

POMOLOŠKA I FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA PLODOVA TRADICIONALNIH SORTI JABUKA U VOĆNJAKU NA POKUŠALISTU VISOKOG GOSPODARSKOG UČILIŠTA U KRIŽEVCIMA

Znamenječak, Vedran

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Križevci college of agriculture / Visoko gospodarsko učilište u Križevcima**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:185:049977>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-01**



Repository / Repozitorij:

[Repository Križevci college of agriculture - Final thesis repository Križevci college of agriculture](#)



REPUBLIKA HRVATSKA
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Vedran Znamenáček, student

POMOLOŠKA I FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA
PLODOVA TRADICIONALNIH SORTI JABUKA U
VOĆNJAKU POKUŠALIŠTA VISOKOG GOSPODARSKOG
UČILIŠTA U KRIŽEVCIMA

Završni rad

Križevci, 2022.

REPUBLIKA HRVATSKA
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Preddiplomski stručni studij *Poljoprivreda*

Vedran Znamenáček, student

POMOLOŠKA I FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA
PLODOVA TRADICIONALNIH SORTI JABUKA U
VOĆNJAKU POKUŠALIŠTA VISOKOG GOSPODARSKOG
UČILIŠTA U KRIŽEVCIMA

Završni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnog rada:

1. Prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić, predsjednik
2. Dragutin Kamenjak, dipl. ing., v. pred., mentor
3. Iva Šikač, mag. ing. agr., član

Križevci, 2022.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	3
2.1. Sustavi uzgoja jabuka	3
2.2. Tradicionalne sorte jabuka	3
2.3. Morfološke osobitosti jabuka	4
2.3.1. Koriijen.....	4
2.3.2. Deblo	5
2.3.3. Krošnjja	5
2.3.4. Pupovi.....	6
2.3.5. List.....	7
2.3.6. Cvijet	8
2.3.7. Plod.....	9
2.4. Berba	10
2.5. Fizikalno-kemijske analize plodova	10
2.5.1. Boja ploda.....	11
2.5.2. Veličina, masa i oblik ploda	11
2.5.3. Tvrdća plodova.....	11
2.5.4. Svojstva sjemenki.....	12
2.5.5. Topljiva suha tvar – refraktometrijska vrijednost.....	12
2.5.6. Jodno-škrobni test.....	13
2.5.7. Ukupne kiseline	14
3. MATERIJALI I METODE RADA	15
3.1. Voćnjak pokušalište VGUK	15
3.2. Berba, analize, determinacija, fotografije i opis plodova	16
3.3. Istraživane sorte	17
3.3.1. 'Ananas Reneta'.....	17
3.3.2. 'Gospoinjača'.....	18
3.3.3. 'Grofova'	18
3.3.4. 'Imperica'	19
3.3.5. 'Muškatna Mirisava'.....	19
3.3.6. 'Poglavnikova'.....	20
3.3.7. 'Senabija'.....	20
3.3.8. 'Slastica'	21
3.4. Pomološke i fizikalno kemijske analize plodova	22
3.4.1. Masa ploda	22

3.4.2.	Visina i širina ploda.....	22
3.4.3.	Tvrdoća ploda.....	22
3.4.4.	Topljiva suha tvar.....	23
3.4.5.	Ukupne kiseline.....	24
3.4.6.	Jodno-škrobni test.....	25
3.4.7.	Analiza sjemenki.....	25
3.4.8.	Statistička obrada podataka.....	26
4.	REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	27
4.1.	Fizikalno – kemijske analize plodova.....	27
5.	ZAKLJUČAK.....	31
6.	SAŽETAK.....	33
7.	LITERATURA.....	34

1. UVOD

Jabuka (*Malus x domestica* Borkh.) je jedna od najrasprostranjenijih voćnih vrsta u svijetu. Zahvaljujući relativno dobroj prilagodbi jabuke prema ekološkim uvjetima uzgoj je proširen na svim kontinentima (Miljković, 2021.). Tradicija uzgoja voćaka duga je više stoljeća, a voćke su se uzgajale u gotovo svim seoskim gospodarstvima te dijelom i u urbanim sredinama (Čmelik, 2010.). U intenzivnoj proizvodnji zastupljeno je svega nekoliko sorata i njihovih klonova visoke rodnosti i dobre kakvoće plodova. Kakvoća ploda jabuke ovisi o mnogim čimbenicima: sorti i klonu, brzini razvoja i vremenu dozrijevanja ploda, podlozi, starosti i kondiciji voćke, krupnoći ploda, uvjetima uzgoja, klimatsko-edafskim uvjetima, agrotehničkim mjerama i mnogim drugim (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.).

S obzirom na veliku brojnost, tradicionalne sorte predstavljaju bogat izvor genetskog materijala, ali neke sorte imaju i vrlo pozitivne osobine (npr. visoku i redovitu rodnost), što je vrlo važno u uzgoju (Mitre i sur., 2009). Njihovi plodovi u odnosu na standardne sorte estetski možda ne izgledaju savršeno (Bignami i sur., 2003.), općenito se odlikuju neobičnim pomološkim svojstvima i različitim punoćom okusa, omjerom šećera i kiselina, a pojedine sorte imaju posebno izraženu aromu plodova (Skendrović Babojelić i sur., 2014.).

Plodovi jabuke sadrže šećere, pektine, organske kiseline, vitamine i mnoge minerale. Jabuka se konzumira u svježem stanju i prerađena sok, marmelade, jabučni ocat i drugo. Ova vrsta je i medonosna biljka koja daje 15 – 50 kg meda po ha (Hulina, 2011.).

Jemrić (2007.) navodi kako postoje 24 divlje vrste jabuka koje su raširene u Europi, Aziji, i Sjevernoj Americi. Divlja jabuka (*Malus sieversii*), koja potječe iz centralne Azije, te šumska jabuka (*Malus silvestris*), koja potječe iz Europe navode se kao glavni donori gena koji su doveli do nastajanja današnje jabuke (Zanić, 2020).

Kultura jabuke u Hrvatskoj ima dugu i slavnu tradiciju. Kraljici voća poklonjena je velika pažnja. Hrvatska ima vrlo povoljne ekološke uvjete za uzgoj i proizvodnju visoko kvalitetnih plodova jabuke (Miljković, 2021.). Posljednjih godina sve se više istražuju mogućnosti uzgoja i upotrebe autohtonih i tradicionalnih sorti voćnih vrsta s ciljem osiguranja visoko-vrijednih sirovina u prehrambenoj industriji, što povoljno utječe na razvoj ruralnog prostora (Milanović i sur., 2017).

Prema podacima Ministarstva poljoprivrede svjetska proizvodnja jabuke u 2019. iznosi oko 70 milijuna tona. Najveći proizvođači jabuke u svijetu su Kina s 44 milijuna tona, zatim zemlje EU s oko 10,7 milijuna tona, Turska s 2,8 i Indija s 2,3 milijuna tona.

Najveći proizvođači u Europskoj uniji su: Poljska s 2,9 milijuna tona, Italija s 2,1, Francuska s 1,4 milijuna tona te Njemačka s 990 tisuća tona i Španjolska s 550 tisuća tona.

U Hrvatskoj 2019. godine ukupno je proizvedeno 68 tisuća tona jabuka na 5.100 hektara, prema podacima u ARKOD-u. S tom proizvodnjom bavi se 19.210 gospodarstava, a od ukupnog broja gospodarstava čak 17.491 ima organiziranu proizvodnju jabuke na manje od jednog hektra. U Hrvatskoj najzastupljenija je sorta 'Idared' (33%), slijede 'Golden Delicious' (13%), 'Jonagold' (9%), 'Gala' (7%), 'Granny Smith' (5%), dok ostale sorte čine 35% ukupnog sortimenta jabuke. Najviše površina pod jabukom nalazi se u Osječko-baranjskoj županiji. Sortiment jabuke u Hrvatskoj odstupa od sortimenta Europske unije.

Cilj ovog rada je utvrditi i usporediti pomološka i fizikalno-kemijska svojstva plodova osam tradicionalnih sorata jabuke ('Ananas Reneta', 'Gospoinjača', 'Grofova', 'Imperica', 'Muškatna Mirisava', 'Poglavnikova', 'Senabija' i 'Slastica') iz voćnjaka pokušališta Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima (VGUK).

2. PREGLED LITERATURE

U pregledu literature ukratko će biti objašnjeni sustavi uzgoja jabuke, tradicionalne sorte jabuke, morfološka svojstva jabuka (korijen, deblo, krošnja, pup, list, cvijet i plod), berba i fizikalno-kemijske analize plodova.

2.1. Sustavi uzgoja jabuka

Jabuka se može uzgajati u mnogo različitih uzgojnih oblika (Jemrić, 2007.). Prirodno jabuka oblikuje piramidalnu krošnju. Uzgojne oblike, koji imaju veće značaje u proizvodnji jabuke, mogu se razvrstati u tri osnovne skupine: prostorni oblici, plošni oblici i oblici uzgoja u pravcu (Miljković, 2021.).

Kod prostornog sustava uzgoja grane se raspoređuju u krošnji i slobodno razvijaju u prostoru u svim smjerovima. Većinom se takovi sustavi uzgoja koriste za ekstenzivan i poluintenzivan tip voćarenja, odnosno kod voćnih vrsta koje nemaju slabo bujne podloge (Miljković, 2021.).

