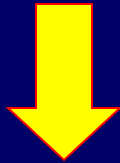


# Lapas uzbūve un funkcijas





1. Lapa izmanto oglekļa dioksīdu un ūdeni
2. Lapa satur hlorofilu un uztver gaismu
3. Fotosintēzē izdalās skābeklis
4. Fotosintēzes galaprodukts ir ogļhidrāts, kurš pārvietojas uz tā patēriņa un uzkrāšanas vietām augā
5. Lapai ir pielāgojumi, kas nodrošina gāzu un ūdens maiņu

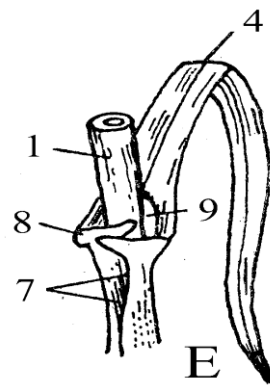
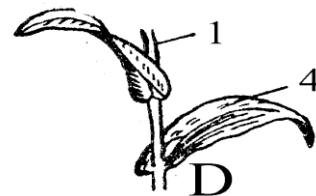
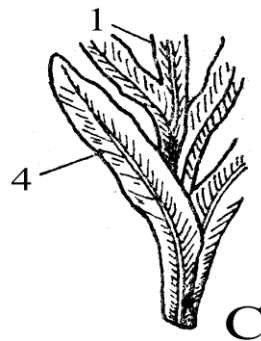
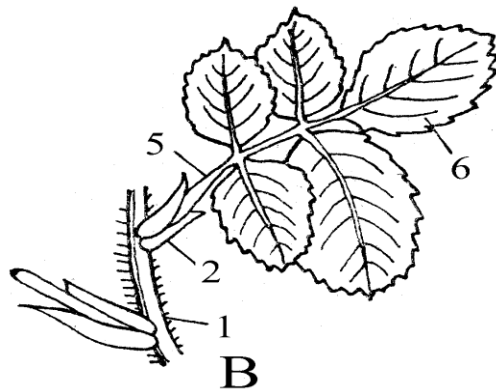
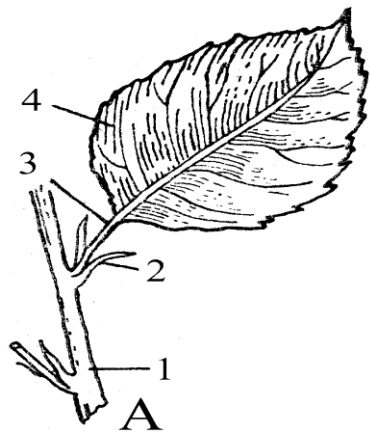
# Divdīgļlapju lapas audu uzbūve un funkcijas

<b>Audi</b>	<b>Uzbūve</b>	<b>Funkcijas</b>
Augšējā un apakšējā epiderma	<p>Viens šūnu slānis. Bezkrāsainas saplacinātas šūnas. Ārējie šūnapvalki klāti ar kutikulu - vaskveida apsarmi.</p> <p>Satur atvārsnītes, kuru skaits mezofītiem parasti ir lielāks apakšējā epidermā. Starp atvārsnītes slēdzējšūnām izveidojusies sprauga, caur kuru notiek gāzu un ūdens maiņa.</p>	<p>Aizsargfunkcija. Kutīns ir ūdensnecaurlaidīgs un aizsargā augus no izžūšanas un fitopatogēniem.</p> <p>Atvārsnītes nodrošina augu kontaktus ar vidi. Atvārsnīšu atvērumu regulē slēdzējšūnas - specializētas epidermas šūnas, kas satur hloroplastus.</p>
Zedeņu parenhīma (mezofils)	Stabveida šūnas, kuras izkārtotas blīvi un satur daudz hloroplastu plānā citoplazmas slānī.	Audi, kuros notiek fotosintēze. Hloroplasti var mainīt savu stāvokli attiecībā pret gaismu.
Čauganā parenhīma (mezofils)	Neregulāras formas šūnas, starp kurām lielas starpšūnu telpas. Čauganā parenhīma nesatur daudz hloroplastu.	Audi, kuros notiek fotosintēze, tomēr galvenā funkcija ir transpirācija un gāzu maiņa caur elpošanas dobumiem. Tajā var uzkrāties ciete.
Vadaudi	Tīklveida struktūra - lapu dzislojums, kas sastāv no koksnes un lūksnes.	Pa koksnes vadaudiem līdz lapai nokļūst ūdens minerālvielu šķīdumi. Pa lūksni no lapas tiek aiztransportēti fotosintēzes produkti - galvenokārt saharozes šķīdums. Pateicoties dzislojumam nodrošina lapas plātnes stingrību.

# Galvenās funkcijas

1. Fotosintēze
2. Gāzu maiņa
3. Transpirācija

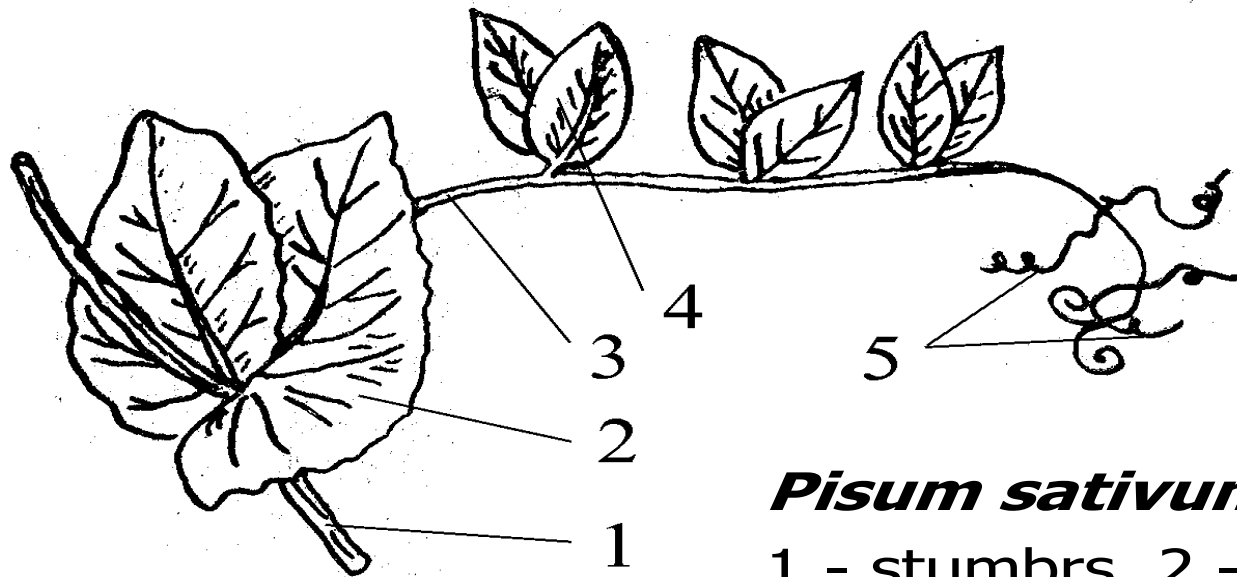
# Lapu tipi



A, B - kātainas lapas ar pielapēm (A - vienkārša lapa ābelei, B - salikta lapa mežrozei), C - nolaidena lapa (rudzupuķe), D - sēdoša lapa (naudulis), E - lapa ar maksti (mieži).

1 - stumbrs, 2 - pielapes, 3 - lapas kāts, 4 - lapas plātne, 5 - lapas galvenais kāts (saliktām lapām), 6 - lapiņa, 7 - maksts, 8 - austiņa, 9 - mēlīte.

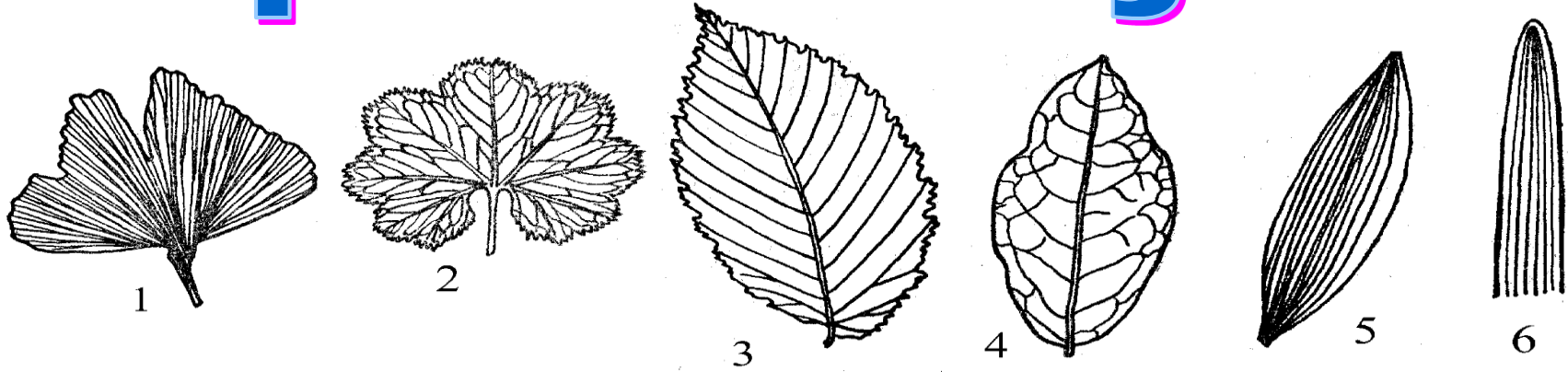
# Sējas zirņa vasas uzbūve



***Pisum sativum* vasas uzbūve:**

1 - stumbrs, 2 - pielapes,  
3 - galvenais kāts, 4 - lapiņas, 5 -  
vītes.

