



STRESA IZPAUSMES: ABIOTISKIE FAKTORI

Temperatūra
Gaisma (+ UV)
Ūdens

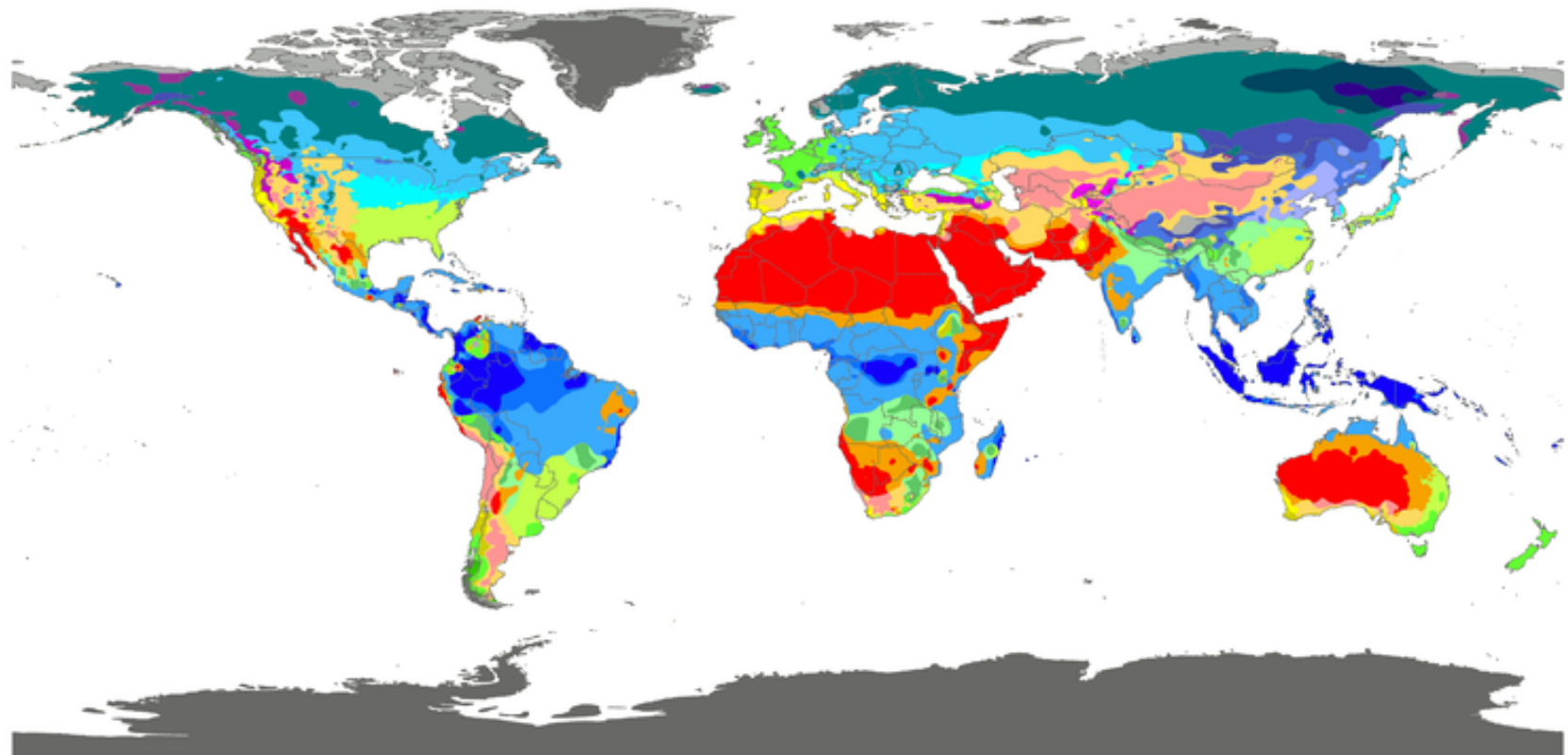
Augsnes sāļums (+ smagie metāli)
Gaisa piesārņojums

STRESA IZPAUSMJU ANALĪZE

- FAKTORA IZMAIŅU AMPLITŪDA
 - FAKTORA TIEŠĀ IETEKME
 - traucējumi un bojājumi
 - IZMAIŅAS AUGĀ
 - faktora uztveršana
 - iespējamā aizsardzība

KLIMATA ZONAS

World map of Köppen-Geiger climate classification



THE UNIVERSITY OF MELBOURNE

Af	BWh	Csa	Cwa	Cfa	Dsa	Dwa	Dfa	ET
Am	BWk	Csb	Cwb	Cfb	Dsb	Dwb	Dfb	EF
Aw	BSh	Cwc	Cfc	Dsc	Dwc	Dfc		
BSk		Dsd		Dwd	Dfd			

DATA SOURCE : GHCN v2.0 station data
Temperature (N = 4,844) and
Precipitation (N = 12,396)

PERIOD OF RECORD : All available

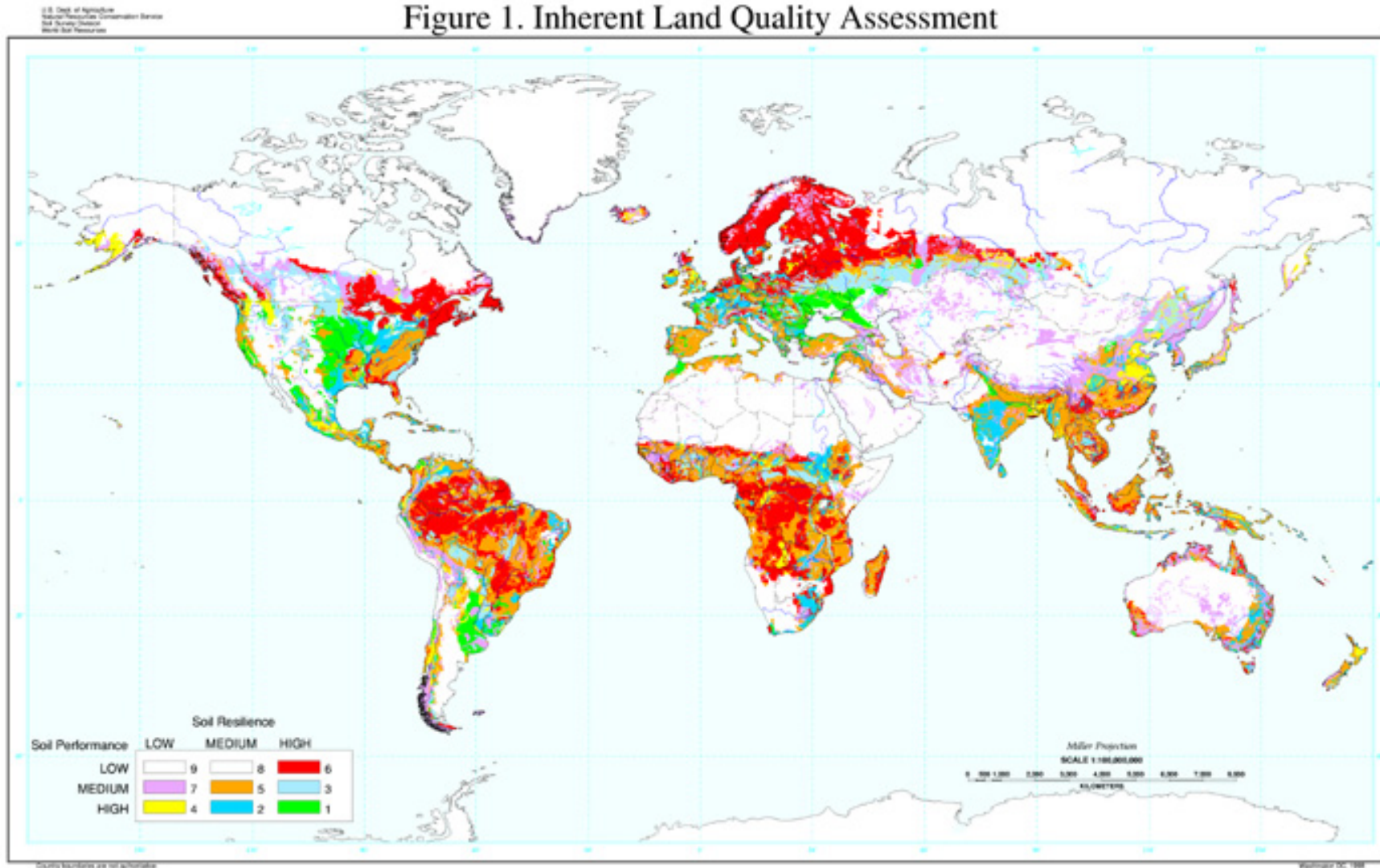
MIN LENGTH : ≥30 for each month.

RESOLUTION : 0.1 degree lat/long

Contact : Murray C. Peel (mpeel@unimelb.edu.au) for further information

AUGSNES AUGLĪBA

Figure 1. Inherent Land Quality Assessment



Temperatūra

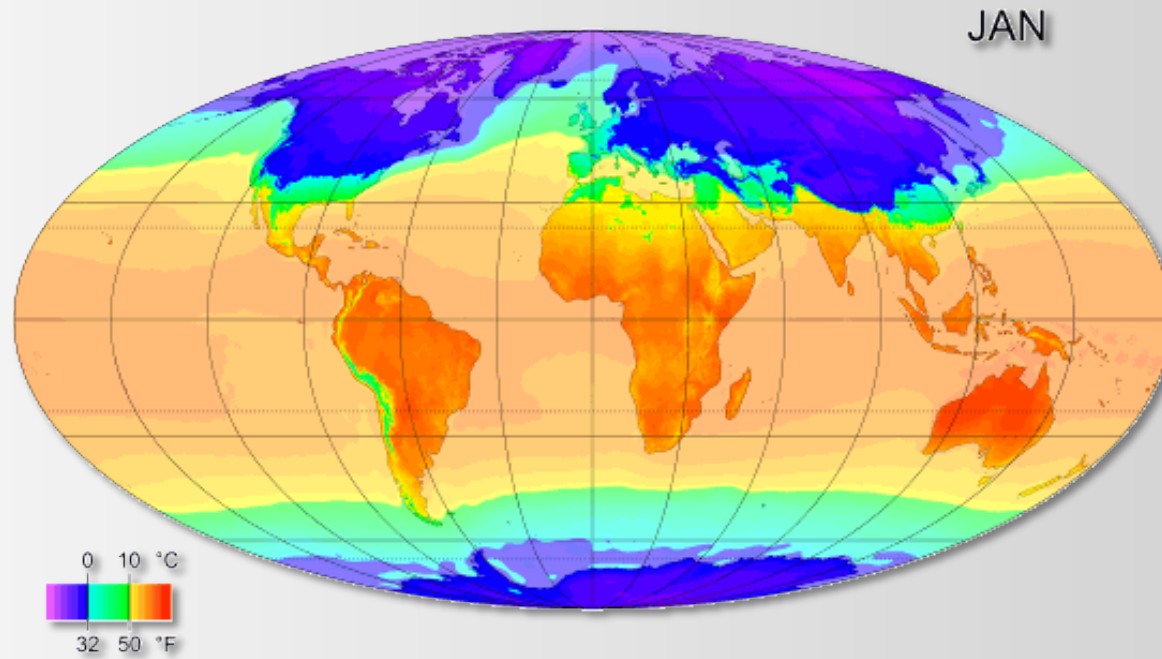
Gaisma (+ UV)

Ūdens

Augsnes sāļums (+ smagie metāli)

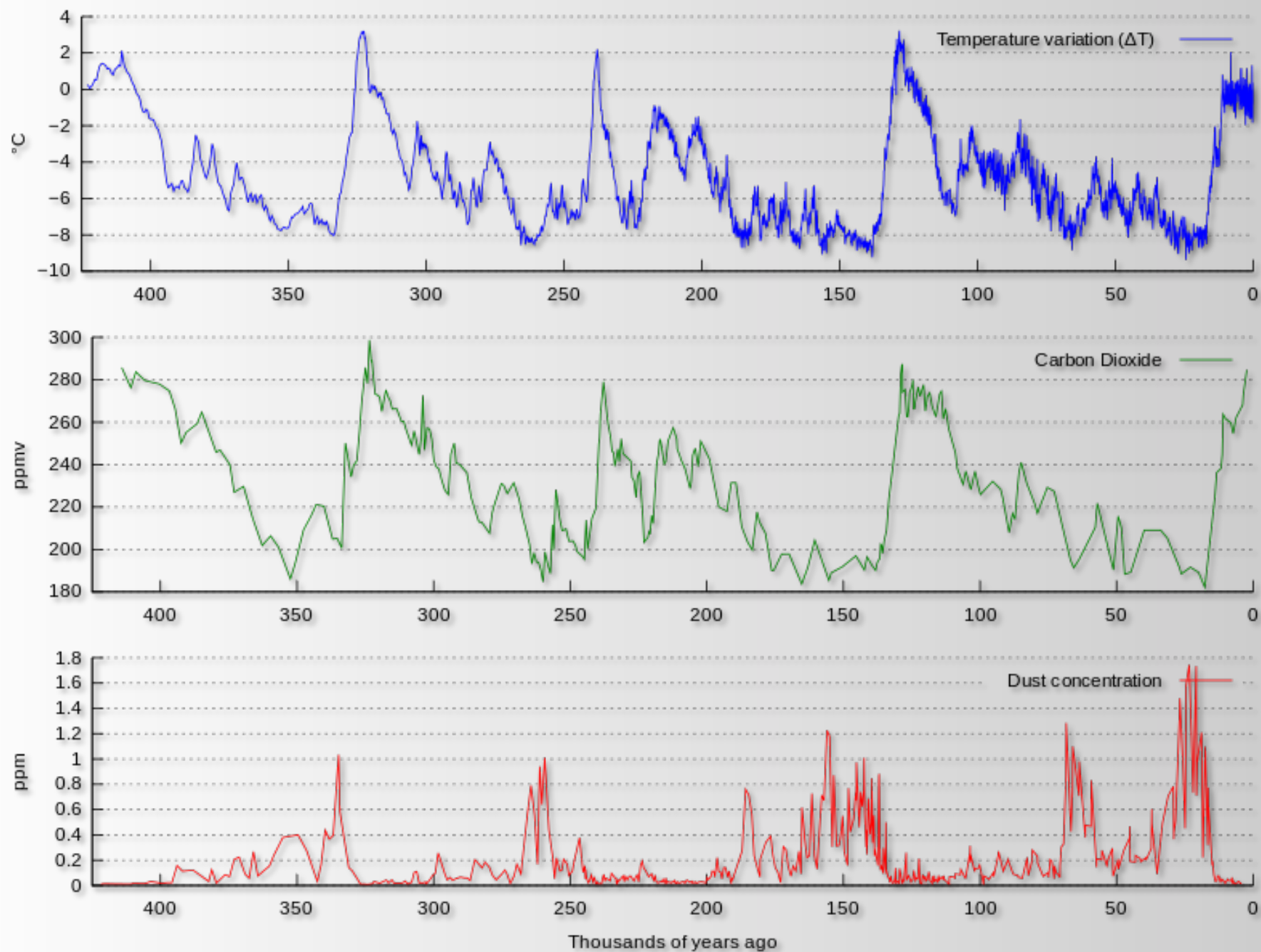
Gaisa piesārņojums

TEMPERATŪRAS DIAPAZONS

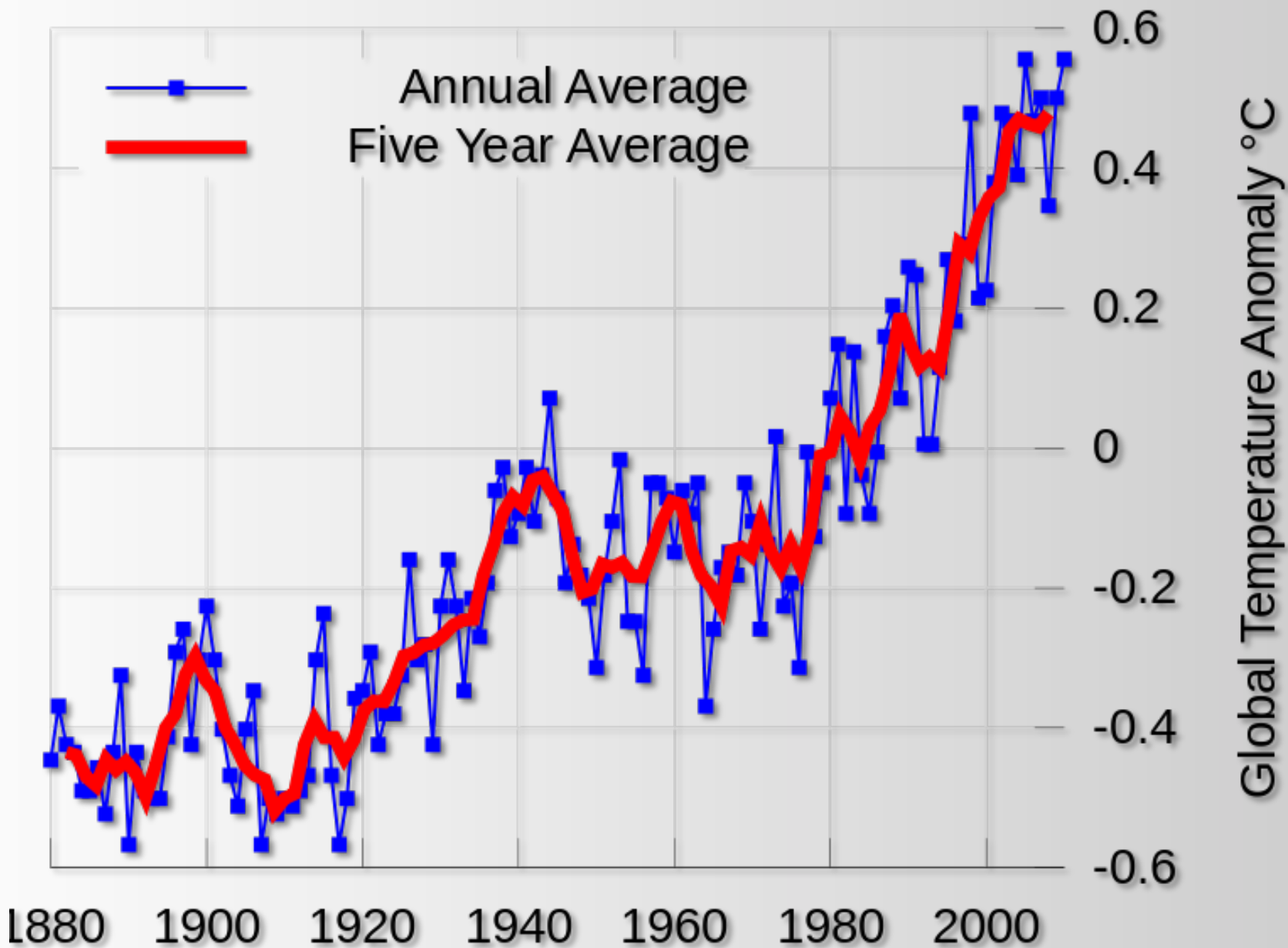




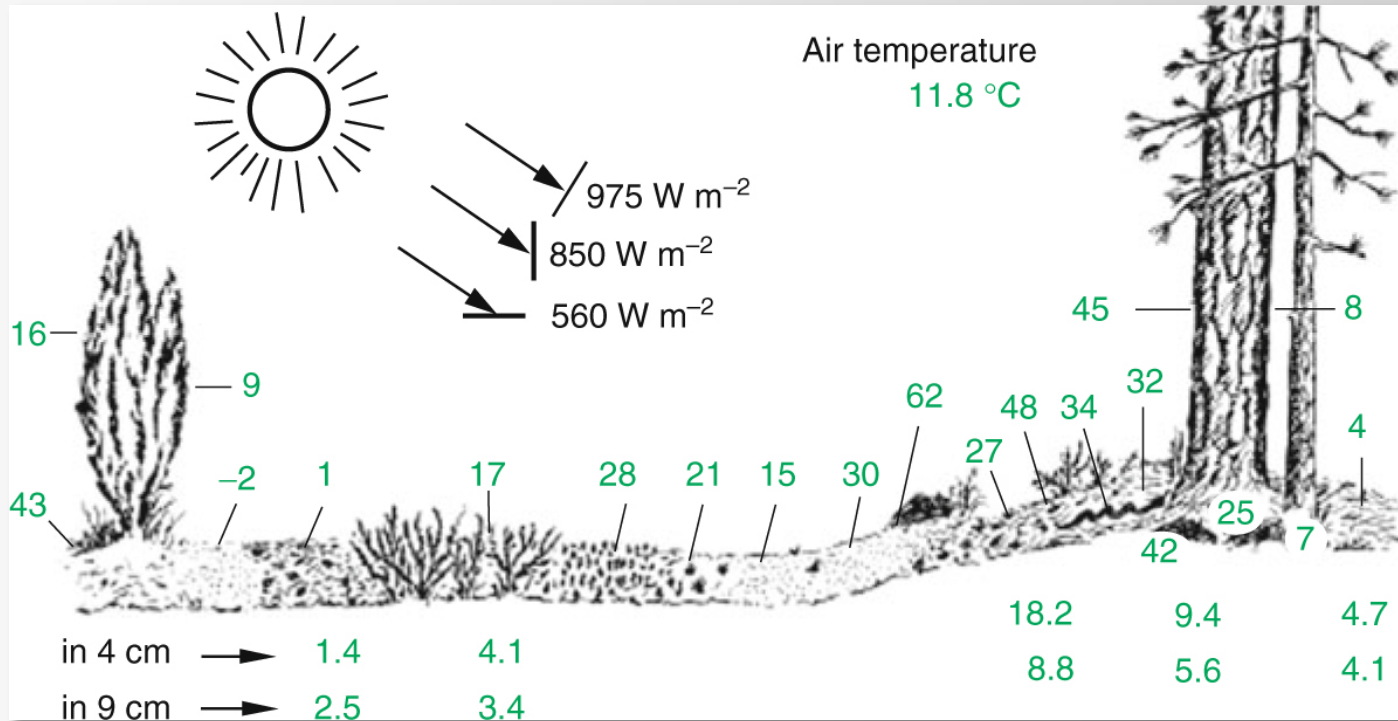
TEMPERATŪRAS DIAPAZONS



TEMPERATŪRAS DIAPAZONS



TEMPERATŪRAS DIAPAZONS





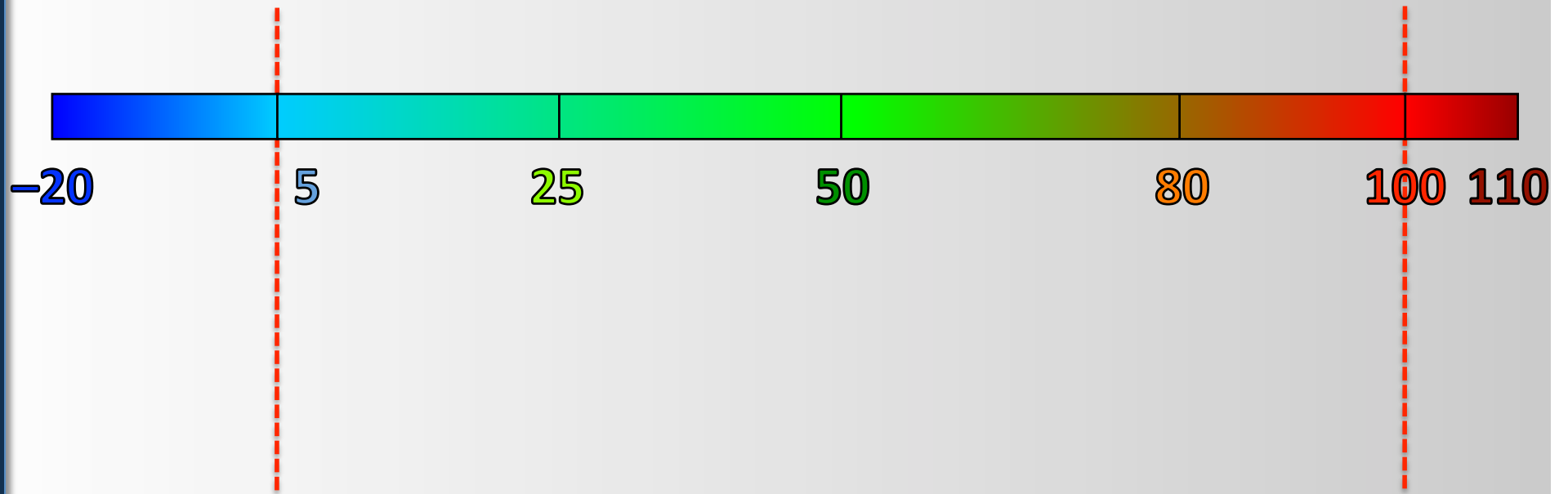
TEMPERATŪRAS DIAPAZONS

PSIHROFĪLI

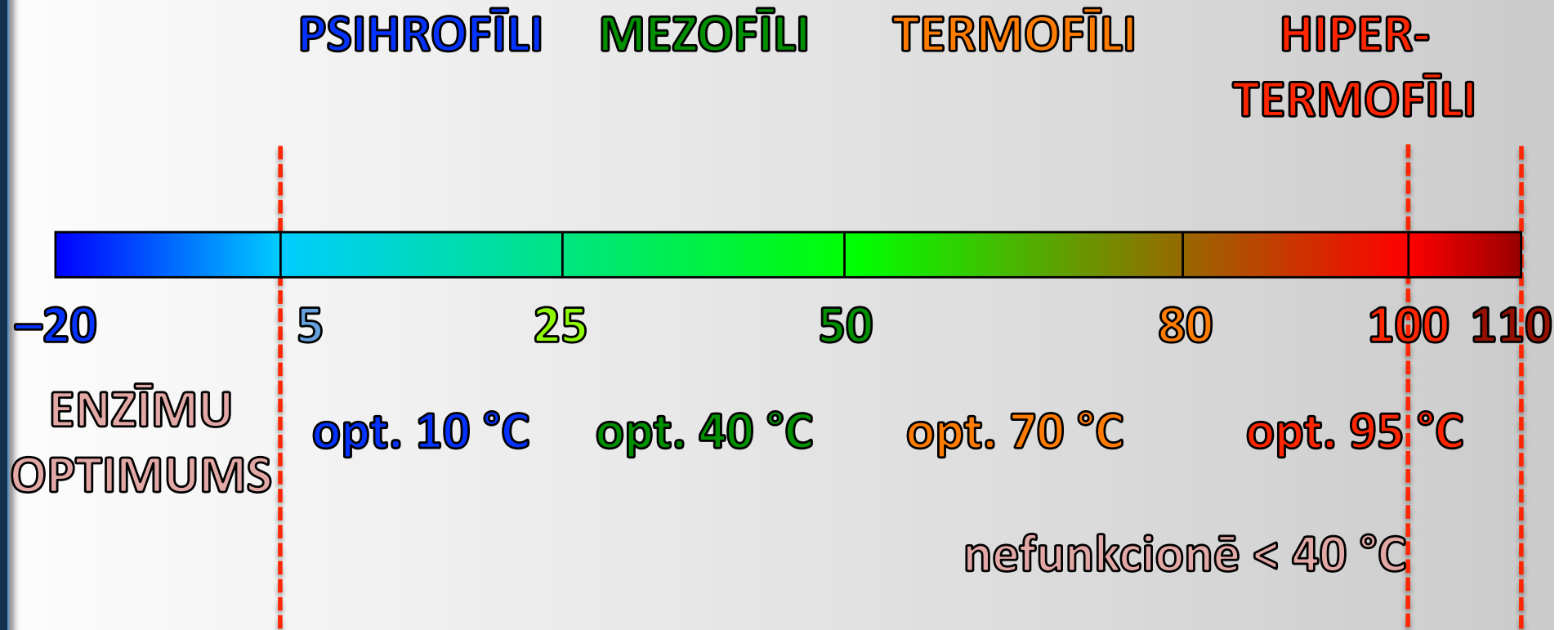
MEZOFĪLI

TERMOFĪLI

HIPER-
TERMOFĪLI



TEMPERATŪRAS DIAPAZONS



- aminoskābes u.c. metabolīti ir ārkārtīgi nestabili;
- samazinās hidroforbās mijiedarbības

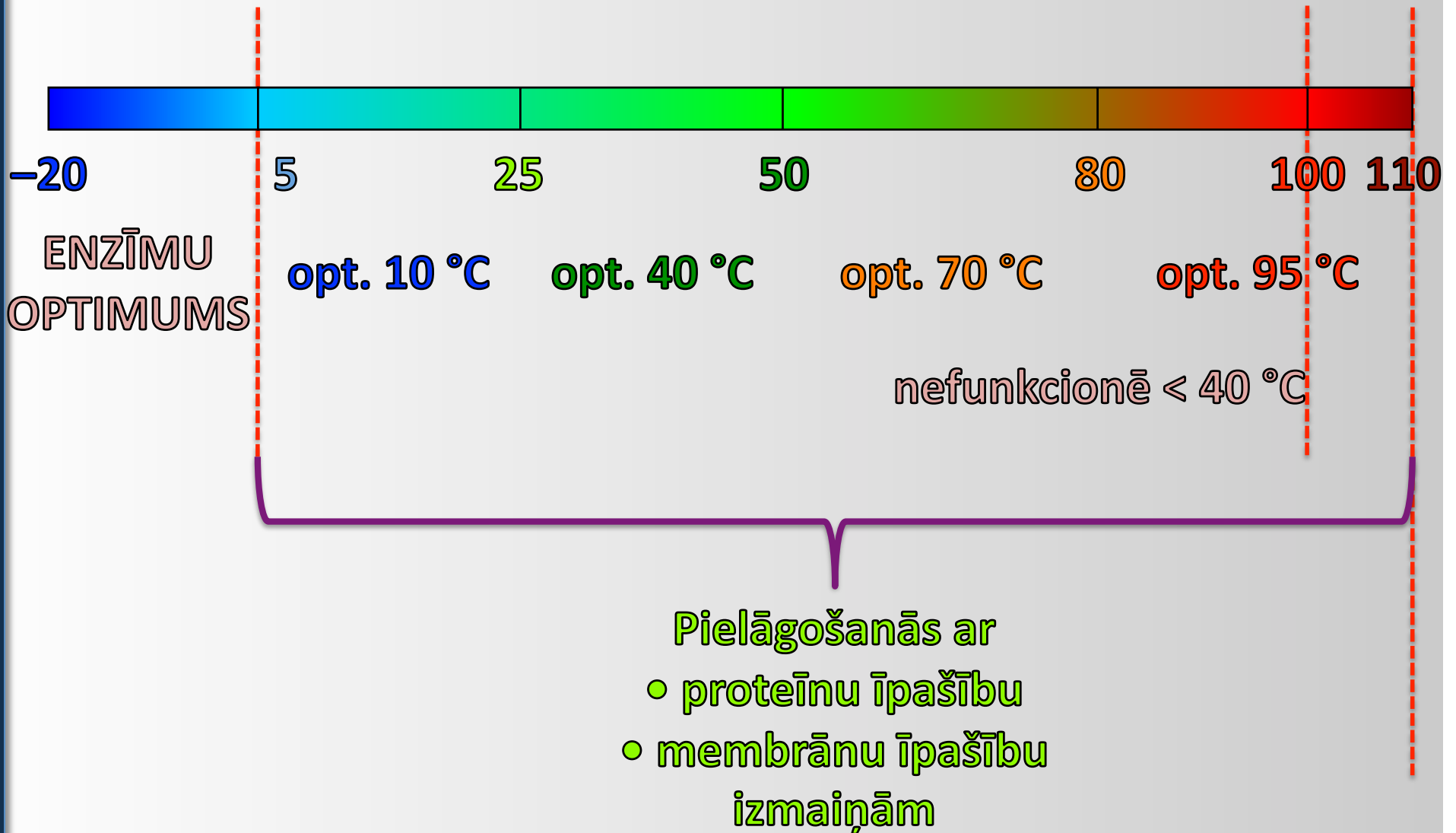
TEMPERATŪRAS DIAPAZONS

PSIHROFĪLI

MEZOFĪLI

TERMOFĪLI

HIPER-
TERMOFĪLI





TEMPERATŪRAS DIAPAZONS

PSIHROFĪLI MEZOFĪLI

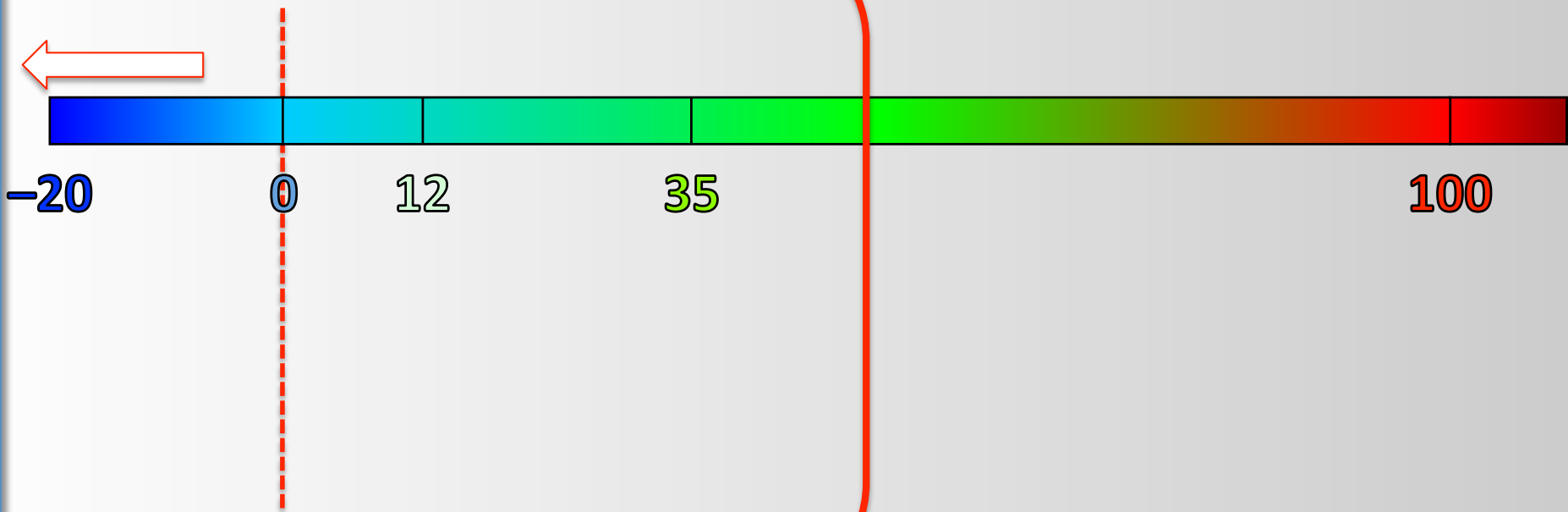


Augiem raksturīgais
pielāgošanās diapazons



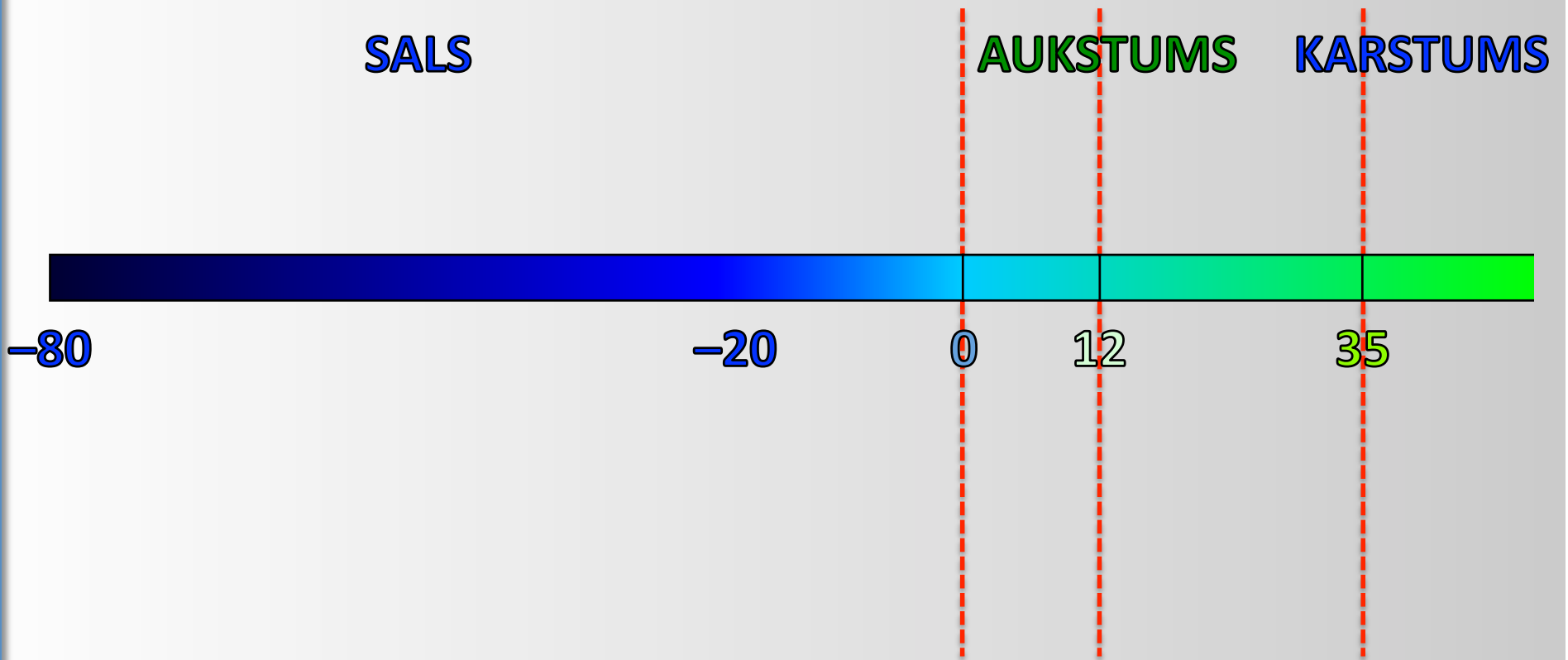
TEMPERATŪRAS DIAPAZONS

PSIHROFĪLI MEZOFĪLI



Augiem raksturīgais
pielāgošanās diapazons

TEMPERATŪRAS DIAPAZONS



Pielāgošanās ar
sasalšanas vadīšanu

Pielāgošanās ar
HSP sintēzi

TEMPERATŪRAS DIAPAZONS

TEMPERATŪRAS, KAS IZRAISA BOJĀEJU

	T (°C)	Ilgums
Nicotiana rustica	49 līdz 51	10 min
Cucurbita pepo	49 līdz 51	10 min
Zea mays	49 līdz 51	10 min
Brassica napus	49 līdz 51	10 min
Citrus aurantium	50.5	15 līdz 30 min
Opuntia spp.	> 65	(?)
Sempervivum spp.	57 līdz 61	(?)
Kartupeļu lapas	42.5	1 h
Priežu & egļu skujujas	54 līdz 55	5 min
Lucernas sēklas	120	30 min
Vīnogu ogas	63	(?)
Tomātu augļi	45	(?)
Priežu putekšņi	70	1 h

