



**USAID**  
OD AMERIČKOG NARODA

**KNIĆ, 24 - 26.09.2020.**

**AgrONET**  
Centar za obrazovanje i istraživanje

**KURS  
INTENZIVNA PROIZVODNJA  
POVRĆA I VOĆA U  
ZAŠTIĆENOM PROSTORU**



**USAID**  
OD AMERIČKOG NARODA

**KURS**

**Intenzivna proizvodnja povrća i voća  
u zaštićenom prostoru**

**AgrONET**  
Centar za obrazovanje i istraživanje

**Prof. dr Đorđe Moravčević**

Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu

064-167-63-68

[djordjemor@agrif.bg.ac.rs](mailto:djordjemor@agrif.bg.ac.rs)



**SISTEMI, OPREMA I MATERIJALI U GAJENJU  
POVRĆA IZVAN ZEMLJIŠTA (SOILLESS)**

# USLOVI ZA USPEVANJE POVRTARSKIH BILJAKA

ZEMLJIŠNI (EDAFSKI) USLOVI

A. EKOLOŠKI

KLIMATSKI USLOVI

B. GENETIČKI

TOPLOTA

SVETLOST

A. AGROTEHNIČKI

VODA

VAZDUH



# KLIMATSKI USLOVI

**Toplota** je ekološki činilac koji utiče na isparavanje vlage, usvajanje zemljišnog rastvora od strane biljaka, utiče na asimilaciju, disanje, nakupljanje rezervnih hranljivih materija u produktivnim organima i dr. Biljke negativno reaguju na izrazito visoke i izrazito niske temperature. Naročito negativno reaguju na velika i česta kolebanja toplotnih uslova.

## Plamenjača (*Phytophthora infestans*)

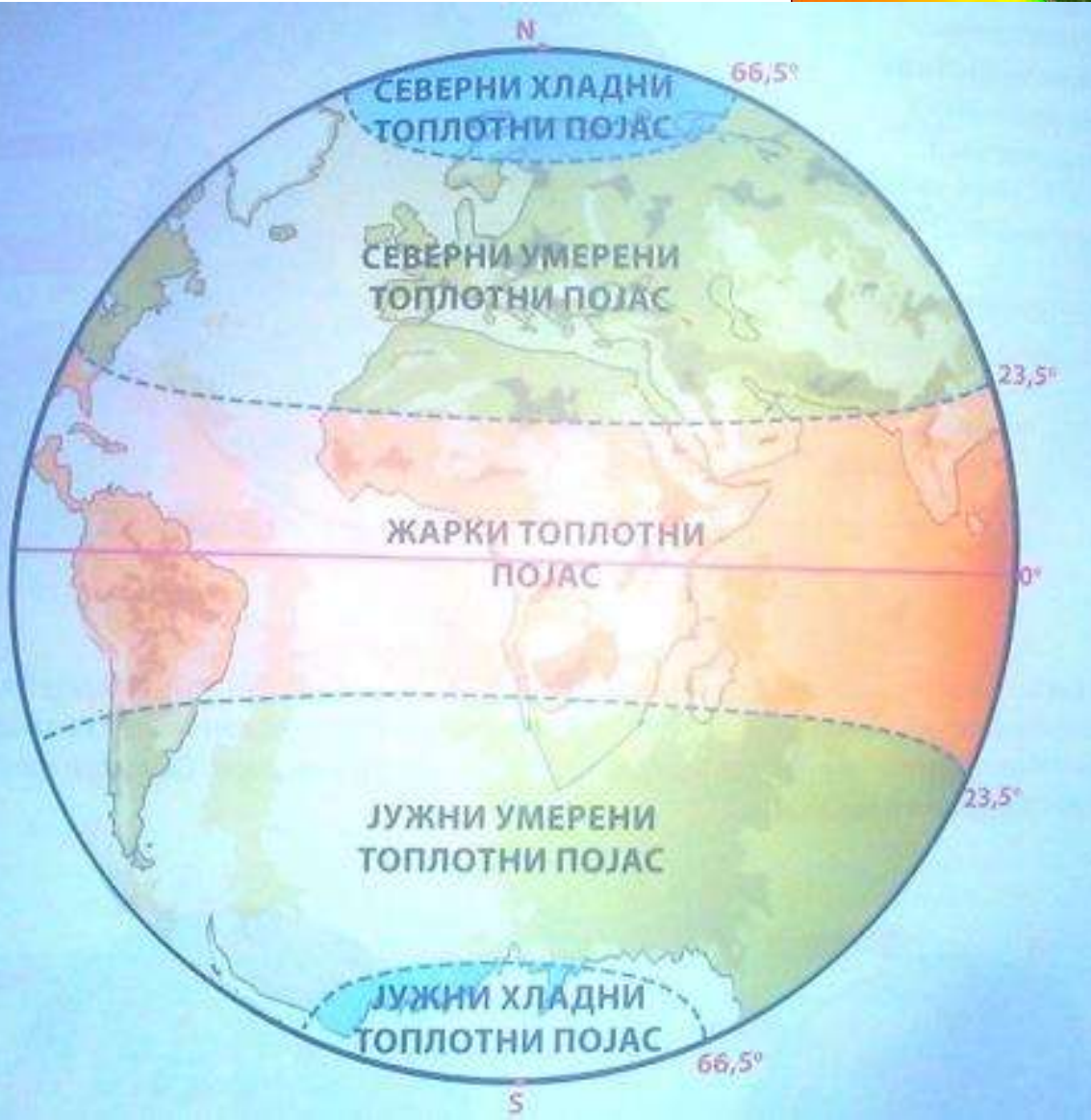
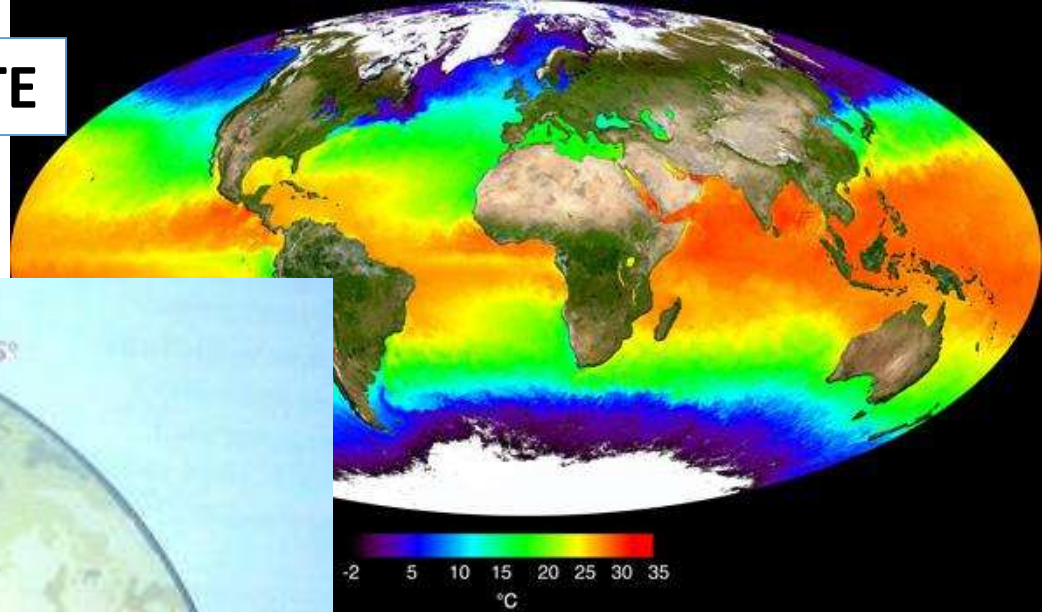
**Treba znati i to da su pospešujući uslovi za razvoj plamenjače:**

- a) noćne temperature ne manje od 7°C;
- b) temperature između 15 i 21°C pospešuju razvoj pega i sporulaciju, dok se pri temperaturama iznad 29°C patogen ne razvija;
- c) vlažnost lišća (rosa ili kiša) više od 6 časova pospešuje nove infekcije;
- d) vlažnost lišća više od 8 časova je veoma kritična.

Masovna pojava bolesti može biti kada su uslovi za razvoj plamenjače pospešujući i od tada treba startovati sa tretmanima.



