



**REGIONALNI CENTAR  
KOMPETENTNOSTI**  
Poljoprivredno šumarska  
škola Vinkovci



# PRIRUČNIK ZA SKLADIŠTENJE, PRERADU I DORADU VOĆA, POVRĆA, LJEKOVITOG I AROMATIČNOG BILJA

Jana Šic Žlabur  
Sandra Voća



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.





**REGIONALNI CENTAR  
KOMPETENTNOSTI**  
Poljoprivredno šumarska  
škola Vinkovci

# PRIRUČNIK ZA SKLADIŠTENJE, PRERADU I DORADU VOĆA, POVRĆA, LJEKOVITOG I AROMATIČNOG BILJA

Jana Šic Žlabur

Sandra Voća

Vinkovci, 2023.



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

**Nakladnik:**

Regionalni centar kompetentnosti  
"Centar za suvremene tehnologije i obrazovanje u poljoprivredi"  
Poljoprivredno šumarska škola Vinkovci

**Za nakladnika:**

Ružica Zucić, dipl. ing., ravnateljica

**Autori:**

Izv. prof. dr. sc. Jana Šic Žlabur  
Prof. dr. sc. Sandra Voća

**Recenzent:**

Vehid Ibraković, dipl. ing. agr., izvrstan stavjetnik

**Lektura:**

Maja Bukna, prof.

**Uređenje, grafičko uređenje i oblikovanje naslovne stranice:**

Studio HS internet d.o.o., Osijek

**Tisak:**

Studio HS internet d.o.o., Osijek

**Naklada:**

150 primjeraka

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu NSK Zagreb

ISBN:



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

Sadržaj priručnika isključiva je odgovornost Poljoprivredno šumarske škole Vinkovci.

Za više informacija o EU fondovima posjetite mrežnu stranicu Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije [www.strukturnifondovi.hr](http://www.strukturnifondovi.hr).

## PREDGOVOR

---

Poštovani korisnici,

ovaj Priručnik napisan je kako bi vam dao osnovne smjernice i opis postupaka prerade voćnih i povrtnih vrsta te ljekovitog i aromatičnog bilja, a u svrhu dobivanja kvalitetnog finalnog proizvoda.

Priručnik će vam dati uvid u karakteristike i obilježja svježih sirovina za preradu, specifičnosti pojedinih metoda prerade, postupke za dobivanje kvalitetnog finalnog proizvoda, kao i u tehnologiju čuvanja proizvoda u svrhu očuvanja kvalitete kroz dulje vremensko razdoblje. Također, bit ćete upoznati s osnovnom opremom koja je komercijalno dostupna i u manjim kapacitetima kako biste aktivnosti poučavanja i praktičnog rada mogli povezati s radom u sklopu praktikuma za preradu voća i povrća.

Osim teorijskih osnova, u ovom Priručniku definirani su ishodi učenja na razini 4.1. kvalifikacije (trogodišnje strukovno obrazovanje) prema Hrvatskom kvalifikacijskom okviru, a koji će učenicima dati uvid u kompetencije koje će steći učenjem i moći primijeniti nakon postupka učenja.

S obzirom da je ovaj Priručnik kreiran za potrebe poučavanja i učenja u pogonu za preradu hortikulturnih sirovina, na kraju je nastavnicima predložen niz aktivnosti kojima mogu pogon koristiti za potrebe iskustvenog učenja i projektne nastave. Takvim načinom rada učenici će, osim lakšeg tradicionalnog načina usvajanja znanja, imati holistički pristup procesu učenja, odnosno imati cjeloviti pristup u kojem su aktivirani svi aspekti osobnosti učenika u integriranom obliku učenja koje podržava iskustveno učenje i rješavanje stvarnih problemskih situacija s ciljem ostvarenja učinkovitijeg i sveobuhvatnijeg učenja.

## PRERADA I DORADA HORTIKULTURNIH SIROVINA

---

Swježe voće i povrće, ali i njihovi proizvodi, zauzimaju značajno mjesto u preferencijama konzumacije suvremenih potrošača, a prvenstveno zato što je svijest konzumenata za zdravom i pravilnom prehranom te odabirom proizvoda više nutritivne vrijednosti sve veća. Sok od jabuke, sušeno voće (jabuke, šljive, smokve, marelice, groždice i dr.), jabučni ocat, kiseli kupus i mnogi drugi samo su neki od proizvoda koji nose epitet nutritivno vrijednih proizvoda, a za koje je dokazano i pozitivno djelovanje na ljudsko zdravlje.

Tradicionalno **osnovni cilj postupaka dorade ili prerade** swježe hortikulture sirovine je potpuno zaustaviti ili usporiti mikrobiološku aktivnost, a time i produljiti vijek trajanja i mogućnost konzumiranja takvog proizvoda. Osim uklanjanja mikroorganizama kao glavnih čimbenika kvarenja, jedan od zadataka procesa prerade je osigurati stabilnost proizvoda u enzimatskom i kemijskom smislu.

Swime navedenim postupci prerade odnosno konzerviranja hrane i danas zauzimaju značajno mjesto u proizvodnji hrane, a osim što će se osigurati dostupnost proizvoda kroz duže vrijeme, preradom se dobiva novi proizvod specifičnih karakteristika i obilježja. Time se samom proizvođaču osigurava i dodatna konkurentnost na tržištu, a s obzirom da prerađevine hortikulture sirovina postižu značajno višu ekonomsku cijenu od swježe sirovine.

Postupke prerade i dorade hortikulture sirovina (voća, povrća te ljekovitog i aromatičnog bilja) nužno je birati ovisno o vrsti sirovine pa čak i sortimentu te njihovim mehaničkim, kemijskim i tehnološkim svojstvima.

**Osnovni postulat u preradi svakog proizvoda temelji se na činjenici da će proizvod biti kvalitetniji što je kvaliteta sirovine za preradu veća.**

### *Tehnološka obilježja sirovine za preradu*

Kao što je prethodno naglašeno, hortikultura sirovina namijenjena preradi treba zadovoljavati specifična fizička i kemijska obilježja, a prije svega zadovoljiti opće čimbenike kakvoće.

Prema **općim čimbenicima, sirovina namijenjena preradi treba:**

- biti zdrava i specifičnih sortnih karakteristika (boja, veličina, oblik i dr.),
- biti tehnološki dospjela (adekvatne zrelosti, tvrdoće i dr.),

- biti bez stranih mirisa, okusa, primjesa, sredstava za zaštitu iznad dopuštene granice,
- biti bez većih oštećenja od bolesti i štetnika,
- da mehanička oštećenja nisu iznad 5 %,
- da ukupna oštećenja nisu veća od 8 %.

No, u svrhu dobivanja gotovog proizvoda visoke kvalitete, osim temeljnih općih čimbenika, sirovina treba zadovoljiti i nekim drugim specifičnim kriterijima koji su prvenstveno određeni vrstom proizvoda. Na primjer, za voćne sirovine u proizvodnji voćnih sokova važno je da plodovi imaju adekvatnu sočnost, karakterističnu aromu, boju te što viši omjer ukupnih šećera i kiselina. Zatim, u proizvodnji džemova, marmelada i želiranih proizvoda važno je da sirovina sadrži više pektina.

Tri su temeljne komponente koje određuju tehnološku vrijednost voća i povrća za preradu:

- **mehanički sastav,**
- **kemijski sastav,**
- **tehnološka dospjelost.**

U narednom dijelu teksta detaljnije će biti opisani svaki od kriterija s navedenim specifičnostima ovisno o hortikulturnoj vrsti.

#### *Tehnološka dospjelost*

Kvaliteta sirovine za preradu procjenjuje se njezinom tehnološkom dospjelosti, odnosno **fazom sazrijevanja koja pruža optimalne uvjete kvalitete za prerađeni proizvod.**

Već je naglašeno da su neki od specifičnih kriterija oblik ploda, veličina, čvrstoća, boja, a kojima se određuje i dospjelost sirovine za preradu.

Osnovni zahtjev kvalitetne sirovine je optimalan **stupanj zrelosti**. Ovdje je važno naglasiti kako se određivanje i definiranje stupnja zrelosti značajno razlikuje ovisno o vrsti, čak i sortimentu, ali i o temeljnoj namjeni voćnih i povrtnih vrsta.

Općenito razlikujemo:

- **fiziološku**, botaničku zrelost, u kojoj voće i povrće dostižu maksimalnu veličinu ploda i sjemenke su dozrele,
- **tehnološku** zrelost - voće i povrće je najbolje za preradu s obzirom na pojedina kemijska svojstva (npr. optimalan omjer šećera i kiselina),

- **konzumnu** zrelost - voće i povrće je najbolje za konzumaciju u svježem stanju (npr. optimalna je tvrdoća i karakteristična boja ploda).

Kao što je i opisano, svaki od pojedinih stupnjeva zrelosti karakteriziraju specifična vanjska i unutarnja (kemijska) obilježja sirovine, a koji se koriste za potrebe određivanja pravovremenog roka berbe.

Upravo je **pravovremeni rok berbe** jedan od najznačajnijih čimbenika koji kasnije utječu na kvalitetu sirovine, a time i kvalitetu gotovog proizvoda. Tako na primjer, preradom sirovine koja nema adekvatan omjer šećera i kiselina dobivamo proizvod neadekvatnih organoleptičkih svojstava, nadalje, ako plod namijenjen preradi nije dostigao specifično obojenje, prerađeni proizvod neće biti karakterističnog obojenja, a time ga neće biti moguće plasirati na tržište.

Metode koje svakom prerađivaču mogu poslužiti za određivanje stupnja zrelosti, a time i optimalnog vremena berbe ovisno o tipu proizvoda dijelimo na **destruktivne** i **nedestruktivne** metode (Tablica 1). Metoda koju ćete primijeniti ovisi i o vrsti hortikulture sirovine, odnosno radi li se o voću ili povrću. Kod ljekovitog i aromatičnog bilja izostaje klasično dozrijevanje pa je i u tom smislu određivanje vremena berbe specifično te će biti detaljnije objašnjeno u daljnjem dijelu teksta ovog Priručnika. Najčešće se u određivanju optimalne zrelosti ploda primjenjuju:

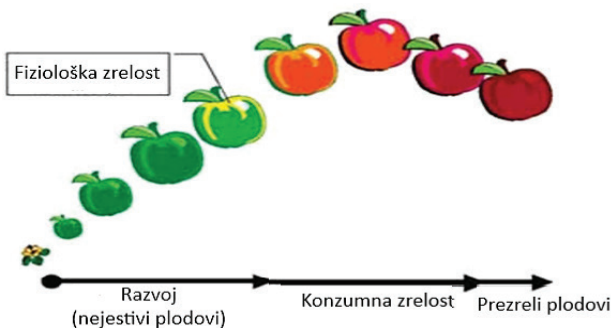
1. *vizualne metode*: procjena boje ploda, veličine i mase, broj uvenulih listova i dr.;
2. *fizikalne metode*: provjera tvrdoće ploda; odvajanje peteljke (kod kruške i pojedinih sorti jabuka)
3. *kemijske metode*: sadržaj topljive suhe tvari, sadržaj ukupnih kiselina, omjer šećera i kiselina, sadržaj škroba i dr.;
4. *metode praćenja*: faze od formiranja pupa i cvijeta do razvoja ploda;
5. *fizikalne metode*: respiracija, razvoj arome i druge.



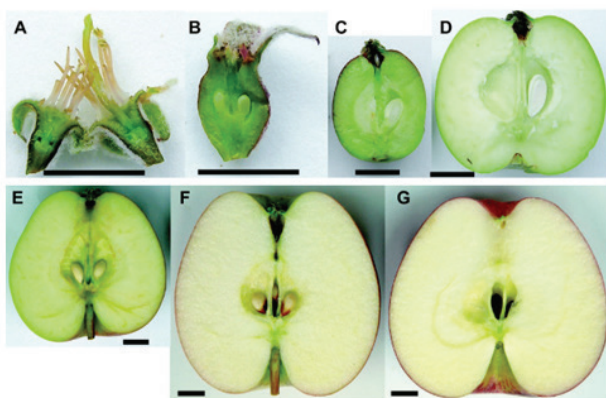
**Tablica 1.** Metode određivanja stupnja zrelosti s primjerima voćnih i povrtnih vrsta

Metoda	Voćna / povrtna vrsta	Način / uređaj
<b>Destruktivna</b>		
- topljiva suha tvar (TST)	sve voćne vrste, rajčica	refraktometar
- omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina (TA), TST/TA	grožđe i agrumi	ukupne kiseline putem testova ili titracijski
- tvrdoća	jezgričavo (npr. jabuka, kruška) i koštičavo voće (npr. šljiva, breskva)	penetrometar
- škrob	kruška, jabuka	jodna proba (Lugolova otopina)
<b>Nedestruktivna</b>		
- veličina ploda	sve voćne vrste, krastavac, mrkva, cvjetača	pomično mjerilo, skale (prstenovi) za kalibraciju prema veličini
- boja ploda	sve voćne vrste, rajčica	kolorimetar, kolorimetrijske tablice
- boja sjemenke	jabuka, kruška	sjemenke od bijele poprimaju smeđu boju (Slika 2).
- odvajanje peteljke	jabuka, kruška	zaokret peteljke ploda prilikom ubiranja

Jasniji prikaz faza u razvoju ploda i pojedinih stupnjeva zrelosti na primjeru ploda jabuke dostupan je na Slici 1.



**Slika 1.** Faze razvoja i stupnjevi zrelosti ploda jabuke (Prasad i sur., 2018.)



**Slika 2.** Prikaz razvoja ploda i faze dozrijevanja u prikazu poprečnog presjeka ploda jabuke (Janssen i sur., 2008.)

Važno je naglasiti da općenito kod voćnih vrsta uglavnom prvo nastupa fiziološka zrelost, zatim konzumna (Slika 1 i 2), a kod povrća prvo konzumna, a zatim fiziološka zrelost (sjeme je dozrelo), kao što je u ovom slučaju dobar primjer rajčica.

Dozrijevanje, odnosno dinamika zrenja, značajno se razlikuje kod voćnih, povrtnih te ljekovitih i aromatičnih vrsta. S obzirom da se kod voćnih vrsta za konzumaciju i preradu uglavnom koriste plodovi, kod povrća se ovisno o kategoriji koriste i drugi dijelovi biljke, podzemni (krumpir, mrkva) i nadzemni (šparoga, špinat, paprika, mahune graška, brokula, grah) pa se koriste i neki temeljni pristupi u određivanju

roka berbe. U Tablici 2. dostupan je pregled pojedinih kategorija povrća, primjer vrsta i adekvatan stupanj zrelosti ovisno o namjeni.