Druga skupina, plošnih uzgojnih oblika uzgaja se tako da se krošnja oblikuje po uzdužnoj plohi, tj. skeletne grane se usmjeravaju po pravcu reda, lijevo i desno od provodnice. Plošni uzgojni oblici se danas koriste za poluintenzivan tip voćarenja, te za intenzivan tip voćarenja za voćne vrste koje nemaju slabo bujne podloge (Miljković, 2021.).

Trećoj skupini pripadaju uzgojni oblici u pravcu. Uzgojni oblici u pravcu nemaju razgranatu krošnju, jer im u pravilu kostur čini provodnica na kojoj se razvije sekundarni skelet i/ili samo rodni i nerodni izbojci. Takvi uzgojni oblici se danas primjenjuju na najintenzivniji tip voćarenja, uz primjenu podloga slabe bujnosti (Miljković, 2021.).

2.2. Tradicionalne sorte jabuka

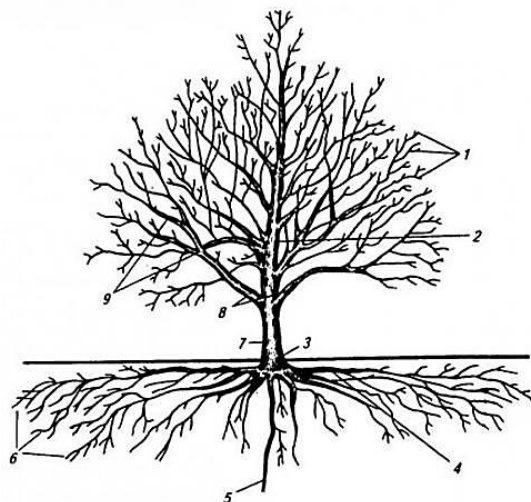
Tradicionalne voćne vrste i sorte su zapravo zapostavljene i nedovoljno iskorištene, unatoč njihovom potencijalu i mogućnostima upotrebe. Tradicionalne sorte predstavljaju autohtone i udomaćene sorte određenog područja. Uglavnom su prisutne kao visoko stablašice i dio su tradicionalnog ruralnog krajobraza, te imaju značajnu estetsku ulogu u vizualnoj raznolikosti prostora. Tradicionalne voćne vrste i sorte odlikuju se visokom starošću stabala i u Hrvatskoj obično nemaju veliki ekonomski značaj iz razloga što se ne iskoriste u potpunosti. Predstavljaju bogat izvor svježeg voća te voća za preradu (Skendrović Babojelić, 2019.).

Bašić (2017.) navodi kako stare sorte jabuka imaju i genetsku predispoziciju da njihova stabla žive samostalnim i slobodnim uzgojem dugi niz godina. Tradicionalne sorte jabuka višestruko su otpornije i blagotvornije za ljudsko zdravlje u usporedbi s komercijalnim sortama.

2.3. Morfološke osobitosti jabuka

2.3.1. Korijen

Korijen je podzemni organ voćke koji ima nekoliko važnih uloga. Prva je učvršćivanje voćke u tlu. Što je korijen razvijeniji i dublje rasprostranjen, a žile deblje i čvršće, to se voćka bolje drži u tlu. Druga uloga korijena je upijanje vode i u njoj otopljenih mineralnih tvari iz tla i njihovo slanje nadzemnom djelu voćke gdje će lišće procesom fotosinteze iz njih izgraditi organske spojeve potrebne za rast mladica, za zametanje rodnih pupova te za rast i dozrijevanje plodova (Jemrić, 2007.). Korijen jabuke (Slika 1.) sastoji se od dubokog korijena te bočnog korijenja. Glavni korijen je sličan mrkvi, a bočno korijenje može dosegnuti širinu i dva puta veću od krošnje stabla jabuke. U proljeće i jesen je najbrži porast korijenja. Tijekom ljeta korijen više ne raste jer je zauzet opskrbljivanjem nadzemnog dijela vodom i hranjivim tvarima. Korijenov sustav čini deblje ili skeletno i tanje ili obrastajuće korijenje. Po obliku, građi i funkciji razlikuje se primarna i sekundarna građa korijenja. Skeletno korijenje čini sekundarnu građu korijenovog sustava, a funkcija mu je učvršćivanje voćke te provođenje vode i otopljenih hranjivih tvari. Tanje korijenje čini primarnu građu korijenovog sustava, na primarnoj građi korijenja razvijene su korijenove dlačice koje imaju glavnu apsorptivnu ulogu (Miljković, 1991.).



Slika 1. Korijen jabuke

Izvor: <https://hr.seolearnbd.com/topics/6107-apple-tree--the-agricultural-technician-and-biological-feat>

Legenda:

- 1 – grane trećeg reda
- 2 – provodnica
- 3 – korijenov vrat
- 4 – horizontalno korijenje
- 5 – vertikalno korijenje
- 6 – vlasasto korijenje
- 7 – deblo
- 8 – osnovne grane
- 9 – sekundarne grane

2.3.2. Deblo

Deblo je ne razgranati nadzemni vegetativni organ, a proteže se od korijenova vrata do prvih skeletnih grana krošnje. Deblo (Slika 2.) ima primarno provodnu funkciju jer se preko debla provode hraniva u oba smjera, to jest uzlaznim (ascendentnim) ksilemskim i silaznim (descendentnim) floemskim tokom. Osim toga, u parenhimskim stanicama debla sakupljaju se rezervna hraniva. Deblo drži krošnju najčešće u uspravnom položaju, a rjeđe u kosom položaju. Visina debla ravna se prema uzgojnom obliku i bujnosti podloge i sorte, odnosno kombinacije sorta i podloga (Miljković, 2021).



Slika 2. Prikaz debla s djelom krošnje jabuke

Izvor: <https://hr.techexpertolux.com/plodovye-derevyja/pocemu-treskaetsa-kora-na-ablonah-cto-delat.html>

2.3.3. Krošnja

Krošnja (Slika 3.) je razgranati dio stabla koji se sastoji od grana različite debljine. Najdeblje grane zovu se osnovne grane odnosno grane prvog reda. Među osnovnim granama ističe se grana provodnica koja ima uspravan rast i nastavlja se izravno na deblo.

Ponekad se voćke uzgajaju bez provodnice pa se njihova krošnja sastoji od nekoliko pravilno raspoređenih osnovnih grana. Iz osnovnih se grana razvijaju grane drugog reda, iz njih dalje grane trećeg reda i na njima rodni izbojci. Svaka grana završava jednogodišnjim izbojkom koji se zove produljnica (Jemrić, 2007.).



Slika 3. Krošnja jabuke u razdoblju početka vegetacije.
Izvor: vlastita fotografija

2.3.4. Pupovi

Pupovi (slika 4.) su nerazvijeni začetci izbojaka, odnosno osnova rasta i razvitka svih organa nadzemnog sustava stabla. Oni su fiziološki najaktivniji organi. Iz pupova u proljeće počinje novi život ili period vegetacije. Tip rodnih pupova kod jabuke je mješoviti cvatni pup. Svaki je pup građen od kompleksnog (složenog) tvornog staničja (meristema) s osnovom za tvorbu biljnih hormona (fitohormona), koji reguliraju (upravljaju) diobu stanica, rast i razvitak. Pupovi jabuke obučeni su odnosno građeni tako da mogu podnijeti nepovoljne klimatske prilike tijekom zime (Miljković, 2021.). Jemrić (2007.) navodi da bi rezidba „na rod“ bila uspješna, treba poznavati rodne pupove. U suprotnome, reže se napamet i pri tome slučajno se mogu odstraniti rodni izbojci na kojima se nalaze ovi pupovi i tako berba se „obavi“ prije vremena.



Slika 4. Mješoviti cvatni pup jabuke
Izvor: vlastita fotografija

2.3.5. List

List (Slika 5.) je vegetativni organ koji ima esencijalnu funkciju u fiziologiji jabuke, poglavito u fotosintezi, transpiraciji, disanju, sintezi hormona i povremenom nakupljanju hraniva. Važna je funkcija lista i nakupljanje hraniva u plod i cijelo stablo radi zametanja cvjetnih pupova, potreban rast i prirast vegetativnih organa (korijen i nadzemni organi) i sakupljanje rezervnih hraniva za disanje, razvitak i prvi porast svih organa u proljeće iduće godine. Jabuka ima jednostavan ili pravi list, koji nastaje iz lisnih začetaka (*primordija*) na vegetativnom vrhu. Listovi mogu nastati iz embrija ili klice i iz vegetativnog vrha. Listovi koji nastaju iz klice, to jest od supki (*kotiledona*) izdiferencirani su na embriju, a brzo gube svoju funkciju. Listovi koji nastaju iz *primordija* na vegetativnom vrhu u početku imaju ujednačen rast, a potom intenzivnije rastu na vrhu. List jabuke sastavljen je od rukavca, peteljke (*petiolus*) i plojke (*lamina*) (Miljković, 2021.).