TEMPERATŪRAS DIAPAZONS

Dzimta	Suga	T, kas izsauc bojājumus (°C)
Musaceae	<i>Musa</i> spp.	+10 līdz +12
Lauraceae	<i>Persea</i> spp.	+6 līdz + 8
Poaceae	<i>Oryza sativa</i>	+12 līdz +15
	<i>Zea mays</i>	+2 līdz +12
	<i>Avena sativa</i>	-5 līdz -10
	<i>Hordeum vulgare</i>	-7 līdz -12
	<i>Triticum aestivum</i>	-9 līdz -18
	<i>Secale cereale</i>	-15 līdz -30
Solanaceae	<i>Lycopersicon esculentum</i>	+2 līdz +5
	<i>Capsicum annuum</i>	-2 līdz +4
	<i>Solanum tuberosum</i>	-2.5 līdz 0
	<i>Solanum acaule</i>	-6 līdz -8.5
Brassicaceae	<i>Arabidopsis thaliana</i>	-9 līdz -14
Rutaceae	<i>Citrus</i> spp.	-2.2 līdz -10
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> spp.	-8 līdz -16
Cupressaceae	<i>Juniperus</i> spp.	-25 līdz -45
Pinaceae	<i>Pinus</i> spp.	-20 līdz -60
Rosaceae	<i>Prunus</i> spp.	-20 līdz -80

TEMPERATŪRAS DIAPAZONS

SUGAS, KURU SALIZTURĪBA SAKRĪT AR MIN. T UZ TO IZPLATĪBAS ZIEMEĻU ROBEŽAS

Sequoia sempervirens	-10
Magnolia grandiflora	-15 līdz -20
Quercus rubra	-35 līdz -40
Acer saccharinum	-42 līdz -43

SUGAS, KURU SALIZTURĪBA PĀRSNIEDZ IESPĒJAMO ZEMĀKO T

Tsuga canadensis	-50 līdz -80
Salix nigra	-60
Tilia americana	-60 līdz -80
Thuja occidentalis	-80
Abies balsamifera	-80
Populus tremuloides	-80

TEMPERATŪRAS TIEŠĀ IETEKME

PROTEĪNI: mainās konformācija,
mainās enzīmu aktivitāte

MEMBRĀNAS: aukstumā cietākas,
karstumā šķidrākas

TEMPERATŪRAS IZMAIŅU UZTVERŠANA

Temperatūras izmaiņu izsauktas fizikālas izmaiņas makromolekulās

Varētu būt vairāki temperatūras sensori
(karstumam, aukstumam, salam)

TEMPERATŪRAS IZMAIŅU UZTVERŠANA

Membrānu sašķidrināšanās
ir iespējamais temperatūras
paaugstināšanās sensors:

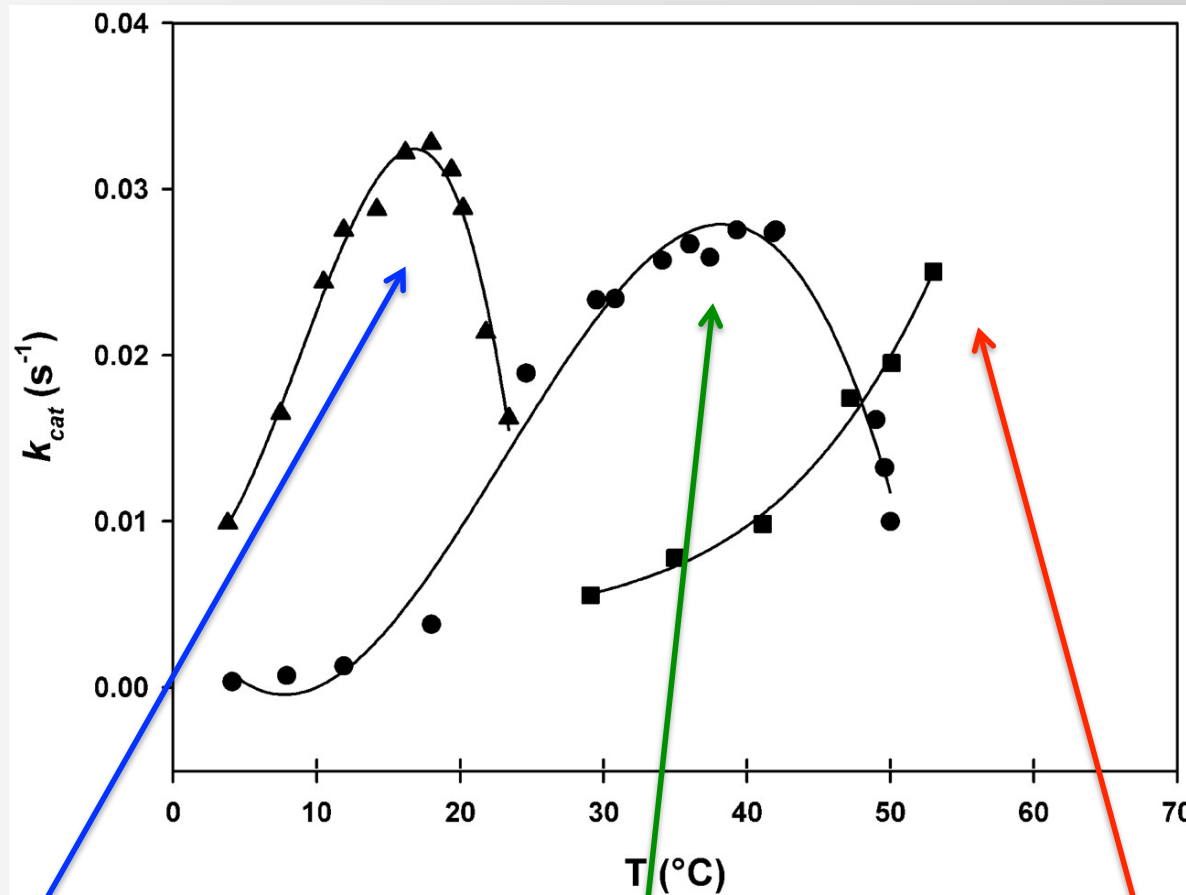
Sašķidrinot *Synechocystis* membrānas ar
benzilspirtu, pazeminās t° , pie kuras iesākas
HS gēnu ekspresija

TEMPERATŪRAS IZMAIŅU UZTVERŠANA

**Membrānu pacietināšanās
ir iespējamais temperatūras pazemināšanās
sensors:**

**Pacietinot *Medicago sativa* membrānas ar
DMSO, aukstuma pielāgošanās gēni un sala
izturība inducējas pie 25 °C**

PROTEĪNU TEMPERATŪRAS OPTIMUMS



Pseudoalteromonas haloplanktis

Escherichia coli

Thermus scotoductus

DNA ligāze no dažādām baktērijām

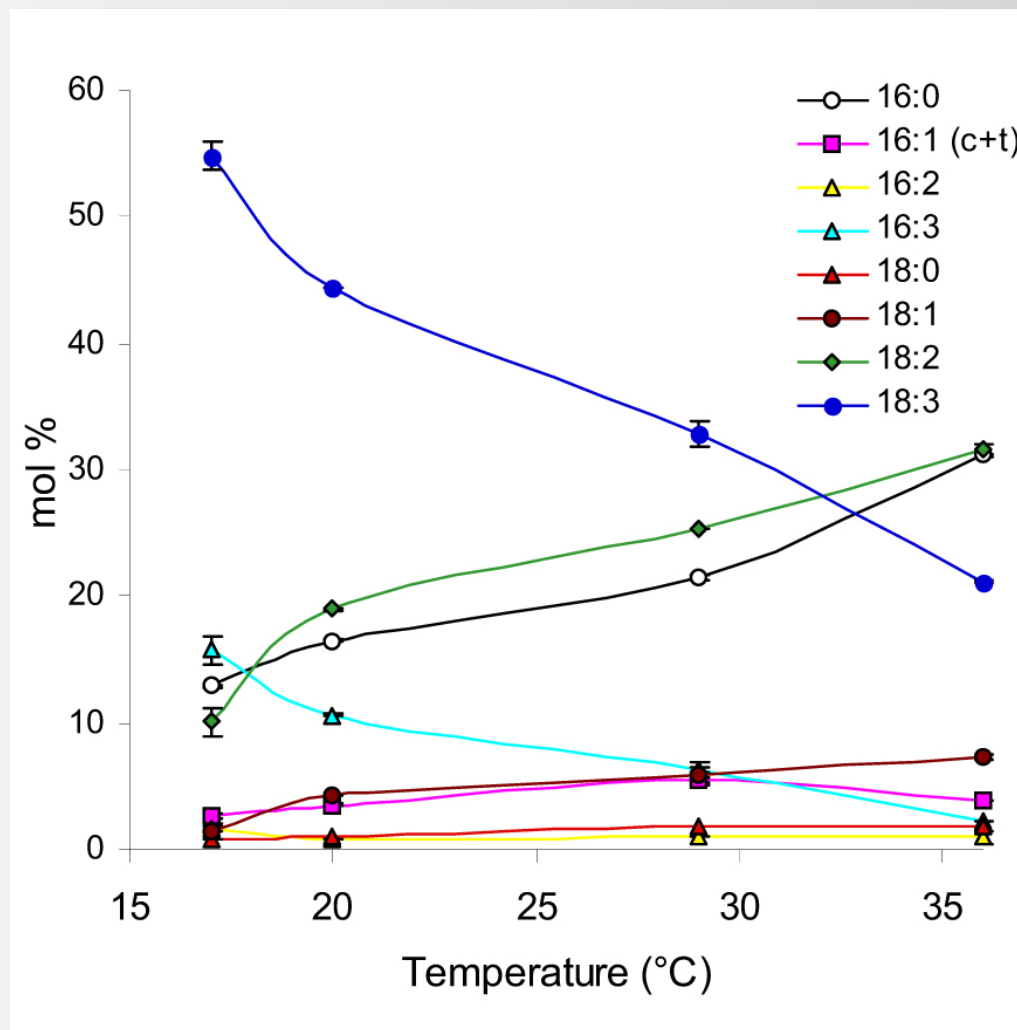
PROTEĪNU TEMPERATŪRAS OPTIMUMS

Aktivitāti nodrošina:

- **zemās temperatūrās – konformācijas palielināts lokanums;**
- **augstās temperatūrās – konformācijas palielināts stingums**

Pielāgošanās darbojas tikai caur gēnu ekspresiju un/vai proteīnu sintēzi!

MEMBRĀNU TEMPERATŪRAS OPTIMUMS



Temperatūrai paaugstinoties, kontrolēti samazinās membrānu nepiesātināmība [tri-eno-taukskābju daudzums (16:3, 18:3)]

MEMBRĀNU TEMPERATŪRAS OPTIMUMS

Aktivitāti nodrošina:

- zemās temperatūrās – vairāk nepiesātināto taukskābju;
 - augstās temperatūrās – mazāk nepiesātināto taukskābju;
 - lipīdu galvas grupu nomaiņa.

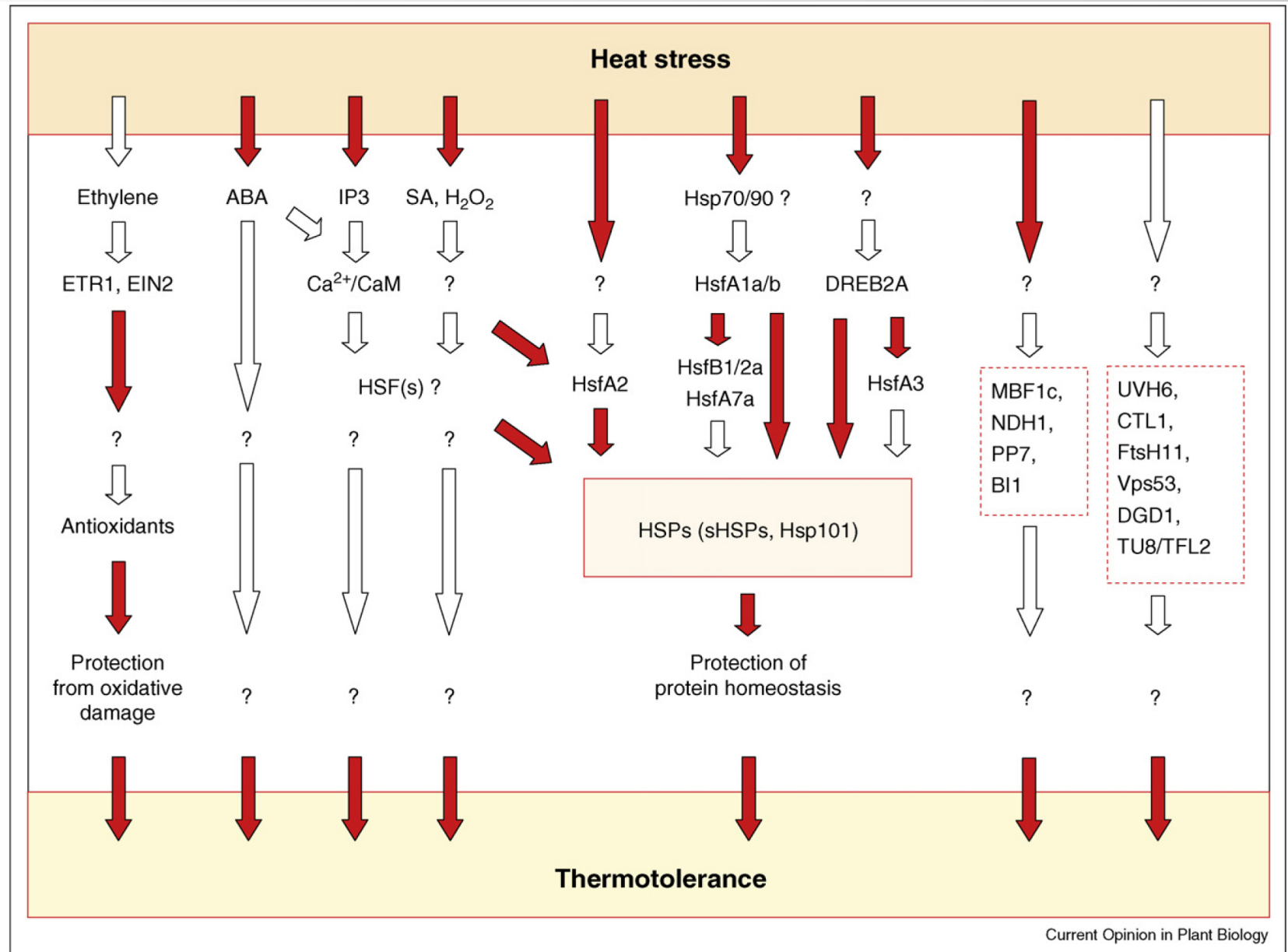
Visas temperatūras izmaiņas izraisa esošo lipīdu galvas grupu nomaiņu.

Regulāras izmaiņas: piesātinājuma pakāpe nemainās;
retas izmaiņas: mainās piesātinājuma pakāpe

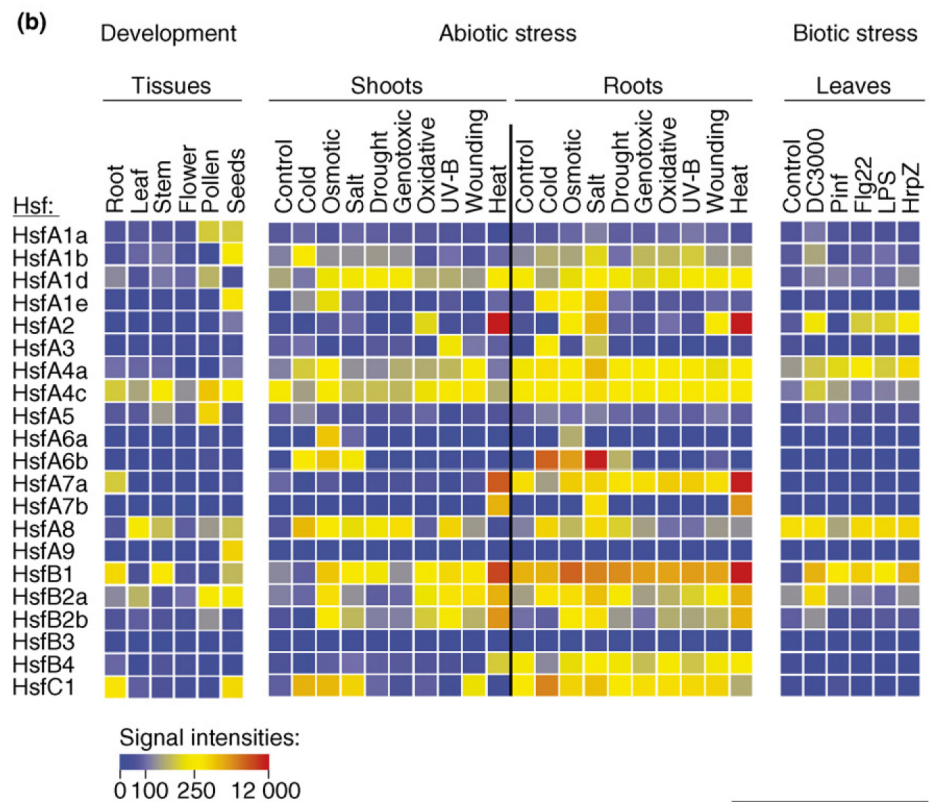
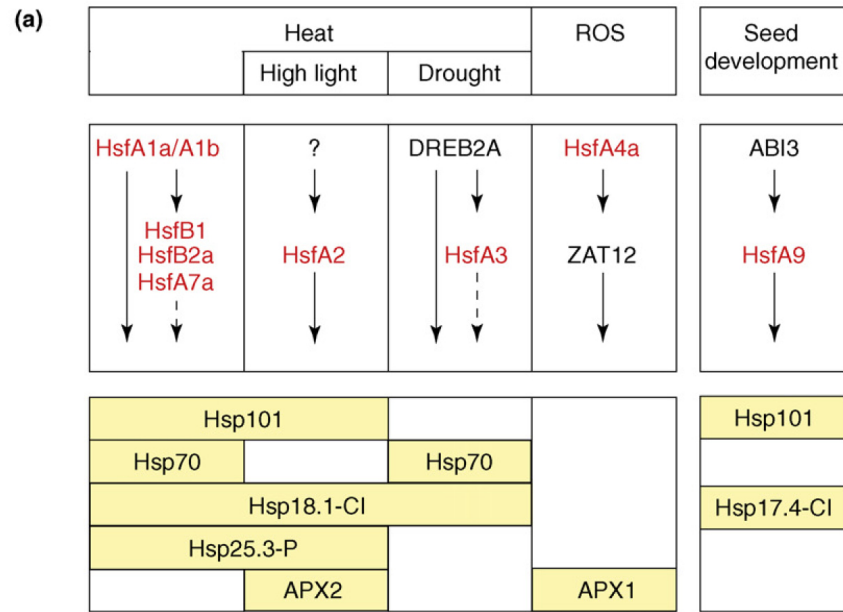
Šūnas bioķīmiskā adaptācija karstumam: karstuma šoka proteīnu (HSP) sintēze

- inhibējas “parasto” proteīnu sintēze;
- karstuma šoka transkripcijas faktoru (Hsfs) darbība;
- HSP mRNA veidošanās un proteīnu sintēze 3–5 min laikā;
 - palielinās karstumizturība:
 - molekulārie čaperoni (stabilizē proteīnus, veido proteīnu oligomērus);
 - transportē polipeptīdus caur membrānām;
 - stabilizē enzīmus, īslaicīgi tiem piesaistoties.

Šūnas bioķīmiskā adaptācija karstumam: karstuma šoka proteīnu (HSP) sintēze



Karstuma šoka transkripcijas faktori: iekššūnas signāli ar universālu regulatoru īpašībām

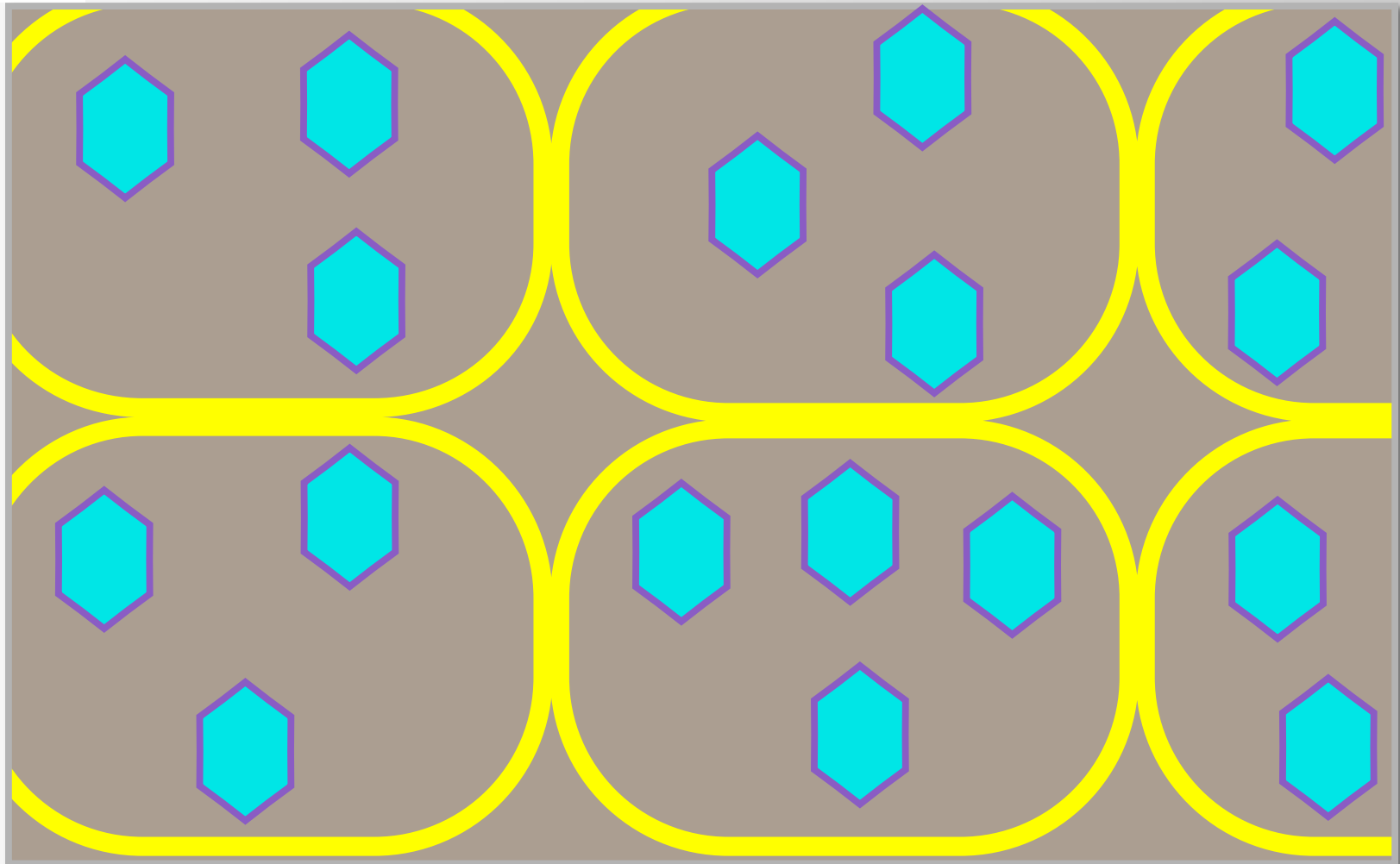


TRENDS in Plant Science

**LEDUS VEIDOŠANĀS
ŠŪNU IEKŠPUSĒ:**

- mehānisks stress;
- dehidrācija;
- membrānu struktūru sagraušana

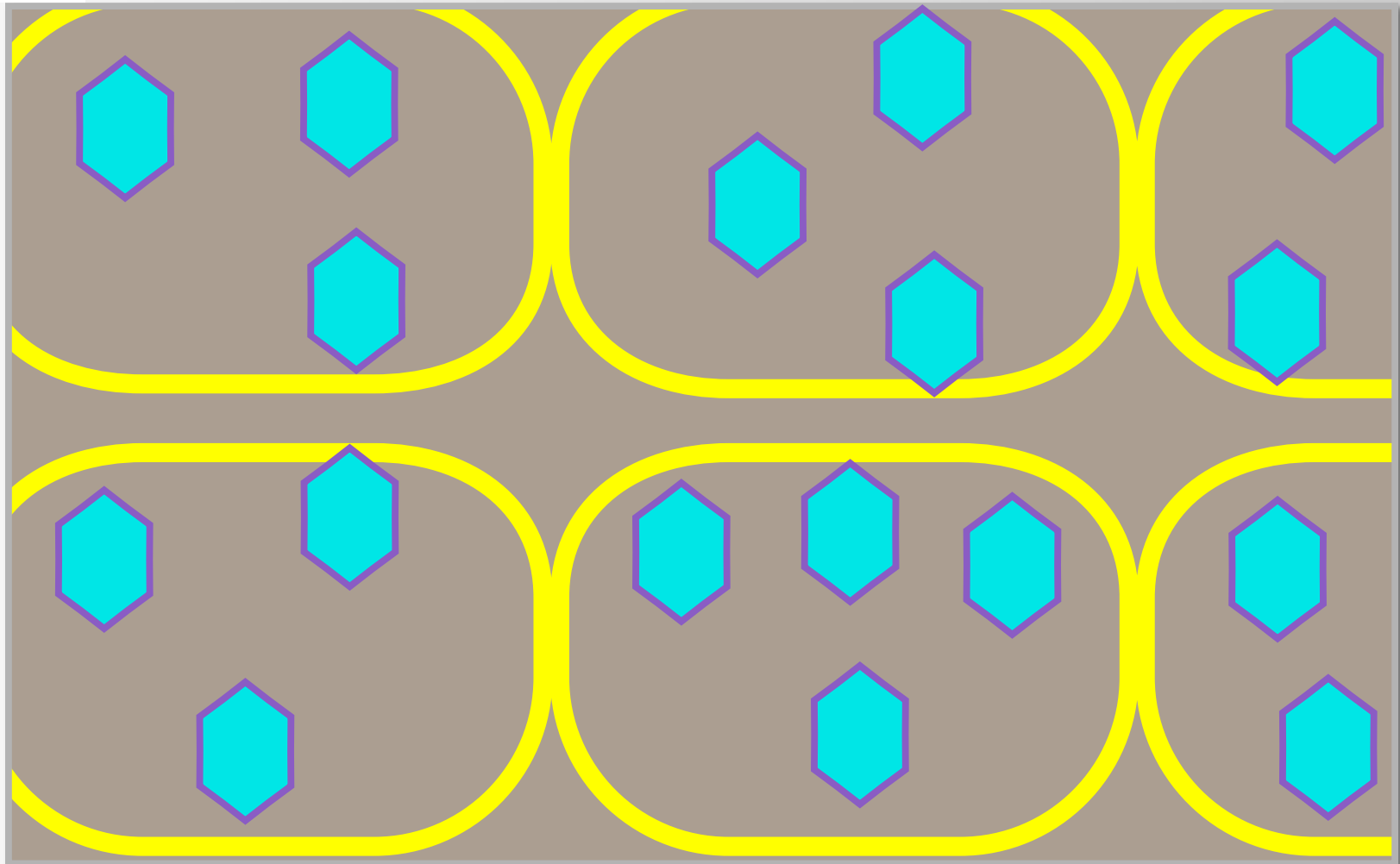
Ūdens kristalizācijas bojājumi



**LEDUS VEIDOŠANĀS
ŠŪNU IEKŠPUSĒ:**

- mehānisks stress;
- dehidrācija;
- membrānu struktūru sagraušana

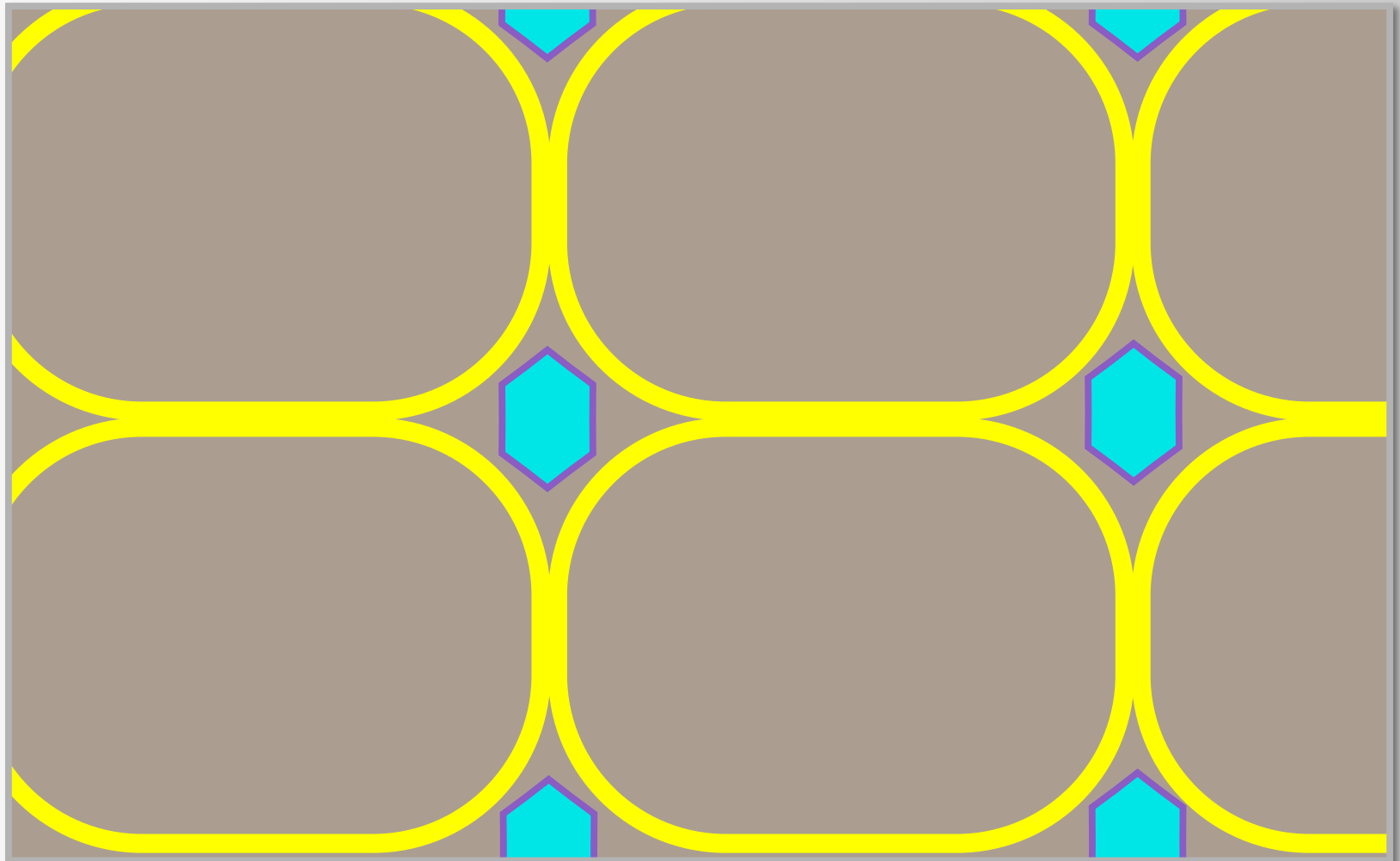
Ūdens kristalizācijas bojājumi



Izvairīšanās no bojājumiem

LEDUS VEIDOŠANĀS
STARPŠUNU TELPĀ:

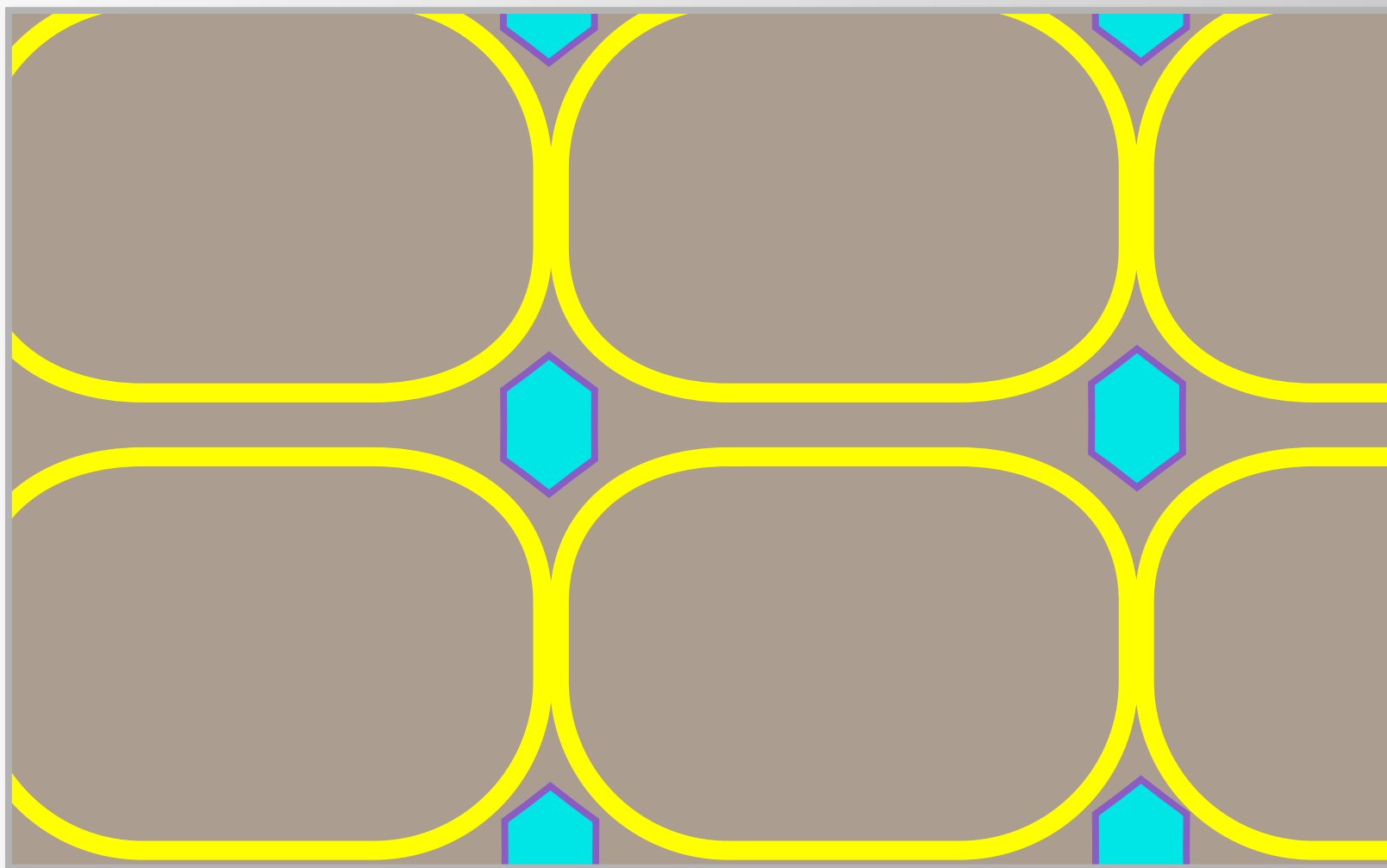
- dehidrācija



Izvairīšanās no bojājumiem

LEDUS VEIDOŠANĀS
STARPŠUNU TELPĀ:

- dehidrācija



Sala izturības mehānisms: ledus kristalizācijas vadīšana

SASALŠANAS PUNKTA PAZEMINĀŠANA (superatdzišana):

- lakstaugiem parasti -2 līdz -4 °C;
- lakstaugiem izņēmuma gadījumos līdz -14 °C;
 - kokaugiem līdz -40 °C.

LEDUS KRSITALIZĀCIJAS LOKĀLA VADĪŠANA:

- kokaugiem līdz -196 °C.