**Tablica 2.** Primjeri povrtnih vrsta i adekvatno vrijeme berbe ovisno o namjeni

Kategorija	Primjer	Vrijeme berbe	Namjena
<b>Plodovito povrće</b>	Rajčica, patlidžan, krastavac	Tehnološka zrelost / berba svaki ili svaki drugi dan	Konzumacija u svježem stanju, prerada
	Paprika	Tehnološka (tamnozeleni i žuti plodovi) i fiziološka zrelost (crveno obojenje)	Ovisno o tipu proizvoda ili za konzumaciju
	Brokula / cvjetača (cvat)	Prije cvatnje Prije nego cvat požuti	Ovisno o tipu proizvoda ili za konzumaciju
<b>Korjenasto povrće</b>	Mrkva	Tehnološka zrelost / prema izgledu nadzemnog dijela (određeni postotak uvele cime, Slika 3)	Ovisno o cilju uzgoja: mlado povrće (konzumacija), kasniji rok (konzumacija i prerada)
<b>Gomoljasto povrće</b>	Krumpir	Tehnološka (rani) i fiziološka (kasniji) / prema izgledu nadzemnog dijela (određeni postotak uvelih listova)	Mladi i kasni krumpir ovisno o namjeni
<b>Lisnato povrće i kupusnjače</b>	Kupus	Prije izduživanja	Ovisno o starosti biljke
<b>Lukovičasto</b>	Luk	Prema postotku polegnutih nadzemnih dijelova	Ovisno o starosti biljke

Određivanje *vremena košnje (žetve) ljekovitog i aromatičnog bilja* specifično je, a ovisi i o namjeni, kao na primjer hoće li se vrste koristiti za konzumaciju u svježem stanju, za izolaciju eteričnih ulja ili će se koristiti kao suha herba. Isto tako, za potrebe dorade i/ili prerade važno je poznavati koji dio biljke će se koristiti, a što prvenstveno ovisi o količini djelatnih tvari. Neke ljekovite i aromatične vrste najviše djelatnih tvari sadrže u korijenu (npr. anđelika i gavez), neke u listu (npr. kadulja, menta), neke u cvijetu (neven) ili cvjetnim glavicama (kamilica), dok se kod nekih koristi i cijeli nadzemni dio (timijan) (Slika 4). Zbog učinkovitosti i iskoristivosti za preradu koristit će se oni dijelovi biljke koji sadrže najviše djelatnih tvari. Kako biste što jednostavnije odredili rok košnje, odnosno žetve, ljekovitog i aromatičnog bilja koje ćete koristiti za preradu, možete u vidu imati i neke temeljne pravilnosti, no svakako u svrhu dobivanja što kvalitetnijeg finalnog proizvoda trebate pratiti i ekološke čimbenike tijekom uzgoja (temperaturu, količinu padalina, vlažnost zraka), kao i fazu razvoja biljke.

Neke temeljne pravilnosti roka berbe ovisno o namjeni i dijelu ljekovite i aromatične vrste su:

1. listovi i zeleni dijelovi (matičnjak, menta, bosiljak i sl.) – ubiru se netom prije cvatnje (konzumacija u svježem stanju) ili u samoj fazi cvatnje (za eterično ulje), a s obzirom da se nakon cvatnje količina djelatnih tvari značajno smanjuje i počinje odumiranje listova. Bosiljak je dobar primjer jer čim se uoči formiranje cvjetova košnju treba obaviti ako je namjena konzumacija u svježem stanju (ili odstraniti formirane cvjetove) s obzirom da odumiranje lista počinje upravo u toj fazi.
2. cvjetovi – kada su potpuno otvoreni (neven, kamilica) ili na početku cvatnje kada se najmanje rasipaju (lavanda).
3. plodovi i sjeme – kada potpuno sazriju (kim, korijandar).
4. korijen – ovisno o vrsti, po prestanku (kopriva) ili početku (maslačak) vegetacije.

Osim pravovremenog roka berbe, u kontekstu kvalitete prerade i kvalitetnog finalnog proizvoda važno je navesti i optimalan **način berbe** ovisno o specifičnostima hortikulture vrste i dostupnosti mehanizacije. Općenito, berba voća, povrća te ljekovitog i aromatičnog bilja može se obavljati *ručno* ili *strojno* (uz pomoć specijalizirane mehanizacije). Prije svega, odabir načina berbe treba prilagoditi proizvodnim kapacitetima, a svakako se na manjim proizvodnim površinama preporuča berbu provoditi ručno. Kod vrsta kao što su jabuka, kruška, krumpir, mrkva i dr. mogu se kombinirati ručna i strojna berba.

Specijaliziranu opremu za potrebe strojne berbe, ali i ručni način berbe potrebno je prilagoditi i ovisno o dijelu biljke koji se ubire (podzemni ili nadzemni organi) te o građi ploda (udio vode, veličina i sl.). Tako na primjer, korjenaste i gomoljaste povrtne vrste ubiremo ručno čupanjem (mrkva, cikla, peršin) ili iskopavanjem (krumpir). Za potrebe takvog načina berbe postoji i specijalizirana oprema poput kombajna za čupanje, iskopavanje ili kombajna za žetvu kada je riječ o ljekovitom i aromatičnom bilju.

Plodovito povrće kao i jagodaste voćne vrste, zbog specifičnosti građe ploda (visok sadržaj vode) uputno je brati ručno kako bi se što više smanjio rizik od oštećenja ploda prilikom ubiranja. Isto tako, tradicionalno se u nekim krajevima pojedine vrste ubiru trešnjom stabala, no ovakav način berbe treba izbjegavati zbog velikog rizika od oštećenja. Osim navedenog, da bi berba bila što kvalitetnija, a sirovina za preradu što adekvatnija, važno je berbu **planirati u ranijim jutarnjim satima za suhog vremena**, a kada je i vlažnost zraka što manja. Najčešće se za potrebe kvalitetne berbe koristi i specijalizirana ambalaža, PVC sanduci, boks palete, plastične letvarice (plitke ili duboke), vreće i slično, a prilikom čega je osnovni zahtjev da ambalaža bude čista i dezinficirana.

**U preradi voća, povrća te ljekovitog i aromatičnog bilja prvi korak**, neovisno o tehnologiji koju ćete koristiti, **upravo je berba**. Stoga je važnost pravovremene i kvalitetno provedene berbe izuzetno važan segment postupaka prerade te ne smije biti zanemaren.

### *Mehanički sastav*

Iskoristivost neke sirovine za preradu definira se kroz dva osnovna elementa, odnosno upotrebljivi dio sirovine koji ćete koristiti za preradu i neupotrebljivi dio (ostatak) koji uključuje sve dijelove koji se neće koristiti za preradu (npr. sjemenke, peteljke, kožicu, ali i oštećenu te trulu sirovinu). Koji će se dio sirovine koristiti u preradi, a koji ne određuje se i prema samom tipu proizvoda. Najbolji je primjer sušena jabuka, gdje prilikom pripreme za sušenje kora ploda može (neupotrebljivi dio), ali i ne mora biti odstranjena (upotrebljivi dio).

Težinski odnos upotrebljivih i neupotrebljivih dijelova sirovine nazivamo **mehanički sastav**, a koji za svakog prerađivača predstavlja osnovni uvjet u definiranju ekonomske isplativosti prerade u neki proizvod. Na primjer, ako je udio otpada značajno veći od upotrebljivog dijela sirovine iz kojeg će se preradom dobiti neki proizvod, onda je takav oblik prerade neisplativ.

Mehanički sastav sirovine češće definiramo kroz **randman ili iskoristivost (%)**.

Mehanički sastav sirovine razlikuje se ovisno o vrsti, sortimentu, stupnju oštećenja, stupnju zrelosti, osnovnom kemijskom sastavu (posebice udjelu vode), građi ploda i drugim karakteristikama sirovine. U Tablici 3 navedeni su primjeri udjela upotrebljivih i neupotrebljivih dijelova, odnosno udio otpada pojedinih plodova voćnih vrsta.

**Tablica 3.** Primjer mehaničkog sastava pojedinih voćnih vrsta (Voća i sur., 2011.).

Voćna vrsta	Udio upotrebljivog dijela ploda (%)	Udio soka (%)	Udio otpada (%)
Jabuka	85 - 92	60 - 80	20 - 25
Kruška	84 - 92	64 - 80	20 - 36
Marelica	82 - 88	40	14 - 23
Grožđe	77 - 86	75 - 84	10 - 23

### *Kemijski sastav*

Kemijski sastav sirovine nije samo važan iz prehrambenog aspekta, već je od značajne važnosti i s tehnološkog gledišta. Naime, kemijski sastav sirovine namijenjene preradi bit će jedan od ključnih čimbenika odabira adekvatnog postupka prerade, optimizacije uvjeta prerade te u konačnici utjecati na kvalitetu i količinu finalnog proizvoda. Tako je, na primjer, za proizvodnju soka od jabuke bolje birati sorte višeg sadržaja vode (soka), šećera i kiselina, dok kod odabira adekvatnog toplinskog režima za sirovinu veće kiselosti bit će dovoljna toplinska obrada na temperaturama do 100 °C. Također, ovakvim pristupom omogućit će se i ekonomičnija proizvodnja.

Isto tako, komponente kemijskog sastava sirovine utječu i na formiranje nutritivnih, ali i senzorskih svojstva gotovog proizvoda, a što je jedan od ključnih segmenata prilikom plasmana proizvoda na tržište. Sirovine većeg omjera ukupnih šećera i kiselina bit će prijaznijeg okusa.

Općenito, **kemijski sastav sirovine definiramo kao sadržaj svih sastojaka u nekoj sirovini uključujući i vodu**. Kemijski sastav sirovine ovisi o brojnim čimbenicima od kojih su najznačajniji: ekološki, pedoklimatski, genetski (vrsta i sorta), stupanj zrelosti te agrotehničke mjere.

Prvi element u procjeni kemijskog sastava sirovine je određivanje **sadržaja ukupne suhe tvari**. Suha tvar sirovine čini ostatak nakon uklanjanja vode, a najpreciznije se određuje postupkom sušenja na određenoj temperaturi i vremenu do konstantne mase. Upravo je ova komponenta osnova u određivanju kvalitete sirovine. Naime, što neka sirovina ima viši sadržaj suhe tvari, ima i veći udio kemijskih sastojaka, odnosno može se pretpostaviti da ima i veću hranjivu vrijednost, ali i bolja senzorska svojstva.

U sirovinama biljnog podrijetla najčešće se sadržaj suhe tvari kreće u rasponu od 10 do 20 %, s tim da općenito voćne vrste imaju viši sadržaj suhe tvari (i do 25 %), dok povrtna značajno manji (3 - 7 %). Udio varira ovisno o gore spomenutim čimbenicima utjecaja na kemijski sastav.

*Sadržaj suhe tvari voća i povrća može se odrediti laboratorijski, spomenutom metodom sušenja prema protokolu AOAC (1996.) koji pretpostavlja sušenje na 105 °C tijekom 3 sata do postizanja konstante mase, te izračunavanjem razlika masa prije i nakon sušenja. Postoje i brže metode određivanja suhe tvari, odnosno sadržaja vode sirovine uređajima kao što su vlagomjeri.*

Komponente kemijskog sastava voća i povrća su:

**Ugljikohidrati**, nakon vode glavna su komponenta kemijskog sastava voća i povrća te čine oko čak 90 % suhe tvari. Ova skupina spojeva uključuje i strukturne komponente poput celuloze, hemiceluloze, lignina, pektina, ali i **šećere** koji su iz aspekta prerade najvažniji iz kategorije ugljikohidrata.

Šećeri su topljivi u vodi te čine dio topljive suhe tvari sirovine koja se najjednostavnije određuje *refraktometrijski*.

*Ručni refraktometar (Slika 4) jedan je od uređaja koji se koristi za određivanje topljive suhe tvari sirovine. Baždaren je prema otopini saharoze pri 20 °C, a prema čemu je određen i raspon skale za očitavanje. Očitavane vrijednosti na skali odgovaraju postotku šećera ili stupnjevima Brix, stoga se kao mjerne jedinice za iskazivanje topljive suhe tvari (ili ukupnog šećera) koriste postotak (%) ili °Brix (čitati: stupnjevi Brix).*



**Slika 4.** Ručni refraktometar (izvor: www.canva.com)

U voću i povrću su dominantni šećeri glukoza, fruktoza (invertni šećeri) i saharoza (Tablica 4), a njihov udio primarno ovisi o čimbenicima koji utječu na cjelokupni kemijski sastav, a odnos posebice ovisi o vrsti i sorti. Povrtno voće općenito sadrže značajno niže vrijednosti šećera u usporedbi s voćnim vrstama. Udio pojedinih vrsta šećera odražava se i na okus sirovine. Fruktoza je općenito slađa od glukoze i saharoze, dok je saharoza slađa od glukoze. Tako, na primjer, jezgričavo voće (jabuka, kruška) sadrži više fruktoze od glukoze i saharoze, u koštičavom (šljiva, trešnja, višnja, breskva) prevladava glukoza, dok je kod agruma odnos invertnih šećera i saharoze gotovo jednak. Od povrtnih vrsta grašak sadrži više saharoze, dok kupus glukoze.

**Tablica 4.** Sadržaj invertnih šećera (%), saharoze (%) i ukupnih šećera (%) u pojedinim voćnim i povrtnim vrstama

Vrsta	Invertni šećer (%)	Saharozna (%)	Ukupni šećeri (%)
Jabuka	6,8	2,1	6 - 16
Kruška	8,1	1,9	8 - 15
Šljiva	8,2	1,8	7 - 16
Paprika	3,8	1,3	~4
Mrkva	2,4	2,4	~3
Špinat	0,4	0,2	~1

Organske kiseline i njihove soli zastupljene u voćnim i povrtnim vrstama određuju **ukupnu kiselost sirovine**. Najzastupljenije organske kiseline u voću i povrću su: jabučna (jezgričavo, koštičavo voće), limunska (jagodasto voće, agrumi) i vinska (grožđe). Ostale vrste kiselina značajno su manje zastupljene iako vrlo važne s obzirom da doprinose ukupnoj kiselosti, neke utječu i na boju proizvoda, djeluju kao konzervansi ili pak imaju značajnu nutritivnu vrijednost (askorbinska kiselina, odnosno vitamin C).



Ukupna kiselost voća i povrća najjednostavnije se izražava pomoću **pH-vrijednosti (mjera kiselosti)**.

*Uređaj kojim se određuje pH-vrijednost zove se pH-metar (Slika 5), a na tržištu postoji nekoliko izvedbi prilikom čega svi tipovi uređaja podrazumijevaju kombiniranu elektrodu koja se uranja u homogenizirani uzorak te izravno očitava pH-vrijednost. Prilikom rukovanja važno je obratiti pozornost na umjeravanje uređaja puferском otopinom poznate pH-vrijednosti koja se nabavlja od proizvođača.*



**Slika 5.** pH-metar (izvor: [www.canva.com](http://www.canva.com))

Općenito, voćne vrste sadrže značajno više organskih kiselina (do 2 %) u usporedbi s povrtnim vrstama čiji prosječni udio kiselina iznosi oko 0,1 % (uz izuzetak rajčice koja sadrži do 0,4 % ukupnih kiselina). Odnosno, prosječna kiselost voća izražena kao pH-vrijednost najčešće iznosi 3,5, a kod povrća najčešće oko 6.

Tako prema pH-vrijednosti voće i povrće možemo podijeliti na:

- slabo kiselo,  $\text{pH} > 5$
- srednje kiselo,  $\text{pH} 5 - 4,5$
- kiselo,  $\text{pH} 4,5 - 3,5$
- jako kiselo,  $\text{pH} < 3,5$ .

Upravo je mjera kiselosti jedan od čimbenika sastava namirnice koji će uvjetovati odabir adekvatnog procesa prerade odnosno konzerviranja, posebice kod konzerviranja visokim temperaturama (postupci pasterizacije i sterilizacije) gdje će granica kiselosti pH-vrijednosti od 4,5 uvjetovati odabir temperaturnog režima. Proizvodi pH-vrijednosti iznad 4,5 (srednje i slabo kiseli) zahtijevat će sterilizaciju,

dok će za proizvode niže kiselosti od 4,5 dovoljan biti temperaturni režim do 100° C, odnosno postupak pasterizacije.

Kiselost sirovine, osim što je limitirajući faktor razvoja mikroorganizama (kiseliji proizvodi neće biti toliko podložni kvarenju), ona je jedan od elemenata formiranja okusa gotovog proizvoda.