Slika 5. List jabuke
Izvor: vlastita fotografija

2.3.6. Cvijet

Cvijet se može definirati kao izdanak ograničenog rasta, koji nosi na sebi metamorfizirane listove – *sporofile* što služe za spolno razmnožavanje. Cvijet je generativni, dakle rasplodni organ iz kojeg nakon oprašivanja (polinacije) i oplodnje (fekundacije) nastaje plod sa sjemenom. Sastoji se od bitnih i nebitnih dijelova. Bitne dijelove cvijeta čine spolni organi muški i ženski. Ženski je spolni organ tučak ili pestić (*pistillum*), a sastoji se od njuške (*stigma*), vrata (*stylus*) i plodnice (*ovarium*). Pet njuški (*stigma*) tučka srasle su u osnovi u plodnicu, koja je sastavljena od pet plodničkih (*karpelnih*) listova, na svakom je plodničkom listu smješteno po dva ili više sjemenih zametaka. Sjemeni zametak (*ovulum*) pričvršćen je drškom ili *funikulusom* za placentu na karpalnom listu. Glavni je dio sjemenog zametka *nucelus*, u čijem je središnjem dijelu smještena embrionska vrećica. Embrionska vrećica nastaje redukcijskom diobom matične stanice ili *anthrospore*.

Muški spolni organ je prašnik (*stamina*), odnosno prašnici jer ih ima više, odnosno 18 do 50, zajedno u cvijetu. Prašnik se sastoji od drška (*filamentum*) i prašnica (*antera*). Svaka je *antera* uzdužno podijeljena u dvije teke, a svaka teka u dvije polenovnice. Unutar polenovnice formiraju se matične stanice polen, od kojih svaka redukcijskom diobom daje 4 *haploidne* stanice kćeri, iz kojih nastaju peludna zrnca. Peludna (polenova) zrnca imaju okruglast ili eliptičan oblik. Nebitni dijelovi cvijeta jesu: cvjetna stapka, cvjetna lođa (*receptaculum*), čaška (*calix*), vjenčić (*corola*) i nektarije. Iz generativnog pupa jabuke razvije se nekoliko cvjetova, odnosno cvat koji nazivamo gronja. Gronja ili cvat jabuke sadrži od 3 do 9 cvjetova, a najčešće 5 do 6 koji su u osnovi srasli. Gronja proizlazi iz jedne kratke rozete listova u osnovi, a oni imaju kraću os (peteljku). Gronja u sredini ima jedan središnji (vršni) cvijet, koji se u cvatnji prvi otvara (procvjeta), središnji cvijet je prikazan i na fotografiji (Slika 6.). Dimenzije cvijeta nisu iste u svih sorti, dimenzije se kreću od 30 do 60 milimetara (Miljković, 2021). Latice su dulje od lapova. Središnji cvijet se naziva još i kraljevski, iz njega se u pravilu razvije krupniji plod.



Slika 6. Cvat jabuke.
Izvor: vlastita fotografija

2.3.7. Plod

S voćarskog stajališta, plod je najvažniji organ jabuke. Sva nastojanja uzgajivača jabuke usmjerena su na postizanje što je moguće većih redovitih i stabilnih priroda plodova najbolje kvalitete. Plod jabuke zametne se i razvija nakon oplodnje. Jabuka ima sočan i jestiv plod. Plod jabuke nastaje iz peterogradne plodnice u kojoj je sraslo 5 plodničkih (*karpelnih*) listića i od usplođa ili cvjetne lože – cvjetišta, čaške i čašićnih listića. Stoga se navodi da jabuka nema pravi plod, već lažni ili sastavljeni plod (Miljković, 2021.). Plod jabuke (Slika 7.) je okruglastog oblika ovisno o sorti, može biti blago duguljasto okruglast (Hulina, 2011.). Boja ploda ovisno o sorti može biti: žuta, zelena, žuto zelena, crvena, itd.

Unutrašnjost jabuke je kod većine sorata bijele boje, ali se može naći i plod s crvenkastim ili žućkastim nijansama boje.



Slika 7. Plod jabuke
Izvor: vlastita fotografija

2.4. Berba

Berba je vrlo odgovoran posao, pa ju je potrebno dobro organizirati i obaviti u optimalnom roku. Berba se obavlja kada je lijepo vrijeme. Najbolje je početi berbu ujutro kada prestane rosa. Najprikladnije temperature za berbu su od 15°C do 25°C. Berba se može obaviti strojno ili ručno. Strojima se obavlja uglavnom kada su plodovi namijenjeni za industrijsku preradu (Miljković, 2021). Prepoznaju se dva stupnja zrelosti plodova jabuka, podjednako važna za određivanje vremena berbe, prvo je fiziološka zrelost ili dozrelost, drugo je tehnološka zrelost ili dospelost ploda. Fiziološka zrelost nastupa kada je plod jabuke najkrupniji, a sjemenke mogu u povoljnim uvjetima proklijati. Tehnološka zrelost nastupa kad plodovi postignu najbolje karakteristike potrebne za daljnju namjenu (Krpina, 2004.). Pokazatelji zrelosti jesu: morfološka svojstva ploda (oblik i boja), mehanička svojstva ploda (lakoća odvajanja stapke ploda od drveta, čvrstoća parenhima ploda, sočnost ploda), kemijska svojstva mesa ploda i soka (količina škroba i šećera, količina ukupnih kiselina), fiziološka svojstva plodova (starost ploda i disanje ploda). Plodovi jabuka beru se tako da se obuhvate cijelom šakom, a kažiprst se podmetne ispod spojnog mjesta peteljke ploda s granom. Plod se blago uvrne i odvoji.

2.5. Fizikalno-kemijske analize plodova

Fizikalne analize prvi su dodir s analitikom ploda. Podrazumijevaju određivanje boje, mase, visine, širine, i debljine ploda, tvrdoće plodova, svojstva sjemenki i dr. Kemijske analize uključuju određivanje udjela topljive suhe tvari (TST), ukupnih kiselina (UK), odnos šećera i kiselina te jodno-škrobni test (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.)

2.5.1. Boja ploda

Vizualni izgled svježeg voća jedna je od glavnih odrednica kakvoće plodova za kupce, trgovce ili potrošače. Boja ploda specifično je svojstvo vrste (sorte). Tvari koje daju boju voću su prisutne u malim količinama i pripadaju kemijski različitim skupinama spojeva. Primarni pigmenti voća prirodne su tvari koje daju karakterističnu boju. Stvaraju se u vrijeme zrenja i posebno dozrijevanja, a najizraženiji u stupnju potpune zrelosti (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.). Boja plodova može se odrediti kolorimetrom.

2.5.2. Veličina, masa i oblik ploda

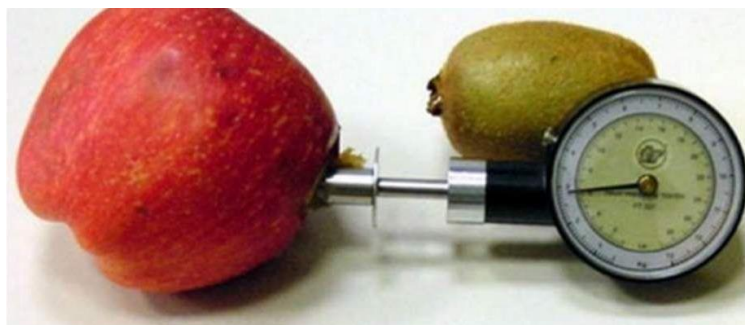
Veličina ploda je sortno svojstvo, a ovisi o klimatskim uvjetima i tehnološkim postupcima te o broju i položaju plodova na stablu. Veličina ploda određuje se masom ploda i dimenzijama visina (V), širina (Š) i debljina (D) (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.).

Masa ploda sortno je obilježje i vrlo važno svojstvo ploda. Važan je čimbenik koji utječe na kategorizaciju odnosno klasiranje ploda (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.). Jabuke se klasiraju najčešće u tri klase: extra, I. i II. klasa. Masa ploda se utvrđuje na analitičkoj vagi i izražena je u gramima (g).

Potpuno formiran oblik ploda karakterističan je za sortu te često služi za određivanje optimalnih rokova berbe. Opseg plodova mjeri se prije i u vrijeme berbe radi određivanja preporučene veličine karakteristične za određenu sortu. Za to se rabe različita pomagala, a najčešće su to kalibratori raznih veličina (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.).

2.5.3. Tvrdoća plodova

Tvrdoća plodova mjeri se pomoću instrumenta – penetrometra (Slika 8.) koji mjeri ukupnu silu potrebnu za probijanje uzorka ploda pomoću standardne dijametarske sonde koja završava klipom određene veličine. Sila probijanja izražava se u kg/cm^2 ili N/cm^2 (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.). Ukoliko plod nije zreo, tada je tvrdoća mesa velika i otpor na pritisak veći. Kada plod dozrije postaje sočniji pa meso lakše popušta pod pritiskom (Miljković, 2021).

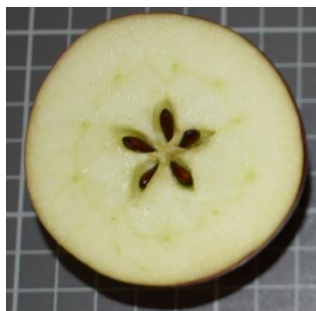


Slika 8. Penetrometar

Izvor: <https://agrologistika.hr/hr/HR/mjerni-instrumenti/penetrometar/penetrometar-rucni>

2.5.4. Svojstva sjemenki

Sjemenke se nalaze u unutrašnjosti plodova (Slika 9.). Svojstva sjemenki mogu biti pokazatelj zrelosti ploda, pa se boja sjemenki može rabiti u općem smislu kako bi se ustanovila zrelost ploda. Zrenjem ploda i sjemenka postaje tamnija (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.).



