

Dr Paula Pavlek,
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

PROBLEM ODREĐIVANJA KVALITETA NEKIH VRSTA POVRĆA NA OSNOVU PROIZVODA METABOLIZMA TOKOM VEGETACIJE I U PERIODU ČUVANJA

Kvalitet možemo definirati na osnovu onih sastojina koje su nam naročito interesantne. Prema tome, jedna ista vrsta povrća može imati nekoliko kvaliteta. Npr. mlade lučice luka sadrže više vitamina C od starijih, ali u starijem stadiju bogatije su ugljikohidratima. U mlađem uzrastu korijen mrkve sadrži više askorbinske kiseline, a u starijem više šećera i karotina.

Tehnološki »prezrio« luk, ali prezrio do određenog stupnja, bolje će se čuvati preko zime negoli prerano ili prekasno ubran.

Zelena paprika zadrži manje askorbinske kiseline, od crvene.

Prema tome, definiranje kvaliteta, a s tim u vezi i časa određene tehnološke zriobe tj. berbe, ovisi o tome kakve zatjeve postavljamo za neku vrstu obzirom na konzumaciju.

Baš zato je interesantno određivanje tehnološke zriobe.

Pod tehnološkom zriobom podrazumijevamo stupanj rasta ili razvoja biljke kada je najprikladnija za potrošnju.

Tehnološka i fiziološka zrioba kod nekih kultura se poklapaju (npr. dinje i lubenice). Kod svih vrsta i varieteta koje se uzgajaju radi vegetativnog dijela, tehnološka zrioba nastupa prije početka razvoja reproduktivnih organa. Isto tako kod onih vrsta koje se uzgajaju radi cvijeta, cvata, ploda i sjemena, obično tehnološka zrioba nastupa prije potpune fiziološke zriobe (grašak, paprika, patlidžan itd.). Međutim, kod rajčice npr. fiziološka zrioba nastupi prije nego tehnološka.

Čim je metabolizam u biljci intenzivniji, tim je određivanje roka berbe i roka tehnološke zriobe kompliciraniji.

Pred proizvođače i pred prerađivače povrtnih proizvoda se postavlja pitanje kada se treba brati da bi ubrani proizvod bio najprikladniji; a) za konzumaciju — odmah, b) za prerađivanje ili c) za čuvanje kroz kraći ili kroz duži period.

Ako pod tehnološkom zriobom podrazumijevamo onaj stupanj rasta ili razvoja, kada neka kultura ima najprikladnija svojstva, moramo biti potpuno sigurni što i kada kod neke kulture podrazumijevamo pod najprikladnijim svojstvima.

Da bismo mogli malo potanje uočiti tu problematiku, pokušat ćemo se upoznati s nakupljanjem i promjenom tvari u periodu vegetacije i tokom čuvanja nekih povrtnih vrsta:

nađena je uz glukozu i fruktozu također i saharoza, a u hidrolizatu lišća glukuronska kiselina, ksiloza, arabinoza i tragovi riboze. U plodovima se sazrijevanjem smanjuje količina škroba, a u lišću se povećava.

Prema **Feldmanu** (1956.) ukupni šećer, kiseline i bjelančevine čine kod zelenih plodova manje od polovice ukupne količine suhe tvari, a u ružičastoj zriobi i u zrelim plodovima je znatno veća količina šećera i kiselina, a količina bjelančevina se smanjuje.

Struktura i zbijenost (gustoća) plodova ovisi u velikom stupnju o kvalitetnim i kvantitetnim promjenama pektinskih tvari i u procesu sazrijevanja i kod dozrijevanja nakon berbe.

M. A. Caassab (1931.) je ustanovio smanjenje količine protopektina (u vodi netopljiv) od 2,3 na 0,1% i povećanje u vodi topivog pektina prema kraju dozrijevanja, kada se ukupna količina pektina malo mijenja (3,2—2,7%).

S. Appelman, S. Konrad (1927.) također su našli veće promjene u sastavu pektina nego u njegovoj ukupnoj količini.

Z. J. Kertes a. R. J. Mc Colloch, (1950.) su proučavali pektinske tvari kod nekih sorti u raznim stadijima zrelosti. Ispitivani su pektini: 1) nezrelih plodova — djelomično crvenih čije kožice sadrže još malo zelenih dijelova; 2) zrelih plodova — potpuno crvenih i zbitih; 3) prezrelih — tamnocrvenih koji počinju mekšati, ali nije nađena razlika u količini pektina.

