

# PROMJENE FOTOSINTETSKE AKTIVNOSTI PLASTIDA TIJEKOM NJIHOVIH PRETVORBI

With Summary in English

ZDENKA DVOJKOVIĆ-PENAVA

(Institut za botaniku Sveučilišta u Zagrebu)

Primljeno 24. 1. 1973.

## Uvod

Elektronsko-mikroskopska istraživanja ultrastrukture plastida ozele-  
njelog ploda *Cucurbita pepo* var. *ovifera* dokazuju mogućnost pretvorbe  
kromoplasta požutjelog ploda u normalne kloroplaste (Ljubešić 1971,  
Devidé i Ljubešić 1972). Time je definitivno potvrđena klasična  
konceptija da je pretvorba plastida reverzibilna i da kromoplasti nisu  
nužno konačni stadij monotropnog razvitka kao što tvrde Frey-Wys-  
sling, Ruch i Berger (1955).

U vezi s tim istraživanjima činilo se zgodnim pratiti promjene foto-  
sintetske aktivnosti tijekom pretvorbe plastida. Težište istraživanja stav-  
ljeno je na kloroplaste ponovo ozelenjelih plodova *Cucurbita pepo* var.  
*ovifera*, jer je teoretski diskutabilna njihova fiziološka funkcionalnost,  
tj. njihova fotosintetska aktivnost.

## Eksperimentalni dio

Kao eksperimentalni materijal korišteni su zeleni i požutjeli listovi  
kao i cvjetovi stari 1—6 dana vrste *Nicotiana rustica* L., zeleni listovi  
vrste *Zea mays* L. i bijeli listovi njezine mutante te plodovi vrste  
*Cucurbita pepo* L. var. *ovifera*, kod kojih su upotrebljavane svjetlije  
i tamnije meridionalne zone (Devidé 1970 a, b) u tri razvojna stadija.

Kod određivanja fotosinteze Warburgovom manometrijskom tehni-  
kom za održavanje konstantnog parcijalnog tlaka CO<sub>2</sub> upotrebljavana je  
mješavina karbonat-bikarbonatnog pufera (Warburg i Kayser  
1959). Površina biljnog materijala iznosila je 5 cm<sup>2</sup>. Eksperimenti su  
vršeni 15 min. u mraku i 15 min. na svjetlosti kod 9000 luksa. Kupelj  
je bila termostatirana na 28° C, a frekvencija potresanja bila je 100/min.

Tabela 1. *Cucurbita pepo* var. *ovifera*. Rezultati mjerenja fotosintetske aktivnosti.

Table 1. *Cucurbita pepo* var. *ovifera*. Results of the measurements of the photosynthetic activity.

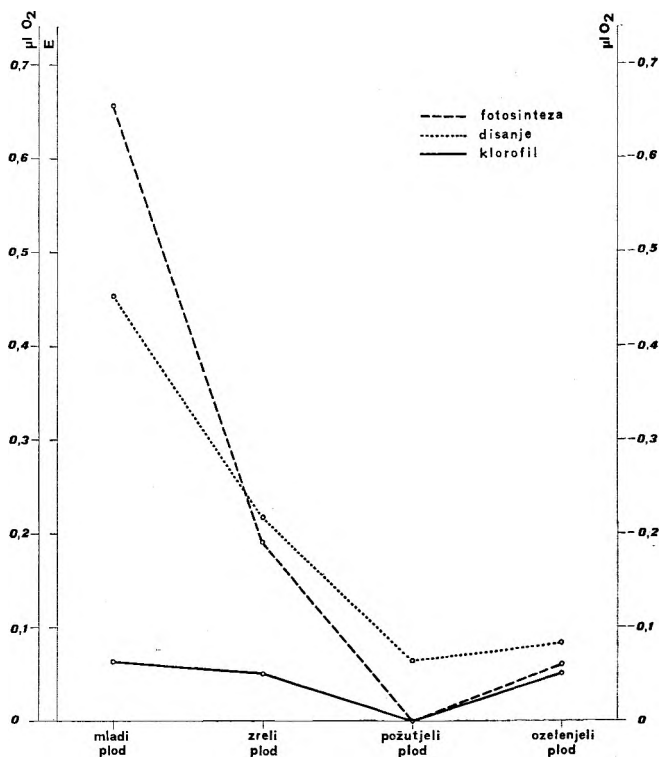
		Tama	Svjetlost	
pruge		$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l O}_2$	E
mladi plod	tamno-zelene	-0,453	+0,656	0,063
	svijetlo-zelene	-0,445	+0,519	0,032
zreli plod	zelene	-0,216	+0,190	0,007
	žute	-0,362	+0,007	0,000
požutjeli plod	narančaste	-0,065	0,000	0,000
	žute	-0,050	0,000	0,000
ozelenjeli plod	naranč.-zelene	-0,084	+0,084	0,050
	zelene	-0,110	+0,199	0,068

Tabela 2. Rezultati mjerenja fotosintetske aktivnosti kod istraživanih biljaka.