Sala izturības mehānisms: ledus kristalizācijas vadīšana KOKAUGIEM

MIZA, PUMPURI:

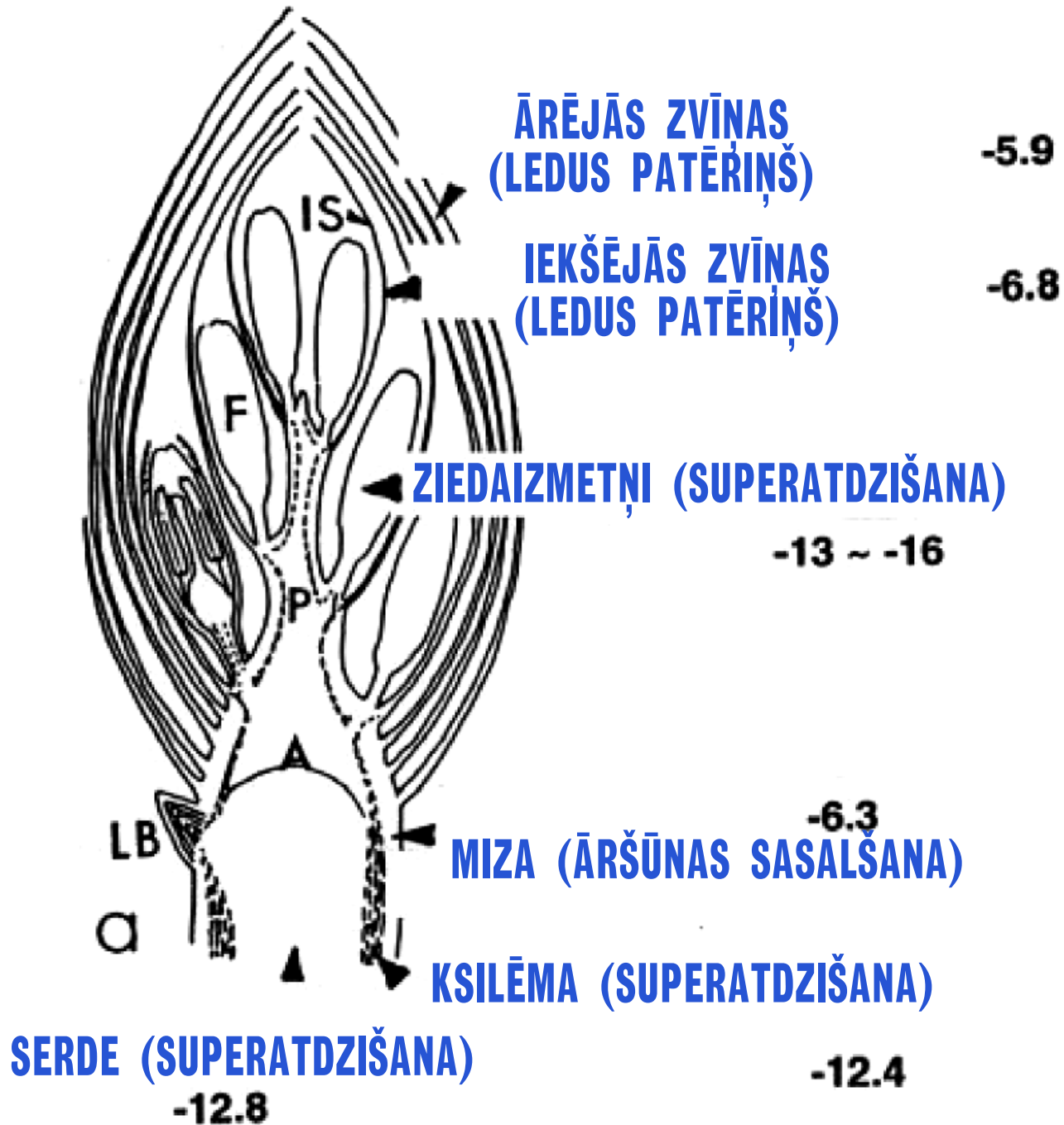
superatdzišana par daziem °C, sekojoša āršūnas sasalšana

KAMBIJS, SERDE, FLOĒMA:

ūdens pārvietošanās uz ārējo serdi, kur veidojas ledus un uzkrājas lielu ledus masu veidā starp šūnām

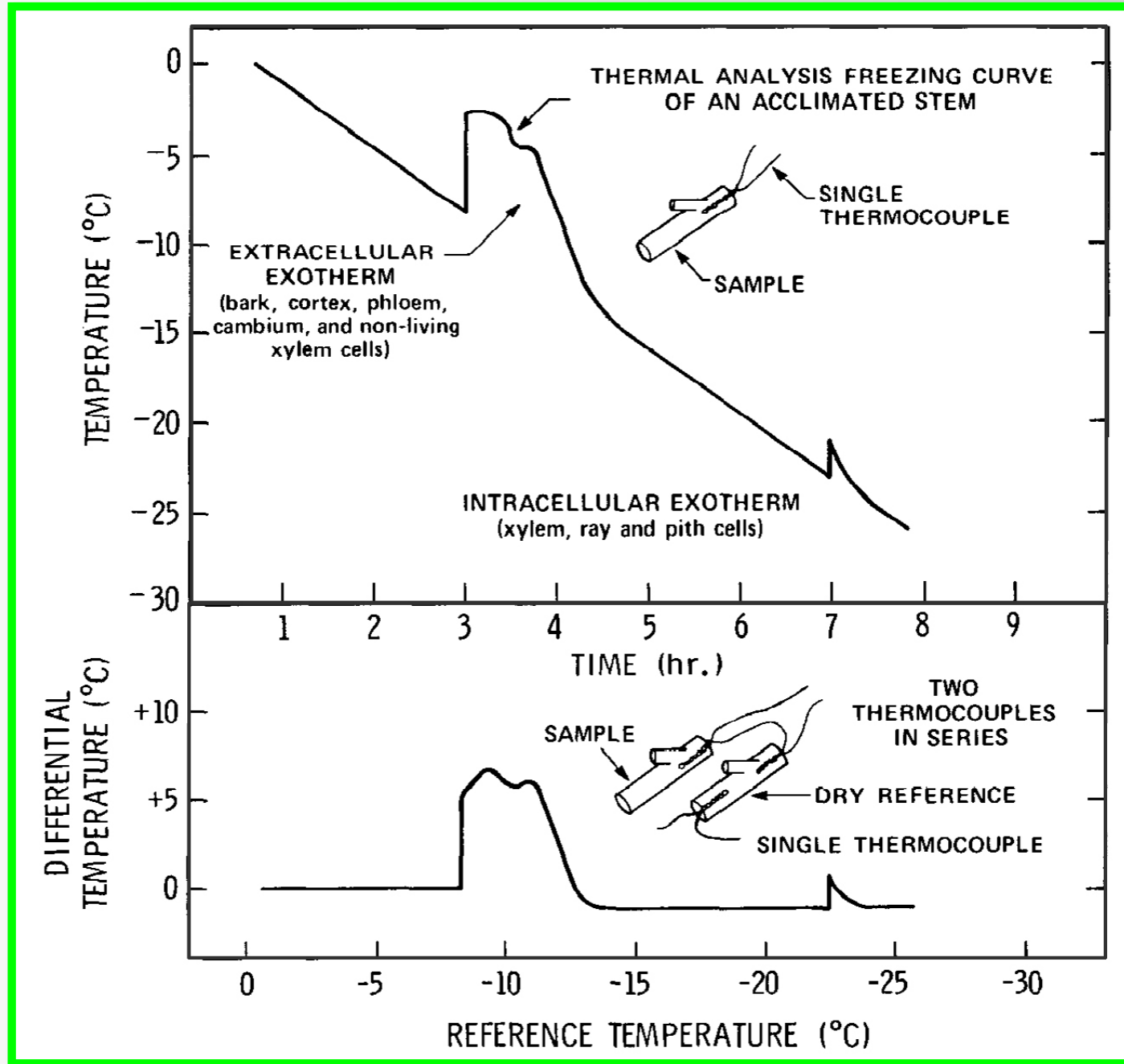
PUMPURI MIERA STĀVOKLĪ:

ledus veidošanās starp pumpuru segvīņām

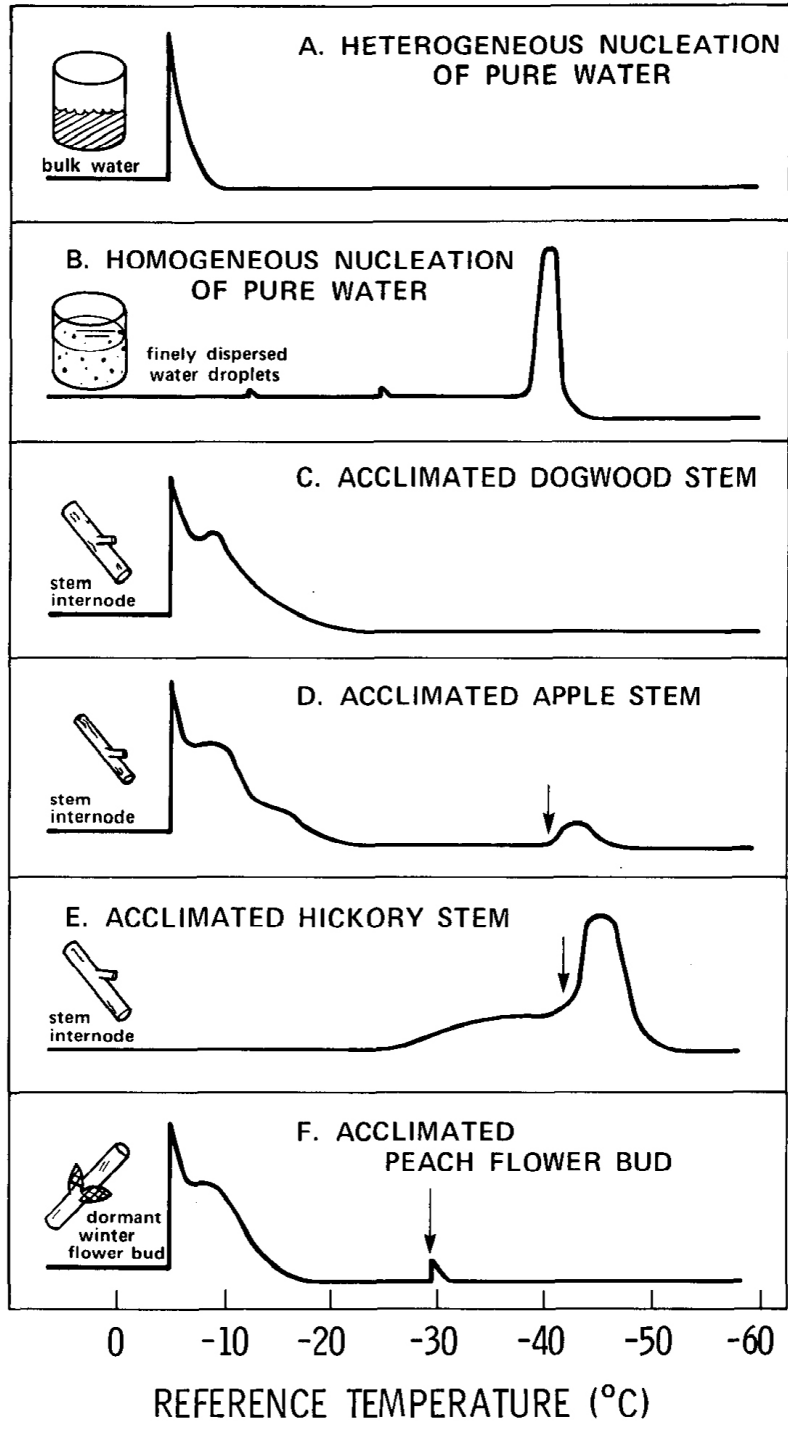


50% ledus veidošanās T

Temperatūras dinamikas analīze

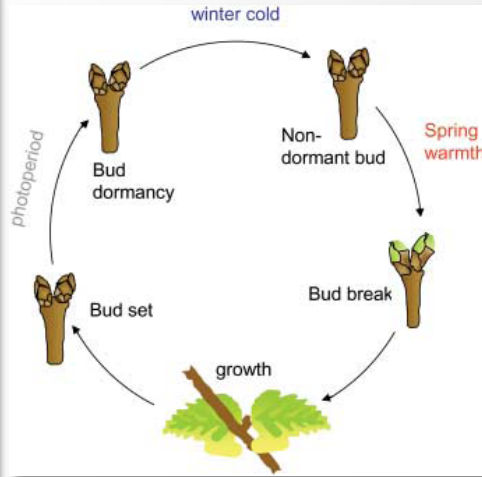


DIFFERENTIAL TEMPERATURE

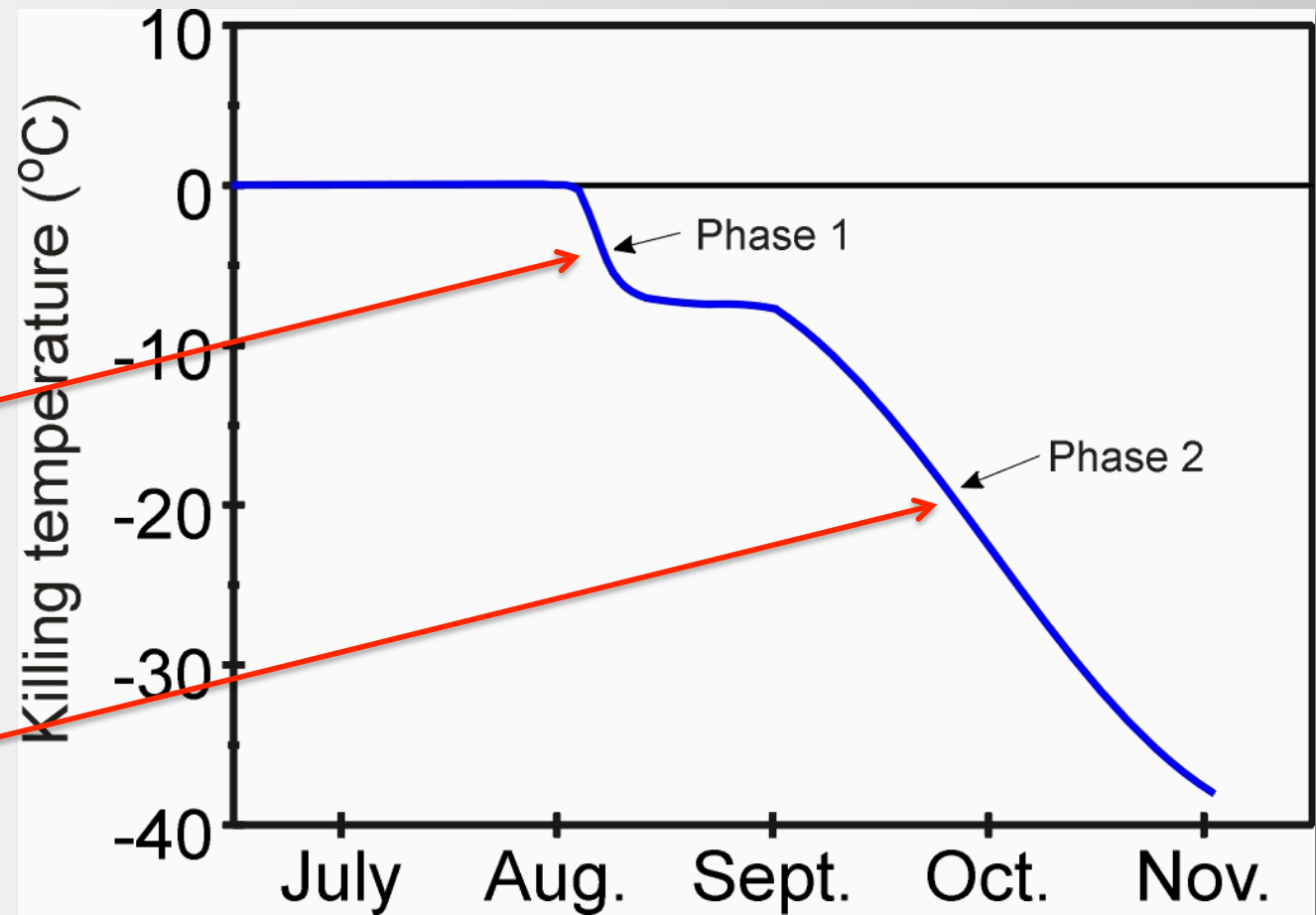


Temperatūras dinamikas analīze

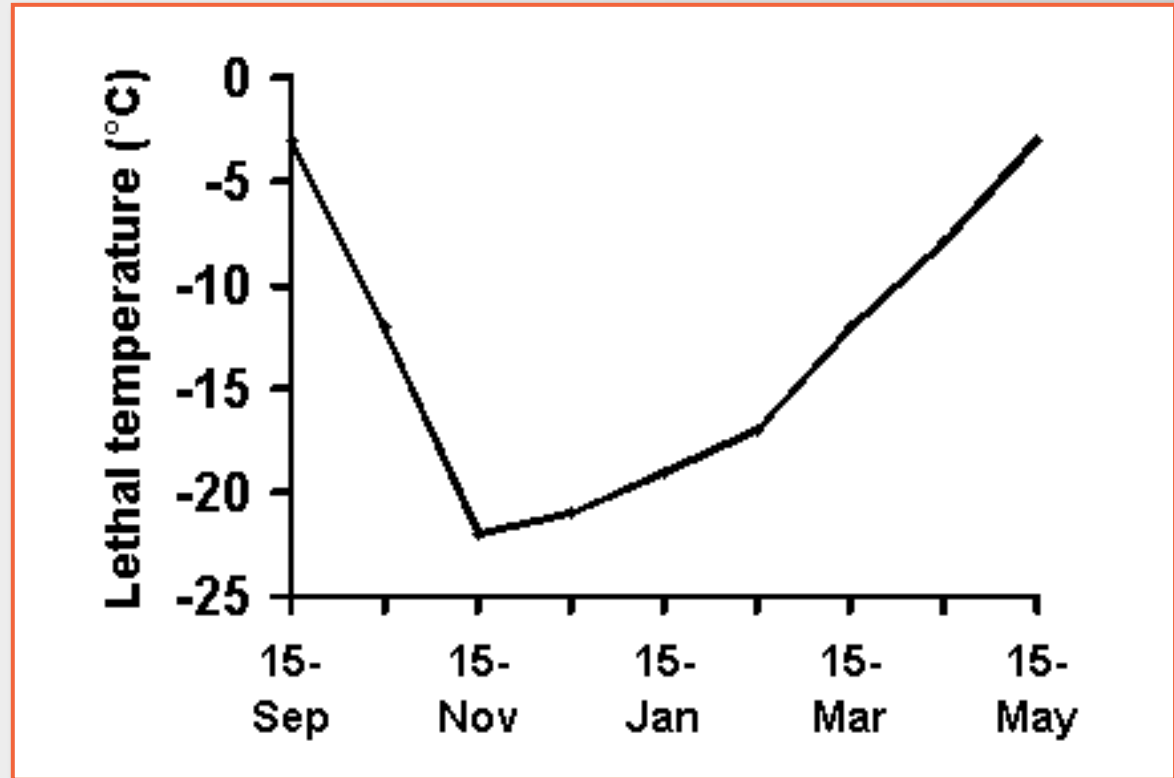
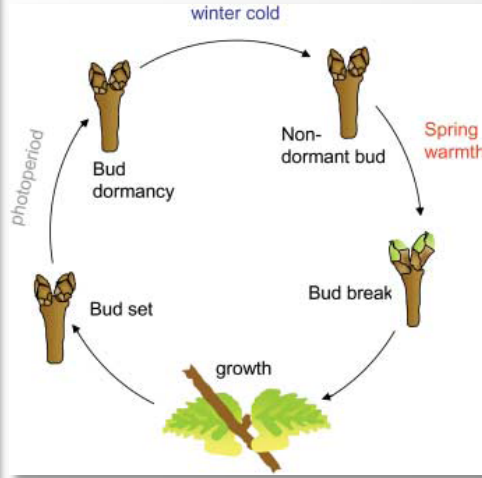
Aukstum-/salizturības cikls pumpuriem



- inducē dienas garuma samazināšanās;
 - regulē ABA;
 - augšanas pārtraukšanās;
 - cukuru transports no lapām
-
- inducē pirmās salnas;
 - membrānu caurlaidības izmaiņas;
 - osmoprotektantu uzkrāšanās



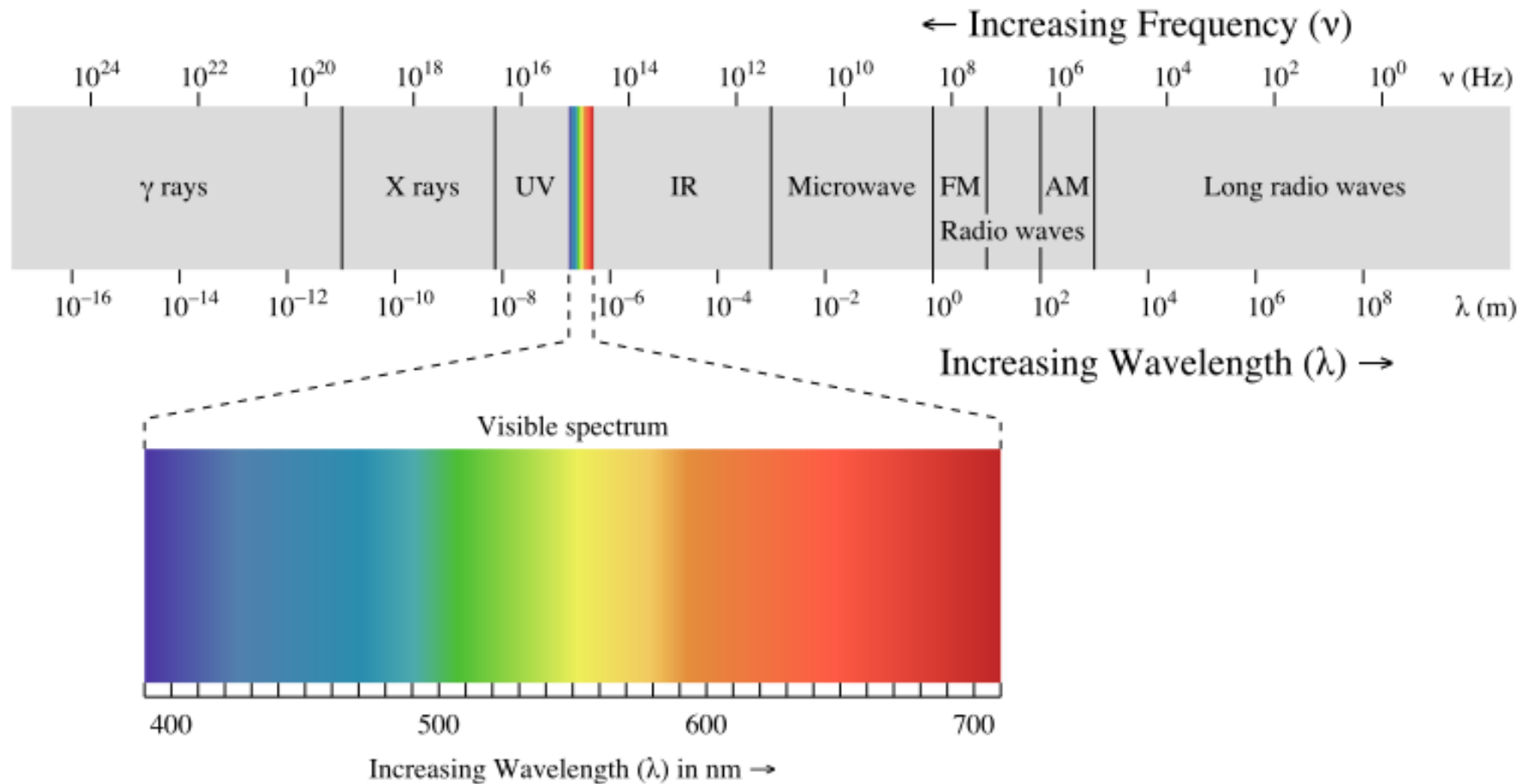
Aukstum-/salizturības cikls pumpuriem



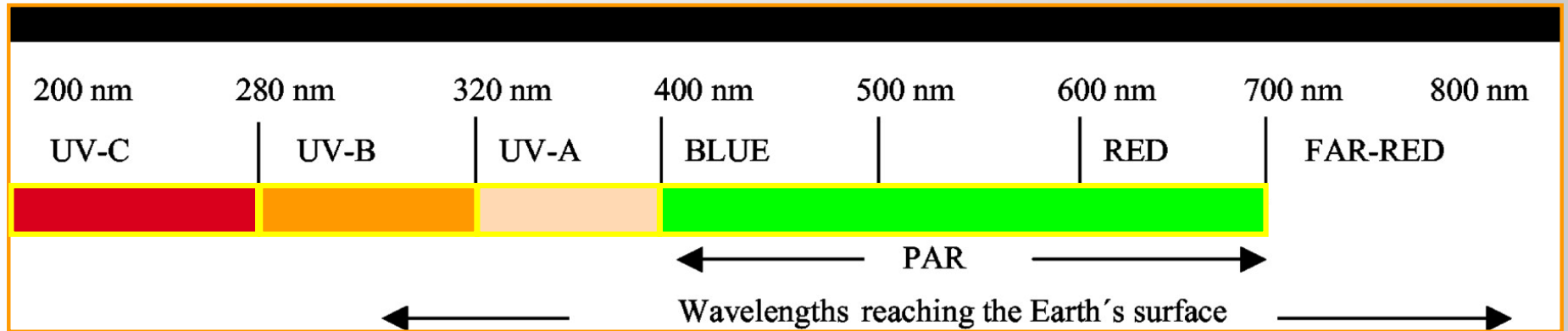
Temperatūra
Gaisma (+ UV)
Ūdens

Augsnes sāļums (+ smagie metāli)
Gaisa piesārņojums

ELEKTROMAGNĒTISKAIS SPEKTRS



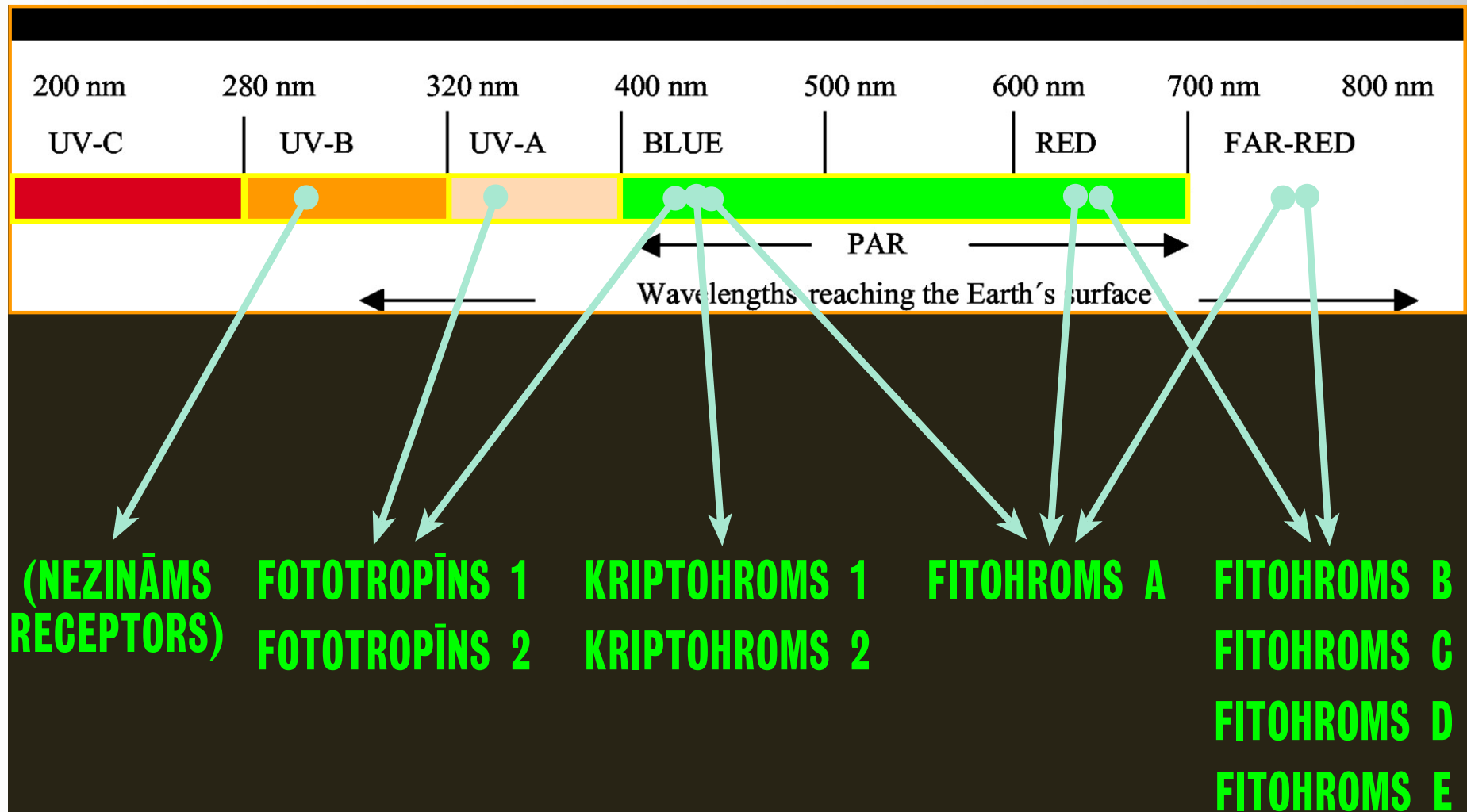
GAISMAS SPEKTRS



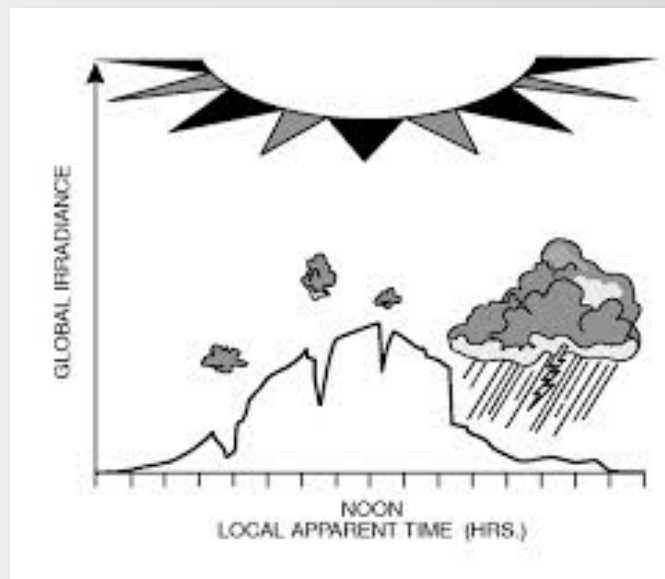
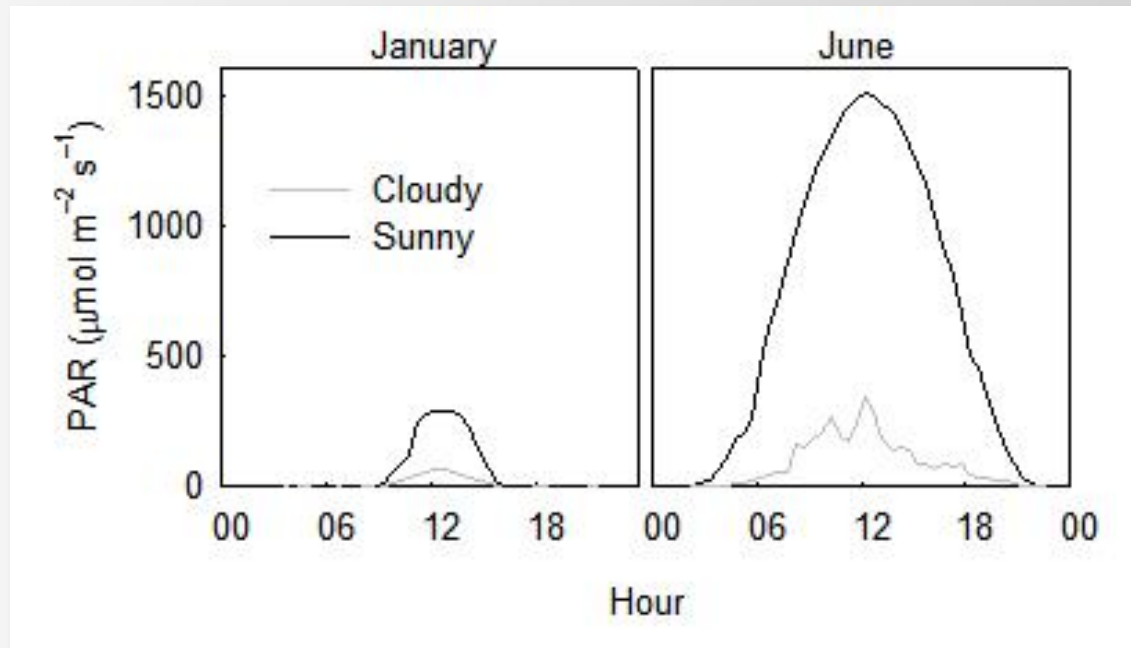
**nāvējošs
visai
dzīvībai**

**bīstams
visai
dzīvībai**

GAISMAS SPEKTRA UZTVERŠANA



GAISMAS INTENSITĀTES SVĀRSTĪBAS



FOTOAIZSARDZĪBAS MEHĀNISMI

Samazināta gaismas absorbcija

- hloroplastu pārvietošanās šūnās
- lapu stāvokļa maiņa
- lapu virsmas izmaiņas (palielināta gaismas atstarošana)

Termiskās enerģijas izkliede



Aktīvā skābekļa pārtveršana

Fotosistēmas II sadalīšana

- gaismas bojātā D1 proteīna sadalīšana un sintēze no jauna

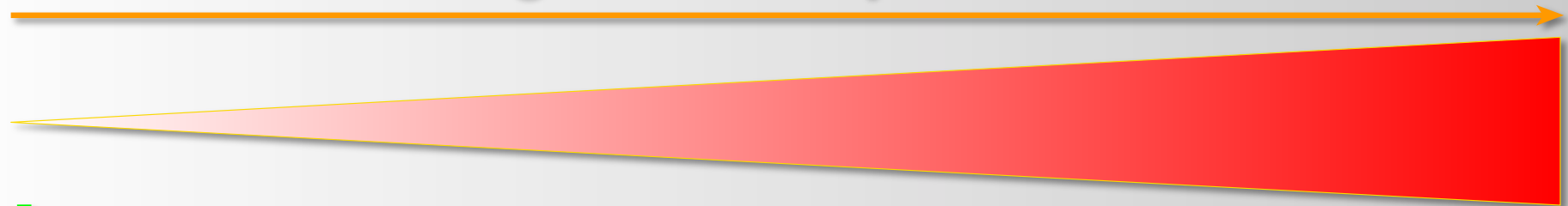
FOTOAIZSARDZĪBAS MEHĀNISMI



FOTOAIZSARDZĪBAS MEHĀNISMI



Pieaugošs fotonu plūsmas blīvums



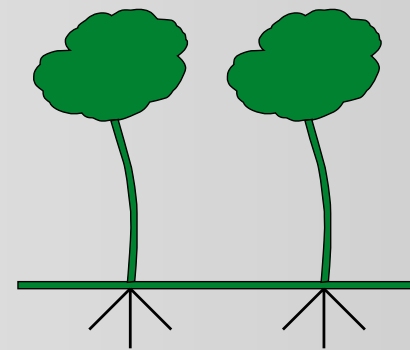
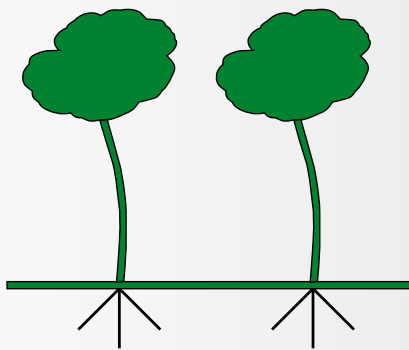
ĒNAS LAPA



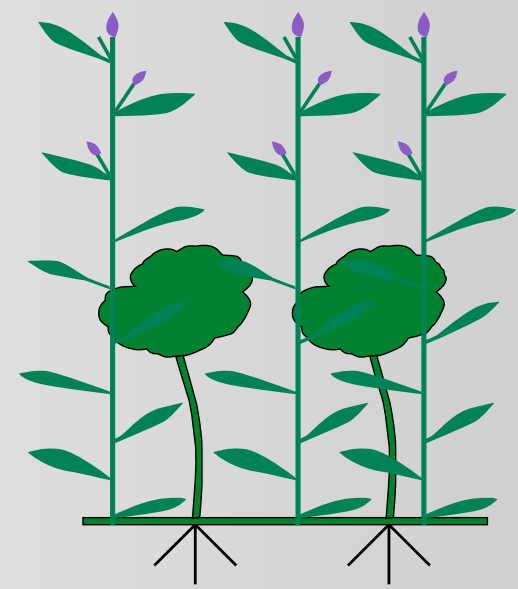
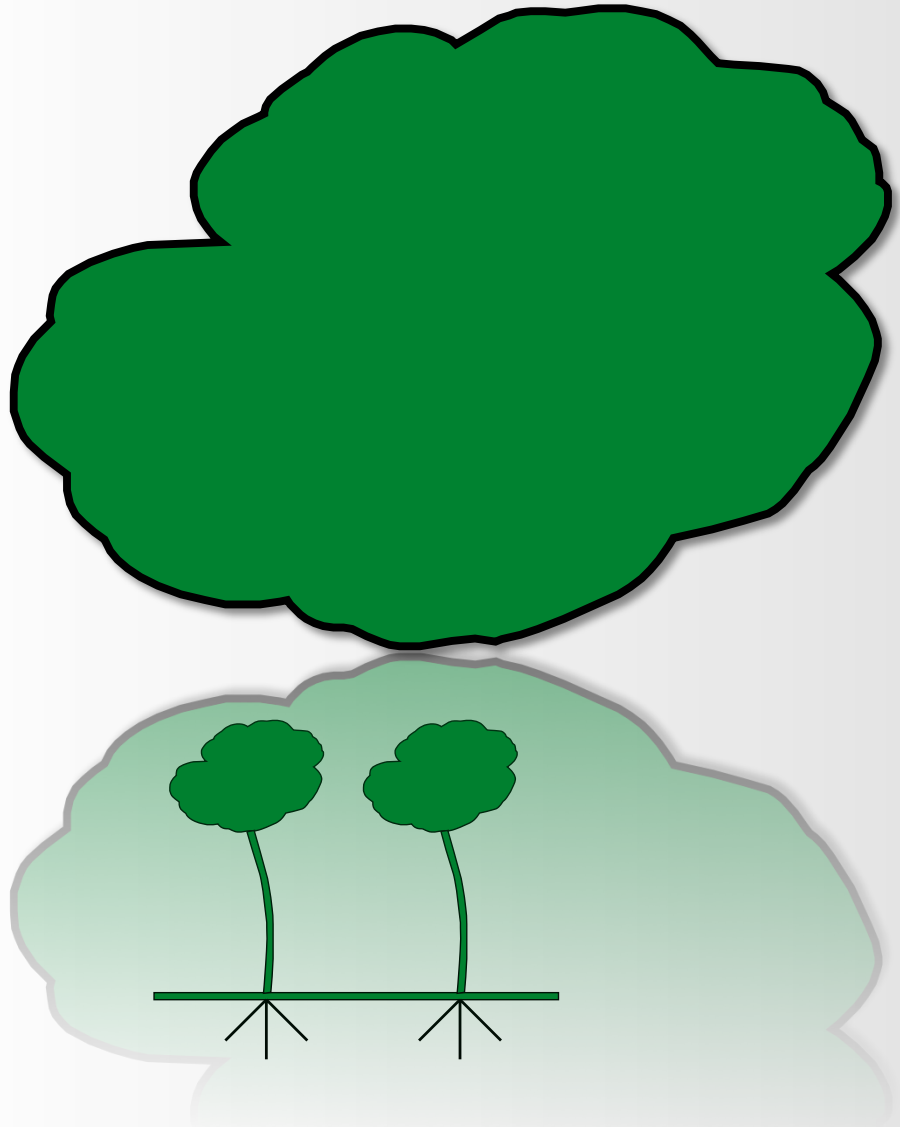
SAULES LAPA



