



Agrometeorologija
Uticaj klimatskih parametara na
rast i razvoj biljaka

Dr Milić Čurović

Klimatski faktori i modifikatori

- Astronomski (rotacija Zemlje, zračenja i sl.)
- Geografski (geografska širina, raspored mora i kopna, reljef, pravac pružanja planina, vegetacioni pokrivač i sl.)
- Meteorološki
- Antropološki (industrija, infrastruktura)

Klimatski modifikatori

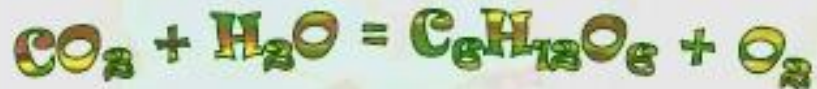
- **Klimatski modifikatori 1. reda:** raspored kopna i mora, blizina toplih i hladnih vodenih struja
- **Klimatski modifikatori 2. reda:** visina i pravac pružanja planinskih lanaca, ekspozicija i dr.
- **Klimatski modifikatori 3. reda:** vegetacija, jezera, sniježni pokrivač

Osnovni meteorološki parametri

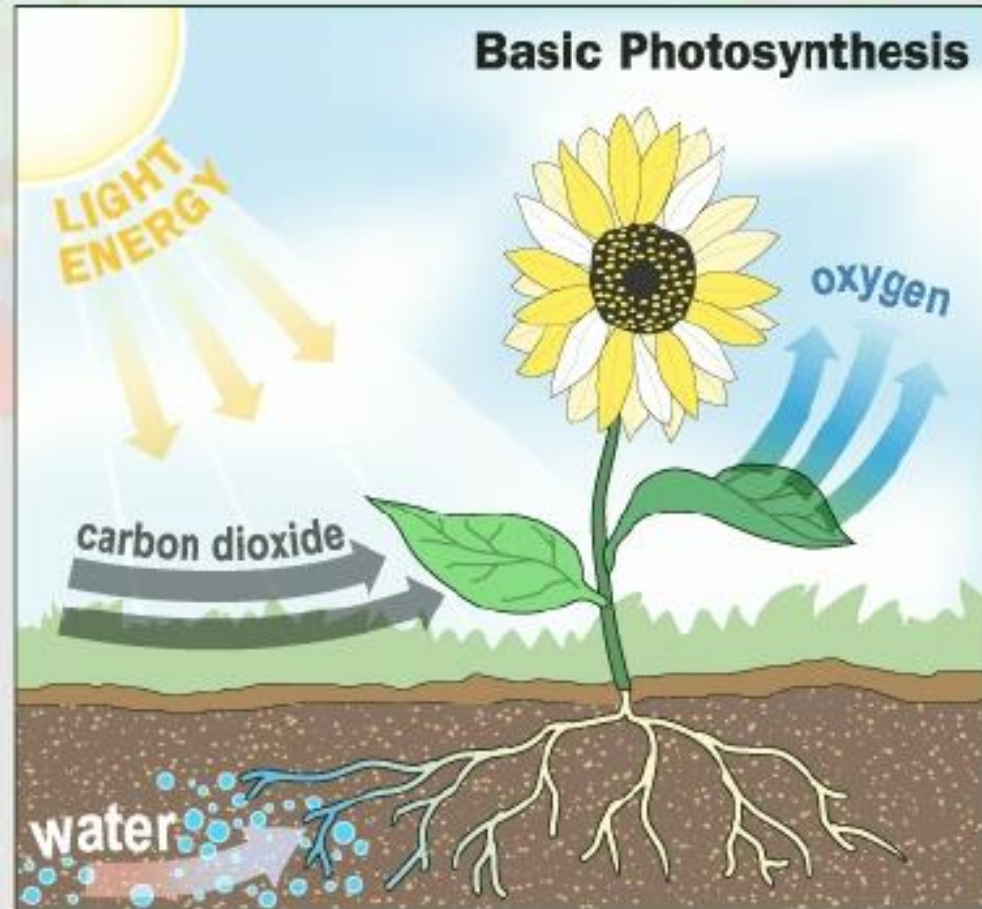
- Sunčevo zračenje – svjetlost
- Temperatura (vazduha, zemljišta vode)
- Padavine
- Vlažnost vazduha i isparavanje
- Oblačnost i insolacija
- Vazdušni pritisak
- Vjetar (smjer i brzina)

Rast i razvoj

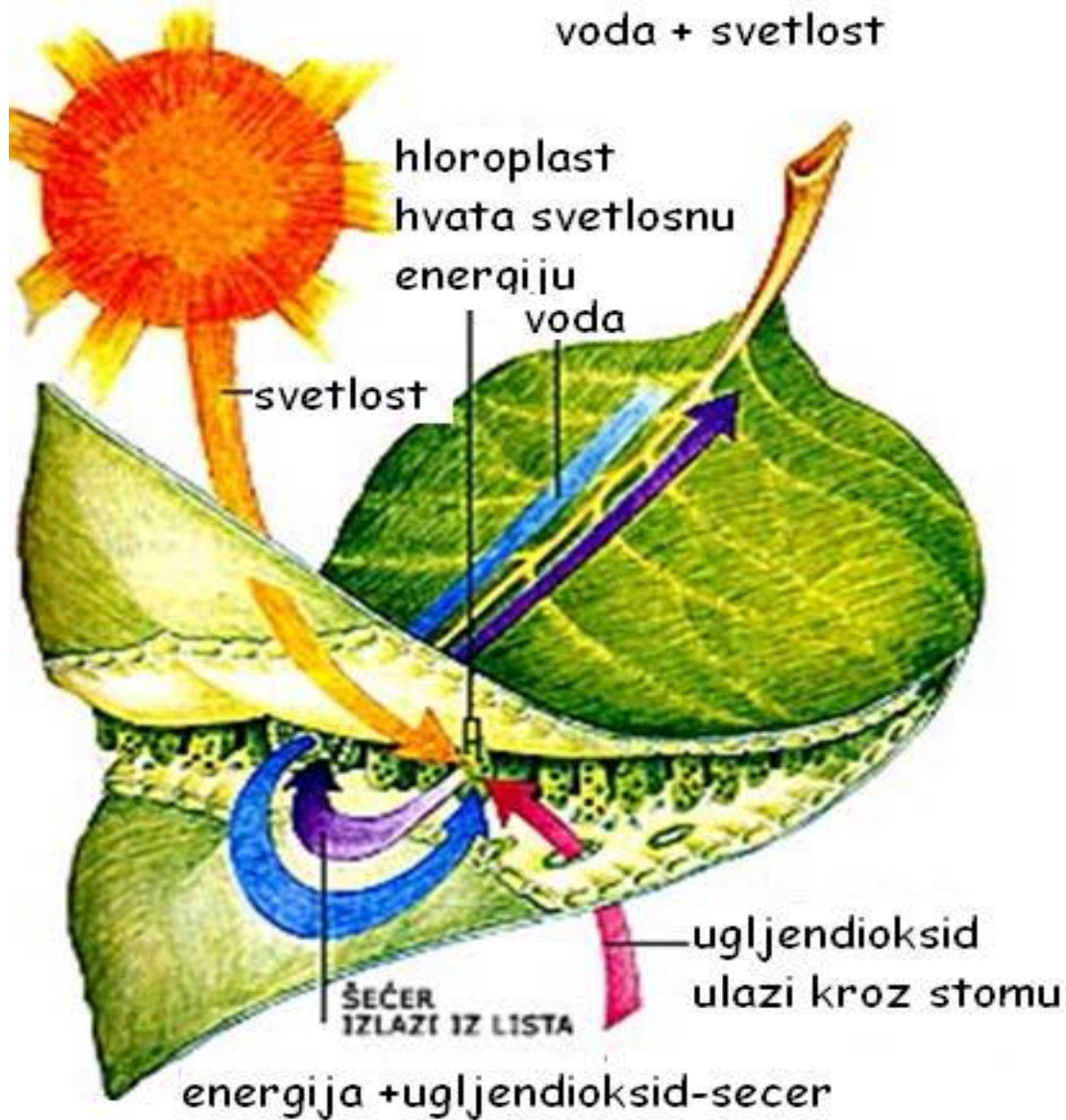
Primarna produkcija (proizvodnja organske materije iz ugljen-dioksida i vode u procesu fotosinteze)