# Lapu dzīslrojums



Dzīslrojums ir lapas dzīslu sistēma, kas veidojas no dzīslas sakārtotas paralēlās dzīslas (3 - *Polygonum glabrum*, 4 - *Urtica dioica*, 5 - *Alchemilla vulgaris*). Sīkākās sāndzīslas (2 - *Alchemilla vulgaris*), sīkākās sāndzīslas (2 - *Alchemilla vulgaris*).

- 1 - dihotoms, 2 - starains, 3 - valējs plūksnains, 4 - slēgts plūksnains, 5 - lokveida, 6 - paralēls.

# Lapu daudzveidība

## Vienkāršas lapas



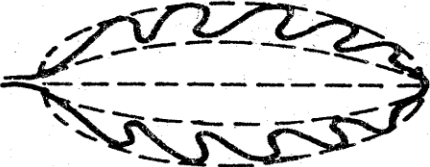


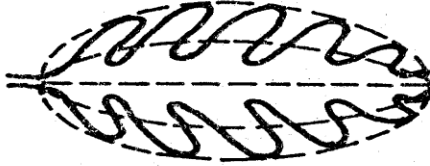


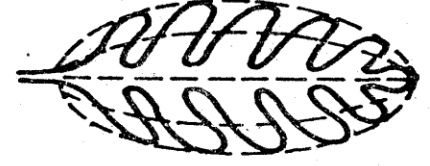
Raksturīga viena lapas plātne

## Saliktas lapas

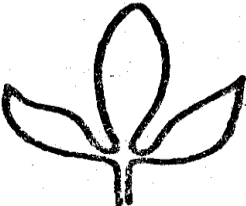
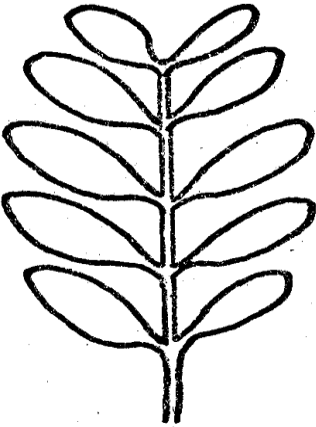
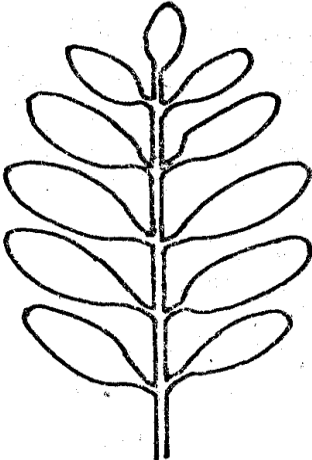
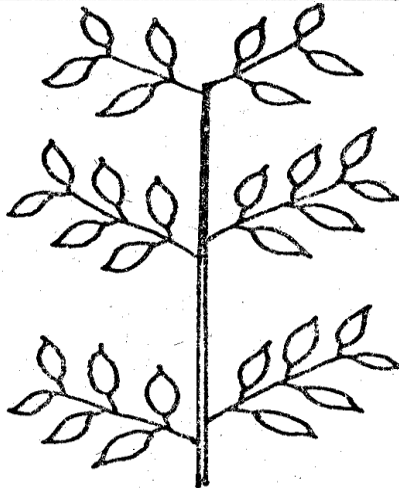
Pie lapas kāta atrodas divas, trīs vai vairākas patstāvīgas lapiņas



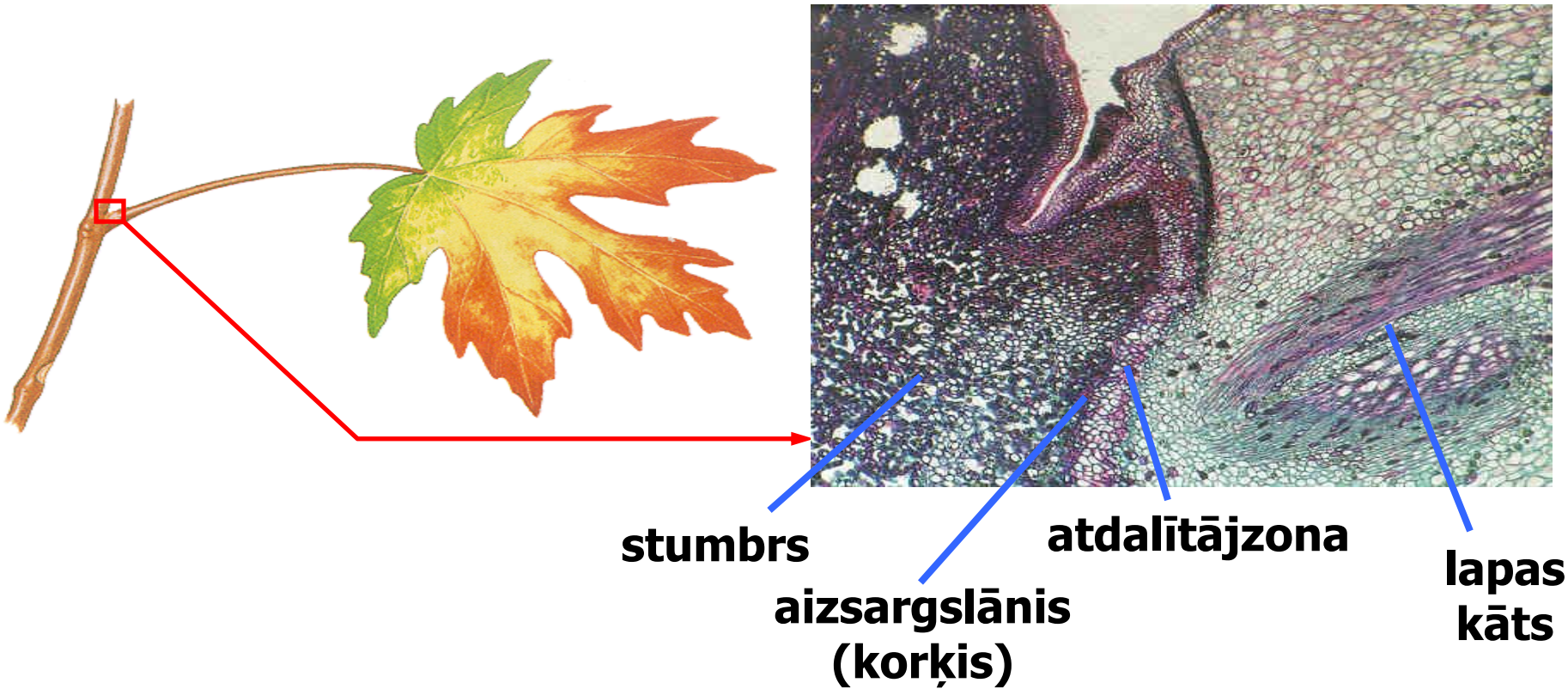
# Vienkāršo lapu klasifikācija pēc lapas plātnes izgriezuma

	trīsstaraini	piecstaraini	plūksnaini
daivaina (seklāk par lapas plātnes pusi)			
šķelta (dziļāk par lapas plātnes pusi)			
dalīta (līdz pamatam vai galvenajai dzīslai)			

# Salikto lapu klasifikācija pēc lapiņu novietojuma

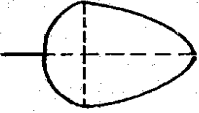
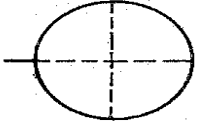
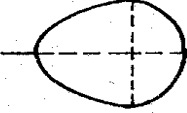
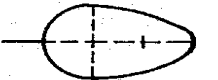

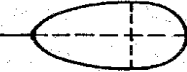
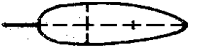
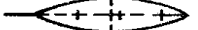
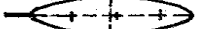
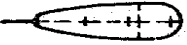
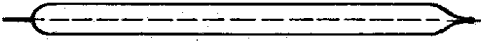
trīsstaraini salikta	pāra plūksnaini salikta	nepāra plūksnaini salikta	divkārt plūksnaini salikta
			
piecstaraini salikta			

# Lapas atdalītājzonas veidošanās

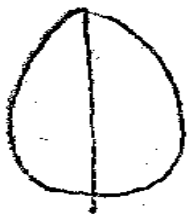




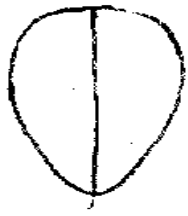
# Veselu vienkāršo lapu klasifikācija pēc lapas plātnes formas

		lapas plātnes platākā daļa atrodas		
		tuvāk pamatam	vidusdaļā	tuvāk galotnei
lapas plātnes garums vienāds ar platumu vai tikai nedaudz lielāks par to		 plati olveidīga	 apaļa	 otrādi plati olveidīga
	1.5 - 2 reizes	 olveidīga	 ovāla	 otrādi olveidīga
	3 - 4 reizes	 šauri olveidīga	 lancetiska  iegarena	 otrādi šauri olveidīga
vairāk nekā 5 reizes	 lineāra			

