

**Dr Paula Pavlek,**  
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

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

### **PROIZVODI METABOLIZMA KOD GRAŠKA**

**(*Pisum sativum*)**

Grašak — *Pisum sativum* se dijeli na dva varijeteta: *Pisum sativum* var. vulgare i *Pisum sativum* var. medulare. Osim po morfološkim osobinama, te se dvije varijacije razlikuju i po karakteru encimatskih procesa u vrijeme klijanja sjemena:

1) okruglosjemene (*P. s.* var. vulgare) kod kojih u normalno zreloom sjemenom ugljikohidrate većinom predstavlja škrob s velikim krupnim i lijepo formiran škrobnim zrcima, a količina jednostavnih šećera je neznatna;

2) s navoranim sjemenom (*P. s.* var. medulare) sa slabo razvijenim škrobnim zrcima, a većina ugljikohidrata pripada jednostavnim šećerima.

Koncentracija topljivih ugljikohidrata u biljčicama sorata navoranog zrna dva puta veća nego kod sorata koje imaju okruglo sjeme. Ispitivanjima je ustanovljeno da je energija pokretanja metabolita iz kotiledona u biljčici kod sorata s navoranim zrnom znatno veća nego kod sorata s okruglim sjemenom. Kod sorata graška s okruglim sjemenom u prvoj etapi klijanja brzina migracije ugljikohidrata jako zaostaje za migracijom dušičnih tvari.

Kod sorata s navoranim sjemenom ustanovljen je obratni intenzitet tih procesa, tj. u prvoj etapi klijanja brzina migracije dušičnih tvari jako zaostaje za migracijom ugljikohidrata.

Malu pokretljivost rezervnih tvari u kotiledonima sorata graška s okruglim sjemenom objašnjavamo tako što kod njih encimatski sistemi imaju veliku aktivnost sinteze škroba i bjelančevina. Razgradnja tih tvari u procesu klijanja protiče polagano. Suprotno tome kod graška s navoranim sjemenom se javlja usporavanje procesa polimerizacije u samom početku punjenja i sazrijevanja sjemena graška.

U procesu klijanja sorata s navoranim sjemenom raste aktivnost encima, a rezultat toga je razgradnja škroba i bjelančevina i umanjenje njihovih količina u sjemenki.

Najveću količinu bjelančevina sadrži biljka u fazi formiranja plodova. U procesu punjenja plodova u početku prevladavaju procesi sinteze bjelančevina, zatim kako se približava sazrijevanje, taj proces ustupa mjesto nakupljanju ugljikohidrata. Iz toga proizlazi da grašak treba brati u fazi formiranja plodova.

Priliv kalija u nadzemni dio biljke se produžuje do kraja sazrijevanja, a priticaj fosfora i pogotovo kalcija u vrijeme sazrijevanja slabi.

U korijenu, obratno, količina kalcija se povećava do kraja sazrijevanja a kalija i fosfora se smanjuje. Te tvari, kao što se vidi, migriraju iz korijena u

nadzemni dio. Količna magnezija u nadzemnim dijelovima se smanjuje, a u korijenu se malo mijenja.

Naročito se veće promjene u kemijskom sastavu u ovisnosti o fazi razvoja opažaju u plodovima (mahunama).

Prema podacima Šulca i Vinterštajna (1910) u krilima mahuna se u vrijeme punjenja sjemena i sazrijevanja umanjuje količina ukupnog dušika, osobito nebjelančevinastog koji migrira u sjeme koje zri.

Ispitivanja pokazuju da proces sazrijevanja u grašku ima 2 faze. U prvoj fazi se nakupljaju ugljikohidrati i bjelančevine pretežno u parenhimskom tkivu krila mahune koji se javljaju kao posrednici između asimilacionih organa i zrna. U drugoj fazi protječe migracija produkata asimilacije iz mahune u zrno. Čim je jače razvijeno parenhimsko tkivo mahune, tim je jasnije izražena dvofaznost sazrijevanja pa se produžuje proces sazrijevanja.