Slika 9. Presjek ploda jabuke sa sjemenkama

Izvor: vlastita fotografija

2.5.5. Topljiva suha tvar – refraktometrijska vrijednost

Kontrola kemijskog sastava ploda daje predodžbu o količini sastojaka i stupnju njihovih promjena (Miljković, 2021.). Refraktometrijski indeks označava količinu topljive suhe tvari u staničnom soku tkiva mesa ploda. Topljivu suhu tvar (SSC – Soluble solid concentration) čine šećeri i ne šećerne komponente: kristali šećera, soli organskih kiselina, aminokiselina, pektina, fenolni spojevi i dr. Udio topljive suhe tvari u voćnom soku može se odrediti u malom uzorku (nekoliko kapi) pomoću instrumenta koji se naziva refraktometar (Slika 10.) i izražava se u °Brix što odgovara 1 gramu saharoze na 100 grama otopine (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.).

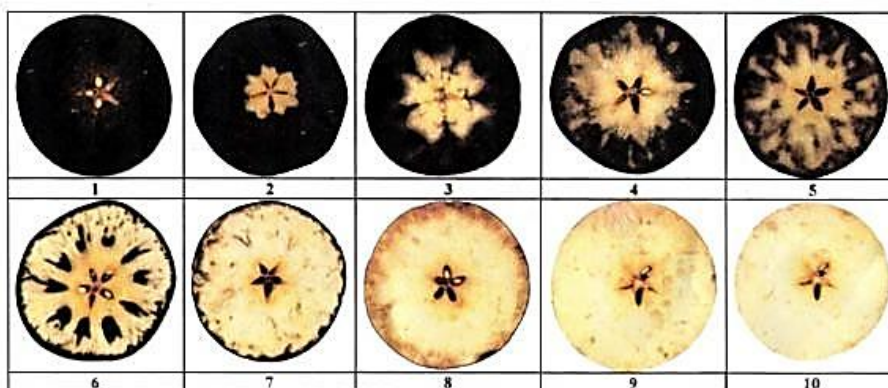


Slika 10. Refraktometar

Izvor: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Refraktometar>

2.5.6. Jodno-škrobni test

Škrob je rezervna energetska tvar koja prati intenzitet disanja ploda te se tijekom njegovog dozrijevanja vrlo brzo razgrađuje u jednostavnije šećere (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.). Jodno-škrobni test se provodi tako da se pripremi otopina jod-jod kalija, plod se razreže po sredini i prelije otopinom. Ako nakon jedne minute meso ploda poplavi znak je da ima još puno škroba koji se nije pretvorio u šećer, odnosno plod još nije zreo za berbu. Ovisno o obojenosti ploda određuje se stupanj degradacije škroba. Test na škrob prikladan je za utvrđivanje optimalnog početka berbe. Zastupljenost škroba ocjenjuje se stupnjem obojenosti presjeka ploda (Slika 11.), a izražava se kao škrobni indeks (Miljković, 2021.).



Slika 11. Ljestvica intenziteta obojenosti ploda

Izvor: <https://www.agroklub.com/vocarstvo/kontrola-dozrijevanja-plodova-odredivanje-termina-berbe-jabuke/5475/>

Vrijednosti: 1 – 2: plodovi su potpuno zeleni,
 3 – 4: početak zrenja plodova,
 5 – 6: optimalno stanje zrelosti za dugo čuvanje,
 7 – 8: plodovi pogoni za kraće čuvanje i transport,
 9 – 10: konzumna zrelost ploda.

2.5.7. Ukupne kiseline

Voće sadržava prirodne organske kiseline koje mogu biti slobodne ili u obliku estera. U voću ima prosječno 0,1 – 2%, a u soku može biti i do 6% ukupnih kiselina (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.). U procesu zrenja dolazi do promjene u količini ukupnih kiselina. Količina ukupnih kiselina, a posebno omjer ukupnih kiselina i šećera određuje u velikoj mjeri kakvoću ploda. Stoga je potrebno voditi brigu o količini ukupnih kiselina kada se određuje vrijeme berbe (Miljković, 2021.).

3. MATERIJALI I METODE RADA

3.1. Voćnjak pokušalište VGUK

Istraživanje je provedeno na području općine Križevci. Plodovi su ubrani u kolekcijskom nasadu (Slika 12.) – pokušališta Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima - VGUK (46°01'36,1"N 16°33'16,3"E).



Slika 12. Voćnjak Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima
Izvor: vlastita fotografija

Na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima (VGUK), 2014. godine u proljeće provedena je sadnja srednje bujnih podloga jabuka EM106 (certificirane podloge iz rasadnika Ivković), na kojima je uspješno provedena okulacija na spavajući pup (podrijetlo plemki za okulaciju „Stare hrvatske voćke“ – OPG Horvatić, Rasinja, Cvetkovec). OPG Horvatić brine o preko 1.000 sorti voća, od čega 603 sorti jabuka, 169 sorti krušaka, 52 sorti trešanja, 15 sorti marelica, 90 sorti šljiva, 19 sorti višanja te ostalog voća. Na podloge nacijepljeno je 27 tradicionalnih sorti jabuka, od kojih je 8 sorti ('Ananas Reneta', 'Gospoinjača', 'Grofova', 'Imperica', 'Muškatna Mirisava', 'Poglavnikova', 'Senabija' i 'Slastica') odabrano za analizu u završnom radu. Razmak između redova je 4 metra, a unutar redni razmak voćke od voćke je 2 metra. Postavljen je naslon, a sustav uzgoja je nepravilna palmeta (Slika 13).



Slika 13. Uzgojni oblik nepravilna palmeta
Izvor: vlastita fotografija

Rezidba jabuke je provedena tijekom ožujka, a tijekom vegetacije provedenu su uobičajene redovite mjere zaštite od štetočina (traktorski atomizer Zupan), uz redovito malčiranje cijele površine (malčer s pomičnim diskom).

Tijekom 2021. godine praćen je razvoj vegetacije odabranih sorti prema BBCH skali.

3.2. Berba, analize, determinacija, fotografije i opis plodova

Berba plodova je provedena tijekom rujna 2021. godine pri optimalnom roku berbe, a do analize plodovi su bili uskladišteni u hladnjači VGUK. Za potrebe analize dopremljeni su u laboratorij Zavoda za voćarstvo Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, gdje su izdvojeni isključivo zdravi plodovi koji su fotografirani digitalnim fotoaparatom i podvrgnuti daljnjim analizama.

Plodovi istraživanih sorti jabuke (Slika 14.) opisani su prema UPOV-u (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) deskriptoru za jabuku (<http://www.upov.int/>). Opisana svojstva plodova su: veličina, visina, promjer, odnos visine i promjera, oblik plodova, izraženost rebara, kruna na kraju čaške, veličina ploda od oka, duljina čašičinog listića/sepala, masnoća kože, osnovna boja, relativna površina dopunske boje, intenzitet i uzorak dopunske boje, širina pruge, crvenosmeđa/rđasta površina; oko peteljke, na polovicama i oko udubine, broj i veličina lenticela, duljina i debljina peteljke, dubina i širina udubljenja peteljke, dubina i širina oko baze/čaške, čvrstoća i boja mesa, otvor sjemenjače (poprečni presjek), vrijeme berbe i zrelosti.



Slika 14. Ubrani plodovi istraživanih sorti spremni za čuvanje u hladnjači
Izvor: vlastita fotografija

Plodovi (Slika 15.) istraživanih sorata ubrani su u kolekcijskom voćnjaku Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima, nakon berbe spremljeni su u hladnjaču, a potom su analizirani u Laboratoriju za fizikalno-kemijske analize voća na Sveučilištu u Zagrebu, Agronomskom fakultetu, Zavodu za voćarstvo.

Na 10 plodova svake sorte izvršene su fizikalno-kemijske i pomološke analize (Skendrović Babojelić i Fruk 2016.).



Slika 15. Studenti VGUK u berbi jabuka u kolekcijskom nasadu
Izvor: <https://www.vguk.hr/hr/652/BRUCO%C5%A0I+U+BERBI+JABUKA#multimedia6>

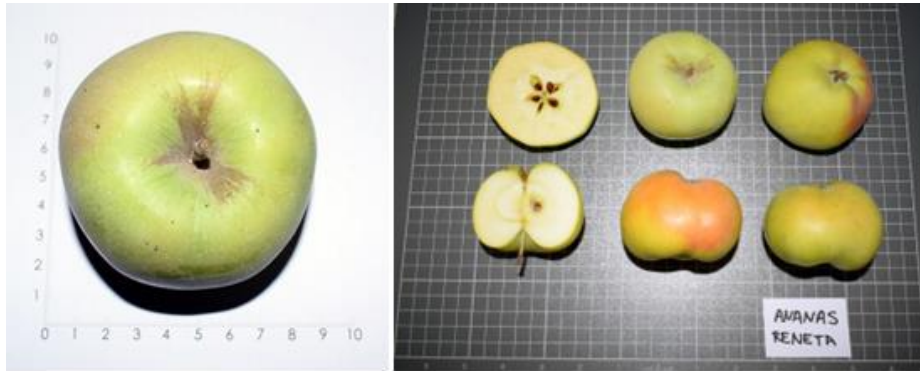
52-8

3.3. Istraživane sorte

3.3.1. 'Ananas Reneta'

Sorta 'Ananas Reneta' (Slika 16.) zapadnoeuropska je sorta. Plodovi sazrijevaju, u pravilu, u rujnu, a na sunčanim područjima mogu već i krajem kolovoza. U optimalnim uvjetima temperature i vlažnosti, voće je prikladno za skladištenje do 4 mjeseca.

