenama, također dolazi do nastajanja kromoplasta iz kloroplasta, te sinteze karotenoida, spojeva sa svim zajedničkim fotosintetskim tkivima. Karotenoidi u zrenju metaboliziraju okus hlapljivih tvari. Povećavanjem njihovog sadržaja od 10 do 14 puta nakuplja se likopen. Promjena teksture složen je proces u zrenju plodova. Ovaj proces dovodi do modifikacije strukture stanične stijenke, osobito kod proteina i polisaharida. Tekstura je bitna značajka jer omogućava da voće bude jestivo, ukusnije i privlačnije. Krajnje, čvrstoća ploda određena je svojstvima kutikula, tuge i slobodnih radikala (Chung i sur., 2010).

### 3. ZAKLJUČAK

U stoljeću u kojem živimo negativne klimatske promjene imaju velik utjecaj na uzgoj voća. Odabirom određene tehnologije uzgoja i primjenom agrotehničkih mjera moguće je smanjiti njihov utjecaj. Regulatori rasta pokazali su se učinkovitim u povećanju priroda u integriranoj voćarskoj proizvodnji, kakvoći plodova i vremenu dozrijevanja. Imaju ključnu ulogu u različitim metaboličkim procesima (dioba stanica, diferencijacija, rast) kao i protiv loših učinaka uzrokovanih različitim biotičkim i abiotičkim stresovima. Obzirom da su voćnjaci višegodišnji nasadi i kao takvi imaju visoku materijalnu vrijednost tako da primjena regulatora može dovesti do povećanja ukupne godišnje količine voća te zbog toga su od ekonomskog značaja za proizvodnju. Prorjeđivanje jedan od značajnih postupaka na koji utječe na rodnost voćke. Najučinkovitiji način prorjeđivanja je kemijskim sredstvima pri čemu se koriste biljni regulatori nakon čega slijedi korekcija ručnim prorjeđivanjem. Uglavnom se prorjeđuje kemijskim sredstvima jer je to najlakši i najisplativiji način.

Vrlo je važno da proizvođači pažljivo koriste regulatore rasta i u skladu s propisanom deklaracijom jer to može uvelike utjecati na njihovo djelovanje. Detaljno poznavanje mehanizma djelovanja biljnih regulatora rasta može biti od koristi u potrazi za novim proizvodima, ali i u predviđanju njihovih mogućih učinaka utjecaja na okoliš pogotovo u očuvanju bioraznolikosti. Integrirana proizvodnja voća uvelike je poboljšala kvalitetu te hranidbenu vrijednost voća. Upotreba prirodnih sredstava potiče proizvođače na integriranu proizvodnju kako bi se okrenuli što održivijem načinu poljoprivrede.



#### 4. LITERATURA

1. Akro B., Poljak-Laušić K. (2008). Prorjeđivanje plodova jabuke. Glasnik zaštite bilja. 31 (5): 30 – 35.
2. Barić B. (2014). Načela integrirane zaštite bilja. Glasilo biljne zaštite. 14 (5): 352 – 356.
3. Bokulić A., Budinščak Ž., Čelig D., Deždek B., Hamel D., Ivić D., Novak M., Mrnjavčić Vojvoda A., Nikl N., Novak N., Novaković V., Pavunić Miljanović Z., Peček G., Poje I., Prpić I., Rehak T., Ševar M., Šimala M., Turk R. (2015). Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja, Zagreb. Ministarstvo poljoprivrede. <https://www.savjetodavna.hr/product/prirucnik-za-sigurno-rukovanje-i-primjenu-sredstava-za-zastitu-bilja/> - pristup 12.09.2022.
4. Bulatović-Danilović, M. (2016). Biljni regulatori rasta. <https://pdfslide.tips/documents/biljni-regulatori-rasta.html?page=1> – pristup 15.07.2022
5. Chung M.Y., Vrebalov J., Alba R., Lee J., McQuinn R., Chung J.D., Klein P., Giovannoni J. (2010). A tomato (*Solanum lycopersicum*) *APETALA2/ERF* gene, *SlAP2a*, is a negative regulator of fruit ripening. The Plant Journal 64: 936–947. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2010.04384.x> - pristup 03.09.2022.
6. Crnjac M. (2018). Integrirana poljoprivredna proizvodnja u funkciji održivog ruralnog razvoja. Završni rad. Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek.
7. Čmelik Z. (2010). Klasični (ekstezivni) voćnjaci u Hrvatskoj. Pomologia Croatica. 16 ( 3-4): 55-66. <https://hrcak.srce.hr/file/102974> - pristup 12.07.2022.
8. Čmelik Z., Husnjak S., Strikić F., Radunić M. (2009). Regionalizacija voćarske proizvodnje u Republici Hrvatskoj. Pomologia Croatica. 16 (1-2): 13-36. <https://hrcak.srce.hr/file/97464> - pristup 14.07.2022.
9. Državni zavod za statistiku (2021). Proizvodnja voća, povrća i grožđa u 2021. – privremeni podaci. <https://podaci.dzs.hr/2021/hr/10118> - pristup 10.09.2022.
10. Fruk M., Mushtaque A.J., Fruk G., Vuković M., Buhin J., Jemrić T. (2018). Effect of Timing and Rates of NAA Chemical Th inner on Fruit Quality of Apple cv. ‘Granny Smith’. Agriculturae Conspectus Scientificus. 83 (3): 219-222. <https://hrcak.srce.hr/file/302723> - pristup 10.09.2022.