Promjene aktivnosti oksidoredukcijskih procesa u plodovima rajčice, kod dozrijevanja su povezane tempom sazrijevanja plodova.

Ustanovljeno je da se intenzivno disanje ploda smanjuje u procesu dozrijevanja, a povećava se u času dobivanja narančaste boje plodova. Tako prema **Singu i Meitceru** (1936.) intenzitet disanja rajčica kod zelenih plodova čini 18,5 mg CO₂ na 100 g na sat, kod zelenonarančastih — 30,3 i smanjuje se do 18,9 kod crvenih. Prezreli plodovi izlučuju svega 11,7 mg CO₂ za 1 sat.

Gustavson i dr. (1932.) su ustanovili da zelena rajčica ima najjaču aktivnost katalaze i encima disanja pa tada najintenzivnije raste. Prema spomenutim autorima aktivnost katalaze se smanjuje slabljenjem rasta tokom dozrijevanja.

Prema **B. Rakitinu** (1940.) sazrijevanje rajčice prati pad aktivnosti ne samo katalaze nego i peroksidaze uz istovremeno povećano aktiviranje karboksilaze i kokarboksilaze.

Osim toga, Rakitin je sa suradnicima ustanovio (1956.) da se uz opće smanjenje aktivnosti mnogih encima tokom razvitka plodova rajčice, maksimum aktivnosti za razne encime opaža u raznim fazama razvitka: aktivnost

T. V. Goodvin i **M. Jamirkorn** (1952.) su ispitivali količinu pigmenta u još zelenim plodovima tek kod prvih znakova dozrijevanja pomoću kromatografije. Ti plodovi su podvrgnuti naknadnom dozrijevanju kod temperature od 0°C, 15°, 30° i 37°C. Ustanovljeno je da se iznad 30°C ometa tvorba likopena. Tako se u plodovima, koji su bili od 9 do 12 dana kod 30°C količina lipokena povećava za 10 puta. Temperature iznad 30°C neznatno ometaju sintezu α i β karotina. Sinteza poliena, a iz njih specijalno likopena, slaba je kod 0°C, ali se sinteza α i β karotina produžava kod te temperature.

Dokazano je, da se za razliku od likopena, čija se sinteza smanjuje kod temperature iznad 30°C i zaustavlja kod 0°C. Karotin kod ovih temperatura produžuje nakupljanje i u plodovima i u lišću.

Količina riboflavina (vitamina B₂) u plodovima rajčice, prema **A. N. Šivri-noj**, u početku sazrijevanja se povećava, a kasnije smanjuje (**I. K. Murri**, 1948.). U blijedim, ružičastim i crvenim plodovima sorte Fikaracij nađeno je 6,5 i 5 mg glikoalkaloida, tj. količina se tokom dozrijevanja smanjuje.

Heince i **Kraft** (1953.) su našli da zeleni plodovi rajčice sadrže malo etilena (0,1 mg/kg) i da se njegova količina povećava razvitkom crvene boje u plodovima (od 0,1 do 0,4 mg/kg). Obratno, u ranoj fazi razvitka rajčice prevladavaju »neetilenske« — hlapljive tvari. Spomenuti autori su dokazali da postoje sortne razlike po količini tvorbe etilena.

U međustanicama rajčice se nalazi približno 20% ukupne količine etilena u plodovima.

Plodovi rajčice koji dozrijevaju u razno vrijeme sezone, razlikuju se po kemijskom sastavu. Tako se malo razlikuju po količini šećera i po kiselosti, ali se znatno razlikuju po odnosu tih dvaju pokazatelja. Odnos šećer/kiselina ukazuju na ukus ploda. Plodovi rajčice koji dozrijevaju u drugoj polovici vegetacije, imaju veću količinu suhe tvari i povoljniji odnos šećera i kiseline. Ukupna količina pepela se malo mijenja, ali se nakuplja fosfor, a naročito kalij.

Pitanje promjene kemijskog sastava plodova rajčice kod čuvanja nisu dovoljno proučena.

Prema **L. V. Metlickom** (1940.) za 50 dana čuvanja ukupna količina šećera kod rajčice se smanjuje od 1,7 na 1,5% ili za 0,2%. Količina kiseline je porasla za 0,35 do 0,57%, pa se, zahvaljujući tome, smanjio odnos šećer : kiselina (sa 4,8 na 2,6), a rezultat toga je pogoršanje kvalitete ploda. U tom je periodu za 6 puta porasla hidrolitička aktivnost invertaze, pa je potpuno iščezla saharoza.