Kožica je čvrsta, glatka, sjajna, s laganim voštanim premazom. Boja ploda je sunčano žuta, s dobro vidljivim sivim točkicama po obodu. Na sunčanoj strani ploda može imati blago crvenkasto rumenilo. Plodovi imaju trajan aftertaste (okus nakon kušanja) po ananasu prema čemu je sorta i dobila ime (Kovačić, 2014.).



Slika 16. Plodovi sorte 'Ananas Reneta'
Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.3.2. 'Gospoinjača'

Sorta 'Gospoinjača' relativno je krupnog ploda, kožica je zelena, a preko nje je crvena s nekim posebnim isprekidanim crtama (Slika 17.). Meso je bijelo, sočno, kiselkastog okusa, čvrsto. Peteljka je srednje duljine. Izuzetno je aromatična jabuka (Kovačić, 2014.).



Slika 17. Plodovi sorte 'Gospoinjača'
Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.3.3. 'Grofova'

Sorta 'Grofova' vrlo je krupna sorta, plodovi mogu doseći masu i do jednog kilograma ukoliko ne prerodi (Slika 18.). Plod je okrugao, malo konusno izdužen, posut sitnim točkicama-lenticelama i plijeni svojim izgledom. Izuzetno je ukusna, meso je žute boje, jako aromatično, slatko kiselkasto (Kovačić, 2014.).



Slika 18. Plodovi sorte 'Grofova'
 Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.3.4. 'Imperica'

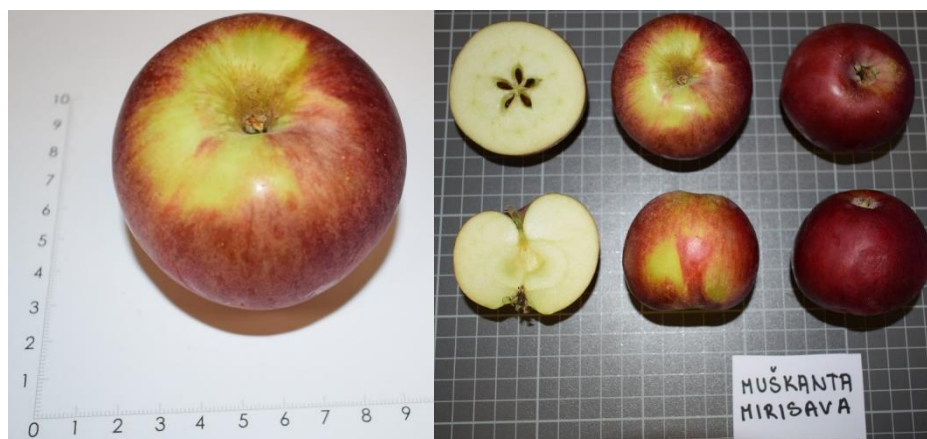
Stablo jabuke sorte 'Imperica' (Slika 19.) je bujno, obilato rodi, plodovi su ujednačeni, srednje krupni, duguljasti, crvene boje, donja čaška je zelene boje kod svih plodova, meso je sočno, slatko, tvrdo. Plodovi se mogu dugo držati na stablu (Kovačić, 2014.).



Slika 19. Plodovi sorte 'Imperica'
 Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.3.5. 'Muškatna Mirisava'

'Muškatna Mirisava' je sorta čiji su plodovi prekrasno crvene boje (Slika 20.), dosta su ujednačeni po krupnoći te su srednje krupni. Kožica jabuke je malo deblja i čvrsta, a meso je čvrsto, kiselkasto, sočno, bijele boje, muškatne arome (Kovačić, 2014.).



Slika 20. Plodovi sorte 'Muškatna Mirisava'
 Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.3.6. 'Poglavnikova'

Sorta 'Poglavnikova' je dosta krupna sorta (Slika 21.), pomalo izduženog rebrastog izgleda, kožica ploda je crvene boje prošarana svjetlijim šarama. Kožica je tvrda, ali tanka, a meso je mekano, prhko, sočno, aromatično s tek nešto kiselina koje daju svježinu (Kovačić, 2014.).



Slika 21. Plodovi sorte 'Poglavnikova'
 Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.3.7. 'Senabija'

'Senabija' je vrlo krupna plosnata sorta, kratke peteljke (Slika 22.). Kožica je tanka, sjajna. Boja je zelenkasto crvenkasta. Meso je sočno, čvrsto, hrskavo, blago kiselo, cijela je pokrivena plavkastom prevlakom - maškom (Kovačić, 2014.).



Slika 22. Plodovi sorte 'Senabija'
 Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.3.8. 'Slastica'

Plodovi sorte 'Slastica' su vrlo mali do mali, male visine i promjera. Oblik ploda sorte 'Slastica' je okruglast, sa slabo izraženim rebrima i čaškom. Osnovna boja sorte 'Slastica' je žuto-zelena, s odsutnom ili vrlo slabom površinom dopunske boje. Crveno-smeđa površina oko udubine čaške i na polovicama je odsutna ili mala, dok je oko peteljke velika. Na plodovima se nalazi mnogo srednjih lenticela. U uskoj i srednje dubokoj udubini nalazi se srednje debela i dugačka peteljka, dok je peteljkino udubljenje srednje duboko ili duboko i srednje široko. Baza čaške je srednje široka i plitka unutar koje se nalaze srednje dugački čašićni listići. Meso sorte 'Slastica' je mekano, kremaste boje s potpuno otvorenom sjemenjačom (Zanić, 2020.).



Slika 23. Plodovi sorte 'Slastica'
 Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.4. Pomološke i fizikalno kemijske analize plodova

3.4.1. Masa ploda

Masa ploda na svim sortama utvrđena je pomoću digitalne laboratorijske vage (OHAUS Corporation, USA), na dvije decimale (Slika 24.) a dobivene vrijednosti izražene su u gramima (g).

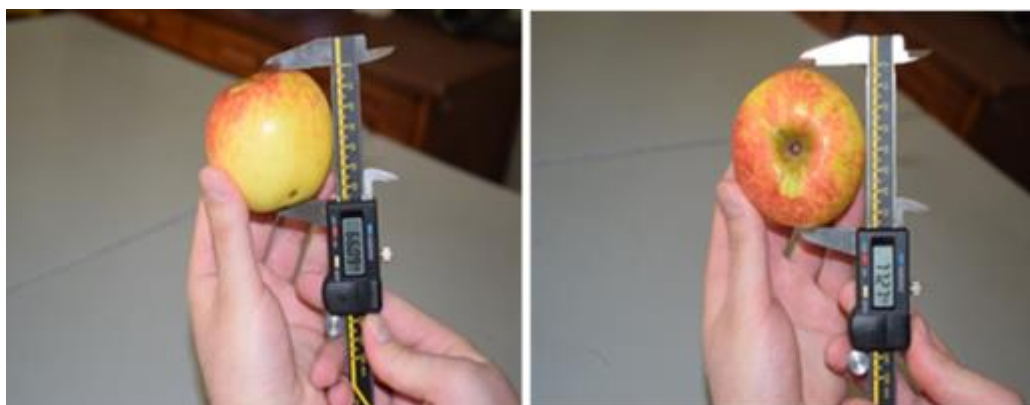


Slika 24. Digitalna laboratorijska vaga (OHAUS corporation, USA)

Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.4.2. Visina i širina ploda

Visina (V) i širina (Š) ploda mjerene su (Slika 25.) digitalnim pomičnim mjerilom (Somet, Czech Republic), a vrijednosti su izražene u milimetrima (mm). Iz dobivenih podataka izračunat je indeks oblika ploda koji predstavlja omjer visina : širina.



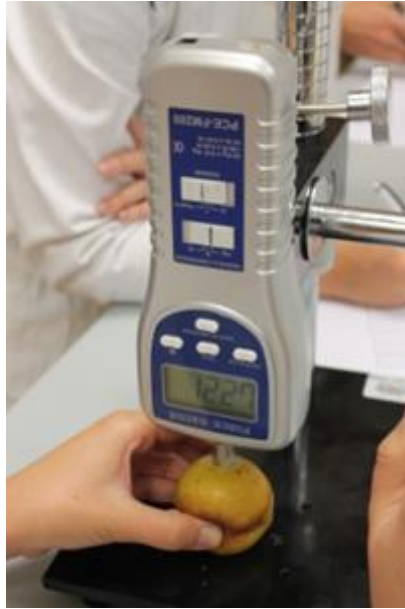
Slika 25. Digitalno pomično mjerilo (Somet, Czech Republic)

Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.4.3. Tvrdoća ploda

Tvrdoća ploda utvrđena je digitalnim stolnim penetrometrom (PCE-PT200, PCE Instruments, Southampton, UK) sa skalom izraženom u kg/cm^2 i klipom promjera 11 mm (Slika 26.).

