

Fenologija sorata američke borovnice uzgajane na području Cetingrada

Futivić, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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:204:361702>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-26**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**FENOLOGIJA SORATA AMERIČKE
BOROVNICE UZGAJANE NA PODRUČJU
CETINGRADA**

ZAVRŠNI RAD

Ana Futivić

Zagreb, rujan, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Preddiplomski studij:
hortikultura

**FENOLOGIJA SORATA AMERIČKE
BOROVNICE UZGAJANE NA PODRUČJU
CETINGRADA**

ZAVRŠNI RAD

Ana Futivić

Mentor: izv.prof. dr. sc. Goran Fruk

Zagreb, rujan, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Ana Futivić**, JMBAG 0178128494, izjavljujem da sam samostalno izradila završni rad pod naslovom:

**FENOLOGIJA SORATA AMERIČKE BOROVNICE UZGAJANE NA PODRUČJU
CETINGRADA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga završnog 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 završni 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 završnog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE
O OCJENI I OBRANI ZAVRŠNOG RADA

Završni rad studentice **Ane Futivić**, JMBAG 0178128494, naslova
FENOLOGIJA SORATA AMERIČKE BOROVNICE UZGAJANE NA PODRUČJU
CETINGRADA

mentor je ocijenio ocjenom _____.

Završni rad obranjen je dana _____ pred povjerenstvom koje je prezentaciju ocijenilo ocjenom _____, te je studentica postigla ukupnu ocjenu¹
_____.

Povjerenstvo:

1. izv. prof. dr. sc. Goran Fruk, mentor
2. _____, član
3. _____, član

potpisi:

¹ Ocjenu završnog rada čine ocjena rada koju daje mentor (2/3 ocjene) i prosječna ocjena prezentacije koju daju članovi povjerenstva (1/3 ocjene).

Zahvala

Ovime zahvaljujem mentoru izv. prof. dr. sc. Goranu Fruku na uloženom vremenu, pomoći i podršci tijekom izrade ovog rada. Zahvaljujem i OPG-u Antonia Bučević na prilici da provedem istraživanje u njihovom nasadu. Želim se posebno zahvaliti svim mojim ljudima koji su mi bili neizmjerne podrška tijekom studiranja i „vjetar u leđa“. Marija, Kruno, Vid, Petra, Nikola, Ivana, Ivan, hvala vam! Naposljetku, hvala mojim roditeljima što su vjerovali u mene i pomogli mi prijeći sve prepreke do ovog cilja. Ovaj rad posvećujem njima.

Sadržaj

| | |
|---|----|
| 1. Uvod | 1 |
| 2. Ciljevi istraživanja | 2 |
| 3. Pregled literature | 3 |
| 3.1. Sistematika američke borovnice | 3 |
| 3.2. Morfološka svojstva američke borovnice | 3 |
| 3.3. Ekološki uvjeti uzgoja borovnice..... | 4 |
| 3.4. Fenologija..... | 4 |
| 3.5. BBCH skala..... | 5 |
| 3.6. Fenofaze razvoja američke borovnice..... | 5 |
| 3.7. Temperaturne sume..... | 6 |
| 4. Materijali i metode | 8 |
| 4.1. Objekt istraživanja | 8 |
| 4.2. Opisi praćenih fenoloških faza..... | 8 |
| 4.3. Metoda određivanja fenoloških faza | 14 |
| 4.4. Istraživane sorte | 15 |
| 5. Rezultati i rasprava..... | 18 |
| 6. Zaključak..... | 25 |
| 7. Popis literature | 26 |

Sažetak

Završnog rada studentice **Ane Futivić**, naslova

FENOLOGIJA SORATA AMERIČKE BOROVNICE UZGAJANE NA PODRUČJU CETINGRADA

Američka borovnica (*Vaccinium corymbosum* L.) je višegodišnji listopadni grm koji samoniklo raste na kiselim i močvarnim tlima Sjeverne Amerike. Do danas je razvijeno preko 50 sorata ove vrste i uzgaja se diljem svijeta u svrhu prehrane čovjeka. U Hrvatskoj, na području Cetingrada, nalazi se ekološki nasad američke borovnice sa 14 sorata. U ovom radu prikazani su rezultati praćenja i bilježenja fenologije 12 sorata američke borovnice. Navedene sorte su: Ivanhoe, Bluejay, Toro, Herbert, Bonus, Patriot, Darrow, Lateblue, Spartan, Elizabeth, Duke i Bluecrop. Fenologija sorata praćena je prema BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemosche Industrie) skali prilagođenoj za borovnicu u periodu od 11.4. do 4.7. 2024. godine. Tijekom promatranja zabilježene su faze rasta izbojaka, cvatnja, razvoj plodova, sazrijevanje plodova pa sve do početka berbe. Kao potencijalno dobre sorte za uzgoj na području Cetingrada pokazale su se sorte Spartan, Patriot i Ivanhoe. Zaključak je donesen na temelju njihovog ranijeg sazrijevanja plodova i dužeg perioda trajanja berbe. Kakvoća plodova nije uzeta u obzir.

Ključne riječi: fenologija, borovnica, GDD, BBCH

Summary

Of the final work – student **Ana Futivić**, entitled

PHENOLOGY OF Highbush BLUEBERRY VARIETIES CULTIVATED IN THE CETINGRAD AREA

The highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) is a perennial deciduous shrub that naturally grows in acidic and swampy soils of North America. To date, over 50 varieties of this species have been developed and it is cultivated worldwide for human consumption. In Croatia, in the Cetingrad area, there is an organic plantation of highbush blueberries with 14 varieties. This paper presents the results of monitoring and recording the phenology of 12 varieties of highbush blueberries. The mentioned varieties are: Ivanhoe, Bluejay, Toro, Herbert, Bonus, Patriot, Darrow, Lateblue, Spartan, Elizabeth, Duke, and Bluecrop. The phenology of these varieties was monitored according to the BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie) scale adapted for blueberries, from April 11 to July 4, 2024. During the observation period, the stages of shoot growth, flowering, fruit development, ripening, and the beginning of harvest were recorded. The varieties Spartan, Patriot, and Ivanhoe showed potential as good candidates for cultivation in the Cetingrad area, based on their earlier fruit ripening and longer harvest period. Fruit quality was not considered in this conclusion.

Keywords: phenology, blueberry, BBCH

1. Uvod

Američka borovnica (*Vaccinium corymbosum* L.) vrsta je iz porodice *Ericaceae* koju čine uglavnom acidofilni drvenasti grmovi. Postiže visinu oko 1,5 m. U prirodi je američka borovnica rasprostranjena na sunčanim staništima, kiselih i močvarnih tala Sjeverne Amerike. Samonikla je od kanadskih pokrajina Nova Scotia i Quebec zapadno do savezne američke države Wisconsin i južno do sjeverne Floride i Alabame (Gough, 1994). Razvijeno je više od 50 sorata ove vrste koje se uzgajaju u komercijalne svrhe diljem svijeta, zbog pozitivnih senzornih svojstava i zdravstvene vrijednosti u prehrani čovjeka kao što su visok sadržaj antioksidansa i vlakana (Kalt et al., 2020; USDA, n.d.)

Fenologija dolazi od grčke riječi *phaino* što znači pojaviti se. Ova znanstvena disciplina proučava sezonski vremenski raspored događaja u životnom ciklusu biljaka. Praćenje i poznavanje ovog rasporeda od velike je važnosti za poljoprivrednu proizvodnju (Rathcke i Lacey, 1985). Prema Kirk i Isaacs (2012), koji citiraju Bailey (1947) i Wielgolaski (1999), točno predviđanje fenoloških faza ključno je za adekvatnu primjenu mjera zaštita usjeva od štetnika i nepovoljnih vremenskih uvjeta. Ističu i važnost predviđanja razdoblja cvatnje zbog osiguravanja dovoljno oprašivača i povećanja prinosa usjeva. Od okolišnih čimbenika mogu se izdvojiti tri koji imaju najveći utjecaj na početak cvatnje, a to su fotoperiodizam, vlaga i temperatura. Većini drvenastih vrsta umjerenih klimatskih područja potrebna je određena količina temperature da bi započele pojedine fenofaze. Ta količina temperature mjeri se i izražava kao suma toplinskih jedinica iznad nekog temperaturnog praga. Fenološke faze životnog ciklusa biljke mogu se kvantitativno iskazati kao statistički prikaz različitih parametara poput njihovog vremena pojavljivanja, trajanja i varijance (Rathcke i Lacey, 1985).