# PROSTORNI RASPORED TOPLOTE

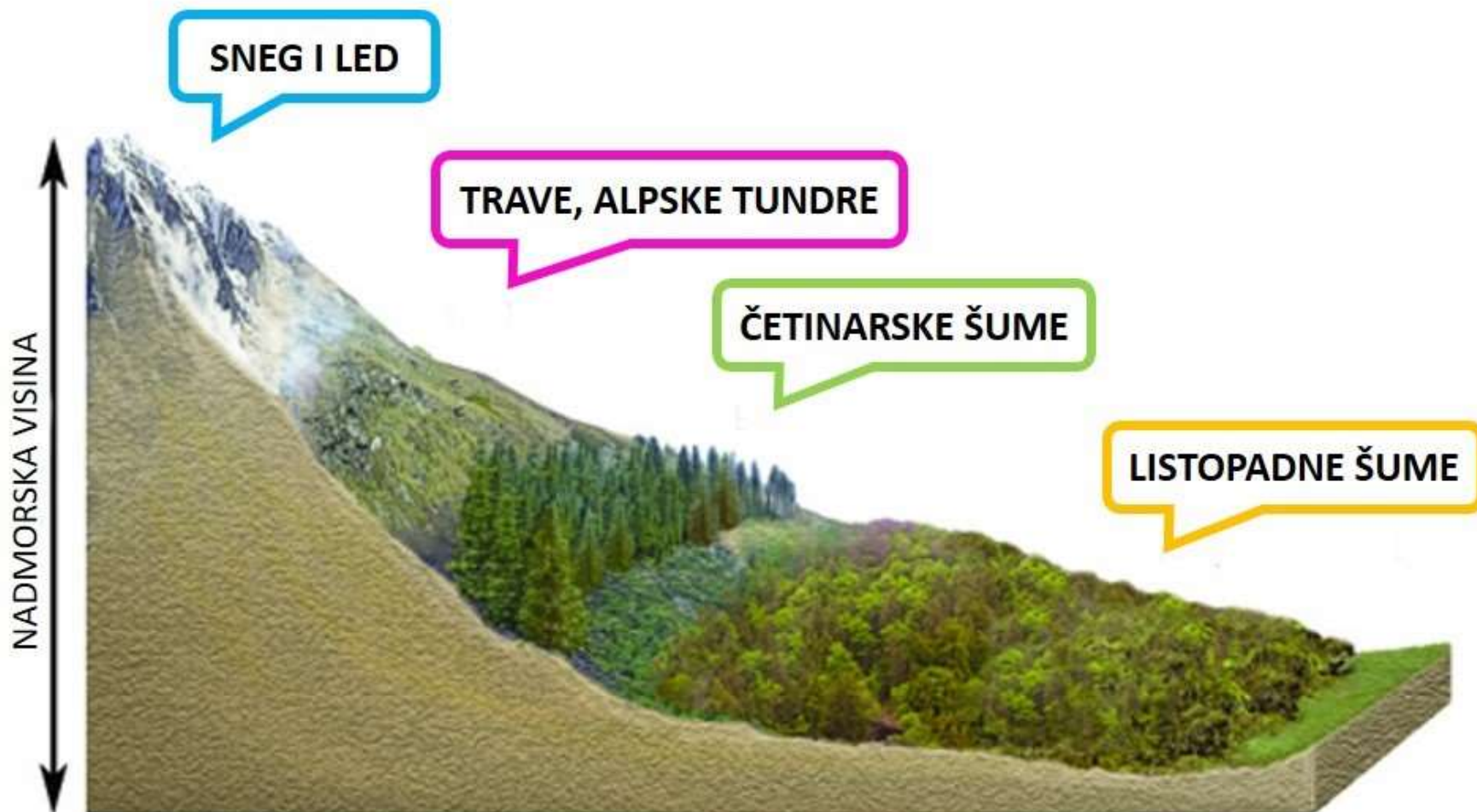


**HORIZONTALNI SMER**

# PROSTORNI RASPORED TOPLOTE

## VERTIKALNI SMER

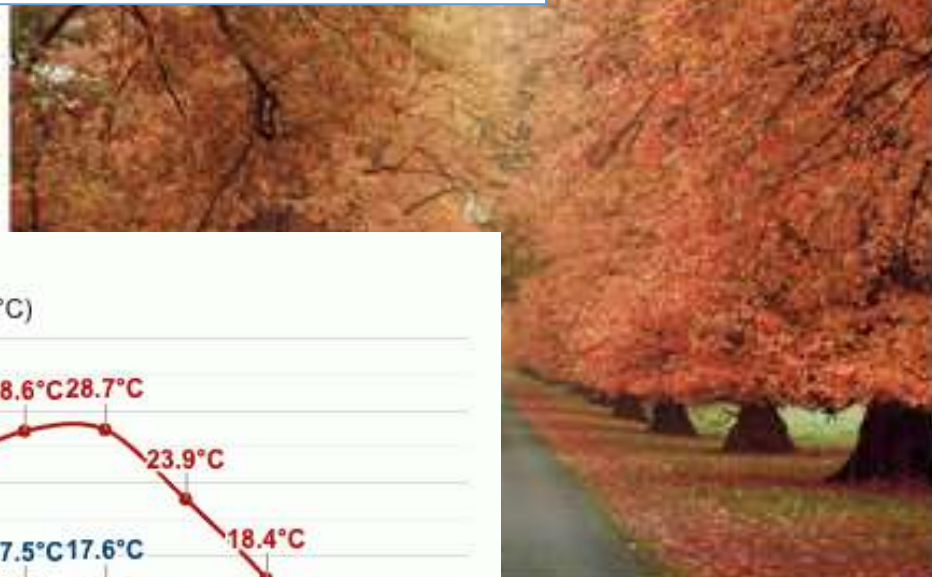
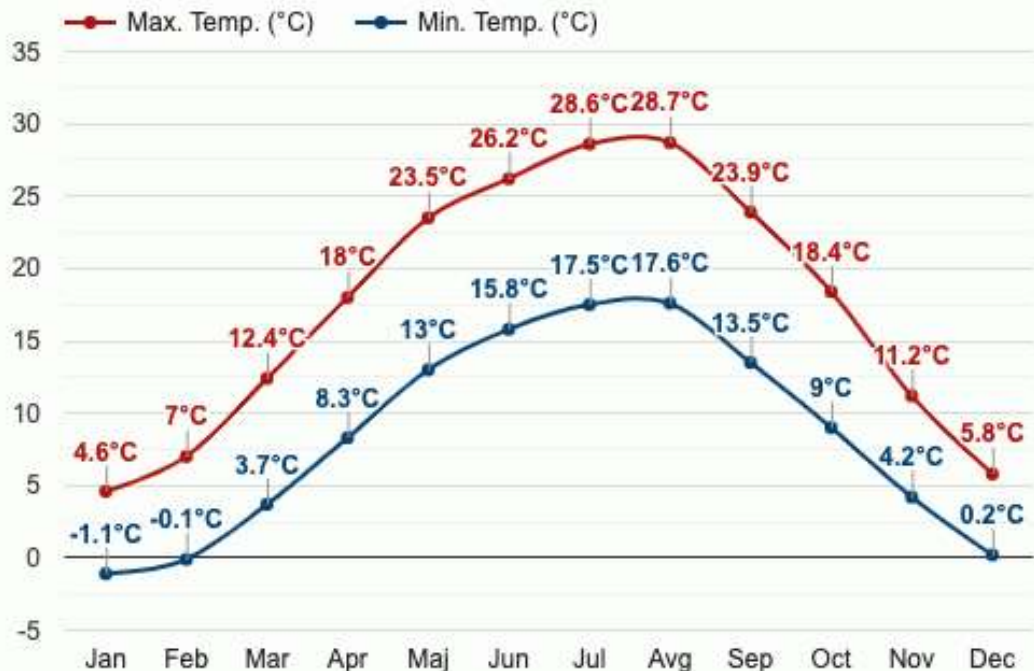
Na svakih 100 m NV temperatura opada za 0,6°C.



# VREMENSKI RASPORED TOPLOTE

Dužina bezmraznog perioda u našim uslovima je 160 do 180 dana

Temperatura - Beograd, Srbija



## VREMENSKI RASPORED TOPLOTE

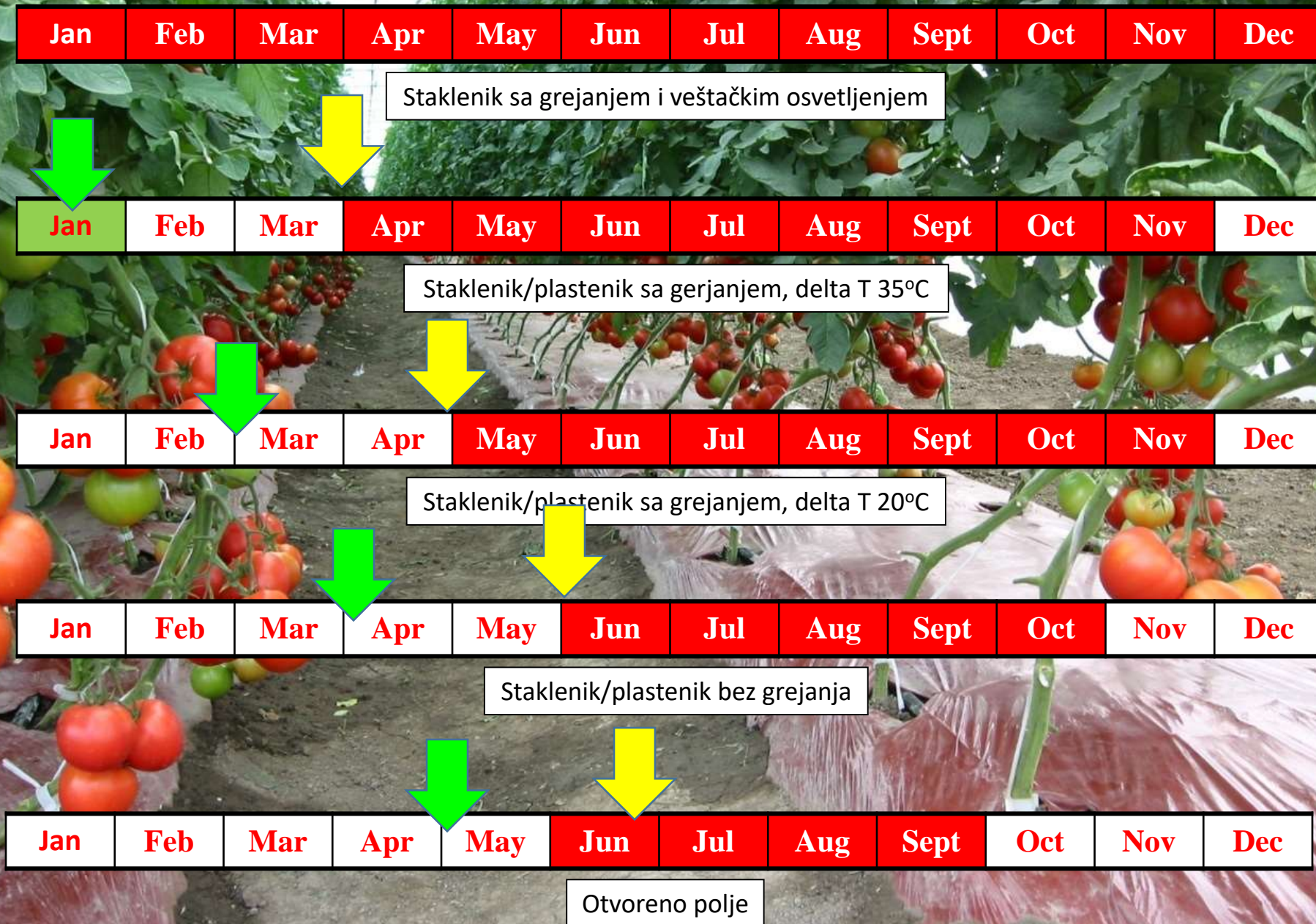
Dnevna temperature je najviša od 13 do 15 h.

Ožegotine uglavnom nastaju u popodnevni satima, oko 15-16h.





# Vreme rasadivanja i berbe paradajza u Srbiji u zavisnosti od tipa ZP



# KOMPENZACIONA TAČKA

Sa povećanjem temperature iznad određene granice biljke usporavaju asimilaciju, nakupljanje organskih materija. Istovremeno se povećava disanje, pri čemu dolazi do manjeg ili većeg gubitka produkata fotosinteze. Pri optimalnim i umereno sniženim temperaturama fotosinteza je veća od disanja. Sa povećanjem temperature povećava se i sinteza organskih materija, ali i disanje tako da se u jednom trenutku **uspostavlja ravnoteža između asimilacije i disanja**. Ovaj momenat se naziva **kompensaciona tačka**.

1.

Reagovanje jedne iste vrste na toplotne uslove zavisi od njene razvojne faze i karaktera delovanja ostalih ekoloških faktora.

2.

Pri jakoj svetlosti, dobroj vlažnosti i dobroj plodnosti zemljišta kompensaciona tačka nastaje na relativno visokoj temperaturi, tj. za nekoliko stepeni višoj nego pri slabijoj svetlosti i lošijoj vlažnosti i plodnosti zemljišta.

3.

Najveći uticaj na kompensacionu tačku ispoljava svetlost. Ako je svetlost slaba, onda se kompensaciona tačka javlja na znatno nižim temperaturama nego kada je svetlost optimalna ili iznad optimuma za odvijanje fotosinteze.

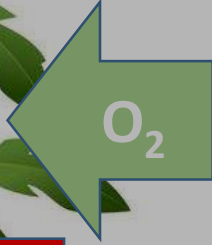
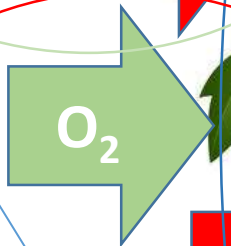
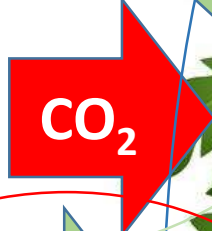
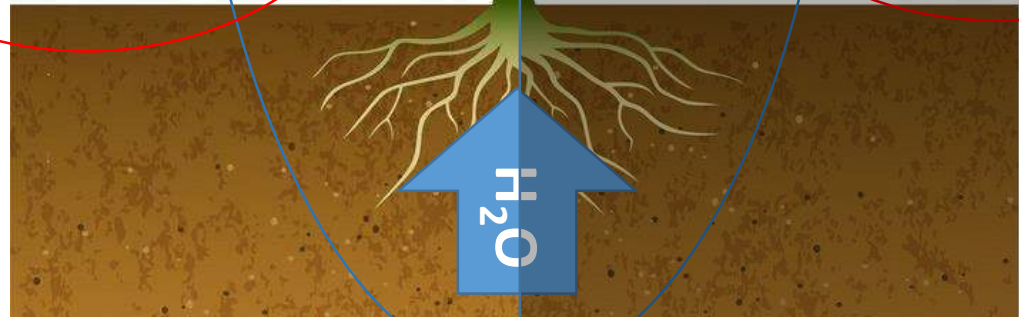


TRANSPIRACIJA

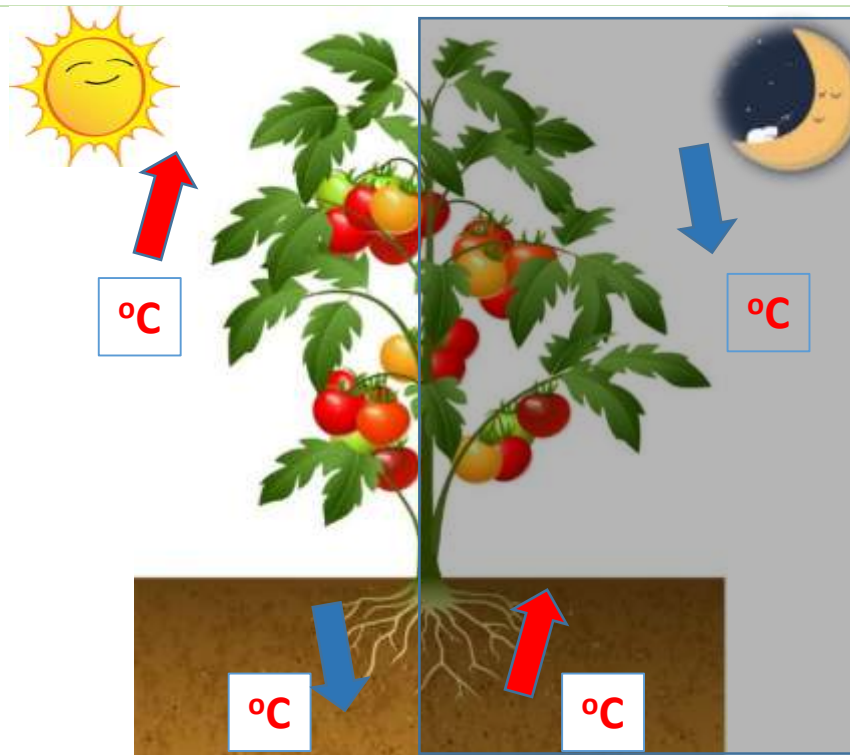
FOTOSINTEZA

DISANJE

DISANJE



Biljke slabije dišu na nižim temperaturama i tako sačuvaju dosta fotosintetskih materija, koje im služe za rast i razviće, odnosno formiranje prinosa. Za ovo postoje određene granice iako se temperatura spusti ispod tih granica one izazivaju štetne pojave kod biljaka.



## TERMOPERIODIZAM

Kod većine biljnih vrsta **nadzemni delovi biljke** imaju manje potrebe u toploti tokom **noći** nego tokom dana. Ova osobina dobila je naziv **termoperiodizam**.