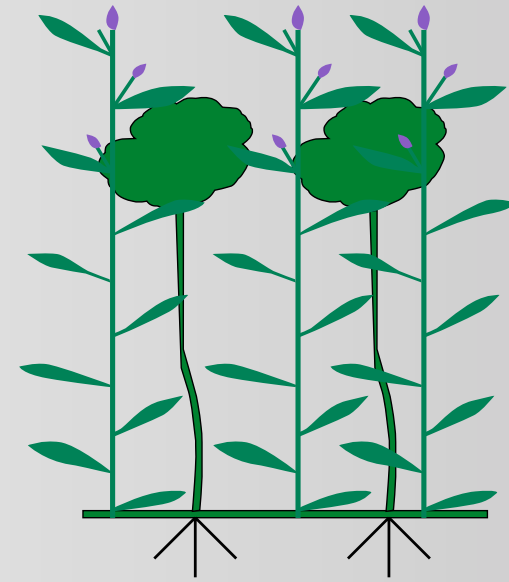
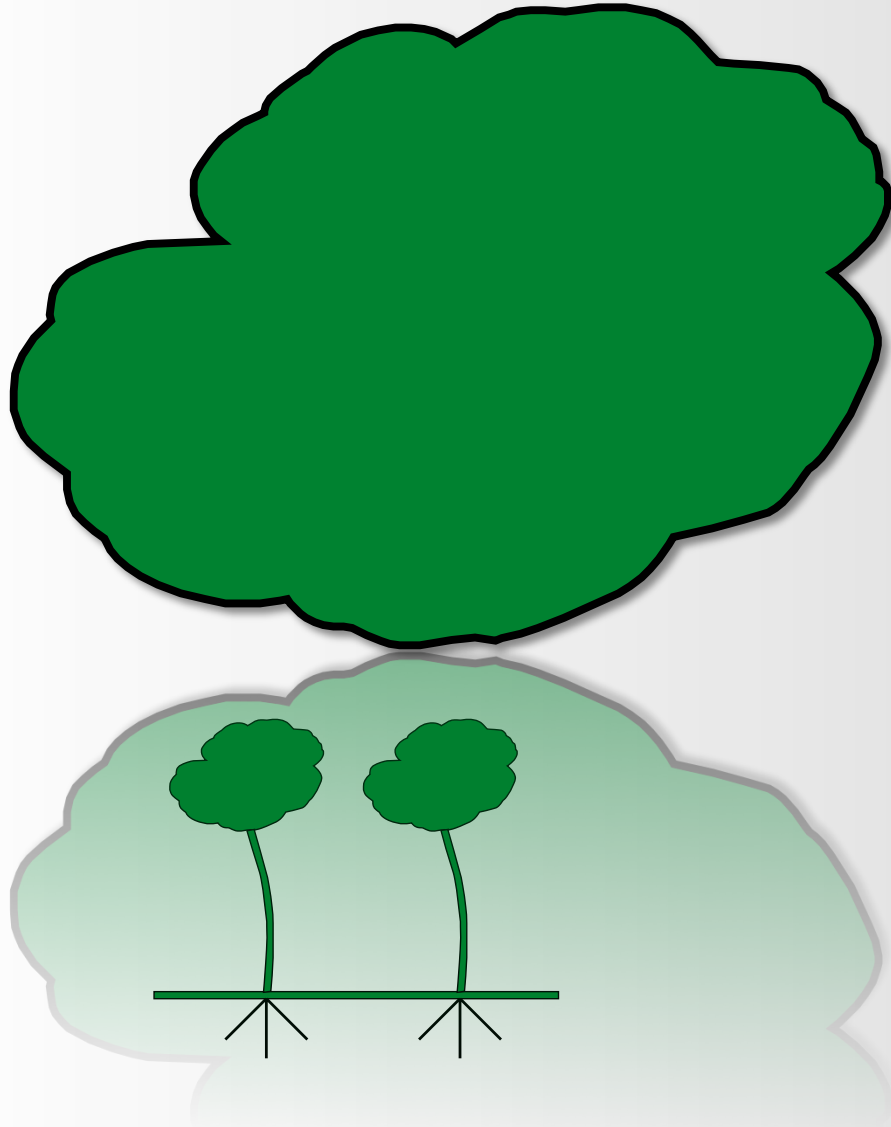
PIELĀGOŠANĀS ZEMAI GAISMAI



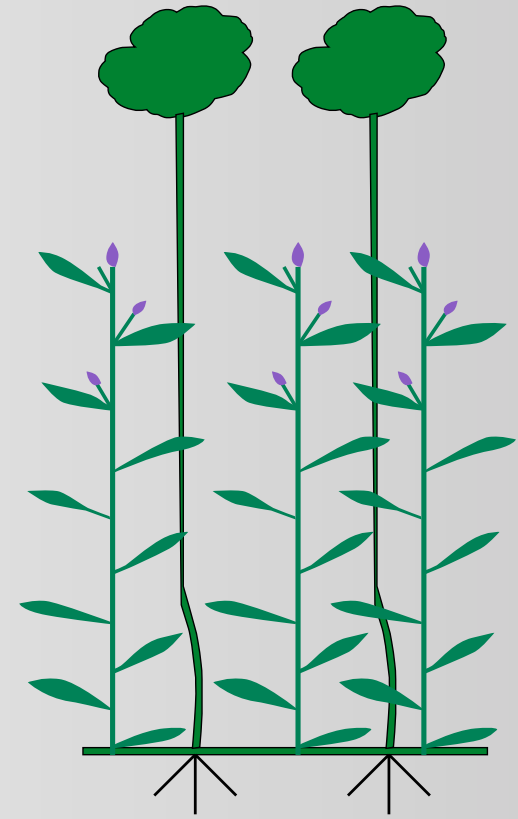
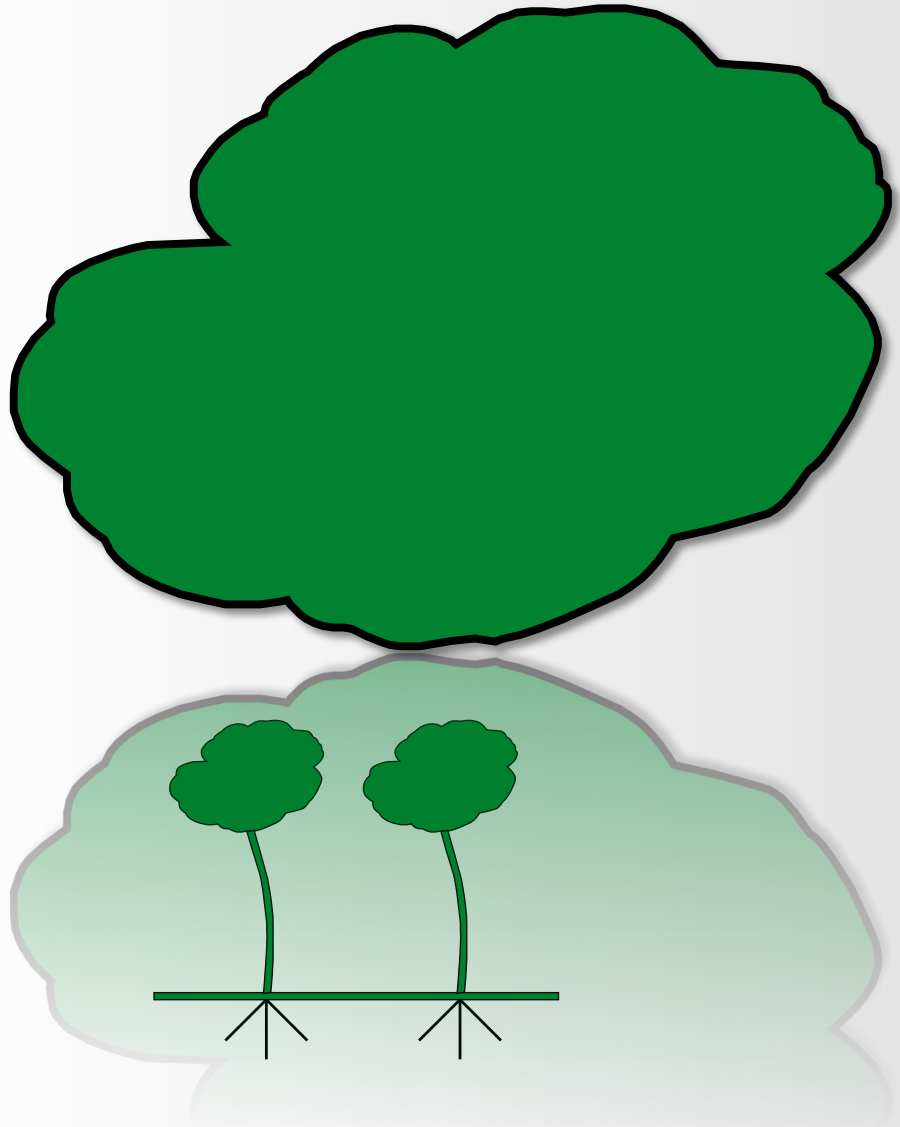
PIELĀGOŠANĀS ZEMAI GAISMAI



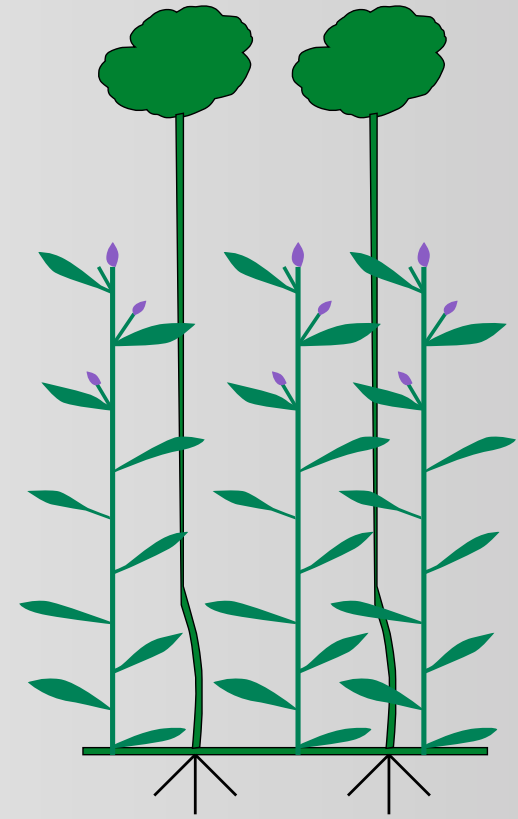
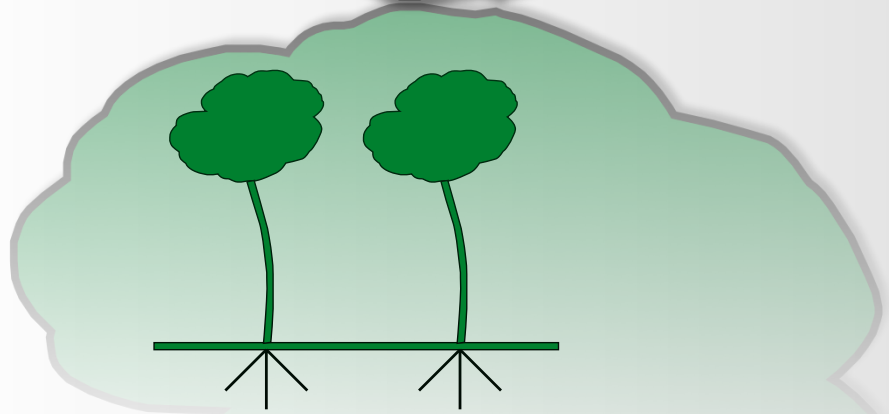
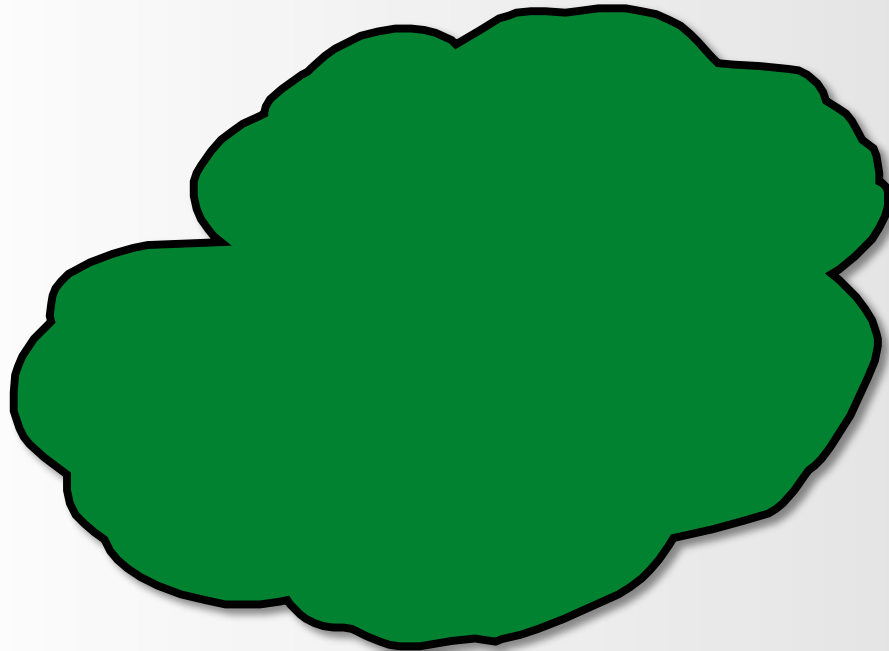
PIELĀGOŠANĀS ZEMAI GAISMAI



PIELĀGOŠANĀS ZEMAI GAISMAI

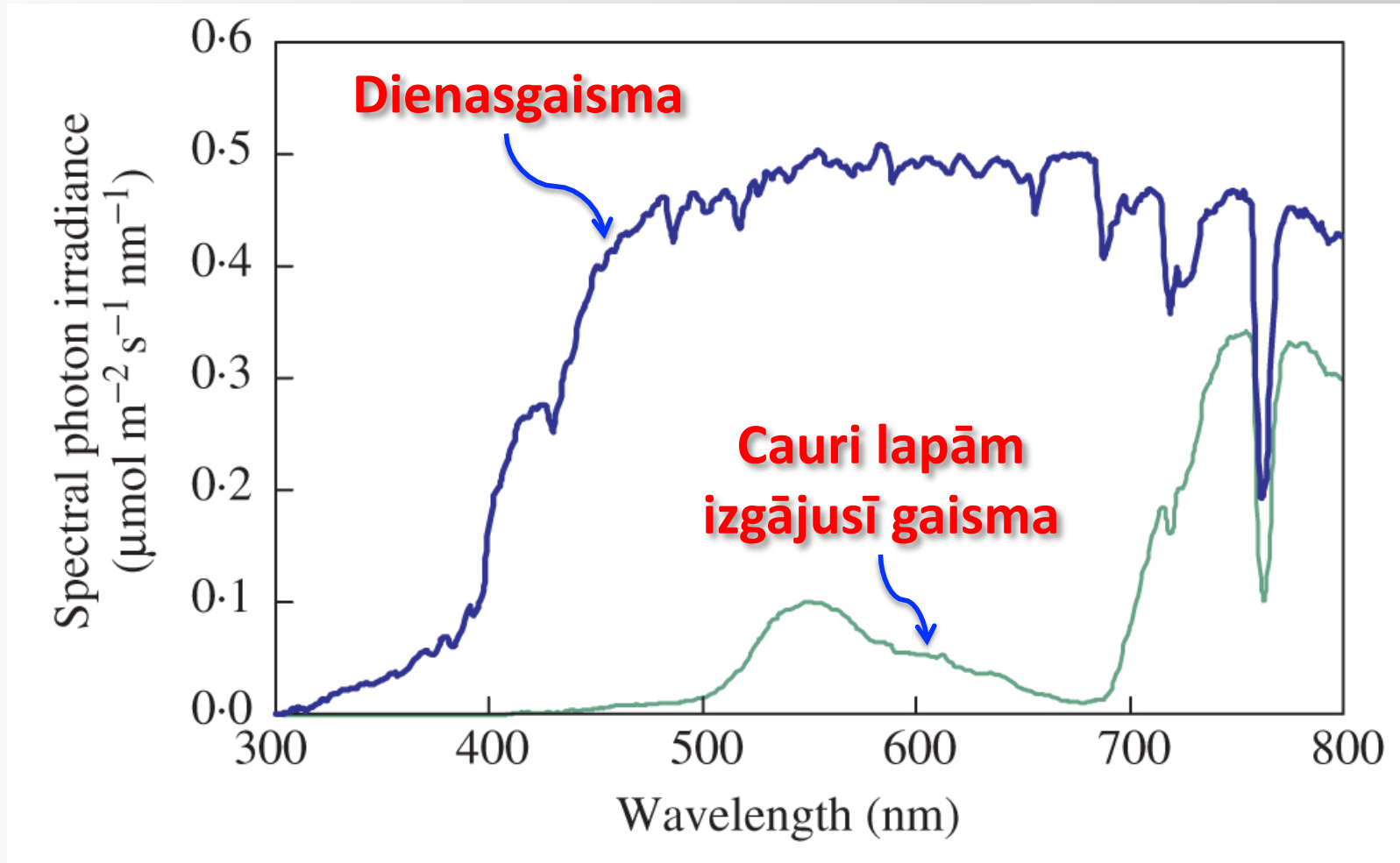


PIELĀGOŠANĀS ZEMAI GAISMAI

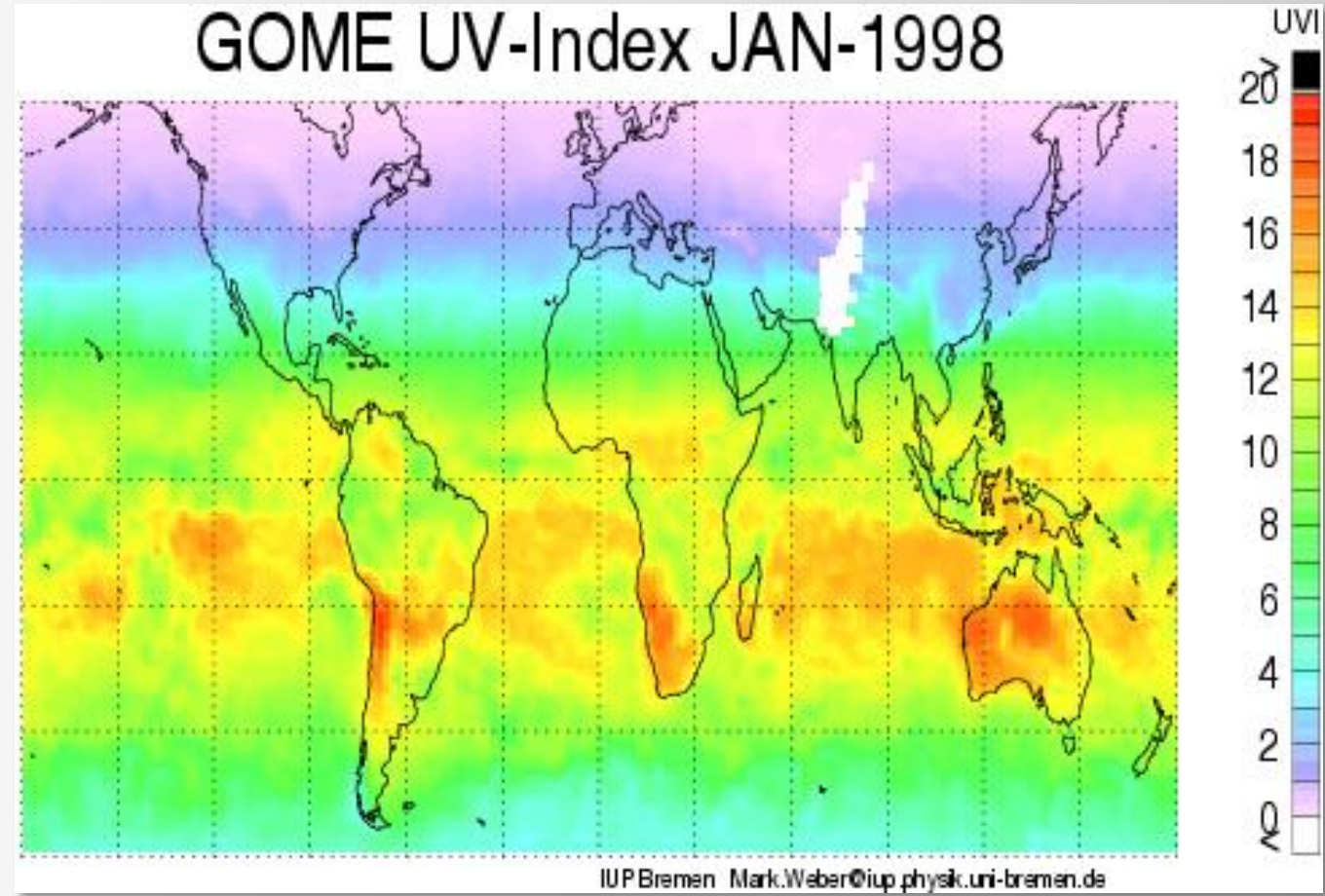


Ēnas augi – ēnas izturība Saules augi – ēnas izvairīšanās

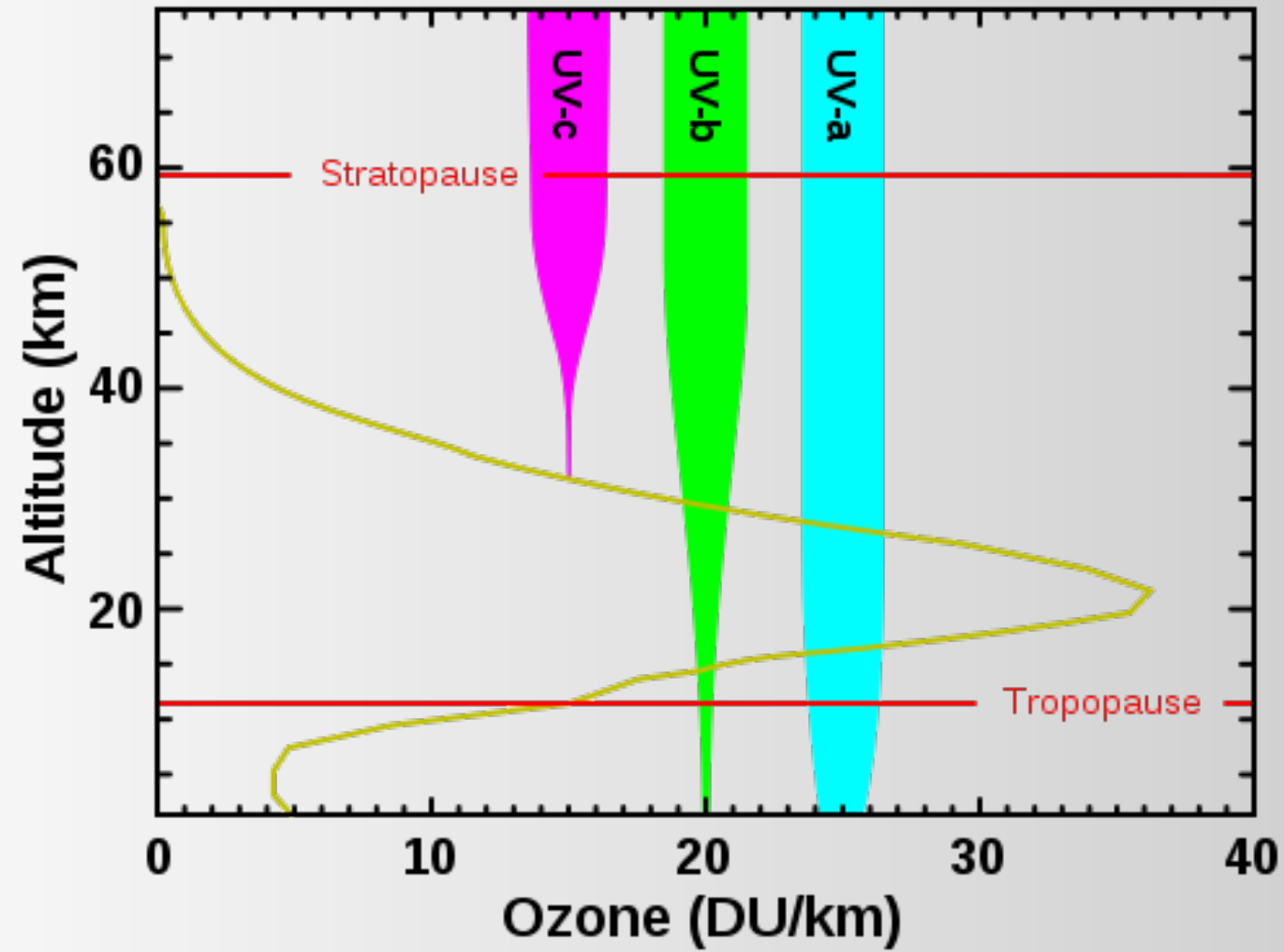
PIELĀGOŠANĀS ZEMAI GAISMAI



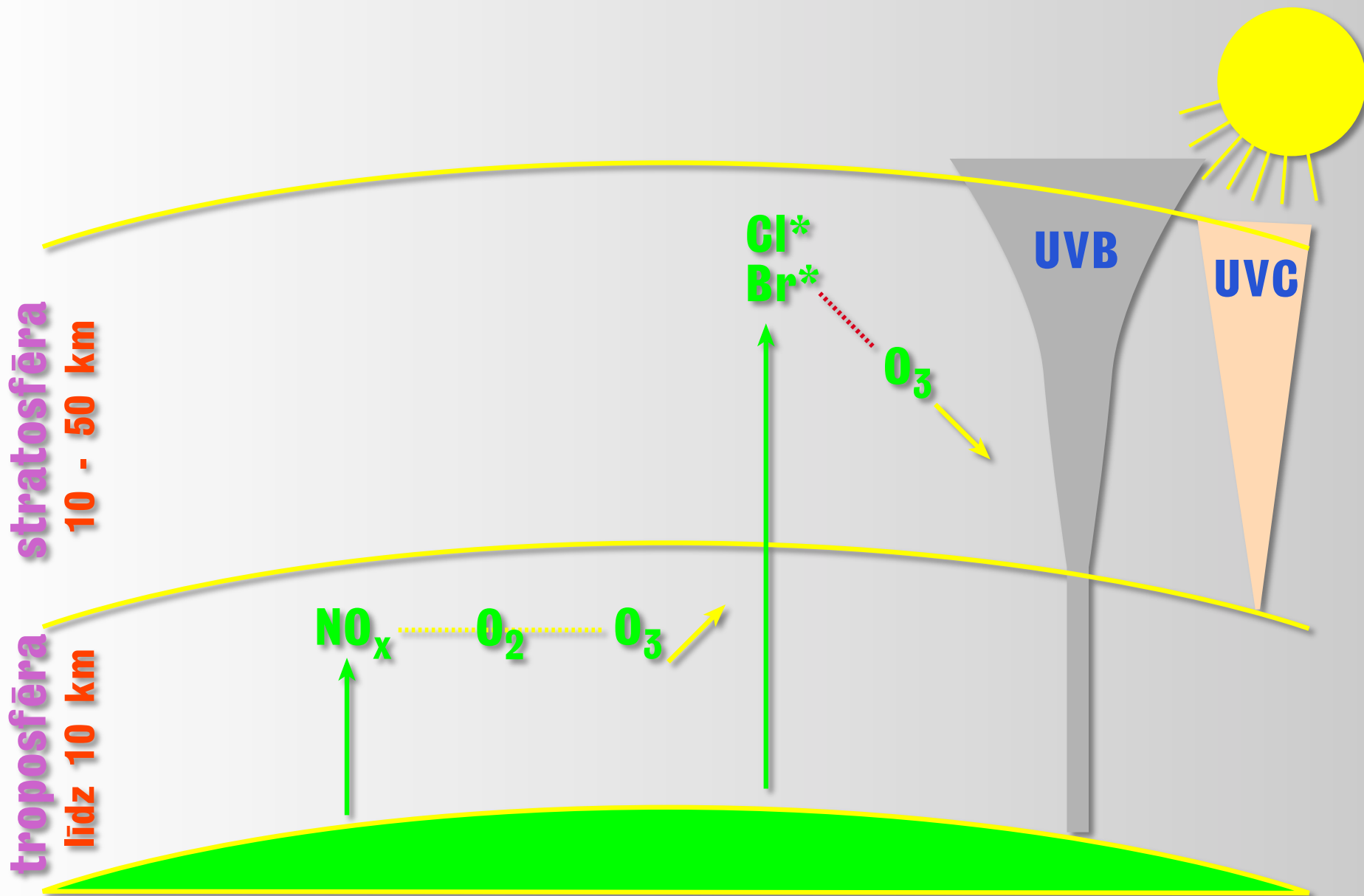
UV DIAPAZONS



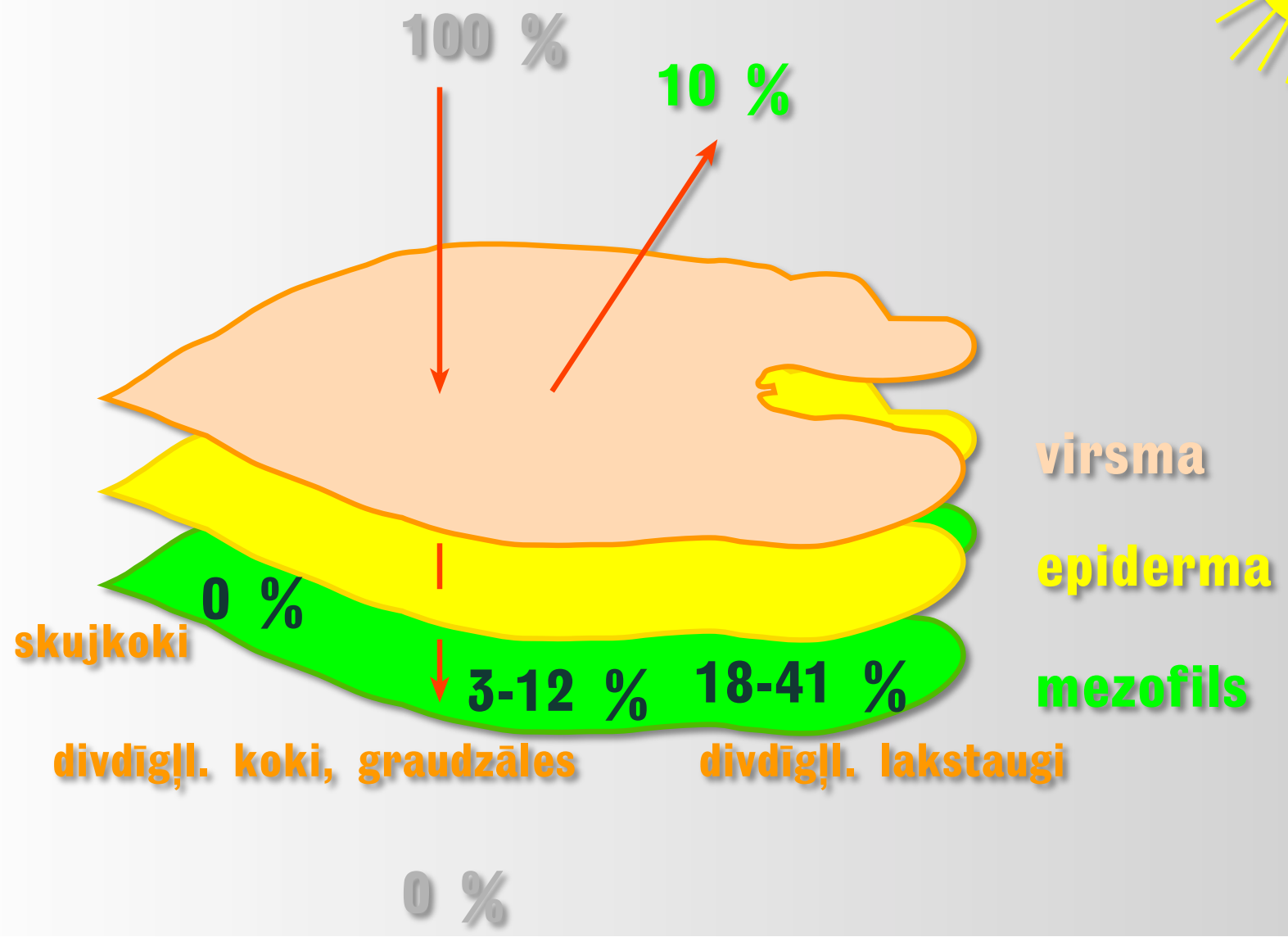
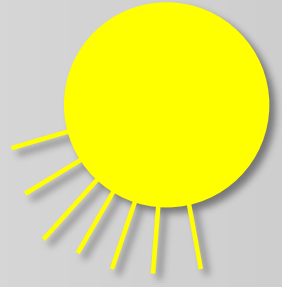
UV PĀRTVERŠANA ATMOSFĒRĀ