Mjerenje je izvršeno na način da se na ekvatorijalnom dijelu ploda na četiri mjesta ukloni egzokarp i utisne klip do označene dubine u meso ploda te se očita sila prodiranja na zaslonu uređaja. Kao krajnja vrijednost uzima se prosjek četiri mjerenja.



Slika 26. Digitalni stolni penetrometar (PCE-PT200, PCE Instruments, Southampton, UK)
Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.4.4. Topljiva suha tvar

Udio topljive suhe tvari (SCC – Soluble solid concentration) utvrđen je digitalnim refraktometrom (Slika 27.) (ATAGO PAL-1, Japan), a vrijednosti su izražene u stupnjevima Brixa (°Brix). Postupak mjerenja započinje baždarenjem refraktometra destiliranom vodom na 20 °C, a zatim se stavlja mala količina iscijeđenog soka donje polovice ploda i očita dobivena vrijednost.



Slika 27. Digitalni refraktometar (ATAGO PAL-1, Japan)
Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.4.5. Ukupne kiseline

Za određivanje ukupnih kiselina primijenjena je metoda acidimetrije (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.). Iz prethodno naribane donje polovice jabuke iscijedi se sok te se automatskom pipetom uzme 5 ml uzorka, titrira se s 0,1 M otopinom NaOH uz dodavanje indikatora bromtimolplavi do promjene boje u maslinasto-žutu. Prilikom titriranja korištena je digitalna kontinuirana bireta (Beco DCB 5000, Njemačka) (Slika 28.).

Količina ukupnih kiselina izražena je u postotcima kao jabučna, a izračunata je prema formuli:

$$\% \text{ ukupnih kiselina} = \frac{A \times F \times 10}{D}$$

Gdje je:

A – utrošak lužine (ml)

F – faktor za preračunavanje kiselina (0,067)

D – količina uzorka u titriranoj tekućini (ml)



Slika 28. Digitalna kontinuirana bireta (Beeco DCB 5000, Njemačka)

Izvor: Lončar, 2021.

Za utvrđivanje realne kiselosti koristio se digitalni pH metar (Testo 205, USA) (Slika 29.). Prije upotrebe uređaja potrebno ga je baždariti pufernom otopinom. Mjerenje započinje uranjanjem elektrode u uzorak te se na zaslonu očita dobivena vrijednost.



Slika 29. Digitalni pH metar (Testo 205, USA)
Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.4.6. Jodno-škrobni test

Plodovi se prerežu poprijeko, gornja polovica ploda se nakratko uroni u otopinu jod-jod kalija (JJK) i ostavlja kratko vrijeme da se odvijee reakcija (Slika 30.). Nakon toga stupanj škroba određuje se prema ljestvici od 1 do 5 prema Laimburgu.



Slika 30. Reakcija plodova na jodno-škrobni test
Izvor: <https://www.poljosfera.rs/agrosfera/agro-teme/vocarstvo-i-vinogradarstvo/odredivanje-optimalnog-vremena-berbe-voca/> (pristup: 19. 07. 2022)

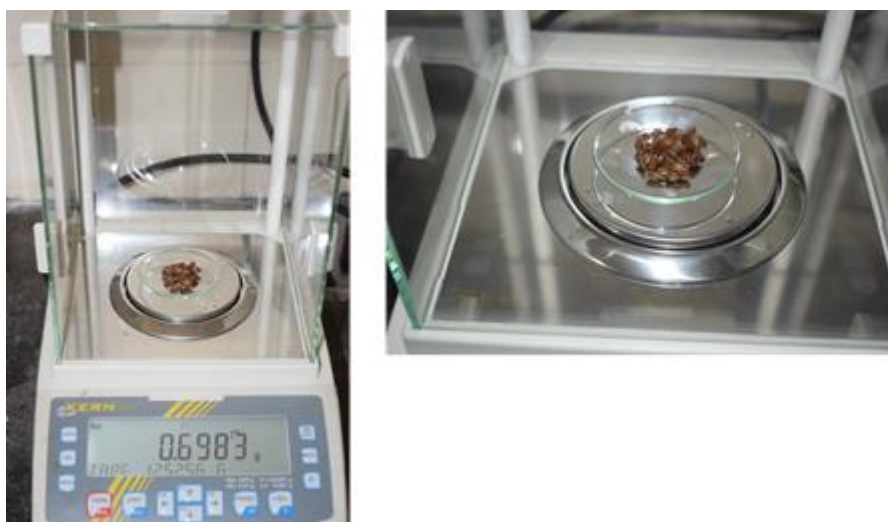
3.4.7. Analiza sjemenki

Sjemenke jabuke sadrže vitamine iz skupine A, B, C, E, P, kalij, kalcij, natrij, željezo, jod, minerale, elemente u tragovima, kiseline. Nutritivna vrijednost sjemenki jabuka utječe na blagodati. Voće sadrži proteine, saharozu i 30% masnih ulja toliko potrebnih u ljudskoj prehrani. Analiza sjemenki (Slika 31.) izvrši se nakon poprečnog prereza ploda.

Iz sjemenjače se izvade i prebroje šture i zdrave sjemenke, a masa zdravih sjemenki utvrđi se na analitičkoj vagi (Slika 32.) (KERN® Analitical balance AES-C/AEJ-CM) te su dobivene vrijednosti izražene u gramima (g). Masa jedne sjemenke dobivena je dijeljenjem ukupne mase sjemenki s njihovim ukupnim brojem.



Slika 31. Analiza sjemenki
Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.



Slika 32. Utvrđivanje mase sjemenki pomoću analitičke vage (KERN® Analitical balance AES-C/AEJ-CM)
Izvor: Skendrović Babojelić, 2021.

3.4.8. Statistička obrada podataka

Podaci su statistički obrađeni u programskom sustavu SAS, verzija 9.4 (SAS/STAT, 2013.). Srednje vrijednosti plodova analiziranih sorti uspoređene su LSD testom. Prikazana je i standardna devijacija koja ukazuje na prosječno odstupanje rezultata od srednje vrijednosti istraživanih svojstva.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Fizikalno – kemijske analize plodova

U ovom radu analizirano je ukupno 8 sorti, a to su sorte: 'Ananas Reneta', 'Gospoinjača', 'Grofova', 'Imperica', 'Muškatna Mirisava', 'Poglavnikova', 'Senabija' i 'Slastica'. Veličina ploda sortno je svojstvo o kojem često ovisi broj plodova na stablu, ali i pomotehnici i agrotehnici u voćnjaku te mikroklimatskim uvjetima uzgoja, a izražava se masom i dimenzijama ploda. Kod plodova jabuke različitih veličina postoji pozitivna i vrlo visoka korelacija između mase i širine ploda te broja punih sjemenki u plodu i težine sjemena (Drvodelić i sur., 2015.). Istraživane sorte međusobno su se razlikovale po pomološkim svojstvima ploda, što se može uočiti u tablici 1.

Tablica 1. Osnovna pomološka svojstva istraživanih sorata

SORTA	Masa ploda (g)	Visina ploda (mm)	Širina ploda (mm)	Indeks oblika ploda
'Ananas Reneta'	129,50±11,43	50,35±3,03	67,38±3,46	0,75±0,02
'Gospoinjača'	108,96±5,27	49,61±3,88	64,63±1,24	0,77±0,05
'Grofova'	296,07±56,35	76,62±6,82	84,40±4,48	0,91±0,04
'Imperica'	135,69±42,88	56,61±5,44	66,90±7,78	0,85±0,03
'Muškatna Mirisava'	102,88±24,16	48,36±2,32	61,61±2,87	0,79±0,05
'Poglavnikova'	196,83±17,87	59,38±3,43	77,72±2,50	0,76±0,04
'Senabija'	265,84±64,35	66,10±5,75	88,11±7,22	0,75±0,03
'Slastica'	117,00±9,40	51,89±1,84	66,29±2,69	0,78±0,04

* ± Standardna devijacija (SD)

Sorta 'Grofova' imala je najveću prosječnu masu ploda (296,07 grama). Nešto manju prosječnu masu imala je sorta 'Senabija', dok su manju masu imale ostale sorte, a najmanju masu imala je sorta 'Muškatna mirisava' (102,88 grama).

Najviša visina ploda utvrđena je kod plodova sorti 'Grofova' od 76,62 mm. Plodovi sorte 'Slastica', 'Ananas Reneta' i 'Gospoinjača' su imale manju visinu ploda te se nisu značajnije statistički razlikovale u tome svojstvu, a kod plodova sorte 'Muškatna mirisava' utvrđena najmanja visina ploda 48,36 mm.

Plodovi sorti jabuka 'Senabija' (88,11 mm) i 'Grofova' (84,4 mm) su imali najveću širinu ploda, dok je najmanja širina utvrđena kod plodova sorte 'Muškatna mirisava' od 61,61 mm.

Istraživane sorte razlikovale su se prema osnovnim pomološkim svojstvima, a razlikuju se i po kakvoći plodova što je vidljivo u tablici 2.