11. Fruk G. (2011). Prorjeđivanje plodova. Poljoprivredni portal: Agroklub. <https://www.agroklub.com/vocarstvo/prorjeđivanje-plodova/5205/> - pristup 10.09.2022.
12. Lancaster N.A., Torres A.P. (2019). Investigating the Drivers of Farm Diversification Among U.S. Fruit and Vegetable Operations. Sustainability 11(12): 3380. <https://doi.org/10.3390/su11123380> - pristup 10.07.2022.
13. Lazarević B., Poljak M. (2019). Hormoni. Lazarević Boris (ur.), Fiziologija bilja. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
14. Link H., Bangerth F. (2000). Significance of flower and fruit thinning on fruit quality special issue: Abscission and thinning of young fruit – from molecular to applied aspects. (Ed.); Quinlan, J.: Plant Growth Regulation, 31: 17-26.
15. Madjar S., Šoštarić J. (2009). Određivanje proizvodne orijentacije u navodnjavanju: voćarstvo i vinogradarstvo. Jasna Šoštarić (ur.), Navodnjavanje poljoprivrednih kultura. Osijek: sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, poljoprivredni fakultet Osijek.
16. Malivuk M. (2019). Aklimatizacija i ukorjenjivanje borovnice (*Vaccinium corymbosum* L.) ex vitro. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. <https://repozitorij.unios.hr/islandora/object/pfos:2034/datastream/PDF> - pristup 12.09.2022.
17. Mamić M. (2017). Prehrambena vrijednost voća i voćnih prerađevina. Završni rad. Požega: Veleučilište u Požegi. <https://repozitorij.vup.hr/islandora/object/vup:721> – pristup 12.09.2022.
18. Marinović I. (2018). Primjena regulatora rasta u voćarstvu. Završni rad. Zagreb: Agronomski fakultet.
19. Narodne novine. (2011). Zakon o hrani: Pravilnik o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_09\\_84\\_1726.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_09_84_1726.html) - pristup 04.09.2022.
20. Narodne novine. (2012). Pravilnik o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012\\_12\\_137\\_2906.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_12_137_2906.html) - pristup 04.09.2022.
21. Ortas I. (2018). Role of mycorrhizae on mineral nutrition of fruit tree. Acta Horticulture 1217, 271-284.

22. Pavičić N., Jemrić T., Blašković D., Skendrović M., Krstulović A. (2004). Mesurolo - -  
 čimbenik redovitije rodosti jabuke. Poljoprivreda. 10 (2): 28-31.  
<https://hrcak.srce.hr/file/36077> - pristup 04.09.2022.
23. Peacock L., Herrick S. (2000). Responses of the willow beetle *Phratora vulgatissima* to  
 genetically and spatially diverse *Salix* spp. plantations. Journal of Applied Ecology 37,  
 821–831. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00528>. – pristup 16.07.2022.
24. Pereira A.L.C., Taques T.C., Valim J.O.S., Madureira A.P., Campos W.G. (2015). The  
 management of bee communities by intercropping with flowering basil (*Ocimum  
 basilicum*) enhances pollination and yield of bell pepper (*Capsicum annuum*). Journal  
 of Insect Conservation. 19 (3): 479–486. doi:10.1007/s10841-015-9768-3 [online]
25. Pohajda I., Ševar M. (2017). Postupak stjecanja znaka integrirane proizvodnje.  
 Poljoprivredna savjetodavna služba. Zagreb. Dostupno na:  
[https://www.savjetodavna.hr/wpcontent/uploads/2019/05/integrirana\\_postupak.p  
 df](https://www.savjetodavna.hr/wpcontent/uploads/2019/05/integrirana_postupak.pdf) – pristup 27.07.2022.
26. Pokos-Nemec V. (2008). Navodnjavanje voćnjaka. Glasnik zaštite bilja 31 (5): 42 – 49.  
<https://hrcak.srce.hr/file/241697> - pristup: 15.07.2022.
27. Popović T. (2018). Uloga fitohormona upri generativnom razvoju šumskog drveća.  
 Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
28. Presečki T., Dropuljić M., Siladi I.(2018). Usporedba priroda i kakvoće plodova jabuke  
 u integriranom i organskom proizvodnom sustavu. Pomologia Croatica. 22(1-2): 23-  
 36. <https://hrcak.srce.hr/file/313000> - pristup 15.07.2022.
29. Santner A., Calderon-Villalobos A.S., Estelle M. (2009). Plant hormones are versatile  
 chemical regulators of plant growth. Nature chemical biology. 5 (5): 301 – 307.
30. Sito S., Kušec V., Ostroški N., Duvnjak V., Martinec J., Palinić B., Harapin M., Zrinjan V.  
 (2016). Oprema za navodnjavanje u trajnim nasadima. Glasnik zaštite bilja. 39(4): 34-  
 47. <https://hrcak.srce.hr/file/238803> - pristup 15.07.2022.
31. Soldo T. (2012). Alternativna rodnost voćaka. Agroklub.  
<https://www.agroklub.com/vocarstvo/alternativna-rodnost-voćaka/6413/> - pristup  
 15.07.2022.
32. Stopar M., Tojnko S., Ambrožić Turk B. (2007). Prorjeđivanje plodova jabuke sorte  
 'Gala' pomoću ethephona, NAA i BA te njihovih kombinacija. Pomologica Croatica, 13  
 (3): 143 – 151.