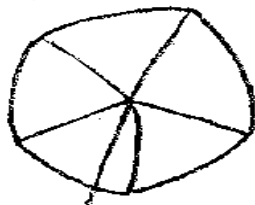
# Lapas plātnes forma



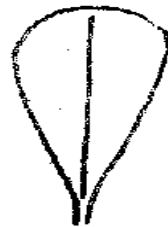
olveidīga



otrādi  
olveidīga



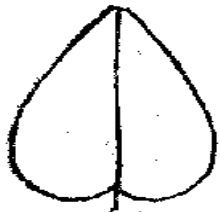
vairog-  
veidīga



lāpst-  
veidīga



adat-  
veidīga



sirdsveidīga



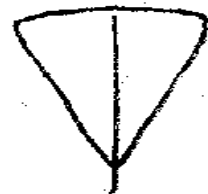
nierveidīga



bultveidīga

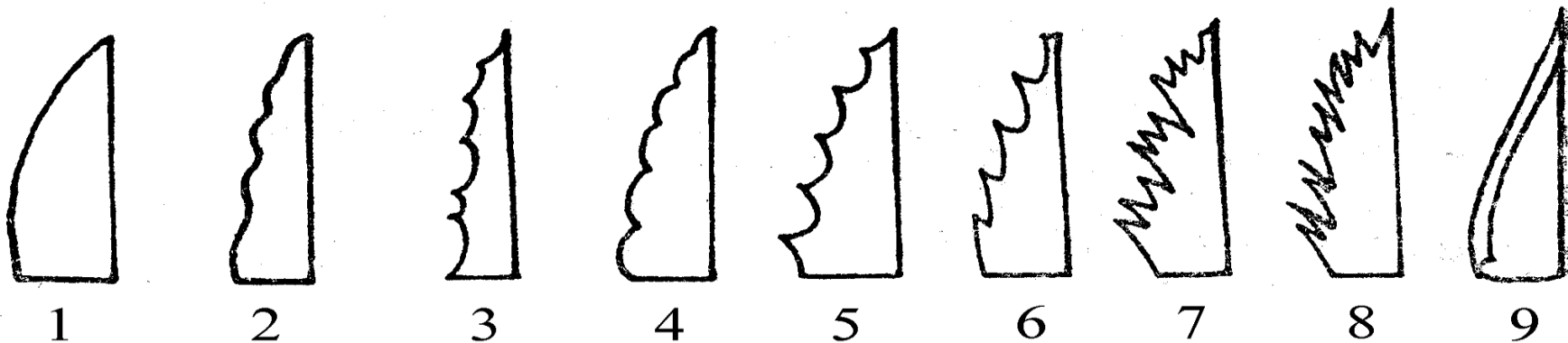


šķēpveidīga



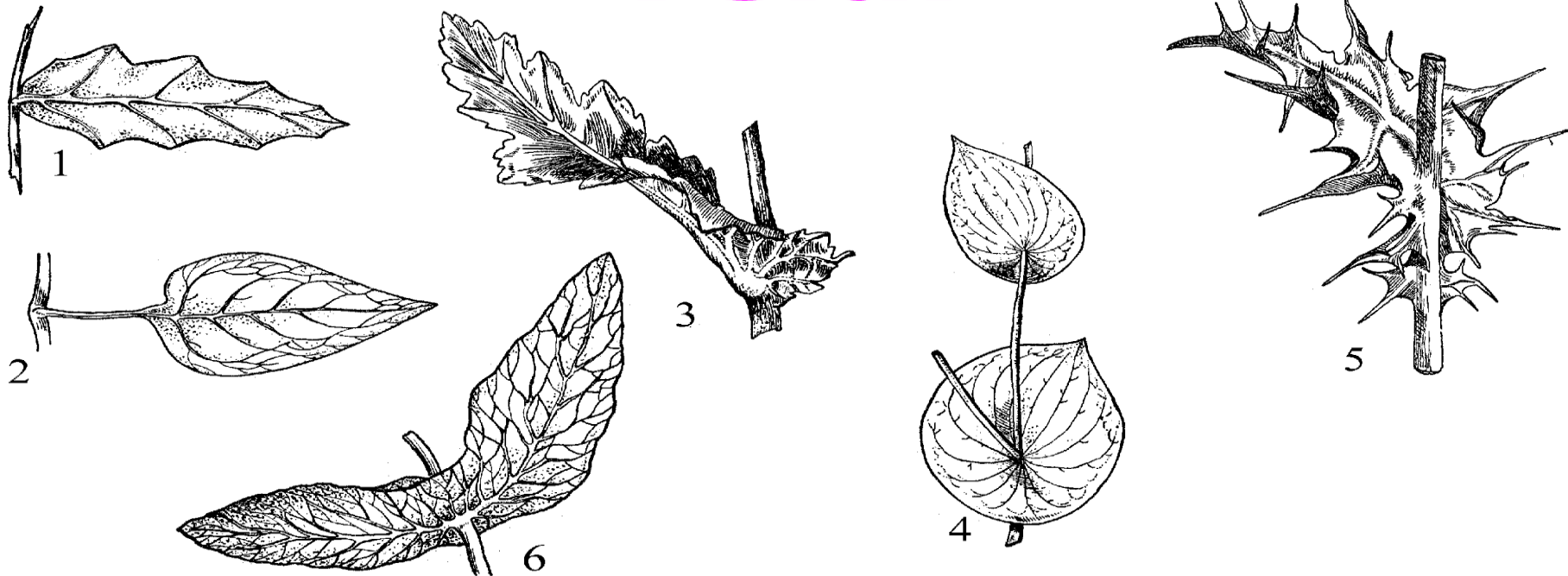
ķīļveidīga

# Lapas plātnes mala



1 - gluda, 2 - viļņaina, 3 - jomaina, 4 - rantaina, 5 - zobaina, 6 - zāgzobaina, 7, 8 - divkārtzāgzobaina, 9 - ieritināta.

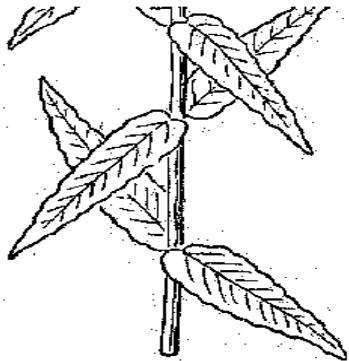
# Lapu piestiprinājuma veidi



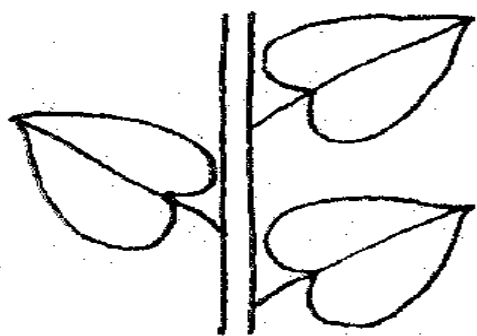
1 - sēdoša lapa, 2 - kātaina lapa, 3 - skaujoša lapa, 4 - cauraugusi lapa,  
5 - nolaidena lapa, 6 - saaugusi lapa.



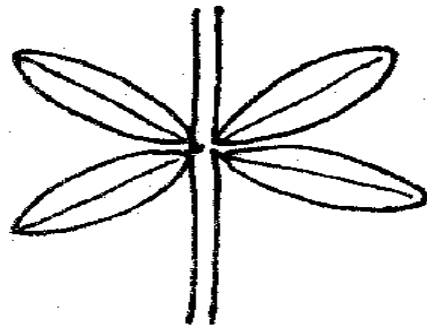
# Lapu sakārtojuma veidi



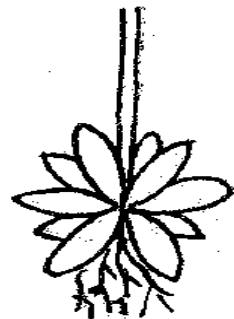
pretējs



pamīšus

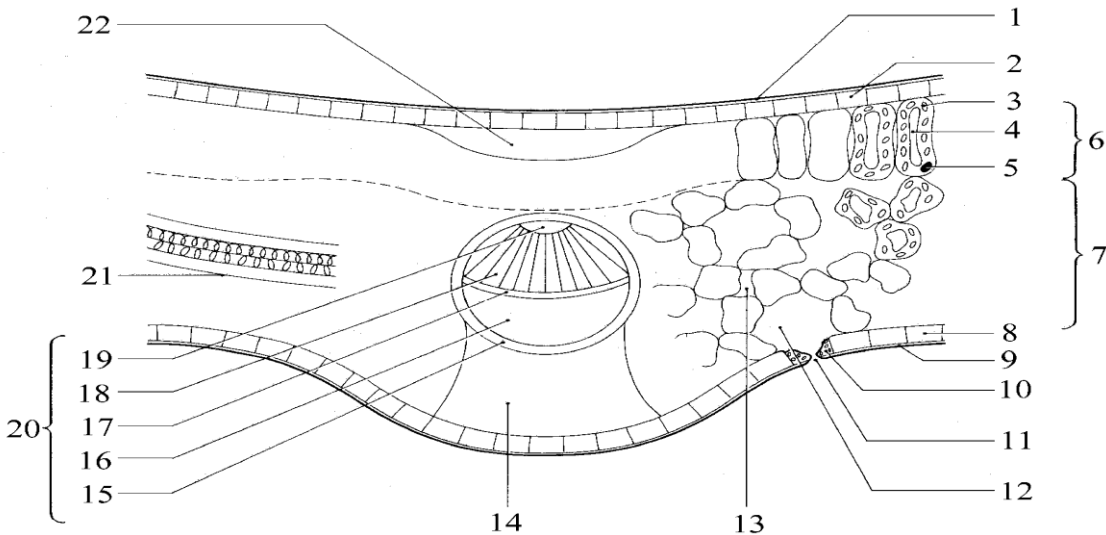


mieturis



rozete

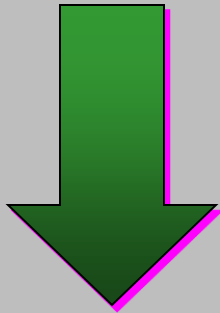
# Lapas anatomiskā uzbūve



- 1 - kutikula, 2 - virsējā epiderma,
- 3 - hloroplasts, 4 - vakuola,
- 5 - kodols, 6 - zedeņu parenhīma,
- 7 - čauganā parenhīma,
- 8 - apakšējā epiderma,
- 9 - kutikula,
- 10 - atvārsnītes slēdzējšūna,
- 11 - atvārsnītes sprauga,
- 12 - elpošanas dobums,
- 13 - starpšūnu telpa,
- 14 - centrālās dzīslas kolenhīma,
- 15 - sklerenhīmas maksts,
- 16 - lūksne, 17 - kambijs,
- 18 - koksne, 19 - protoksilēma,
- 20 - vadaudu kūlītis,
- 21 - vadaudu kūlītis gargriezumā,
- 22 - kolenhīma