U Karlovačkoj županiji, općini Cetingrad, OPG Antonia Bučević uzgaja američke borovnice od 2016. godine, na oko 3,5 ha površine ekološkog voćnjaka. Uzgajaju se 4 sorte, dok je u pokusnom dijelu nasada posađeno 10 sorata, od svake po desetak grmova. Temeljem fenoloških opažanja 12 sorata utvrdit će se međusortne sličnosti i razlike u početku i trajanju pojedinih fenofaza tijekom vegetacijskog razdoblja. Utvrdit će se i utjecaj akumulirane topline na početak pojedinih faza.

2. Ciljevi istraživanja

Cilj istraživanja jest utvrditi fenološke razlike 12 promatranih sorata američke borovnice, te utvrditi potrebne sume toplinskih jedinica za ulazak pojedinih sorata u određene fenofaze.

3. Pregled literature

3.1. Sistematika američke borovnice

Postoji više načina kako se dijele voćke. Prema praktičnoj voćarskoj podjeli borovnice spadaju u skupinu grmolikih ili jagodastih voćki, zajedno sa jagodom, malinom, kupinom, ogrozdom, ribizom, kivikom, itd (Miljković, 1991). Vrsta *Vaccinium* broji između 300 i 400 podvrsta, međutim točna brojka nije poznata. *Vaccinium corymbosum* L. predstavlja skupinu visokogrmnih borovnica (Highbush Blueberry) i jedna je od sjevernoameričkih *Vaccinium* vrsta iz kojih su se razvile uzgojne borovnice. Uzgojne borovnice spadaju u porodicu *Ericaceae*, odnosno korova (Ebert, 2004). Klasifikacija američke borovnice prema sistematskim kategorijama prikazana je u tablici 1.

| | |
|-------------|--------------------------------|
| carstvo | <i>Plantae</i> |
| podcarstvo | <i>Tracheobionta</i> |
| odjeljak | Spermatophyta |
| pododjeljak | Magnoliophyta |
| razred | Magnoliopsida |
| podrazred | Dilleniidae |
| Red | <i>Ericales</i> |
| porodica | <i>Ericaceae</i> Juss. |
| Rod | <i>Vaccinium</i> L. |
| Vrsta | <i>Vaccinium corymbosum</i> L. |

Tablica 1. Klasifikacija američke borovnice prema sistematskim kategorijama

Izvor: <https://plants.usda.gov/home/classification/65446>

3.2. Morfološka svojstva američke borovnice

Vaccinium corymbosum L., zvana američka borovnica, visokogrmolika ili uzgojna borovnica (eng. highbush blueberry) je višegodišnja listopadna vrsta iz roda *Vaccinium*. Dostiže visinu od 1,8 do 3,7 m. Prema tipu habitusa spada u kategoriju uspravnog visokorastućeg grma. List joj je eliptičnog oblika i sjajnog izgleda koji u proljeće poprima tamnozelenu boju, a u jesen crvenu do ljubičastu (Dirr, 1998; Idžojtić, 2009; Floridata, 2017, citirano u Zrnić i sur. 2023). Drvenasti dijelovi su tvrdi i lako lomljivi, a razgranatost i habitus rasta variraju ovisno o sorti. Tijekom vegetacije izbijaju mladi izboji kojima se pomlađuje grm. Korijenov sustav borovnice je plitak, tanak, razgranat i nema korijenovih dlačica. Najintenzivniji rast odvija se u

temperaturnom rasponu od 14 do 18 °C i dešava se dvaput godišnje. Zbog morfološke građe korijena javljaju se problemi nedostatka vode u nepovoljnim vremenskim uvjetima. List je ovalno-eliptičnog oblika, zašiljenog vrha. Veličina varira od 3 do 10 cm na glavnoj mladici. Većina sorata ima ravan rub, međutim i to svojstvo ovisno je o sorti. Lice i naličje su tamnozeleno boje. Na naličju lista, nervatura je prekrivena sitnim dlačicama. Cvat borovnice naziva se botanički *Corymbus* ili gronja. (Ebert, 2008). Cvjetovi su tipične bijele ili kremaste boje. Građeni su od 5 lapova i 5 latica. Uglavnom su hermafroditni (Kurtović i sur. 2016). Oblikom cvijet može biti cilindričan, ovalan ili bačvastog oblika. Cijev vjenčića može biti obojana antocijanima. Plod je bobica koja može biti zaobljenog, spljoštenog ili izduženog oblika. Kožica je tamnoplave boje dok je meso bezbojno i sadrži brojne sjemenke (Bellini i sur. 2007). Generativni i vegetativni pupovi razlikuju se po veličini i obliku. Generativni su nešto veći i stožastog oblika, dok su vegetativni manji i eliptičnog oblika (Kurtović i sur. 2016).

3.3. Ekološki uvjeti uzgoja borovnice

Gospodarska posebnost borovnice je, da se za razliku od drugih kultura, lako šire na staništima kiselog tla. Prirodna staništa borovnice su niska močvarna tla, niske pH vrijednosti i bogata organskom tvari. *Vaccinium corymbosum* potječe iz Sjeverne Amerike, između 25. i 50. stupnja sjeverne geografske širine (Ebert, 2008).

Optimalne karakteristike tla za uzgoj američke borovnice su dobra dreniranost, pjeskovito-illovasta tekstura, visoki sadržaj organske tvari i nizak pH. Optimalan interval pH vrijednosti iznosi od 4,5 do 4,8, ali dobar rast i prinosi mogu se postići i između 4,2 i 5,2. Ova vrsta voli hladnija područja uzgoja. Ovisno o sorti, može podnijeti temperaturu do -29 °C. Za prekid dormantnosti pupoljaka potreban joj je period od 750 do 800 sati na temperaturi ispod 7 °C. Nakon zimskog mirovanja, zbog ponovnog kretanja vode u tkivu, biljka je osjetljiva na kasne proljetne i rane jesenske mrazove. Zbog održavanja kiselosti tla ne smiju se koristiti gnojiva koja sadrže kalcij ili vapno. Iako je riječ o samooplodnoj vrsti, preporučeno je u nasadu uzgajati više sorata jer to rezultira većim urodom (Volčević, 2008.) Unakrsnim oprašivanjem zameće se više sjemenki, tj. stranooplodnja rezultira ranijim i krupnijim plodovima (Kurtović i sur. 2016).

3.4. Fenologija

Fenologija je znanstvena disciplina koja se bavi pojavnim oblicima i fazama tijekom razvoja biljaka i životinja, te proučava utjecaj vremenskih i klimatskih čimbenika na njihovo trajanje. Fenološka ili razvojna faza (fenofaza) sinonimi su za vanjske promjene na biljci koje uzrokuju kemijski i fiziološki procesi u biljci. Utvrđivanje pojedine fenofaze radi se zapažanjem i bilježenjem datuma početka faze, npr. pupanja, cvjetanja, zriobe i dr. (Penzar i Penzar, 2000).

Steyn i sur. (2023) ističu poznavanje fenofaza kao ključno znanje za optimalno raspolaganje vodom, gnojivom, suzbijanje bolesti i štetnika te planiranje logističkih aktivnosti vezanih uz berbu. Fenologija je pokazatelj utjecaja klimatskih promjena na biosferu (Schwarz, 2003).