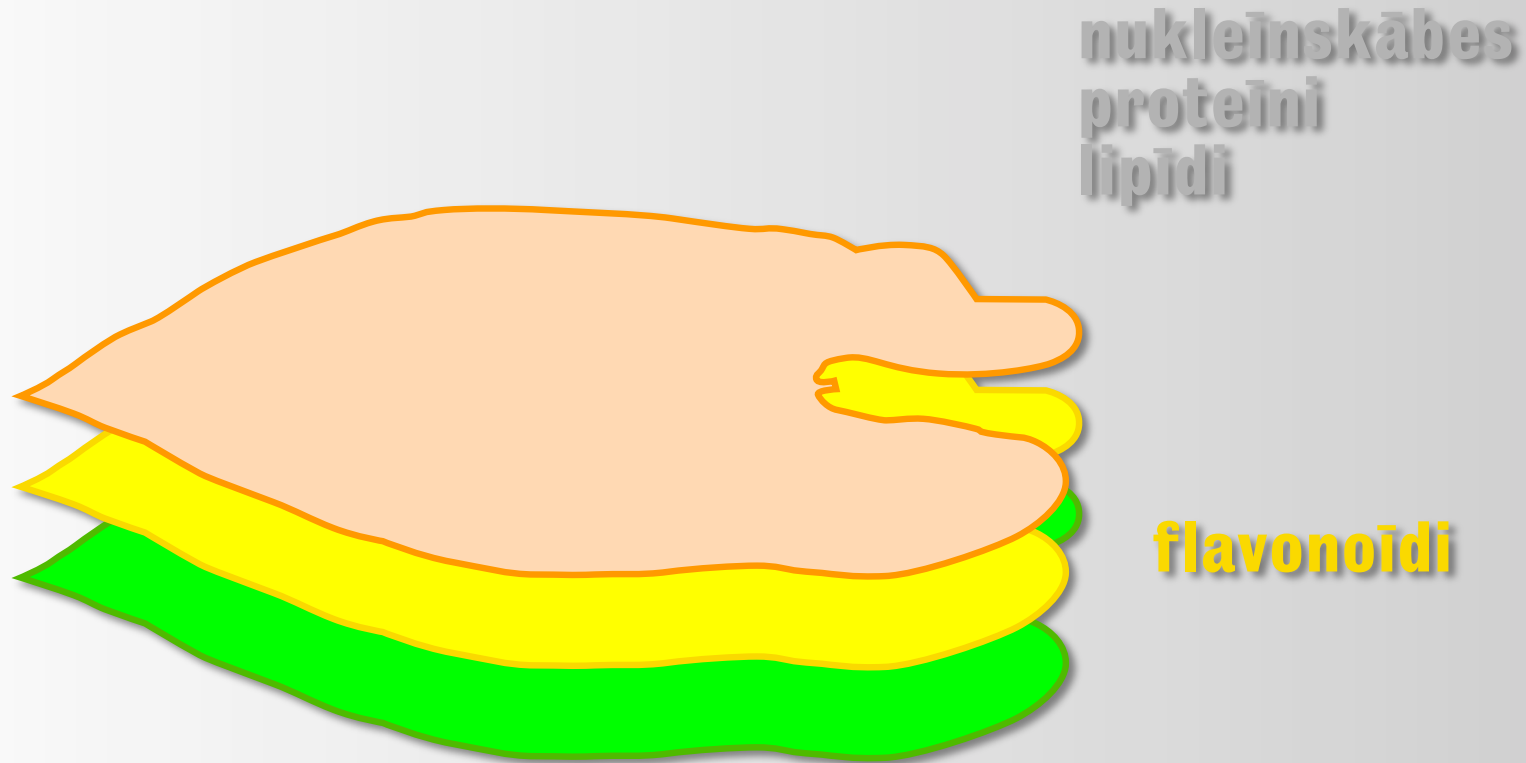
FOTOĶĪMISKĀS PARĀDĪBAS ATMOSFĒRĀ



UV-B IEKĻŪŠANA AUGU AUDOS

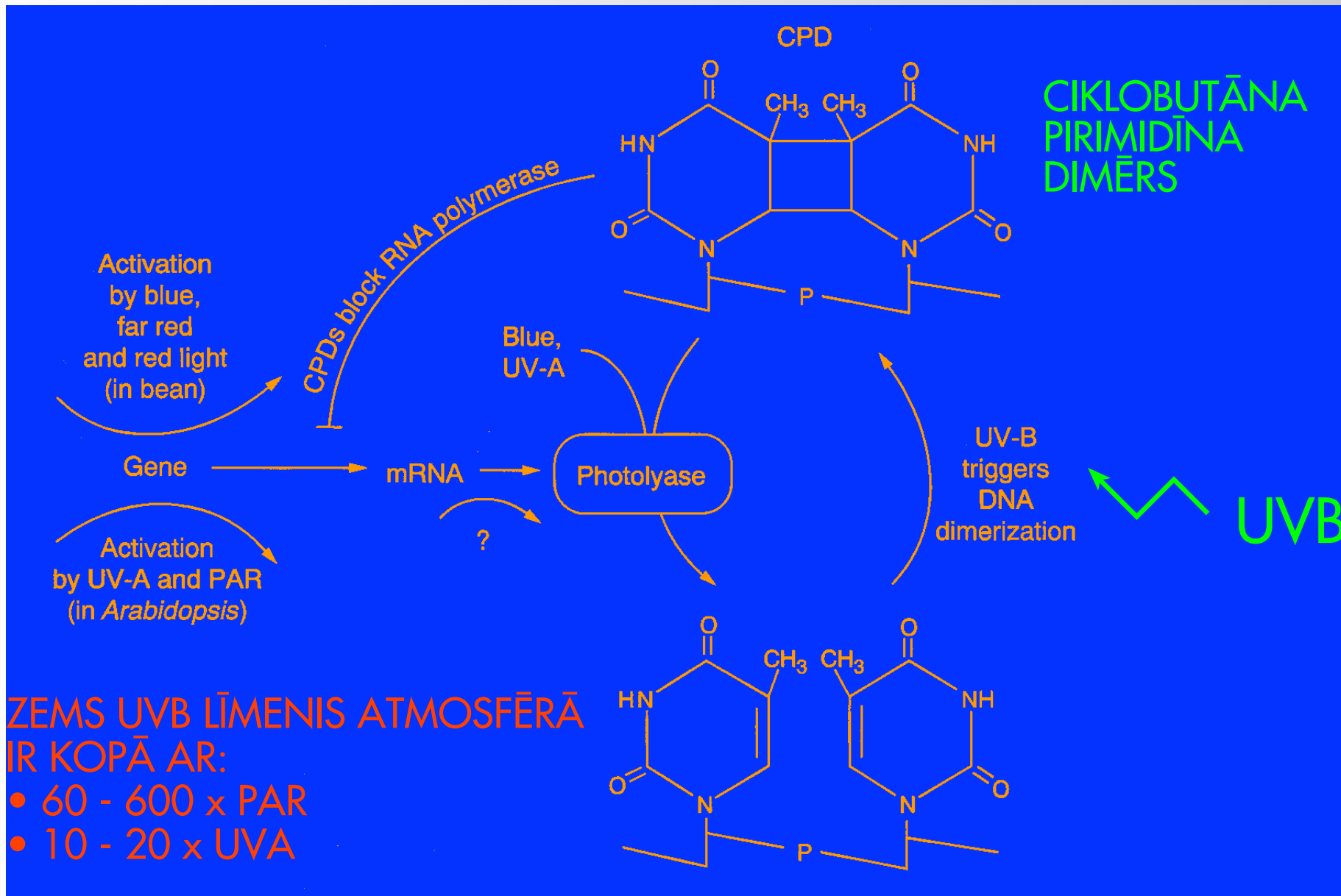


UV-B MĒRĶA MOLEKULAS

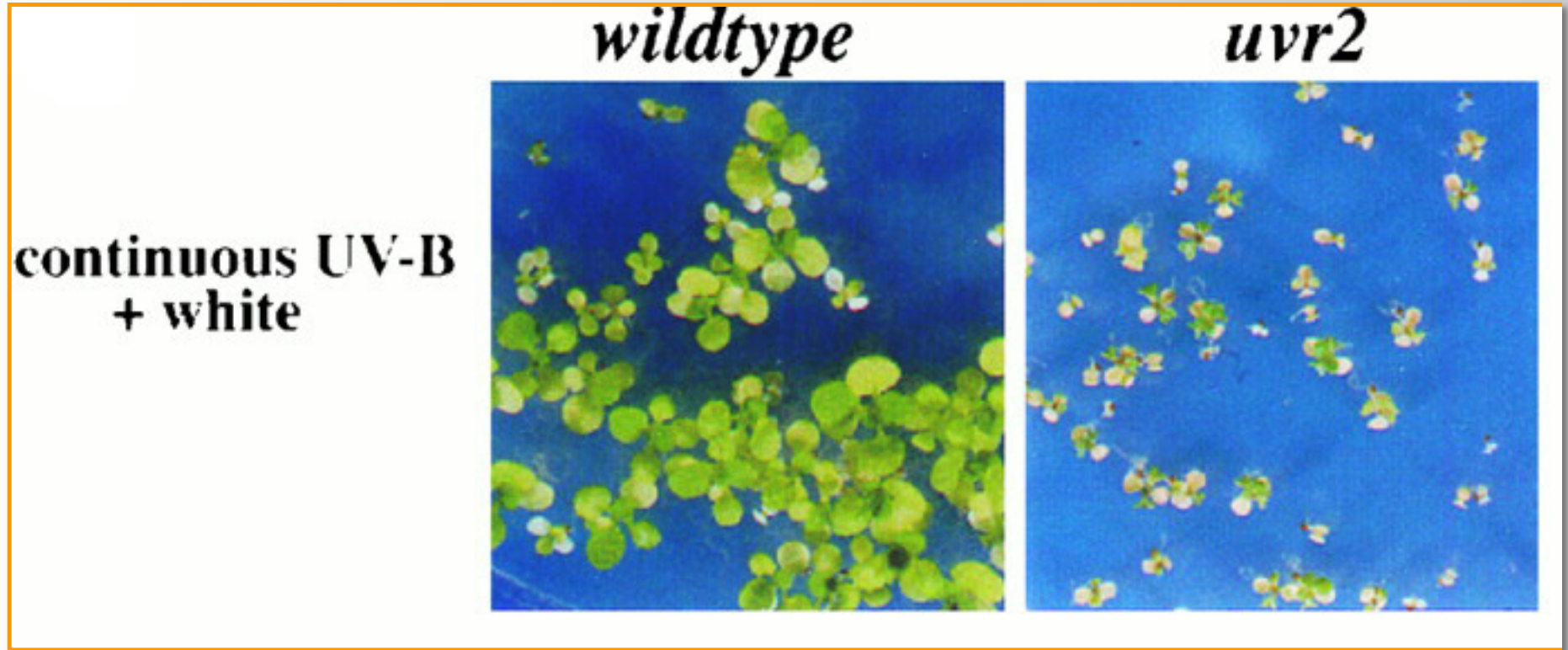


- fotosistēma II (D1 & D2 degradācija)
- Rubisco redukcija
- tilakoīdu membrānas bojājumi
- hlorofila & karotinoīdu destrukcija

UV-B AIZSARDZĪBA AR FOTOLIĀZI



UV-B AIZSARDZĪBA AR FOTOLIĀZI

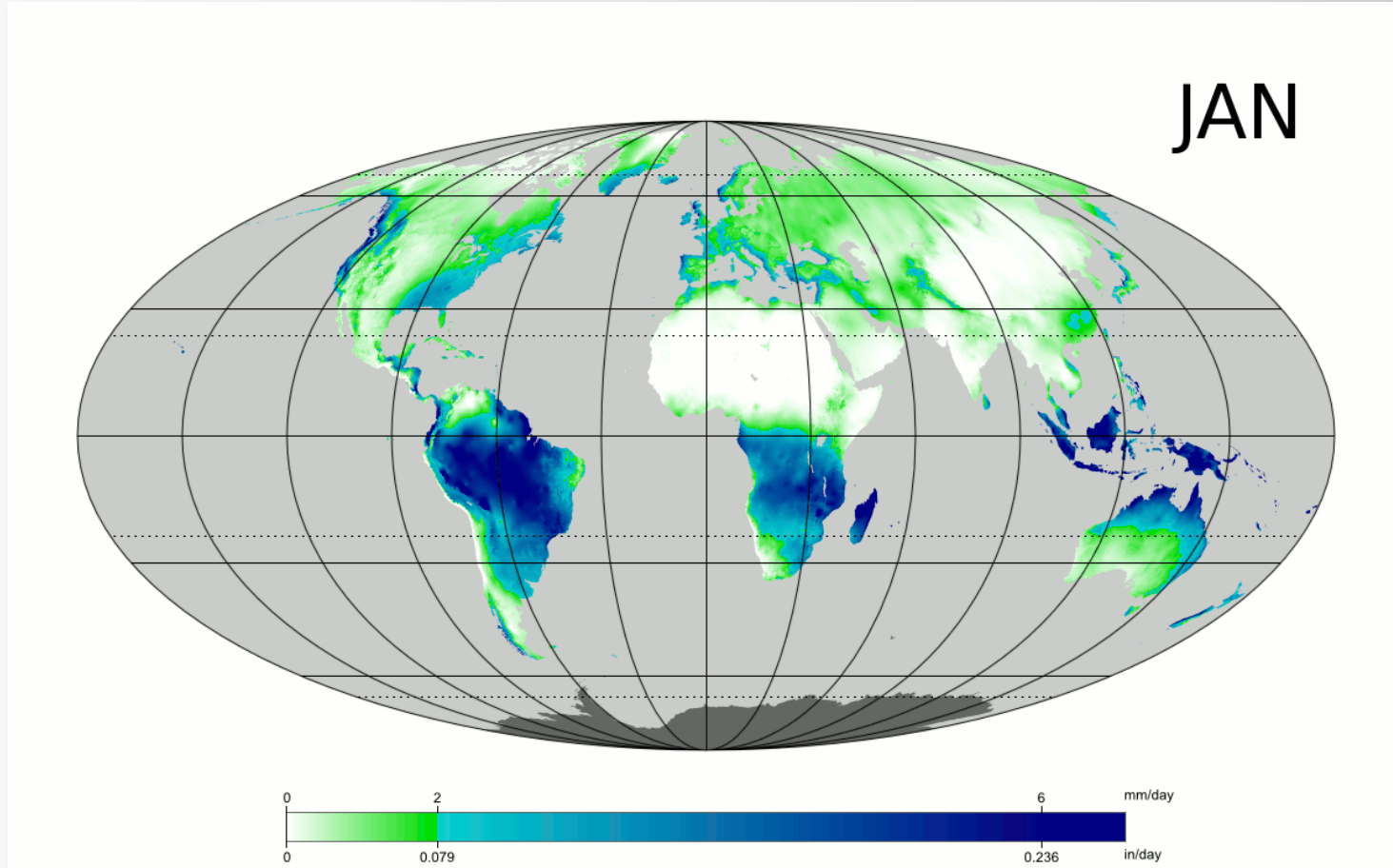


uvr2 – fotoliāzes mutants

Temperatūra
Gaisma (+ UV)
Ūdens

Augsnes sāļums (+ smagie metāli)
Gaisa piesārņojums

ŪDENS SATURS AUGSNĒ



Vidējais mēneša nokrišņu daudzums

ŪDENS APGĀDE LAUKSAIMNIECĪBĀ

	Platība	Ražas zudumi
Pārāk sausas augsnes	25.3%	40.8%
Pārāk mitras augsnes	15.7%	16.4%

BIOTOPI AR ŪDENS "PROBLĒMĀM"

Tuksneši

Piekrastes kāpas

Mitrāji

Piekrastes sāļie mitrāji

AUGU EKOLOĢISKĀS GRUPAS PRET ŪDENI

HIDROFĪTI – aug ūdenī

HIGROFĪTI – aug pastāvīgi
slapjās vietās

MEZOFĪTI – aug ar
mitrumu labi
nodrošinātās vietās

KSEROFĪTI – aug vietās ar
pazeminātu ūdens
pieejamību

AUGU EKOLOĢISKĀS GRUPAS PRET ŪDENI

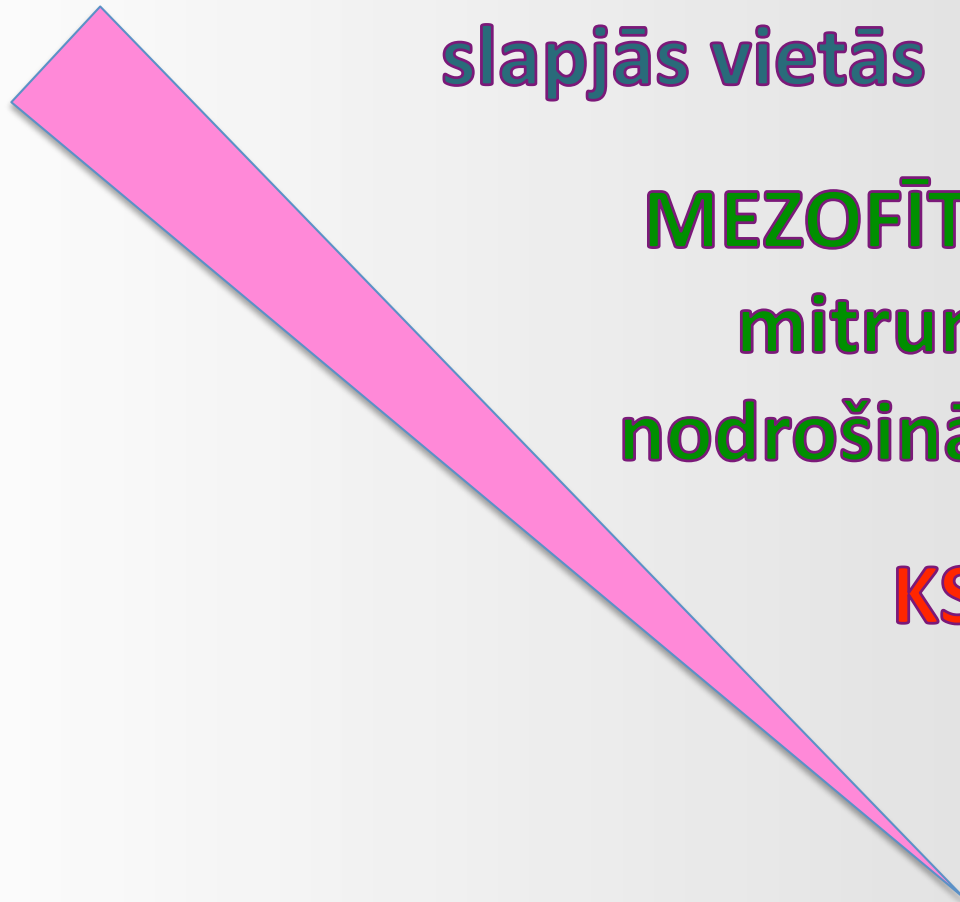
HIDROFĪTI – aug ūdenī

HIGROFĪTI – aug pastāvīgi
slapjās vietās

MEZOFĪTI – aug ar
mitrumu labi
nodrošinātās vietās

KSEROFĪTI – aug vietās ar
pazeminātu ūdens
pieejamību

Lielākā daļa
kultūraugu



ŪDENS SATURS AUGU AUDOS

Augi	Ūdens daudzums (%)		
	Saistītais	Brīvais	Kopējais
MEZOFĪTI			
Rudbeckia	8.8	75.1	83.9
Triticum	30.2	53.2	83.9
SUKULENTI			
Opuntia	67.7	26.2	93.9
Mamillaria	58.6	39.9	98.1
Aloe	70.0	25.0	95.0
Sedum	56.0	36.0	92.2

IZVAIRĪŠANĀS NO ŪDENS TRŪKUMA

Ekstensīva sakņu sistēma

Ūdens uzglabāšana augu audos

Lapu virsmas izmaiņas (samazina transpirāciju)

Ūdens izmantošanas efektivitāte

PIELĀGOŠANĀS ŪDENS TRŪKUMAM

Efektīvāku molekulu sintēze
Aizsargsavienojumu sintēze

STRATĒGIJAS ŪDENS TRŪKUMĀ

Ūdens saglabāšanas stratēģija:
homoihidrija/ūdens regulēšana
(vaskulārie augi)

Ūdens trūkuma izturības stratēģija:
poikilohidrija/izžūšanas izturība
(briofīti)

Poikilohidrija vaskulārajiem augiem: Resurrection plants

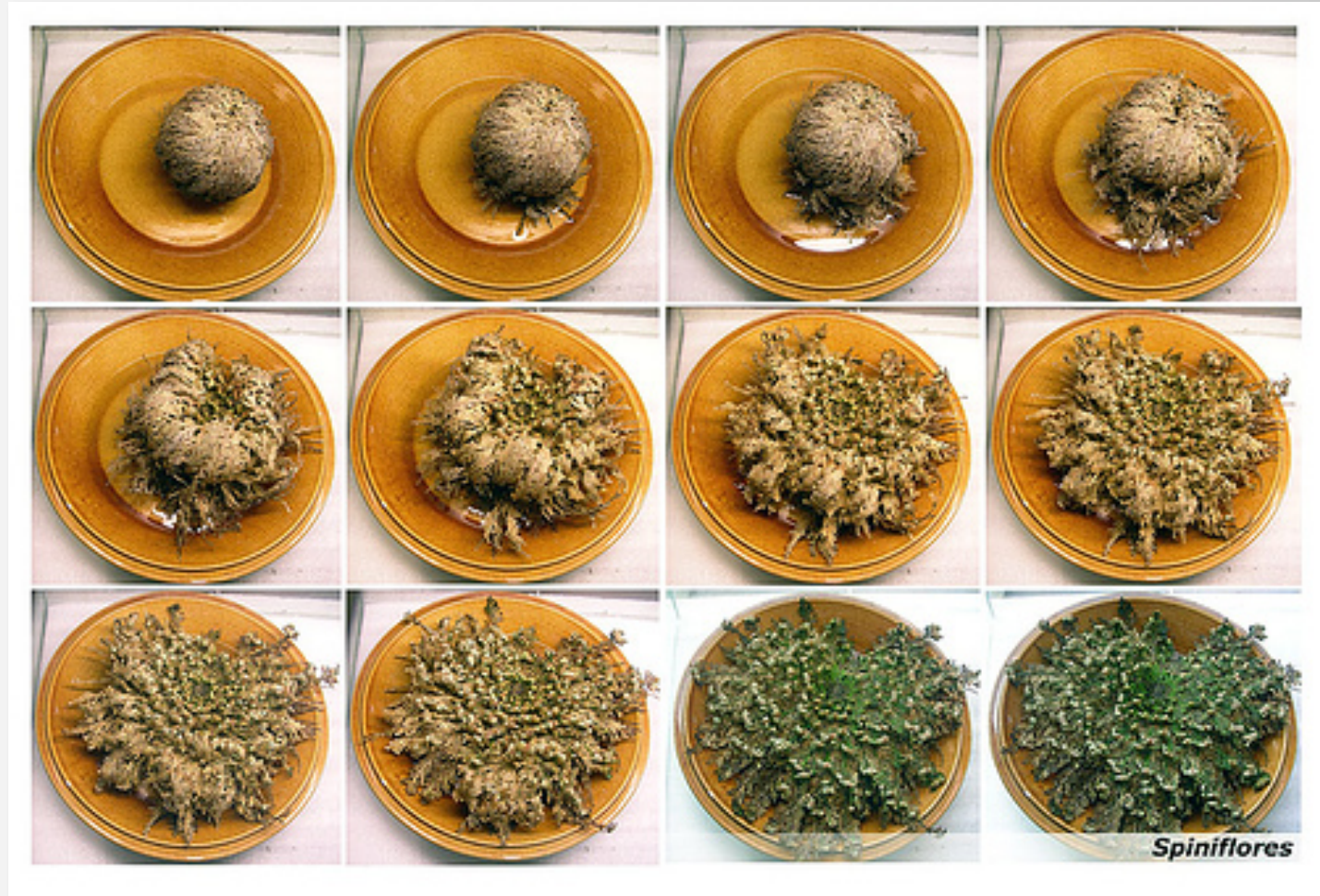


*Anastatica
hierochuntica*



© José Quiles

Poikilohidrija vaskulārajiem augiem: Resurrection plants



Selaginella lepidophylla

Poikilohidrija vaskulārajiem augiem: Resurrection plants



D0



D2



D5



Rehydration



74.2 %



43.2 %



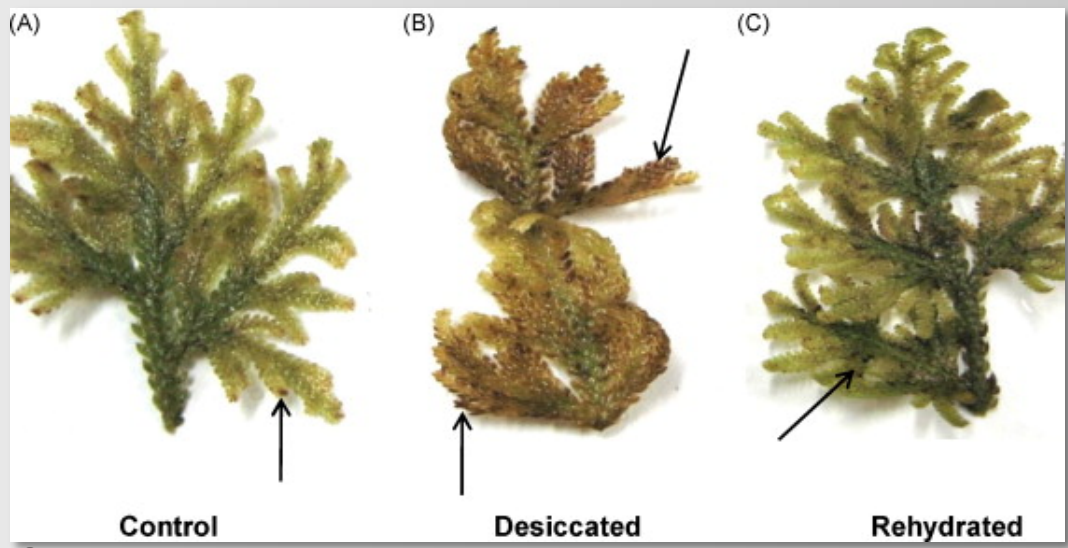
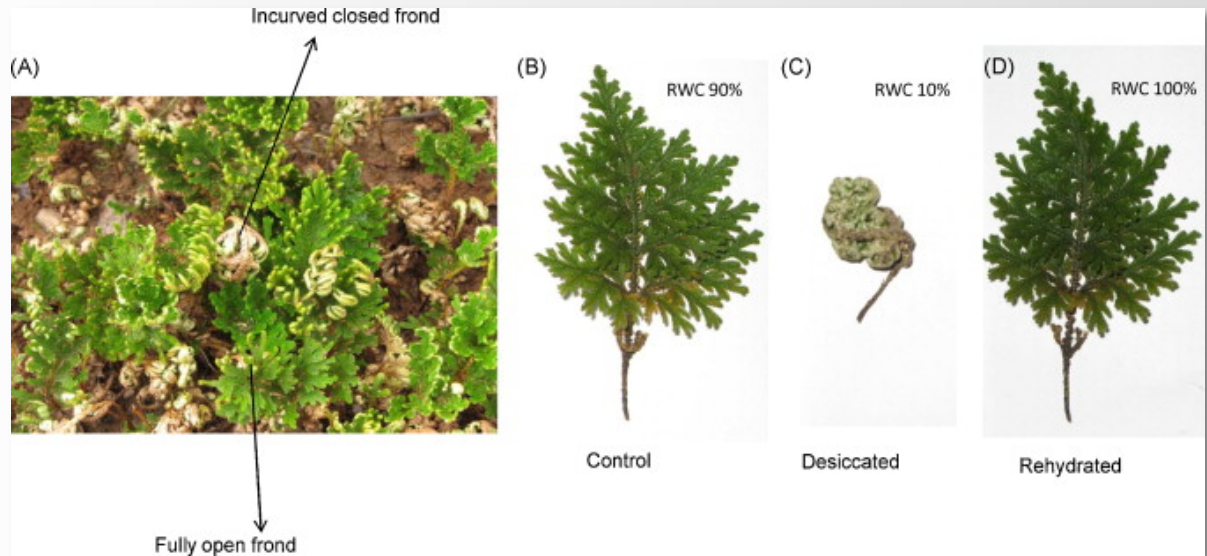
8.0 %



ND

Selaginella tamariscina

Poikilohidrija vaskulārajiem augiem: Resurrection plants



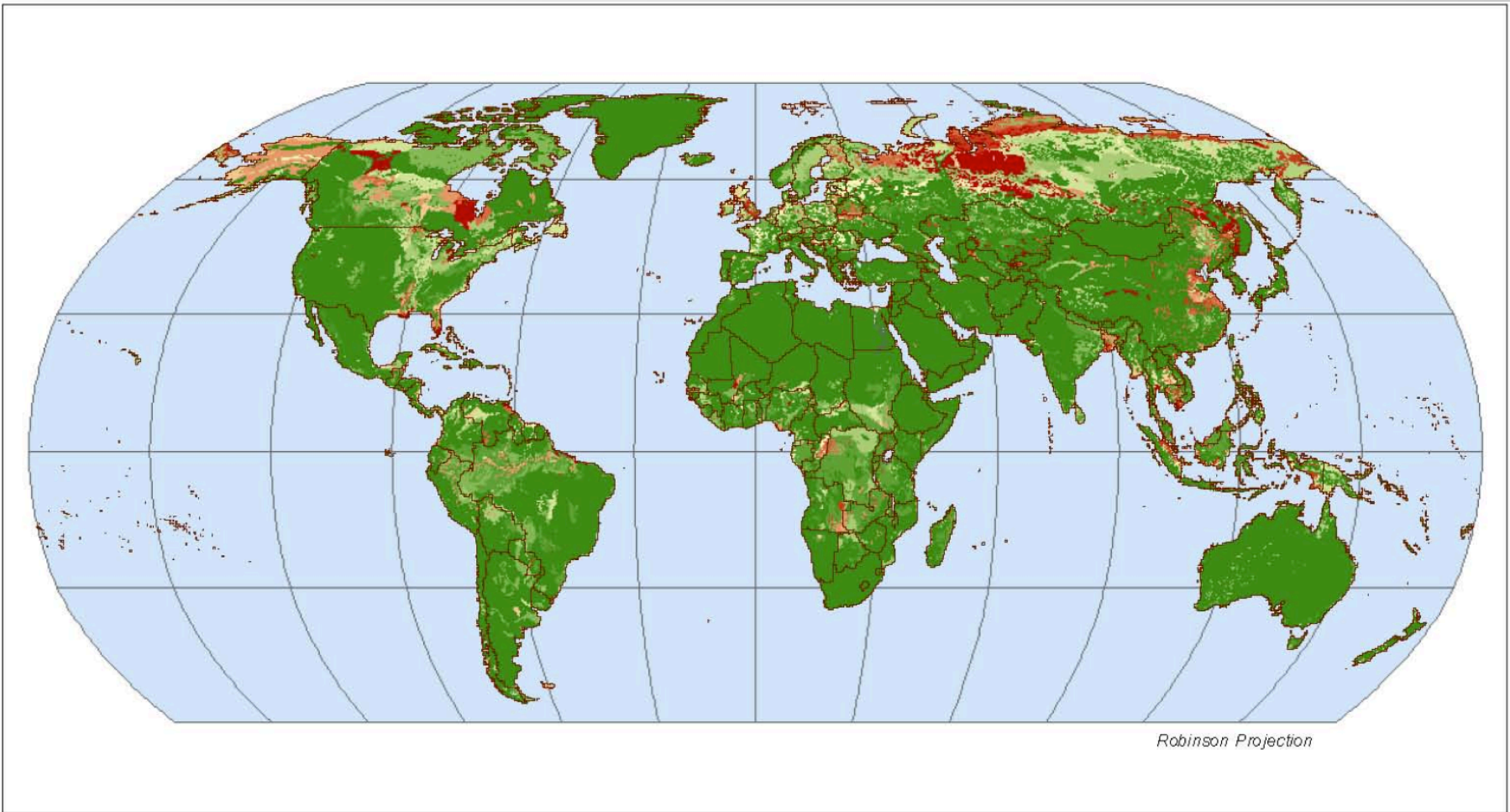
Selaginella bryopteris

Poikilohidrija briofitiem

Polytrichum formosum



AUGSNES APPLŪŠANA



Soil Functional Capacity Classification System, Version 4: Waterlogged Soils

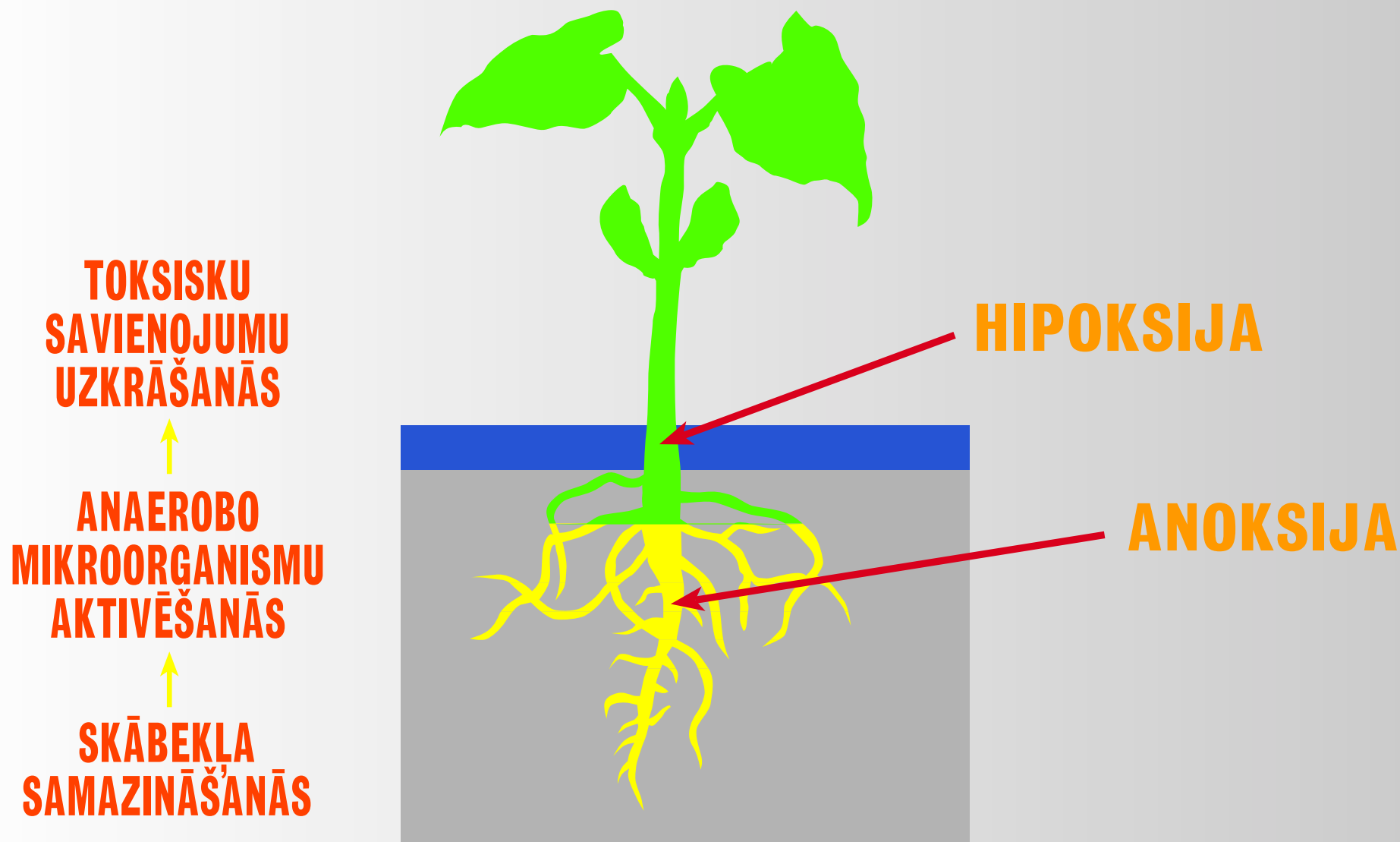
Waterlogged soils are defined as having an aquic soil moisture regime, where one or more soil horizons to a depth of 50 cm are saturated by water during 'normal' years. This map shows percentage of FAO map units containing Histosols (soil units beginning with 'O'), Thionic Fluvisols (Jt), and all soil units beginning or ending with a 'g' (indicating they are gleyic).

Percent Area

'g' modifier

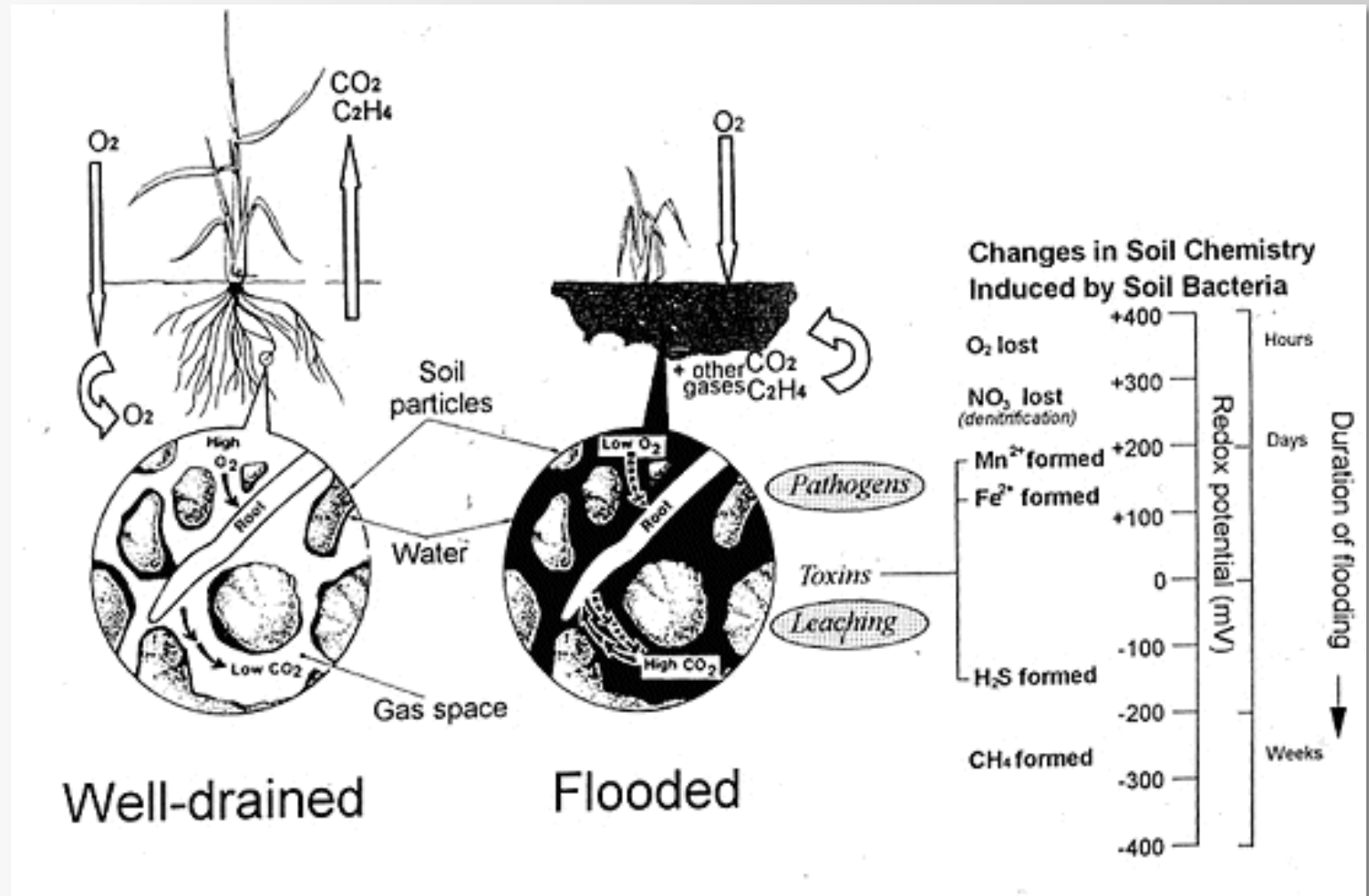


AUGSNES APPLŪŠANA



Skābekļa trūkuma ietekme augsnē un augā

AUGSNES APPLŪŠANA



Skābekļa trūkuma ietekme augsnē un augā

AUGSNES APPLŪŠANA

Islaicīgās adaptācijas:

METABOLISKĀ ADAPTĀCIJA

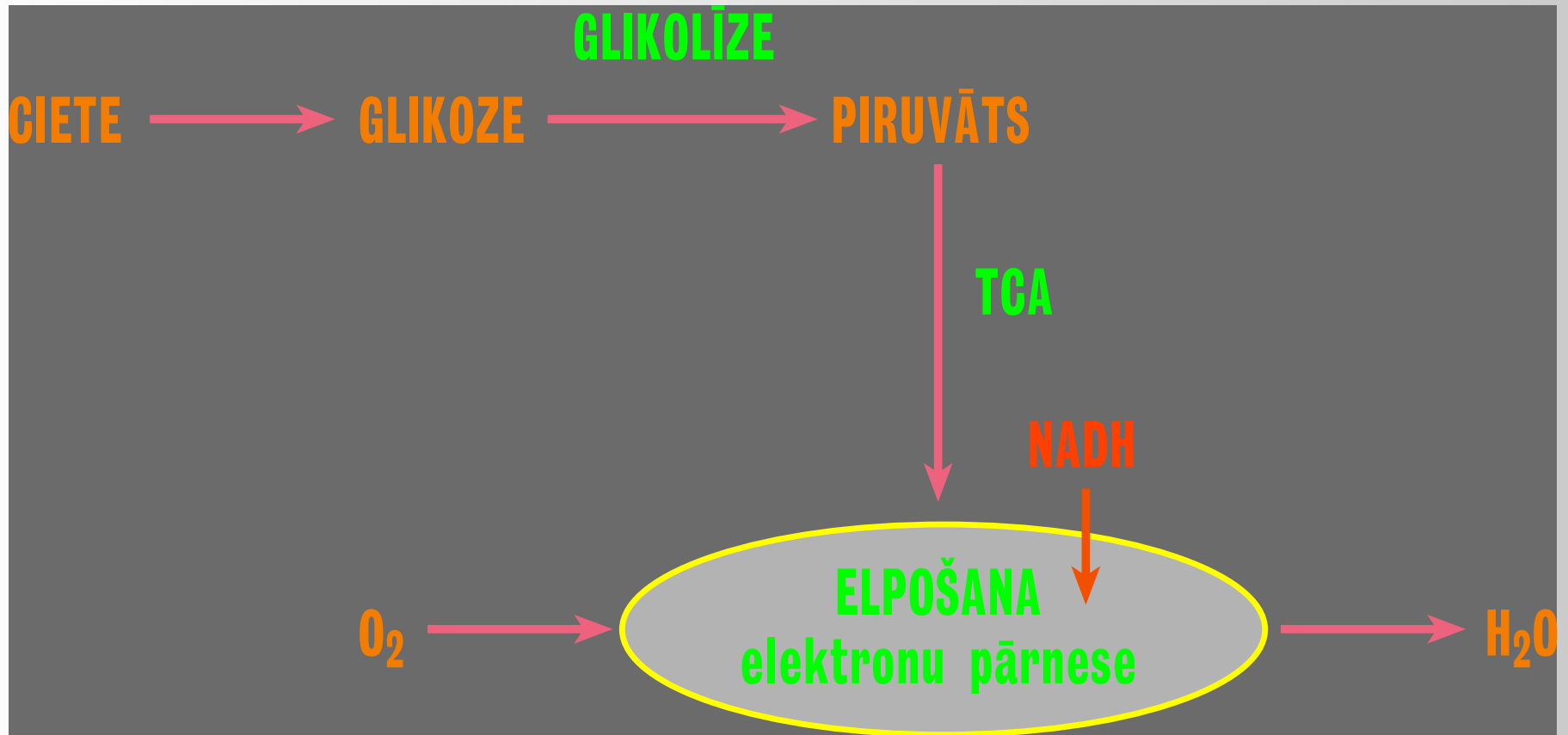
SAKNES

Ilglaicīgās adaptācijas:

MORFOLOĢISKĀ ADAPTĀCIJA

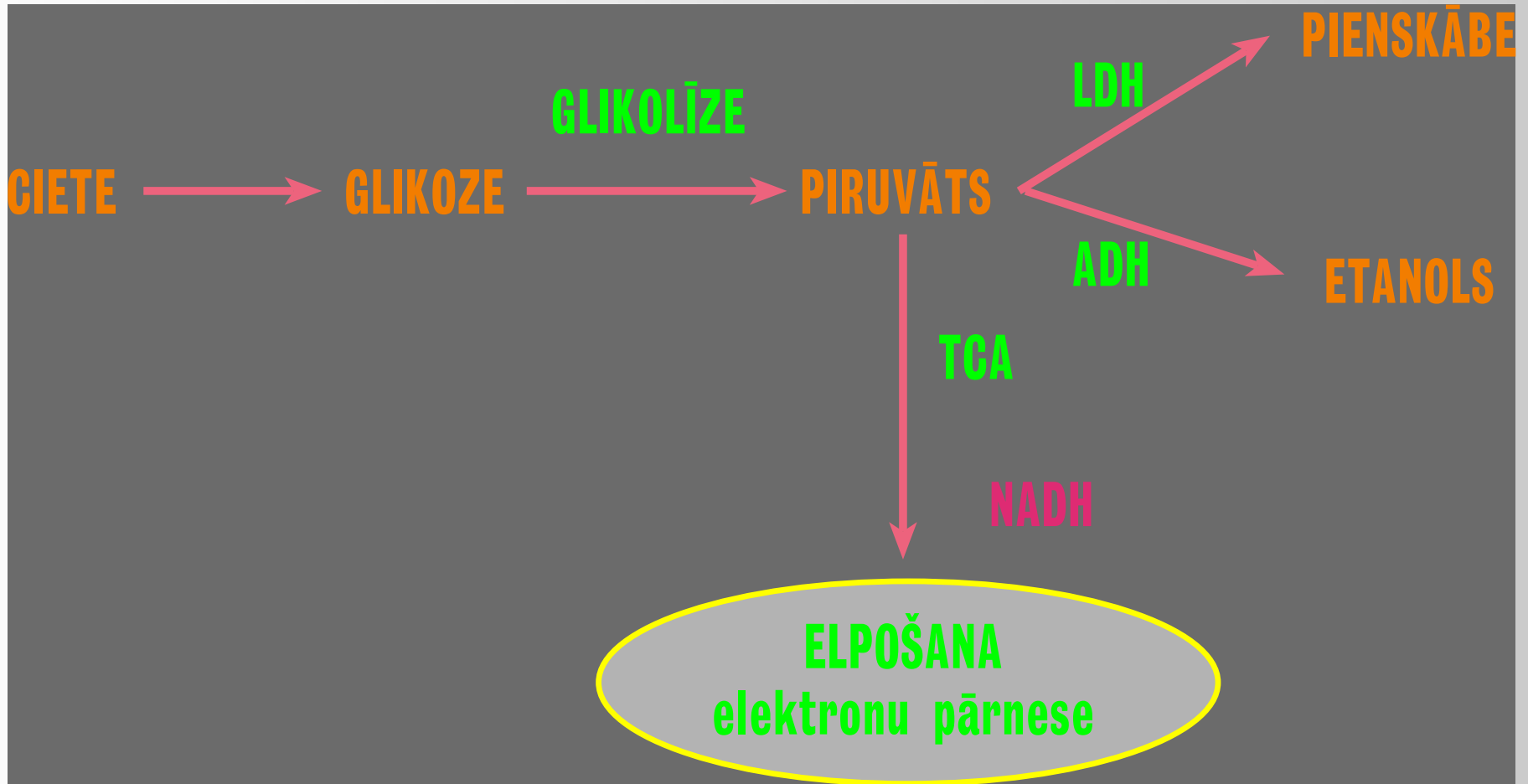
**SAKNES
DZINUMI**

METABOLISKĀ ADAPTĀCIJA O₂ TRŪKUMAM



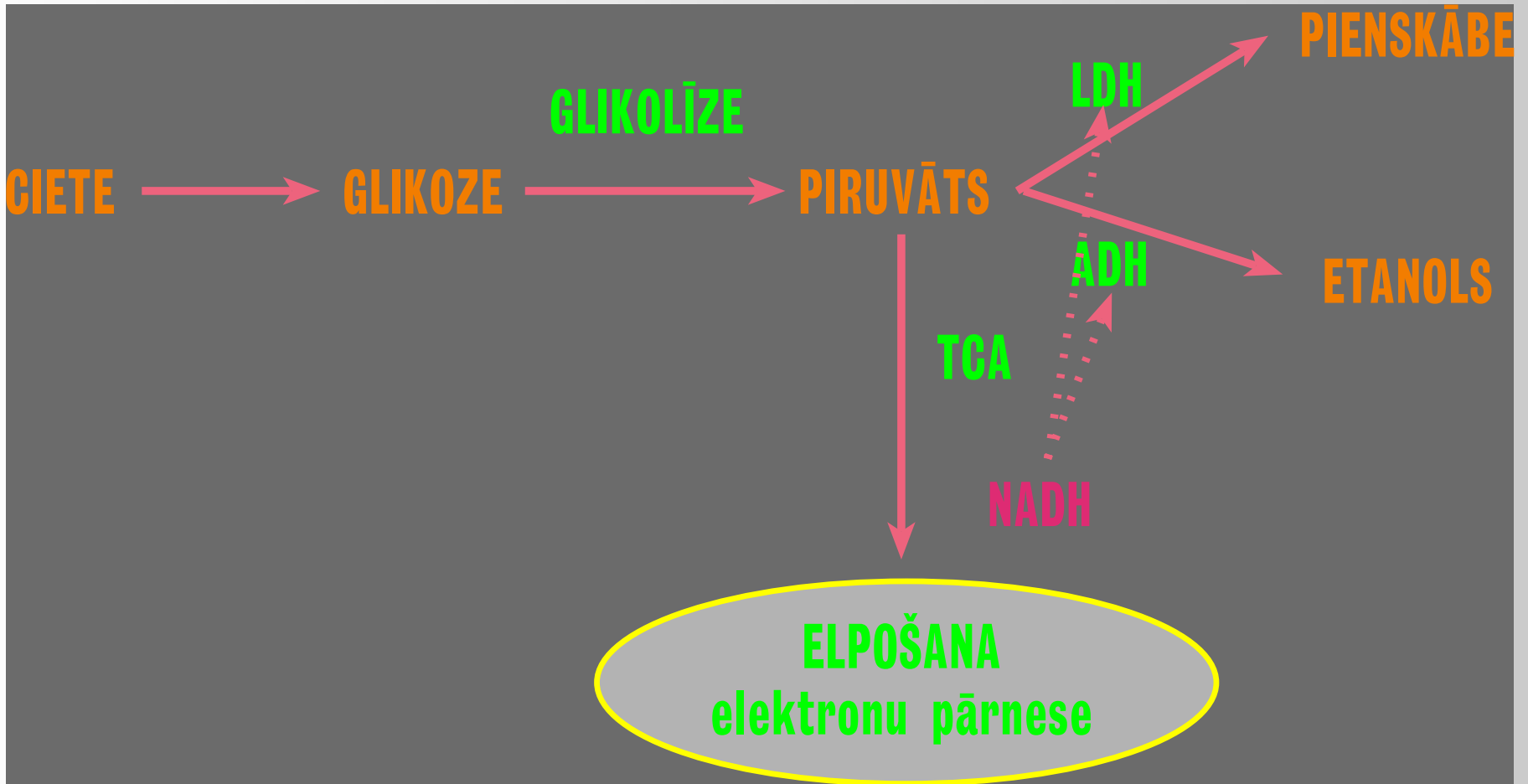
Šūnas elpošanas metabolisms (O₂ pieejams)

METABOLISKĀ ADAPTĀCIJA O₂ TRŪKUMAM



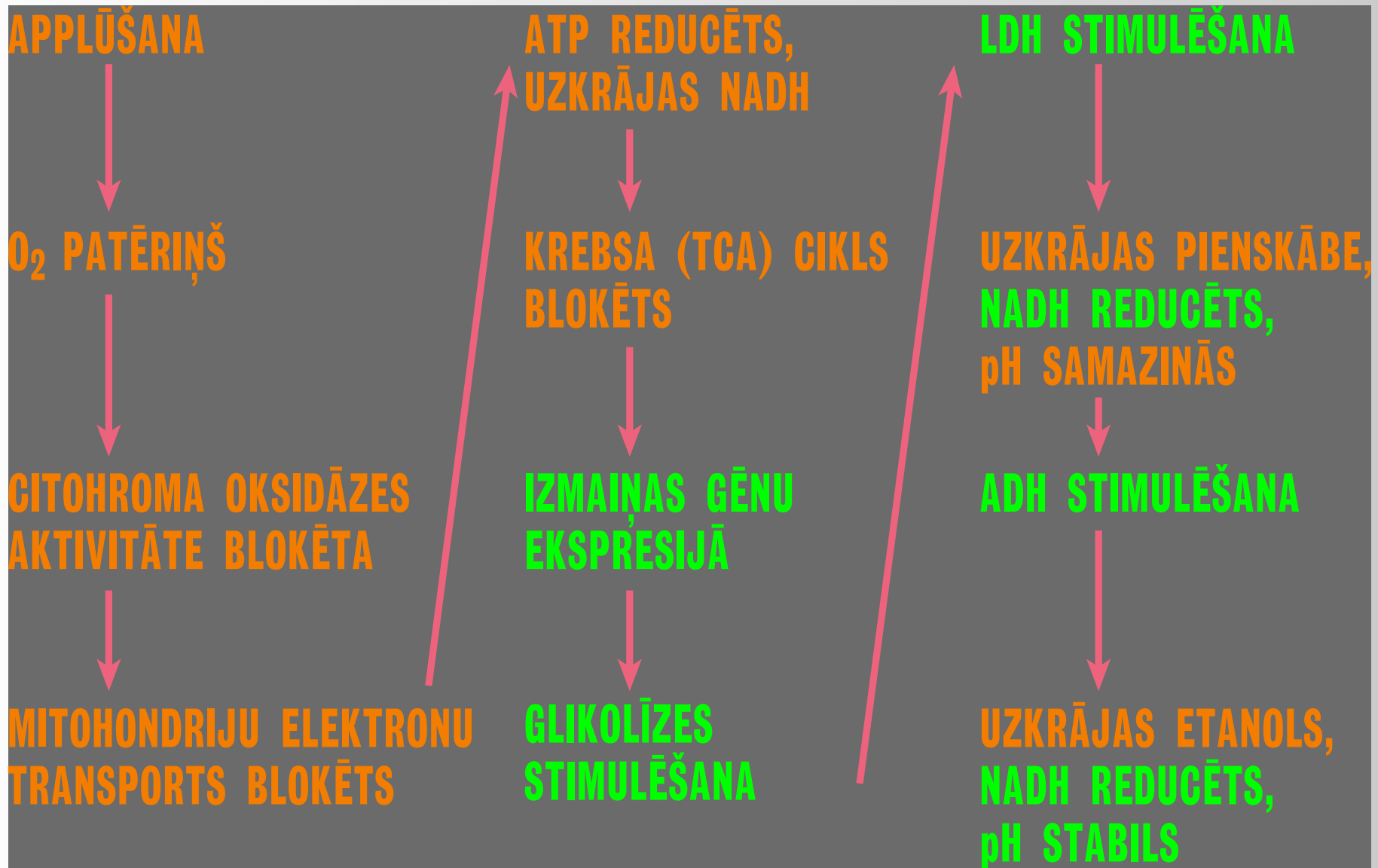
Šūnas elpošanas metabolisms (O₂ trūkums)

METABOLISKĀ ADAPTĀCIJA O₂ TRŪKUMAM



Šūnas elpošanas metabolisms (O₂ trūkums)

METABOLISKĀ ADAPTĀCIJA O₂ TRŪKUMAM



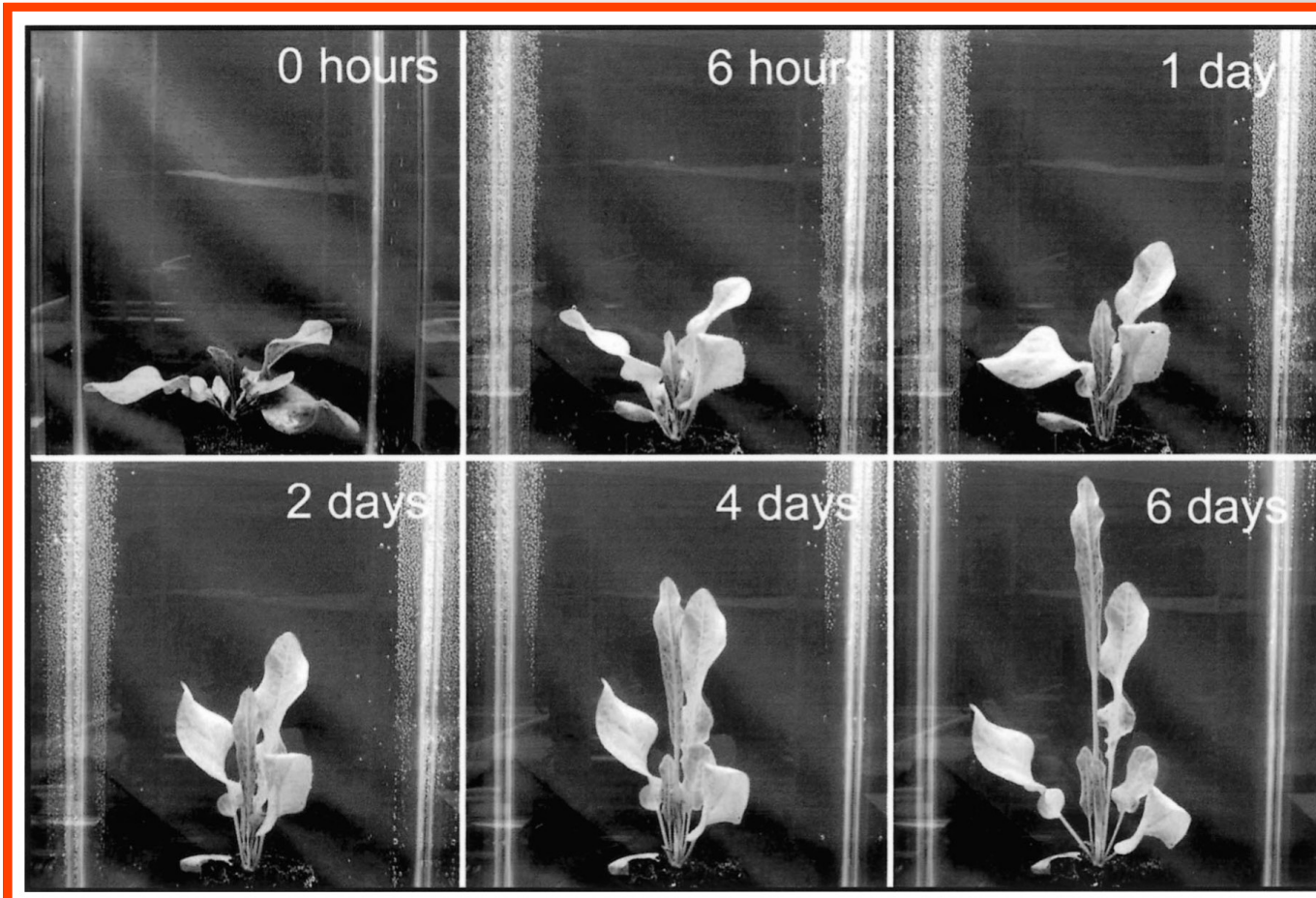
Metabolisma regulācija O₂ trūkumā

MORFOLOĢISKĀ ADAPTĀCIJA O₂ TRŪKUMAM



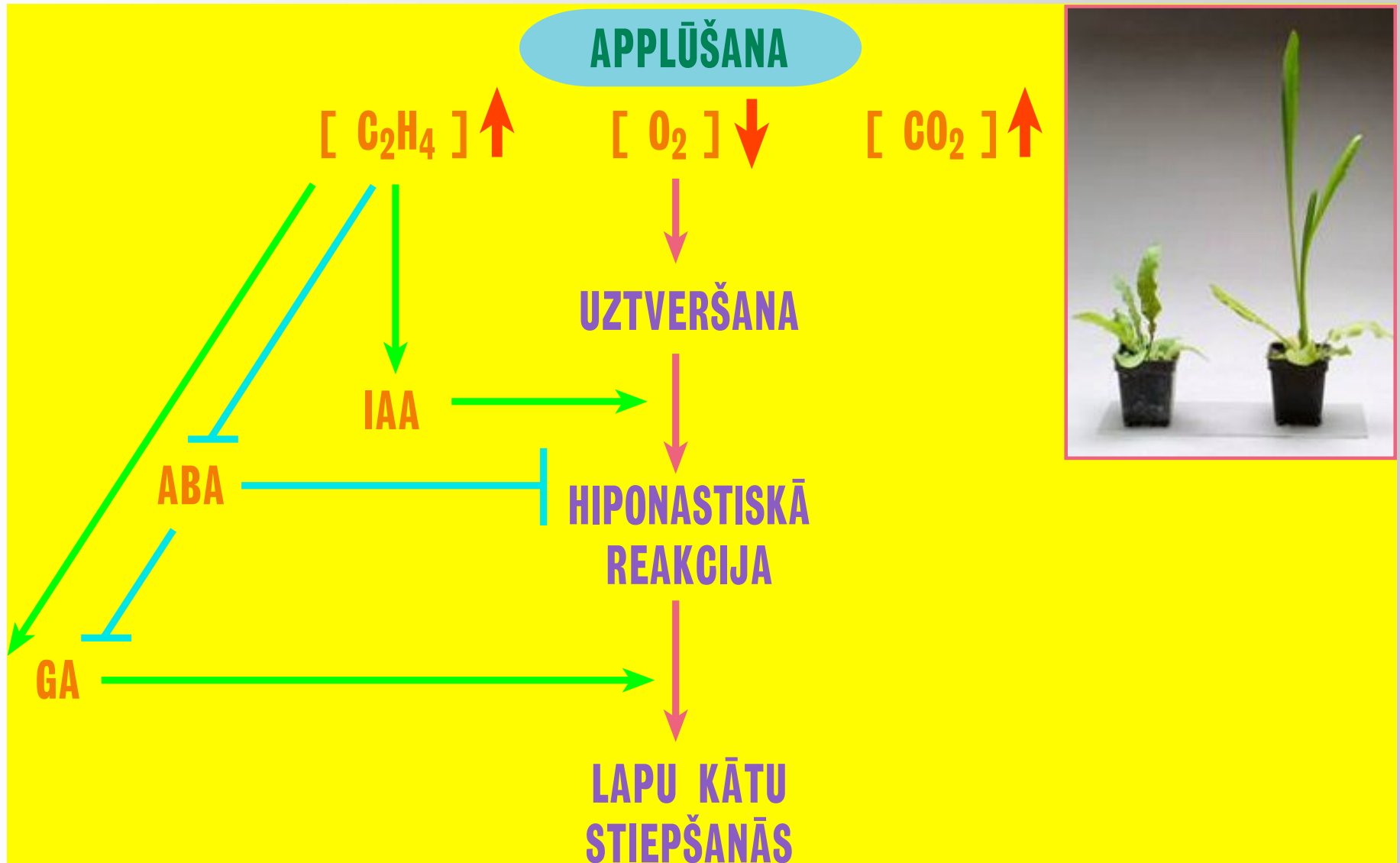
**Pilnīgas applūšanas inducētā lapu kātu stiepšanās
Rumex spp.**

MORFOLOĢISKĀ ADAPTĀCIJA O₂ TRŪKUMAM

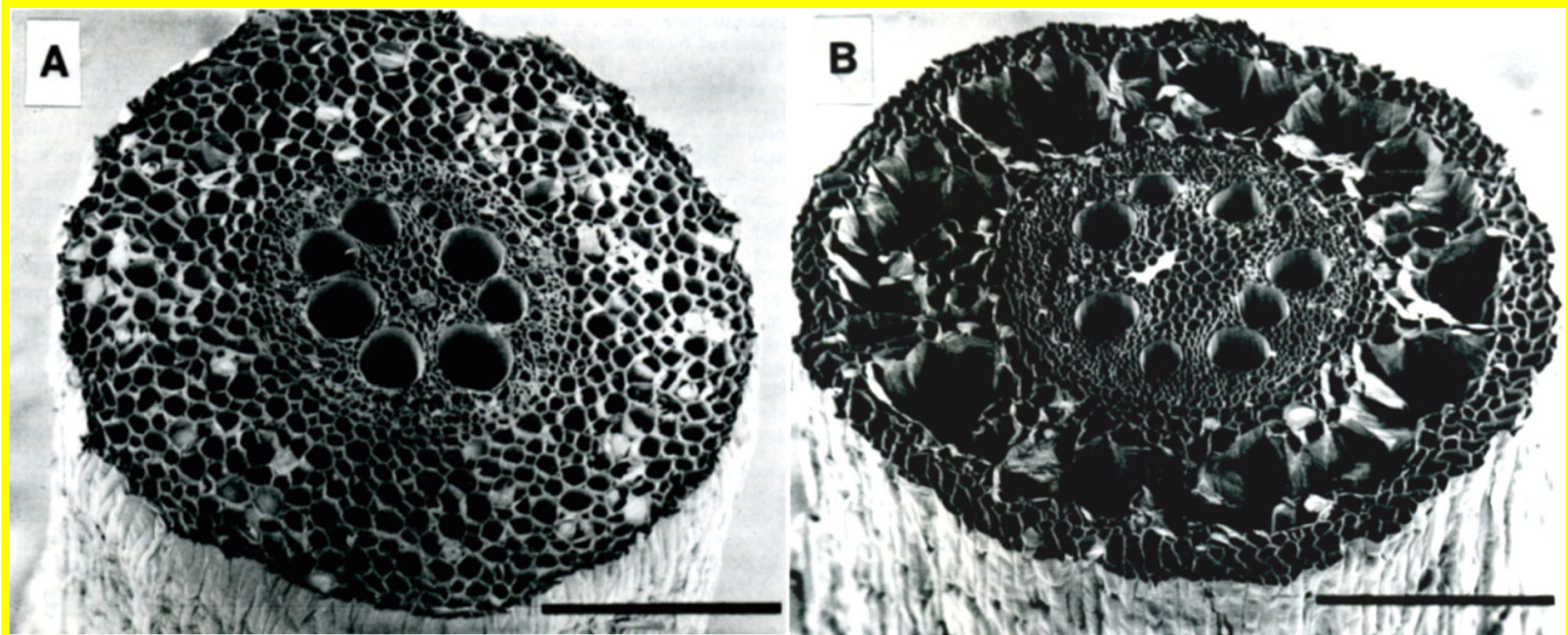


**Pilnīgas applūšanas inducētā lapu kātu stiepšanās
Rumex spp.**

MORFOLOĢISKĀ ADAPTĀCIJA O₂ TRŪKUMAM



MORFOLOĢISKĀ ADAPTĀCIJA O₂ TRŪKUMAM



Aerenhīmas veidošanās saknēs (un stumbros?)

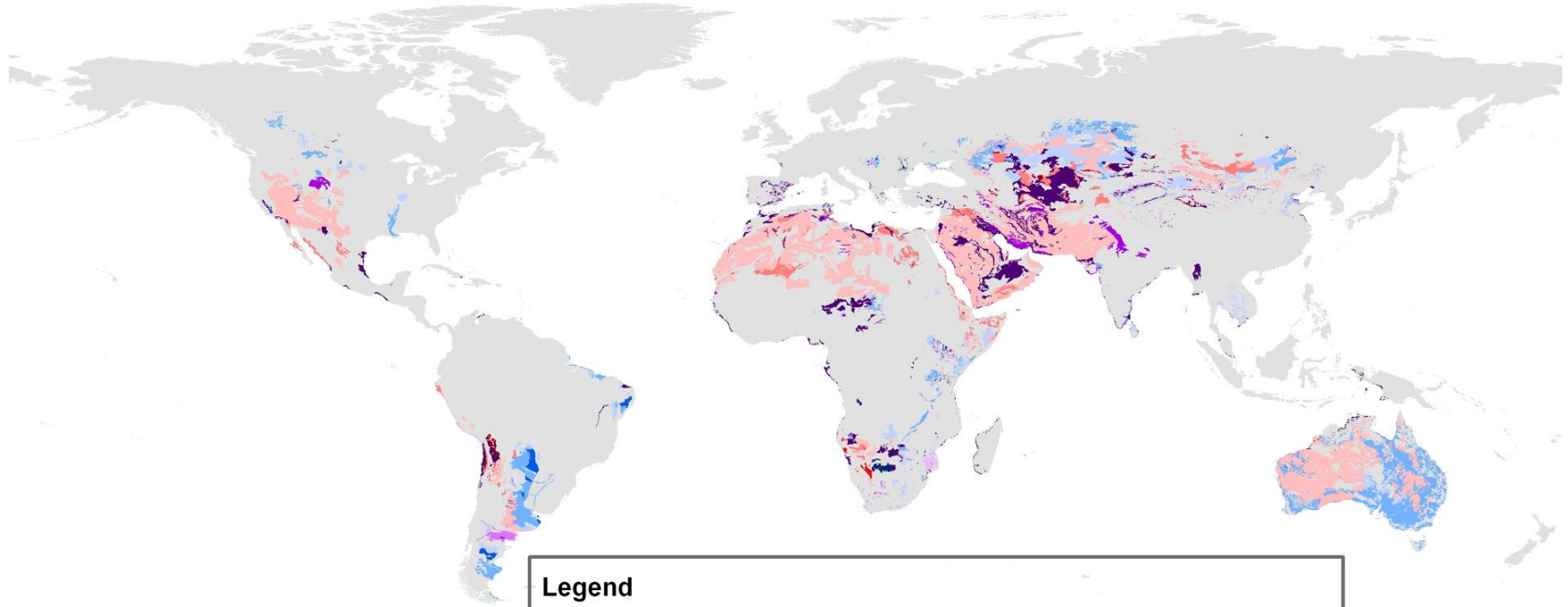


Temperatūra
Gaisma (+ UV)
Ūdens

Augsnes sāļums (+ smagie metāli)

Gaisa piesārņojums

PASAULES SĀLĀS AUGSNES

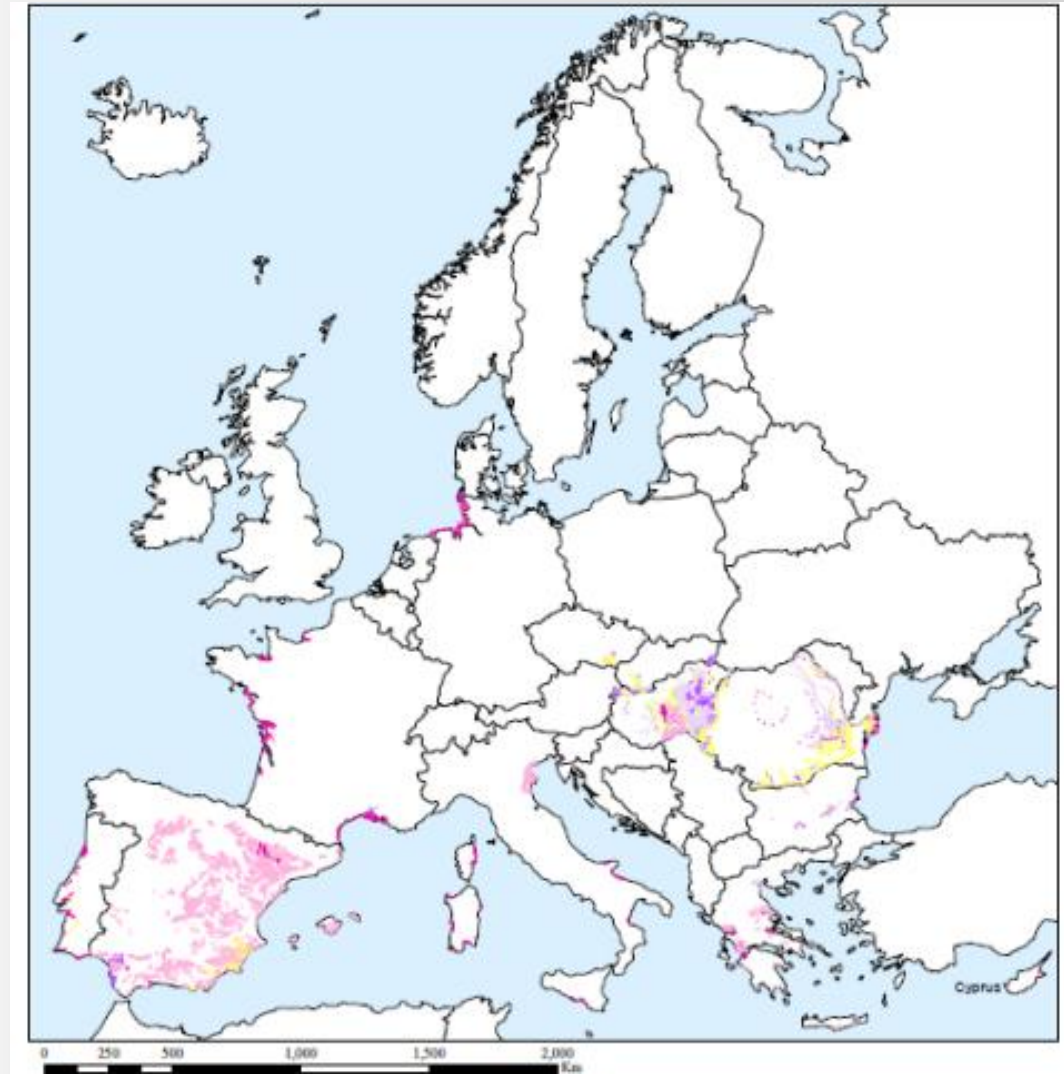


Legend

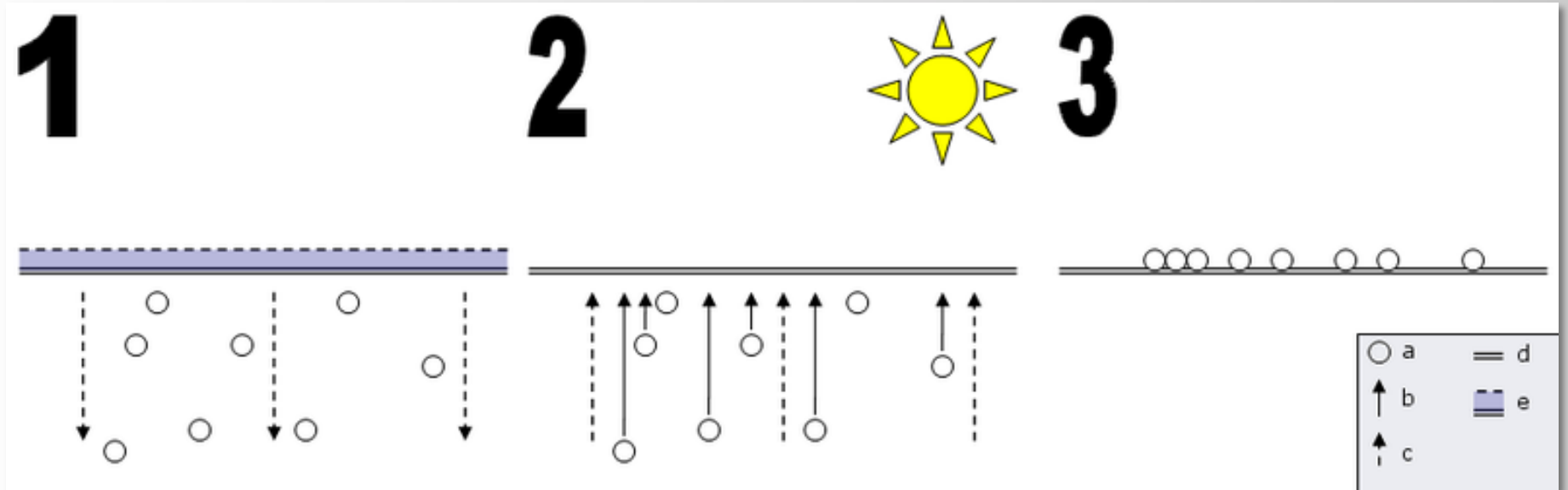
Type and severity levels of salt-affected soils

	saline slight		sodic slight		saline-sodic slight
	saline moderate		sodic moderate		saline-sodic moderate
	saline high		sodic high		saline-sodic high
	saline extreme		sodic extreme		saline-sodic extreme