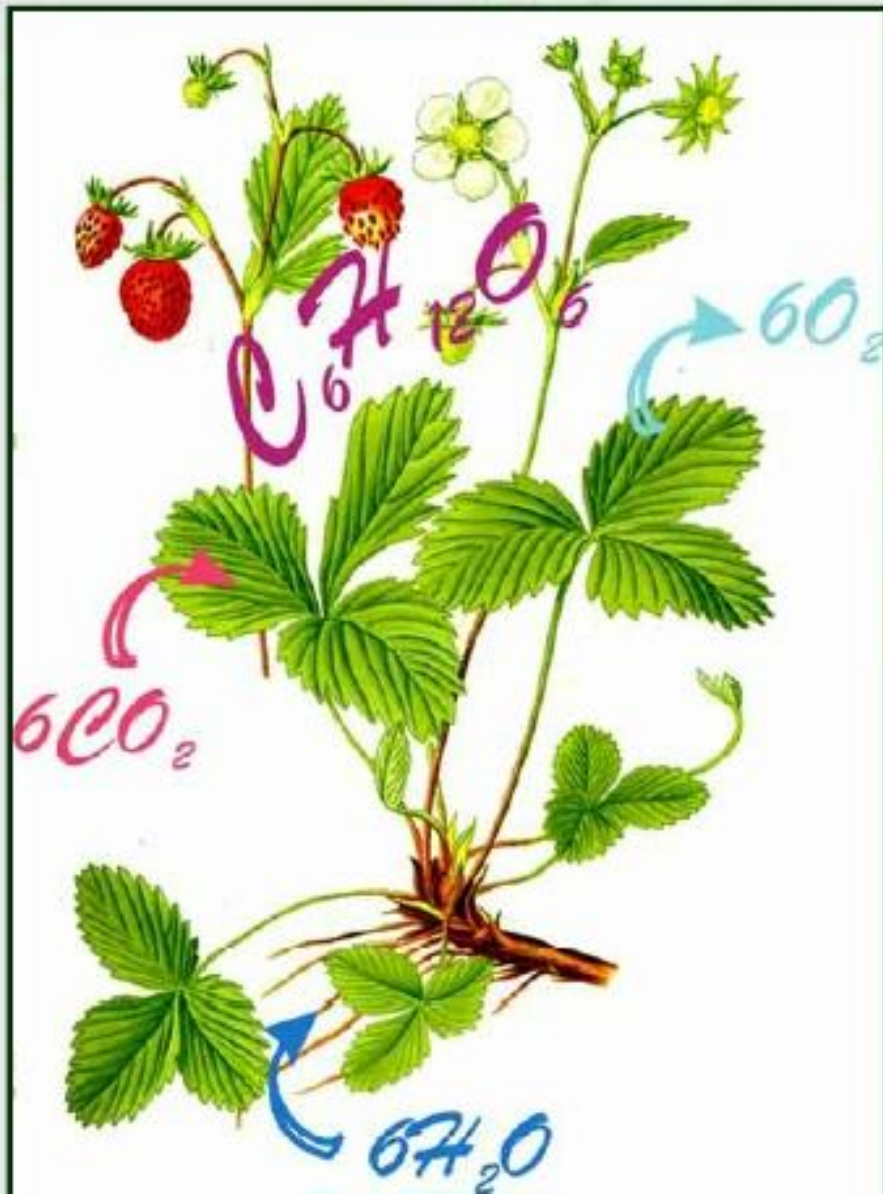


Primarnu produkciju obavljaju biljke (**primarni producenti** ili **autotrofi**), koje predstavljaju najniži nivo trofičke hijerarhije.



voda + svetlost

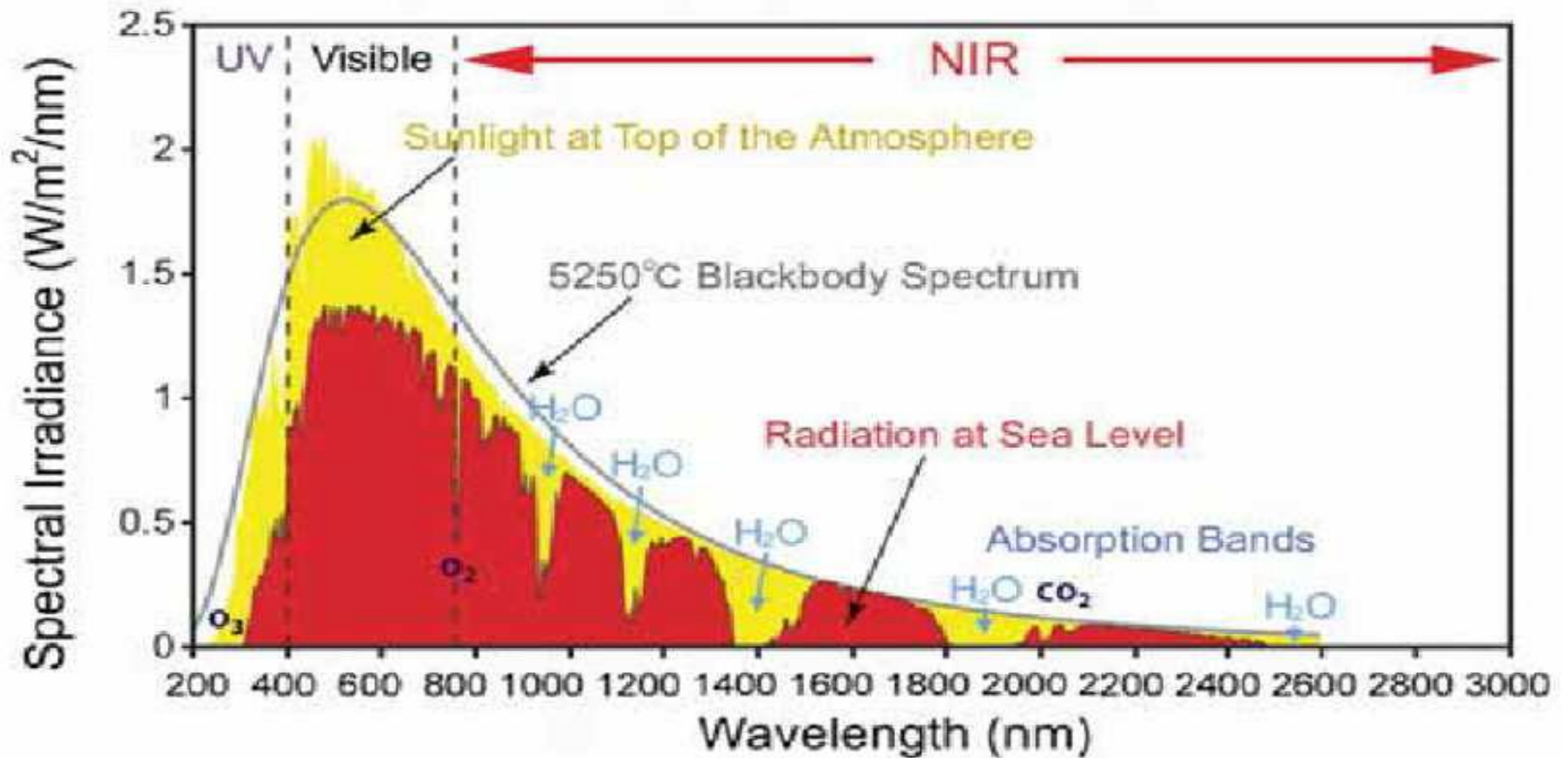




Primarnom organskom produkcijom u procesu fotosinteze nastaju organska jedinjenja neophodna za ishranu i izgradnju biomase svih živih bića (sekundarna produkcija)...