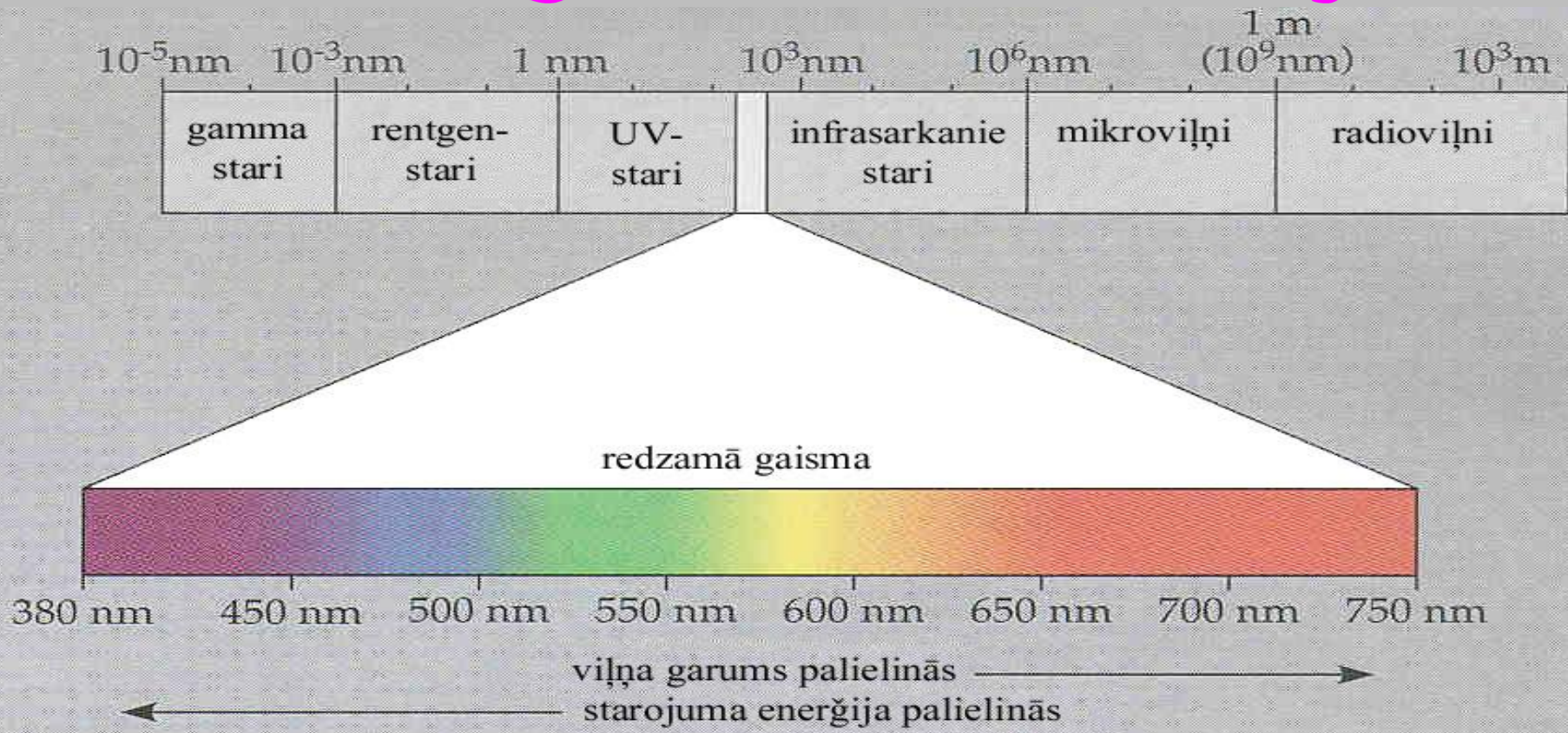
# Fotosintēze

$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{gaismas enerģija}$

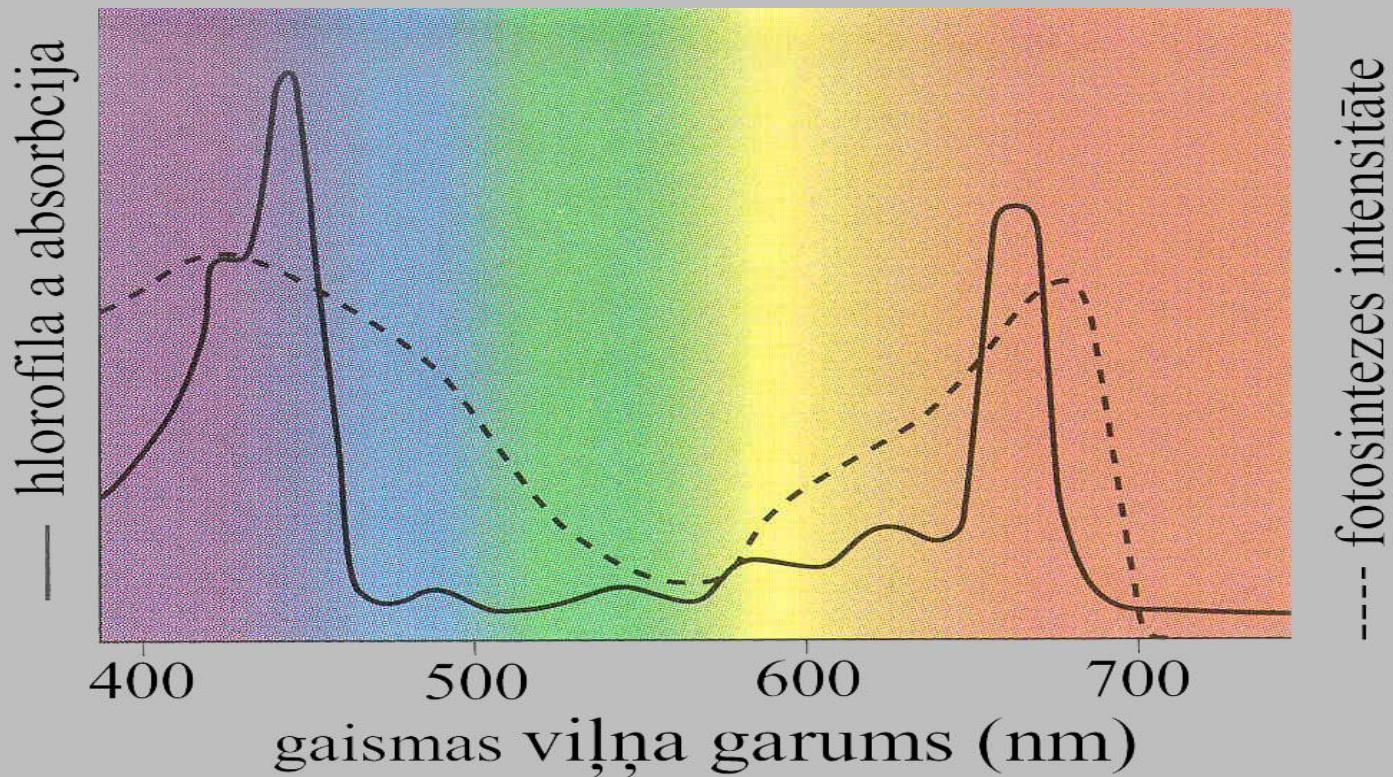


$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

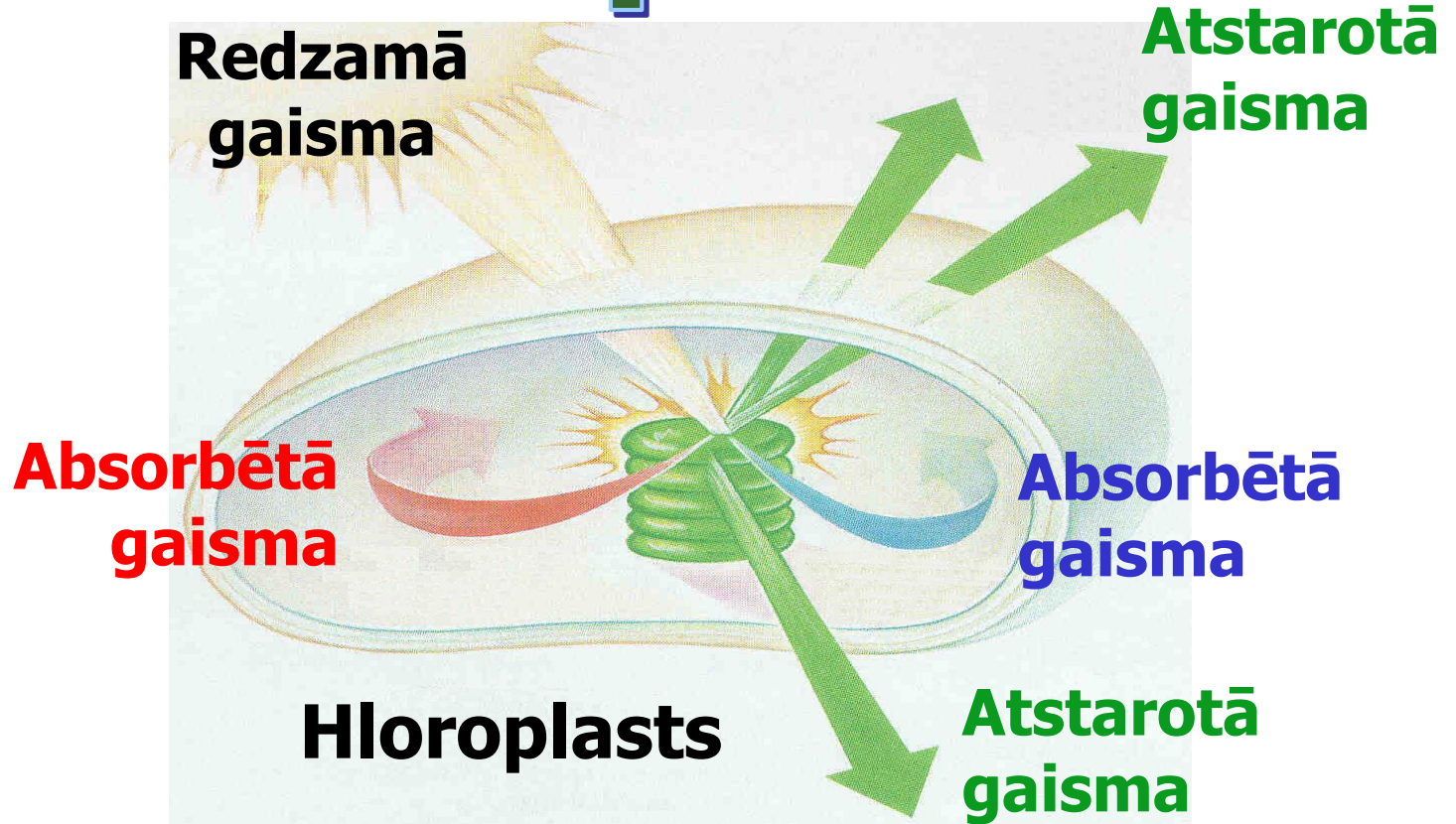
# Elektromagnētiskais starojums



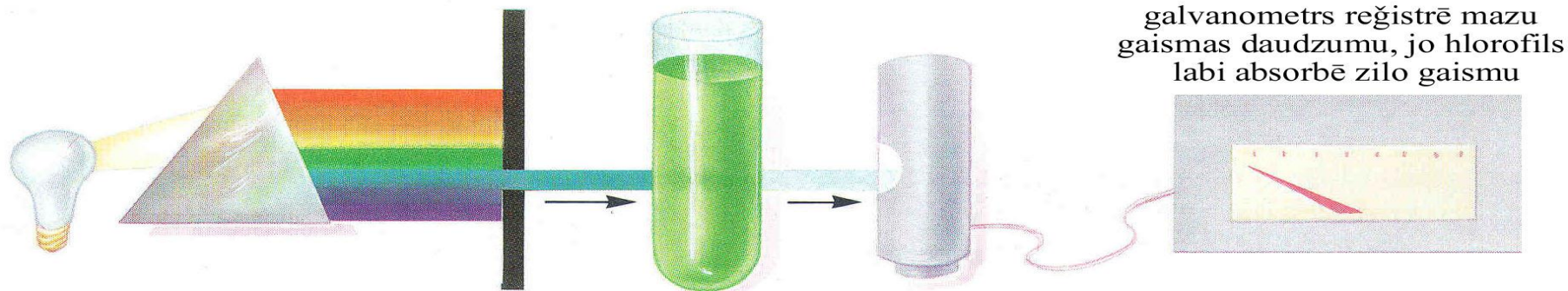