Sorte graška s navoranim sjemenom imaju snažnije razvijeno parenhimsko staničje mahune, a osim toga je kod tih sorata dozrijevanje polaganije i po tome što kondenzacija ugljikohidrata i bjelančevina kod dozrijevanja protječe polaganije.

Kod sorata s okruglim sjemenom pogotovo slabo razvijenog sloja parenhima, ubrzava se sazrijevanje u mahunama graška.

Na snažnji razvoj parenhima u mahuni utječe dovoljna opskrbljenost vodom.

U jesensko—zimskoj sjetvi graška u našem primorskom području — biljke su bolje opskrbljene vodom pa kasnije u vrijeme dozrijevanja, koje nastupa u toplijem periodu, mahune mogu da razviju parenhimsko staničje što djeluje na polaganije dozrijevanje.

Tehnološka zrelost nastupa vrlo brzo, često za nekoliko dana, osobito ako je suša i visoke temperature. Kvalitet sjemena ovisi o odnosu šećera i bjelančevina. Proces dozrijevanja se sastoji u brzom smanjivanju količine šećera i topljivih dušičnih tvari i povećanjem količine bjelančevina i netopljivih dušičnih tvari te povećanjem količine škroba.

Prema Lešičevoj (1963) se kod kvalitete zrna u blizini gornje granice (9,8—11,3% u alkoholu netopljivih tvari) postiže 25—35% maksimalnog kapaciteta priroda zrna, a kod kvaliteta u blizini donje granice (21—23,3% u alkoholu netopljivih tvari) može se očekivati 70—80% maksimalnog priroda zrna graška.

Prema tome, ne smije se kasniti berbom. Brati treba svaka 2—3 dana i oprezno da se ne ozlijede ni mahune ni biljke.

Najbolji se rezultati postižu za jednokratnu berbu graška sa sortama gdje mahune jednolično dozrijevaju. Kod nas su tek počela istraživanja u tom pravcu. Prema dosadašnjim rezultatima pokazale su se prikladne sorte Zeiners grüne Bastard, Juwel, Ekspres, Aljaška i sl.

Pobrani grašak se stavlja u sanduke i čuva kod temperature od 2 do 3°C. Grašak se u tom slučaju može čuvati 15 do 18 dana.

Kod temperature od 18 do 25°C kvalitet mu se toliko pogorša za 4—5 dana, da nije pogodan za potrošnju.

Svježi grašak se može držati 2 tjedna u hladnim prostorijama kod temperature od 0°C. Prema **Jamisonu** (1934) grašak ostaje u dobroj kondiciji 15—18 dana kod temperature od 0 do 4,4°C. Kod 21,1°C već nakon 5 dana je nepodesan za **prodaju**.

U vezi promjena kod graška možemo zaključiti:

- 1) Koncentracija topljivih ugljikohidrata u biljčicama sorata navoranog zrna je dva puta veća nego kod sorata okruglog sjemena.
- 2) Najveću količinu bjelančevina sadrži biljka u fazi formiranja plodova.
- 3) U procesu punjenja plodova u početku prevladavaju procesi sinteze bjelančevina, kod sazrijevanja dolazi do nakupljanja **ugljikohidrata**.
- 4) Kvalitet sjemena ovisi o odnosu šećera i bjelančevina.

Proces dozrijevanja se sastoji u smanjenju i šećera i topljivih dušičnih tvari, a povećanju bjelančevina i netopljivih dušičnih spojeva, te povećanju količine škroba.

#### PROIZVODI METABOLIZMA KOD KUPUSNJAČA

Kod kupusnjača su najmanje proučeni procesi klijanja.

Prema **R. Duperonu** (1956.) za klijanje sjemena kupusnjača karakteristično je povećanje količine jabučne i limunske kiseline u sjemenu. Pretpostavlja se da je nakupljanje kiselina posljedica obogaćivanja sjemena topljivim ugljikohidratima.