3.5. BBCH skala

Kratica BBCH dolazi od Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie. Skala je dobila naziv po njemačkim institutima koju su je u suradnji razvili 90-ih godina prošlog stoljeća. Od tada se koristi kao univerzalan standard opisivanja i određivanja fenoloških faza biljaka u područjima agronomije, agroklimatologije, meteorologije i drugim znanstvenim poljima. Temelji se na načelima koje su Zadoks i sur. (1974) predstavili u znanstvenom časopisu Weed Research.

BBCH skala je uniformiran sustav bilježenja i opisivanja fenoloških faza jednosupnica i dvosupnica. Svaka fenološka faza ima svoj kod. Kod se sastoji od dva broja. Prvi broj označava glavne vegetativne i generativne faze poput cvatnje, razvoja plodova, razvoja izdanaka i dr. Faze se označuju brojevima od 0 do 9. Drugi broj označava sekundarne faze. Svaka glavna faza podijeljena je na deset sekundarnih koje se također označavaju brojevima od 0 do 9. Za svaku fazu postoji kratak, jasan i lako prepoznatljiv vanjski morfološki opis (Meier i sur. 2009).

3.6. Fenofaze razvoja američke borovnice

Rast korijena kreće u proljeće i često se podudara s bubrenjem pupova. Potrebna je temperatura od 6 °C za pokretanje rasta korijena. Rast usporava za vrijeme dozrijevanja plodova, a najintenzivniji je nakon berbe. Traje sve do jeseni, tj, do ponovnog pada temperature tla ispod 6 °C.

Bubrenje pupova u proljeće označava početak vegetativnog rasta nadzemnog dijela. Vegetativan rast je nejednolik, odnosno odvija se u intervalima. U prvom intervalu rast je brz i završava odumiranjem apikalnog pupoljka. Ova faza očituje se crnim vrhom pupoljka. U drugom intervalu rasta nastavlja rasti pupoljak najbliži vrhu prirasta i zaustavlja se sredinom ljeta. Neki pupoljci duž novih izboja diferenciraju se u generativne i oni će iduće godine dati plod. Cvjetni pupoljci formiraju se od vrha prema bazi prirasta. I vegetativni i generativni pupovi zahtijevaju period mirovanja kako bi u proljeće krenulo buđenje.

Borovnica cvjeta u proljeće. Cvjetanje kreće otvaranjem cvjetova u vršnom dijelu gronje, a zatim ostalih. U ovom periodu dešava se oprašivanje i zatanje plodova (Kurtović i sur. 2016). Ubrzo nakon toga vjenčić se suši i otpada zajedno sa prašnikom. Novi plodovi su zeleni, tvrdi i veličina im se povećava. Dozrijevanje završava u periodu od lipnja do rujna. To ovisi o kultivaru. Epikarpu je potrebno do 4 dana da promijeni boju iz zelene u plavu. Plod se smatra kompletno zrelim kada je područje oko peteljke dobro obojano, a plod se s lakoćom odvaja. Vremenski period razvoja grmova borovnice kroz godinu prikazan je na slici 1.

| | | | | | | | | |
|---------------------|---------|---------|--------|--------|---------|-------|----------|---------|
| Pupanje | | | | | | | | |
| Cvjetanje | | | | | | | | |
| Zametanje plodova | | | | | | | | |
| Zreli stadij | | | | | | | | |
| Berba | | | | | | | | |
| Indukcija cvjetanja | | | | | | | | |
| Faza mirovanja | | | | | | | | |
| | travanj | svibanj | lipanj | srpanj | kolovoz | rujan | listopad | studeni |

Slika 1. Vremenski period razvoja grmova borovnice

Izvor: Ebert G. (2008). Uzgoj borovnica i brusnica. Zagreb, ITD Gaudeamus.

3.7. Temperaturne sume

Svaka biljna vrsta ima za pojedine razvojne faze definiran tipični temperaturni prag. Pragovi se općenito dijele se na apsolutni minimum, vegetacijsku nultu točku, optimalnu temperaturu i apsolutni maksimum. Temperaturne vrijednosti ispod apsolutnog minimuma izazivaju oštećenja biljke, kao i temperature zraka iznad maksimuma što u konačnici rezultira venućem. Pri optimalnoj temperaturi rast i razvoj su najpovoljniji. Za izračun temperaturnih suma unutar kojih se dešava rast bitna je vegetacijska nulta točka. To je temperaturna vrijednost iznad koje se rast dešava, odnosno ispod koje se zaustavlja.

Temperaturne sume su zapravo mjera za akumuliranu toplinu iznad specifičnog temperaturnog praga, kroz određen vremenski period. Označavamo ih kraticom GDD, što je skraćeno za engleski izraz *growing degree days* (dani stupnjeva rasta).

Temperaturni prag za početak vegetacije žitarica i voćaka iznosi 7 °C (Državni hidrometeorološki zavod, n.d.)

Temperaturne sume su od iznimne važnosti u poljoprivrednoj proizvodnji i imaju široku uporabu. Upotrebljavaju se kao vremenski orijentir za suzbijanje štetnika, tj. za praćenje perioda razvoja generacija štetnika. Služe i kao pomoćni alat za procjenu temperaturnih uvjeta budućeg uzgojnog područja i planiranja proizvodnje. Temperaturnim sumama moguće je predvidjeti nastupanje fenofazi poput cvjetanja i zrenja plodova s obzirom da je rast pozitivno koreliran s akumuliranom temperaturom zraka iznad temperaturnog praga. Postoji više metoda izračuna temperaturnih suma od kojih su neke Baskerville-Eminova, Allenova, Huberova i metoda srednjaka. Najjednostavnija je metoda srednjaka. Ovom metodom dobivaju se temperaturne sume oduzimanjem temperaturnog praga za pojedinu vrstu i fazu od srednje temperature zraka određenog dana.

$$S = \frac{t_{max} + t_{min}}{2}$$

$$TS = S - T_p$$

(Državni hidrometeorološki zavod, n.d.).

Istraživanje Kirk i Isaacs (2012) provedeno na 5 komercijalno bitnih sorata američke borovnice pokazalo je da se među istraživanim sortama temperaturni pragovi za cvatnju razlikuju minimalno. Istraživane sorte bile su Duke, Bluecrop, Elliot, Jersey i Liberty. Pragovi su varirali od 7.14 C° do 7.96 C°. Zbog ovako malih varijacija autori sugeriraju korištenje iste bazne temperature za sve sorte američke borovnice.

4. Materijali i metode

4.1. Objekt istraživanja

Istraživanje fenologije sorata američke borovnice provedeno je na OPG-u Antonia Bučević. Voćnjak je lociran u naselju Kuk, u sastavu općine Cetingrad, Karlovačka županija (45°09'47.7"N 15°42'45.0"E) (Slika 2.). OPG uzgaja borovnice od 2016. godine na površini od 3,5 ha sa oko 8.000 sadnica. Istraživanje je provedeno u pokusnom dijelu nasada. Praćeno je 12 sorata, od svake desetak biljaka. Navedene sorte su: Ivanhoe, Bluejay, Toro, Herbert, Bonus, Patriot, Darrow, Lateblue, Spartan, Elizabeth, Duke i Bluecrop.



Slika 2. Prikaz pokusnog dijela nasada

4.2. Opisi praćenih fenoloških faza

4.2.1. Razvoj cvatova i cvatnja

Razvoj cvatova započinje bubrenjem cvjetnih pupova. Zatim slijedi faza individualnih cvjetova koji su zatvoreni, ali vidljivi i završava fazom cvjetova koji formiraju oblik šuplje kugle. Cvatnja se mjeri postotkom otvorenih cvjetova, a završava fazom ispadanja latica. Izgled nekih fenofaza prikazan je na slikama 3. do 9. Generativnim pupovima potreban je period

mirovanja kao bi se u proljeće krenuli otvarati. Period mirovanja označava razdoblje od 850 do 1000 sati u temperaturnom rasponu od 0 do 7 °C. Cvjetni pupoljci su koničnog oblika i svaki sadrži do deset cvjetova. Cvatnja kreće u proljeće tako da se najprije otvaraju vršni cvjetovi gronje (Kurtović i sur. 2016).