Sunčev zračenje

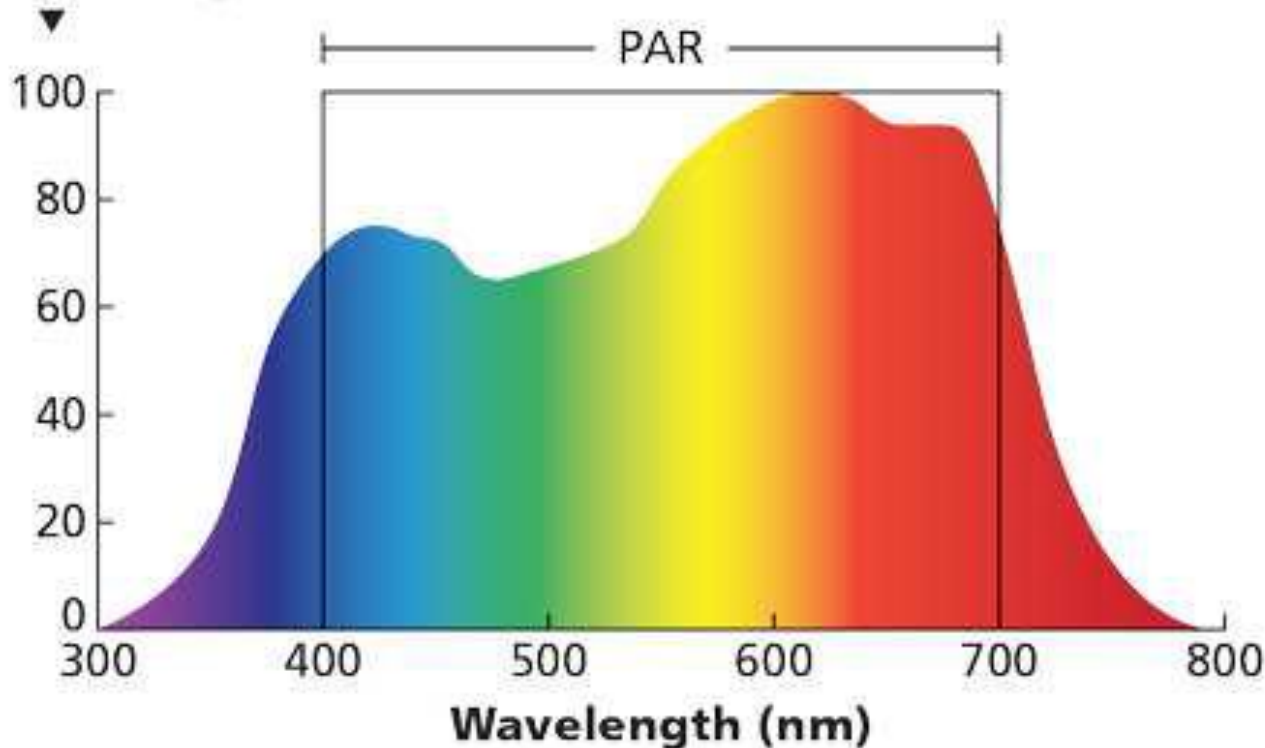


Spektar sunčevog zračenja dijeli na tri dijela: ultraljubičasti, vidljivi i infracrveni dio spektra

Sunčevo zračenje

- U procesu fotosinteze koristi se samo sunčevo zračenje talasne dužine 0,380-0,710 μm , tzv. fotosintetički aktivno zračenje.

Relative photosynthetic efficiency (%)



UV zračenje

- Do površine zemljišta ne dopijevaju ultraljubičasti zraci sa talasnom dužinom manjom od $0,29 \mu\text{m}$.
- Njih potpuno apsorbuje ozon koji se nalazi u visokim slojevima atmosfere
- Kratkotalasni ultraljubičasti deo spektra iznosi samo 1-3% ukupnog sunčevog zračenja koje dopijeva na Zemlju.

UV zračenje

- 1) ultraljubičasto zračenje usporava rast biljaka (zbog čega biljke rastu brže noću nego danju što je i razlog zbog čega je u visokim planinskim predelima vegetacija niža)
- 2) pod njihovim uticajem bivaju uništeni mnogi štetni mikroorganizmi
- 3) zemljište se dezinfikuje, te se na taj način smanjuje širenje biljnih bolesti na poljoprivrednim kulturama



Vidljivi i IC dio spektra

Vidljivo zračenje

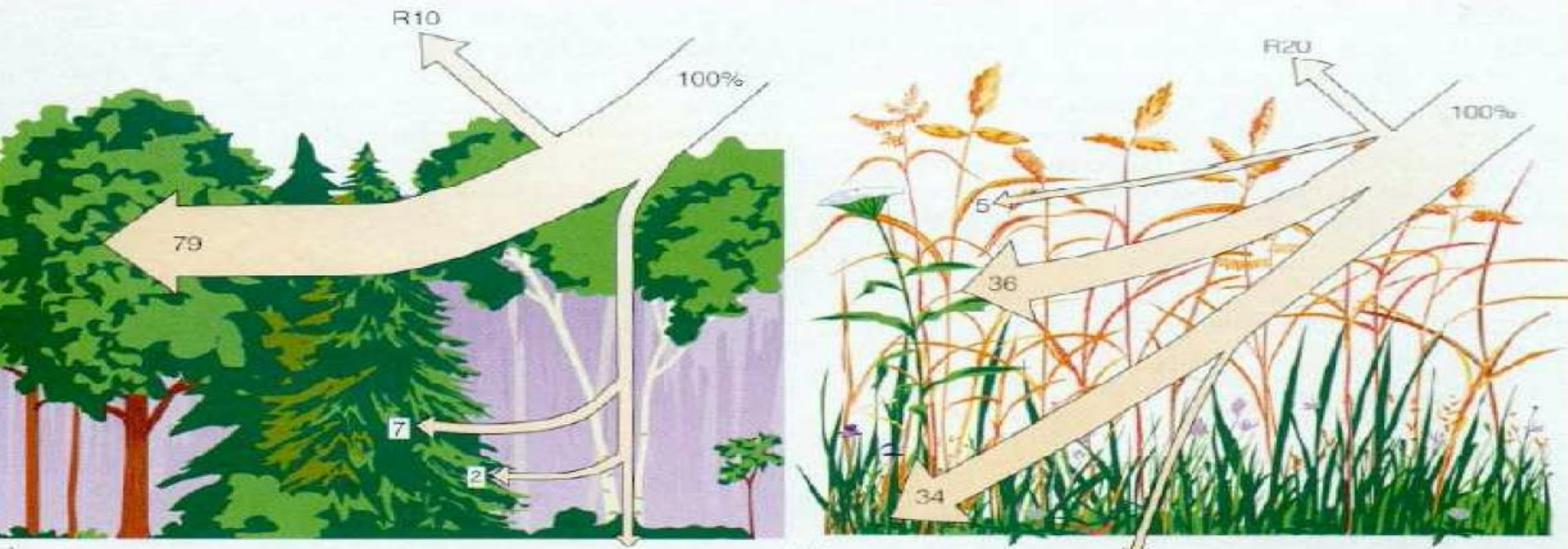
- 1) ima najveći i najneposredniji uticaj na život biljaka, a preko njih i na cjelokupni život na Zemlji
- 2) pod uticajem svjetlosti u biljkama se odigrava proces fotosinteze

Infracrveno sunčevo zračenje

- 1) čini najveći dio, 50-60% ukupne sunčeve energije
- 2) ono na biljku djeluje posredno, svojim toplotnim dejstvom.

Fotosinteza

- Smatra se da fotosinteza protiče relativno brzo pri temperaturama od 10°C do 35°C i koncentraciji CO_2 0,008% zavisno od vrste biljke
- Intenzitet fotosinteze mnogo zavisi od intenziteta svjetlosti; ovo pogotovu kada se zna da se veoma mali dio svjetlosne energije Sunca koristi za fotosintezu



Fotosinteza

- Fotosinteza počinje pri vrlo niskom intenzitetu sunčevog zračenja, ali se pri tome stvorene organske materije troše u procesu disimilacije
- Intenzitet zračenja pri kome nastaje ravnoteža između organske materije stvorene fotosintezom i utrošene disimilacijom naziva se **kompensaciona tačka**. Ona nije ista za sve biljke, i mijenja se u zavisnosti od uslova u kojima biljka raste.
- **Kod heliofita kompensaciona tačka je jako visoka**, dok je kod **sciofita** kompensaciona tačka **niska**

Fotosinteza

- Pri dovoljno velikom intenzitetu svjetlosti stvaranje organskih materija u procesu fotosinteze je skoro **deset puta veće** od njihovog razlaganja disimilacijom
- Suviše veliki intenzitet deluje nepovoljno na biljke, jer je praćen suviše velikom temperaturom lista, koja dovodi do raspadanja hlorofila, lišće žuti da bi na kraju uvenulo.