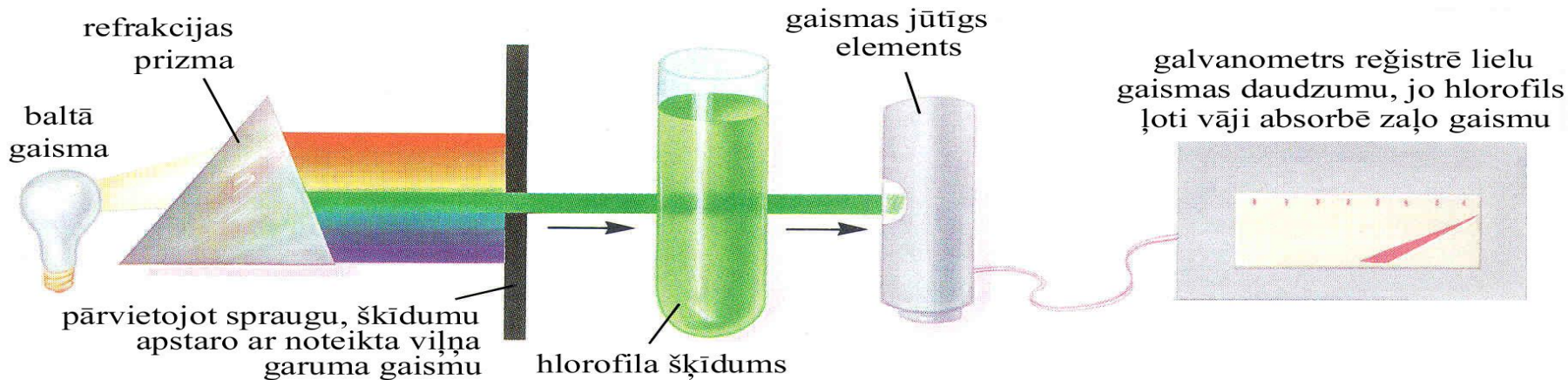
# Hlorofila a absorbcijas spektrs



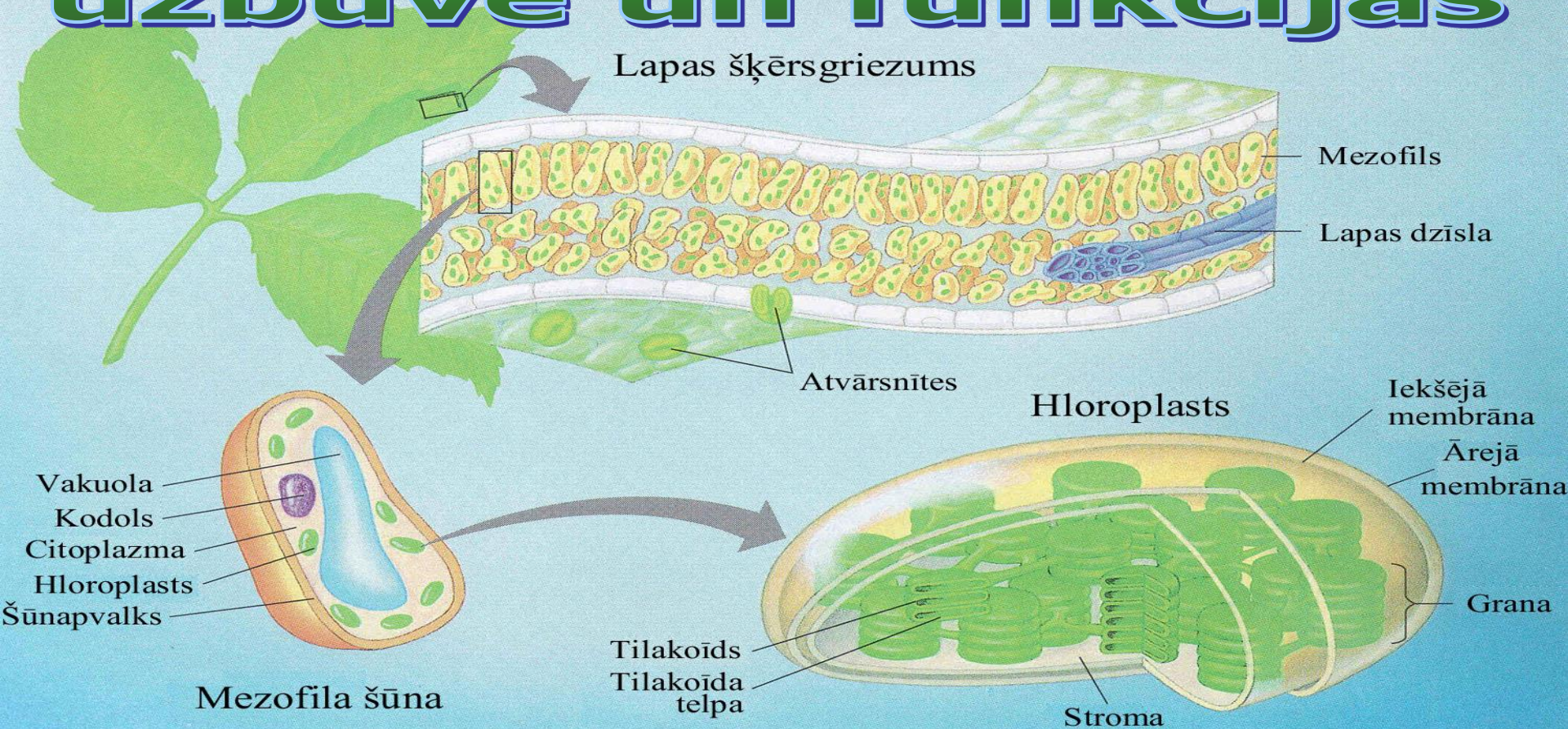
# Gaismas absorbcija hloroplastā



# Spektrofotometra darbības princips



# Hloroplasta uzbūve un funkcijas





# Hloroplasti

Hloroplastu stromas funkcijas ir:

- CO<sub>2</sub> fiksēšana
- cukuru un proteīnu sintēze
- DNS lokalizācijas vieta

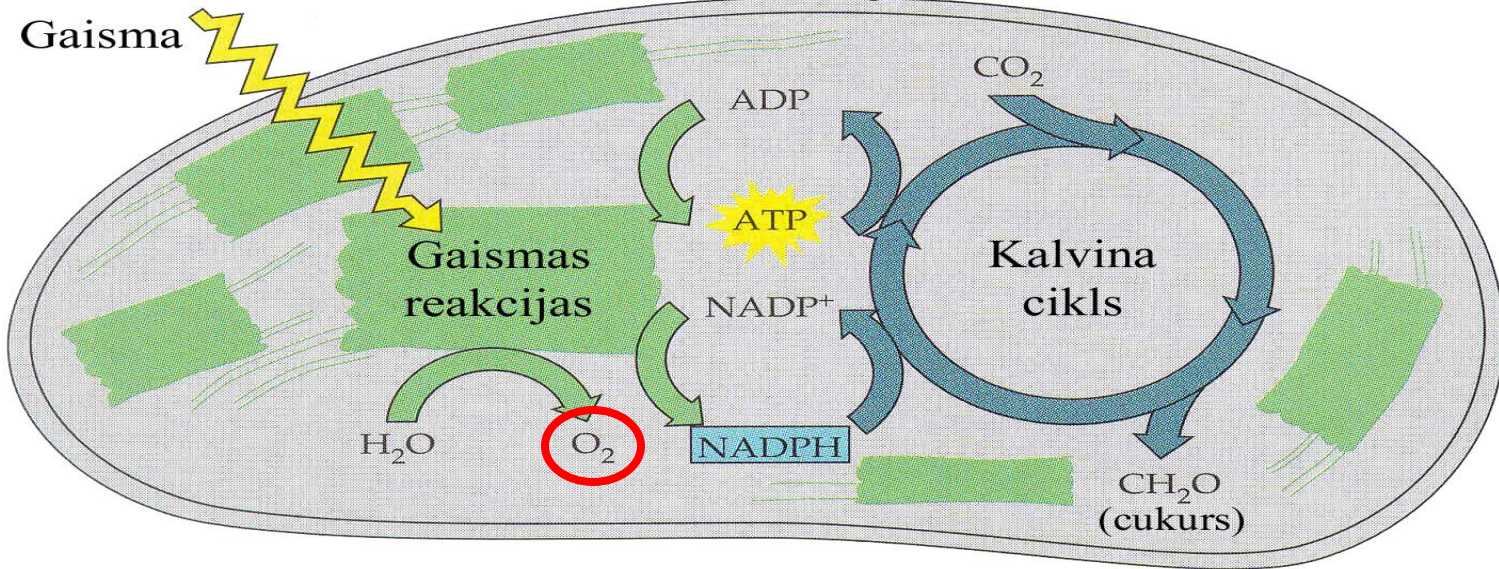
Hloroplastos tilakoīdu funkcijas ir:

- pigmentu lokalizācijas vieta
- fotoķīmisko reakciju norises vieta
  - ATP veidošanās
  - O<sub>2</sub> veidošanās

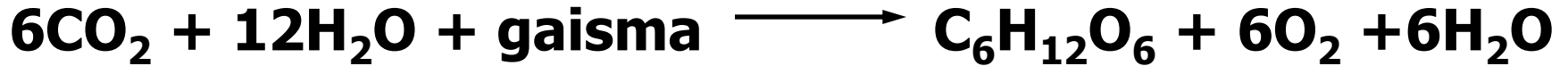
# Fotosintēzes divas stadijas

Britu augu fiziologs Frederiks Frosts Blekmens (1905):

- Gaismas reakcijas
- Tumsas reakcijas

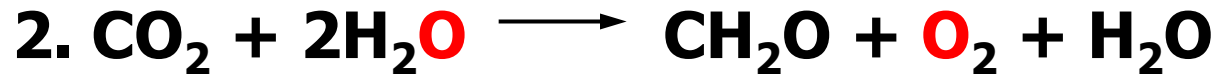
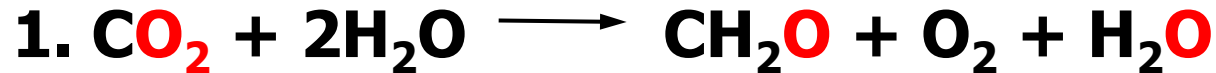


# Ūdens šķelšana fotosintēzē



Holandiešu – amerikāņu mikrobiologs  
Kornēlijs Bernārs van Nīls (1930)

**O** - (<sup>18</sup>O)

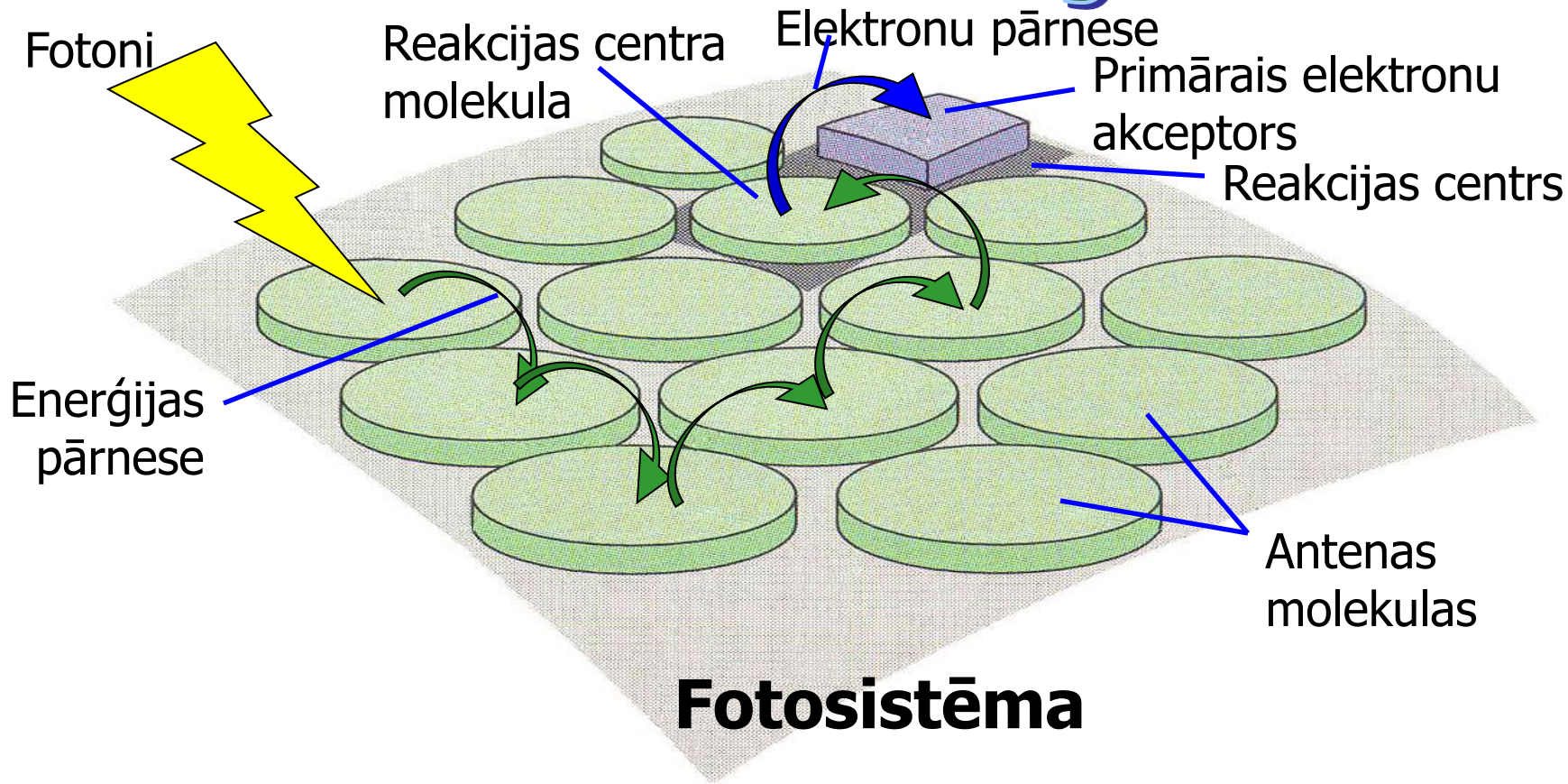


**Gaismas reakciju nodrošināšanai  
tilakoīdu membrānās darbojas  
divas fotosistēmas:**

**Fotosistēma I**

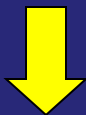
**Fotosistēma II**

# Gaismas uztvērējsistēma



# Divi elektronu transporta ceļi

**Cikliskais**



**Cikliskā**

**fotofosforilācija**

(veidojas ATP)