33. Stupnišek I., Fruk G., Jemrić T. (2011). Usporedba različitih tehnika prorjeđivanja cvjetova i plodova jabuke. Glasnik zaštite bilja, 5: 12 – 16. <https://hrcak.srce.hr/file/240504> - pristup 15.07.2022.
34. Šoškić M. (2008). Suvremeno voćarstvo. Beograd: Partenon
35. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2018 (2018). Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM - Organics International, Frick and Bonn. [https://ciaorganico.net/documypublic/486\\_2020-organic-world-2019.pdf](https://ciaorganico.net/documypublic/486_2020-organic-world-2019.pdf) - pristup 15.07.2022.
36. Trembath B.R. (1993). Intercropping for the management of pests and diseases. Field Crops Research. 34 (3–4): 381- 405. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(93\)90123-5](https://doi.org/10.1016/0378-4290(93)90123-5). – pristup 10.07.2022.
37. Vučković M. (2021). Godišnje izvješće o stanju poljoprivrede u 2020. Ministarstvo poljoprivrede republike hrvatske. Uprava za poljoprivrednu politiku, EU i međunarodnu suradnju. Zagreb. [https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/poljoprivredna\\_politika/zeleno\\_izvjesce/2021\\_12\\_15%20Zeleno%20izvje%C5%A1%C4%87e%202020\\_final.pdf](https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/poljoprivredna_politika/zeleno_izvjesce/2021_12_15%20Zeleno%20izvje%C5%A1%C4%87e%202020_final.pdf) – pristup 10.07.2022.

## Popis tablica

<b>Tablica 1.</b> Hranidbena vrijednost pojedinih vrsta voća .....	14
<b>Tablica 2.</b> Regalis - vrijeme nanošenja tretmana i doza .....	37

## Popis slika

<b>Slika 1.</b> Udio najznačajnijih proizvođača organske Jabuke u Europi .....	12
<b>Slika 2.</b> Znak kojim se označava integrirani proizvod .....	20
<b>Slika 3.</b> Prikaz postupka registracije sredstava za zaštitu bilja u RH .....	26

## ŽIVOTOPIS

Valentina Čular Benjumea rođena je 19.12.1998 u Macuto-Vargas, Venezuela. Pohađala je Prirodoslovno – tehničku školu u Splitu od 2013 do 2017. Tijekom srednjoškolskog obrazovanja sudjelovala je na natjecanju „Nutrivita“ za prehrambene tehnologe i nutricioniste. Također je sudjelovala, kao jedna od predstavnica škole, na festivalu znanosti koji se održao na FESB-u u Splitu. Studirala je na stručnom studiju prehrambene tehnologije na veleučilištu u Kninu od 2017 do 2020, čime je dobila akademski naziv prvostupnice prehrambene tehnologije. Izvorni je govornik hrvatskog i španjolskog, a priča i engleski (stupanj C) jezik. Dobro se koristi računalskim programima kao što su Microsoft word, Power point i excel, kao i internet preglednikom, te društvenim mrežama.

U osnovnoj školi svirala je gitaru u Kulturno umjetničkom društvu Marjan u Splitu, te pohađala satove plesa što je nastavila kroz srednjoškolsko i fakultetsko obrazovanje.

Tijekom studiranja bavila se raznim studentskim poslovima kao što su prodaja prehrambenih proizvoda, rad u trgovini, promoviranje proizvoda, te izleti brodom. Navedeni poslovi pomogli su joj steći iskustvo timskog rada, te rada i komunikacije sa kupcima.

Smatra se pristupačnom i komunikativnom osobom. Motivirana je novim znanjem i iskustvima i spremna preuzeti svaki budući izazov.