Fotosinteza

- Intenzitet svjetlosti se može donekle regulisati agrotehničkim mjerama
- U ratarstvu gustinom sjetve i proredama
- U voćarstvu pravilan razmak sadnje i proređivanje grana u kruni drveta
- Osobine biljaka da mijenjaju položaj organa prema izvoru svjetla naziva se **fototropizam**



Fotoperiodizam

- U odnosu na reakciju prema trajanju osvjetljenosti biljke dijelimo na:
 - Biljke dugog dana
 - Biljke kratkog dana
 - Neutralne

Biljke dugog dana cvjetaju samo ako je osvjetljenost veća od 12h dnevno.

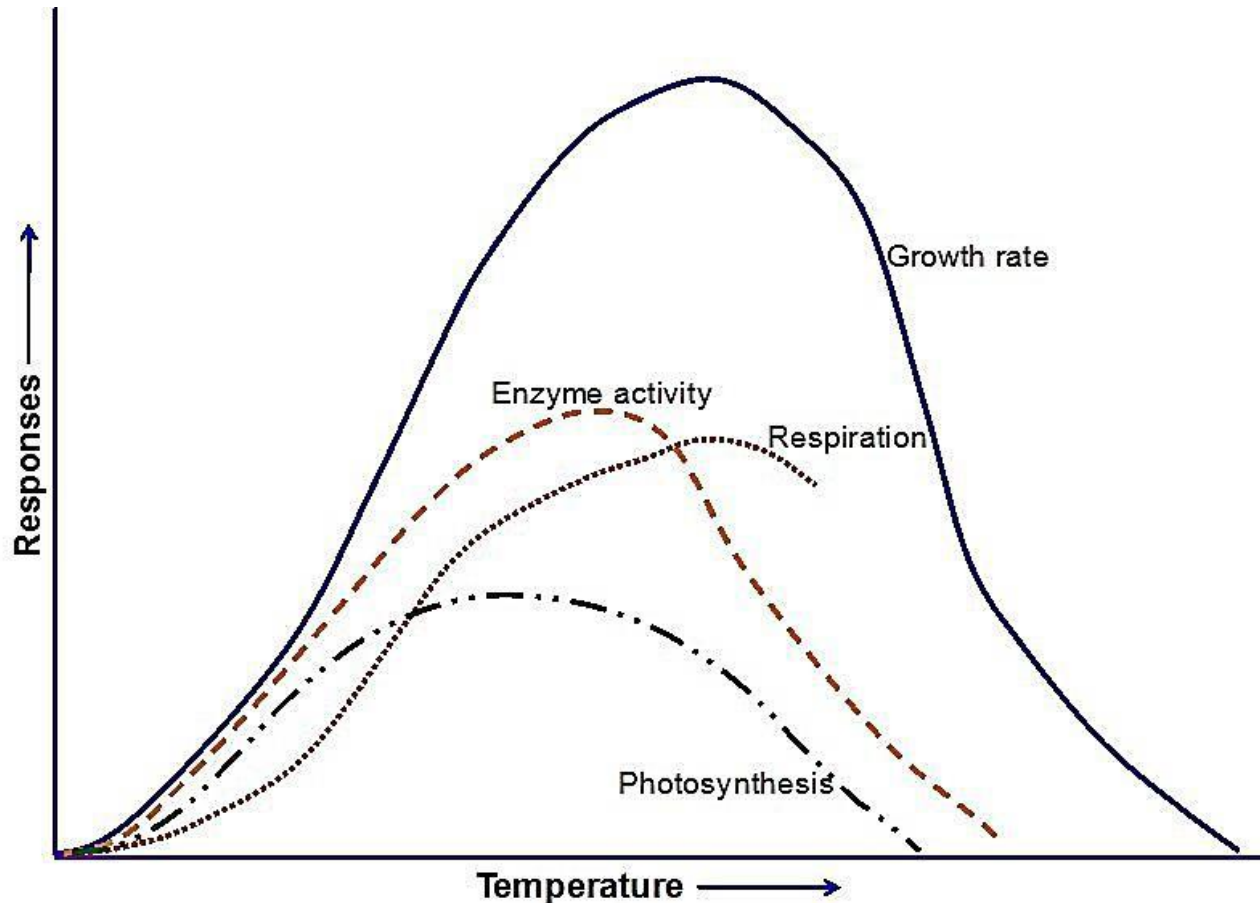
Različite **sorte** iste biljne vrste mogu imati **različitu fotoperiodsku reakciju**

Na fotoperiodsku reakciju biljaka utiče i toplota.

Biljke dugog dana (D)	Biljke kratkog dana (K)	Neutralne biljke (N)
Pšenica	Kukuruz (N)	Kukuruz (K)
Ovas	Suncokret (N)	Suncokret (K)
Raž	Soja	Bob (D)
Ječam	Proso	Heljda (K)
Šećerna repa	Heljda (N)	Duvan (D, K)
Krompir (K)	Pamuk	Grašak (D)
Grašak (N)	Konoplja	Pasulj(K)
Bob (N)	Pirinač (ozimi)	Paradajz (K)
Duvan (K, N)	Krompir (D)	Krastavac
Mak	Pasulj (N)	Celer
Lan	Paprika (N)	Paprika (K)
Šargarepa (N)	Paradajz (N)	Šargarepa (D)
Crni i beli luk	Duvan (D, N)	
Cvekla		
Kupus		
Salata		
Mirodjija		
Detelina		
Lucerka		
Ježevica		
Trava belica		
Grahorica		
Popino prase		
Sirak		
Engleska trava		

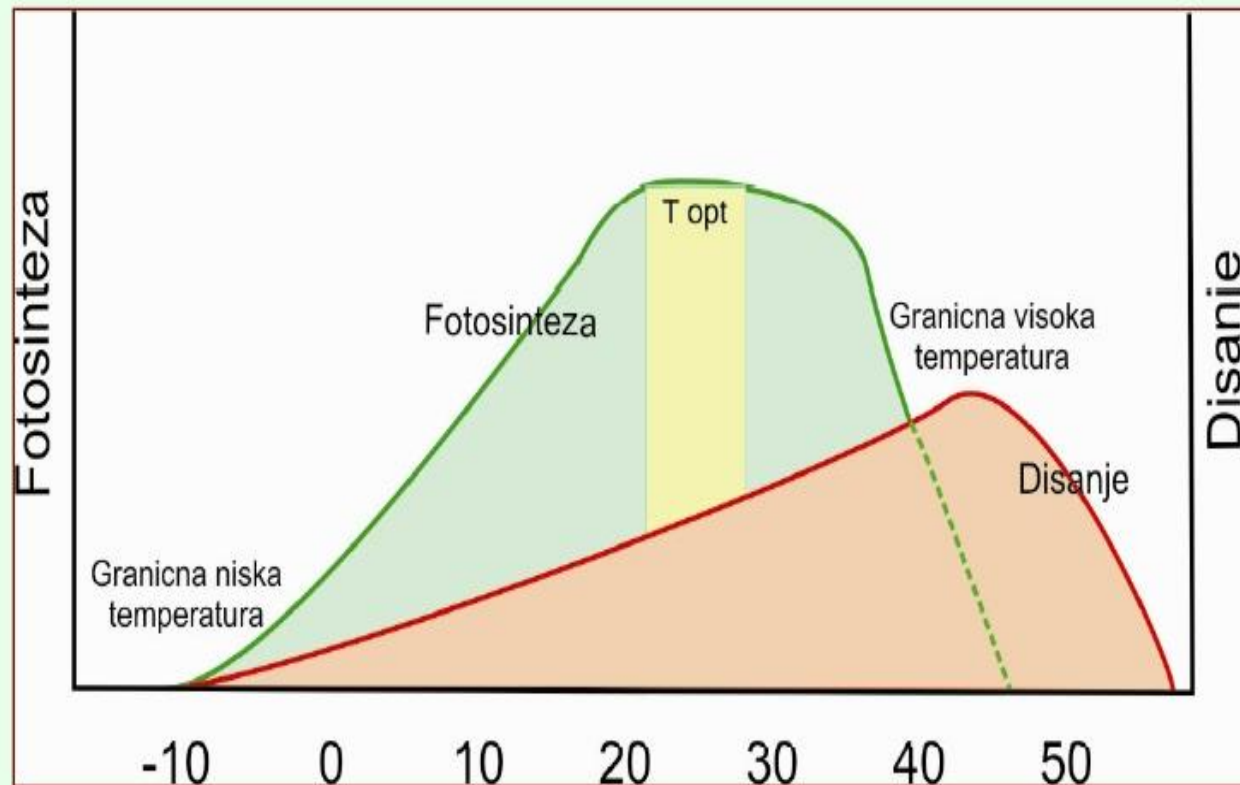
Temperatura

- Osnovni fiziološki procesi kao što su: fotosinteza, disimilacija, transpiracija, apsorbpcija hranjivih materija i dr. teku samo **u određenim granicama temperature.**