**Necikliskais**

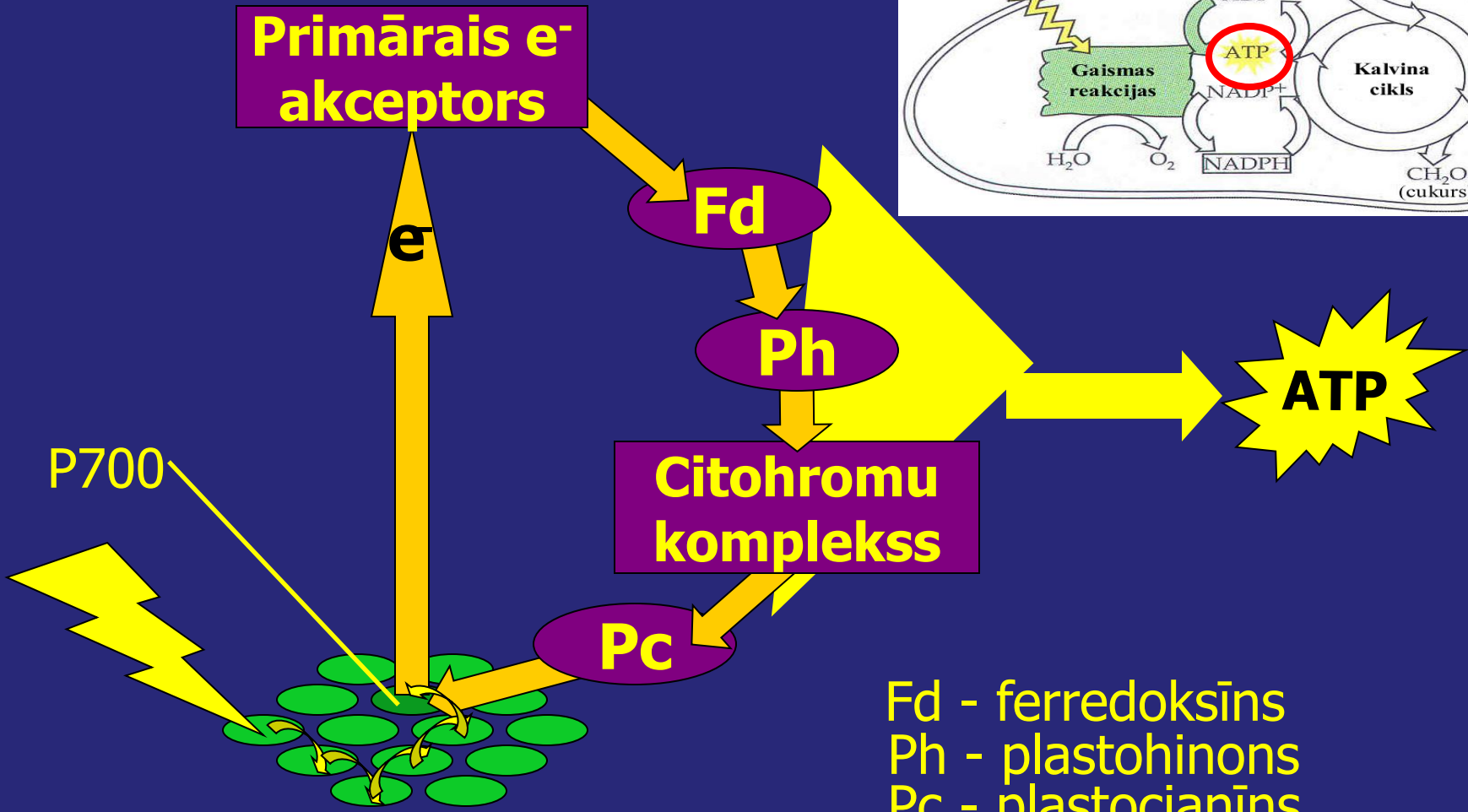
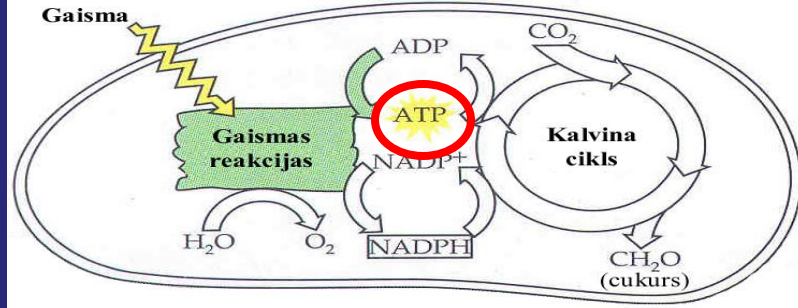


**Necikliskā**

**fotofosforilācija**

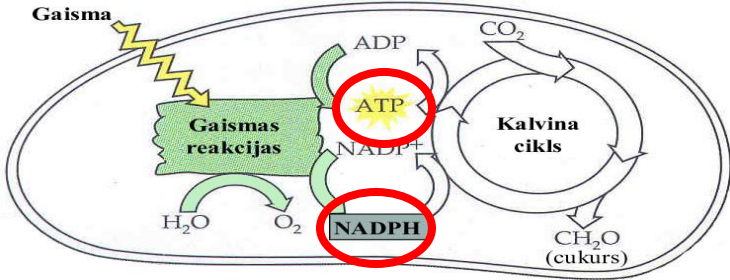
(veidojas ATP un NADPH)