**Optimalan omjer šećera i kiselina** važan je u formiranju okusa proizvoda, a što je taj omjer veći (šećeri:kiseline; 10:1), to će okus proizvoda biti prijazniji. Ovaj odnos važan je još iz jednog aspekta, posebice za voćne vrste od kojih se često proizvode bezalkoholni osvježavajući sokovi (npr. jabuka) s obzirom da je prema Pravilniku (NN 48/13) prilikom proizvodnje zabranjena korekcija konačnog okusa istovremenim dodavanjem šećera i kiselina.

**Proteini (bjelančevine)** nisu specifičan kemijski sastojak svježeg voća i povrća uz izuzetak mahunarki (grah, leća) koje sadržavaju i neke esencijalne aminokiseline. Spojevi koji su po kemijskoj građi većinom proteini, a značajniji su u tehnološkim postupcima voća i povrća jesu **enzimi**. Primarna uloga enzima je ubrzavanje biokemijskih (metaboličkih) reakcija pa stoga imaju važnu ulogu u procesima dozrijevanja i starenja. Ukoliko se procesi zrenja nakon berbe žele zaustaviti, a kako ne bi došlo do kvarenja uzrokovanog enzimima, enzime je potrebno deaktivirati. Učinkoviti način je toplinska obrada sirovine (pasterizacija) što se često primjenjuje na povrtnim vrstama prije zamrzavanja, kako bi se poboljšavala stabilnost sirovine pri skladištenju. Aktivnost enzima je najveća pri temperaturi od oko 50 °C pa svaka toplinska obrada iznad spomenute temperature učinkovito deaktivira enzime.

**Lipidi** čine vrlo mali udio u kemijskom sastavu svježeg voća i povrća, ispod 0,5 %, uz izuzetak orašastog (jezgrastog) voća poput oraha, badema, lješnjaka, zatim masline, a od povrtnih vrsta avokada. Lipidi čine površinski, voštani sloj na pojedinim voćnim vrstama (šljiva, borovnica) što čini prirodnu zaštitu od gubitka vode. Upravo taj voštani sloj predstavlja glavnu prepreku u gubitku vode prilikom procesa sušenja, a zbog učinkovitosti samog postupka potrebno ga je predtretmanima ukloniti (što je detaljnije opisano u poglavlju *Sušenje*).

**Vitamini i minerali** vjerojatno su jedni od najpopularnijih komponenata svježeg voća i povrća, a već u vrlo malim količinama nužno su potrebni za normalno funkcioniranje ljudskog organizma. *Vitamini*, neovisno o topljivosti (u vodi ili u mastima), izuzetno su osjetljivi na čimbenike tehnoloških postupaka, posebice povišenu temperaturu, utjecaj kisika, svjetlosti, te stoga gotovo svaki način prerade dovodi do njihove degradacije. Ipak, vitamini topljivi u mastima (A, D,

E, K) bit će manje podložni gubitcima nakon berbe sirovine, dok oni topljivi u vodi, a posebice vitamin C, značajno su podložni degradaciji ako berba i postupci nakon berbe nisu provedeni pravilno (npr. već i fizičko oštećenje sirovine dovodi do gubitka vitamina C). *Mineralne tvari*, osim za biljni, ključne su za normalan rad i ljudskog organizma. Najrašireniji od mineralnih tvari u svježem voću i povrću je kalij koji je topljiv u vodi stoga treba izbjegavati predugo kuhanje namirnica. Sirovine bogate kalcijem imat će duži vijek trajanja s obzirom da visoki udio ovog elementa usporava zrenje.

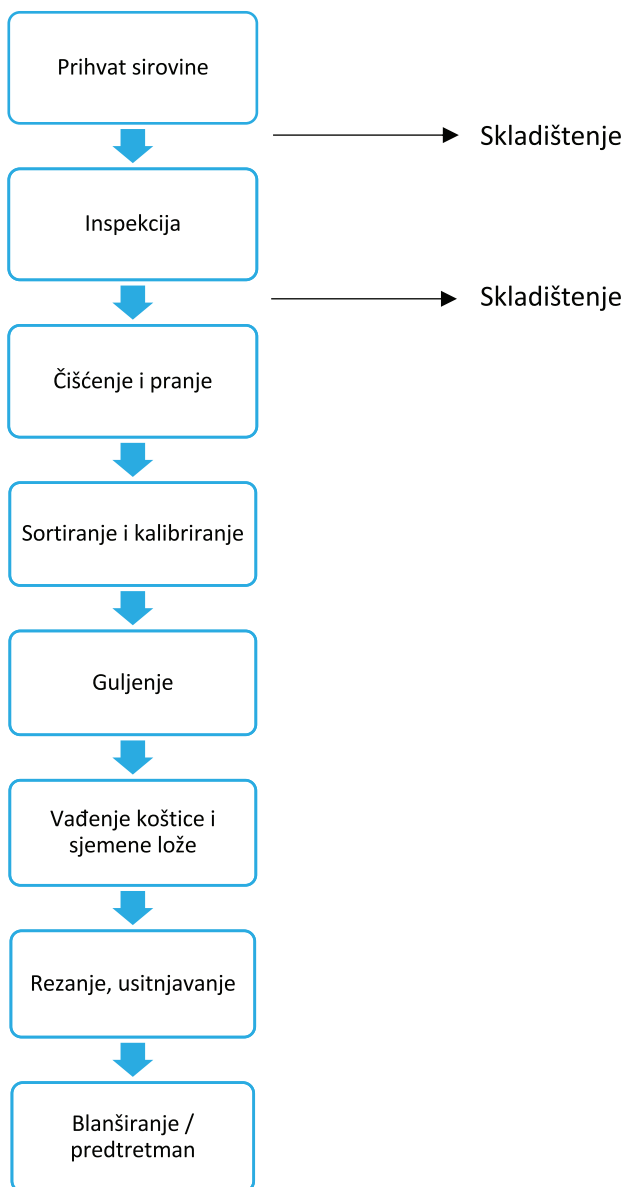
Kao važne komponente kemijskog sastava tu su još **pigmentni spojevi**: klorofili, karotenoidi, antocijani, betalaini i drugi, a primarno su odgovorni za karakteristično obojenje svježeg voća i povrća, te **fitokemikalije** u čiju skupinu ubrajamo polifenolne spojeve, hlapljive spojeve i ostalo.

Komponente kemijskog sastava važno je poznavati iz segmenta prerade i konzerviranja voća i povrća s obzirom kako čimbenici tehnoloških procesa, i to prvenstveno temperatura, kisik, svjetlost, pH-vrijednost medija, prisutnost metalnih iona i ostali značajno utječu na njihovu degradaciju. Upravo zbog navedenog odabir adekvatnog tehnološkog postupka i optimizacija čimbenika svakog postupka nužna je kako bi se očuvale senzorske, ali i nutritivne kvalitete gotovog proizvoda.

### *Pripremne radnje u preradi voća i povrća*

Prerada i obrada voća, povrća i ljekovitog i aromatičnog bilja obuhvaća i niz pripremnih radnji koje prvenstveno ovise o vrsti sirovine i karakteristikama gotovog proizvoda.

U dijagramu tijekom prikazani su osnovni koraci u pripremi voća i povrća za preradu.



Kao što je već navedeno, sva sirovina namijenjena preradi trebala bi udovoljavati minimalnim standardima kvalitete, a koji prije svega obuhvaćaju higijensko ispravnu i zdravu sirovinu. Upravo zbog navedenog, pokvarenu sirovinu i prije dostave do prerađivačkog objekta treba odstraniti kako bi se izbjegla potencijalna kontaminacija druge sirovine.

Po **prihvat**u sirovine u prerađivački objekt, dio sirovine možda će biti potrebno privremeno skladištiti, i to iz nekoliko potencijalnih razloga, a koji se prije svega odnose na manipulativne zahtjeve poput dospelosti sirovine, privremene prekomjerne opskrbe sirovinom ili pak uslijed prerade različite vrste sirovine sa sličnim rokovima dospelosti, odnosno berbe. U slučaju potrebe privremenog skladištenja mogu se koristiti dobro prozračeni, tamniji prostori s temperaturom ispod sobne (npr. za čuvanje krumpira), rashladne jedinice poput hladnjaka ili pak za veće i bolje opremljene kapacitete rashladne komore (npr. jagodaste voćne vrste, jabuke i dr.) s automatskom regulacijom temperature i relativne vlage zraka kao osnovnih čimbenika prilikom čuvanja pri niskim temperaturama (temperaturama hlađenja, do 0 °C).

**Inspekcija sirovine** obavlja se odmah po prijehu, a uključuje odstranjivanje neadekvatne sirovine, odnosno sirovine neadekvatne zrelosti (nezrela ili prezrela), mehanički oštećene sirovine (ozljede ploda uslijed udarca, nagnečenja; Slika 7), plodova s vidljivim znakovima kvarenja (plijesan, trulež), kao i stranih primjesa poput nečistoća, ostatka zemlje, granja, lišća, insekata, štetočina i drugih.



**Slika 7.** Neadekvatni plodovi jabuke za preradu (izvor: [www.canva.com](http://www.canva.com))

**Pranje i čišćenje** su prve operacije u pripremi sirovine za preradu, a prvenstveno služe za odstranjivanje grubih nečistoća (ostatka zemlje, lišća, grančica i sl.), ostataka pesticida i drugih rezidua i površinske mikroflore (odstranjuje se čak 90 % mikroorganizama s površine sirovine). Može se odvijati u sekcijama, što ovisi o tipu sirovine. Npr. korjenastom i gomoljastom povrću potrebno je prvo odstraniti ostatke zemlje (pomoću četki), a zatim slijedi fino pranje. Od metoda

pranja najčešće se koristi „mokri“ postupak, odnosno pranje sanitarno ispravnom vodom. Najbolje je koristiti samo vodu bez dodataka sredstava za pranje (npr. kloriranje) jer u tom slučaju ispiranje treba provesti i nekoliko puta, a i pojedina sredstva poput klora mogu negativno utjecati na kvalitetu sirovine (npr. kod krumpira može doći do potamnjenja gomolja). Za potrebe pranja, a da bi se smanjio utrošak vode, potrebno je otpadnu vodu tehnološki obraditi (filtrirati) te koristiti takvu vodu ponovno kada je god to moguće. Oprema koja se koristi ovisi prvenstveno o tipu sirovine, a danas se najčešće koriste uređaji za pranje s tuševima/prskalicama (Slika 8 i 9) (posebice za osjetljive voćne vrste meke teksture poput jagodastih) te uređaji s prethodnim potapanjem u vodu. Naime, neke vrste, npr. korjenasto i gomoljasto povrće, potrebno je prvo namakati vodom da bi se olakšalo odvajanje nečistoća pa se pranje provodi u uređajima s rotirajućim perforiranim bubnjem. Kod pranja u uređajima s tuševima vrlo je važno prilagoditi pritisak (jačinu) mlaznica, udaljenost sirovine od tuševa i broj prolaza tuševa, kako u slučaju sirovine mekše teksture (jagode ili rajčica) ne bi došlo do oštećenja. Općenito, prilikom pranja mokrim postupkom suvišak vode na sirovini nakon pranja poželjno je odstraniti prolazom sirovine po posebno konstruiranim vibracijskim trakama.



**Slika 8.** Pranje plodova jabuke (Šic Žlabur, 2022.)



**Slika 9.** Pranje plodova jabuke u uređaju s tuševima (Šic Žlabur, 2022.)

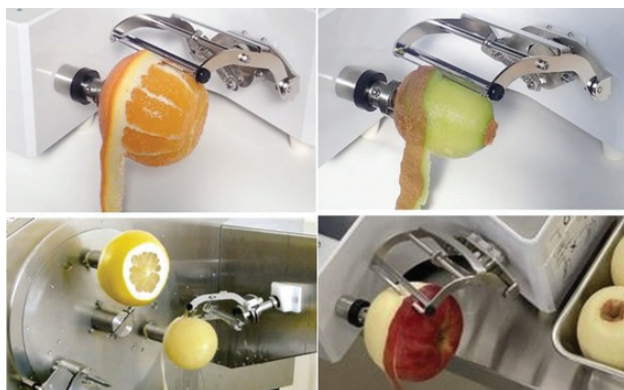
**Sortiranje i kalibriranje** su postupci kojima se po nekom obilježju sirovina ujednačuje, a kako bi se olakšala daljnja prerada. Npr. prethodno sortirano voće i povrće prikladnije je za mehanizirano (strojno) guljenje ili uklanjanje koštica. Isto tako, ovim postupcima odvaja se sirovina koja nije ujednačene kvalitete (npr. neadekvatne boje, veličine i sl.), a kako bi se u konačnici osigurala homogenost i bolja kvaliteta gotovog proizvoda. Sortiranje i kalibriranje se provode temeljem pojedinačnih svojstava sirovine kao što su:

- *boja*, npr. za utvrđivanje adekvatnog stupnja zrelosti ili površinskih nedostataka,
- *veličina*,
- *oblik*,
- *težina*, preciznije je od odvajanja po veličini i obliku, a npr. vrste poput jabuke, kruške, citrusa, krumpira, mrkve i luka razdvajaju se po težini.

U pogonima većih kapaciteta postupci sortiranja i kalibriranja se provode specijaliziranim uređajima, a njihova izvedba ovisno o tome prema kojem od spomenutih obilježja se provodi sortiranje. U slučaju polumehaniziranog malog pogona, ovi postupci se provode ručno na za to prikladnom stolu ili manjoj traci, a može se koristiti i pomoćna oprema poput metalnih prstenova za sortiranje po veličini ploda ili kolor tablice za ujednačavanje prema boji.

**Guljenje** se provodi u svrhu uklanjanja kore i kožice voća i povrća, a jedan je od rutinskih postupaka u pripremi sirovine za preradu. Hoće li se ovaj postupak koristiti kao općenita radnja prvenstveno ovisi o tipu sirovine, ali i o

svojstvima finalnog proizvoda. Naime, kod prerade citrusa (zbog eteričnog ulja) te korjenastog i gomoljastog povrća koru je nužno odstraniti, dok kod prerade jabuke (npr. za proizvodnju soka ili sušenje) kožica se nužno ne mora odvojiti, a što prvenstveno ovisi o tome kakav finalni proizvod želite. Tako, na primjer, za proizvodnju bistrog soka od jabuke kožicu ploda poželjno je odstraniti s obzirom da je ona nositelj komponenata mutnoće soka (tanini, pektini, polifenoli i dr.), dok kod proizvodnje mutnog soka to nije potrebno. Nekoliko je metoda koje se primjenjuju za guljenje voća i povrća, a od kojih je još uvijek najraširenije fizičko uklanjanje koje se provodi mehanički uređajima s noževima (Slika 10). Uz navedenu, koriste se još toplinske metode, i to obrada visokim temperaturama za npr. luk i češnjak i obrada vodenom parom za korjenasto povrće; te kemijske metode u kojima se sirovina potapa u zagrijanu otopinu lužine, najčešće u 10 % otopinu natrijeva hidroksida. Uređaji za guljenje često se u izvedbi kombiniraju i s dijelom za **vađenje koštica i sjemene lože**. Koštrice se zajedno s dijelom sjemene lože najčešće izbijaju mehanički.