Slika 3. Početak rasta prirasta iz bočnih, vegetativnih pupova

Izvor: Jagodasto voće, Kurtović i sur. (2016)



Slika 4. Vegetativni izboj na 90 % od očekivane konačne duljine (BBCH 3.9)



Slika 5. Bubrenje cvjetnih pupova (BBCH 5.1)

Izvor: Jagodasto voće, Kurtović i sur. (2016)



Slika 6. Individualni cvjetovi zatvoreni, ali vidljivi (BBCH 5.5)



Slika 7. Cvjetovi formiraju oblik šuplje kugle (BBCH 5.9)



Slika 8. Preko 50 % otvorenih cvjetova, otpadanje prvih latica (BBCH 6.5)



Slika 9. Sve latice su otpale, kraj cvatnje (BBCH 6.9)

4.2.2. Razvoj plodova i stadij zrelosti

Nakon oplodnje i zametanja, mladi plodovi povećavaju se relativno brzo. Ova prva faza rasta traje oko četiri tjedna. Kada rast vizualno stane, u plodovima se nakupljaju rezervne tvari za razvoj embrija. Nakon toga, stanice se povećavaju usvajanjem vode (Ebert, 2008). Najstariji i najveći plodovi mijenjaju boju iz zelene u rozu (Slika 10.). Plodovi omekšavaju. Prestaje dioba stanica, a volumen im se povećava što se očituje ponovnim rastom plodova (Michigan State University, n.d.). U ovom periodu nakupljaju se šećeri, kiseline se razgrađuju i nastaju tipične sorte arome. Plod se smatra kompletno zrelim kada je područje oko peteljke sasvim obojeno (Slika 11.). U ovoj fazi plod se lako odvaja od peteljke (Bellini i sur., 2007). Plodovi istog grma ne dozrijevaju istovremeno. Sazrijevanje plodova, između ostalog, ovisi o oplodnji. Što plod ima više funkcijski sposobnog sjemena, prije će se razviti. Također s povećanjem obojenosti ploda, povećava se i mekoća (Ebert, 2008). U kasnom stadiju zrelosti zbog promjena u staničnim stijenkama dolazi do dodatnog mekšanja plodova (Slika 12.) (Kurtović i sur. 2016).



Slika 10. Početak sazrijevanja, ružičasti plodovi (BBCH 8.1)



Slika 11. Plodovi zreli za branje (BBCH 8.7)



Slika 12. Plodovi potpuno plavi, pojedini prezreli plodovi počinju otpadati (BBCH 8.9)

4.3. Metoda određivanja fenoloških faza

Za bilježenje fenoloških faza korištena je BBCH (Biologische Bunde-sanstalt, Bundessortenamt und CHEmical industrie) skala prilagođena za borovnicu prema AgVita Analytical 2008 (Slika 13.). Skala BBCH je uniformiran sustav numeriranja fenoloških faza svih biljnih vrsta. Posebno su praćene vegetativne i generativne faze. Za određivanje fenološke faze grma, u slučaju dešavanja više faza istovremeno, bilježi se dominantna faza, odnosno prosjek grma. Fenološke faze praćene su u periodu od travnja do srpnja 2024. godine, tjednom frekvencijom. Bilježene su fenofaze od početka vegetacije do berbe.

| Primary Stage | Secondary Stage | Comments |
|---------------|-----------------|--|
| 1 | | <i>Leaf development</i> |
| | 1.1 | First leaves unfolding |
| | 1.9 | First leaves fully expanded |
| 3 | | <i>Shoot development</i> |
| | 3.1 | Shoots growth commenced |
| | 3.2 | Shoots 20% of expected final length |
| | 3.5 | Shoots 50% of expected final length |
| | 3.9 | Shoots 90% of expected final length |
| 5 | | <i>Inflorescence emergence</i> |
| | 5.1 | Inflorescence buds swelling |
| | 5.5 | Individual flowers closed but visible |
| | 5.9 | Most flowers forming a hollow ball |
| 6 | | <i>Flowering</i> |
| | 6.1 | Beginning of flowering: 10% of flowers fully open |
| | 6.5 | Full flowering: 50% of flowers open, first petals falling |
| | 6.9 | All petals fallen, end of flowering |
| 7 | | <i>Fruit development</i> |
| | 7.2 | Fruit size up to 20% of final size |
| | 7.5 | Fruit about half final size |
| | 7.7 | Fruit about 70% of final size |
| 8 | | <i>Maturity of fruit</i> |
| | 8.1 | Beginning of ripening, pink fruit |
| | 8.5 | Advanced ripening, at least 50% of most individual fruits have turned blue |
| | 8.7 | Fruit ripe for harvest |
| | 8.9 | Fruit completely blue, some over mature fruit starts to drop |
| 9 | | <i>Beginning of dormancy</i> |
| | 9.1 | Shoot growth completed, foliage still fully green |
| | 9.7 | All leaves fallen |

Slika 13. BBCH skala prilagođena za borovnicu

Izvor: AgVita Analytical. Blueberry Sampling & Growth Stages. Dostupno na:
<http://www.agvita.com.au/index.html>

4.4. Istraživane sorte

4.4.1. Ivanhoe

Ivanhoe je sorta vrlo bujnog rasta, širokih grmova sa tamnozelenim listovima i obilnog uroda. Ranog je dozrijevanja. Plodovi su krupni, blago spljoštene forme, svijetloplave boje, tanke kožice i tvore velike, rahle grozdove (Miljković, 1991). Nastala je u SAD-u, 1951. godine, križanjem sorata ('Rancocas' x 'Carter') x 'Stanley' (Ebert, 2008).

4.4.2. Bluejay

Ova sorta srednje sezone sazrijevanja selekcionirana 1978. godine u Michiganu. Daje plodove srednje krupnoće, čvrste i svijetloplave boje sa srednjim prinosima. Habitus joj je uspravan i širi se. (Kurtović i sur. 2016).

4.4.3. Toro

Toro je sorta srednjeg dozrijevanja. Sorta je bujna i plodovi su iznimno krupni, umjereno plave boje (Volčević, 2008.). Selekcionirana je 1987. godine u SAD-u. Osvaruje srednje prinose. Na plodovima ostaje mali ožiljak od peteljke. Uspravnog je habitusa (Kurtović i sur. 2016).

4.4.4. Herbert

Sorta Herbert potječe iz SAD-a. Rezultat je križanja više sorata, 'Stanley' x ('Jersey' x 'Pioneer') (Ebert, 2008). Karakterizira ju bujan rast te veliki i tamni plodovi spljoštene forme (Penn State Extension, n.d.).

4.4.5. Bonus

Bonus je američka sorta iz 1995. godine. Srednje kasnog je dozrijevanja (Ebert, 2008.)

4.4.6. Patriot

Sorta Patriot porijeklom je iz SAD-a. Nastala je 1976. godine križanac je sorata ('Dixi' x 'Michigan LB1') x 'Earliblue'. Niskog je i uspravnog habitusa, visine do 1,2 m. Dozrijeva srednje rano. Plod je sitan, svijetloplave boje. Sorta je otporna na zimski mraz, ali ne i proljetni (Ebert, 2008).

4.4.7. Darrow

Sorta Darrow kreirana je 1965. godine u New Jerseyu. Grm je uspravnog habitusa. Dozrijeva kasno i daje plod srednje krupnoće, svijetloplave boje i dobrog okusa. Prinosi su joj visoki (Kurtović i sur. 2016).

4.4.8. Lateblue

Američka sorta, nastala 1967. godine. Križanac je sorata 'Herbert' x 'Coville' (Ebert, 2008). Dozrijeva kasno, plodovi su srednje veliki, skupljeni u rastresite grozdove. Plod je svijetloplave boje i ima ožiljak od peteljke srednje veličine. Ova sorta ostvaruje iznimno visok prinos (Kurtović i sur. 2016).