Kod **korenovog sistema** postoji drugačiji termoperiodizam. **Optimalna noćna** temperatura za **koren** je za 2-3°C veća, a dnevna 2-3°C manja od optimalne temperature za nadzemni deo biljke.

**Ovo je jedan od suštinskih problema kod proizvodnje povrća u zaštićenom prostoru.**

# Temperaturni koeficijent (delta T)

Mikroklimatski uslovi u zaštićenom prostoru su uslovljeni vremenom, načinom proizvodnje i vrstom koja će se gajiti u njima. Temperaturni režim u našim klimatskim uslovima predstavlja limitirajući faktor za uspešnu proizvodnju, posebno termofilnih vrsta, tokom hladnijih perioda godine, ali i uslov za čije se stavljanje u optimalne granice potroši najviše finansijskih sredstava (grejanje).

Na osnovu planiranog temperaturnog koeficijenta projektuju se i prave grejne instalacije, koje će omogućiti planirano zagrevanje objekta, posebno u danima kada registrujemo ekstremno niske temperature (apsolutni minimum). Na osnovu, višegodišnjih klimatskih pregleda apsolutnih minimalnih temperatura za određeno područje, definiše se i potreban temperaturni koeficijent objekta koji se označava sa  $\Delta t^\circ$ . Npr. Ako je potrebna min temperatura u objektu od  $10^\circ\text{C}$ , a spoljašnja temperatura bude  $-22^\circ\text{C}$ , delta T treba da iznosi  $32^\circ\text{C}$  (amplituda od potrebne do stvarne temperature).

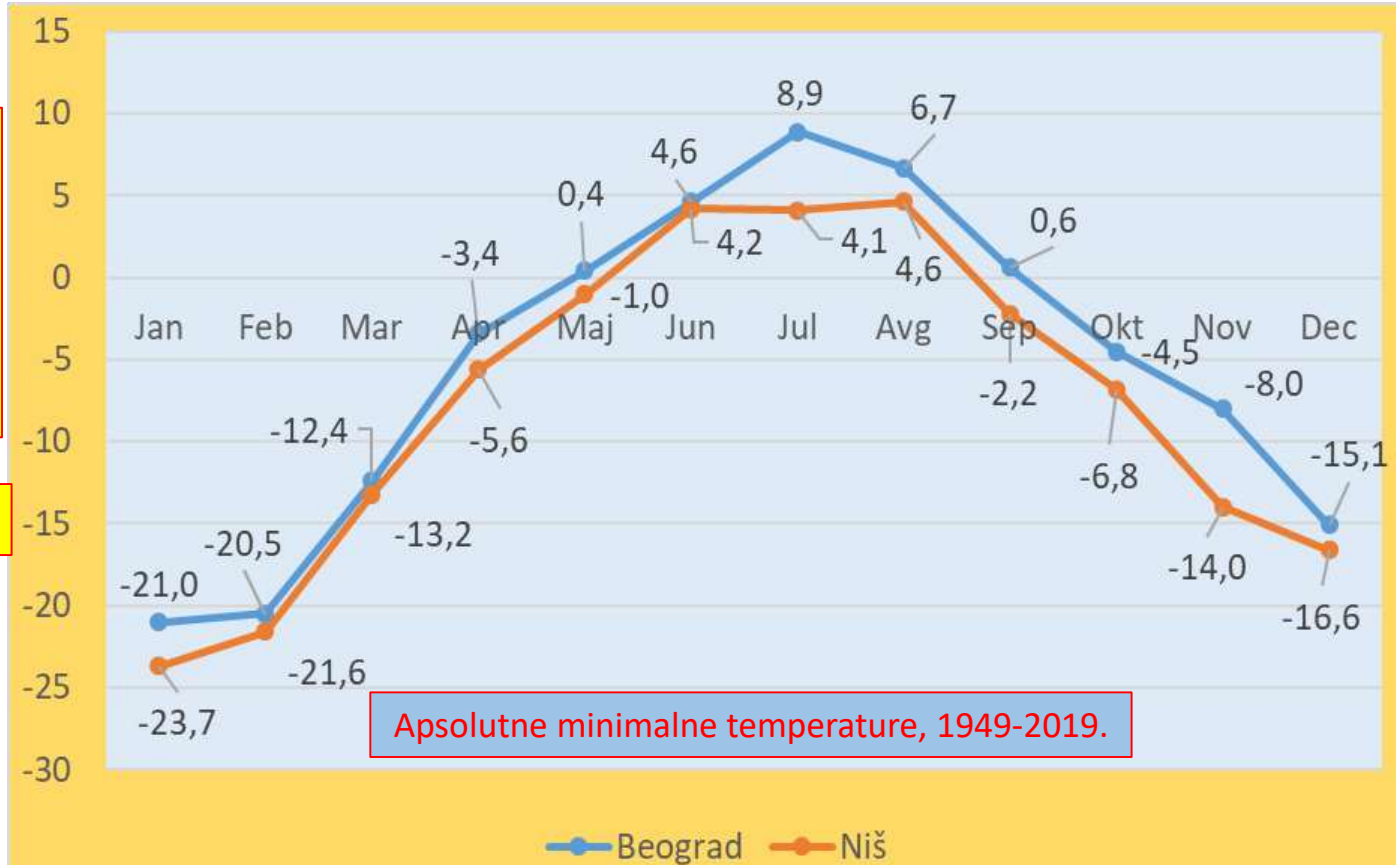
## Zadatak?

Koju  $\Delta t^\circ$  treba obezbediti u objektu ZP koji će biti u Nišu, a koju za Beograd (grafikon), za gajenje paradajza tokom zime?

Min T za paradajz je  $12^\circ\text{C}$

BEOGRAD  $\Delta t^\circ = \underline{\hspace{2cm}}$   $^\circ\text{C}$

NIŠ  $\Delta t^\circ = \underline{\hspace{2cm}}$   $^\circ\text{C}$



# HORTIKULTURNE SIJALICE (VEŠTAČKO OSVETLJENJE)

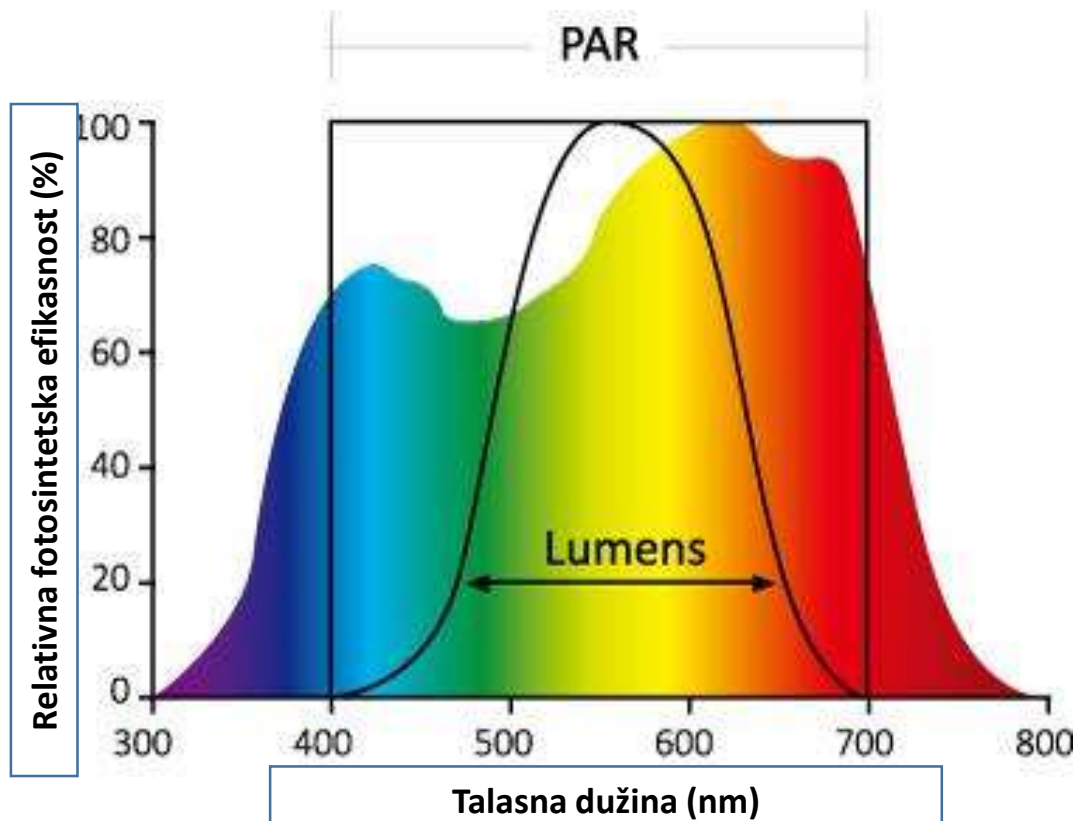
U hortikulturnoj proizvodnji mere **Luks** i **Lumen** mogu dovesti do zabune. Ove mere koje se koriste generalno za svetlost, definisane su prema osetljivosti ljudskog oka na različite talasne dužine. Ljudske oči su najosetljivije na zeleno svetlo (555 nm) i nisu tako osetljive na plavu i crvenu svetlost. Luks / Lumeni ne uspevaju pravilno da uzmu u obzir talasne dužine plave i crvene boje, koje su važne svetlosne talasne dužine za biljke. Ove mere se mogu koristiti za poređenje dve lampe za hortikulturu **samo ako je spektar svetlosti identičan**. U suprotnom dolazi do greške.

Mere novije generacije koje pokrivaju čitav spektar svetlosti koji biljke koriste za fotosintezu, daju tačniju predstavu o količini i kvalitetu svetlosti, a podaci se mogu upoređivati. To su pre svega PPF, PPF, DLY.

## Fotosintetski aktivna radijacija, FAR (Photosynthetically Active Radiation, PAR)

**Fotosintetski aktivna radijacija** je spektralni interval svetlosnog zračenja od 400nm do 700nm talasne dužine. Fotosintetski organizmi koriste svetlost unutar ovog raspona za proces fotosinteze. FAR je raspon talasnih dužina i nije metrička vrednost za bilo koju jedinicu.

U FAR zoni merimo svetlost koja pada na usev, koja se izražava kao PPF ili gustina fluksa fotona za fotosintezu ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ).



## Jedinice mere:

$$1 \text{ mm dan}^{-1} = 2.45 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$$

$$1 \text{ J cm}^{-2} \text{ dan}^{-1} = 0.01 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$$

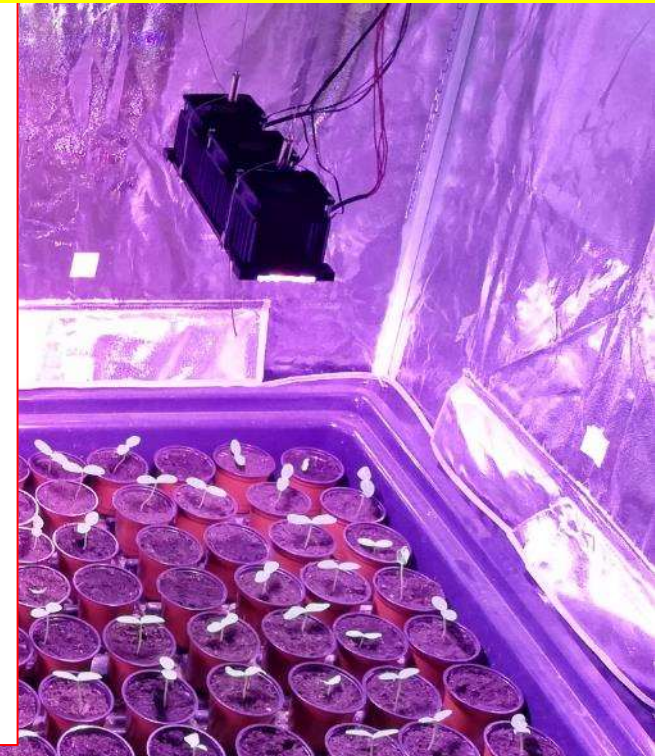
$$1 \text{ cal} = 4.1868 \text{ J} = 4.1868 \cdot 10^{-6} \text{ MJ}$$

$$1 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1} = 4.1868 \cdot 10^{-2} \text{ MJ m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$$

$$1 \text{ W m}^{-2} = 0.0864 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$$

- **Fotoni:** svetlosne čestice koje se mere molom [mol]. Jedan mol fotona ekvivalentan Avogadrovom broju fotona od  $6.022 \times 10^{23}$ .
- **Fotoperiod:** vremenski period tokom kojeg je dostupno prirodno ili veštačko svetlo da bi se vršila fotosinteza u biljkama.
- **Fluks fotona za fotosintezu, PPF** (Photosynthetic Photon Flux): meri se jedinicom  $\mu\text{mol/s}$ , u odnosu na talasni opseg svetlosti od 400 do 700 nm. Predstavlja količinu ukupne svetlosti (fotona) koje emituje svetlosni izvor u svakoj sekundi.
- **Gustina fluksa fotona za fotosintezu, PPFD** (Photosynthetic Photon Flux Density): količina svetlosti (fotona) koja stiže do cilja svake sekunde. Meri se jedinicom  $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ , u odnosu na talasni opseg svetlosti od 400 do 700 nm.
- **Celokupna dnevna svetlost, DLI** (Day Light Integral): količina fotosintetski aktivne radijacije (PAR) koja se prima svaki dan u zavisnosti od intenziteta i trajanja svetlosti. Meri se jedinicom  $\text{mol/m}^2/\text{d}$ . **DLI = PPFD x broj sati sa svetlom po danu x 0.0036**
- **Energetska efikasnost:** meri se jedinicom  $\mu\text{mol/J}$ . Definiše se kao PPF po jedinici utrošene električne snage (W).