**Slika 10.** Uređaji s noževima za guljenje različitih voćnih vrsta  
([www.flashplaza.com](http://www.flashplaza.com))

**Rezanje i usitnjavanje** primjenjuju se ovisno o tipu gotovog proizvoda. Rezanje se provodi kako bi se povećao omjer površine i volumena pa je postupak prerade učinkovitiji, npr. sušenje jabuke ili kod konzerviranja toplinom (npr. breskve u kompotu) zbog ravnomjernijeg prodiranja topline u sirovinu. Usitnjavanjem se također postiže povećanje površine sirovine što će, na primjer, kod proizvodnje soka olakšati izdvajanje soka i povećati iskoristivost sirovine. Stoga se usitnjavanje sirovine prije izdvajanja soka svakako preporuča (Slika 11). Također, na tržištu je dostupna specijalizirana oprema za pogone manjih kapaciteta, a osnovni zahtjev takvih uređaja je da koriste alate koji neće uzrokovati veća oštećenja tkiva.





**Slika 11.** Uređaj za usitnjavanje ploda jabuke (Šic Žlabur, 2022.)

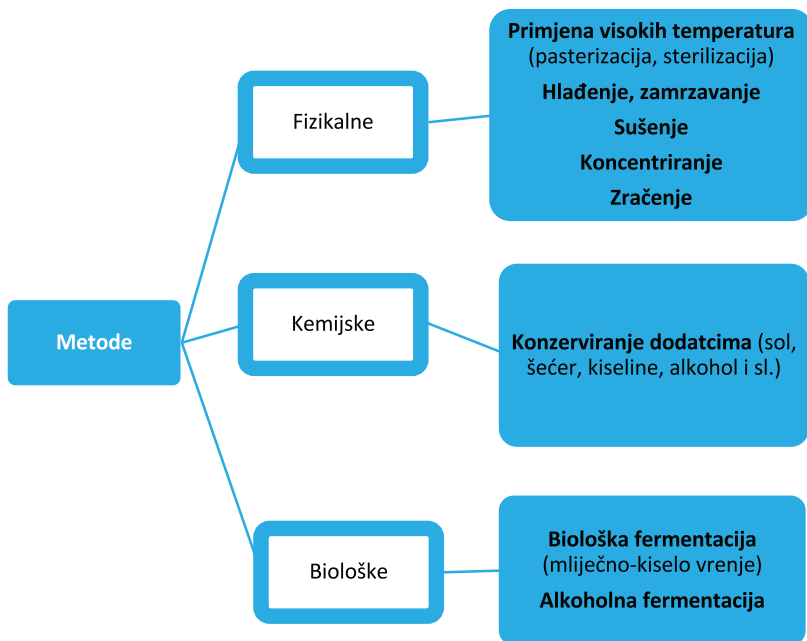
U pripreme radnje postupaka prerade ubrajamo i **blanširanje** koje se primarno primjenjuje u svrhu smanjenja enzimatske aktivnosti, i to najčešće kod povrtnih vrsta, a manje u preradi voćnih. Naime, blanširanje se ne koristi kao zasebna metoda konzerviranja toplinom, već kao predtretman u drugim postupcima konzerviranja, odnosno prerade, npr. zamrzavanju i sušenju. Blanširanje podrazumijeva kratkotrajni toplinski tretman (temperatura do 100 °C) nakon čega slijedi hlađenje sirovine uranjanjem u ledenu kupelj ili hlađenjem pod mlazom vode. Vrijeme blanširanja ovisi o nekoliko čimbenika: vrsti sirovine, količini (veličini) sirovine, temperaturi blanširanja i metodi dovođenja topline. Najčešće metode blanširanja su vodenom parom i vrućom vodom, s tim da se preporuča korištenje vodene pare s obzirom da se tako ipak manje gube tvari topljive u vodi poput vitamina. Ipak, još uvijek se uglavnom koristi metoda blanširanja potapanjem sirovine u vruću vodu. Blanširanje pomaže i u smanjenju broja površinskih mikroba i količine pesticida.

### *Metode prerade (konzerviranja) voća, povrća te ljekovitog i aromatičnog bilja*

Osnovni cilj svih metoda konzerviranja odnosno prerade je zaustaviti ili usporiti promjene koje dovode do kvarenja hrane, a koje obuhvaćaju: **enzimatske promjene** - posljedica djelovanja specifičnih enzima (posmeđivanje i omekšavanje tkiva, ubrzavanje kvarenja), **kemijske promjene** - posljedica temperature, pH medija, svjetlosti, kisika i dr. (smanjenje nutritivne vrijednosti, promjena boje/posmeđivanje, promjena okusa/arome), **fizikalne promjene** - posljedica aktivnosti vode (stvrđnjavanje) i **biološke promjene** - posljedica djelovanja bakterija, gljivica, plijesni, kvasaca, insekata i štetočina.

Temeljem spomenutih uzročnika gore navedenih promjena koje uzrokuju kvarenje namirnice, možemo izdvojiti ključne vanjske čimbenike kojima učinkovito možemo kontrolirati brzinu reakcija kvarenja, i to: **temperaturu, aktivitet vode ( $a_w$ ), sastav atmosfere i utjecaj svjetlosti**. Spomenute čimbenike važno je prilagoditi odnosno optimizirati, a prvenstveno ovisno o uzročnicima kvarenja, ali i o konačnoj kvaliteti gotovog proizvoda. Naime, osim osiguravanja mikrobiološke ispravnosti, finalni proizvod treba biti adekvatnih senzorskih, ali i nutritivnih svojstava. Tako se, na primjer, većina mikroorganizama razvija pri temperaturi 20 - 45 °C, no ima i onih tolerantnih na značajno niže temperature (od čak -10 do 20 °C), ali i značajno više (pri 80 °C); nadalje, većina bakterija razvija se pri aktivitetu vode 0,93 - 0,99 (kvasci 0,88 - 0,91, a plijesni 0,80 - 0,91) i pri normalnom tlaku zraka (1013 hPa), dok UV-zrake usporavaju rast mikroorganizama. Također, važan utjecaj ima i kemijski sastav namirnice (udio kiselina, šećera i sl.), a o čemu je detaljno napisano u poglavlju prije. Poznavajući sve navedeno, odabrat ćete i optimizirati specifičnu metodu prerade voća, povrća i ljekovitog i aromatičnog bilja.

Kako biste imali lakši uvid u dostupne metode prerade, konzerviranja voća, povrća i ljekovitog i aromatičnog bilja, dostupan je prikaz na Slici 12.



**Slika 12.** Metode prerade (konzerviranja) voća, povrća i ljekovitog i aromatičnog bilja

Najčešće niti jedna od navedenih metoda nije u potpunosti učinkovita u eliminaciji uzročnika kvarenja, tj. ne može se smatrati potpuno zadovoljavajućom s mikrobiološkog, fizikalno-kemijskog i senzorskog gledišta pa se često spomenute metode međusobno kombiniraju (npr. sušenje i zamrzavanje, sušenje i pakiranje, sušenje i konzerviranje kemijskim dodacima i sl.).

Detaljnije će načela pojedinih metoda prerade i konzerviranja biti navedena u daljnjem dijelu teksta kod opisa specifičnih tehnologija prerade namijenjenih provedbi i radu u Praktikum za preradu voća, povrća i ljekovitog i aromatičnog bilja.

### *Sušenje voća, povrća te ljekovitog i aromatičnog bilja*

Sušenje ili dehidracija predstavlja fizikalni tehnološki postupak kojim se iz sirovine uklanja veći dio vode, kako bi se zaustavila mikrobiološka aktivnost te time omogućilo dugotrajno čuvanje proizvoda.

Razlikuje se nekoliko vrsta sušenja (vakuum, liofilizacija), no najčešće se još uvijek primjenjuje **metoda ishlapljivanja** koja koristi toplinu za ishlapljivanje (isparavanje vode) sa sirovine, i to najčešće koristeći ugrijani zrak kao radni medij.

Osnova procesa sušenja je smanjiti sadržaj, odnosno aktivitet vode koji je osnovni medij za rast i razvoj mikroorganizama. Što je sadržaj vode sirovine niži, to će i mikrobiološka aktivnosti biti niža. Navedeno ovisi i o vrsti mikroorganizma pa tako općenito bakterije i kvasci za rast i razvoj trebaju veći sadržaj vode, dok plijesni manji pa se one mogu lako razviti i na polusuhim ili nekvalitetno osušenim proizvodima. Pri niskom sadržaju vode, osim mikrobiološke aktivnosti, značajno se usporavaju i drugi procesi (kemijski, fizikalni) koji također uzrokuju kvarenje proizvoda.

Voće, povrće te ljekovito i aromatično bilje sirovine su vrlo visokog sadržaja vode, prosječno 80 - 95 %, a sušenjem je potrebno ukloniti veći dio. **Voće se stoga najčešće suši do 16 - 25 % konačnog sadržaja vode u sirovini, dok povrće te ljekovito i aromatično bilje do 8 - 12 % sadržaja vode.**

Sušenjem je, osim mikrobiološke aktivnosti i dužeg roka trajanja, potrebno osigurati i konačni proizvod visoke kvalitete zadovoljavajućih nutritivnih i senzorskih svojstava. Naime, sušenje podrazumijeva upotrebu povišenih temperatura koje će uzrokovati niz promjena:

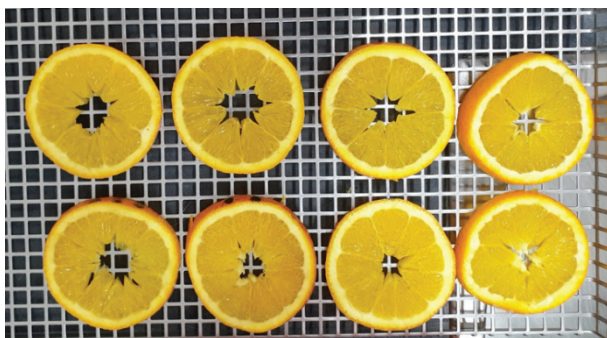
- **strukturne**, uključuju promjene i/ili gubitak staničnih struktura,
- **fizikalne**, uključuju promjene oblika sirovine kao što je sakupljanje, smežuranje te promjenu boje,
- **kemijske**, uključuju promjene u kemijskom sastavu poput degradacije vitamina, koncentriranje šećera (energetska vrijednost suhih proizvoda je veća), kristalizacija celuloze i sl.

Suhi proizvod treba zadovoljiti nekoliko kriterija kvalitete: **boju, oblik, teksturu, prehrambenu vrijednost** i dodatne kriterije poput **mehaničkih i rehidracijskih svojstava**.

Također, sušenje je i energetski zahtjevan proces te ga je temeljem svega navedenog veoma važno provesti u što kraćem vremenu, a kako bi se istovremeno zadovoljili kriteriji kvalitete sirovine, ali i materijalne bilance.

Nekoliko je ključnih čimbenika postupka sušenja koji utječu na brzinu i ukupno vrijeme sušenja, a i kvalitetu proizvoda. Navedeni čimbenici opisani su detaljnije u daljnjem dijelu teksta.

**Svojstva i priprema sirovine.** *Debljina sloja*, odnosno površina koja se suši bitan je čimbenik koji će prvenstveno utjecati na brzinu prijenosa topline i tvari (vode). Voće i povrće namijenjeno sušenju stoga se najčešće reže na manje komadiće ili tanke slojeve (npr. marelice mogu razrezati na polovice, dok se npr. plod jabuke reže na tanje kolute), uz izuzetak pojedinih vrsta poput šljiva, smokava, marelica i dr. koje se suše u komadu s obzirom na zahtjev potrošača za konačnim proizvodom. Rezanjem se osiguravaju veće površine sirovine koje će biti u dodiru s medijem za prijenos topline (najčešće zrak), a time i veću površinu s koje voda (vlaga) može izaći. Rezanje treba provesti oštrom nožem kako bi debljina sirovine za sušenje bila ujednačena i kako bi se izbjeglo oštećenje materijala (promjena oblika nakon sušenja). Vrlo je važno pripremljenu sirovinu sušiti u *elementarnom sloju* (Slika 14), bez preklapanja jednog dijela preko drugog. Time se omogućuje ravnomjerno strujanje ugrijanog zraka i ravnomjerno sušenje sirovine u svakom dijelu sušnice.



**Slika 14.** Plodovi naranče razrezani na kolute debljine oko 4 mm složeni u elementarnom sloju (Hržina, 2022.)

Većinu sirovine namijenjene sušenju treba prethodno obraditi, kako bi se zaustavili metabolički procesi (npr. eliminirali enzimi koji će uzrokovati posmeđivanje), ali i poboljšala kinetika sušenja, odnosno ubrzao postupak. Time će se osigurati i veće očuvanje kvalitete proizvoda tijekom sušenja (boja i oblik). **Predtretmane** sušenja možemo klasificirati na **kemijske** i **fizikalne**. Kemijske metode podrazumijevaju upotrebu konzervansa koji su učinkoviti u očuvanju boje, sprječavaju enzimatsko i neenzimatsko posmeđivanje, djeluju kao sredstva za izbjeljivanje, kontroliraju rast mikroorganizama, a mogu imati i antioksidacijska svojstva. Najčešće se u navedene svrhe koristi sumporni dioksid (sumporenje), askorbinska kiselina, limunska kiselina, otopine soli i šećera. Neke voćne vrste, poput marelica i smokava, tradicionalno se sumpore kako bi se spriječilo posmeđivanje i gubitak karakterističnog obojenja, a pritom je važno optimizirati količinu sulfita koji se koriste.

*Sumporenje kao predtretman sušenju. Razlikujemo suhi postupak (plinovitim  $SO_2$ ) i mokri, uranjanje u otopinu sulfita. Ukoliko ćete u sklopu Praktikum za preradu voća i povrća sušiti marelice ili smokve, možete mokri postupak koristiti kao predtretman. Sulfiti (spojevi sumporovog dioksida,  $SO_2$ ) koji se najčešće koriste za ovaj postupak su natrijev i kalijev metabisulfit ( $K_2S_2O_5$ ,  $Na_2S_2O_5$ ). Prilikom pripreme njihove vodene otopine, koncentraciju  $SO_2$  izražavajte u ppm (dijelovi na milijun). Važno je znati da otapanjem natrijevog metabisulfitu u vodi samo oko 2/3 težine  $Na_2S_2O_5$  će dati  $SO_2$ , stoga, da biste postigli željenu koncentraciju  $SO_2$ , morate otopiti oko 3/2 puta veću težinu  $Na_2S_2O_5$ . Tako ćete, na primjer, otapanjem 1,5 g  $Na_2S_2O_5$  u jednoj litri (1 L) vode dobiti 1.000 ppm sumporovog dioksida. Sumporenje se provodi nakon blanširanja, a u slučaju kada blanširanje nije potrebno, nakon rezanja. Kod marelica i smokava sumporenje ćete provesti*

odmah nakon inspekcije plodova. Prilikom odabira koncentracije SO<sub>2</sub> koju ćete koristiti za sumporenje važno je pridržavati se vrijedećih propisa i preporuka za dobru proizvodnu praksu. Naime, SO<sub>2</sub> u hrani nema štetan učinak na ljude, no kod onih osjetljivijih može izazvati alergijske reakcije, glavobolju ili mučninu. Upotreba i količina SO<sub>2</sub> dopuštena je i za kategorije suhih proizvoda od voća i povrća (Tablica 5). Cijeli plod ili polovice (marelica, smokva) potrebno je uroniti u otopinu sulfita duže, oko 15 min, dok narezane plodove kraće, oko 5 min. Otopinu sulfita nakon provedenog predtretmana možete koristiti za otprilike pet serija plodova, s time da nakon svakog tretmana volumen posude treba nadopuniti svježe pripremljenom otopinom. Nakon pet serija tretiranja otopinu je potrebno baciti i koristiti svježe pripremljenu.