4.4.9. Spartan

Sorta Spartan je bujna i uspravnog rasta. Zbog svojih plodova koji su veliki i čvrsti, dobar je izbor za strojnu berbu. Plodovi su svijetloplave boje i iznimno aromatični (Penn State Extension, n.d.).

4.4.10. Elizabeth

Elizabeth je američka sorta iz 1966. godine. Križanac je sorata ('Katharine' x 'Jersey') x 'Scammel' (Ebert, 2008). Po dozrijevanju je kasna sorta. Ovo svojstvo čini ju prikladnom za dopunu tržišta svježim plodovima krajem sezone. Dozrijeva par dana prije najkasnije sorte Elliot. Plodovi su krupni i aromatični, a prinos po grmu može biti 4-6 kg (Volčević, 2008).

4.4.11. Duke

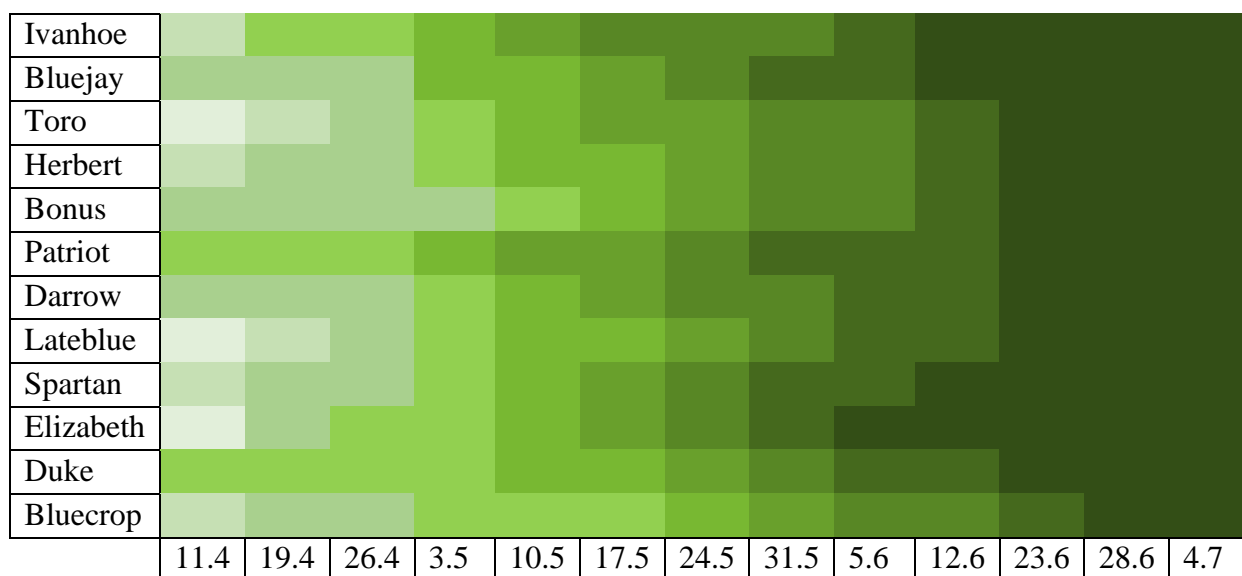
Duke je sorta nastala u SAD-u, 1987. godine križanjem (Ivanhoe x Earliblue) x 192-8 (E-30 x E 11). Formira grm širokog habitusa. Dozrijeva srednje rano. Plodovi su srednje veličine, svijetloplavi, čvrsti zbog čega dobro podnosi transport i skladištenje (Ebert, 2008).

4.4.12. Bluecrop

Ovu sortu selekcionirala je USDA, 1952. godine. Križanac je sorata ('Jersey' x 'Pioneer') x ('Stanley' x 'June'). Dozrijeva srednje rano te ima bujan i uspravan grm. Plodovi su krupni, čvrsti i spljoštene forme. Vrlo je rodna, čvrstih bobica osjetljivih na pucanje, ali vrlo slabo aromatična (Volčević, 2008.)

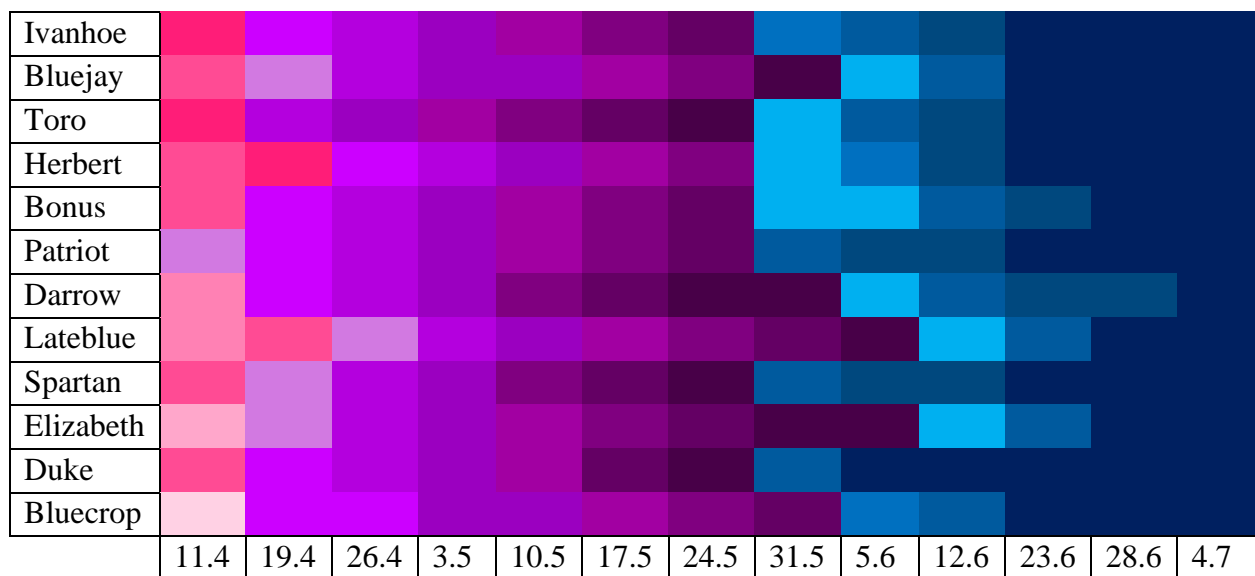
5. Rezultati i rasprava

Temeljem podataka zabilježenih u periodu od 11.4. do 4.7. 2024. godine izrađena su dva fenograma koji prikazuju faze vegetativnog (Slika 14.) i generativnog (Slika 15.) razvoja praćenih sorata borovnice. Ispod fenograma nalazi se legenda sa objašnjenjima boja i fenofazama koje predstavljaju. Opisi fenofaza nalaze se u BBCH skali prilagođenoj za borovnicu (Slika 13.). Tablicama 2. i 3. prikazane su izračunate sume toplinskih jedinica za ulazak sorata u pojedine fenofaze. Za izračun suma toplinskih jedinica korišteni su podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda izmjereni za postaju Slunj. Grafikoni 1., 2., 3. i 4. prikazuju odnose potrebnih suma toplinskih jedinica za ulazak pojedinih sorata u određene faze.