## Srednje dnevno globalno Sunčevo zračenje (Rg. (MJ/m<sup>2</sup>/dan))

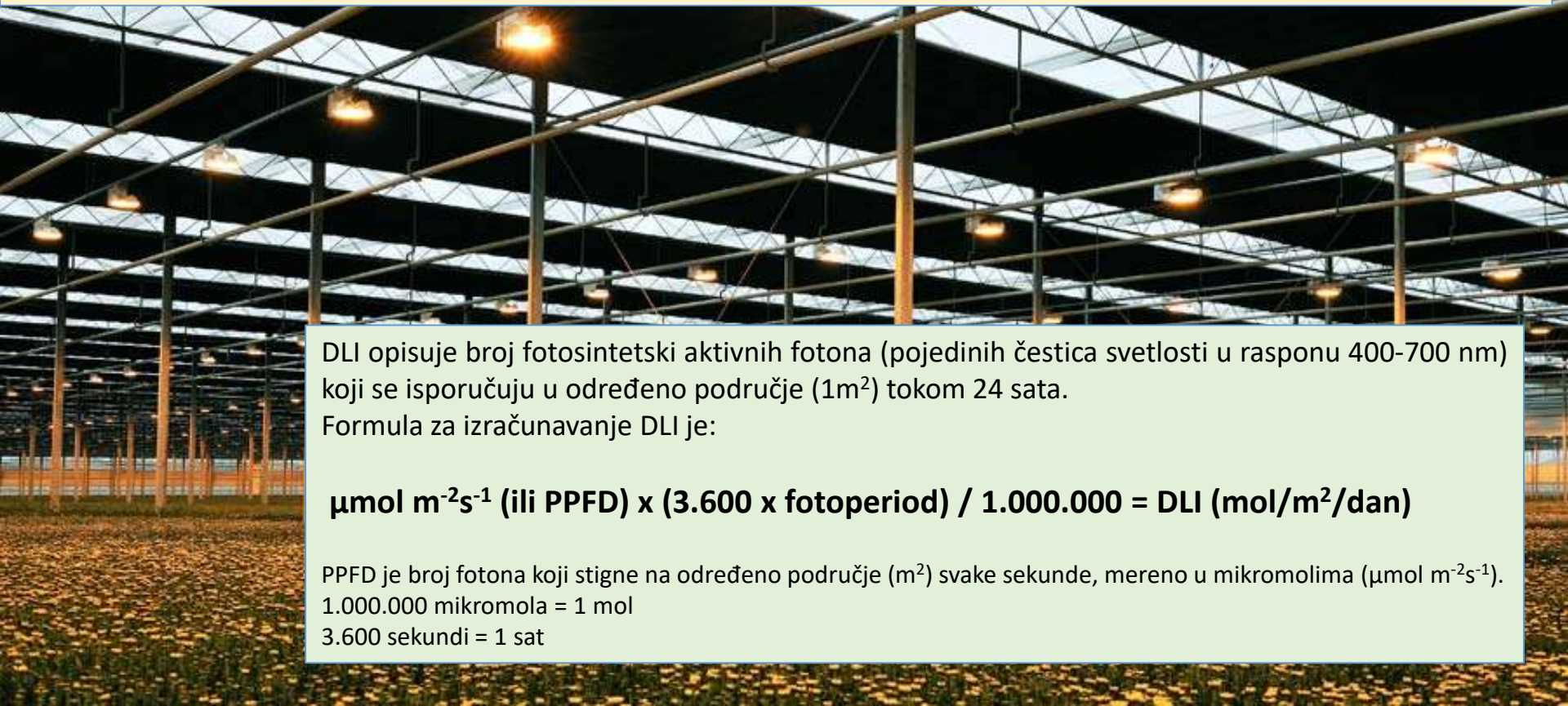
Stanica	Jan	Feb	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avg	Sept	Okt	Nov	Dec
R. Šančevi	4.7	7.8	12	16.6	21.1	23.6	24	21.2	15.4	10.1	5.6	4.1
Beograd	4.9	7.7	12	16.6	20	23.3	23.7	20.9	14.8	10.1	5.7	4.3

# Kako uporediti kvalitet hortikulturnih sijalica?

Vrlo je **teško uporediti sijalice za gajenje biljaka od različitih proizvođača**, pre svega zbog različitih parametara koje ističu kao glavne, a u stvari jednim parametrom je to teško uraditi. Sve više istraživača i proizvođača za ocenu kvaliteta veštačkog osvetljenja koristi parameter PPFd i DLI.

Razumevanje PPFd i DLI je neophodno za uspešno postavljanje efikasnog svetlosnog sistema unutar gajilišta.

Previše visoki DLI brojevi znači da će sijalice spržiti biljke, dok preniski brojevi ometaju njen normalan rasta. Nivo PPFd proizveden od strane sijalice treba da obezbedi proizvođač. To se radi podešavanjem visine lampe od biljaka dok ne dobijemo željene nivoe PPFd, a nakon toga se podesi fotoperiod (koliko dugo lampica treba da radi svakog dana). ([www.suntec.co.nz](http://www.suntec.co.nz))



DLI opisuje broj fotosintetski aktivnih fotona (pojedinih čestica svetlosti u rasponu 400-700 nm) koji se isporučuju u određeno područje (1m<sup>2</sup>) tokom 24 sata.

Formula za izračunavanje DLI je:

$$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1} \text{ (ili PPFd)} \times (3.600 \times \text{fotoperiod}) / 1.000.000 = \text{DLI (mol/m}^2\text{/dan)}$$

PPFD je broj fotona koji stigne na određeno područje (m<sup>2</sup>) svake sekunde, mereno u mikromolima ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ).

1.000.000 mikromola = 1 mol

3.600 sekundi = 1 sat



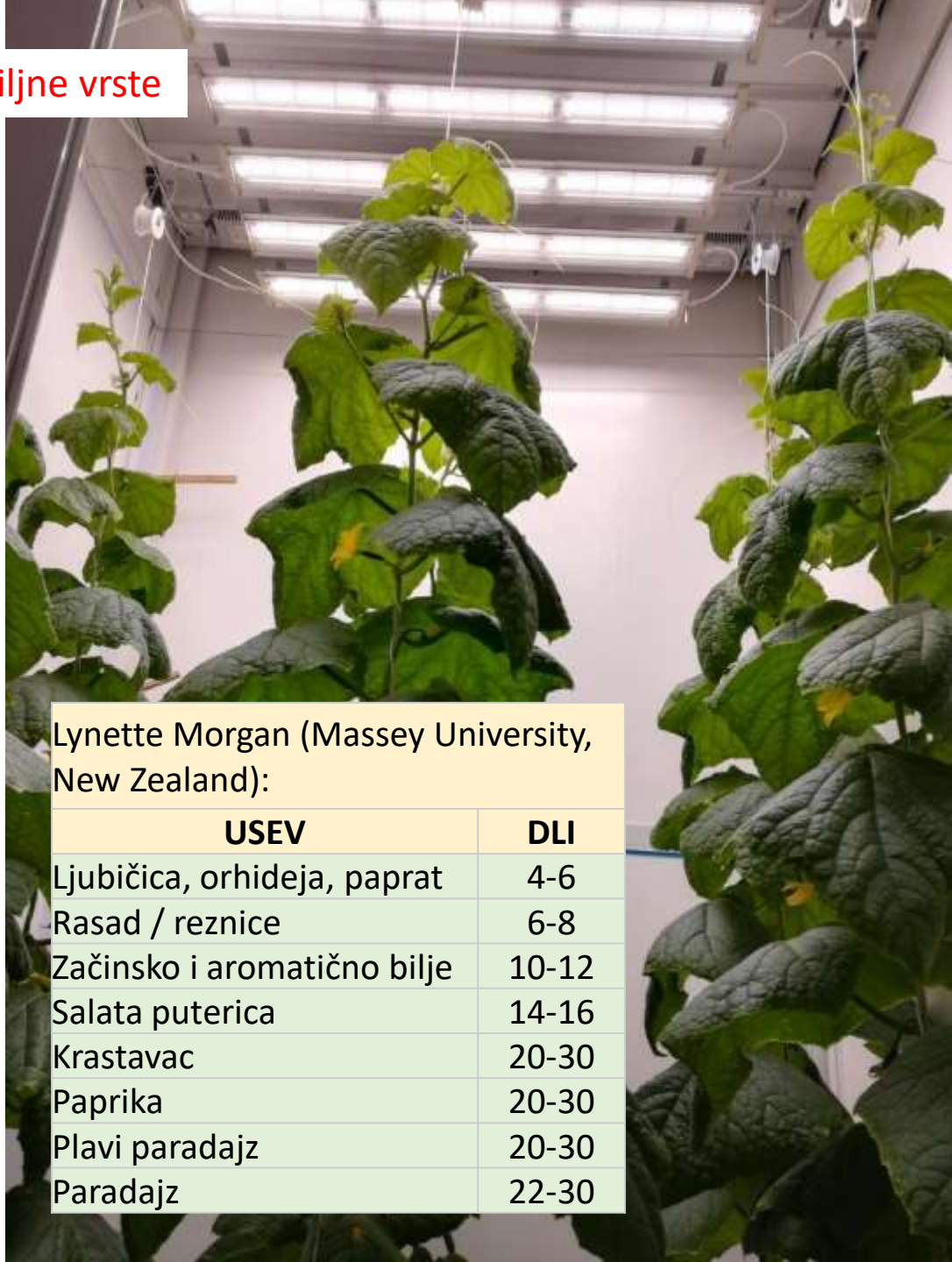
## Preporučene vrednosti DLI-ja za neke biljne vrste

Erik Runkle (Michigan State University):

USEV	DLI
Vegetativne reznice, rane	4-6
Vegetativne reznice, kasne	6-10
Rasad zaštićenog korena, rani	6-10
Rasad zaštićenog korena, kasni	10-15
Biljke senke (jednogodišnje i perene)	6-10
Lisno dekorativno cveće	6-10
Saksijske lukovice	6-15
Matične biljke (za reznice)	10-20
Jednogodišnje sadnice	10+
Začinsko i aromatično bilje	12+
Saksijsko cveće	12+
Grmlje	12+
Rezano cveće	15+
Plodovito povrće	15+

Lynette Morgan (Massey University, New Zealand):

USEV	DLI
Ljubičica, orhideja, paprat	4-6
Rasad / reznice	6-8
Začinsko i aromatično bilje	10-12
Salata puterica	14-16
Krastavac	20-30
Paprika	20-30
Plavi paradajz	20-30
Paradajz	22-30





# Instrumenti za merenje parametara svetlosti

## 1) instrumenti za merenje sunčevog zračenja:

- *pirheliometri* – mere direktno zračenje
- *piranometri* – mere ukupno zračenje
- *difuzometri* – mere difuzno zračenje
- *albedometri* – mere od neke površine odbijeno sunčevo zračenje



*pirheliometar*



*piranometar*



*albedometar*



## 3) instrumenti za merenje osvetljenja

- *luksmetri* – meri se direktno, raspršeno ili globalno osvetljenje

## 2) instrumenti za merenje trajanja insolacije:

- *heliografi*



# Sadržaj vodene pare u vazduhu - VLAŽNOST VAZDUHA

Gasovi u vazduhu ostaju u nepromenjenom odnosu, osim vlažnosti vazduha (vodena para, vlaga). Vlažnost vazduha se neprekidno menja. Vodena para u atmosferu dolazi isparavanjem, a ona je utoliko veća ukoliko je viša temperatura vazduha i jači vetar.

Vlažnost vazduha izražavamo najčešće na dva načina: kao apsolutnu i relativnu vlagu.

**1.**

**Apsolutna vlažnost vazduha (AVV)** predstavlja masu vodene pare u jedinici zapremine vazduha = gustina vodene pare (g/kg ili g/m<sup>3</sup>).

Napomena: g/m<sup>3</sup> je alternativna jedinica vrednosti apsolutne vlažnosti vazduha i može se dobiti odgovarajućom konverzijom. Npr. pri 20 °C težina 1 m<sup>3</sup> vazduha približno je oko 1,2 kg.