**Tablica 5.** Proizvodi u kojima je dopuštena upotreba sulfita i dopuštene količine u pojedinim kategorijama

Proizvod	Količina (mg/kg ili ppm)
Suhe gljive, kandirano voće	100
Sušena rajčica	200
Proizvodi od dehidriranog krumpira, bijelo sušeno povrće	400
Suhe marelice, breskve, grožđe, šljive i smokve	2.000
Suhe banane	1.000
Suhe jabuke i kruške	600
Ostalo osušeno voće (uključujući lupinasto)	500

Prilikom provođenja sumporenja potrebno je pridržavati se i mjera opreza te koristiti zaštitnu opremu, rukavice i masku. Otopina sulfita može izazvati osip u doticaju s kožom ili kašalj s obzirom da nagriza sluznicu.

Od drugih konzervansa koji se koriste u svrhu kemijskog predtretmana sirovine najpoznatija zamjena sulfita je *L-askorbinska kiselina*. Učinkovita je u sprječavanju oksidacije (antioksidans) i očuvanju boje sirovine. Najčešće se koristi 0,5 % vodena otopina L-askorbinske kiseline u kojoj se sirovina potapa otprilike 5 min. L-askorbinska kiselina komercijalno je dostupna u prahu i često se koristi kao predtretman u sušenju ploški jabuke. Kod upotrebe kemijskih konzervansa u svrhu predtretmana sušenja važno je spomenuti i upotrebu *otopina lužina*, kalijev

i natrijev hidroksid (KOH, NaOH) koncentracije 0,5 - 1,5 %. Otopine lužina koriste se kao predtretman u sušenju npr. plodova šljiva, a glavna im je svrha uklanjanje voštane prevlake s površine ploda (Slika 15) kako bi se uklonila prirodna barijera koja štiti plod od gubitka vode te time olakšala migracija vode iz ploda tijekom sušenja. Voštanu prevlaku nužno je ukloniti jer će suprotno proces sušenja biti neučinkovit, dugotrajan, a i suhi plod neće biti adekvatne kvalitete (ostatak voska očituje se nakon sušenja kao bijela prevlaka). Često se zbog veće učinkovitosti otopina lužine zagrijava na 60 °C. Kao alternativa korištenju otopina lužine često se koristi i toplinski predtretman prilikom kojeg se plodovi potapaju u vodu temperature 60 °C oko jedne minute.



**Slika 15.** Plodovi šljiva prije predtretmana (slika lijevo) i s uklonjenom voštanom prevlakom, nakon predtretmana (slika desno) (Jelačić, 2018.)

Od fizikalnih metoda predtretmana najpoznatije je *blanširanje*, odnosno toplinski predtretman. O načinu blanširanja već je bilo riječi u prethodnom dijelu Priručnika. Blanširanje kao predtretman postupku sušenja najčešće se koristi u svrhu sprječavanja posmeđivanja, ali i za omekšavanje tkiva sirovine (npr. kod korjenastog povrća) kako bi bilo olakšano otpuštanje vlage tijekom sušenja. Prilikom blanširanja zelenog lisnatog povrća i npr. graška vodi za blanširanje može se dodati i natrijev bikarbonat koji dodatno sprječava promjenu zelene boje klorofila u smeđe-zelenu boju (feofitin). Blanširanje se uglavnom koristi kao predtretman u sušenju povrtnih vrsta. Vrijeme predtretmana potrebno je prilagoditi svakoj vrsti, što je detaljnije navedeno u Tablici 6.

**Temperatura i vlažnost zraka.** Što je veća temperaturna razlika između ugrijanog medija i sirovine koja se suši, to će biti veća brzina prijenosa topline u sirovinu, a što

je osnova uklanjanja vode, odnosno dehidracije. Upravo zbog navedenog, važno je poznavati i načine dovođenja topline prilikom sušenja. Pritom razlikujemo: **konvekcijsko sušenje** u kojem se kao medij koristi ugrijani zrak koji se dovodi u kontakt sa sirovinom; **kondukcijsko sušenje** pri kojem se materijal suši u kontaktu s grijanom površinom; **radijacijsko sušenje** pri kojem se toplina generira u sirovini izlaganjem visokofrekventnom elektromagnetskom zračenju. Najčešće se u praksi koristi konvekcijsko sušenje, a pritom i većina opreme koja je dostupna za sušenje primjenjuje ovaj tip sušenja. U konvekcijskom sušenju, a s obzirom da koristi ugrijani zrak kao radni medij, važan čimbenik uz temperaturu zraka je i vlažnost zraka. Naime, što je zrak niže relativne vlažnosti (suhi zrak) i više temperature, to će imati i veću sposobnost upijanja vlage sa sirovine, a time će i sušenje biti brže. Najčešće se za sušenje voća i povrća te ljekovitog i aromatičnog bilja koristi **temperatura zraka 45 - 90 °C**, a što ovisi i o vrsti sirovine, predtretmanu, površini za sušenje i drugim čimbenicima. Temperaturu je važno optimizirati jer će neadekvatne temperature izazvati nepoželjne promjene u kvaliteti (posebice previsoke temperature) ili usporiti vrijeme sušenja (preniske temperature) uslijed čega može doći do kvarenja konačnog proizvoda. Također, **dvofazno sušenje** izuzetno je prikladno za efikasnije ishlapljivanje vode, a prilikom čega u prvoj fazi koristimo više temperature sušenja, a zatim u drugoj fazi dosušujemo pri nižim temperaturama (Tablica 6).

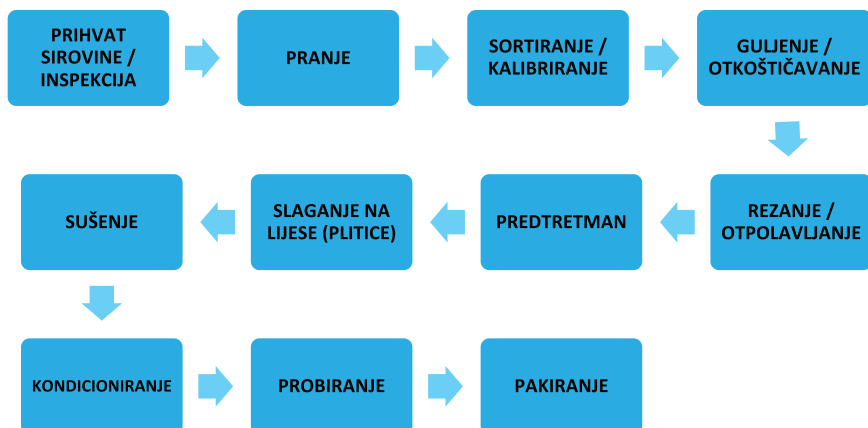
**Brzina strujanja zraka.** Uslijed ishlapljivanja vode sa sirovine, vrući zrak preuzima i vlagu koju je nakon toga potrebno odvesti s površine namirnice kako se ne bi stvorila zasićena atmosfera i usporilo naknadno uklanjanje vlage. U ovom dijelu sušenja veliku ulogu ima i brzina kretanja odnosno strujanja zraka. Zrak veće brzine strujanja, osim što preuzima vlagu, odvodi je s površine namirnice i tako onemogućuje stvaranje zasićene atmosfere, površina se pritom osuši, a sloj namirnice iz kojeg voda treba ishlapiti pomiče se sve dublje u unutrašnjost. Upravo zbog navedenog ključna je adekvatna ventilacija u prostoru ili uređaju u kojem se sušenje provodi. Isto tako, brzinu strujanja zraka potrebno je optimizirati jer ako je ona prevelika, na površini sirovine dolazi do izdvajanja šećera koji uslijed povišene temperature počinju karamelizirati pa se na površini sirovine može stvoriti nepropusni sloj koji će stvoriti barijeru ishlapljivanju vode. Također, zaostala voda u unutrašnjosti ploda može uzrokovati kvarenje proizvoda, a narušena je i kvaliteta finalnog proizvoda.

**Atmosferski tlak i vakuum.** Sušenje se najčešće provodi pri normalnom atmosferskom tlaku, no postoji i specijalizirana oprema koja omogućuje korištenje vakuuma pri sušenju (vakuum sušnici). Glavna prednost korištenja



vakuuma očituje se u primjeni nižih temperatura sušenja koje mogu ukloniti vlagu iz sirovine i kraćem vremenu sušenja, što omogućuje očuvanje kvalitete sirovine, posebice njezinih nutritivnih svojstava, i to kemijskih spojeva osjetljivih na visoke temperature poput vitamina.

Temeljem svega može se zaključiti da je upravo optimizacija parametara procesa sušenja s obzirom na tip sirovine ključna u dobivanju kvalitetnog finalnog proizvoda. Vrlo često među potrošačima i proizvođačima prevladava mišljenje da je sušenje u prirodnim uvjetima (**prirodnim putem**) postupak kojim će se dobiti kvalitetniji proizvod. Sušenje u prirodnim uvjetima podrazumijeva uklanjanje vode izlaganjem Sunčevoj svjetlosti i prirodnom strujanju zraka prilikom čega se vrijeme sušenja ne može kontrolirati, najčešće je ono dugotrajno (može potrajati i do mjesec dana), sirovinu je potrebno zaštititi od insekata, štetočina i u konačnici postupak često rezultira sirovinom neadekvatne kvalitete. Stoga se prednost daje **sušenju u umjetnim, kontroliranim uvjetima** (prisilno sušenje) koje se provodi u posebno konstruiranim uređajima, sušnicama (dehidratorima). Široko su dostupni sušnici koji koriste konvekciju kao način dovođenja topline, najčešće kao komorne sušnice čiji su kapaciteti prilagođeni i manjim pogonima. Suvremenije komorne sušnice imaju automatizirane parametre sušenja, temperaturu, brzinu strujanja zraka i vrijeme.



U shemi iznad prikazani su osnovni koraci u proizvodnji suhog voća, povrća te ljekovitog i aromatičnog bilja.

Završne radnje postupka sušenja uključuju *kondicioniranje* (ujednačavanje vlage), probiranje i pakiranje. Naime, nakon sušenja temperatura proizvoda je viša

od temperature okoline te će takva sirovina imati tendenciju upijanja vlage iz okoline, a posljedično tomu može doći do povećanja sadržaja vode čime proizvod više neće biti stabilan kroz dulje vremensko razdoblje (ranije kvarenje). Upravo zbog toga nakon sušenja provodi se kondicioniranje. U komornoj sušnici ono se provodi tako da se smanji temperatura i brzina zraka, odnosno grijači sušnice se isključe i ventilatorom se upuhuje okolni hladniji zrak. Kondicioniranje je moguće provesti i u posebnim komorama za čuvanje prilikom čega postupak traje minimalno desetak dana, a važno je osigurati dobro provjetranje i higijenski ispravan prostor. Nakon kondicioniranja slijedi probiranje, odnosno izdvajanje neadekvatnih plodova i pakiranje. Za potrebe *pakiranja* od ambalažnih materijala koriste se polimerni filmovi i vrećice. Pakirani proizvod potrebno je čuvati na suhom i tamnom mjestu pri temperaturi oko 10 °C i relativnoj vlazi zraka od 60 - 70 %.

**U Tablici 6** prikazani su okvirni optimalni uvjeti postupka sušenja ovisno o vrsti sirovine, a koji vam mogu biti oslonac u odabiru uvjeta sušenja.

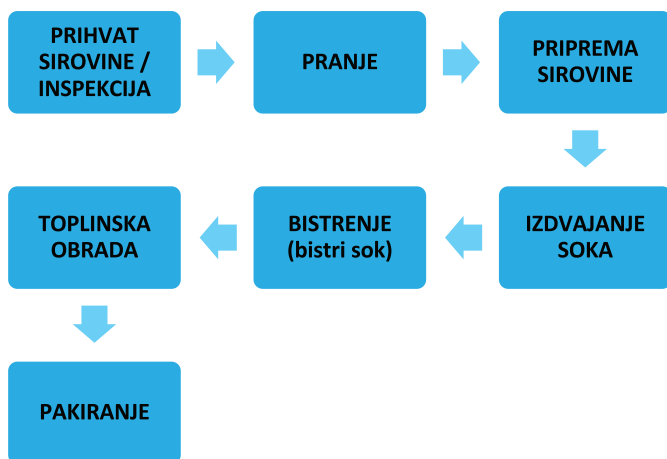
Vrsta	Predtretman	Temperatura (°C)		Vrijeme (h)	Način sušenja (uređaj)	Količina robe na 1 m <sup>2</sup>
		I. faza	II. faza			
Jabuka	L- askorbinska kiselina	70	65	6 - 8	Komorna sušnica	10
Kruška	L- askorbinska kiselina	70	60	10 - 15	Komorna sušnica	16
Šljiva	KOH, toplinski tretman	70	60	18	Komorna sušnica	16
Marelica	Sumporenje	65	50	15	Komorna sušnica	10
Mrkva	Blanširanje 2 min + natrijev bikarbonat	85	75	6 - 8	Komorna sušnica	25
Krumpir	Blanširanje 3 - 6 min	80	65	3 - 4	Komorna sušnica	20
Ljekovito, aromatično bilje	Ne primjenjuje se	50 -60	45 -50	6	Komorna sušnica	/

## Proizvodnja voćnih sokova

Sve odredbe vezane uz proizvodnju voćnog soka definirane su *Pravilnikom o voćnim sokovima i njima sličnim proizvodima namijenjenim za konzumaciju* (NN, 48/2013), a kojim su definirane različite kategorije i temeljne karakteristike proizvoda, uvjeti proizvodnje, sastojci i postupci koje je dopušteno primjenjivati tijekom proizvodnje te odredbe stavljanja navedenih proizvoda u promet.

**Voćni sok** je navedenim Pravilnikom definiran kao „proizvod koji može fermentirati, ali je nefermentiran, a proizvodi se od jestivog dijela voća koje je zdravo, svježe ili konzervirano hlađenjem ili smrzavanjem jedne ili više vrsta pomiješanih zajedno, a ima boju, aromu i okus karakterističan za sok od voća od kojega potječe“.

U tehnologiji proizvodnje sokova razlikujemo *bistri, mutni i kašasti sok*, a koji se primarno razlikuju u posjedovanju čestica mutnoće, odnosno u primjeni postupka filtracije i sredstava za bistenje tijekom proizvodnje. Također, kod nekog dijela potrošača uvriježeno je mišljenje kako je mutni sok manje kvalitete od bistrog, no brojna znanstvena istraživanja dokazuju upravo suprotno. U ovom Priručniku prikazana je tehnologija proizvodnje i bistrnih i mutnih sokova na primjeru voćne vrste jabuka. U manjim pogonima preporuča se proizvodnja mutnog soka s obzirom da ne zahtijeva dodatne postupke filtracije i bistenja, a samim time i manje dodatne opreme. Kao što je već navedeno, mutni sok sadržava značajno više nutritivno vrijednih spojeva te se može smatrati nutritivno kvalitetnijim. Na shemi ispod prikazani su osnovni koraci u proizvodnji soka.