**Fotofosforilācija - ATP  
veidošanās fotosintēzes gaitā**

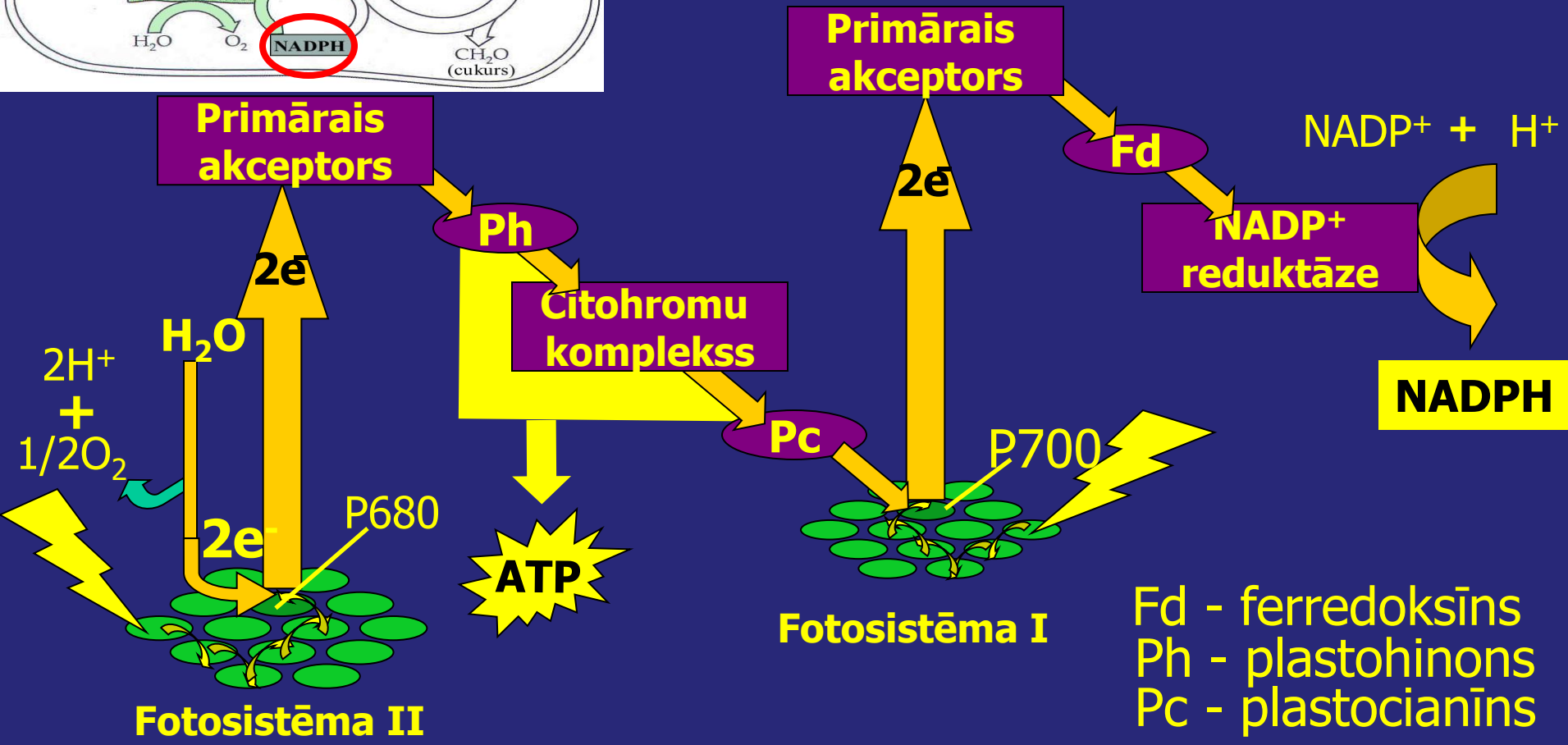


Fotosistēma I

- Fd - ferredoksīns
- Ph - plastohinons
- Pc - plastocianīns



# Necikliskā fotofosforilācija





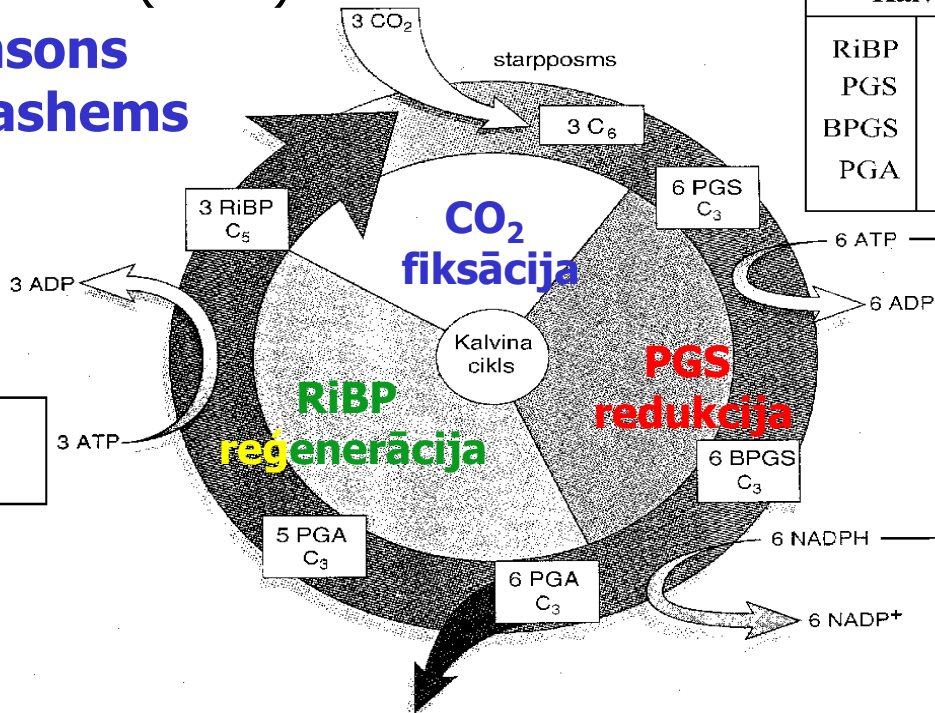
# Tumsas reakcijas

Melvins Kalvins (1961)

Endrjū Bensons

Džeimss Bashems

Šīs ATP molekulas sintezējas gaismas reakciju laikā



Kalvina cikla metabolīti	
RiBP	ribulozes bifosfāts
PGS	fosfoglicerīnskābe
BPGS	bifosfoglicerīnskābe
PGA	fosfoglicerāldehīds

Šīs ATP un NADPH molekulas sintezējas gaismas reakciju laikā

šajā cikla posmā izveidojusies viena PGA molekula

glikoze un citi organiskie savienojumi

~ 85 %, piem.,

- rīsi
- kvieši
- soja
- cukurbietes
- kartupeļi

# Fotoelpošana

RUBISCO *Kalvina – Benson*a ciklā iekļauj skābekli, darbojoties kā oksigenāze, veidojoties diviem C2 savienojumiem, kas mitohondrijos un peroksisomās tiek oksidēti līdz CO<sub>2</sub>.

Atšķirībā no:

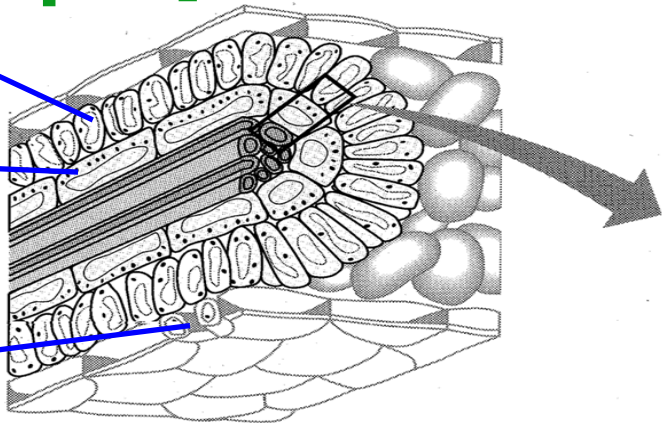
- parastās elpošanas tajā neveidojas ATP,
- fotosintēzes tajā nesintezējas organiskās vielas.

Fotoelpošana daudziem lauksaimniecības augiem atņem ap 50 % no *Kalvina – Benson*a ciklā saistītā CO<sub>2</sub>.

Iespējams, fotoelpošana augu pasaulē saglabājusies kā evolūcijas mantojums no laika, kad atmosfēras sastāvā bija vairāk CO<sub>2</sub> un mazāk O<sub>2</sub> nekā mūsdienās.

# C<sub>4</sub> tipa augu lapas anatomija un C<sub>4</sub> tipa fotosintēze

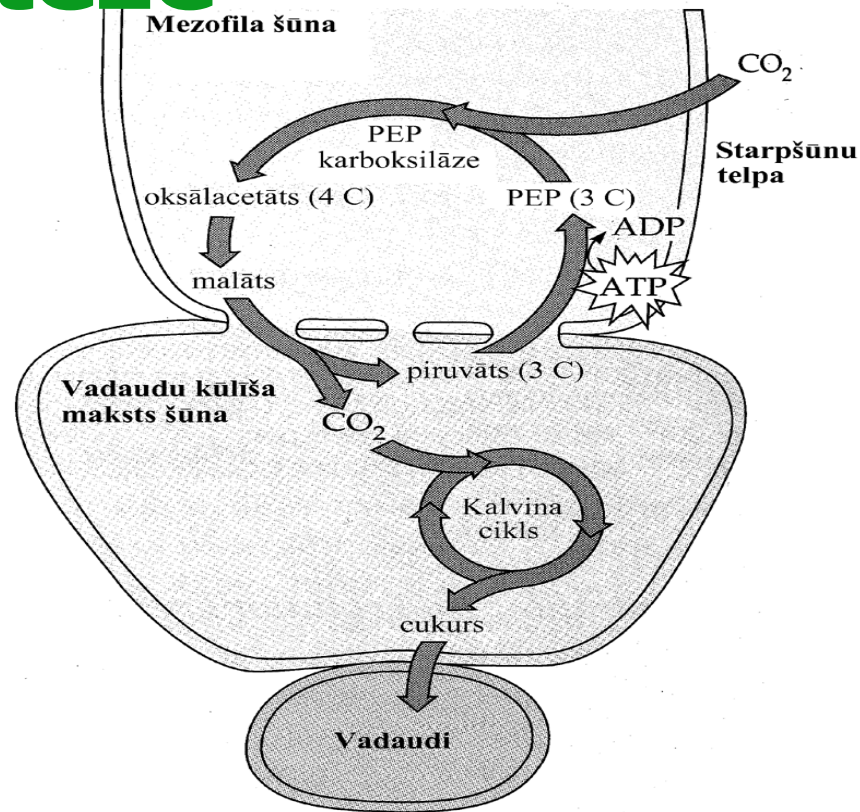
Mezofila šūna  
Maksts šūna  
Vadaudu kūlītis  
Atvārsnīte



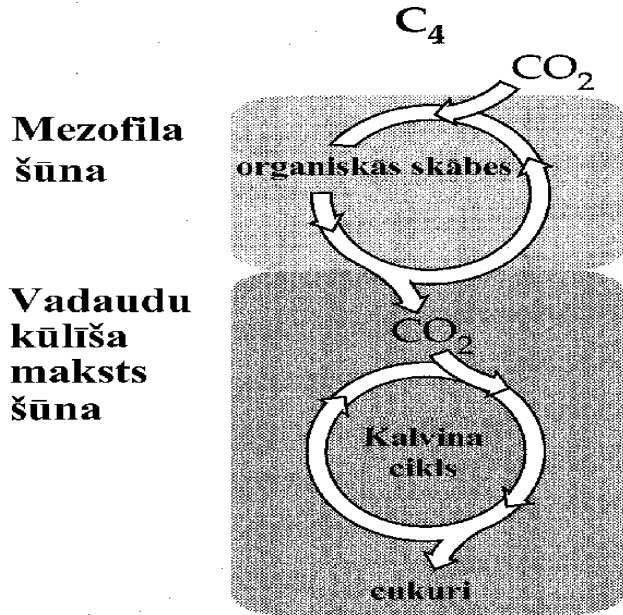
1966. gadā Austrālijā atklājuši  
M.D.Hečs un C.R.Sleks

~ 3% sauszemes augu

- cukurniedres
- kukurūza
- prosa, sorgo

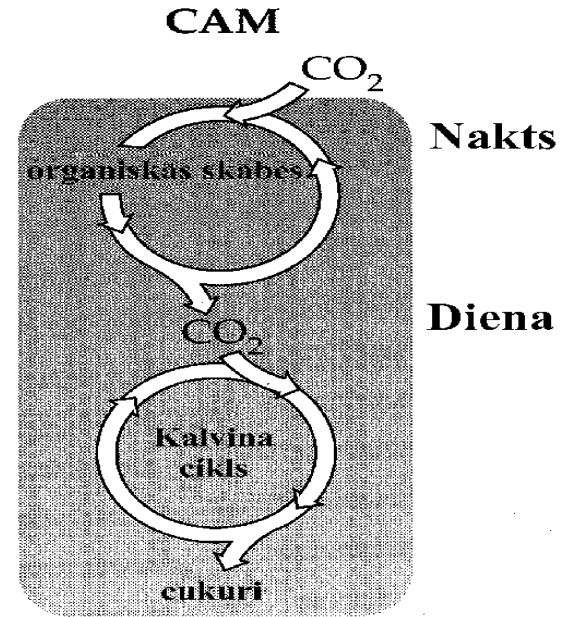


# C<sub>4</sub> tipa un CAM tipa fotosintēzes salīdzinājums



1. etaps: CO<sub>2</sub> iesaistīšanās organisko skābju sastāvā

2. etaps: no organiskajām skābēm atbrīvojas CO<sub>2</sub> iesaistās Kalvina ciklā



~ 8 % sauszemes augu

- ananass
- agave

# Lapas uzbūve un funkcijas