EIROPAS SĀLĀS AUGSNES

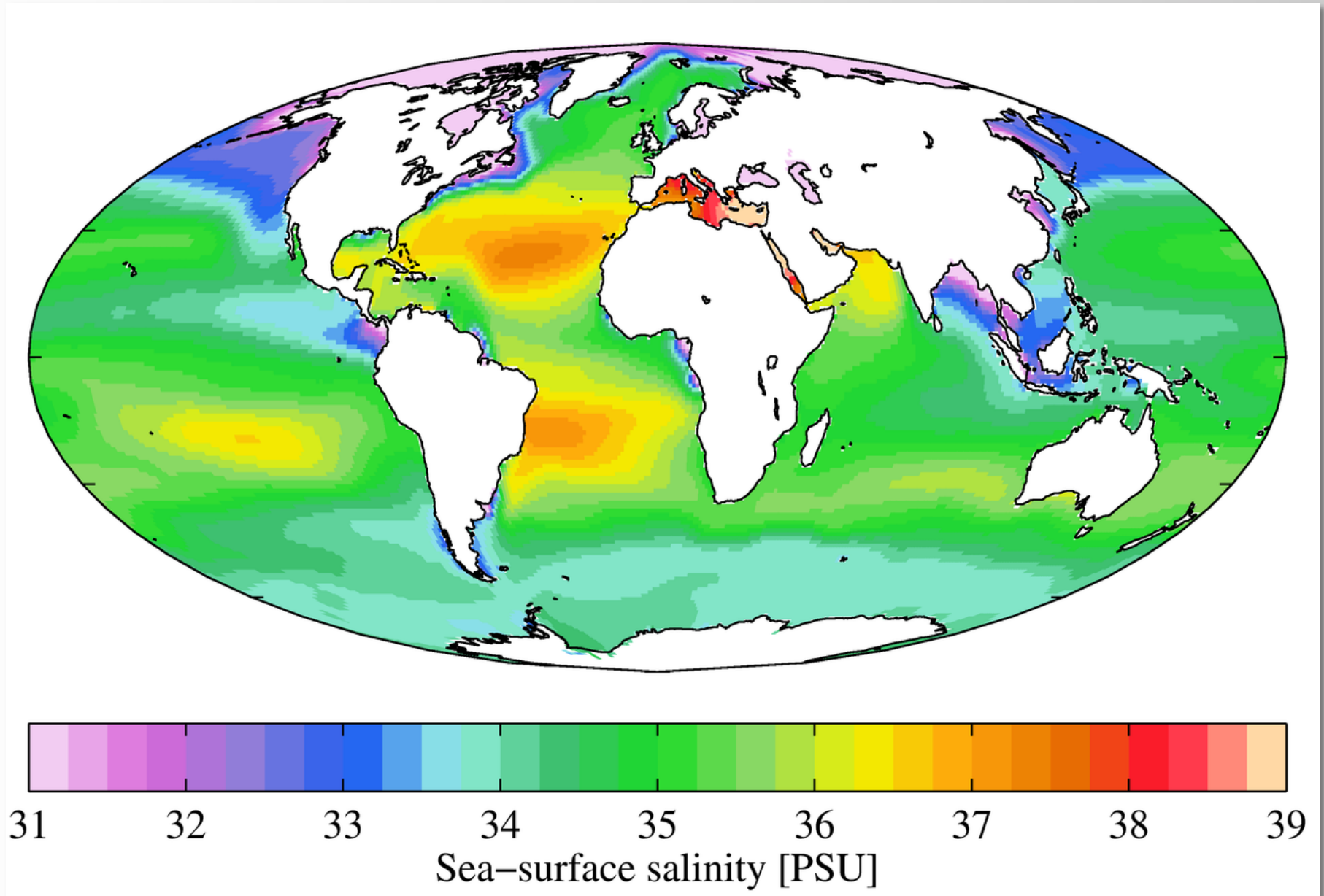


AUGSNES SĀĻUMA PALIELINĀŠANĀS

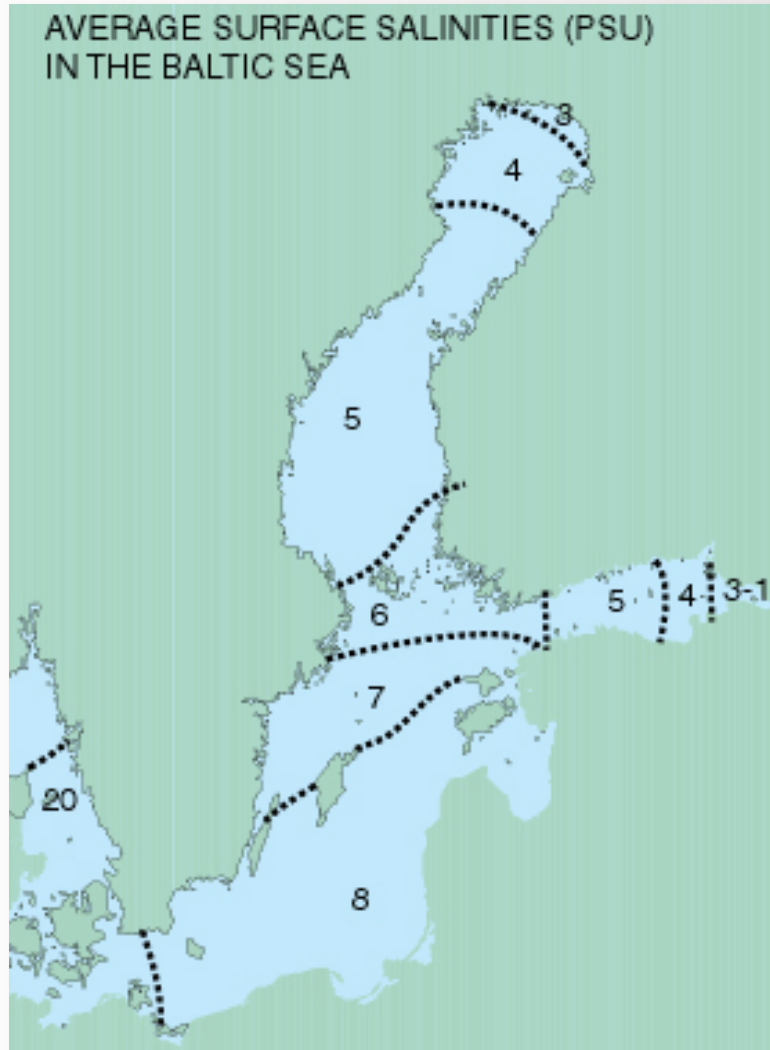


Kapilaritāte apūdeņošanas vai lietus rezultātā

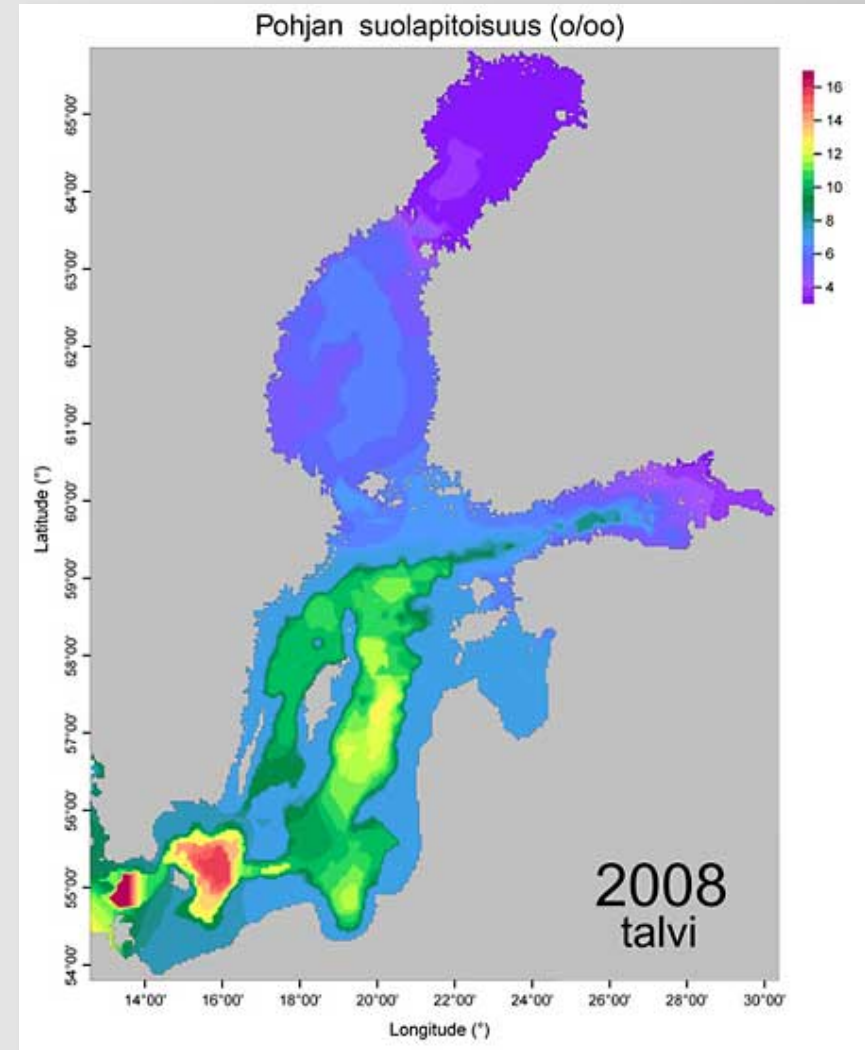
PASAULES OKEĀNA SĀĻUMS



BALTIJAS JŪRAS SĀĻUMS



Virsmas sāļums



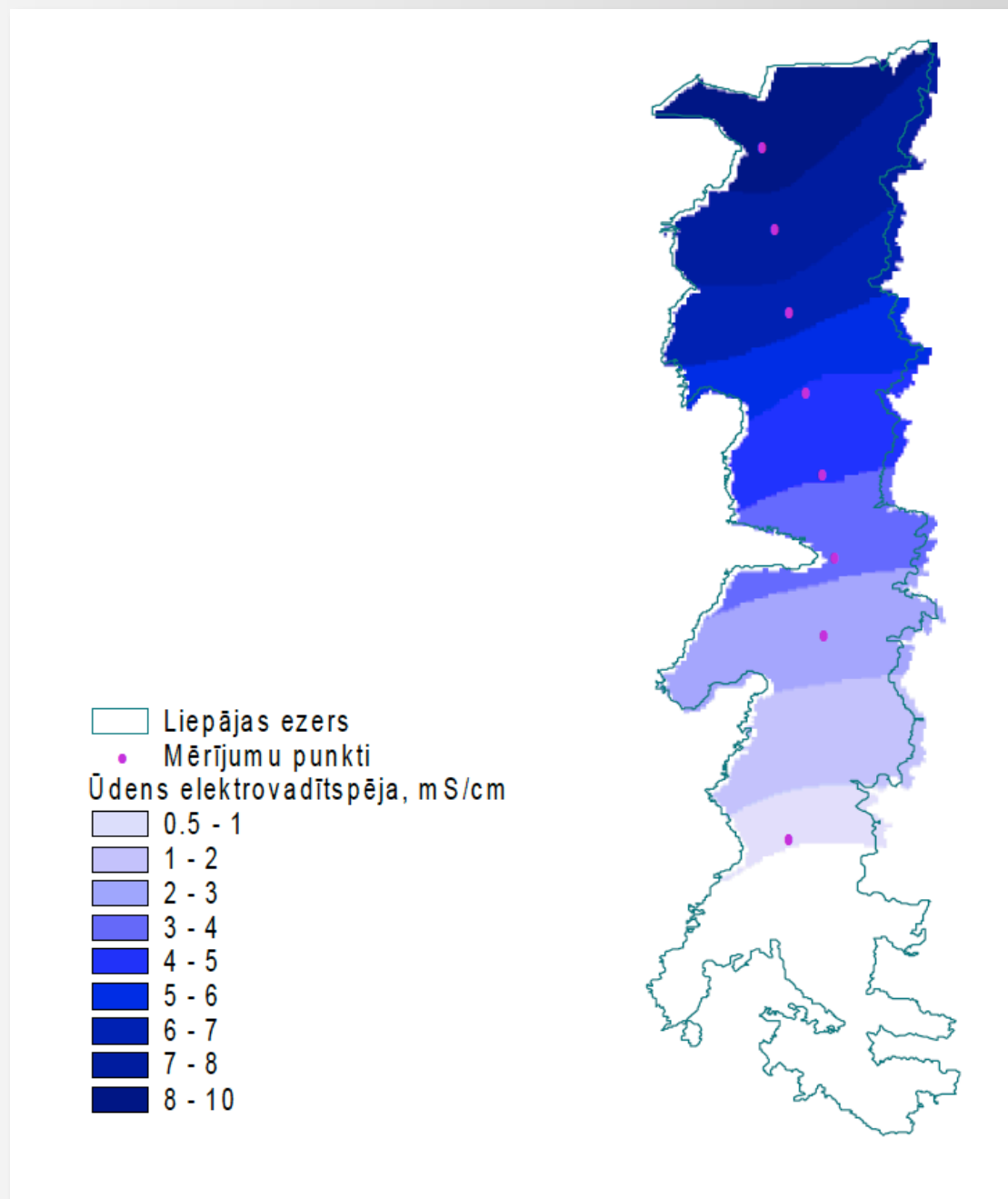
Pamatnes sāļums

DAŽĀDU JŪRU SĀĻUMS

CIK SĀĻŠ IR JŪRAS ŪDENS?

Jūra	Sāļums (%)	Sāļums (mM)
Baltijas jūra: ziemeļi	0.1	25
centrālā daļa	0.6-0.8	100-130
Kaspijas jūra	1.2	190
Ziemeļjūra: dienvidi	1.5-2.5	230-390
ziemeļi	3.2-3.5	520-550
ATKLĀTS OKEĀNS	3.3-3.7	500-600
Sarkanā jūra	4	640
Nāves jūra	30	5000

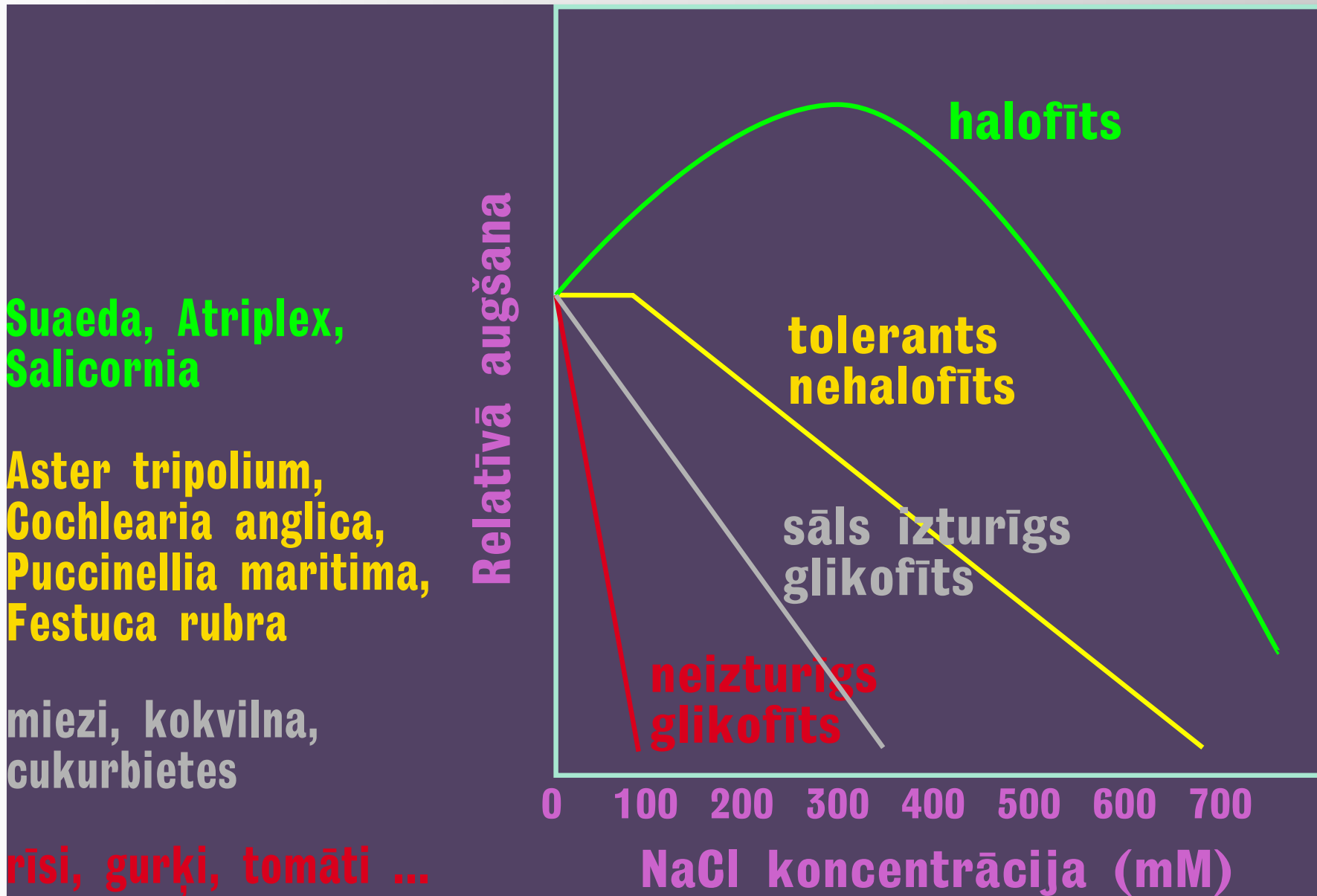
LIEPĀJAS EZERA SĀĻUMS



JŪRAS ŪDENS SĀĻUMS

JONI	Koncentrācija (g kg ⁻¹)	Koncentrācija (mmol l ⁻¹)
Cl ⁻	19.35	548
Na ⁺	10.76	470
SO ₄ ²⁻	2.71	28
Mg ²⁺	1.29	54
Ca ²⁺	0.413	10
K ⁺	0.387	10
HCO ₃ ⁻	0.142	2
Br ⁻	0.067	0.8
B ⁻	0.0045	0.4
F ⁻	0.001	0.07

AUGU REAKCIJA UZ SĀĻUMU



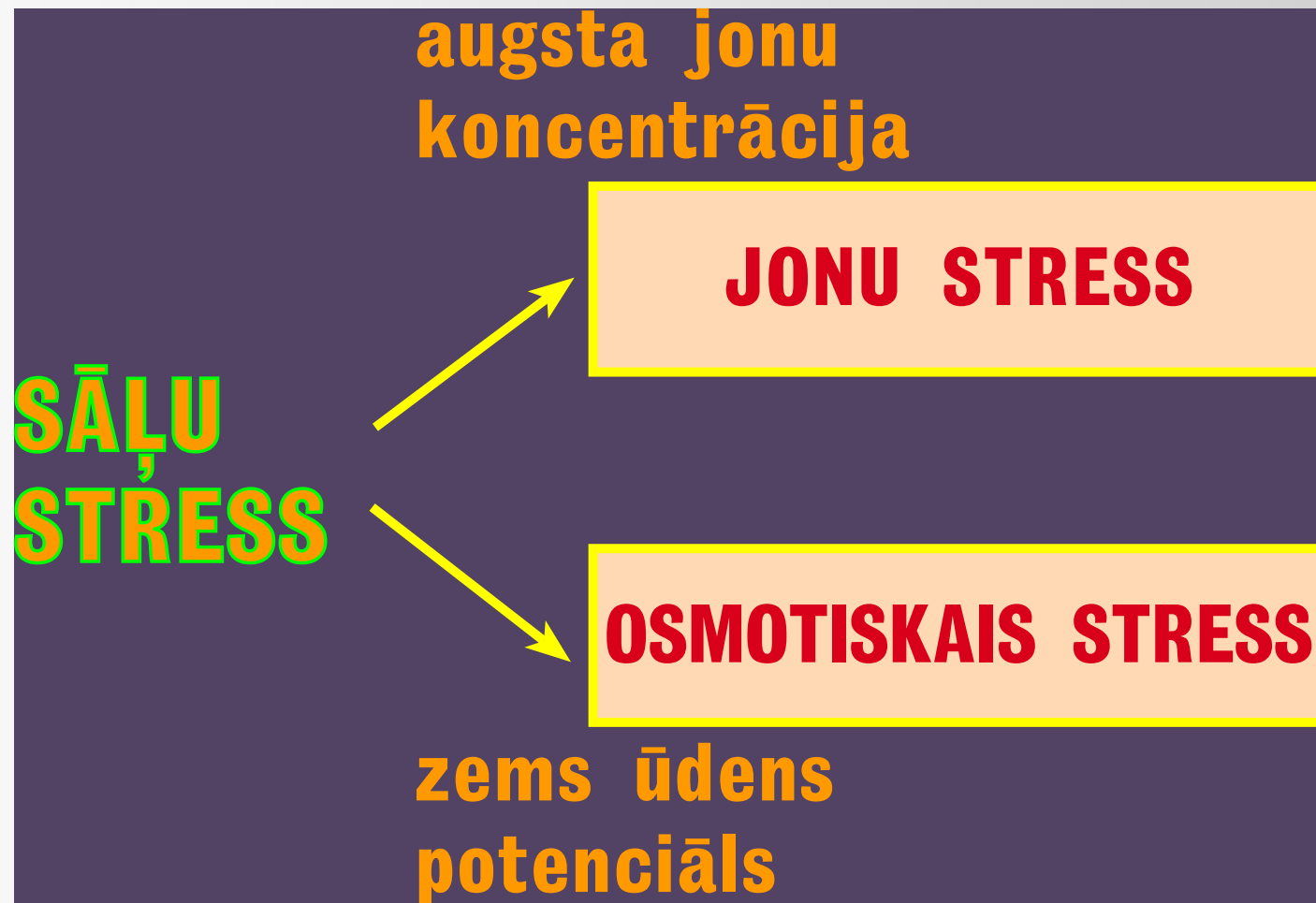
Suaeda, *Atriplex*,
Salicornia

Aster tripolium,
Cochlearia anglica,
Puccinellia maritima,
Festuca rubra

mieži, kokvilna,
cukurbietes

rīsi, gurķi, tomāti ...

AUGU REAKCIJA UZ SĀĻUMU



STRATĒGIJAS DZĪVEI SĀLĀ VIDĒ

IZVAIRĪŠANĀS:

- aug tikai noteikta sezonā;
- sakņu augšana un absorbcija tikai noteiktā zonā.

SĀLS REGULĀCIJA (SĀLS IZSLĒGŠANA):

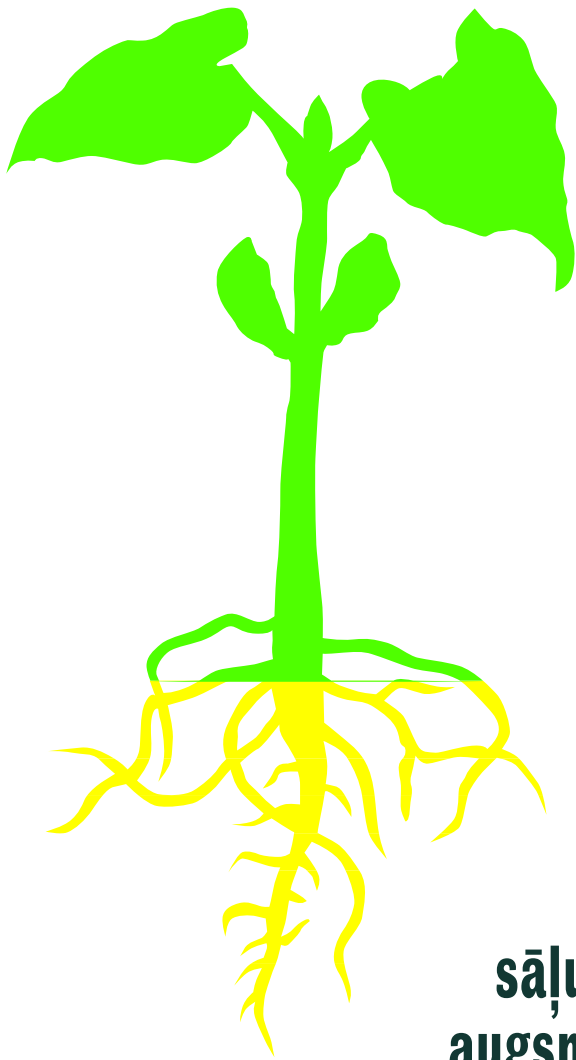
- nepieļauj sāls uzkrāšanos fotosintezējošajos audos.

SĀLS TOLERANCE (SĀLS UZKRĀŠANA):

- aizsardzība pret augstas sāls koncentrācijas efektiem.

ADAPTĀCIJAS VESELA AUGA LĪMENĪ

AUGSNE SAKNES DZINUMS LAPAS



sāļu izdališana uz virsmas

LEJŪPEJŠAIS TRANSPORTS PA FLOĒMU

uzkrāšanās lapu hlolenhīmas šūnās
uzkrāšanās lapu šūnu vakuolās

AUGŠŪPEJŠAIS TRANSPORTS PA KSILEMŪ

uzkrāšanās dzinuma šūnu vakuolās

uzkrāšanās sakņu šūnu vakuolās

sāļu izdališana
augsnē ar saknēm

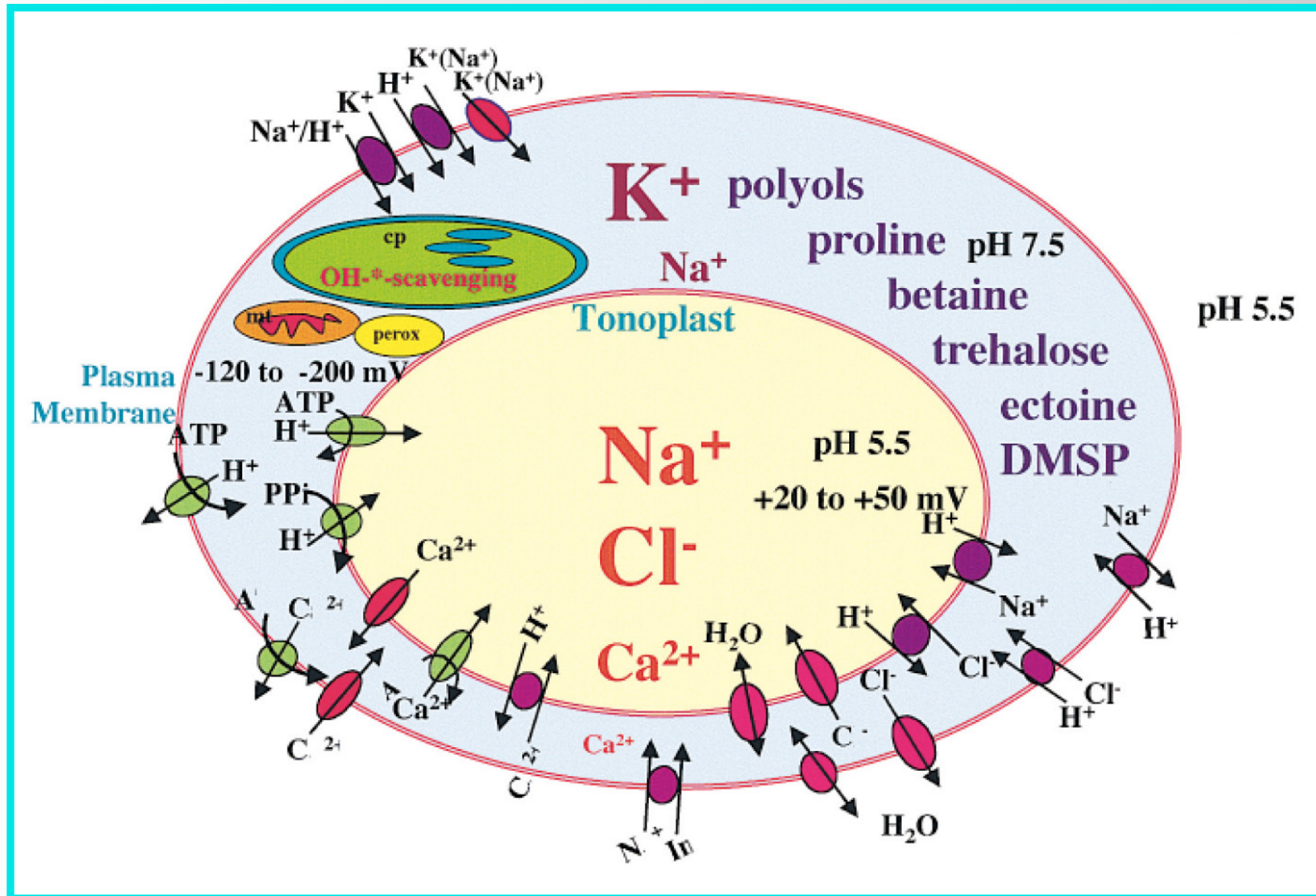
selektīva jonu uzņemšana
no augsnes ar ūdeni

ADAPTĀCIJAS ŠŪNU LĪMENĪ

Sāļu uzkrāšana vakuolā

Osmoprotektantu uzkrāšana citoplazmā

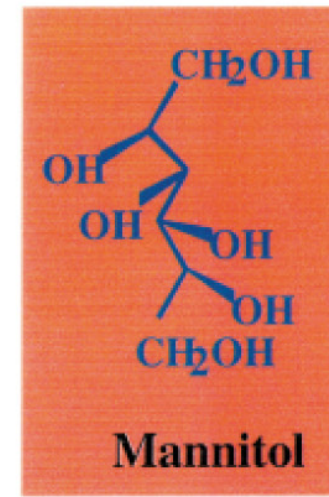
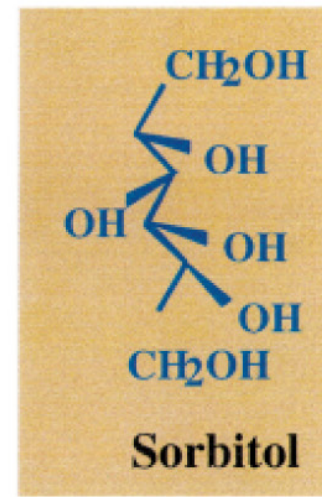
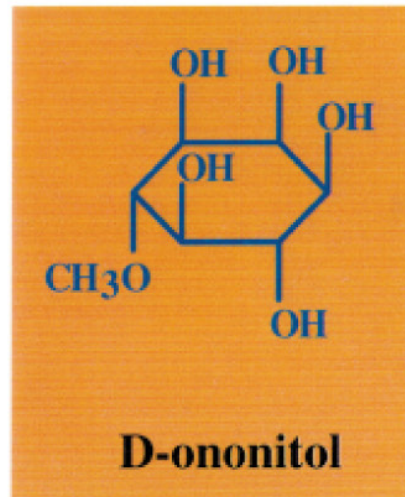
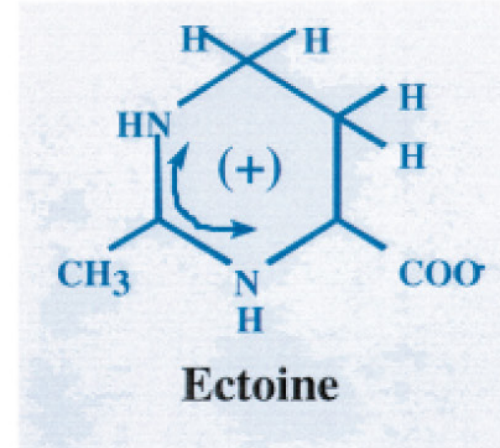
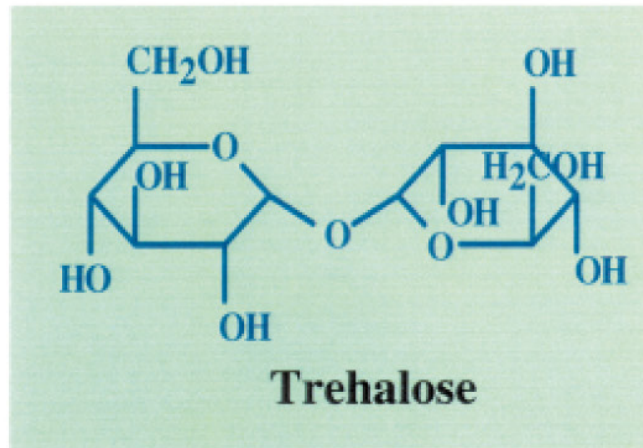
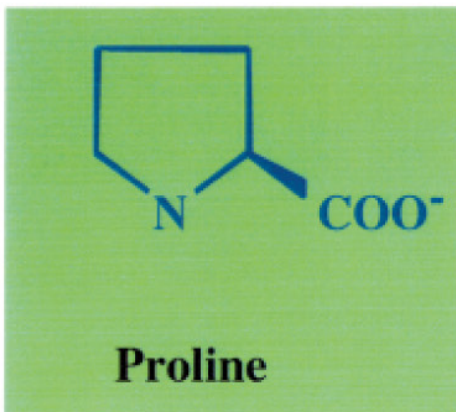
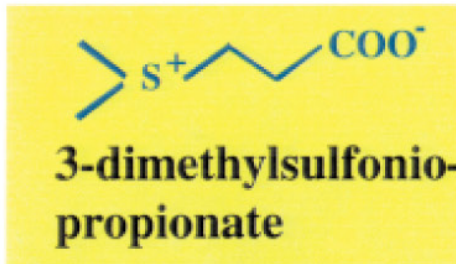
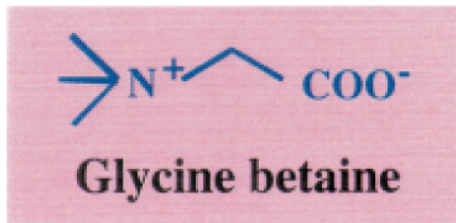
ADAPTĀCIJAS ŠŪNU LĪMENĪ



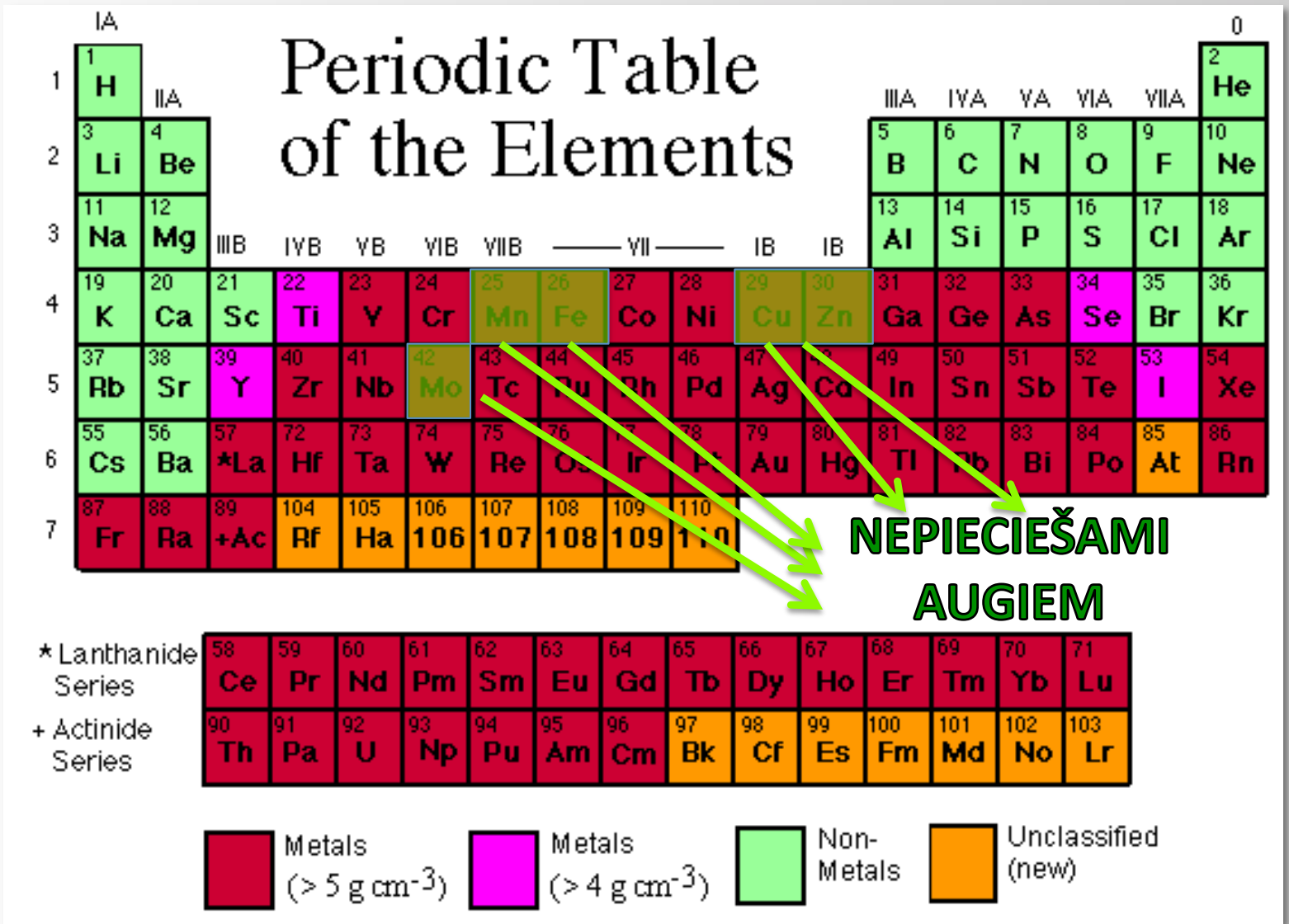
Na un Cl transporta mehānismi šūnā

ADAPTĀCIJAS ŠŪNU LĪMENĪ

ORGANISKIE SAVIENOJUMI – OSMOLĪTI



SMAGIE METĀLI



Nr. > 20; blīvums > 5.0 g cm⁻³

AIZSARDZĪBA PRET SMAGAJIE METĀLIEM

Mehānisms

Smagie metāli

Mikorizas

Zn Cu Cd

Šūnapvalks, eksudāti

dazādi (Ni Al)

Plazmas membrāna

reducēta uzņemšana

As Ni

aktīva izdalīšana

dazādi (Zn)

Fitohelatīni

Cd

Metalotioenīni

Cu

Organiskās skābes, aminoskābes

dazādi

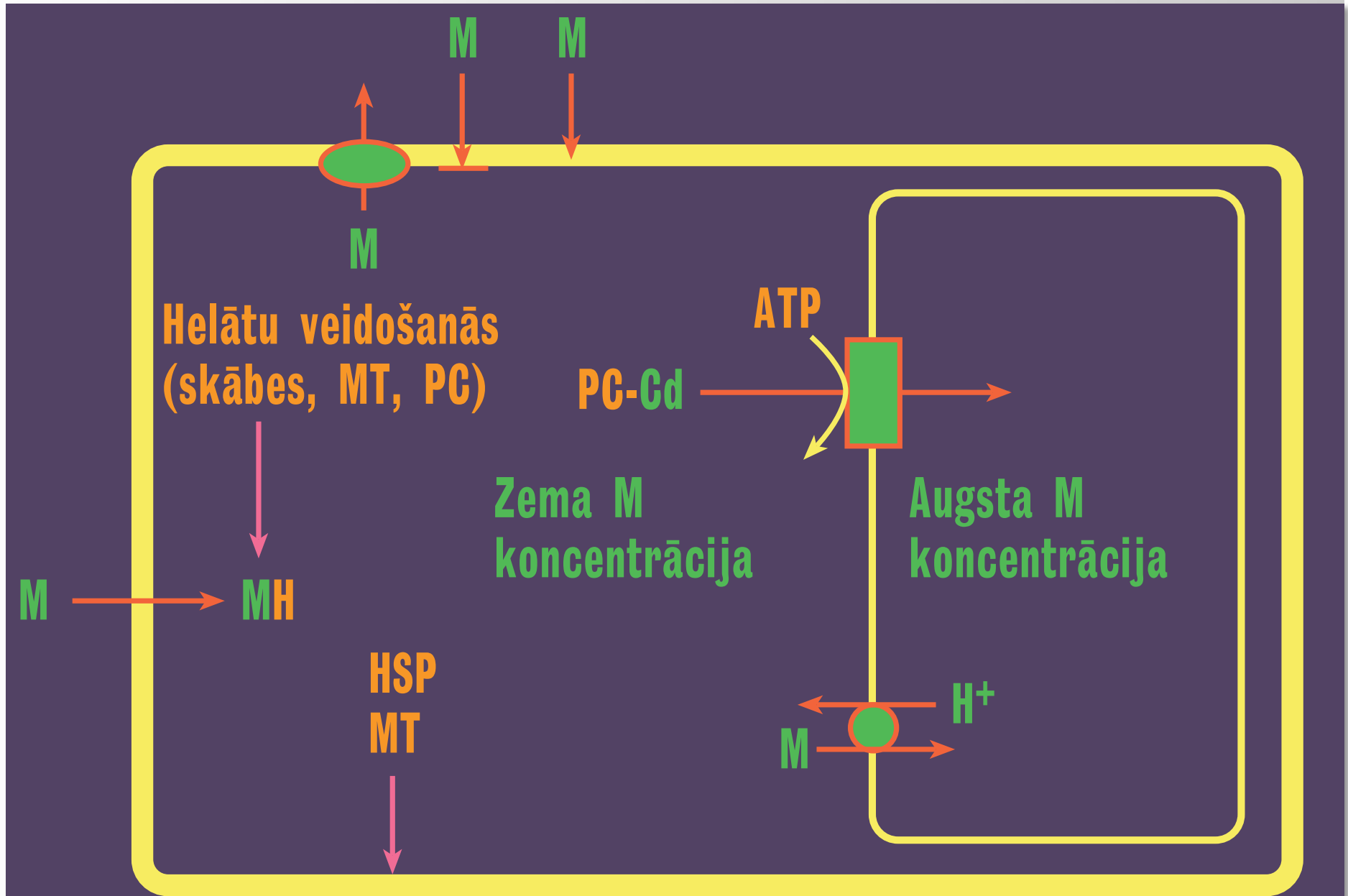
HSP (karstuma šoka proteīni)

dazādi (Cd)

Kompartimentācija vakuolā

Zn

AIZSARDZĪBA PRET SMAGAJIE METĀLIEM



AUGI – METĀLU HIPERAKUMULATORI

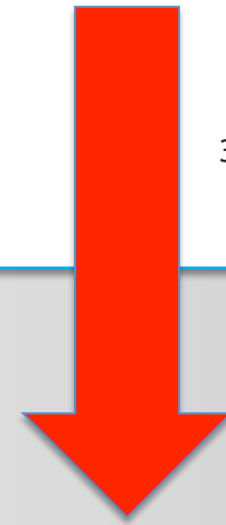
Table 1.7.8. Heavy metal hyperaccumulating plants. Hyperaccumulating plants are able to accumulate heavy metals from 100 times to 10,000 times (e.g. *Haumaniastrum* for Co) the content of non-accumulating plants. The value of physiological tolerance of most heavy metals is at approx. 0.1% of plant dry matter. Exceptional values are for Zn (up to 1%), for Cd (0.01%) and gold (0.00001%). Surprisingly, some lichens, e.g. *Lecanora vinetorum*, also hyperaccumulate heavy metals (Brooks et al. 1998)