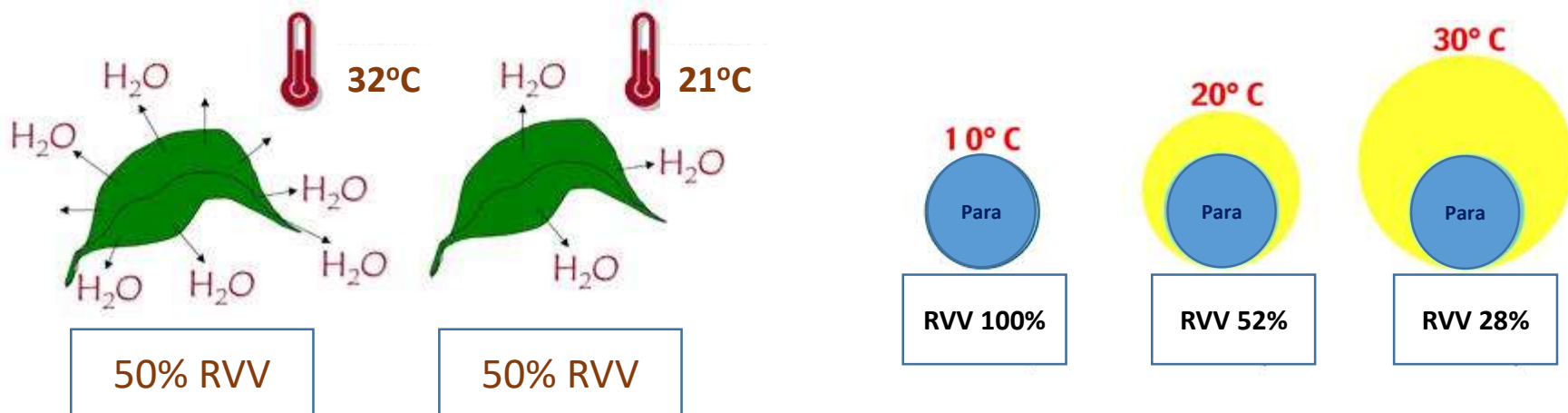
**2.**

**Relativna vlažnost vazduha (RVV)** označava stepen zasićenosti vazduha vlagom i izražava se u %. Označava količinu vode u vazduhu kao procenat maksimalne moguće pare. 100% RH označava maksimalnu zasićenost vazduha, a 0% označava apsolutno suvi vazduh.

Izuzetno važna osobina vazduha je da on na datoj temperaturi može da sadrži samo određenu količinu vodene pare i to utoliko veću ukoliko je temperatura vazduha viša.

## Temperatura i vlaga

Topli vazduh može primiti puno više vlage od hladnog vazduha. Zagrevanjem vazduha spuštamo RVV u tom prostoru.



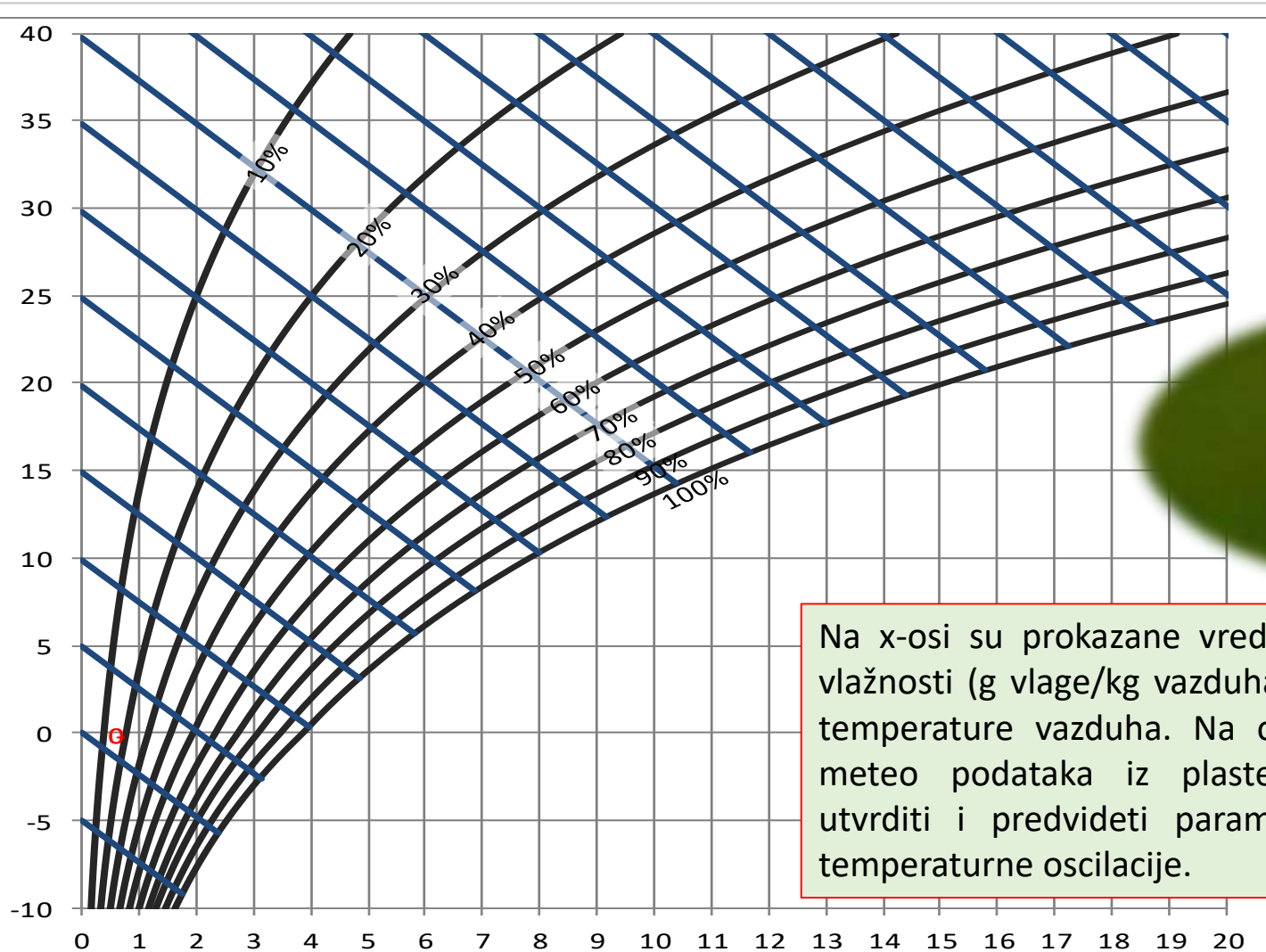
## Transpiracija i vlaga u ZP

Tokom leta, biljka paradajza će za vreme jednog časa odati u prostor (transpirisati) oko 0,2 litre vode (pare). To je oko 2 litre po biljci dnevno. U plasteniku od 1.000m<sup>2</sup>, gde ukupno ima oko 2.500 biljaka paradajza, koje dnevno transpirišu u prostor oko 5.000 litara vode (pare). Ovo utiče na podizanje RVV, ali i na hlađenje plastenika.

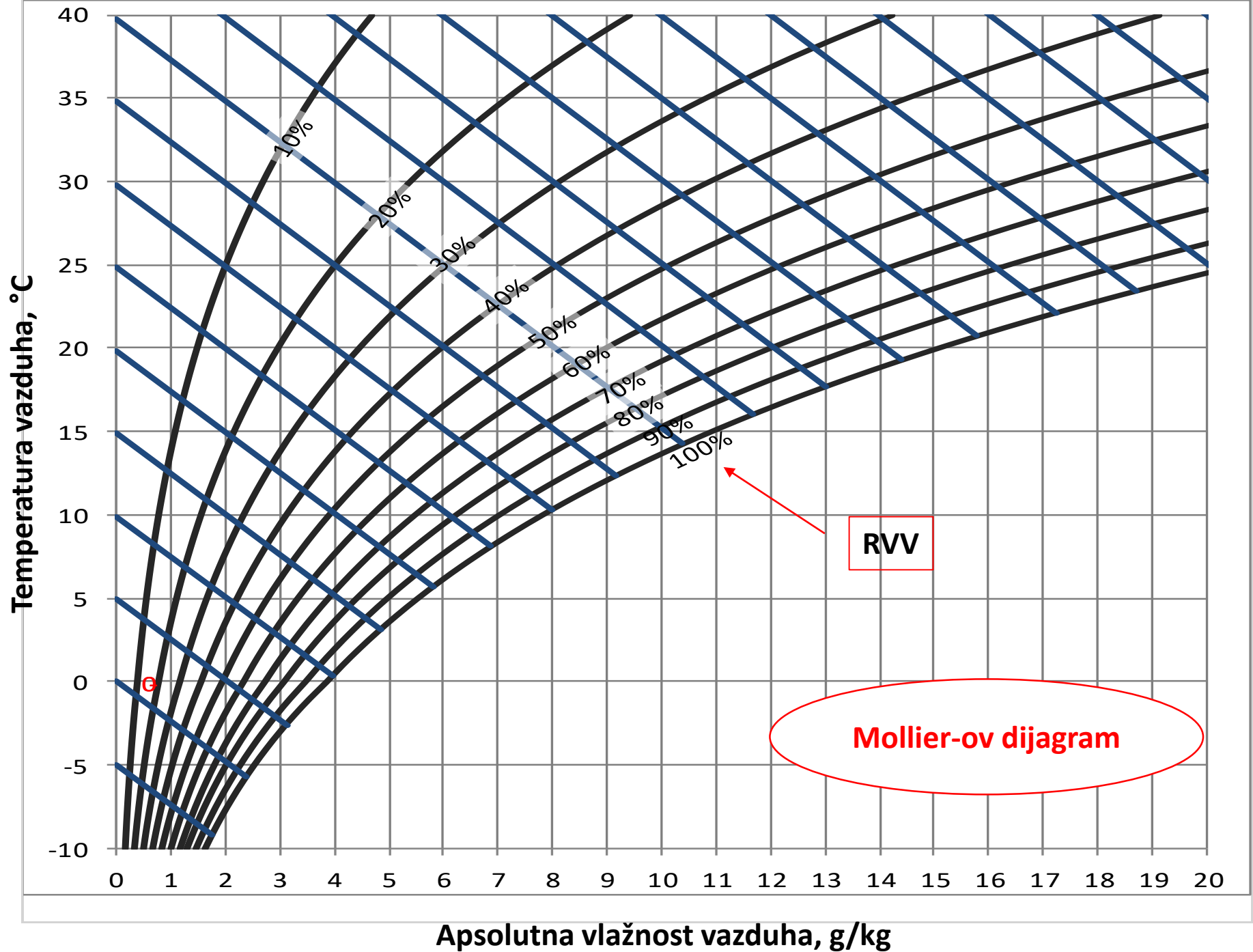
Ukoliko se višak vlage ne ukloni, dolazi do pojave kondenzacije. Provetravanjem zaštićenih prostora se RVV najčešće i najbolje drži pod kontrolom.

# Mollier-ov dijagram

Predstavlja vizuelizaciju termodinamičkih sistema, u našem slučaju RVV, temperature i tačke rošnja u zaštićenim prostorima, na osnovu kojeg se vrši predviđanje i kontrola uslova u kojima se biljke gaje. Mollier-ov dijagram je ekvivalentan Psihrometričkom grafikonu koji se češće koristi u SAD-u i Velikoj Britaniji.



Na x-osi su prokazane vrednosti apsolutne relativne vlažnosti (g vlage/kg vazduha), dok se na y-osi nalaze temperature vazduha. Na osnovu ovog dijagrama i meteo podataka iz plastenika/staklenika možemo utvrditi i predvideti parameter vezane za vlagu i temperaturne oscilacije.



## Primer iz prakse:

Pri merenju temperature i RVV u zaštićenim prostorima, često se može steći pogrešan utisak o ponašanju klime.