Temperatura

Za svaki fiziološki proces kod biljaka mogu se razlikovati tri osnovne kardinalne temperaturne tačke:



1. **temperaturni minimum**
(fiziološki procesi se odvijaju sporo i ispod njega se zaustavljaju),
2. **temperaturni optimum**
(proces se odvijaju najpovoljnije),
3. **temperaturni maksimum**
(proces se ubrzavaju i iznad njega se prekidaju)

Temperatura

KARDINALNE TAČKE KLJANJA NEKIH RATARSKIH KULTURA (po Haberlandu)

Vrsta	Minimum	Optimum	Maksimum
Ječam	3 - 4°	20°	28 - 30°C
Raž	1 - 2	25	30
Pšenica	3 - 4	25	30 - 32
Suncokret	3	28	35
Kukuruz	8 - 10	32 - 35	40 - 44

Temperatura

Kultura	Optimum			
	Nicanje	Formiranje vegetativnih organa i cvetanje	Formiranje generativnih organa	Donošenje ploda
Pšenica	6-12	12-16	16-20	16-22
Raž	6-12	12-16	16-20	16-22
Ječam	6-12	12-16	16-20	16-22
Ovas	6-12	12-16	16-20	16-22
Kukuruz	15-18	16-20	20-24	18-24
Proso	15-18	16-20	18-22	18-24
Šećerna repa	15-17	20-22		
Krompir	18-25	20-25	20-25	16-18*
Suncokret	9-12	15-18	19-23	16-22
Soja	15-18	15-18	18-22	18-22
Pasulj	15-18	16-26	18-25	20-23

Temperatura

Potrebe biljaka za toplotom nisu jednake.

- Termofilne vrste - pogoduju im više temperature
- Mezofilne vrste
- Psihrofilne (frigofilne) vrste -pogoduju im niže temperature

Potrebe određene biljne vrste/sorte za toplotom mogu se sagledati **sumom srednjih dnevni temperatura tokom vegetacionog perioda**

BIOLOŠKE SUME TEMPERATURE VAZDUHA ZA NEKE POLJOPRIVREDNE KULTURE
(Sinicina i dr., 1973)

Vrsta	Period	Biološka suma (°C)
Jari ječam	setva - voštana zrelost	1250 - 1450
Jari ovas	setva - voštana zrelost	1250 - 1550
Ozima raž	setva - voštana zrelost	1300 - 1400
Ozima pšenica	setva - voštana zrelost	1400 - 1500
Kukuruz	setva - metličenje	1200 - 1500
	setva - mlečna zrelost	1800 - 2200
	setva - puna zrelost	2200 - 2700
Proso	setva - voštana zrelost	1570 - 1875
Sirak	setva - voštana zrelost	2400 - 2900
Pirinač	setva - voštana zrelost	2200 - 3320
Soja	setva - zrelost	2340 - 3060
Suncokret	setva - zrelost	1850 - 2300
Pasulj	setva - zrelost	1500 - 1900
Pamuk	setva - otvaranje čaura	3100 - 4000
Krastavci	setva - berba	1200 - 1450
Paradajz	setva - berba	1500 - 1750
Kupus	setva - berba	1400 - 1650
Šargarepa	setva - vadjenje	1500 - 1750

Temperatura

Temperature iznad biološkog minimuma za određenu fazu razvića nazivaju se **aktivne temperature**

Efektivne temperature su aktivne temperature umanjene za biološki minimum

Npr. ako je biološki minimum za početak rasta 5°C a temperatura je 14°C , zaključujemo da je tog dana aktivna temperatura za rast, a efektivna temperatura iznosi 9°C

- **Sume aktivnih t iznad 10°C** u agrometeorologiji kao osnovni termički pokazatelj mogućnosti gajenja vrsta
- **Sume efektivnih t** za fenološke prognoze – tempo razvića

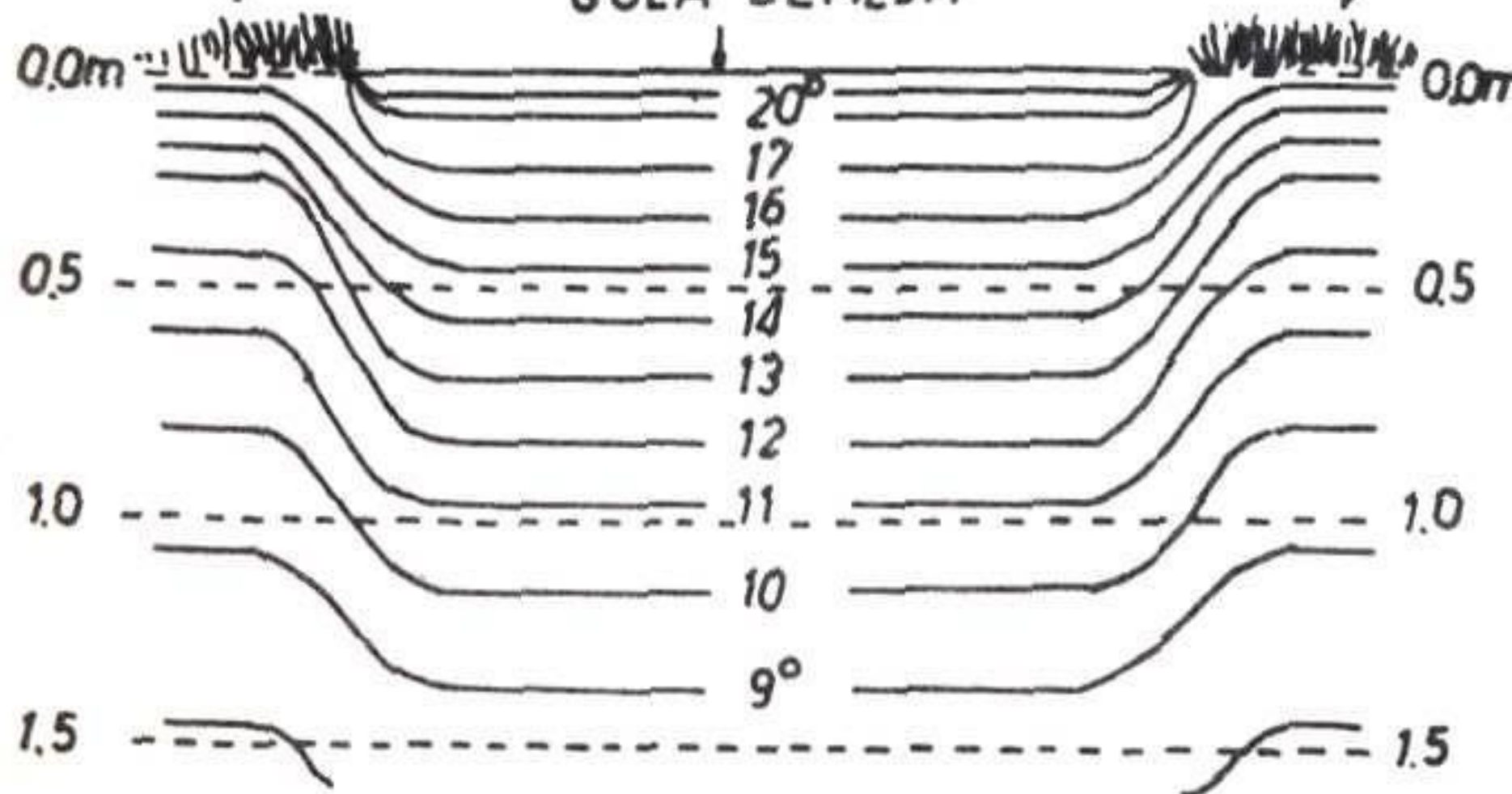
SUME EFEKTIVNIH TEMPERATURA VAZDUHA ZA MEDJUFAZNE PERIODE NEKIH RATARSKIH
KULTURA (Šigoljev A.A., 1957)