Table 2. The results of measurements of the photosynthetic activity in the investigated plants.

		Tama	Svjetlost	
pruge		$\mu\text{l O}_2$	$\mu\text{l O}_2$	E
<i>Nicotiana rustica</i> (list)	zeleni	-0,056	+0,445	0,208
	žuto-zeleni	-0,042	+0,047	0,051
<i>Zea mays</i> (list)	zeleni	-0,103	+0,628	0,137
	bijeli	-0,083	+0,005	0,000
<i>Nicotiana rustica</i> (cvijet)	zeleni	-0,339	+0,347	0,035
	žuti	-0,143	+0,091	0,011

Klorofil je određivan spektrofotometrijski u alkoholnom ekstraktu spektralnim kolorimetrom Spekol (VEB Carl Zeiss-Jena) kod 665 nm. Debljina sloja u kivetu iznosila je 0,998 cm. Sadržaj klorofila po jedinici površine tkiva izražen je kao ekstinkcija (E).



Sl. 1. Odnos fotosinteze, disanja i sadržaja klorofila u tamnozelenim meridionalnim zonama ploda *Cucurbita pepo* var. *ovifera* u četiri razvojna stadija.

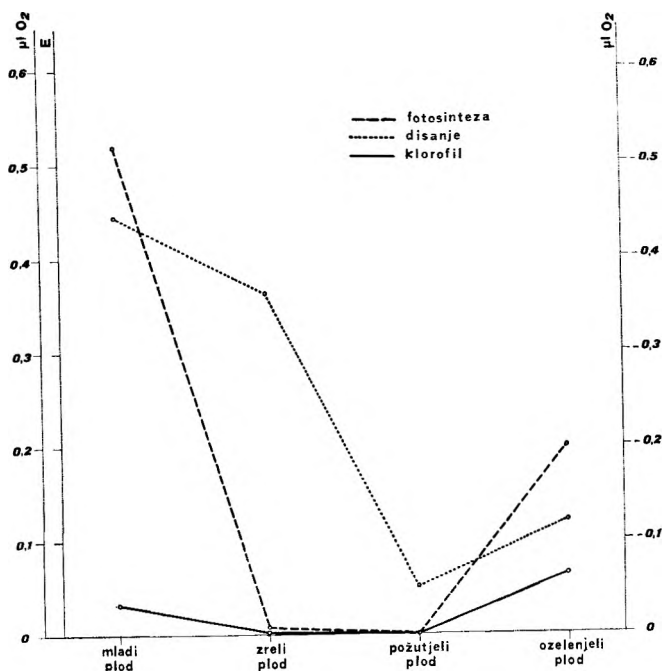
Fig. 1. Relation of photosynthesis, respiration and chlorophyll content in dark green meridional zones of the fruit of *Cucurbita pepo* var. *ovifera* in four developmental stages.

## Rezultati i diskusija

Tamne pruge mladog ploda vrste *Cucurbita pepo* var. *ovifera* pokazuju veliku fotosintetsku aktivnost i visok sadržaj klorofila, dok su kod svjetlijih pruga sadržaj klorofila kao i fotosintetska aktivnost manji.

Kod zrelog ploda fotosintetska aktivnost i sadržaj klorofila znatno su smanjeni, dok su kod požutjelog ploda jednaki nuli (tabela 1, sl. 1 i 2).

Ponovo ozelenjeli plod je opet fotosintetski aktivan. Pruge, koje su kod mladog ploda bile svjetlije, ravnomjernije ozelene pa sada sadrže više klorofila i veća im je fotosintetska aktivnost nego kod prvobitno tamnijih pruga (tabela 1, sl. 1 i 2). To je najvjerojatnije posljedica ukupnog broja kloroplasta po jedinici površine (a time i broja grana-tilakoida).



Sl. 2. Odnos fotosinteze, disanja i sadržaja klorofila u svjetlozelenim meridionalnim zonama ploda *Cucurbita pepo* var. *ovifera* u četiri razvojna stadija.

Fig. 2. Relation of photosynthesis, respiration and chlorophyll content in pale green meridional zones of the fruit of *Cucurbita pepo* var. *ovifera* in four developmental stages.

Razlike u fotosintetskoj aktivnosti raznih razvojnih stadija ploda, kao i razlike između meridionalnih zona, posljedica su količine klorofila koju sadrži tkivo. Fotosintetska aktivnost može se dokazati samo kod tkiva koje sadrži klorofil, pa makar samo u tragovima. To dokazuju ozelenjeli kromoplasti koji postanu fotosintetski aktivni u momentu kada se pojavi klorofil.