Za proizvodnju voćnog soka koriste se plodovi optimalnog stupnja zrelosti (tehnološka zrelost), adekvatne tehnološke dospelosti i kvalitete (svojstvenog kemijskog sastava). Naime, u proizvodnji soka mogu se koristiti plodovi s manjim površinskim oštećenjima, no ne i truli, nedozreli ili pljesnivi plodovi. Ukupna oštećenja ploda ne smiju prelaziti 8 %. Stoga je, kao i u svakom postupku prerade, **prihvata i inspekcija sirovine** važan početni korak. Također, prilikom odabira sirovine za preradu u sok važno je poznavati mehanička i kemijska svojstva sirovine. Naime, Pravilnikom su voćne vrste klasificirane na one čiji su sokovi pitki u izvornom stanju poput jabuke, kruške, breskve, naranče i dr. te one čiji sokovi nisu pitki u izvornom stanju poput šljive, borovnice, višnje, jagode, limuna i dr. U ovoj klasifikaciji glavni je kriterij mehanički sastav sirovine odnosno njezina iskoristivost za dobivanje soka prilikom čega voćne vrste čiji sokovi nisu pitki u izvornom stanju imaju minimalnu količinu soka u proizvodu manju od 50 %, dok vrste čiji su sokovi pitki u izvornom stanju imaju količine soka iznad 50 %. Jabuka kao voćna vrsta ima visok udio soka (60 - 80 %) te je zbog toga njezina prerada u sok značajna. Mehanički sastav razlikuje se ovisno o sorti pa neke sorte jabuka poput Idared imaju vrlo visok udio soka (oko 80 %). Nadalje, općenito plodovi tvrđe konzistencije postižu i bolju iskoristivost za dobivanje soka. U prosjeku, za proizvodnju 1 L soka jabuke potrebna je količina od 1,25 do 1,5 kg svježih plodova jabuka. Isto tako, kemijska svojstva jabuke izuzetno su povoljna za preradu u sok, ima optimalan omjer šećera i kiselina, što je i sortno svojstvo. Za proizvodnju soka od jabuke stoga se preporuča koristiti mješavinu raznih sorti (slatkih, kiselih, srednje kiselih i aromatičnih) te onih s visokim udjelom soka. Upravo zato većina proizvođača prilikom odabira sorata jabuka za preradu u sok kombinira veći udio sorte Idared (ekonomski je isplativija) te onda, ovisno o recepturi, manji udio i drugih sorti poput Cripps Pink, Golden Delicious, Granny Smith, Gala i dr.

**Pranje plodova jabuka** obavlja se sanitarno ispravnom vodom bez potrebe dodavanja sredstava te ne iziskuje neku specijalnu opremu. Pranje namakanjem uz promjenu vode u kombinaciji s prskalicama/mlaznicama (Slika 8 i 9) dovoljno je učinkovito.

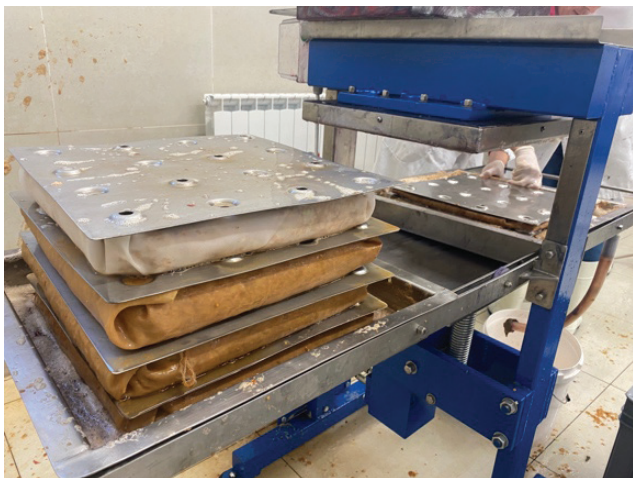
Druge **pripreme radnje**, poput sortiranja i kalibriranja, guljenja te izbijanja sjemene lože nisu nužno potrebne kod proizvodnje soka od jabuke. Naime, u tehnologiji proizvodnje soka prednost je ta što je moguće korištenje i onih plodova koji zbog neujednačene veličine ili boje nije moguće plasirati na tržište u svježem stanju kao konzumnu robu, tzv. industrijska sirovina. Također, u proizvodnji soka od jabuke guljenje i izbijanje sjemene lože nije nužan korak, a provode se ovisno o izvedbi (konstrukciji opreme) i tipu finalnog proizvoda. U proizvodnji soka od

jabuke posebno se preporuča kožicu ne gultiti s obzirom da upravo ona sadržava najveći udio polifenola (spojeva nositelja specifičnih aroma i kvalitete sirovine). **Usitnjavanje** u mlinovima za voće (Slika 10) preporuča se s obzirom da će ovaj postupak olakšati izdvajanje soka i povećati iskoristivost sirovine.

Sok se iz ploda jabuke izdvaja **fizikalnim postupkom mehaničke ekstrakcije**, odnosno neposrednim prešanjem (tiještenjem) usitnjenog voća pomoću za to dostupnih uređaja. Za manje pogone izuzetno je učinkovita visokotlačna hidraulična preša (Slika 16 i 17) koja, ovisno o sili prešanja i sirovini, može izdvojiti značajne količine soka. Dostupne hidraulične preše najčešće dolaze u izvedbi radnih ploča od nehrđajućeg čelika i filtera tkanina u kojima se provodi prešanje (Slika 17). Tiještenje je potrebno provoditi lagano i postupno povećavati silu pritiska cilindra do maksimalno preporučene. Izdvojeni sok zatim se ili izravno pumpa u pasterizator ili sakuplja u odvojenim posudama (najbolje od nehrđajućeg čelika). Kod proizvodnje soka od jabuke, a zbog podložnosti oksidaciji, preporuča se dodavanje L-askorbinske kiseline kako bi se spriječilo potamnjivanje i očuvala karakteristična boja finalnog proizvoda.



**Slika 16.** Hidraulična preša za voće (Šic Žlabur, 2023.)



**Slika 17.** Radne ploče i filtar tkanina hidraulične preše (Šic Žlabur, 2023.)

Za proizvodnju bistrog soka prije pasterizacije potrebno je provesti postupke bistrenja od kojih razlikujemo: **taloženje**, **filtriranje**, **depektinizaciju**. Spomenuti postupci najčešće se kombiniraju zbog veće učinkovitosti postupka. Naime, taloženjem se može postići i spontano bistrenje soka bez upotrebe sredstava, no taloženje traje dosta dugo prilikom čega postoji mogućnost vrenja soka (posebice ako se proizvodi u ljetnim mjesecima). Upravo zbog toga prilikom taloženja se često koriste kemijski preparati koji pospješuju izdvajanje čestica mutnoće (želatina, tanin, bentonit i sl.). Od fizikalnih postupaka može se koristiti i filtriranje kojim se uklanjaju sve čestice mutnoće, a prilikom čega se najčešće koristi naplavni filtar. Depektinizacija, odnosno razgradnja pektina, učinkovito se provodi pektolitičkim enzimima čija se količina određuje prethodnom probom na manjoj količini soka, a bistrenje ovim enzimima traje 1 - 2 sata te ga je potrebno provoditi pri temperaturi oko 50 °C (sok je prethodno potrebno stabilizirati na navedenu temperaturu).

I kod proizvodnje mutnog i bistrog soka nakon izdvajanja soka i bistrenja potrebna je toplinska obrada postupkom **pasterizacije**. Pasterizacija se provodi u specijalnim uređajima, pasterizatorima, pri temperaturi od oko 75 - 80 °C u vremenskom trajanju 8 - 10 minuta. Vrijeme pasterizacije u izravnoj je ovisnosti o korištenoj temperaturi pa ukoliko se koriste temperature više od 80 °C (npr. 88 - 90 °C), onda i vrijeme pasterizacije treba biti znatno kraće, oko 1 minutu. Suvremeni pasterizatori omogućuju automatsko podešavanje vremena trajanja toplinske obrade ovisno o temperaturi.

Pasterizirani sok automatski se puni u prethodno oprane i sterilizirane **staklene boce** koje se odmah zatvaraju originalnim čepom i ostavljaju na hlađenju do temperature od oko 40 °C, a za što se koriste posebni spremnici s hladnom vodom (npr. hladnjak boca s rekuperativnim predgrijačem soka).

## Proizvodnja džemova

Preradu voća u džem ubrajamo u kemijske metode konzerviranja dodacima, prilikom čega se u proizvodnji džema i njemu srodnih proizvoda (marmelada, pekmez, žele) kao konzervans koristi konzumni šećer, saharoza.

Metode konzerviranja dodacima, u ovom slučaju šećera, temelje se na stvaranju nepovoljnih uvjeta za rast i razvoj mikroorganizama. Naime, šećer u većim količinama (>50 %) stvara nepovoljne uvjete za rast i razvoj većine bakterija, dok u količinama od 60 % nepovoljne uvjete i za kvasce. Visok sadržaj šećera (60 %) pogodovat će izlaženju vode iz stanica, a time i uklanjanju podloge za razvoj mikroorganizama (načelo **osmoanabioze**).

Da bi se neki proizvod mogao klasificirati kao džem, mora udovoljavati specifičnim zahtjevima koji su propisani Pravilnikom o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten-pireu (NN 84/2019). Spomenutim Pravilnikom opisane su i druge kategorije voćnih proizvoda koje se konzerviraju šećerom.

Gotovo svaka voćna vrsta može se preraditi u džem, no pravilnim odabirom sirovine značajno ćemo utjecati na učinkovitost postupka, ali i kvalitetu finalnog proizvoda. Džem se najčešće proizvodi od jedne vrste voća, no može se koristiti i kombinacija dviju ili više vrsta. Također, za proizvodnju džema može se koristiti prethodno zamrznuto voće ili toplinski obrađena voćna kaša ili pulpa (poluproizvod), no svakako je kvaliteta proizvoda veća ukoliko se za proizvodnju koristi svježe voće adekvatnih mehaničkih i kemijskih svojstava te tehnološke dospelosti (manje tvrdoće, veće količine soka, visokog omjera ukupnih šećera i kiselina).

Prilikom proizvodnje džema jedan od osnovnih zahtjeva je postići želiranu konzistenciju proizvoda, a koja se postiže kombinacijom triju osnovnih elemenata, **kiselosti** (sadržaj ukupnih kiselina) te prisutnošću **šećera i pektina**. Sve navedene elemente, voćne vrste, odnosno sirovina, sadrže u svojoj osnovi, no kako bi se zadovoljila karakteristična svojstva proizvoda, često ih je potrebno i dodavati. Upravo zbog navedenog odabir sirovine je ključan. Za ostvarivanje

želirane konzistencije ključni sastojci su pektin i kiseline, stoga se biraju one vrste i sorte koje sadrže veće količine pektina i ukupnih kiselina (Tablica 7). Temeljem navedenog, za proizvodnju džema posebno su pogodne koštičave (šljiva, marelica), jezgričave (jabuka, kruška, dunja) i jagodaste (jagoda, ribiz) voćne vrste. Kao što je već navedeno, u proizvodnji džema za potrebe konzerviranja koristi se šećer, i to **saharoz**. Od ostalih zaslađivača može se koristiti i med kao djelomična ili potpuna zamjena za šećere te fruktozni sirup ili smeđi šećer, a što je pogodno za proizvodnju džemova za dijabetičare. U tom slučaju udio voća se ne mijenja, sadržaj dodanog šećera je niži pa je nužno potrebno dodavanje pektina kako bi se postigla odgovarajuća želirana konzistencija proizvoda. **Pektin** je gradivni sastojak stijenke biljne stanice, a prehrambena tehnologija koristi ga kao sredstvo za ugušćivanje, želiranje, kao emulgator i stabilizator. Upravo zato što je prirodni sastojak svake biljne vrste, pektin za potrebe ugušćivanja pri proizvodnji džema nije nužno dodavati, posebice ako se džem proizvodi od vrsta bogatih pektinima (jabuka, kora naranče). Ipak, vrlo često se pri proizvodnji džema dodaju komercijalno dostupni ugušćivači od kojih je najpopularnija želatina. Želatina je protein životinjskog podrijetla te se sve češće traže alternative njezinoj upotrebi. Stoga se u proizvodnji džema, ako je potrebno dodavanje ugušćivača, preporuča, ako koristite voćne vrste niskog sadržaja pektina, pomiješati ju s nekom bogatog sadržaja (npr. jabukom) ili dodati ugušćivače biljnog podrijetla ili sve popularniji agar-agar (dobiva se iz algi). Osim pektina, ako je to potrebno (ovisno o voćnoj vrsti) dodaju se i **organske kiseline**, i to najčešće: limunska, jabučna i L-askorbinska. Kiseline tijekom proizvodnje džema imaju višestruku ulogu: sudjeluju u formiranju okusa, poboljšavaju okus proizvoda, djeluju kao konzervansi i snižavaju pH-vrijednost optimalnu za postizanje želirane konzistencije. Naime, nedovoljna kiselost jedan je od glavnih razloga nemogućnosti ugušćivanja i stvaranja karakteristične želirane teksture proizvoda.

Optimalni sadržaj svih opisanih elemenata za proizvodnju džema je sljedeći:

- sadržaj pektina: od 0,5 do 1,5 %, optimalan 1 %
- kiselost izražena kao pH-vrijednost od 2,8 do 3,3, optimalna 3,0
- sadržaj dodanog šećera, od 50 do 60 %.

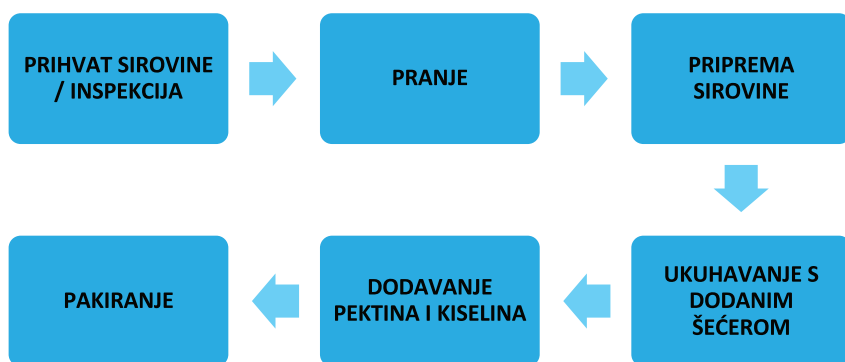


Tablica 7. Pojedine voćne vrste ovisno o količini pektina i kiselina

↑ PEKTIN ↑ KISELINE	↑ PEKTIN ↓ KISELINE	↓ PEKTIN ↑ KISELINE	↓ PEKTIN ↓ KISELINE
jabuka, limun, naranča, šljiva	nezrelo voće, neke sorte jabu- ka, kruška, grejp	marelica, bresk- va, jagoda	prezrelo voće, šipak, malina

Strelica smjera gore - visok sadržaj; strelica smjera dolje - nizak sadržaj.

Tehnologija proizvodnje džema uključuje postupke prikazane u shemi ispod.