Element	Number of known hyperaccumulators	Examples (species)	Concentration (mg per g dry weight)	Biomass production (t per ha and year)
Ni	300	<i>Berkheya coddii</i>	17	18
Co	26	<i>Haumaniastrum robertii</i>	10.2	4
Cu	24	<i>Haumaniastrum katangense</i>	0.83	5
Se	19	<i>Astragalus pattersoni</i>	6	5
Zn	16	<i>Thlaspi calaminare</i>	10	4
Mn	11	<i>Macadamia neurophylla</i>	55	30
Ta	1	<i>Iberis intermedia</i>	0.3	8
Cd	1	<i>Thlaspi caerulescens</i>	3	4

AUGI – METĀLU HIPERAKUMULATORI

Table 1.7.8. Heavy metal hyperaccumulating plants. Hyperaccumulating plants are able to accumulate heavy metals from 100 times to 10,000 times (e.g. *Haumaniastrum* for Co) the content of non-accumulating plants. The value of physiological tolerance of most heavy metals is at approx. 0.1% of plant dry matter. Exceptional values are for Zn (up to 1%), for Cd (0.01%) and gold (0.00001%). Surprisingly, some lichens, e.g. *Lecanora vinetorum*, also hyperaccumulate heavy metals (Brooks et al. 1998)

Element	Number of known hyperaccumulators	Examples (species)	Concentration (mg per g dry weight)	Biomass production (t per ha and year)
Ni	300	<i>Berkheya coddii</i>	17	18
Co	26	<i>Haumaniastrum robertii</i>	10.2	4
Cu	24	<i>Haumaniastrum katangense</i>	0.83	5
Se	19	<i>Astragalus pattersoni</i>	6	5
Zn	16	<i>Thlaspi calaminare</i>	10	4
Mn	11	<i>Macadamia neurophylla</i>	55	30
Ta	1	<i>Iberis intermedia</i>	0.3	8
Cd	1	<i>Thlaspi caerulescens</i>	3	4



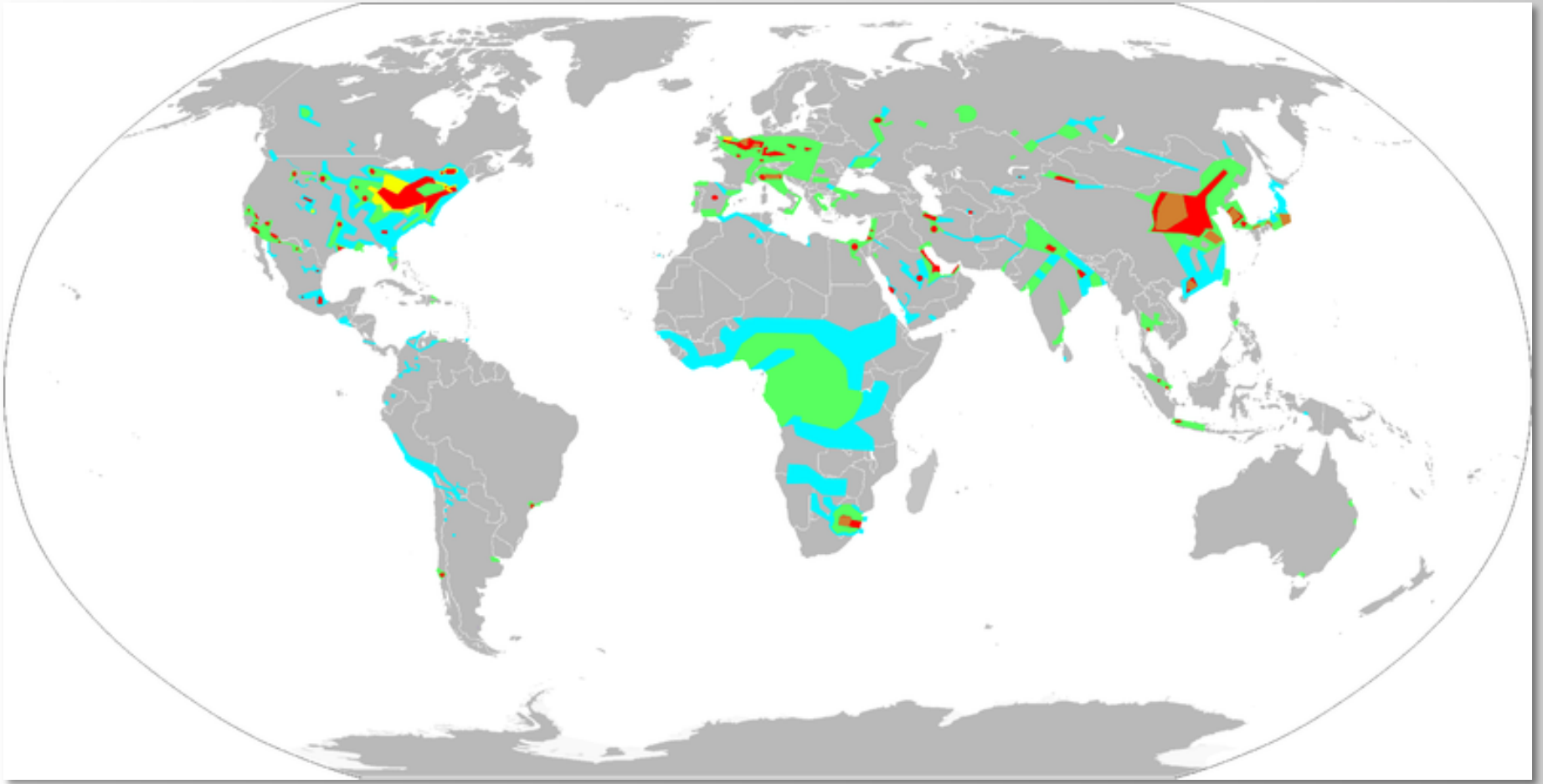
306 kg ha⁻¹ Ni

Temperatūra
Gaisma (+ UV)
Ūdens

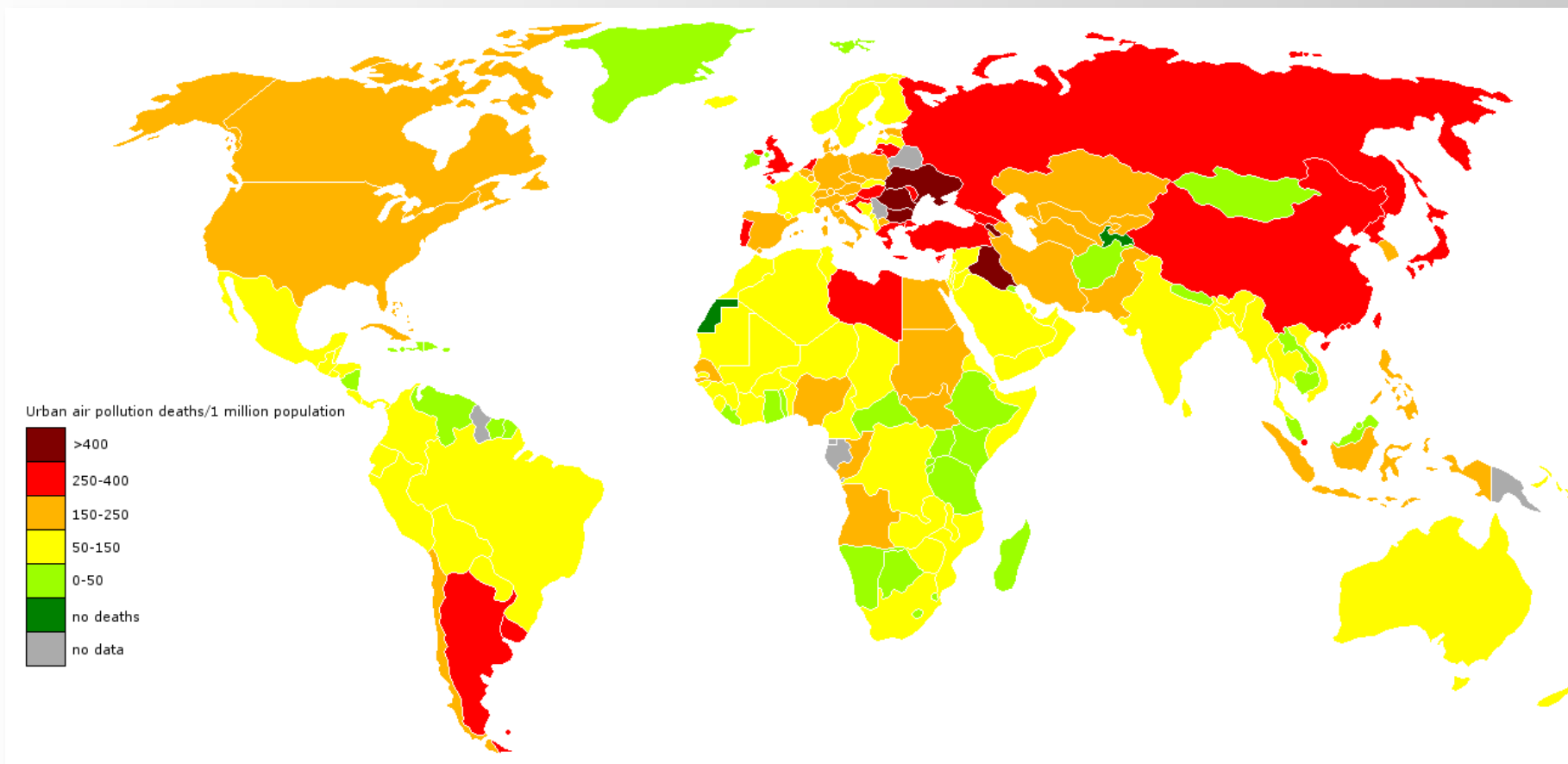
Augsnes sāļums (+ smagie metāli)

Gaisa piesārņojums

GAISA PIESĀRŅOJUMS PASAULĒ

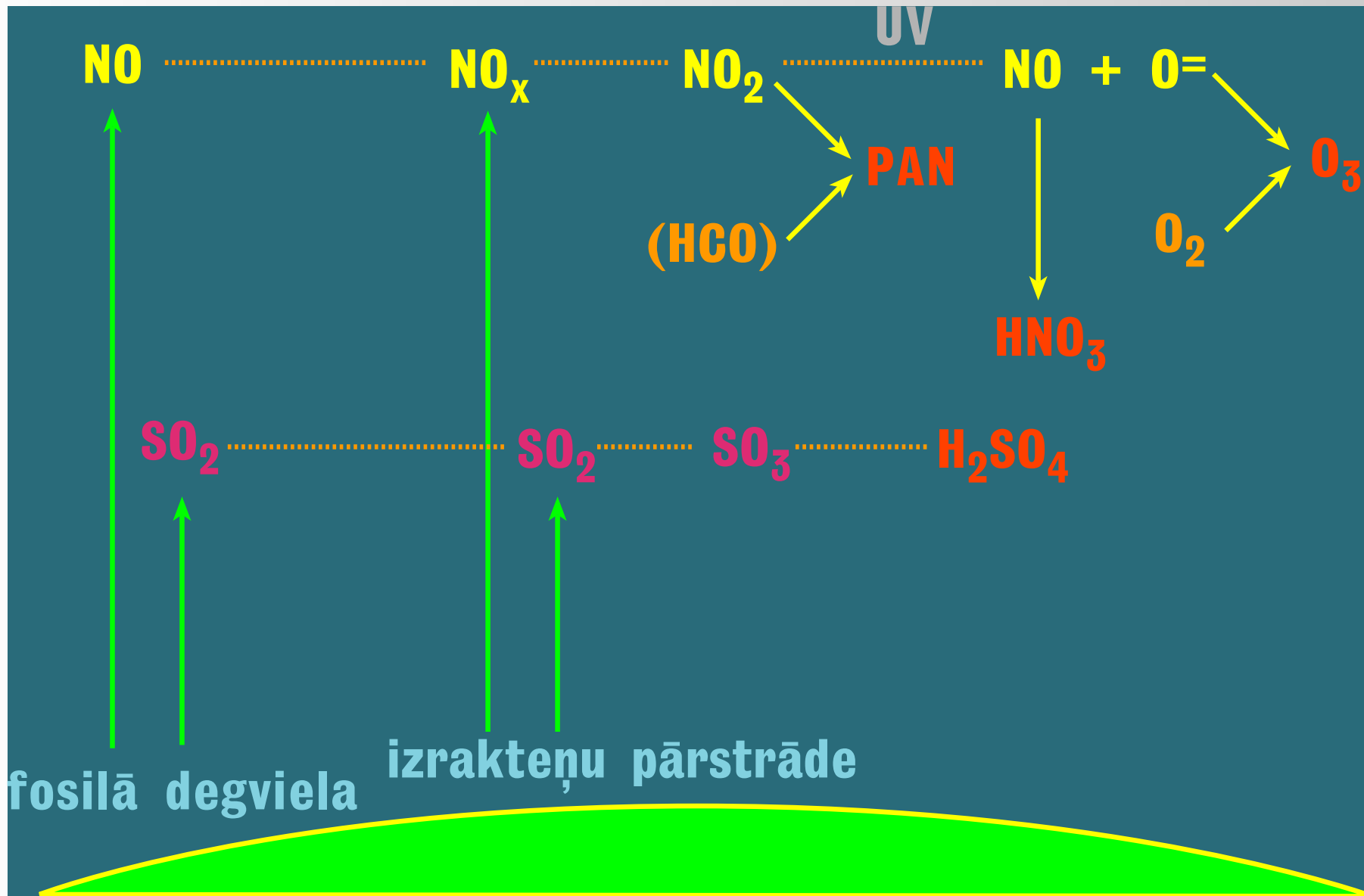


GAISA PIESĀRŅOJUMA IZRAISĪTĀS NĀVES ĪPATSVARŠ



GAISA PIESĀRŅOJUMA VEIDOŠANĀS

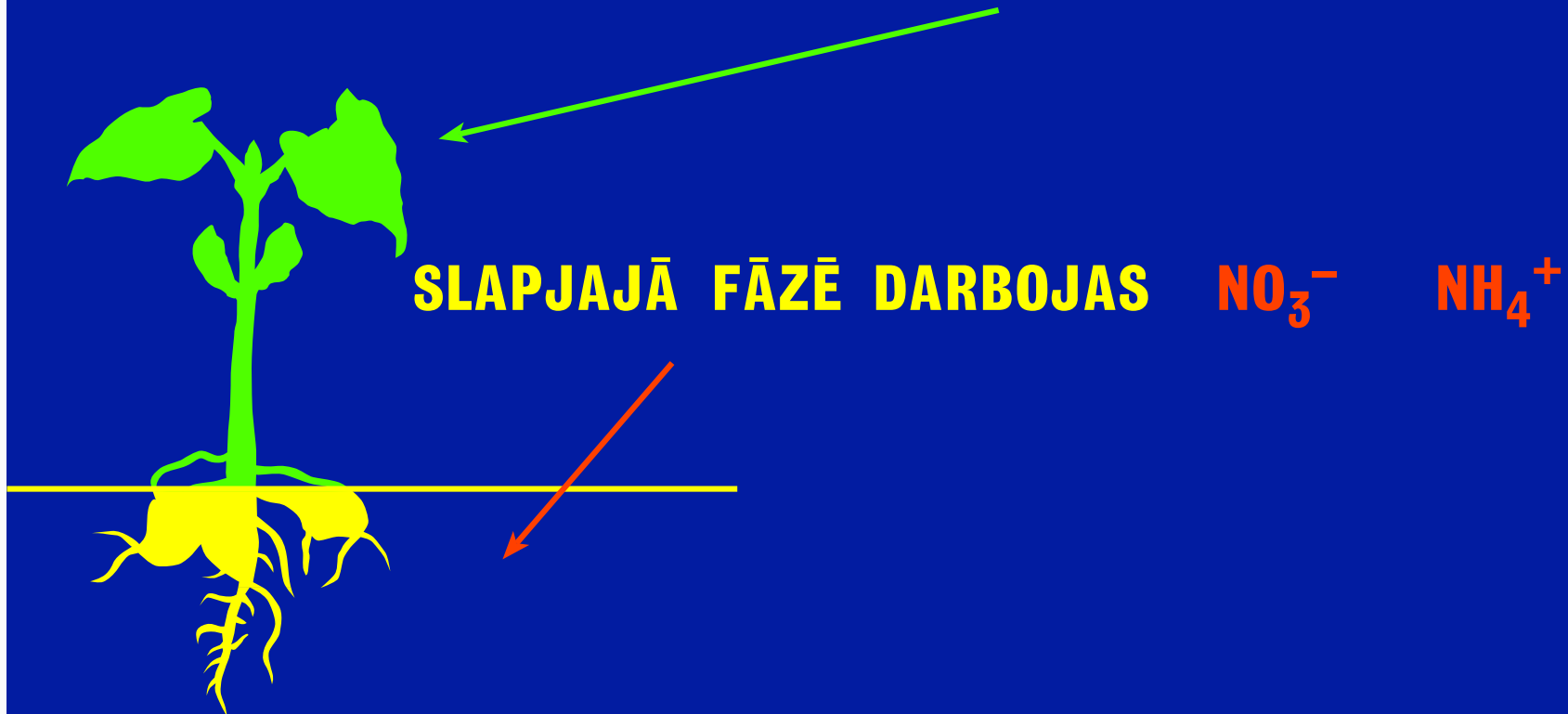
PAN – peroksiacetilnitrāts



SLĀPEKLI SATUROŠIE PIESĀRŅOTĀJI

NETIEŠĀ IEDARBĪBA - caur ķīmiskajām reakcijām atmosfērā;
TIEŠĀ IEDARBĪBA - nonākot augos.

SAUSAJĀ FĀZĒ DARBOJAS **NO** **NO₂** **NH₃**



SLAPJAJĀ FĀZĒ DARBOJAS **NO₃⁻** **NH₄⁺**

SLĀPEKLI SATUROŠIE PIESĀRŅOTĀJI

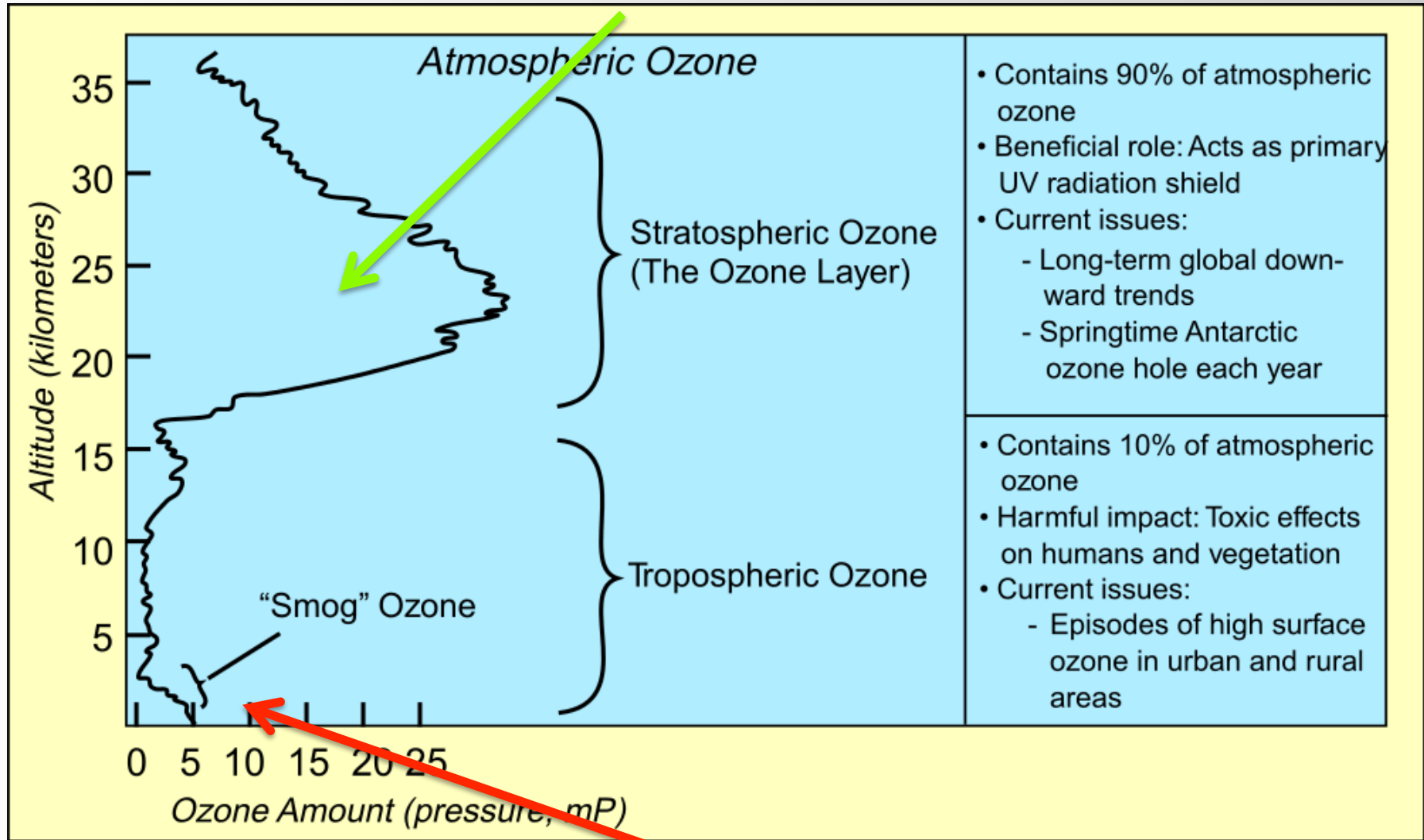
Toksiskuma saistība ar šķīdību ūdenī
maz šķīstošs $\text{NO} < \text{NO}_2 < \text{NH}_3$

Zemās koncentrācijās: stimulē augšanu, fotosintēzi
un elpošanu (kā minerālviela).

Augstās koncentrācijās: reducē augšanu, inhibē
fotosintēzi (inducē ROS).

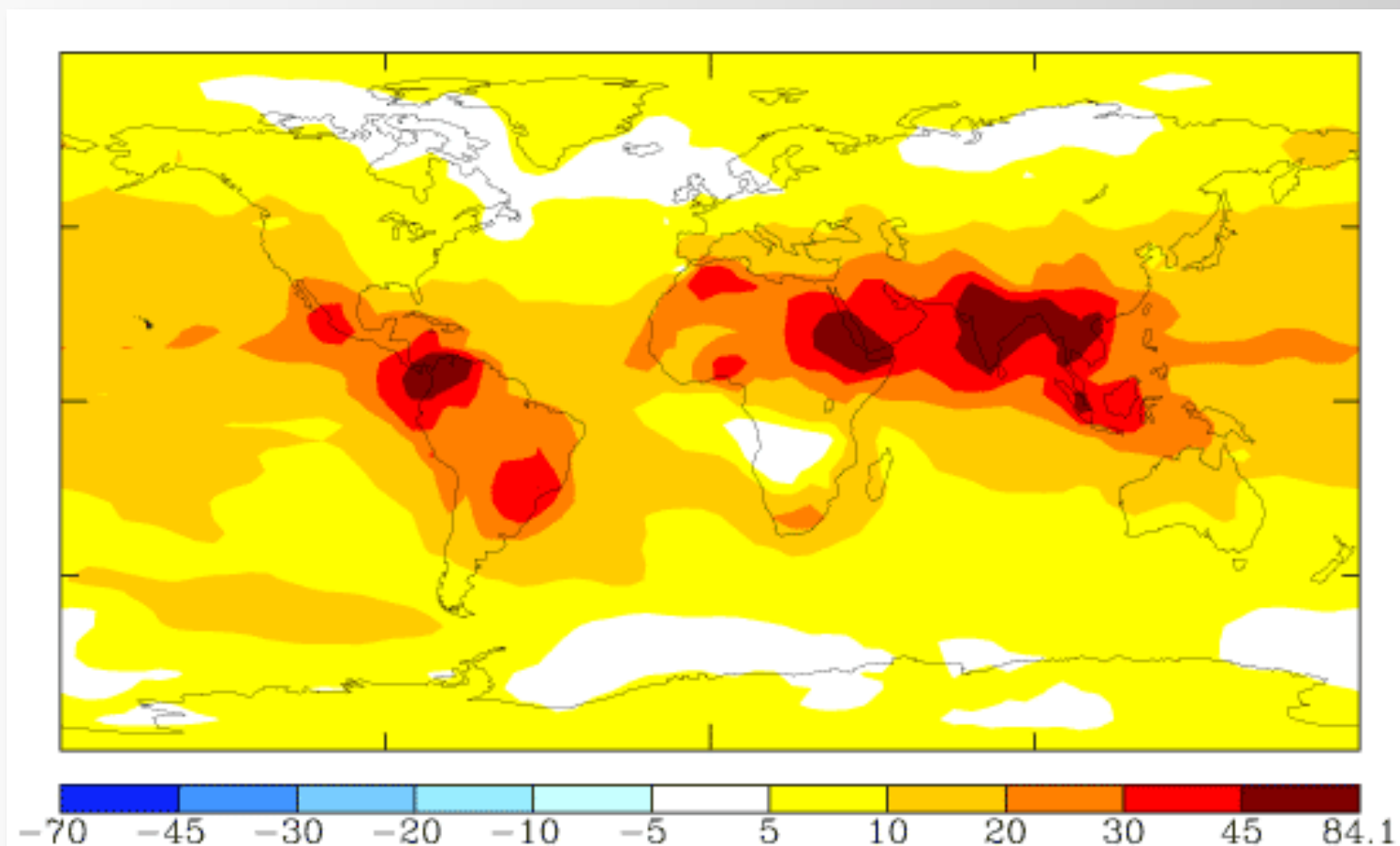
OZONS: "DRAUGS" UN "IENAIDNIEKS"

stratosfēras ozons

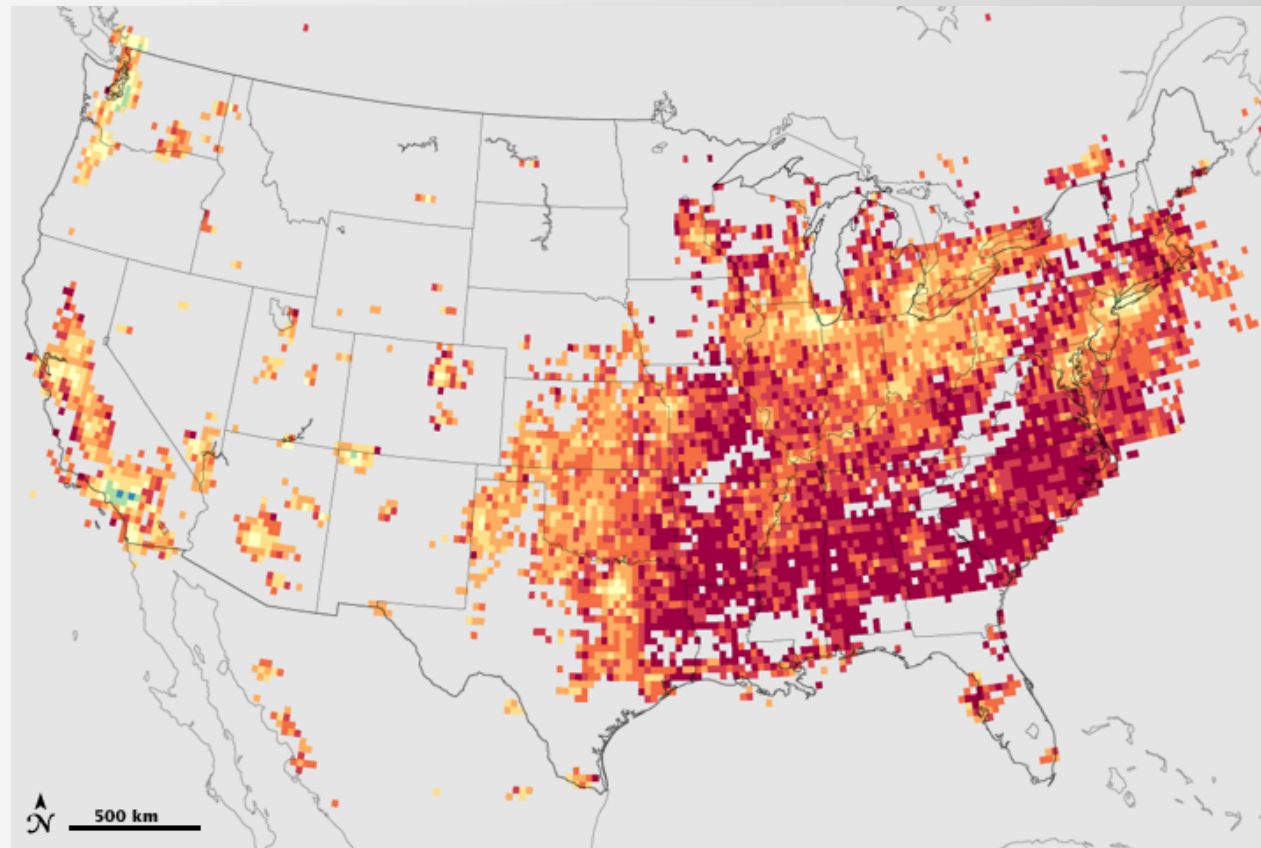


virsmas ozons

VIRSMAS OZONA KONCENTRĀCIJA



VIRSMAS OZONA KONCENTRĀCIJA ASV



OZONS: IETEKMES PAZĪMES



Liepu lapu "bronzēšana"

OZONS: IETEKMES PAZĪMES



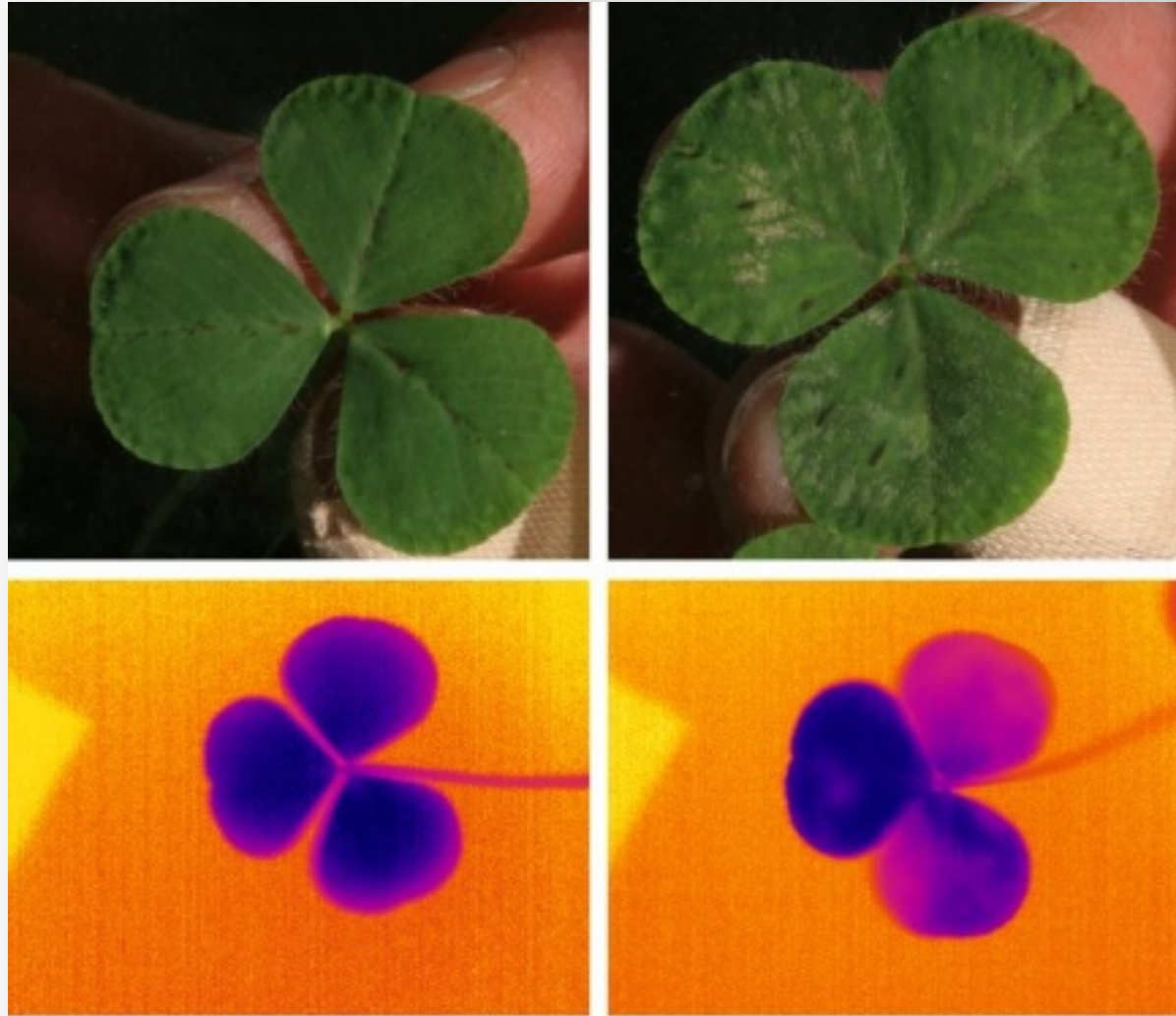
Pinus strobus

OZONS: IETEKMES PAZĪMES



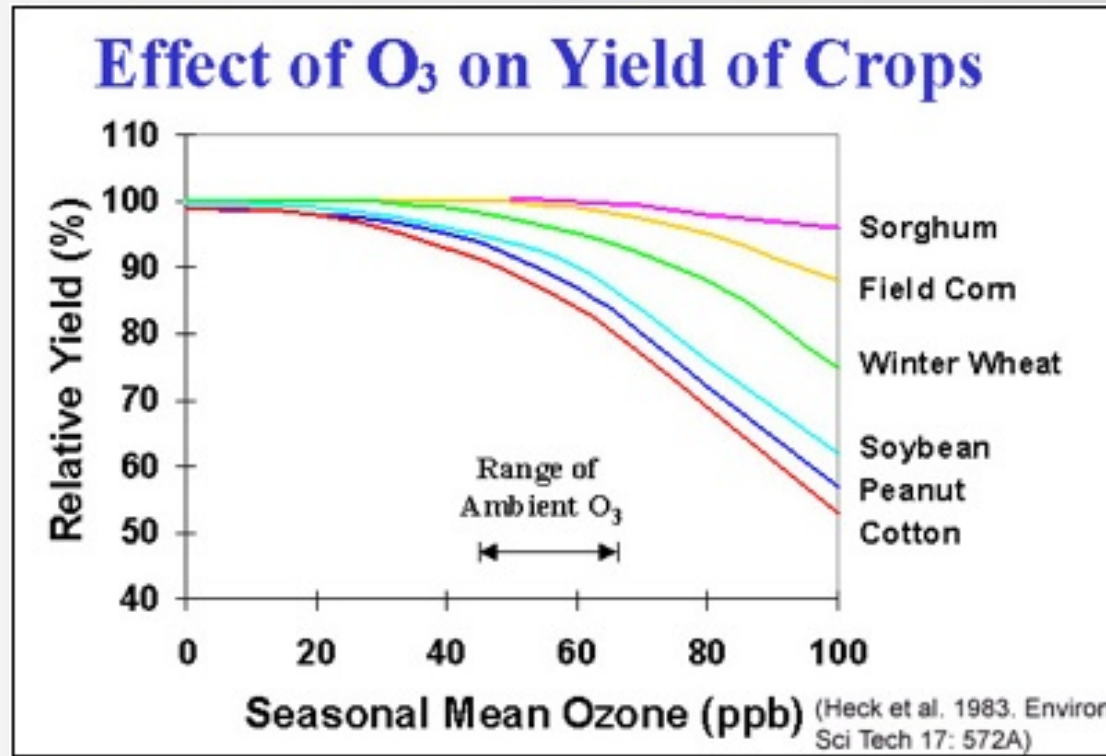
Asclepias syriaca

OZONS: IETEKMES PAZĪMES



Trifolium repens

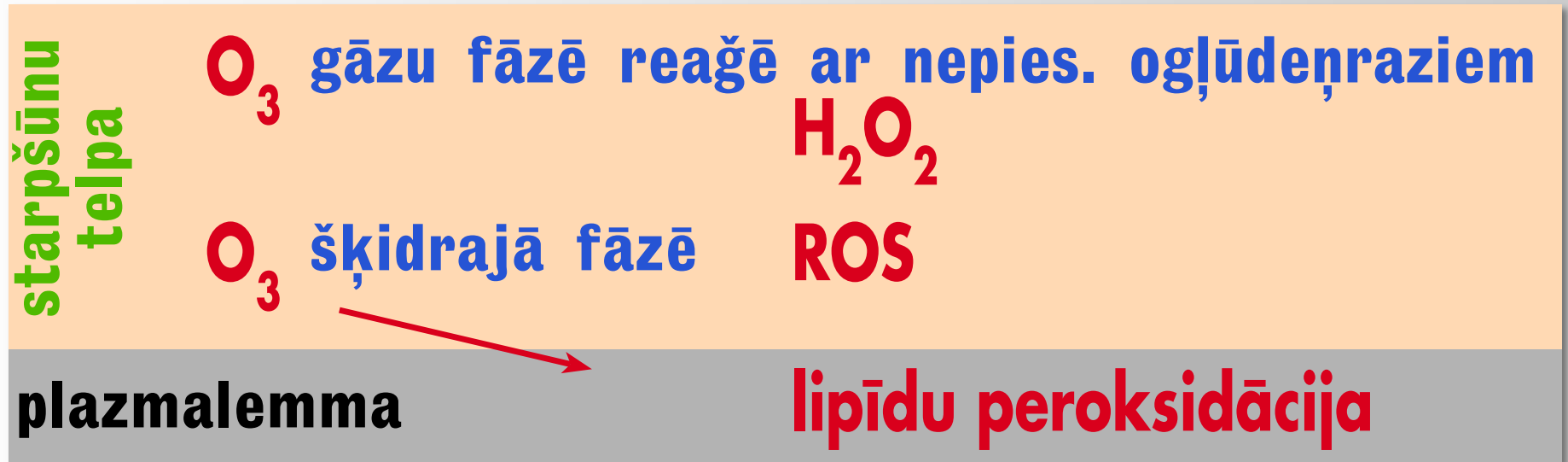
OZONS: IETEKME UZ AUGIEM



Ražas samazinājums

OZONS: IETEKME UZ AUGIEM

Ozons nonāk augā caur atvārsnītēm



Ozons reaģē starpšūnu telpā