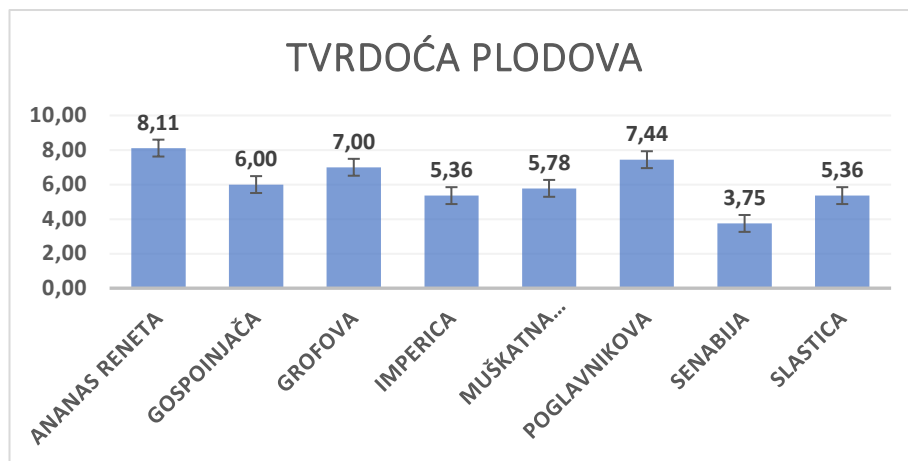
Tablica 2. Kakvoća plodova istraživanih sorti jabuka

SORTA	Tvrdoća ploda (kg/cm ²)	Topljiva suha tvar (°Brix)	Ukupne kiseline (% kao jabučna)	Topljiva suha tvar : ukupne kiseline	pH
'Ananas Reneta'	8,11±0,75	16,56±0,67	0,61±0,07	27,24±3,36	3,59±0,14
'Gospoinjača'	6,00±0,50	13,76±0,78	0,36±0,04	38,11±4,07	3,04±0,01
'Grofova'	7,00±0,52	16,78±0,88	0,52±0,06	32,35±3,09	3,03±0,43
'Imperica'	5,36±0,55	17,02±1,07	0,75±0,08	22,84±1,64	3,18±0,09
'Muškatna Mirisava'	5,78±0,85	13,74±0,65	0,54±0,09	25,92±4,02	3,31±0,12
'Poglavnikova'	7,44±1,02	18,22±0,65	0,54±0,09	25,92±4,02	3,06±0,12
'Senabija'	3,75±0,48	14,22±0,81	0,82±0,16	17,81±2,77	3,17±0,15
'Slastica'	5,36±0,39	14,54±0,61	0,39±0,04	37,98±5,30	3,81±0,41

*± Standardna devijacija (SD)

Na tvrdoću plodova utječu čimbenici pred berbu (genetika, gnojdba, tehnika uzgoja i pesticidi) i čimbenici poslije berbe (zrelost pred berbu, tretmani pred skladištenjem i uvjeti skladištenja) (DeEll i sur., 2001.). Najmanju tvrdoću ploda imala je sorta 'Senabija' (Graf 1.). Plodovi sorti, 'Poglavnikova' i 'Grofova' su imale znatnije veću tvrdoću, a najveću tvrdoću ploda imala je sorta 'Ananas Reneta' (8,11 kg/cm²). Tvrdoća plodova je mjerena neposredno nakon berbe. Skendrović Babojelić i Fruk (2016.) navode da ako je u vrijeme berbe tvrdoća plodova niska onda se takvi plodovi neće moći dugo čuvati, te navode kako je gornja granica za tvrdoću sorti 8 kg/cm² dok je donja granica 5 kg/cm². Prema Laimburgu za većinu sorata jabuka optimalna tvrdoća ploda od 5,8 do 9,5 kg/cm². Iz podataka o tvrdoći istraživanih sorata može se zaključiti da su sorte 'Imperica' i 'Slastica' prikladne samo za kraće skladištenje u hladnjači, dok je sorta 'Senabija' prikladna samo za trenutnu potrošnju i/ili preradu. Ostale sorte prikladne su za dulje skladištenje u hladnjači.

Topljivu suhu tvar (SSC - Soluble solid concentration) čine šećeri i nešećerne komponente: kristali šećera, soli organskih kiselina, aminokiselina, pektina, fenolni spojevi i dr. (Skendrović Babojelić i Fruk 2016.). Sadržaj topljive suhe tvari ima veliki utjecaj na okus jabuke, a također je bitan za određivanje zrelosti plodova i vremena berbe. Topljiva suha tvar dobar je indikator sadržaja šećera te moguće i slatkoće plodova jabuke. Laimburg (prema Werth 1995.) navodi da je optimalni sadržaj topljive suhe tvari u berbi između 10 i 15 °Brixa. Najveći udio topljive suhe tvari imali su plodovi sorte 'Poglavnikova' (18,22 °Brixa), dok su ostale sorte sadržavale manji udio. Najmanje topljive suhe tvari utvrđeno je kod plodova sorte 'Imperica'. Vidljivo je prema podacima iz tablice da je kod plodova sorti 'Gospoinjača', 'Muškatna mirisava', 'Senabija' i 'Slastica' udio topljive suhe tvari bio optimalan.



Graf 1. Tvrdoća plodova istraživanih sorti

Najvažnije kiseline u voću jesu: limunska (agrumi), jabučna (jabuka, trešnje, jagode), vinska (jagodasto voće), a manje su zastupljene: octena, akсорbinska, jantarna, maslačna i oksalna (Skendrović Babojelić i Fruk 2016.). Okus soka jabuke pod velikim je utjecajem količine jabučne kiseline te ona zauzima najveći postotak od organskih kiselina u zreloom plodu jabuke. Najmanja koncentracija ukupnih kiselina utvrđena je kod sorte 'Gospoinjača', dok su sorte 'Slastica', 'Imperica' i 'Muškatna mirisava' imale znatno više koncentracije ukupnih kiselina. Najviše ukupnih kiselina utvrđeno je kod plodova sorte 'Senabija'.

Adekvatan omjer šećera i kiselina voću daje skladan i osvježavajući okus, što predstavlja jako važan kriterij prilikom ocjenjivanja i konzumacije plodova, optimalan odnos je 10:1. (Skendrović Babojelić, 2016.). Najveći omjer topljive suhe tvari naspram ukupnih kiselina utvrđen je kod sorte 'Gospoinjača', dok je najmanji utvrđen kod plodova sorte 'Senabija'.

Prosječna kiselost voća izražena kao pH iznosi 3,5, te se voće, s obzirom na ukupnu kiselost, dijeli na: slabo kiselo: $\text{pH} > 5$, srednje kiselo: $\text{pH} 5-4,5$, kiselo: $4,5-3,5$ i jako kiselo: $\text{pH} < 3,5$. Najniža pH vrijednost utvrđena je kod plodova sorte 'Grofova' ($\text{pH} 3,03$), a najviša pH vrijednost kod plodova sorte 'Slastica' ($\text{pH} 3,81$).

U ovom istraživanju tradicionalnih sorti jabuka, provedena je i analiza sjemenki istraživanih sorti jabuka, a prikazana je u tablici 3. Sjeme može biti sitno, srednje krupno ili krupno, manje ili više izduženo ili zaoštreno, tamnije ili svjetlije, crno ili izuzetno crveno. Masa sjemena nije pod utjecajem značajki pojedinih vegetacijskih godina nego je to genetska značajka varijeteta (Šebek, 2013.).

Tablica 3. Svojstva sjemenki istraživanih sorti jabuka

SORTA	Ukupan broj sjemenki (komada)	Broj zdravih sjemenki (komada)	Broj šturih sjemenki (komada)	Ukupna masa svih sjemenki (g)	Prosječna masa 1 sjemenke (g)
'Ananas Reneta'	10,60±1,14	6,80±0,84	3,80±1,92	0,34±0,17	0,05±0,02
'Gospoinjača'	8,20±2,77	4,00±2,12	4,00±2,35	0,21±0,14	0,05±0,01
'Grofova'	7,80±1,30	2,20±1,10	5,60±1,52	0,13±0,09	0,06±0,02
'Imperica'	9,20±1,30	7,80±1,30	1,40±0,89	0,57±0,04	0,07±0,01
'Muškatna Mirisava'	8,80±1,10	8,20±0,84	0,60±0,89	0,49±0,05	0,06±0,00
'Poglavnikova'	7,60±1,14	1,40±0,89	6,20±1,30	0,12±0,06	0,07±0,03
'Senabija'	9,80±0,45	5,80±2,28	4,00±2,35	0,47±0,18	0,08±0,01
'Slastica'	8,00±0,00	5,80±2,51	2,40±2,51	0,34±0,15	0,06±0,01

*± Standardna devijacija (SD)

Najviše sjemenki po plodu imala je sorta 'Ananas Reneta' (prosječno 10,6 komada po plodu). Tek neznatno manji broj sjemenki imale su sorte 'Senabija' i 'Imperica', dok je najmanji broj sjemenki imala sorta 'Poglavnikova' (7,6 komada).

Najveći broju zdravih sjemenki imali su plodovi sorte 'Muškatna mirisava'. Manji broj zdravih sjemenki imale su sorte 'Gospoinjača' i 'Grofova', a najmanji broj zdravih sjemenki imala je sorta 'Poglavnikova'.

Šturih sjemenki u plodu najviše je utvrđeno kod sorte 'Poglavnikova'. Značajno manje šturih sjemenki je utvrđeno kod plodova sorti 'Slastica' i 'Imperica', dok je kod sorte 'Muškatna mirisava' utvrđen najmanji broj šturih sjemenki.