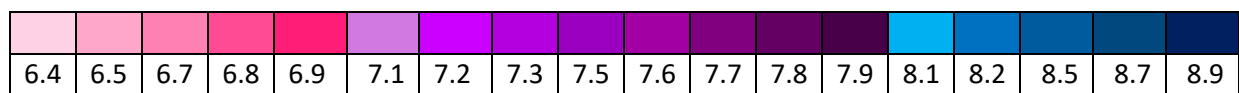


Slika 14. Fenogram vegetativnih fenofaza borovnice prema BBCH skali

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | | | | | | | | |
| 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 | |

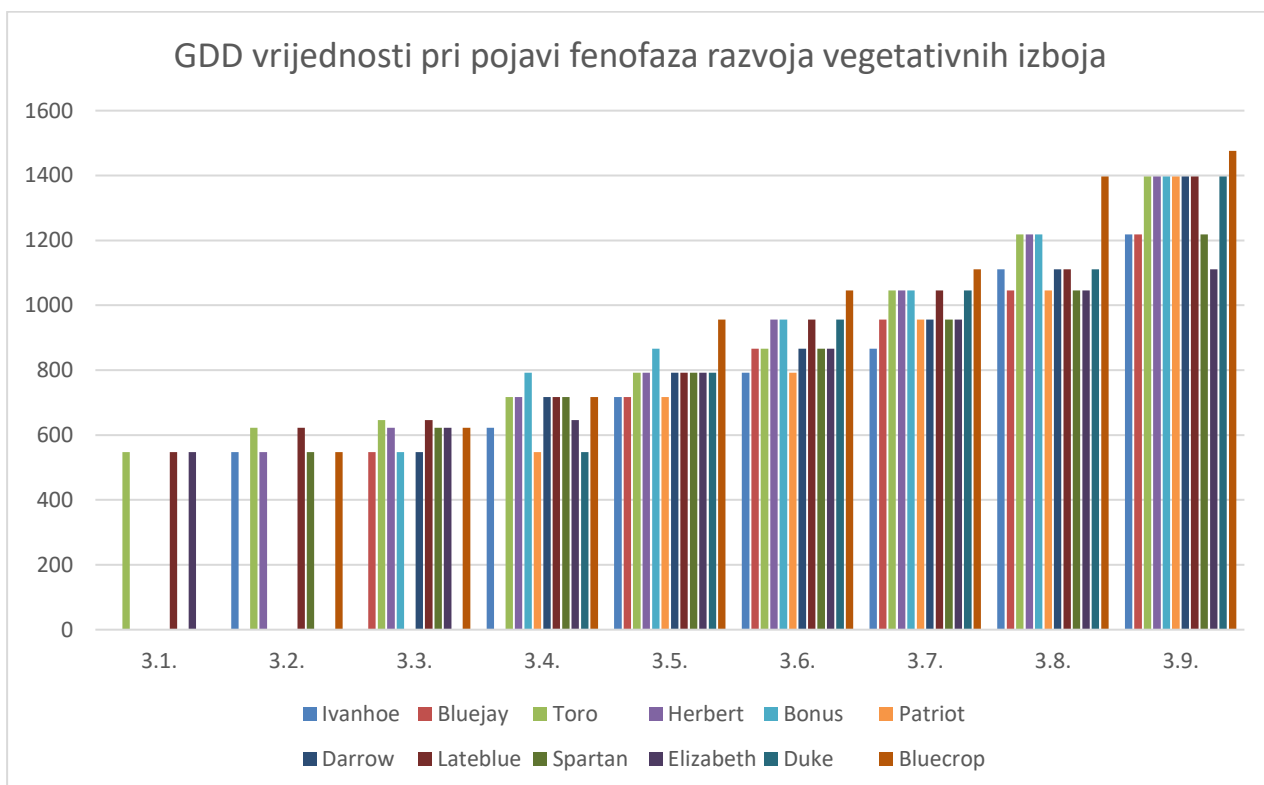


Slika 15. Fenogram generativnih fenofaza borovnice prema BBCH skali



| | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Ivanhoe | | 547,75 | | 621,90 | 716,80 | 792,25 | 866,25 | 1111,05 | 1218,60 |
| Bluejay | | | 547,75 | | 716,80 | 866,25 | 956,40 | 1045,65 | 1218,60 |
| Toro | 547,75 | 621,90 | 646,40 | 716,80 | 792,25 | 866,25 | 1045,65 | 1218,60 | 1396,65 |
| Herbert | | 547,75 | 621,90 | 716,80 | 792,25 | 956,40 | 1045,65 | 1218,60 | 1396,65 |
| Bonus | | | 547,75 | 792,25 | 866,25 | 956,40 | 1045,65 | 1218,60 | 1396,65 |
| Patriot | | | | 547,75 | 716,80 | 792,25 | 956,40 | 1045,65 | 1396,65 |
| Darrow | | | 547,75 | 716,80 | 792,25 | 866,25 | 956,40 | 1111,05 | 1396,65 |
| Lateblue | 547,75 | 621,90 | 646,40 | 716,80 | 792,25 | 956,40 | 1045,65 | 1111,05 | 1396,65 |
| Spartan | | 547,75 | 621,90 | 716,80 | 792,25 | 866,25 | 956,40 | 1045,65 | 1218,60 |
| Elizabeth | 547,75 | | 621,90 | 646,40 | 792,25 | 866,25 | 956,40 | 1045,65 | 1111,05 |
| Duke | | | | 547,75 | 792,25 | 956,40 | 1045,65 | 1111,05 | 1396,65 |
| Bluecrop | | 547,75 | 621,90 | 716,80 | 956,40 | 1045,65 | 1111,05 | 1396,65 | 1475,7 |

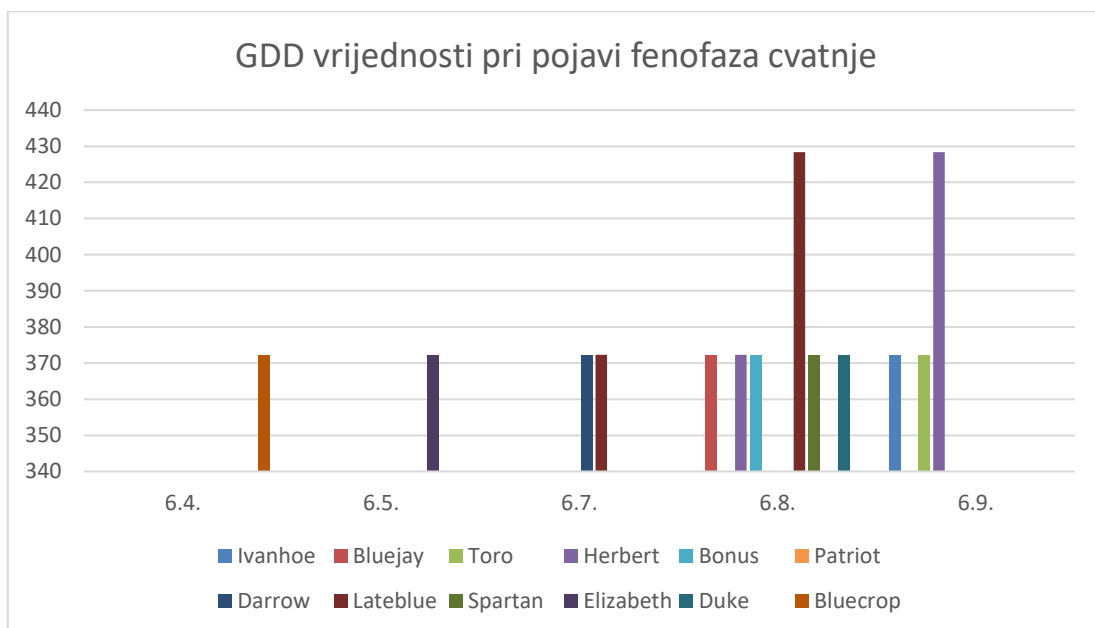
Tablica 2. Sume toplinskih jedinica pri pojavi vegetativnih fenofaza