U procesu klijanja mijenja se kvalitetni sastav tvari koje stimuliraju rast. Osnovnu masu čine spojevi 3—indolacetonitrila. Količina indol—proizvoda dostiže maksimum kod mladih biljaka (107 mg/100 g cvjetače) a znatno se smanjuje u fazi spolne zrelosti (8 mg/100 g) (**Linser H.** u. andere, 1958).

**N. P. Prohorova** (1938) je razdijelila kupusnjače na dvije grupe: 1 — glavate forme; 2 — korabica, lisnati kelj i kelj pupčar.

Opća zakonomjernost za obje grupe je porast količine ugljikohidrata tokom rasta i razvitka kada se povećava količina monosaharida, a u stabiljici korabice saharoza. Postotak bjelančevina, mineralnih tvari i celuloze u kupusu se smanjuje, a u korabici, kelju pupčaru i lisnatom kelju ostaje nepromijenjen ili se povećava. Kretanje količine askorbinske kiseline također je jako različito, a to ovisi o vrsti i sorti. U kupusu koncentracija askorbinske kiseline ostaje nepromijenjena ili se smanjuje, a u drugim varijetetama se povećava i dostiže maksimum u času biološke zrelosti biljke.

Proučavanje količine pektinskih tvari kod kupusa je pokazalo da njihova koncentracija ostaje stalna ili se smanjuje krajem sazrijevanja.

Koncentracija masti u lišću tokom sazrijevanja se također smanjuje. Mineralne tvari, naročito kalcij, nakupljaju se u svim organima biljke, osim u korijenu. (E. Vanstone a. Ch. E. Knapman, 1939).

U lišću lisnatog kelja tokom rasta se povećava količina suhe tvari i težina biljke.

Prema E. Hansenu (1945), kod uzgoja lisnatog kelja kao zimske kulture dolazi do smanjenja količine askorbinske kiseline u usporedbi s biljkama proljetne sadnje.

Koncentracija askorbigena je veća kod mladih biljaka (M. Kutaceku andere, 1957). Njegova maksimalna količina je nađena u lišću korabice (do 70 mg/100 g). U stabljici korabice askorbigen dostiže maksimum sredinom vegetacije (50 mg/100 g).

Sumpor dolazi u aminokiselinama u gorkim uljima.

Kod ispitivanja dinamike sumpornih spojeva kod kupusnjača pomoću S<sup>35</sup> je ustanovljeno da se više nakupljaju u mladim biljkama.

Prema B. A. Rubinu i E. P. Četverikovej (1951—1955) aktivnost citohromoksidaze i peroksidaze se povećava od faze klijanja do faze sazrijevanja glava. Nakon toga dolazi do smanjenja: postepeniije kod citokromoksidaze i naglo kod peroksidaze. Aktivnost oksidaze askorbinske kiseline maksimalna je kod klijanja, u lišću presadnica se smanjuje, a zatim se u fazi savijanja glavica znatno povećava. Tokom dozrijevanja i čuvanja glava naglo se smanjuje.

Proučavanje raznih vrsta i sorata čuvanih tokom 6 mjeseci je pokazalo smanjenje šećera za 0,5—3%. Ukupni ugljikohidrati se smanjuju na račun šećera karakterističnog za pojedine varijante.

U kupusu se gube monosaharidi, u korabici saharoza, u kelju pupčaru monosaharidi i saharoza.

Smanjenje količine šećera je vezano s njihovim potroškom za disanje, a također djelomičnim prelaskom u stabljiku.

Kada razmatramo promjene dušičnih tvari kod čuvanja opažamo smanjenje količine bjelančevina i povećanje količina aminodušika, što ukazuje na procese hidrolize.

Prema N. T. Prohorovoj, za vrijeme čuvanja količina pentozana se ne mijenja.

Prema V. Josikove i dr. (1953) smanjenje askorbinske kiseline i vitamina grupe B kod čuvanja je neznatno, a prema Lomejku, u toku čuvanja dolazi do povećanja količine askorbinske kiseline.