Voće za proizvodnju džema treba udovoljavati temeljnim zahtjevima kvalitete pa, kao i u proizvodnji drugih proizvoda, po prijemu sirovine potrebna je inspekcija i izdvajanje neadekvatne sirovine. Zatim slijedi pranje te priprema sirovine. Ovisno o voćnoj vrsti potrebno je uklanjanje peteljke, otkoštavanje, rezanje ili usitnjavanje, a ponekad, ovisno o vrsti proizvoda, i guljenje. Usitnjavanjem se dobiva homogena masa, voćna kaša koja može i ne mora sadržavati krupnije komade voća. Također, voćna kaša može se pasirati kako bi se odvojile npr. sjemenke. Slijedi ukuhavanje u posebnim kotlovima od nehrđajućeg čelika. Voćnu masu je prvo potrebno zagrijati, a zatim se dodaje potrebna količina šećera (preporuča se više od 50 % na masu voća). Kuhanje se provodi do postizanja ugušćene mase (veći dio vode ishlapi), a jedan od načina kako možete provjeriti je li kuhanje gotovo je mjerenjem temperature voćne mase koja u krajnjoj točki kuhanja iznosi oko 105 °C ili tako da tek kuhanu masu zahvatite žlicom i ukoliko se ona nakon kratkog hlađenja od nje odvoji u komadu, onda je džem gotov. Važno je prilikom

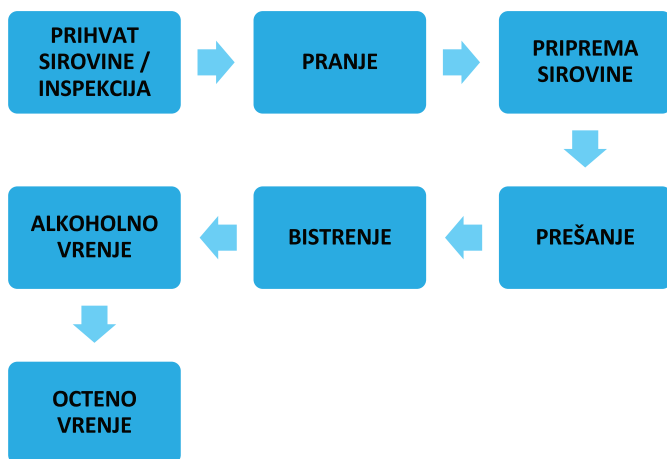
kuhanja voćnu masu cijelo vrijeme miješati kako ne bi došlo do sagorijevanja ili karamelizacije šećera, a time i promjene boje i arome proizvoda. Postupak kuhanja poželjno je provesti u što kraćem vremenu, a prvenstveno zato što se predugim kuhanjem gubi boja, specifične arome, a dolazi i do hidrolize pektina (gubitak želirane konzistencije). Isto tako, na tržištu su dostupna i vakuum kuhala (kotlovi) u kojima se ukuhavanje postiže pri značajno nižim temperaturama (nižim i od 65 °C). Pred sam kraj kuhanja dodaju se kiseline i pektin kao i ostali dodatci poput začina i aroma (npr. vanilija, cimet, menta, alkoholna pića, a potrebno ih je naznačiti na deklaraciji proizvoda). Nakon kuhanja slijedi pakiranje, odnosno punjenje vruće mase (temperatura prilikom punjenja ne bi smjela biti niža od 80 °C) u prethodno steriliziranu staklenu ambalažu i zatvaranje. Nakon punjenja i zatvaranja staklenke je poželjno što prije ohladiti na temperaturu 40 - 50 °C (npr. hladnom vodom) čime ćemo spriječiti promjenu boje gotovog proizvoda.

### *Tehnologija proizvodnje voćnog octa*

Prema vrijedećem Pravilniku o vinskom i voćnom octu (NN 26/11) razlikujemo dvije osnovne kategorije proizvoda: vinski i voćni ocat. Kao što i sam naziv govori, vinski ocat dobiva se proizvodnjom iz vina, dok voćni ocat od voćnog vina. I kod jednog i drugog osnova tehnologije proizvodnje je **biološko konzerviranje postupkom octene fermentacije**.

Za proizvodnju voćnog octa od voćnih vrsta najčešće se koristi jabuka, no i neke druge vrste prikladne su za preradu u ocat, poput maline, kupine, višnje, marelice, dunje i kruške. Ipak, navedene vrste ne zauzimaju značajno mjesto za preradu u ocat prvenstveno zato što su znatno skuplje. U osnovi, sve voćne vrste visokog sadržaja reducirajućih (fermentirajućih) šećera pogodne su za preradu u ocat.

Tehnologija proizvodnje voćnog octa bit će opisana na primjeru jabučnog octa, a osim što ovaj tip proizvoda zauzima značajno mjesto u proizvodnji, jabučni ocat prema brojnim medicinskim istraživanjima predstavlja i nutritivno vrijedan proizvod brojnih blagotvornih djelovanja na ljudsko zdravlje. Shematski prikaz tehnologije proizvodnje voćnog octa dostupan je na slici ispod.



Ponovno, kao i kod prerade u sok, **adekvatna sirovina** za preradu u ocat definirana je temeljnim zahtjevima kvalitete te se stoga može koristiti tzv. industrijska sirovina, odnosno ona koja na tržište nije plasirana u svrhu konzumacije u svježem stanju zbog neadekvatnog izgleda ili veličine plodova. Nedozrela, prezrela, pokvarena ili značajno mehanički oštećena sirovina nije prikladna za preradu u ocat. Jabuka se kao sirovina za preradu u ocat izdvaja svojim karakterističnim organoleptičkim svojstvima (miris i okus), visokom nutritivnom vrijednosti, kao i dobrom iskoristivosti ploda za izdvajanje soka. No, u svrhu dobivanja visoko kvalitetnog proizvoda prepoznatljive arome, ključan je i odabir sortimenta. Osim količine reducirajućih šećera, veoma je važan i omjer šećera i kiselina te sadržaj tanina. Šećeri su primarno potrebni u alkoholnoj fermentaciji (prvi korak u proizvodnji octa) pa sirovina namijenjena preradi u ocat treba sadržavati minimalno 12, a optimalno 14 i više °Brix u ubranim plodovima. Organske kiseline osiguravaju aromu i sprječavaju preuranjenu octenu fermentaciju i potencijalne probleme u kvarenju octa (prirodni konzervansi), dok su tanini, neovisno o tome što su zastupljeni u relativno malim količinama, značajni u formiranju arome, karakteristične boje te bistrenju nakon prešanja. Optimalno je da sorte jabuke koje se koriste za proizvodnju octa sadrže više od 12 % šećera, 0,5 - 0,7 % jabučne kiseline i 0,15 - 0,2 % tanina. Tako se, na primjer, optimalan omjer navedenih sastojaka može postići miješanjem sorata kao što su Golden Delicious, Gloster i Jonagold. Dok će npr. sorta Idared biti pogodna za proizvodnju octa samo uz dodatak ostalih sorata, jer sama teško postiže trgovačku jačinu octa (minimalni sadržaj octene kiseline). Nakon odabira i inspekcije sirovine slijedi **pranje** te priprema sirovine koja uključuje **usitnjavanje** (mljevenje u mlinu za voće) te **prešanje**.

Eventualno se samljevenom voću prije prešanja mogu dodati enzimi kako bi se povećala iskoristivost izdvajanja soka. Sok je poželjno obraditi sredstvima protiv oksidacije i potamnjenja (L-askorbinska kiselina ili 0,5 dL 5 - 6 %-ne sumporaste kiseline na 100 L soka). Nakon toga slijedi **bistrenje** u trajanju 16 - 24 sata te pretok (dekantiranje soka) u posudu za vrenje. Prvi korak je alkoholna (primarna) fermentacija, odnosno **alkoholno vrenje** tijekom koje se prirodni šećeri prevode u alkohol uz izdvajanje CO<sub>2</sub> (ugljikov dioksid). Za pokretanje alkoholnog vrenja, a i pravilan slijed alkoholne fermentacije potrebno je izdvojenom jabučnom soku (moštu) dodati selekcionirane kvasce (*Saccharomyces cerevisiae*) kao i hranidbeni supstrat za kvasce. Alkoholna fermentacija anaeroban je postupak i provodi se bez prisutnosti zraka, dok je na posude u kojima se odvija vrenje potrebno staviti vrelnjaču kako bi se omogućio izlazak oslobođenog CO<sub>2</sub>. Tijekom alkoholne fermentacije važno je kontrolirati temperaturu, prilikom čega ona treba biti stabilna, i to u početku fermentacije između 10 - 15 °C, a kasnije oko 25 °C. Alkoholna fermentacija prosječno traje od 2 do 6 tjedana. Nastalo jabučno vino potrebno je pretočiti u čiste posude u kojima će se provesti octena (sekundarna) fermentacija. **Octena fermentacija** provodi se u aerobnim uvjetima, odnosno jabučno vino dovodi se u kontakt sa zrakom, a pri čemu iz alkohola nastaje octena kiselina. Naime, bakterije octenog vrenja za rast trebaju kisik koji koriste iz supstrata, a onda oksidiraju alkohol u octenu kiselinu, pri čemu nastane voda i oslobađa se toplina. Bakterije octenog vrenja razvijaju se na površini tekućine jer im je tamo kisik dostupniji gdje tvore površinsku membranu koja ovisno o vrsti octeno-kiselinske bakterije može biti naborana, čvrsta ili sluzava. S vremenom se površinska membrana povećava i pritom potapa u tekućini stvarajući „octenu maticu“. Stoga, ukoliko se u octu pojavi takva sluzava nakupina, nije riječ o bolesti octa već o membrani koju su stvorile poželjne bakterije octene fermentacije. Također, i u ovom vrenju temperatura je ključan čimbenik vođenja procesa i dobivanja kvalitetnog proizvoda, prilikom čega je optimalna temperatura provođenja octene fermentacije 19 - 34 °C, dok se u praksi najčešće provodi pri temperaturi od 28 °C. Važno je istaknuti da klasični postupak octene fermentacije traje znatno dulje u usporedbi s alkoholnim vrenjem, a ovisno o tehnologiji proizvodnje, od nekoliko mjeseci do preko dvije godine. Upravo ovo dugo razdoblje octene fermentacije može dovesti do ishlapljivanja alkohola tijekom procesa proizvodnje, a što će u konačnici rezultirati i nižom jačinom octa, odnosno manjim postotkom octene kiseline u gotovom proizvodu. Kao potencijalno rješenje nudi se upotreba *generatora octa*, odnosno acetatora, specijalno konstruiranih uređaja u kojima se octena fermentacija provodi značajno brže bez utjecaja na kvalitetu i jačinu konačnog proizvoda. Upotrebom generatora jabučno

vino pretače se u spremnik generatora u koji se dovodi velika količina kisika iz zraka koji se umiješa u tekućinu. Postupak je egzoterman (oslobađa se toplina) pa generatori imaju ugrađene spremnike za hlađenje kojima se temperatura održava pri 30 °C. Uz dostatnu količinu zraka (kisika) i održavanje temperature stvaraju se optimalni uvjeti za rast i razvoj bakterija octenog vrenja te se proces znatno ubrzava. Naime, upotrebom generatora pretvorba alkohola u octenu kiselinu traje 50 - 70 sati, prilikom čega se jačina octa ne smanjuje već uspijeva održati standardno potrebnom. Naime, jabučni ocat treba sadržavati najmanje 50 g/L octene kiseline (5 %), dok udio alkohola ne smije biti veći od 0,5 vol.%. Ako se prilikom proizvodnje octa koristi sumpor, tada ocat ne smije sadržavati više od 170 mg/L SO<sub>2</sub> (od toga slobodnog SO<sub>2</sub> najviše 30 mg/L). Također, dopušteno je i aromatiziranje octa npr. dodavanjem ljekovitog i aromatičnog bilja.

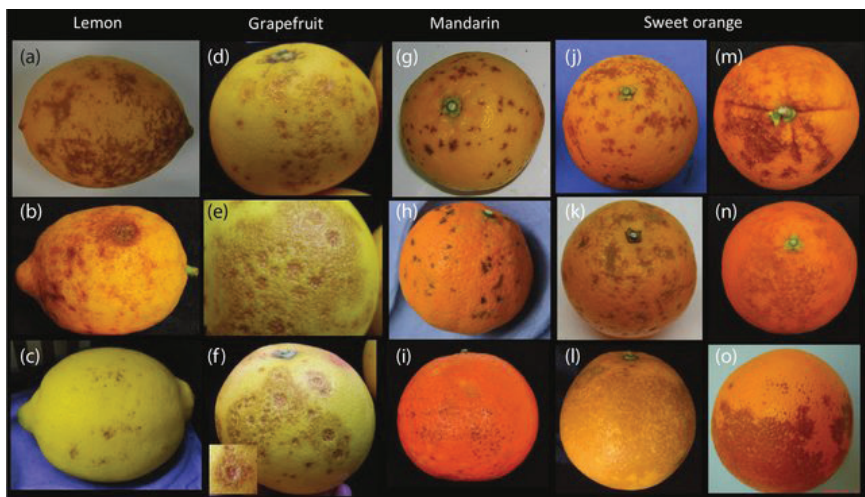
Gotovi proizvod, jabučni ocat poželjno je ostaviti na odležavanju u tamnom i suhom prostoru pri temperaturi do 10 °C te ambalažirati u staklenu ili polimernu ambalažu.

## TEHNOLOGIJA ČUVANJA VOĆA I POVRĆA

Osnovni cilj čuvanja (skladištenja) voća i povrća je očuvati kvalitetu svježe ubrane sirovine u što duljem vremenskom razdoblju. Pravilnim rukovanjem sirovine nakon berbe, a time i čuvanjem u optimalnim uvjetima ovisno o vrsti, omogućuje se produženje korištenja sirovine, a time i mogućnost prerade kada za to postoje uvjeti u prerađivačkom pogonu.

Kako bi uvjeti čuvanja bili što adekvatniji, a time i prilagođeni svakoj vrsti koja se namjerava čuvati, potrebno je poznavati osnovne čimbenike koji su ključni nakon berbe sirovine: **temperatura** prilikom i nakon ubiranja, **relativna vlaga zraka**, **sastav atmosfere** prilikom čuvanja i utjecaj **etilena**. Naime, metabolički procesi nastavljaju se i nakon ubiranja sirovine pa gore navedeni čimbenici uvelike utječu na njihov rok upotrebe.

**Temperatura** je najvažniji odlučujući čimbenik za održavanje kvalitete voća i povrća nakon berbe, a prilikom čega je odabir optimalne temperature čuvanja nužno prilagoditi vrsti sirovine. Uglavnom niske temperature čuvanja (do 0 °C) pokazuju pozitivan učinak, no ipak postoje neke vrste izuzetno osjetljive na niske temperature čuvanja (tropsko voće, citrusi) prilikom čega mogu nastati oštećenja i ozljede plodova (Slika 18).



**Slika 18.** Osljedbe plodova različitih vrsta citrusa uzrokovane hlađenjem (Lado i sur., 2019.)

S druge pak strane, povišena temperatura ubrzava metaboličke procese nakon ubiranja što dovodi i do bržeg propadanja plodova. Pritom najveće smanjenje procesa povezanih s pogoršanjem kvalitete proizvoda (npr. respiracija, promjena teksture, gubitak vitamina C) te najbolje održavanje kvalitete postići će se ako se proizvod drži malo iznad temperature ledišta ili malo iznad temperature praga hlađenja (u slučaju proizvoda osjetljivih na hlađenje). Kod vrsta koje nisu osjetljive na niske temperature, optimalne temperature čuvanja su u rasponu 0 - 10 °C. Ovaj fenomen usporavanja reakcija metabolizma snižavanjem temperature može se primijeniti kod klimakterijskih vrsta (dozrijevanje se nastavlja nakon ubiranja, npr. jabuka, kruška, šljiva, marelica, breskva i dr.) u svrhu odgode početka zrenja, čime se također može utjecati na rok korištenja.

**Relativna vlaga zraka** bitan je čimbenik u čuvanju svježeg voća i povrća s obzirom da tu vrstu sirovine karakterizira visok sadržaj vode (80 - 90 %). Gubitak vode takve sirovine očituje se i na gubitak kvalitete proizvoda (npr. smanjena hrskavost, nepoželjne promjene boje, okusa i nutritivne kvalitete). Također, dolazi i do gubitka težine, što se kod nekih sirovina već nakon nekoliko sati očituje uvenućem (zeleno lisnato povrće) i smežuranjem plodova (jagodasto voće), a gubitak vode i težine imaju i komercijalni značaj. Stoga se za čuvanje voća i povrća pri temperaturama hlađenja preporučuju uvjeti visoke vlažnosti zraka, u rasponu 80 - 95 %, a što je prilagođeno za svaku vrstu sirovine.