Vrsta	Period	Suma efektivnih temperatura vazduha(°C)
Ozima pšenica	setva - bokorenje	67
	vlatanje - klasanje	330
	klasanje - mlečna zrelost	230
	klasanje - voštana zrelost	490
Ozima raž	setva - bokorenje	52
	vlatanje - klasanje	183
	klasanje - cvetanje	144
	cvetanje - mlečna zrelost	225
	mlečna - voštana zrelost	175
Jari ovas	vlatanje - metličenje	378
	metličenje - voštana zrelost	428 - 466
Jari ječam	vlatanje - klasanje	330
	klasanje - voštana zrelost	388 - 410

BILJNI POKRIVAČ

BILJNI POKRIVAČ

GOLA ZEMLJA



GRANIČNE TEMPERATURE ZEMLJIŠTA (°C) ZA KLIJANJE SEMENA NEKIH
POLJOPRIVREDNIH KULTURA
(W.H.Tung, 1976; cit. Wang i dr. 1982)

Tab. 28

Vrsta	Donja letalna	Minimum	Optimum	Maksimum	Gornja letalna
ŽITA:					
Ječam	-8,3	0,0	25,0-31,1	37,2	-
Ovas	0,0	5,0	25,0-31,1	37,2	-
Pšenica	-8,9	5,0	25,0-31,1	37,2	-
Kukuruz	0,6	10,0	15,6-35,0	40,6	41,7
PREDIVNE BILJKE:					
Pamuk	-1,1	15,0	25,0-30,0	35,0	>40,0
VOĆKE:					
Jabuka	-34,4	-17,8 do -12,2	11,1-19,4	23,9	-
Breskva	-26,1	1,1	18,3-23,9	-	-
Orah	-6,7	1,1	-	37,8	-
Vinova loza	0,0	1,7 do 4,4	20,0-30,0	35,0 - 40,0	-
Pomorandže	-2,2	12,8	22,8-32,8	37,8	-

- Sa povećanjem temperature zemljišta povećava se i rad mikroorganizama, koji je najaktivniji pri temperaturi 10—40°C. Pri višim temperaturama brzina procesa koje izazivaju mikroorganizmi se smanjuje.

Nepovoljan uticaj temperature

Niske temperature

- iznad 0°C (chilling stress ili stres niske pozitivne temperature)
- temperature ispod 0°C (freezing stress ili stres niske negativne temperature)

Niske temperature, iznad tačke mržnjenja (chilling), previše niske za normalan rast, ali nedovoljno niske da bi se formirao led.

Među biljkama postoje znatne razlike u pogledu **minimalnih temperatura koje dopuštaju rasteenje.** Stoga se pod niskom temperaturom, za datu vrstu, podrazumijeva ona temperatura na kojoj su metaboličke funkcije i razviće poremećeni.

Za biljke adaptirane na više temperature (tropske i suptropske vrste) to može biti 10-15 °C, odnosno 1-5 °C za biljke adaptirane na hladnoću (biljke umjerenih regiona).

Do **oštećenja izazvanih niskim temperaturama (chilling injury)** dolazi na temperaturama nižim od 15 °C, ali se to po definiciji dešava u odsustvu nukleacije leda u biljnim ćelijama, tj. između 15 i 0 °C.

Efekti niskih temperatura variraju, zavisno od temperature, dužine izlaganja, stadijuma razvića biljke i njenih tkiva, doba dana i drugih sredinskih faktora kao što su svjetlost, vjetar (vlažnost vazduha), voda i hranljive materije.

Temperature ispod tačke mržnjenja vode

Primarni efekat - pojava intra i ekstracelularnih kristala leda. Pri brzom hlađenju dolazi do pojave malih intracelularnih kristala leda čije je dejstvo uglavnom letalno. Kristali leda dovode do mehaničkih povreda (razaranja membrana i organela u citoplazmi) i dehidracije. Pojava leda u intercelularnim prostorima dovodi do dehidracije ćelije, gubitka sadržaja ćelije i smrti.

Sekundarni efekat - opadanje turgora i stres suše (dehidracija ćelija i smanjeno usvajanje vode iz zemljišta). Poremećaji u fotosintezi i metabolizmu dovode do oksidativnog i osmotskog stresa.



Simptomi mraza, najčešće se manifestuju na listovima u vidu hloroze, nekrotičnih pjega, sušenja i opadanja.

Slabo hidratizirani organi (sjemena, spore gljiva) mogu da prežive veoma niske temperature bez znakova povrede.



Izmrzavanje cvijeta, izbojaka



Pucanje kore



Sposobnost preživljavanja biljaka pri **visokim temperaturama** varira u zavisnosti od biljne vrste, fiziološkog stanja same biljke, njihovog porijekla, trajanja i inteziteta stresa.

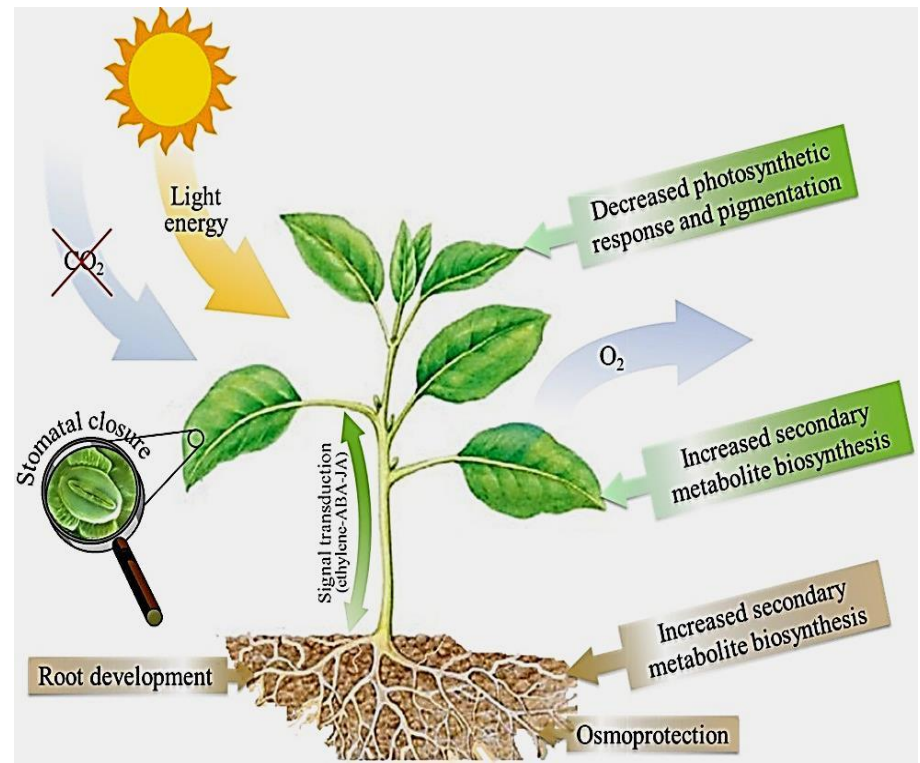
Najveći broj biljaka uvene na temperaturii od 45-50 °C.

Postoje i biljke posebno prilagođene visokim temperaturama i mogu da tolerišu temperaturu tkiva od 60-65 °C.

Modrozelenne alge mogu da podnesu temperature od 95 °C.