Sorte kupusnjače znatno se razlikuju po sposobnosti čuvanja preko zime. Na osnovu mnogogodišnjih ispitivanja bilo je ustanovljeno da je to nasljedno svojstvo. Za sorte koje se lako čuvaju karakteristično je da imaju veću količinu celuloze, ne veliku srednju težinu glave, te dulji period vegetacije. (O. Kovnička, 1958).

Niz autora ukazuje na kvalitetne i kvantitetne razlike encimatskih promjena kod sorata s raznom sposobnošću čuvanja **B. N. Bukin**, 1937., **Rubin**, 1951).

Za sve je sorte karakteristično smanjenje aktivnosti encima u vrijeme čuvanja.

Otpornost sorata kod čuvanja prema *Botrytis cinerea* objašnjava se znatnim povećanjem aktivnosti oksidaza.

Aktiviranje oksidaza aminokiselina na mjestu zaraze kod povećane količine aminokiselina u tkivu otpornih sorata povećava nakupljanje amonijaka, što i jest razlog da se spriječi zaraza (**B. A. Rubin** i dr. 1957. 1958. 1959).

Neki autori navode da dolazi do znatnog smanjenja karotina za vrijeme čuvanja.

Prema **G. A. Lukovnikovoj** (1960. i drugima) kupusnjače dobro čuvaju askorbinsku kiselinu u usporedbi s mrkvom, rotkvom, celerom i drugim povrćem.

Prema **H. Plateniusu** i dr. (1944) čuvanje kupusnjača u atmosferi kisika, omogućuje da se sačuva askorbinska kiselina.

Kupusnjače — *Brassica oleracea* — imaju slijedeće zajedničke karakteristike s obzirom na promjene tokom vegetacije:

- 1) Mlade biljke sadrže maksimalnu količinu indol — proizvoda.
- 2) Tokom rasta i razvitka povećava se količina šećera.
- 3) U kupusu se smanjuje postotak bjelančevine, mineralnih tvari i celuloze. U korabici, kelju pupčaru i lisnatom kelju sadržaj spomenutih tvari se ne mijenja ili povećava.
- 4) U kupusu količina askorbinske kiseline ostaje nepromijenjena ili se smanjuje. Kod ostalih kupusnjača ta koncentracija se povećava i dostiže maksimum u biološkoj zreosti.
- 5) Sumporni spojevi se više nakupljaju u mladim biljkama.

Čuvanjem se različite varijetete različito i ponašaju.

- 1) Dolaz do smanjenja ukupnih ugljikohidrata na račun šećera, karakterističnog za pojedine varijetete.
- 2) Opada količina bjelančevina, a povećava se količina aminodušika, a to ukazuje na procese hidrolize.
- 3) Prema nekim autorima, smanjenje količine askorbinske kiseline i vitamina grupe B kod čuvanja je neznatno, a prema nekima u toku čuvanja dolazi do povećanja količina askorbinske kiseline.
- 4) Bolje se čuvaju vrste s većom količinom celuloze, srednjom glavom i duljim vegetacionim periodom.
- 5) Smanjuje se aktivnost encima.
- 6) Sorte koje imaju veću aktivnost oksidaza otpornije su kod čuvanja prema *Botrytis cinerea*.
- 7) Prema nekim autorima, kod čuvanja dolazi do smanjenja količine karotina.

## PROIZVODI METABOLIZMA KOD SALATE

(*lactuca sativa*)

Za vrijeme klijanja salate događaju se znatne promjene u količini raznih tvari.

Kod sjemena prilikom klijanja smanjuje se količina suhe tvari osobito masti. Količina šećera, nebjelančevinastog dušika i askorbinske kiseline se povećava, a povećava se također i aktivnost katalaze.

Treba napomenuti da je dinamika biokemijskih promjena u dobro isklijanom sjemenu kljajališnih sorti drugačija nego proljetnih sorti čije sjeme polagano klije. Podaci pokazuju da je u sjemenu proljetnih sorata intenzivnost oksidoredukcijskih procesa i razgradnja masti slabija u usporedbi sa sjemenom kljajališnih sorata.