U drugom periodu aktiviraju se procesi hidrolize visokomolekularnih spojeva na jednostavnije.

2) Količina suhe tvari se povećava tokom sazrijevanja plodova. U suhoj tvari se postotak dušika, škroba, pentozana i pepela smanjuje kod dozrijevanja.

3) Odnos šećera i kiselina se mijenja, pa se na kraju sazrijevanja povećava zato se smanjuje kiselost.

4) U plodovima se sazrijevanjem količina škroba smanjuje, a u lišću povećava.

5) Struktura i zbijenost plodova ovisi o kvolitetnim i kvantitetnim promjenama pektinskih tvari u procesu sazrijevanja kao i kod dozrijevanja nakon berbe.

Stupanj esterifikacije iznosi svega 38⁰/₀ i manje. Pektinske kiseline s malim stupnjem esterifikacije tvore netopljivi kompleks s kalcijem, što omogućuje čvrstoću konzerviranog ploda.

6) Intenzivno disanje ploda se smanjuje u procesu dozrijevanja, a povećava se u času dobivanja narančaste boje plodova.

7) Zelena rajčica ima najjaču aktivnost katalaze i encima disanja, pa u to vrijeme i najintenzivnije raste. Aktivnost katalaze se smanjuje slabljenjem rasta u procesu dozrijevanja. Sazrijevanje je povezano s padom aktivnosti katalaze, peroksidaze i dehidraze, ali i s povećanom aktivnošću karboksilaze i kokarboksilaze.

8) Količina askorbinske kiseline se povećava u plodu rajčice kod dozrijevanja te dostiže maksimum u fazi pune zrelosti plodova ili malo ranije. U prezrelim plodovima količina askorbinske kiseline je manja nego u zrelima.

9) Kod dozrijevanja plodova nastaju etilni alkohol i acetaldehid.

10) Zelena rajčica je siromašna vitaminom A, a tokom dozrijevanja se njegova količina povećava (i karotina i likopena), a kod prezrelih plodova se opet smanjuje.

Što se plodovi kasnije skidaju, to je u njima veća količina karotinoida.

11) Sinteza likopena slabi iznad 30°C te zaustavlja kod 0°C. Količina karotina se i, nadalje, povećava i u plodovima i u lišću kod obadviju temperatura.

Hranidba biljke dušikom u uvjetima kljajališta se postepeno povećava, zahvaljujući povoljnom rastvaranju i mineralizaciji organskih tvari u tlu i unesenog gnojiva.

Početak drugog mjeseca vegetacije količina dušika se smanjuje u stabljici, a to je povezano s intenzivnijim razvojem plodova i prelaskom dušika u plodove. Promjena količine fosfora u lišću za vrijeme vegetacije krastavaca nije zakonomjerna. Rastom stabljike postepeno se opaža sniženje količine fosforne kiseline (od 1,87 do 1,23% P_2O_5). Postotak kalija za period maksimalnog plodonošenja (drugi mjesec razvitka biljke u kljajalištu) u vegetativnim dijelovima biljke znatno se smanjuje, osobito u stabljici (od 8,57 do 6,39% K_2O) što je posljedica prelaska kalija u smjeme.

Ako ima više kalija u plodovima, njihovo dozrijevanje postaje bliže, a manja je koncentracija kalija u lišću i u stabljici krastavaca.

Količina kalcija u vegetativnom dijelu biljke znatno se povećava za period najvećeg plodonošenja od 4,4 do 8,4% u lišću i od 2,1 do 3,6% u stabljici, a smanjuje se smanjenjem plodonošenja i razvitkom novih mladih izboja. Na taj način je ustanovljena veza između plodonošenja i količine mineralnih tvari u lišću i stabljici krastavaca.

Takvo ponašanje kalcija nastaje, vjerojatno, zato što on igra ulogu u obrazovanju asimilata u lišću i ne učestvuje na izgradnji tkiva plodova. Međutim, kalij je neophodni pratilac ugljikohidrata kada se oni premještaju u plodove.

Pristizanje hranjivih elemenata u krastavce u početku rasta je maleno, zatim naglo raste i dostiže maksimum u određenom periodu razvitka, a potkraj opada.

Obično pristizanje hranjivih tvari se prekida ranije nego što završi vegetacija, tako da se vrši pregrupiranje hranjivih tvari unutar biljke.

Kao u pravilu u četvrtoj dekadi razvoja krastavaca, kada se razvija niz plodova, znatno se smanjuje količina hranjivih tvari u lišću zbog priticanja u plodove.