Suprotan slučaj, tj. postojanje tkiva koje bi sadržavalo klorofil a zbog procesa pretvorbe plastida (kloroplasta u kromoplaste ili obrnuto) ne bi bilo fotosintetski aktivno, nije mogao biti utvrđen.

Promjene u ultrastrukturi plastida tijekom njihovih pretvorbi (Devidé 1970 a, b, Ljubešić 1971, Devidé i Ljubešić 1972) ne pokazuju nikakvu distinktnu karakteristiku koja bi mogla poslužiti kao pouzdani oštri kriterij za utvrđivanje fotosintetske aktivnosti tkiva. Najžužu vezu pokazuje svakako prisustvo grana.

Rezultati dobiveni na listovima vrsta *Nicotiana rustica* i *Zea mays* te na cvjetovima vrste *Nicotiana rustica* (tabela 2) također govore u prilog shvaćanju da je fotosintetska aktivnost plastida u vezi s prisustvom klorofila i grana-struktura.

Detaljniji podaci navedeni su u magisterskom radu autorice (Dvojković-Penava 1972).

### Zaključak

Pomoću Warburgovog aparata praćena je fotosintetska aktivnost tkiva u vrijeme pretvorbe plastida i paralelno njihov sadržaj klorofila spektrofotometrijskom analizom alkoholnih ekstrakta. Dobiveni podaci uspoređivani su s nalazima elektronsko-mikroskopskih istraživanja o ultrastrukturnim promjenama u plastidima odgovarajućih stadija. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti:

1) Kod pretvorbe kloroplasta u kromoplaste fotosinteza prestaje kada potpuno nestane klorofil.

2) Razvijeni kromoplasti nikada ne sadrže klorofil i stoga nemaju sposobnost fotosinteze.

3) Kromoplasti koji ozelene steknu istovremeno s pojavljivanjem klorofila ponovno svoju fotosintetsku aktivnost.

4) Prisutnost klorofila i postojanje fotosintetske aktivnosti očituju se u ultrastrukturi plastida prvenstveno u prisutnosti grana.



Zahvaljujem prof. dru Zvonimiru Devidéu na savjetima i pomoći u toku rada.

### Literatura

- Devidé, Z., 1970a: Changes in fine structure of plastids in ripe fruits of *Cucurbita pepo* cv. *ovifera*, Septième Congr. Intern. Micr. Électronique, Grenoble, 3, 201—202.
- Devidé, Z., 1970b: Ultrastructural changes of plastids in ripe fruit of *Cucurbita pepo* cv. *ovifera*. Acta Bot. Croat. 29, 57—62.
- Devidé, Z. and N. Ljubešić, 1972: Plastid transformations in pumpkin fruits. Naturwissenschaften 59, 39—40.
- Dvojković-Penava, Z., 1972: Promjene fotosintetske aktivnosti plastida tijekom njihovih pretvorbi. Magisterski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Frey-Wyssling, A., F. Ruch and X. Berger, 1955: Monotrope Plastiden-Metamorphose. Protoplasma 45, 97—114.
- Ljubešić, N., 1971: Pretvorbe plastida u subepidermi plodova roda *Cucurbita*. Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Warburg, O. H. und D. Kayser, 1959: Wirkung von Kohlenoxyd auf Atmung und Photosynthese in grünen Keimblättern. Z. Naturforsch. 14b, 563.

## SUMMARY

### CHANGES OF PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF PLASTIDS DURING THEIR TRANSFORMATIONS

*Zdenka Dvojković-Penava*

(Institute of Botany, University of Zagreb)

The photosynthetic activity of tissues with transforming plastids has been measured by means of a Warburg apparatus. At the same time the chlorophyll content of the tissue has been determined by spectrophotometric measurements of ethanolic extracts. The data obtained are compared with electron microscopic findings of ultrastructural changes in plastids of the corresponding developmental stages. The investigations have given the following results:

1) During the transformation of chloroplasts into chromoplasts the photosynthetic activity ceases simultaneously with the disappearance of chlorophyll.

2) Fully developed chromoplasts never contain chlorophyll and never show any photosynthetic activity.

3) The regreening chromoplasts regain their photosynthetic activity simultaneously with the reappearance of chlorophyll.

4) The presence of chlorophyll and the existence of photosynthetic activity appear to be closely correlated with the appearance of grana.

Zdenka Penava, mr biol.  
Odjel za fiziologiju  
Instituta za botaniku Sveučilišta  
Rooseveltov trg 6/III, p.p. 933  
41 001 Zagreb (Jugoslavija)