Tip dijagrama:

European

Samo u intervalu -15 °C and + 40 °C

Temperatura

16 °C

Relativna vlažnost vazduha /RVV(

90 %

Graf. 1

Nadmorska visina

80 m

Atmosferski pritisak

100.367,61 Pa

pws

1.818,44 Pa

Apsolutna vlažnost vazduha (AVV)

0,0103101 kg/kg

h (enthalpy)

42,18 kJ/kg

Specifična zapremina

0,841 m<sup>3</sup>/kg

Gustina

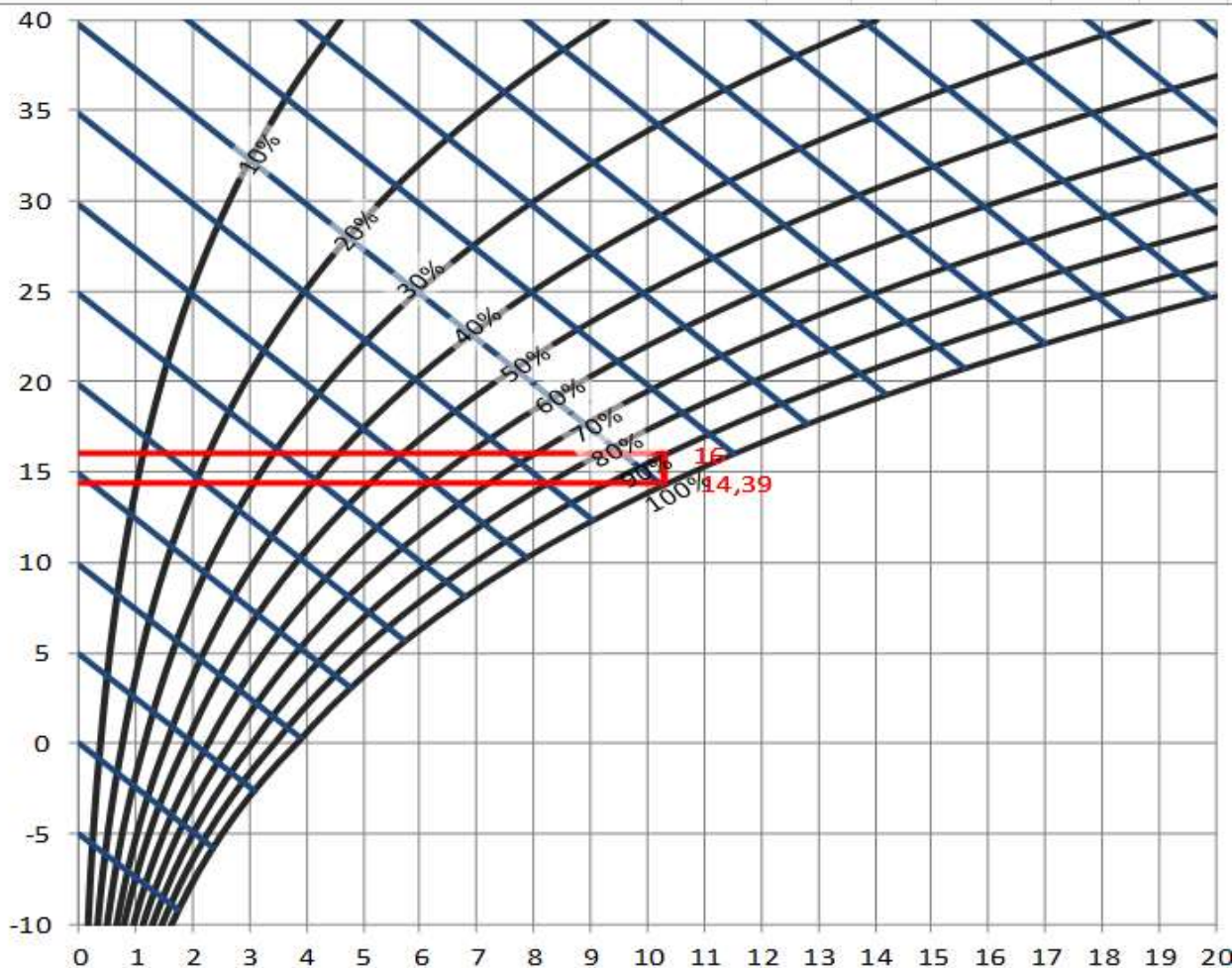
1,189 kg/m<sup>3</sup>

Parcijalni pritisak vodene pare

1.636,60 Pa

Tačka rošenja

14,39 °C



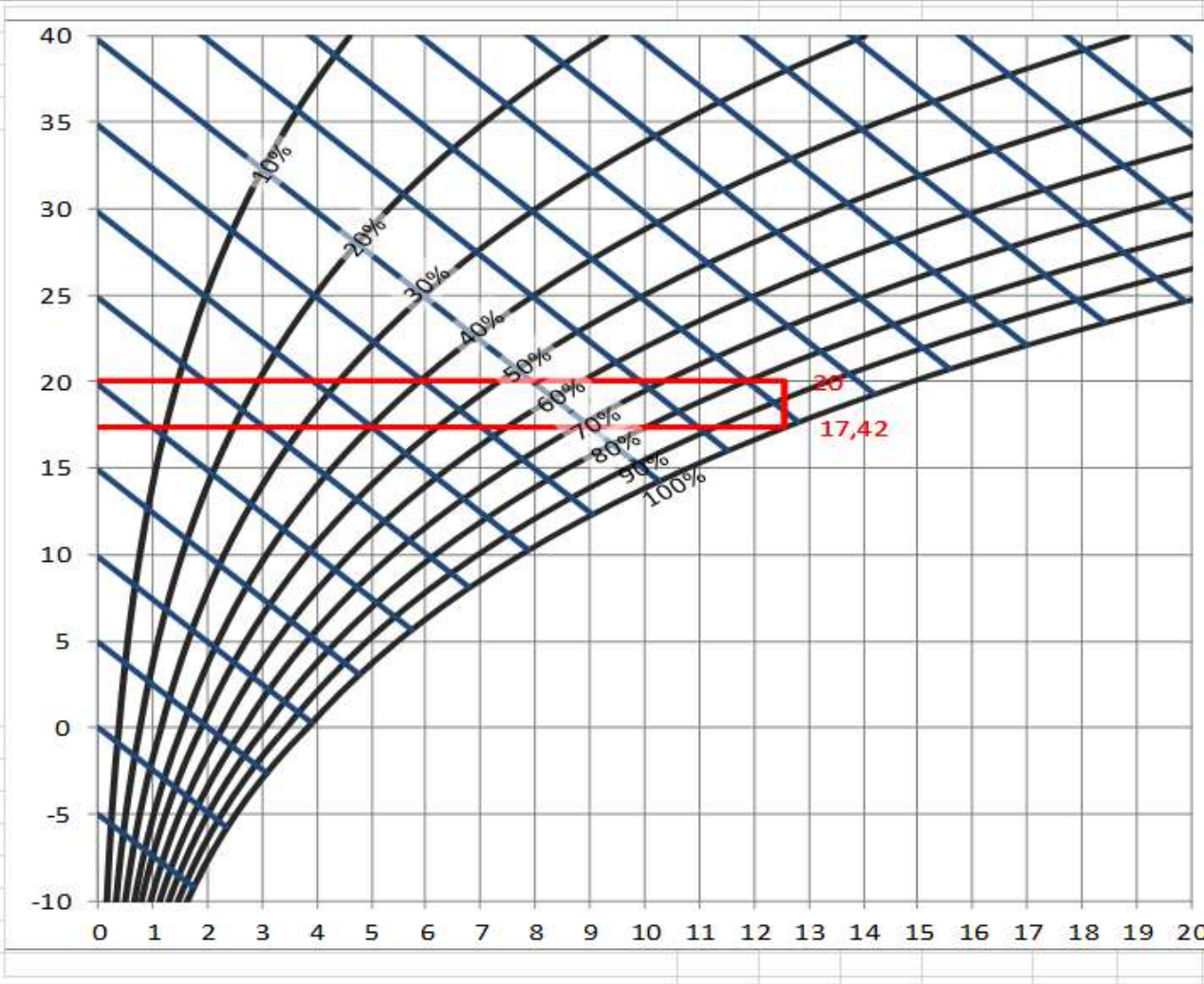
**ZADATAK**

Jutro je, merimo u ZP temperaturu vazduha 16°C i RVV od 90%.



Tip dijagrama:	European
Samo u intervalu -15 ° C and + 40 ° C	
Temperatura	20 °C
Relativna vlažnost vazduha /RVV/	85 %
Nadmorska visina	80 m
Atmosferski pritisak	100.367,61 Pa
pws	2.338,80 Pa
Apsolutna vlažnost vazduha (AVV)	0,0125685 kg/kg
h (enthalpy)	52,01 kJ/kg
Specifična zapremina	0,855 m <sup>3</sup> /kg
Gustina	1,169 kg/m <sup>3</sup>
Parcijalni pritisak vodene pare	1.987,98 Pa
Tačka rošenja	17,42 °C

**Graf. 2**



**ZADATAK**

Uključuje se grejanje i temperatura vazduha se podiže na 20°C, a RVV pada na 85%.

Da li se sadržaj vlage u ZP smanjio?

## Temperaturna tačka rošnja

ili rosna tačka je temperatura vazduha pri kojoj dolazi do prelaza vodene pare, koju vazduh sadrži, u njeno tečno stanje pri konstantnom vazдушnom pritisku.

Što je relativna vlažnost vazduha viša, to je tačka rošnja bliža trenutnoj temperaturi vazduha.

Kada bi RVV bila 100%, tačka rošnja bi bila jednaka trenutnoj temperaturi i vazduh bi bio maksimalno zasićen vodom.

Ako se uz povećanje temperature tačka rošnja ne menja, relativna vlažnost vazduha će se smanjivati.

t (°C)	Relativna vlažnost vazduha (RVV)										
	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
2.00	-8.70	-7.35	-6.10	-4.96	-3.89	-2.90	-1.97	-1.09	-0.26	0.53	1.28
4.00	-6.88	-5.50	-4.23	-3.07	-1.99	-0.98	-0.03	0.86	1.71	2.51	3.27
6.00	-5.05	-3.65	-2.37	-1.18	-0.08	0.94	1.90	2.81	3.67	4.48	5.26
8.00	-3.22	-1.80	-0.50	0.70	1.82	2.86	3.84	4.76	5.63	6.46	7.25
10.00	-1.40	0.05	1.37	2.59	3.72	4.78	5.77	6.71	7.59	8.43	9.24
12.00	0.43	1.89	3.23	4.47	5.62	6.70	7.71	8.66	9.56	10.41	11.22
14.00	2.25	3.74	5.10	6.36	7.52	8.61	9.64	10.60	11.52	12.39	13.21
15.00	3.16	4.66	6.03	7.30	8.47	9.57	10.60	11.58	12.50	13.37	14.21
16.00	4.07	5.58	6.96	8.24	9.42	10.53	11.57	12.55	13.48	14.36	15.20
17.00	4.98	6.50	7.89	9.18	10.37	11.49	12.54	13.52	14.46	15.35	16.19
18.00	5.89	7.42	8.82	10.12	11.32	12.45	13.50	14.50	15.44	16.33	17.19
19.00	6.80	8.34	9.75	11.06	12.27	13.40	14.47	15.47	16.42	17.32	18.18
20.00	7.71	9.26	10.69	12.00	13.22	14.36	15.43	16.44	17.40	18.31	19.17
21.00	8.61	10.18	11.62	12.94	14.17	15.32	16.40	17.42	18.38	19.30	20.17
22.00	9.52	11.10	12.55	13.88	15.12	16.28	17.36	18.39	19.36	20.28	21.16
23.00	10.43	12.02	13.48	14.82	16.07	17.23	18.33	19.36	20.34	21.27	22.16
24.00	11.34	12.94	14.41	15.76	17.02	18.19	19.30	20.34	21.32	22.26	23.15
25.00	12.24	13.86	15.33	16.70	17.96	19.15	20.26	21.31	22.30	23.24	24.14
26.00	13.15	14.78	16.26	17.64	18.91	20.11	21.23	22.28	23.28	24.23	25.14
27.00	14.06	15.69	17.19	18.58	19.86	21.06	22.19	23.25	24.26	25.22	26.13
28.00	14.96	16.61	18.12	19.51	20.81	22.02	23.15	24.23	25.24	26.21	27.12
29.00	15.87	17.53	19.05	20.45	21.76	22.97	24.12	25.20	26.22	27.19	28.12
30.00	16.78	18.45	19.98	21.39	22.70	23.93	25.08	26.17	27.20	28.18	29.11
32.00	18.59	20.28	21.83	23.27	24.60	25.84	27.01	28.12	29.16	30.15	31.10
34.00	20.40	22.11	23.69	25.14	26.49	27.75	28.94	30.06	31.12	32.12	33.08
36.00	22.20	23.94	25.54	27.01	28.38	29.66	30.87	32.00	33.08	34.10	35.07
38.00	24.01	25.78	27.39	28.89	30.28	31.57	32.79	33.94	35.03	36.07	37.06
40.00	25.81	27.60	29.24	30.76	32.17	33.48	34.72	35.89	36.99	38.04	39.04
45.00	30.32	32.17	33.87	35.43	36.89	38.25	39.53	40.74	41.89	42.97	44.01
50.00	34.82	36.73	38.49	40.11	41.61	43.02	44.34	45.59	46.78	47.90	48.98

**CO<sub>2</sub> fertilizacija ili gasovanje** je agrotehnička mera koja se sprovodi u zaštićenim prostorima, tokom sunčanih dana, kontinuirano ili u prekidima. Prinosi se mogu povećati 20-30% u zavisnosti od vrste koja se proizvodi. Pošto se gasovanje (đubrenje sa CO<sub>2</sub>) sprovodi tokom sunčanih dana, često nastaje problem vezan za visoke temperature koje prilikom gasovanja nastanu u objektu, jer se tokom ove mere objekat ne provetrava, čak i do 24 h. Da bi biljke dobro iskoristile ugljen-dioksid relativna vlažnost vazduha treba da je nešto veća od normalne, jer u protivnom stome nisu dovoljno otvorene pa se njihova propustljivost za gasove osetno smanjuje. Lagano kretanje vazduha u stakleniku takođe doprinosi većoj adsorpciji ugljen-dioksida, kao i nešto više temperature (za 2-4°C)



**Ugljen-dioksida** ima u značajno manjoj količini u odnosu na kiseonik, tačnije oko 0,03% (300 ppm) zapreminski ili 0,57 mg na 1 litar vazduha. Opadanje ugljen-dioksida ispod vrednosti od 0,03% uslovljava slabljenje fotosinteze, pa čak i njeno potpuno prekidanje, a svako povećanje iznad ove vrednosti do izvesne granice dovodi do jačanja procesa fotosinteze.