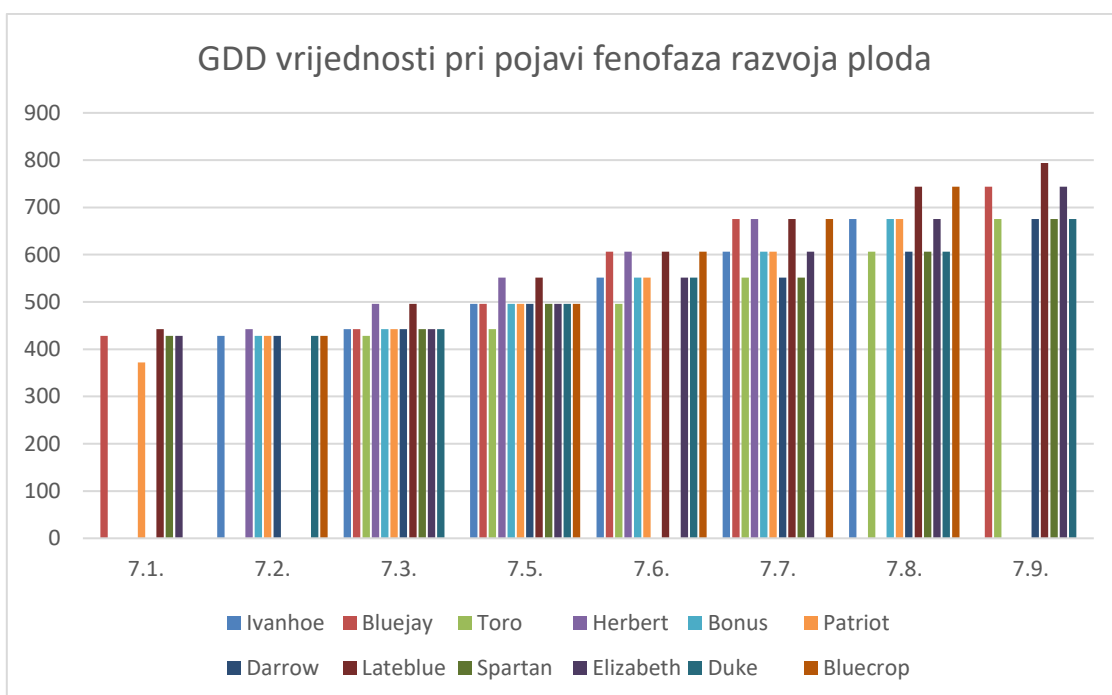
Graf 1. GDD vrijednosti pri pojavi fenofaza razvoja vegetativnih izboja

| | 6.4. | 6.5. | 6.7. | 6.8. | 6.9. | | | |
|-----------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| Ivanhoe | | | | | 372,25 | | | |
| Bluejay | | | | 372,25 | | | | |
| Toro | | | | | 372,25 | | | |
| Herbert | | | | 372,25 | 428,35 | | | |
| Bonus | | | | 372,25 | | | | |
| Patriot | | | | | | | | |
| Darrow | | | 372,25 | | | | | |
| Lateblue | | | 372,25 | 428,35 | | | | |
| Spartan | | | | 372,25 | | | | |
| Elizabeth | | 372,25 | | | | | | |
| Duke | | | | 372,25 | | | | |
| Bluecrop | 372,25 | | | | | | | |
| | 7.1. | 7.2. | 7.3. | 7.5. | 7.6. | 7.7. | 7.8. | 7.9. |
| Ivanhoe | | 428,35 | 442,35 | 496,25 | 551,65 | 606,20 | 675,35 | |
| Bluejay | 428,35 | | 442,35 | 496,25 | 606,20 | 675,35 | | 743,60 |
| Toro | | | 428,35 | 442,35 | 496,25 | 551,65 | 606,20 | 675,35 |
| Herbert | | 442,35 | 496,25 | 551,65 | 606,20 | 675,35 | | |
| Bonus | | 428,35 | 442,35 | 496,25 | 551,65 | 606,20 | 675,35 | |
| Patriot | 372,25 | 428,35 | 442,35 | 496,25 | 551,65 | 606,20 | 675,35 | |
| Darrow | | 428,35 | 442,35 | 496,25 | | 551,65 | 606,20 | 675,35 |
| Lateblue | 442,35 | | 496,25 | 551,65 | 606,20 | 675,35 | 743,60 | 794,00 |
| Spartan | 428,35 | | 442,35 | 496,25 | | 551,65 | 606,20 | 675,35 |
| Elizabeth | 428,35 | | 442,35 | 496,25 | 551,65 | 606,20 | 675,35 | 743,60 |
| Duke | | 428,35 | 442,35 | 496,25 | 551,65 | | 606,20 | 675,35 |
| Bluecrop | | 428,35 | | 496,25 | 606,20 | 675,35 | 743,60 | |
| | 8.1. | 8.2. | 8.5. | 8.7. | 8.9. | | | |
| Ivanhoe | | 743,60 | 794,00 | 880,55 | 1017,90 | | | |
| Bluejay | 794,00 | | 880,55 | | 1017,90 | | | |
| Toro | 743,60 | | 794,00 | 880,55 | 1017,90 | | | |
| Herbert | 743,60 | 794,00 | | 880,55 | 1017,90 | | | |
| Bonus | 743,60 | | 880,55 | 1017,90 | | | | |
| Patriot | | | 743,60 | 794,00 | 1017,90 | | | |
| Darrow | 743,60 | | 880,55 | 1017,90 | | | | |
| Lateblue | 880,55 | | 1017,90 | | 1081,45 | | | |
| Spartan | | | 743,60 | 794,00 | 1017,90 | | | |
| Elizabeth | 880,55 | | 1017,90 | | 1081,45 | | | |
| Duke | | | 743,60 | | 794,00 | | | |
| Bluecrop | | 794,00 | 880,55 | | 1017,90 | | | |

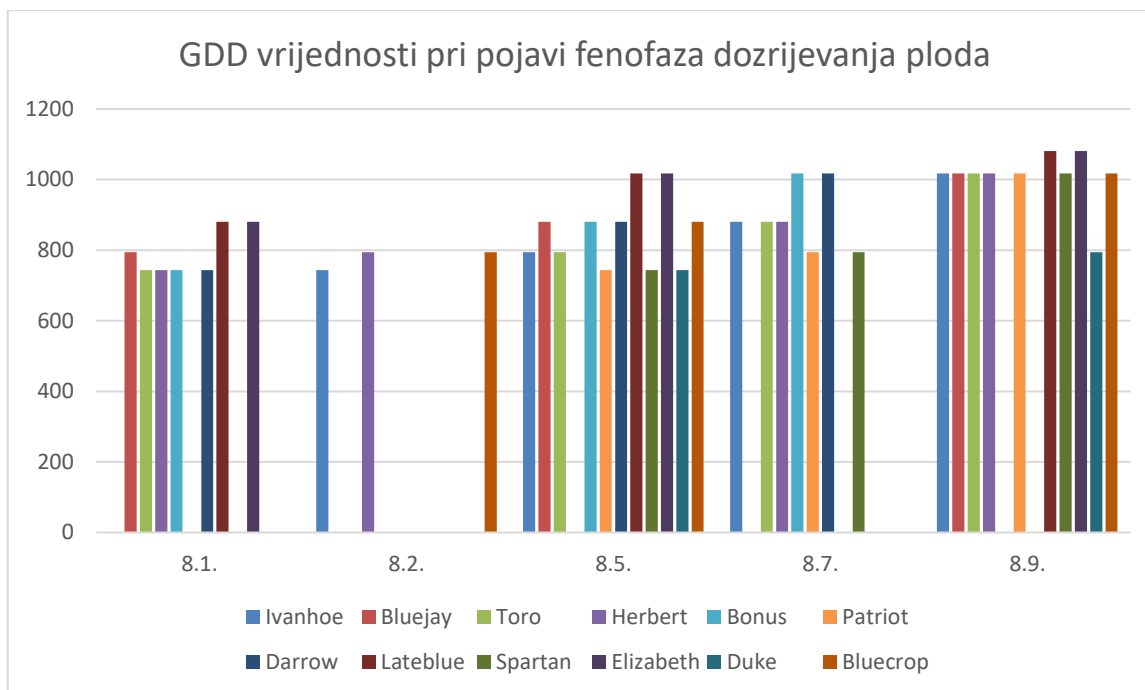
Tablica 3. Sume toplinskih jedinica pri pojavi generativnih fenofaza