Kod klijanja se opaža i promjena sastava pepela sjemena salate. **A. M. Mayer** (1954) je ustanovio da se pod klijanja sjemena salate odmah povećava količina topljivog pepela. Od mikroelemenata naročito se jako povećava količina u vodi topljivog željeza.

Tokom rasta i razvitka mijenja se kemijski sastav lišća salate.

Količina suhe tvari se u salati povećava u fazi tehnološke zrelosti. Kod salate glavatice vanjsko lišće u to vrijeme sadrži manje šećera i dušičnih tvari nego stabljika. Količina askorbinske kiseline sazrijevanjem salate se smanjuje.

Količina karotina se povećava paralelno s količinom suhe tvari. Količine suhe tvari i karotina dostižu maksimum u vrijeme cvatnje salate. Aktivnost encima (katalaze, saharaze, amilaze) u lišću salate prema **N. P. Krasinskome**, i **L. Naumovoj** (1936) povećava se porastom zelene mase. Tokom rasta i razvitka salate mijenja se i sastav pepela. Količina pepela nije jednaka u svim fazama razvitka salate. To ukazuje da u raznim fazama razvitka salata prima i treba razne količine pojedinih bioelemenata.

Zeleno povrće, pa prema tome i salata, ne može se dugo čuvati. U vezi s velikim gubitkom vode iz lišća salate jesu energični hidrolitički procesi i pojačano disanje. Ti procesi ovise o temperaturi čuvanja.

Kod visoke temperature čuvanja salata troši ugljikohidrate brže, nego kod niže. **B. A. Rubin** (1939) je našao da je salata kod temperature 6—7°C kroz 6 dana čuvanja izgubi 19,6% ukupnih ugljikohidrata, a za 12 dana 31,3%.

Čuvanje salate kod 12—15°C u isto vrijeme je dovelo do gubitka 29,4% ugljikohidrata. O većim gubicima ugljikohidrata kod viših temperatura može se suditi po količini topline. Tako količina topline kod 0°C iznosi 134,5 kal na 1 g tokom jednog dana, a kod temperature od 4,5°C oko 2000 kal (za 14 puta više) (**Saburov**, 1951).

Temperaturni uvjeti čuvanja salate utječu i na količinu askorbinske kiseline. Čuvanjem salate u frižideru sa suhim ledom ne gubi se askorbinska kiselina dok je u to vrijeme lišće salate čuvano pod običnim uvjetima izgubilo 21,7% askorbinske kiseline.

Kod kratkotrajnog čuvanja salate u tamnim prostorijama pri raznim temperaturama mijenja se količina askorbinske kiseline. Tako se kod 3 sorte salate poslije 24 sata čuvanja kod temperature 22—23°C količina snizila na 77—114 mg na 100 g suhe tvari.

Obratno, za isto vrijeme čuvanja kod temperature od 5—6°C koncentracija askorbinske kiseline je porasla na 226—559 mg na 100 g suhe tvari. Kod temperature čuvanja od —5°C količina askorbinske kiseline za 24 sata se smanjuje na 56—86 mg na 100 g suhe tvari. Prema tome, čuvanje salate kod visokih temperatura (22—23°C) i niskih (—5°C) nije racionalno. Kratkotrajno čuvanje salate kod temperature 5—6°C može povećati njenu prehrambenu vrijednost.

U vezi s promjenama tokom vegetacije salate možemo zaključiti;

- 1) Kod kljališnih sorata intenzivnost oksidoredukcijskih procesa i razgradnja masti je veća nego kod proljetnih i ljetnih.
- 2) Količina suhe tvari se povećava u fazi tehnološke zrelosti.
- 3) Količina askorbinske kiseline se smanjuje sazrijevanjem salate.
- 4) Količina karotina se povećava zajedno s ukupnom količinom suhe tvari.
- 5) Aktivnost encima (katalaze, saharaze, amilaze) u lišću salate se povećava porastom zelene mase.