Najveća ukupna masa sjemenki izražena u gramima izmjerena je kod plodova sorte 'Imperica', tek nešto manja masa je utvrđena kod sorti 'Muškatna mirisava' i 'Senabija', a najmanja masa je utvrđena kod sorte 'Poglavnikova'.

Prosječna masa jedne sjemenke kod svih istraživanih sorti iznosila je od 0,05 g do 0,08 g.

5. ZAKLJUČAK

Sadnja voćnjaka pokušališta s tradicionalnim starim sortama jabuka na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima, omogućila je njihovo proučavanje, kao i očuvanje vrijednog genetskog materijala. Neprocjenjiva je vrijednost tradicionalnih voćnjaka i starih sorata visoko stablašica koje u njima rastu. Nažalost takvi su voćnjaci radi intenzivnog načina uzgoja voća, danas pred izumiranjem. Možda to nisu perspektivne sorte za plantažne voćnjake i ostvarivanje velike zarade, ali njihovim nestankom gubi se naše prirodno i kulturno nasljeđe, genetska raznolikost vrsta koje su se sposobne prilagoditi promjenama u okolišu, gube se sorte koje su se tijekom godina prilagodile lokalnim agroekološkim uvjetima, te mogu biti osnova ekološkog uzgoja zdrave hrane.

Plodovi tradicionalnih sorti jabuke ('Ananas Reneta', 'Gospoinjača', 'Grofova', 'Imperica', 'Muškatna Mirisava', 'Poglavnikova', 'Senabija' i 'Slastica') koje se nazale u voćnjaku pokušališta Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima značajnije se razlikuju u istraživanim svojstvima, a plodovi su dobre kakvoće i fizikalno-kemijskih svojstava.

Iz tablica pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava vidljivo je:

- najkrupniji plod imala je sorta 'Grofova', a najmanji sorta 'Muškatna mirisava',
- najveću tvrdoću ploda imala je sorta 'Ananas Reneta', a najmanju 'Senabija',
- najveći udio topljive suhe tvari imali su plodovi sorte 'Poglavnikova', a najmanje plodovi sorte 'Imperica',
- najviša koncentracija ukupnih kiselina utvrđena je kod plodova sorte 'Senabija', a najniža kod sorte 'Slastica',
- najniža pH vrijednost utvrđena je kod plodova sorte 'Grofova', a najviša pH vrijednost kod plodova sorte 'Slastica',
- Najveći broj zdravih sjemenki imali su plodovi sorte 'Muškatna mirisava', a najmanji sorta 'Poglavnikova',
- Najveća ukupna masa sjemenki izražena u gramima izmjerena je kod plodova sorte 'Imperica', a najmanja kod sorte 'Poglavnikova'.

Vidljivo je da ispitivane tradicionalne sorte imaju različita pomološka svojstva (krupnoću i oblik), kakvoću plodova (punoća okusa, omjer šećera i kiselina, aromu plodova) i otpornost na nepovoljne abiotske i biotske čimbenike, pa su to razlozi zbog kojih bi ih trebalo očuvati kao izvor genetske varijabilnosti i kao čimbenik bioraznolikosti područja u kojem rastu.

Relativno su otpornije su na štetočine i ostale oblike abiotskog stresa i prikladne za organsku proizvodnju. Plodovi su im sve više cijenjeni kod potrošača jer su manje zagađeni raznim kemijskim sredstvima (pesticidima), a time i zdraviji za konzumaciju u svježem ili prerađenom obliku. S druge strane veća bujnost, različita krupnoća i oblik ploda u odnosu na standardne sorte jabuka, te problemi pri skladištenju najčešći su razlozi zašto se tradicionalne sorte jabuka danas vrlo malo uzgajaju za komercijalnu proizvodnju.

6. SAŽETAK

U voćnjaku pokušališta Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima 2014. godine podignut je nasad 27 tradicionalnih sorti jabuka, od kojih je na 8 sorti: 'Ananas Reneta', 'Gospoinjača', 'Grofova', 'Imperica', 'Muškatna Mirisava', 'Poglavnikova', 'Senabija' i 'Slastica' provedena analiza i usporedba pomoloških (masa ploda, visina ploda, širina ploda i indeks oblika ploda) i fizikalno-kemijskih svojstava plodova (tvrdoća ploda, topljiva suha tvar u plodu, ukupne kiseline, odnos topljiva suha tvar : ukupne kiseline i pH). Analizirana su i svojstva sjemenki istraživanih sorti (ukupan broj sjemenki, broj zdravih sjemenki, broj šturih sjemenki, ukupna masa svih sjemenki i prosječna masa 1 sjemenke). Od ispitivanih sorata najkrupniji plod imala je sorta 'Grofova', najveću tvrdoću ploda imala je sorta 'Ananas Reneta', najveći udio topljive suhe tvari imali su plodovi sorte 'Poglavnikova', najvišu koncentraciju ukupnih kiselina plodovi sorte 'Senabija', a najnižu pH vrijednost plodovi sorte 'Grofova'. Najveći broj zdravih sjemenki imali su plodovi sorte 'Muškatna mirisava', a najveću ukupnu masu sjemenki plodovi sorte 'Imperica'.

Analiza fizikalno-kemijskih i pomoloških svojstava plodova istraživanih sorti ukazuje na neke prednosti (kakvoća ploda i otpornost na abiotički stres), ali i neke od razloga (različita krupnoća i oblik ploda u odnosu na standardne sorte jabuka, te problemi pri skladištenju) zašto se tradicionalne sorte jabuka danas vrlo malo ili uopće ne uzgajaju za komercijalnu proizvodnju.

Ključne riječi: tradicionalne sorte jabuka, pomološka i fizikalno-kemijska svojstva ploda

7. LITERATURA

1. Bašić, I. (2017.) Stari hrvatski voćnjaci, Leo Comerc, Rijeka.
2. Bignami, C., Scossa A., Vagnoni G. (2003.) Evaluation of old Italian apple cultivars by means of sensor analysis. *ActaHort* 598: 85–90.
3. Čmelik, Z. (2010.): Klasični (ekstezivni) voćnjaci u Hrvatskoj, *Pomologia Croatica*, 3-4: 55-66.
4. DeEll, J.R., Khanizadeh, S., Saad, F., Ferree, D.C. (2001.) Factors affecting apple fruit firmness -/a review, *Journal of the American Pomological Society*, 55: 8-27.
5. Drvodelić, D., Jemrić, T., Oršanić, M., Paulic, V. (2015.) Fruits size of wild apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.): Impact on morphological and physiological properties of seeds. *Šumarski List*, 139: 145-153.
6. Jemrić, T. (2007.) Cijepljenje i rezidba voćaka, Uliks naklada, Rijeka.
7. Hulina, N. (2011.) Više biljke stablašice. Sistematika i gospodarsko značenje. *Golden Marketing-Tehnička knjiga*. Zagreb.
8. Krpina, I. (2004.) Voćarstvo, Nakladni zavod globus, Zagreb.
9. Kovačić, P. (2014): Stare sorte jabuka u Hrvatskoj, Vlastita naklada, Rasinja.
10. Miljković, I. (2021.) Jabuka, Vlastita naklada, Zagreb.
11. Milinović, B., Vujević, P., Halapija Kazija, D., Jelačić, T., Čiček, D., Biško, A. (2017.). Produktivnost i kvaliteta ploda tradicionalnih sorti jabuka u intenzivnim sustavima uzgoja, *Pomologia Croatica*, 3-4:149-158.
12. Mitre, I., Mitre, V., Ardelean, M., Sestras, R., Sestras, A. (2009.) Evaluation of old apple cultivars grown in central Transylvania, Romania. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 37 (1): 235-237
13. Puntić, M. (2019.): Morfološka obilježja, uzgoj i značaj roda *Malus* (jabuka), Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
14. Skendrović Babojelić, M., Korent, P., Šindrak, Z., Jemrić, T. (2014.): Pomološka svojstva i kakvoća ploda tradicionalnih sorata jabuka, *Glasnik zaštite bilja*, 3:20-27
15. Skendrović Babojelić M., Fruk, G. (2016). Priručnik iz voćarstva, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
16. Skendrović Babojelić, M. (2019.): Tradicionalne voćne vrste i najzastupljenije sorte na području Zagrebačke županije, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.

17. Šebek G. (2013). Morphological characteristics of fruits of selected types of wild apples (*Malus sylvestris* L.) in the area of Bijelo Polje. Agriculture and Forestry, 59 (2):167-173.
18. Werth, V. K. (1995). Farbe und Qualität der süd Tiroler apfelsorten, Verband der südtirolen Obstgenossenschaften Gen.m.b.h., Bozen, Italy.
19. Zanić, D. (2020.): Pomološka svojstva jesensko-zimskih sorata jabuke uzgojenih na pokušalištu Šašinovec, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb
20. Jabuka, <https://www.agroklub.com/sortna-lista/voce/jabuka-7/> (pristupljeno 20.05.2022.)
21. Jabuka, <https://www.vrtlarica.hr/jabuka-sadnja-uzgoj/> (pristupljeno 20.05.2022.)
22. Svjetski dan jabuke, 20. listopada 2020.
<https://poljoprivreda.gov.hr/print.aspx?id=4213&url=print> (pristupljeno 21.05.2022.)
23. Jabuka – Hranjiva vrijednost i primjena, <https://pinova.hr/jabuka-hranjiva-vrijednost-i-primjena/> (pristupljeno 09.06.2022.)