PROMJENLJIVOST KEMIJSKOG SASTAVA ZA VRIJEME ČUVANJA

Plodovi krastavaca ne mogu se dugo čuvati u običnim uvjetima. Kod temperature od 0,5 do 1°C i vlažnosti zraka od 85 do 90% plodove je moguće čuvati do 3 tjedna.

Način promjene kemijskog sastava svježih plodova krastavaca u vrijeme čuvanja je malo proučen.

- 4) Tokom rasta plodova povećava se aktivnost kiseline soka.
- 5) Količina kalija u plodovima indicira stupanj dozrelosti. Kalcij se u vegetativnom dijelu biljke znatno povećava u periodu plodonošenja.
- 6) Plodovi od ranijih berbi sadrže više suhe tvari u usporedbi s kasnijima. Plodovi krastavaca se teško čuvaju, brzo dolazi do velikih gubitaka šećera i askorbinske kiseline.

O intenzivnosti disanja plodova nakon berbe možemo zaključiti:

1) Brzina formiranja CO_2 se postepeno smanjuje u vrijeme čuvanja i to tim brže što je temperatura čuvanja viša, i kod fizioloških povreda od temperature (0 do 5°C).

Prema nekim rezultatima u prve tri nedjelje povećava se stvaranje CO_2 , premda je koeficijent disanja mali.

2) Podaci o intenzivnosti disanja i o koeficijentu disanja kod raznih temperatura se ne poklapaju: prema jednoj grupi autora intenzivnost disanja je podjednaka kod $0,5^\circ$ i kod 10 do 24°C , a prema drugima kod viših temperatura koeficijent disanja je manji.

3) Do većeg intenziteta disanja u početku dolazi kod krastavaca koji su čuvani kod fiziološki štetnih temperatura. Povećanje stvaranja CO_2 se poklapa s početkom kvarenja, a do smanjenja dolazi u vrijeme općeg odumiranja tkiva.

4) Dišni je koeficijent u vrijeme čuvanja kod smanjenja fiziološki štetnih temperatura manji od jedinice.

SUMMARY

Concerning the movement of metabolites in the fruit of tomato during the growing season we can conclude as follows:

1. We distinguish two basic stages in the development of the fruit:
 - a) There flow into the fruit from the plant all the indispensable substances.
 - b) The inflow of substances is weakened while later it discontinues. In the second stage are activated the processes of hydrolysis of high — polymeric compounds into simpler ones.
2. The content of dry matter increases during fruit ripening. The percentage content of dry matter, nitrogen, starch, pentosans and ashes decreases at maturation. At the end of the maturation the total content of dry matter in fruits decreases.

During storage of fruits there occur the following changes:

1. The total content of sugars decreases, while the content of acids increases. The hydrolytic activity of invertase increases. All this points to a worsening of the quality of fruit.
2. The content of ascorbic acid and of carotenoids decreases in overripe fruits both on the standing plants and after the harvest.
3. The content of pectinic substances decreases.

As to cucumbers in connection of the movement of metabolites during the growing season we can conclude as follows:

1. Concentration of dry matter, especially of ashes, rises during the growth gradually. The total amount of sugars, especially reducing sugars, increases, while the quantity of polysaccharids and saccharose, as well as the total of nitrogen substances decreases.
2. The content of ascorbic acid in fruits through ripening decreases in the fruit flesh, while it increases in seeds.
3. Green fruits of cucumbers contain little pectinolytic enzymes or not at all, while they are active in green fruits.
4. During the growing of fruits the activity of juice acid increases.
5. The content of potassium in fruits indicates the degree of the ripeness. Potassium in the vegetative part of plant considerably increases during the fruit — bearing period.
6. Fruits of previous harvests contain more dry matter as compared with later ones.

Fruits of cucumber are preserved with difficulty, there occur rapidly great losses of Sugar and ascorbic acid.

LITERATURA

1. AFANASJEVA, L. Y.: Vestnik seljskohozjajstvenoi nauki „Ovočevodstvo i kartofel“ 5, 1940.
2. ANDREOLTI, R. a. CECI, D.: Ind. Conserve 30, 1955.
3. ANDREW C. RICE a. PEDERSON, C. S.: Ford Res, 19, 1 1954.
4. ARASIMOVIC, V. V., ŠIVRINA, A. N., VASILJEVA, N. A.: Biohimija tomatov, Moskva 1961, Seljhozizdat