Pojedini organi viših biljaka koji su završili rasteenje i tkiva koja su dehidratisana (sjemena, spore) mogu da prežive temperature od 70-120 °C

Visoku temperaturu često prati smanjena relativna vlažnost vazduha, što vodi pojavi suše.



Vlažnost vazduha

- Optimalna vlažnost vazduha uz ostale povoljne uslove doprinosi normalnom razvoju biljke.
- Na biljke može negativno djelovati kako suviše suv, tako i previše vlažan vazduh
- S obzirom na zavisnost vlažnosti vazduha od temperature, najveća relativna vlažnost vazduha je u ranim jutarnjim časovima i opada ka podnevu.
- Od veličina koje karakterišu vlažnost vazduha za agrometeorološke potrebe i istraživanja najvažniji su **relativna vlažnost vazduha** i **deficit zasićenosti vazduha**

Vlažnost vazduha

- Kad je vazduh suv biljke transpiracijom intenzivnije troše vodu nego što je mogu korijenovim sistemom obezbijediti i dolazi do privremenog ili trajnog sušenja tkiva. Ovo naročito ako je period deficita zasićenosti vazduha praćen visokim temperaturama i vjetrom.
- Dugotrajne suše mogu uzrokovati velike štete u pojoprivrednoj proizvodnji.
- Kod biljaka kojima je neophodna visoka relativna vlažnost vazduha (krastavac 90-95%), pored redovnog zalivanja neophodno je i dopunsko orošavanje

Vlažnost vazduha

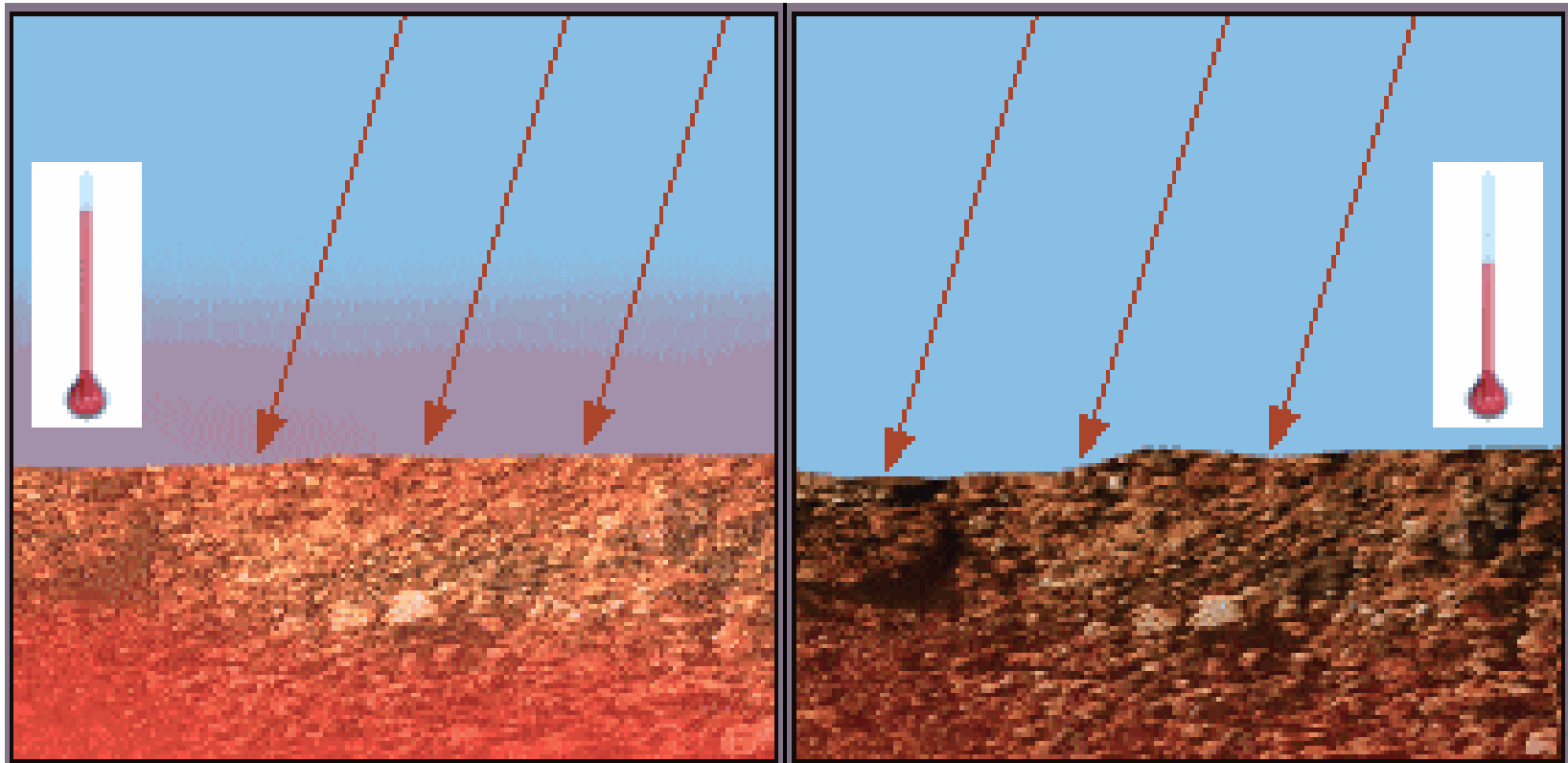
Štetne posledice na poljoprivrene kulture može imati i prevelika vlažnost:

- U periodu cvjetanja negativno djeluje na otvaranje prašnika, a i otežava let insekata-oprašivača .
- U periodu sazrijevanja žitarica povećava količinu vlage u zrnu
- Pojava i širenje biljnih bolesti

Vlaga u tlu takođe utiče na temperaturu tla:

•suvo tlo ima manji specifični toplotni kapacitet i koeficijent toplotne provodljivosti nego mokro tlo

→ suvo tlo se na površini prije zagrije, ali i prije ohladi → veći rasponi temperatura tla



Suvo tlo

Vlažno tlo

Padavine

- Padavine su jedan od najvažnijih meteoroloških elemenata za rast i razvoj biljaka
- Potrebe biljaka za vodom se razlikuju (higrofiti, mezofiti i kserofiti)
- Od svih padavina najveći uticaj imaju kiša i snijeg
- Padavine mogu imati pozitivne i negativne uticaje na poljoprivredne kulture

Padavine koje nastaju na
tlu/predmetima

Rosa – kondenzacija vodene
pare nakon hlađenja vodene
pare ispod temperature rosišta
(τ) i laganog kretanja vazduha:

prespori vjetar → vodena para
se brzo nataloži iz pristupačnog
vazduha

prebrzi vjetar → τ se ne
dostigne i dio rose ispari

Inje – naslage ledenih kristala na rubovima predmeta
– nastaje pri vrlo hladnom vremenu u magli koja struji
ili kretanjem kroz maglu



ukoliko se smrzne: **bijela rosa**

u pustinjskim klimatima,
praktički jedini izvor vode



Snijeg:

(+) termoizolacija biljaka tokom zime, obezbjeđenje vlažnog zemljišta u proljeće

(-) lomljenje grana zbog prevelike težine snijega
naglo otapanje izaziva bujice, lavine i sl.

gušenje biljaka ukoliko je temperatura za respiraciju, ali ne i za fotosintezu

Ledena kora, poledica – takođe lomovi granja, izmrzavanje pupoljaka,
lavine: čupanje mladog ponika usjeva

Grad – oštećenje tkiva, smanjena fotosinteza, otvoreni putevi za štetnike,
stradavanje generativnih organa i ploda/uroda



Kiša

nepovoljno – pokorica, erozija



takođe:

- problemi u obradi tla i žetvi
- slabija oplodnja biljaka
- smanjenje kvaliteta uroda
- gušenje korijenja i mikro organizama u tlu

• Mass movement

• Mountain diversity

Climate 2b 14 - 3

Climate 2 a + b Integr: 2.1: 15 - 3



Soil creep

When vegetation is cleared on steep slopes, waterlogged soils creep downhill at up to 20 cm/yr.