Za većinu povrtarskih, pa i drugih biljaka, minimum fiksacije ugljen-dioksida ostvaruje se pri njegovoj koncentraciji **0,004-0,008% (40-80 ppm)**.

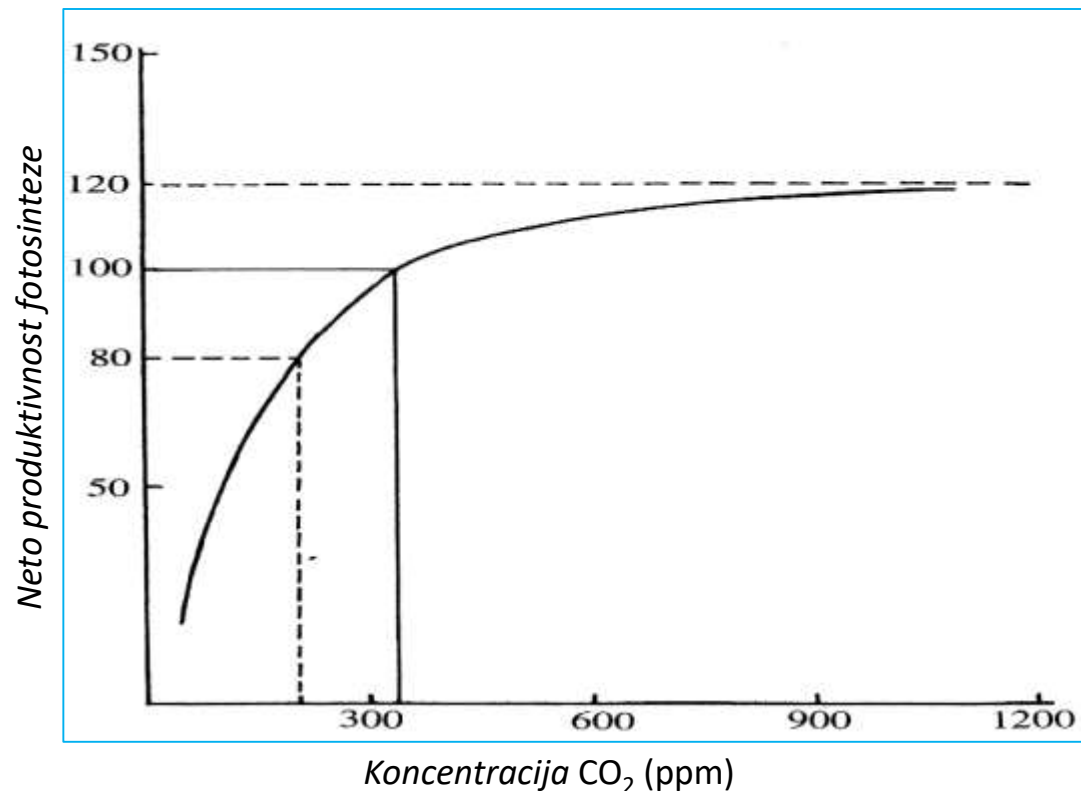
Optimum asimilacije postiže se podizanjem koncentracije ugljen-dioksida od **300 od 1000 ppm (0,03-0,1%)**. Povećanje koncentracije gasovanjem (fertilizacijom) iznad ovih vrednosti, u zavisnosti od biljne vrste, može i dalje imati pozitivan uticaj na asimilaciju, ali najčešće to povećanje nije ekonomski isplativo. Za većinu biljaka koncentracija CO<sub>2</sub> **iznad 10.000 ppm (1%)** je toksična.

Za većinu useva tačka zasićenja sa CO<sub>2</sub> (saturacija) će se dostići na oko 1.000-1.300 ppm u idealnim uslovima.

Niže koncentracije CO<sub>2</sub> (800-1000 ppm) se preporučuju za gajenje paradajza, krastavca, paprika i salate.

Ova mera će pospešiti ranostasnost (5-10%), povećati veličinu i debljinu lista, poboljšati kvalitet i prinos gajene biljke.

Povećanje prinosa useva paradajza, krastavca i paprike rezultat je, pre svega, povećanja broja cvetova po biljci.



# Problemi prilikom gasovanja

1. Koncentracije CO<sub>2</sub> više od 5.000 ppm mogu uzrokovati **vrtoqlavicu ili nedostatak koordinacije kod ljudi**. Kod paradajza i krastavca mogu izazvati i **nekrozu lišća**.
2. Osim u hitnim slučajevima, ne treba koristiti CO<sub>2</sub> gorionike kao glavni sistem grejanja.
3. **Sadržaj sumpora** u gorivima treba da bude manji od 0,02% budući da sumpor-dioksid može izazvati nekrozu lisne mase (0,2 ppm u vazduhu).
4. **Etilen** već sa koncentracijom 0,05 ppm i propilen na višim nivoima mogu izazvati različite probleme kod biljaka, uglavnom vezane za rast i razviće. Etilen se često proizvodi kao rezultat nepotpunog sagorevanja, dok se propilen obično povezuje sa upotrebom propana. **Kao indikator za nepotpuno sagorevanje često se koristi količina u vazduhu ugljen-monoksida (CO)**, koji sam po sebi ne stvara probleme. Nivoi koji prelaze 50 ppm CO u dimnim gasovima indikacija su prisustva etilena na nivoima koji mogu izazvati štetu na usevima. Etilen izaziva, pre svega, simptome poput opadanja cvetova, gubitka latica, nepravilnog rasta i žutila listova.
5. Gorionici sa visokom temperaturom plamena mogu izazvati stvaranje **azotnih oksida**. Prevelika količina azotnog oksida može uzrokovati smanjeni rast biljke ili čak nekrozu tkiva.
6. **Prekomerna i produžena upotreba CO<sub>2</sub>** (posebno u paradajzu) dovodi do toga da biljke ne reaguju dobro na dodatni CO<sub>2</sub>. Prekid primene CO<sub>2</sub> na nekoliko dana dovodi do rešavanja problema.



## Veza gasovanja i nekih drugih agrotehničkih operacija

Kod većine povrtarskih useva gde se primenjuje i gasovanje sa  $\text{CO}_2$ , potrebno je da **hranljivi rastvor ima više vrednosti za električnu provodljivost (EC)**, u odnosu na sisteme gajenja gde se gasovanje ne sprovodi.

Takođe, **povećani nivoi  $\text{CO}_2$  mogu rezultirati delimičnim zatvaranjem stoma**, smanjujući transpiraciju i povećavajući provodljivost listova u nekim usevima. Ovo smanjenje transpiracije smanjuje unos pojedinih elemenata, pre svega kalcijuma (Ca) i bora (B), što može uticati na kvalitet plodova paradajza. Ovo je još jedan razlog zbog kojeg se u ovakvim sistemima gajenja biljaka o njihovoj ishrani posvećuje posebna briga i pažnja.



# VENTILACIJA (provetravanje)









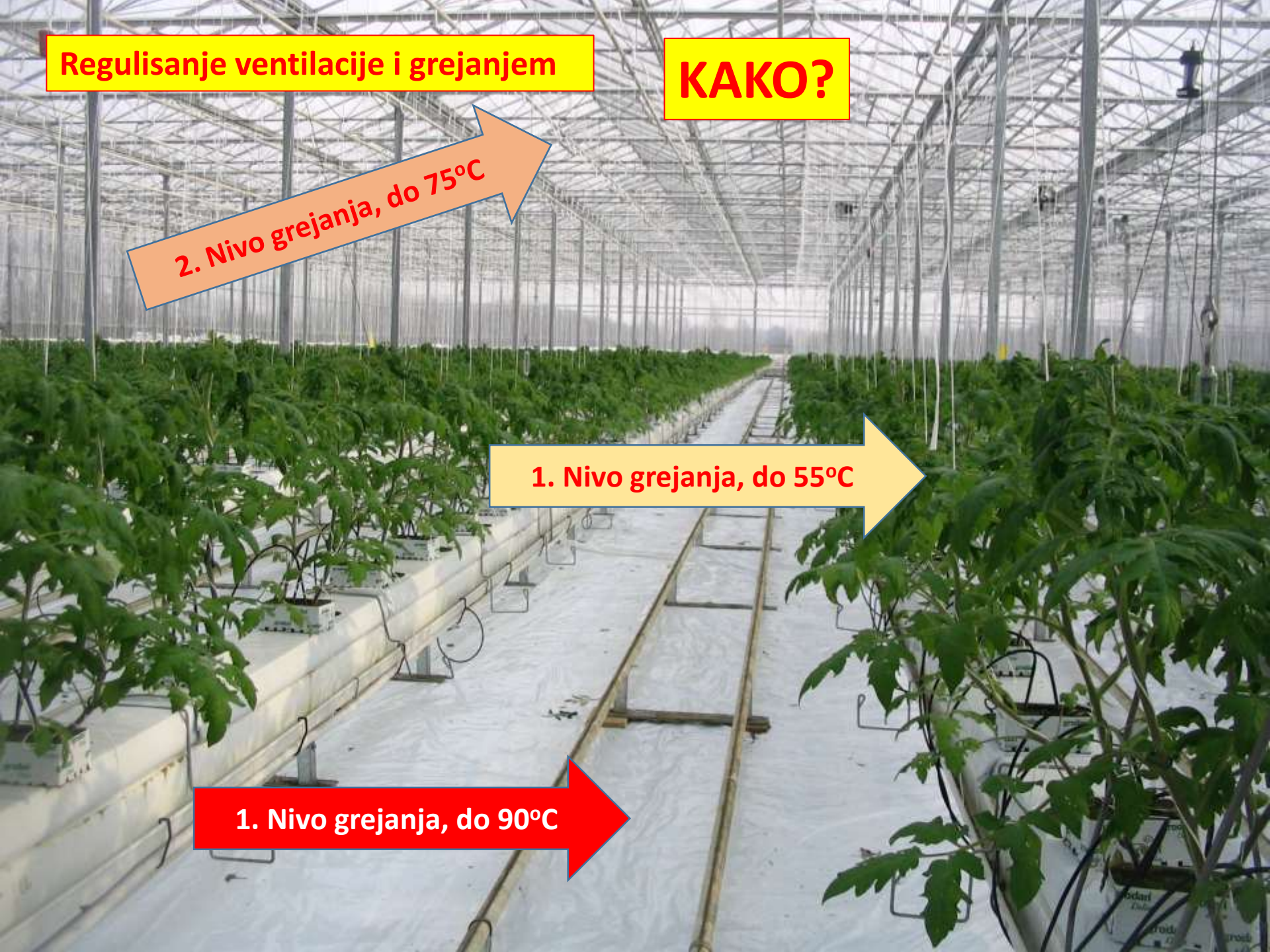
**Regulisanje ventilacije i grejanjem**

**KAKO?**

**2. Nivo grejanja, do 75°C**

**1. Nivo grejanja, do 55°C**

**1. Nivo grejanja, do 90°C**



# GAJENJE BILJAKA VAN ZEMLJIŠTA

## (hidroponska proizvodnja)

Intenzivna istraživanja i eksperimentalne aktivnosti proizvodnje povrća bez zemlje, dovele su do razvoja niza sistema koje karakterišu različite zapremine vode, metode snabdevanja vode, rukovođenje hranivom, veličine i oblici uzgojnog modula kao i prisustvo i odsustvo različitih proizvodnih media (supstrata).

**Svaka proizvodnja biljaka van zemljišta uslovno se može nazvati i hidroponskom.**

1.

**Hidroponska proizvodnja u užem smislu** predstavlja, u stvari, gajenje biljaka u vodi, gde je koren delimično ili potpuno potopljen u hranjivi rastvor.

2.

**Hidroponska proizvodnja u širem smislu** predstavlja gajenje biljaka u supstratima. Supstrati koji se koriste za gajenje biljaka mogu biti veštački, mineralni ili organski, kao i različite njihove mešavine.