Salata se s'abo čuva te dolazi do slijedećih gubitaka:

- 1) iz lišća se naveliko gubi voda uslijed energičnih hidrolitičkih procesa i intenzivnog disanja;
- 2) kratkotrajnim čuvanjem salate kod temperature od 5—6°C može se povisiti količina askorbinske kiseline.

#### PROIZVODI METABOLIZMA KOD ŠPINATA (*Spinacea cleracea*)

Prema ispitivanjima **L. F. Fondarta** (1928) s uzrastom se u špinatu nakuplja suha tvar, ali količina ukupnog dušika pada. Količina fosfora je veća u mladom lišću.

Takva zakonomjernost se pokazala i u kasnijim pokusima **G. Mihaele** i **L. Heidekkera** (1940) koji su našli da je količina fosfora i bjelančevinastog dušika veća u mladom lišću.

U špinatu, kiselici i rabarbari se nalazi znatna količina oksalne kiseline, a njezina količina ovisi o uzrastu biljke.

U lišću špinata količina askorbinske kiseline se tokom rasta biljke, također, mijenja. Najveća količina se nalazi u lišću vršnog reda koje je mlađe.

U lišću špinata količina karotina se povećava rastom, pa se najveća količina karotina nalazi u periodu cvatnje, a poslije toga se količina karotina u lišću znatno smanjuje (**I. K. Murri** 1936).

Za promjene kod špinata je karakteristično:

- 1) uzrastom dolazi do nakupljanja suhe tvari, a količina ukupnog dušika opada;
- 2) količina fosfora i bjelančevinastog dušika je veća u mladom lišću;
- 3) najviše askorbinske kiseline sadrži lišće vršnog reda;
- 4) količina karotina u lišću se povećava rastom.

Iz svega što je ovdje napisano možemo vidjeti da je problem određivanja kvaliteta i tehnološke zrelosti složen i ne predstavlja za određenu kulturu neku fiksnu vrijednost.

Nasuprot tome, vidimo da kod mnogih kultura možemo odrediti nekoliko faza, kvaliteta i tehnološke zriobe.

Na osnovu poznavanja proizvoda metabolizma može se odlučiti da li biljke treba prije ili kasnije brati.

Prerađivačka je industrija prvenstveno zainteresirana za poznavanje odnosa pojedinih proizvoda metabolizma i njihovih količina tokom rasta i prema svojim zahtjevima trebala bi da diktira čas određivanja tehnološke zriobe, a za postizanje određene kvalitete.

U ovom prikazu su iznesene općenite zakonomjernosti za navedene kulture, a moderna proizvodnja i prerada će sve više trebati o tome voditi računa.

U praksi bi trebalo koristiti dosadašnje rezultate poznavanja važnijih proizvoda metabolizma kod pojedinih kultura.

Daljnja ispitivanja treba da unesu još više svjetla za njihovo upoznavanje u pojedinoj vrsti odnosno sorti, te kod određenih uvjeta uzgoja.

#### L T E R A T U R A

- 1) Eliseev Z. J.: Biohimija salata »Seljhozizdat«, Moskva, 1961.
- 2) Lešić Ružica: Neka biološka i gospodarska svojstva graška (*Pisum sativum* L.) u procesu dozrijevanja. Disertacija, Zagreb, 1964.
- 3) Lukovnikova G. A.: Biohimija kapusti »Seljhozizdat«, Moskva, 1961.
- 4) Hansen E.: Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. 16, 1945.
- 5) Krasinski N. P. i Naumova L. Y.: Tr. laboratorii agrohimii i biohimii ovošči VA SH NJ, 1936.
- 6) Prohorova N. T.: O fiziologo — himičeskih i piščevih svojstah raznovidnostej i sostov kapusti, Leningrad, 1938.
- 7) Rubin B. A. i Četverikova E. P. Sb. »Biohimija plodov i ovošči«, 3, 1955.
- 8) Šivrina A. N.: Biohimija špinata, ščavelja i revenja — »Seljhozizdat«, Moskva, 1961.