Slip, surface lubricated by groundwater

Trees and poles lean downhill

Grassy patches not eroded by running water

Earth flow

Water saturated clay that moves downslope as a viscous mass usually in channel

Mud flow

Avalanche of mud and rock that is >60% water. Often rapid and disastrous

Landslide

Consolidated soil slips downhill

Rockslide

Downslope movement of blocks of bedrock. Sudden events caused by earthquakes, eruptions and the weight of large dams

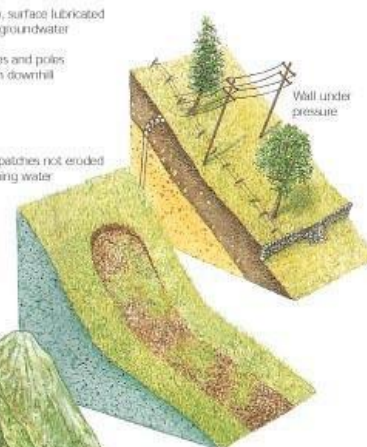
Steep cliff face

Rockfall

Rock fragments fall unretained off a steep face

Talus slopes at base of cliff composed of weathered fragments

Mass wasting refers to the downslope movement of earth materials under gravity



Mud deposition

A mud flow in 1985 in Colombia buried a town of 25,000 people in 15m of mud

Exposed surface subject to accelerated erosion

Slump block

Rockfall boulders stacked at cliff base

Source: Visual Dictionary, Science Guides and Eyewitness Series. © DK Dordring Knowledge, London. For further study at home or in the library, see also the Geography of the World and UK World Atlas.

2b.14.3
DKolm
English
2b.14.3
DKolm
www.ck12.org



Uticaj atmosferskog strujanja na biljke i životinje

- Mehaničko djelovanje vjetra
- Uticaj vjetra na vlažnost vazduha
- Miješanje vazduha (razmjena toplote, CO_2 , vodene pare, prenos polena, spora, sjemena, čestica tla i snijega)

Ukoliko vazduh miruje = temperaturni ekstremi

- kotline, mikrodepresije → mrazišta
- gusti sklopovi biljaka, lišće zadržava zagrijani vazduh → visoke temperature

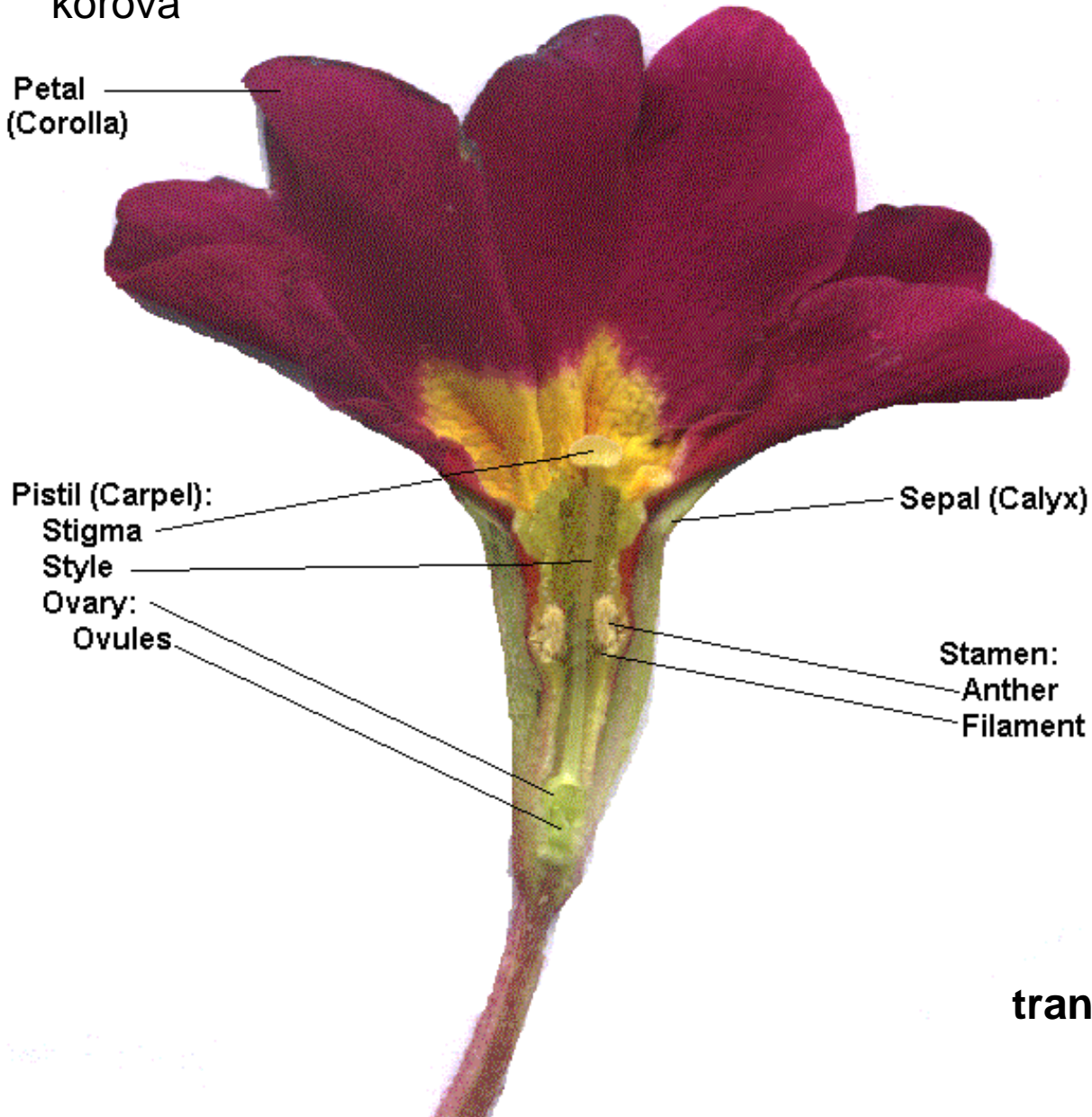
Blagi vjetar – povoljan uticaj na fotosintezu ← svjež dotok CO_2 i vlage (rosa)

Jače strujanje ← pozitivno – isušuje tlo, ranije moguća obrada
negativno – isušuje tlo i biljku, moguć stres

- Eolska erozija

Kod oprašivanja

pozitivno – transport polena, bolja oplodnja i negativno – transport spora i sjemenja korova

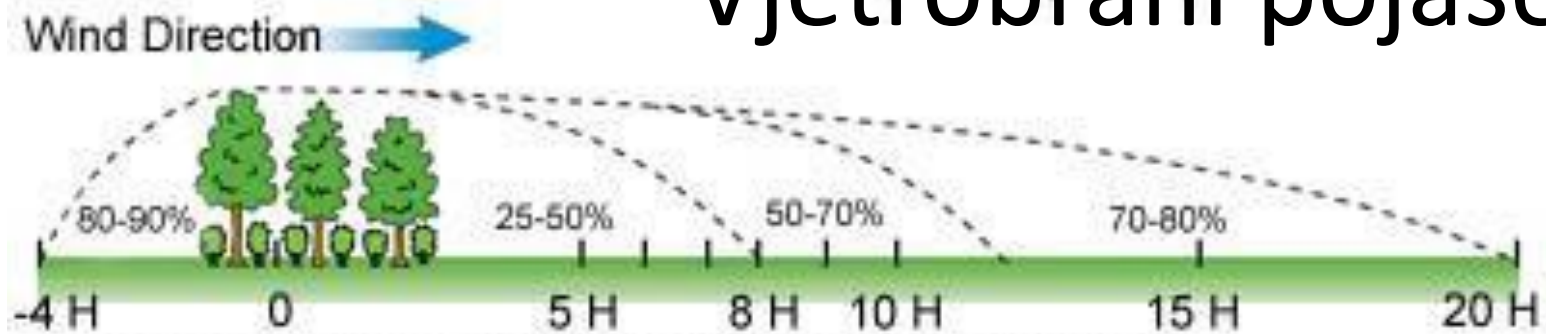


Prejak vjetar
-ometa se let oprašivača



transport spora i sjemenja korova

Vjetrobrani pojasevi



Zones of reduced wind velocity downwind of barrier as a percentage of open field velocity. Vertical scale exaggerated.