Graf 2. GDD vrijednosti pri pojavi fenofaza cvatnje



Graf 3. GDD vrijednosti pri pojavi fenofaza razvoja ploda



Graf 4. GDD vrijednosti pri pojavi fenofaza dozrijevanja ploda

Prvim mjerenjem 11.4. zabilježen je početak razvoja izbojaka kod sorata Toro, Lateblue i Elizabeth. Izbojci kod ostalih sorti bili su na 20 do 30 % konačne duljine, osim sorti Patriot i Duke koje su na prvom mjerenju imale izbojke 40 % konačne duljine. To znači da su Toro, Lateblue i Elizabeth za početak razvoja izbojaka trebale GDD vrijednost 547,75, a Patriot i Duke su s istom tom GDD vrijednosti imale izbojke 40 % konačne duljine. Sorta Duke ostala je u ovoj fazi najduže (od 11.4. do 3.5.) Iako su sorte Ivanhoe, Patriot i Duke u početku pokazale brži vegetativni rast, mjerenjima 10.5. i 17.5. kod većine sorata se usklađuju fenofaze uz minimalne razlike. Sorta Elizabeth prva je imala izbojke 90 % konačne duljine, iako je na prvom mjerenju bila među sortama s najnižom razvojnom fazom. Ova sorta je imala i najpostepeniji vegetativni rast. Sorta Bluecrop posljednja je ušla u fenofazu izbojaka 90 % konačne duljine, što je oko 3 tjedna kasnije od sorte Elizabeth. Sorti Elizabeth bila je potrebna vrijednost GDD-a 1111,05 za ulazak u fenofazu 3.9, dok je Sorti Bluecrop bila potrebna vrijednost GDD-a 1475,7.

Na prvom mjerenju zabilježena je cvatnja s različitim postocima otvorenosti cvjetova kod svih sorata, osim kod sorte Patriot kod koje je cvatnja završila i započeo je razvoj plodova. Sorte Ivanhoe i Toro bile su u fazi završetka cvatnje, bez latica (BBCH 6.9). Na sorti Bluecrop zabilježena je najniža razvojna faza, 40 % otvorenih cvjetova. Mjerenjem 19.4. zabilježen je razvoj plodova kod svih sorata, osim Herbert i Lateblue koje su još bile u cvatnji. GDD je tad iznosio 428,35. Prvo zabilježeno dozrijevanje plodova bilo je 31.5. kod sorata Duke, Spartan, Patriot, Bonus, Herbert, Toro i Ivanhoe. Patriot, Spartan i Duke imale su najveći postotak obojenih plodova (50 %). GDD je tad iznosio 743,6. Na idućem mjerenju, 5.6., sorta Duke bila je u finalnoj fazi sazrijevanja ploda (BBCH 8.9), svi plodovi su bili plavi, a neki prezleli su počeli otpadati. Sorte Elizabeth i Lateblue imale su najkasnije 20% obojenih plodova, tj. 23.6.

kada je GDD iznosio 1017,90. One su imale i najrapidnije sazrijevanje jer su već na idućem mjeranju, 28.6., bile u fazi BBCH 8.9. Najpostepenije sazrijevanje plodova imala je sorta Darrow u trajanju od 5.6. do 28.6.

6. Zaključak

Dobiveni rezultati pokazali su značajne međusortne razlike u početku i trajanju vegetativnih i generativnih faza razvoja kao i različite potrebe suma toplinskih jedinica za pojavu istih faza. Sorte Ivanhoe, Patriot i Duke inicijalno su pokazale brži i napredniji vegetativni rast dok su se kod kasnijih mjerenja fenofaze većine sorata uskladile. Sa sazrijevanjem plodova najranije su počele sorte Duke, Spartan, Patriot, Bonus, Herbert, Toro i Ivanhoe što ih potencijalno čini pogodnima za uzgoj na tom području jer mogu ranije na tržište dati plodove. Međutim, sorta Darrow imala je najpostepenije sazrijevanje plodova što je dobra sortna karakteristika jer produžuje period berbe. Sorta Duke, iako je među prvima počela sa sazrijevanjem plodova, već na idućem mjerenju bila je u završnoj fazi sazrijevanja što joj daje kraći period berbe i veći rizik od prezrelih plodova.

Uzimajući u obzir rani početak sazrijevanja plodova i duljinu perioda berbe, kao potencijalno dobre sorte za uzgoj na području Cetingrada ističu se sorte Spartan, Patriot i Ivanhoe. Ovaj zaključak nije donesen na temelju kakvoće ploda već isključivo na ranijoj pojavi zrelih plodova, tj. mogućnosti ranije i duže berbe što olakšava organizaciju radne snage, pridonosi većoj cijeni na tržištu i produljuje period dostupnosti ploda u svježem stanju na tržištu. Također, preporuka ovih sorata odnosi se samo na uzgoj borovnice u Cetingradu. Uzgoj borovnice za ostatak Hrvatske ovdje nije proučavan i potrebno je provesti daljnja istraživanja.

7. Popis literature

1. Bellini i sur. (2007). The Fruit Woody Species Descriptor List. Press service srl, Sesto Fiorentino.
2. Državni hidrometeorološki zavod Hrvatske (n.d.). Temperature sume - opširnije. Dostupno na: https://meteo.hr/prognoze.php?section=prognoze_specp¶m=agro_p&el=temperature_sume_opsirnije [Pristupljeno 17. srpnja 2024.].
3. Ebert G. (2008.) Uzgoj borovnica i brusnica. ITD Gaudeamus, Požega.
4. Gough, R.E. (1994). The Highbush Blueberry and Its Management (1st ed.). CRC Press. Dostupno na: <https://doi.org/10.1201/9781482298000>
5. Kalt W. i sur. (2020). Recent Research on the Health Benefits of Blueberries and Their Anthocyanins, *Advances in Nutrition*, Volume 11, Issue 2, 2020, 224-236, ISSN 2161-8313
6. Kirk, A. K., Isaacs, R. (2012). Predicting Flower Phenology and Viability of Highbush Blueberry. *HortScience horts*, 47(9), 1291-1296
7. Kurtović i sur. (2016)). *Jagodasto voće*. Grafičar promet, Sarajevo.
8. Meier, 2009. The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants - history and publications, *Journal für kulturpflanzen*, 61 (2). s. 41–52
9. Michigan State University, (n.d.). Growth Stages of Blueberries. Dostupno na: https://www.canr.msu.edu/blueberries/growing_blueberries/growth-stages [Pristupljeno 15. lipnja 2024.]
10. Miljković I. (1991.) *Suvremeno voćarstvo*. Znanje, Zagreb.
11. Penn State Extension (n.d.). Blueberry Variety Selection in the Home Fruit Planting. Dostupno na: <https://extension.psu.edu/blueberry-variety-selection-in-the-home-fruit-planting> [Pristupljeno 21. srpnja 2024.].
12. Penzar, I., Penzar, B. (2000). *Agrometeorologija*. Školska knjiga, Zagreb.

13. Rathcke B., Lacey E. (1985). Phenological Patterns of Terrestrial Plants Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 16, 179-214
14. Schwarz, M. (2003). Phenology: An Integrative Environmental Science. Springer, Dordrecht.
15. Steyn J., Lötze E., Hoffman E.W. (2023). The seasonal progression of the reproductive phenology of two southern highbush blueberry (*V. corymbosum* L. interspecific hybrids) cultivars in the Western Cape. Scientia Horticulturae, South Africa. Volume 307.
16. USDA, n.d. Vaccinium corymbosum Fact Sheet. Dostupno na: https://plants.usda.gov/DocumentLibrary/factsheet/pdf/fs_vaco.pdf [Pristupljeno 21. srpnja 2024].
17. Volčević B. (2008). Jagodičasto voće. NERON, Bjelovar.
18. Zadoks i sur. (1974). The decimal code for the growth stages of cereals, with illustrations. Annals of Applied Biology, 110, 441-454.
19. Zrnić i sur. (2023). Ukrasna i uporabna vrijednost različitih vrsta roda *Vaccinium*, Glasilo future, 6 (1): 90-108.