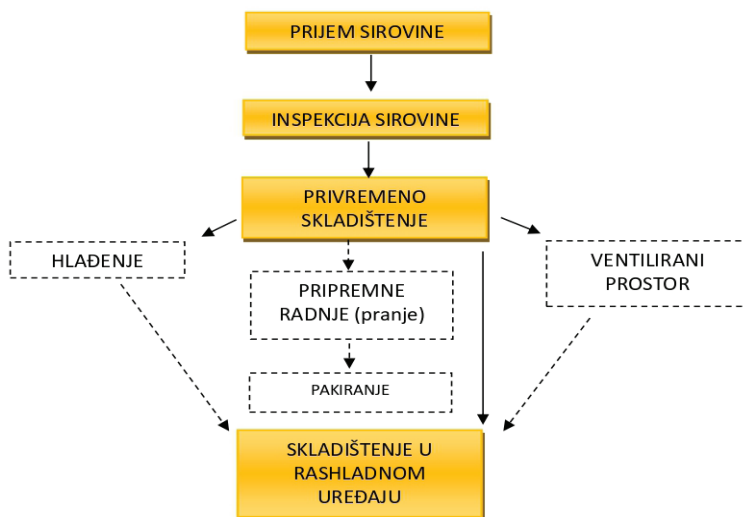
**Sastav atmosfere**, odnosno plinova u atmosferi skladišta može utjecati na vijek čuvanja voća i povrća. Promjene koncentracije respiratornih plinova ( $O_2$  i  $CO_2$ ) tijekom skladištenja mogu se koristiti za produljenje vijeka čuvanja proizvoda, a što je osnova suvremenih metoda čuvanja u kontroliranoj (CA) i modificiranoj atmosferi (MA). Spomenute metode zasnivaju se na smanjenju udjela  $O_2$  i povećanju udjela  $CO_2$ , a čime će se usporiti respiracija (disanje) sirovine. Ovaj način se često koristi u skladištenju na niskim temperaturama, prilikom čega su danas i komercijalno dostupni sustavi hlađenja uz CA ili MA atmosferu. Važno je naglasiti da je sastav plinova u CA i MA nužno prilagoditi vrsti sirovine.

**Etilen** je biljni hormon (u plinovitom stanju) koji regulira rast biljke, a utječe i na procese zrenja i starenja, što se često koristi u tehnologijama čuvanja. Naime, početak prirodnog sazrijevanja kod klimakterijskih vrsta praćen je povećanjem razine etilena, dok će kod neklimakterijskih vrsta etilen potaknuti procese zrenja. Etilen je prirodni sastojak svih biljnih vrsta, a one se također dijele na one koje karakterizira vrlo visok sadržaj etilena (npr. jabuka), visok sadržaj etilena (npr. kruška, šljiva, breskva) i srednji sadržaj etilena (npr. banana, rajčica). Također, različite sirovine razlikuju se i prema osjetljivosti na etilen pa pritom razlikujemo vrste vrlo visoke osjetljivosti na etilen (npr. brokula, mrkva), visoke osjetljivosti na etilen (banana, jabuka, breskva, rajčica) i srednje osjetljivosti (npr. citrusi, krumpir, paprika). Upravo zbog navedenog, prilikom čuvanja različitih vrsta voća i povrća u istom skladišnom prostoru, osim uvjeta temperature i relativne vlage zraka, važno je poznavati i njihov sadržaj i osjetljivost na etilen kako ne bi došlo do nekontroliranog zrenja, a time i smanjenja roka čuvanja i propadanja sveukupne kvalitete proizvoda.

### *Postupci rukovanja sirovinom tijekom skladištenja*

Svježe voće i povrće kratkotrajno se može čuvati u prostoriji (skladištu) bez hlađenja, a prilikom čega je potrebno osigurati ventilaciju skladišnog prostora te po mogućnosti održavati stalne uvjete relativne vlage zraka (od oko 80 %) i temperature (od oko 14 °C). U takvim uvjetima sirovina se maksimalno može čuvati 2 dana, a kako bi se kvaliteta sirovine što više očuvala, potrebno ju je u skladišni prostor slagati po načelu „prvo uskladišteno - prvo upotrijebljeno“ (engl. *first in first out*, FIFO) te tako i koristiti; potrebna je i redovita inspekcija sirovine u skladištu, odnosno redovno provjeravati eventualno kvarenje sirovine i odstranjivati neadekvatnu ili pokvarenu sirovinu. Upravo zbog navedenog preporuča se skladištenje pri temperaturama hlađenja, odnosno u rashladnom uređaju.

Manipulacija sirovine u skladišnom prostoru podrazumijeva i neke osnovne operacije koje slijede nakon preuzimanja voća ili povrća u skladištu, a koje su prikazane u shemi ispod.



Prilikom prijama sirovine, a zbog njezinih karakteristika, važno je obaviti inspekciju, odnosno izdvojiti svu neadekvatnu sirovinu (oštećenu, s vidljivim znakovima kvarenja ili tehnološki neadekvatnu). Ukoliko se ovaj korak zanemari i u skladišni prostor (neovisno o tome je li hlađen ili ne) unese neadekvatna sirovina, narušava se kvaliteta čuvanja. Privremeno skladištenje, kako je već opisano, može se provesti i u ventiliranom prostoru bez hlađenja, no u tom slučaju ono treba biti kratkotrajno i, ukoliko postoji mogućnost, sirovinu treba čim prije staviti na hlađenje. Ukoliko uvjeti to omogućuju, a postoje rješenja i za manje pogone, može se provesti i inicijalno pakiranje sa i bez pripremnih radnji poput pranja sirovine. Skladištenje u rashladnom uređaju preporuča se za svježije voće i povrće. Uređaji koji se danas koriste u te svrhe nazivaju se rashladne komore, a rade na načelu ventiliranja hladnog zraka. Optimalni uvjeti čuvanja u takvim uređajima su temperatura od oko 0 - 5 °C za lukovičasto, lisnato, korjenasto povrće, kupusnjače i većinu voćnih vrsta te 8 - 10 °C za krastavac, papriku, mahune uz relativnu vlagu zraka 85 - 90 %. U takvim uvjetima, ovisno o vrsti sirovine, čuvanje može trajati i do 240 dana (kampus).



## DIDAKTIČKE SMJERNICE U RADU S UČENICIMA

---

Praktikum za preradu voća i povrća zajedno s pripadajućim rashladnim skladišnim prostorom može se koristiti u svrhu poučavanja i održavanja dijela nastave, posebice projektne i istraživačke. Naime, pogon za preradu voća i povrća može koristiti za potrebe iskustvenog učenja, čime će učenici ostvariti cjeloviti pristup u integriranom obliku učenja, što će potencirati rješavanje stvarnih problemskih situacija s kojima se mogu susresti u stvarnim uvjetima rada.

Stoga je definiran i potencijalni skup ishoda učenja (SUI) s pripadajućim ishodima učenja na razini 4.1. kvalifikacije (trogodišnje strukovno obrazovanje) prema Hrvatskom kvalifikacijskom okviru, a koji će učenicima dati uvid u kompetencije koje će steći učenjem u Praktikum za preradu voća i povrća:

Skup ishoda učenja (SUI): Skladištenje, prerada i dorada voća, povrća i ljekovitog i aromatičnog bilja

Ishodi učenja:

1. kategorizirati tehnološka obilježja sirovine za preradu
2. identificirati pravo vrijeme berbe voćne i povrtno sirovine te ljekovitog i aromatičnog bilja
3. napraviti shematski prikaz pripremnih radnji u preradi voća i povrća te ljekovitog i aromatičnog bilja
4. raščlaniti metode prerade (konzerviranja) voća i povrća
5. izdvojiti ključne čimbenike postupaka prerade primjenom visokih temperatura, kemijskim dodatcima i biološkim metodama
6. komentirati uvjete kojima će se optimizirati opisani načini prerade

Prijedlog aktivnosti u radu s učenicima:

A1. Demonstrirati barem jednu destruktivnu i nedestruktivnu metodu određivanja stupnja zrelosti sirovine. Preporuča se na plodu jabuke i rajčice kako bi učenici imali uvid o stupnju zrelosti na jednoj voćnoj i jednoj povrtnoj sirovini.

A2. Utvrditi iskoristivost sirovine za preradu. Za potrebnu aktivnost dovoljna je tehnička vaga. Poželjno je aktivnost demonstrirati na plodu jabuke. Vaganjem cijelog ploda i izdvojene pulpe s kožicom (odvojiti peteljku, sjemenke i sjemeni ložu, oštećene dijelove ploda) računa se iskoristivost (formula ispod) za preradu.

A3. Proizvodnja čipsa od jabuke. Detaljne upute ispravnog vođenja procesa sušenja dostupne su u poglavlju *Sušenje voća, povrća te ljekovitog i aromatičnog bilja*. Također, spomenuti proizvod može biti potencijalni dio asortimana proizvoda učenika koji može služiti u promotivnim aktivnostima škole poput sudjelovanja na sajmovima ili pak potencijalni proizvod dostupan u prodaji.

A4. Proizvodnja soka od jabuke. Detaljne upute ispravnog vođenja postupka proizvodnje soka kao gotovog proizvoda dostupne su u poglavlju *Proizvodnja voćnih sokova*. Također, spomenuti proizvod može biti potencijalni dio asortimana proizvoda učenika.

A5. Priprema džema od šljiva. Detaljne upute ispravnog vođenja postupka proizvodnje džema kao gotovog proizvoda dostupne su u poglavlju *Proizvodnja džemova*. Također, spomenuti proizvod može biti potencijalni dio asortimana proizvoda učenika.

A6. Proizvodnja jabučnog octa u acetatoru. Detaljne upute ispravnog vođenja postupka proizvodnje octa kao gotovog proizvoda dostupne su u poglavlju *Tehnologija proizvodnje voćnog octa*. Također, spomenuti proizvod može biti potencijalni dio asortimana proizvoda učenika.

Svaka od navedenih aktivnosti u postupnosti treba biti nadzirana od strane adekvatno educiranih nastavnika kako bi se zadovoljile mjere opreza i zaštite na radu, ali i poštivala dobra proizvođačka praksa kojom će se osigurati adekvatni higijensko-sanitarni uvjeti tijekom prerade, a time i osigurala proizvodnja visoko kvalitetnih proizvoda.

## LITERATURA

---

Awulachew, M., 2021. Fruit jam production. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics*, 10(4), pp.532-537.

de Freitas, S.T. and Pareek, S. eds., 2019. *Postharvest physiological disorders in fruits and vegetables*. CRC Press.

Hutchinson, U.F., Jolly, N.P., Chidi, B.S., Ngongang, M.M. and Ntwampe, S.K.O., 2019. Vinegar engineering: a bioprocess perspective. *Food Engineering Reviews*, 11, pp.290-305.

Hui, Y.H., Lim, M.H., Nip, W.K., Smith, J.S. and Yu, P.H.F., 2004. Principles of food processing. *Food Processing: Principles and Applications*, pp.1-29.

Janssen, B.J., Thodey, K., Schaffer, R.J., Alba, R., Balakrishnan, L., Bishop, R., Bowen, J.H., Crowhurst, R.N., Gleave, A.P., Ledger, S. and McCartney, S., 2008. Global gene expression analysis of apple fruit development from the floral bud to ripe fruit. *BMC Plant biology*, 8(1), pp.1-29.

Khazratkulov, J.Z. and Tashmuratov, A.N., 2023. Studying methods of improving the process of apple juice production. *International Bulletin of Engineering and Technology*, 3(4), pp.38-42.

Lado, J., Cronje, P.J.R., Rodrigo, M.J., Zacarías, L. (2019). Citrus. In book: *Postharvest physiological disorders in fruits and vegetables*. CRC Press.

Prasad, K., Jacob, S. and Siddiqui, M.W., 2018. Fruit maturity, harvesting, and quality standards. In *Preharvest modulation of postharvest fruit and vegetable quality* (pp. 41-69). Academic Press.

Sablani, S.S., 2006. Drying of fruits and vegetables: retention of nutritional/functional quality. *Drying technology*, 24(2), pp.123-135.

## O PROJEKTU:

Modernizacija obrazovne ponude provedena je u okviru projekta "Centar za suvremene tehnologije i obrazovanje u poljoprivredi, II.faza" čiji je nositelj Poljoprivredno šumarska škola Vinkovci.

projektom uspostave RCK Vinkovci stravaraju se programski i kadrovski uvjeti koji će unaprijediti mogućnosti za učenje temeljeno na radu i praktičnoj nastavi.

Programski uvjeti se stvaraju modernizacijom postojećih obrazovnih programa i stvaranjem novog standarda zanimanja, kvalifikacija i kurikuluma.

Kadrovski uvjeti osiguravaju se sudjelovanjem na specijaliziranim edukacijama i studijskih putovanja namijenjenih odgojno- obrazovnim zaposlenicima.

### Ciljevi projekta su:

- Jačanje kompetencija odgojno obrazovnih zaposlenika
- Opremanje Centra suvremenom opremom za provedbu praktične nastave polaznika
- Razvoj novih i inovativnih programa strukovnog obrazovanje i obrazovanje odraslih

Suvremena oprema koja se nabavlja kroz projekt i modernizirani programi obrazovanja omogućuju uvođenje inovativnih metoda poučavanja i modela učenja odnosno učenje temeljeno na radu što će pridonijeti učinkovitijem uključivanju polaznika na tržište rada, ali i bolju vertikalnu prohodnost za nastavak obrazovanja.

### Ciljne skupine u projektu:

- Odgojno-obrazovni radnici u ustanovama za strukovno obrazovanje
- Učenici upisani u ustanove strukovnog obrazovanja
- Polaznici obrazovanja odraslih
- Mentori kod poslodavaca
- Osobe s invaliditetom
- Učenici s teškoćama

### Projektne aktivnosti:

- Uspostava organizacije rada i razvoja regionalnog centra kompetentnosti
- Razvoj i unapređenje te provedba programa redovitoga strukovnog obrazovanja, formalnih i neformalnih programa za obrazovanje odraslih u RCK Vinkovci
- Jačanje kompetencija odgojno-obrazovnih radnika vezanih za provedbu programa redovitoga strukovnog obrazovanja, odnosno formalnih i neformalnih programa za obrazovanje odraslih



**REGIONALNI CENTAR  
KOMPETENTNOSTI**  
Poljoprivredno šumarska  
škola Vinkovci

- Promocija strukovnih zanimanja i rada
- Promidžba i vidljivost
- Upravljanje projektom i administracija

### Projektne partneri:

- Srednja škola Ilok
- Obrtničko-industrijska škola, Županja
- Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,
- Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
- Vukovarsko-srijemska županija
- Razvojna agencija Vukovarsko-srijemske županije
- Vinka plus d.o.o.

### Program:

Operativni program Učinkoviti ljudski potencijali 2014. - 2020.

Prioritetna os 3 – Obrazovanje i cjeloživotno učenje  
Specifični cilj 1 – Modernizacija ponude strukovnog obrazovanja te podizanje njegove kvalitete radi povećanja zapošljivosti učenika kao i mogućnosti za daljnje obrazovanje

Ukupna vrijednost projekta:

35.910.395,54 HRK / 4.766.128,55 EUR

Razdoblje provedbe projekta:

3. srpnja 2020. – 29. prosinca 2023.

### Nositelj:

**Poljoprivredno šumarska škola Vinkovci**

Regionalni centar kompetentnosti u sektoru poljoprivrede

adresa: H.D.Genschera 16, Vinkovci

telefon: (+385)032 306 292

elektronička pošta: info@rck-vinkovci.hr

ured@rck-vinkovci.hr

mrežna stranica projekta: <https://rck-vinkovci.hr/>





**REGIONALNI CENTAR  
KOMPETENTNOSTI**  
Poljoprivredno šumarska  
škola Vinkovci