Ovakva proizvodnja se može definisati kao bilo koja metoda gajenja biljaka u kojoj se zemljište ne koristi za ukorenjavanje i pri kojoj se potrebna hraniva u zonu korena dostavljaju vodom za navodnjavanje. Takva hraniva se rastvaraju u odgovarajućoj koncentraciji vodom za navodnjavanje, a dobijeni rastvor se naziva **hranljivi rastor**.

## PREDNOSTI

- nema zemljišnih štetočina, pa ni problema koje one izazivaju;
- alternativa dezinfekciji zemljišta (ukoliko postoje problem sa zemljištem ili ga dezinfikuješ ili proizvodiš izvan njega);
- gajenje biljaka se može organizovati i na zemljištima koja nisu uslovna za poljoprivrednu proizvodnju;
- kontrola ishrane biljaka je potpunija nego pri njihovom gajenju u zemljištu;
- zemljište se ne obrađuje niti priprema za setvu, što produžava vegetacioni period, pa i prinos;
- kod ranih zimsko/prolećnih useva (hladna sezona) u plasteničkoj proizvodnji povećava se rani prinos, zbog viših temperatura u zoni korena tokom dana;
- moguća je potpuna zaštita ekosistema od dreniranih hraniva i ostalih produkata zagađenja (zatvoreni hidroponski sistemi).

## NEDOSTACI

- visoka je cena opreme i instalacija;
- potrebno je veće i multidisciplinarnije znanje proizvođača i stručnih lica.

Ključni faktor za uspešnost proizvodnje van zemljišta vezan je za **aerisanost korenovog sistema**, odnosno dostupnost vazduha u supstratima/podlogama za gajenje. To se sve postiže odabirom odgovarajućih podloga, opreme, instalacija i sistemskih kontrolora.

Nije realno očekivanje da mali proizvođači povrća u plastenicima i staklenicima lošijeg kvaliteta obezbede sve te preduslove i dobiju odgovarajuće prinose, koji će opravdati uložena sredstva. To je možda jedan o ključnih razloga zašto ovakvih sistema proizvodnje biljaka van zemljišta nema na većim površinama u Srbiji i okruženju.

Ukoliko proizvodnja u zemljištu dođe do kritične faze (degradiranost, zasljenjenost), a sve to bude povezano sa nedostatkom kvalitetne vode i velikim zagađenjem životne sredine (hraniva, pesticidi), proizvodnja u sistemima van zemljišta biće tada jedino rešenje sa kojim se proizvodnja može održati, bez obzira na cenu i profitabilnost.



# ISHRANA BILJAKA U SISTEMU GAJENJA VAN ZEMLJIŠTA

U svim modernim sistemima gajenja biljaka van zemljišta, đubrenje i navodnjavanje su integrisani u jedan sistem koji je sposoban da u isto vreme vrši snabdevanje biljaka i đubrivima i vodom (fertirigacija). Kada je postalo očigledno da se sva esencijalna hraniva (makro i mikro hraniva) mogu dopremiti biljci preko mineralnih soli koja su rastvorljiva u vodi, razvijeni su sistemi u kojima se nalaze rastvorena đubriva u relativno visokoj koncentraciji u vidu matičnog ili osnovnog rastvora. Osnovni rastvori se razblažuju njihovim ubacivanjem u vodu za navodnjavanje.

U osnovi, dva rezervoara đubriva sadrže osnovni rastvor i koriste se kako bi se odvojila đubriva koja mogu međusobno hemijski da reaguju.

Česta je u praksi sledeća kombinacija od 3 ili 4 rezervoara, gde postoji **rezervoar „A”**, koji sadrži čisto kalcijumovo đubrivo i **rezervoar „B”** sa uglavnom fosforim i sulfatnim đubrivima. Na taj način je kalcijum odvojen od fosfora i sulfata da bi se izbeglo taloženje kalcijum-fosfata i kalcijum-sulfata, koji su teško rastvorljivi. Treći **rezervoar „C”**, sadrži koncentrovani rastvor neorganske kiseline koja se koristi za kontrolu pH vrednosti hranljivog rastvora, a koji se dobija nakon ubrizgavanja osnovnog rastvora u vodu za navodnjavanje. Neorganske kiseline se koriste i za ispiranje sistema za navodnjavanje kako bi se izbeglo začepljenje emitera. **Rezervoar „D”** se koristi za đubriva sa mikroelemnetima i drugim specijalnim komponentama, koje se koriste u maloj količini.



# OTVORENI I ZATVORENI SISTEMI ZA GAJENJE BILJAKA

U otvorenom sistemu se voda i hranljive materije biljkama se obezbeđuju kao i kod konvencionalne proizvodnje u zemljištu, a drenirana (oceđena) voda sa neusvojenim hranljivim materijama se izbacuje iz sistema. Ona može i u sistemu gajenja biljaka u zemljištu da se sakuplja, ali uglavnom to nije slučaj, pa se nepovratno gubi oticanjem u dublje slojeve zemljišta i podzemne vode, čime se ozbiljno narušava životna sredina. Pri gajenju biljaka u zemljištu ove negativne posledice se ublažavaju stručnim vođenjem ishrane biljaka.

U zatvorenom sistemu gajenja biljaka drenirana voda sa hranivima se na različite načine sakuplja, tretira i priprema za ponovno korišćenje. U ovakvom zatvorenom sistemu je, u odnosu na otvoreni sistem, potrebna preciznija i češća kontrola hranljivog rastvora, jača tehnička podrška, jer je sistem osetljiviji na greške, posebno u proleće kada postoji mogućnost da se poveća koncentracija hranljivog rastvora zbog rasta spoljašnje temperature i sunčevog zračenja. Sakupljeni hranljivi rastvor se "reciklira" tako što mu se obnavlja originalni hemijski sastav i vrši sterilizacija kako bi se uništili patogeni koji se u njemu mogu naći.

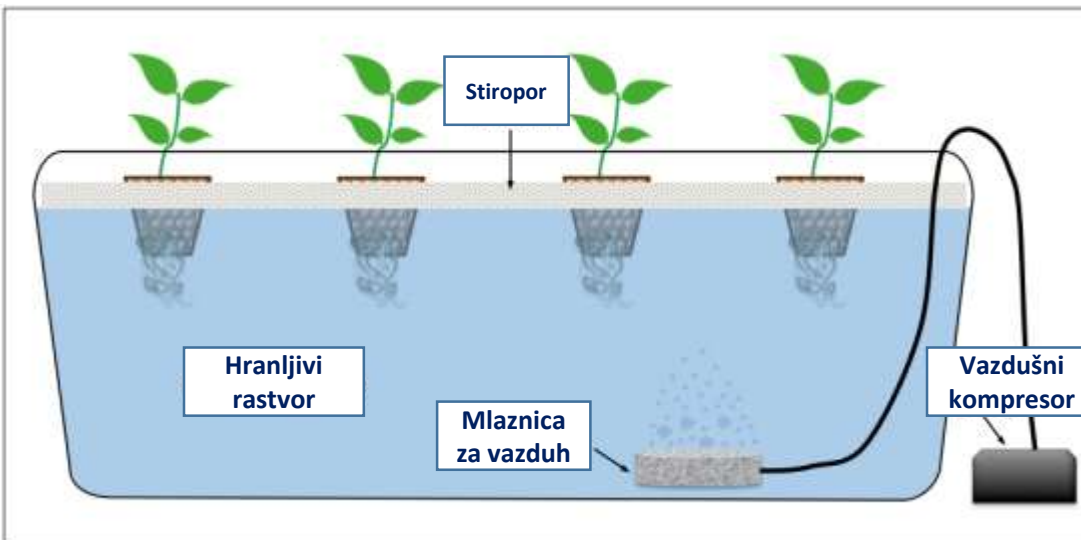


Za proizvodnju 1 kg plodova paradajza, u zatvorenom sistemu gajenja biljaka, potrebna je 41 litra hranljivog rastvora, dok je u otvorenom sistemu potrebno oko 30% više (*Santamaria et al., 2003*).

# PROIZVODNJA U VODI (hidroponski sistemi u užem smislu)

## Proizvodnja u dubokoj vodi (DWC)

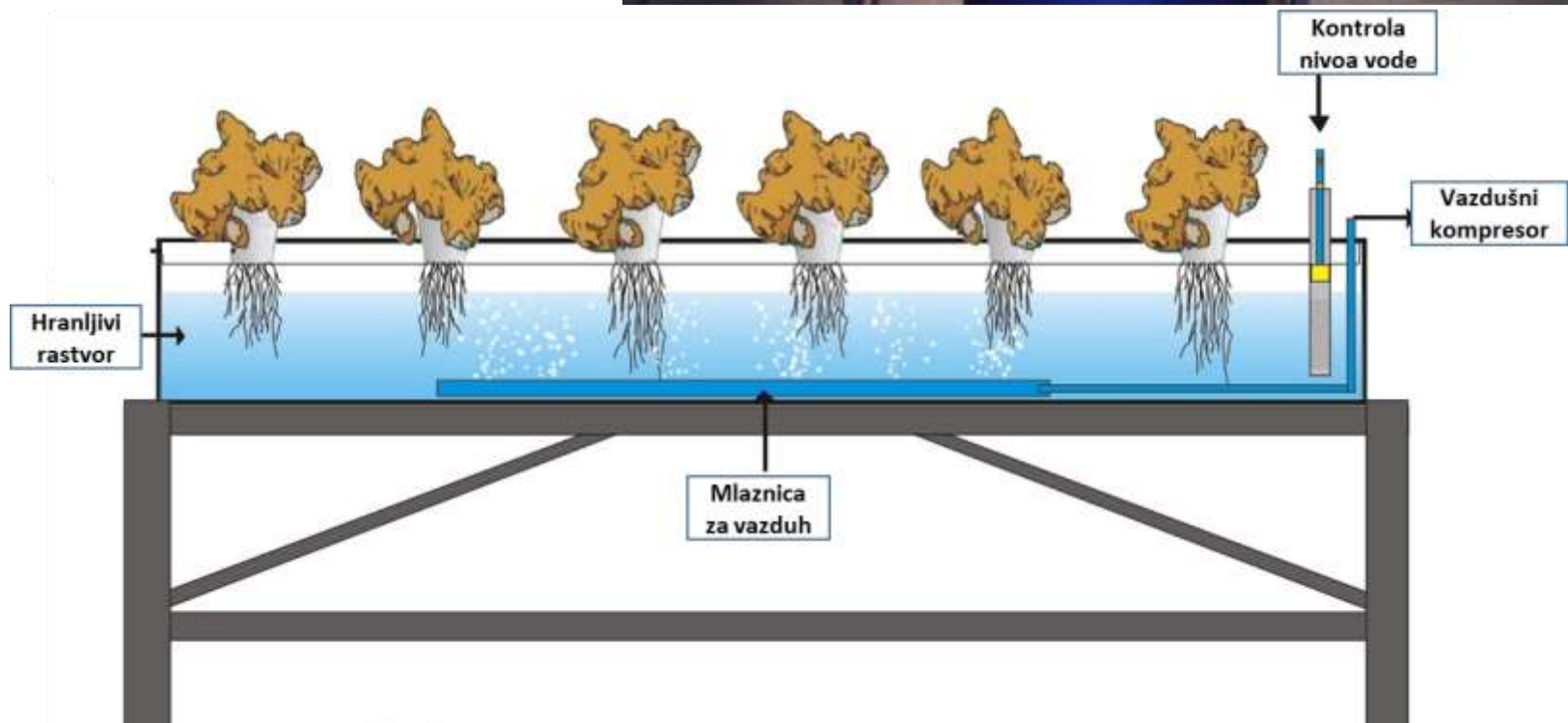
Sastoji se od sudova napunjenih hranljivim rastvorom, prekrivenih mrežom ili platnom na kojima se nalazi tanak sloj peska (1 cm) ili stiropora, a koji ima za cilj da drži biljku, dok koren visi u hranljivom rastvoru. Alternativno, sudovi mogu biti prekriveni i poklopcem, a biljke koje se nalaze u mrežastim posudama, vise sa sredine poklopca. Glavni nedostatak sistema jesu hipoksični uslovi koji se dešavaju na nivou korena, zbog ograničene površine gde se vrši razmena tj. mešanje vazduha u vodi, u poređenju sa zapreminom rastvora i niskog koeficijenta difuzije kiseonika u vodi (smanjena koncentracija kiseonika). Ovo ograničenje se prevazilazi upotrebom pumpi za vazduh kojima se oksigenizuje hranljivi rastvor ili primenom recikularnih sistema za proizvodnju u dubokoj vodi (RDWC), koji koriste rezervoar kako bi se obezbedio hranljivi rastvor u više sudova. U recikularnom sistemu proizvodnje u dubokoj vodi, kako se voda vraća u rezervoar, ona se razbija i aeriše korišćenjem mlaznica za raspršivanje.





## Plutajuća hidroponika (PH) - floating sistem

Biljke se gaje na nosačima koji plutaju u tankovima koji su napunjeni hranljivim rastvorom. Ovaj sistem ima dugu istoriju, ali se upotreba u proizvodnji u zaštićenom prostoru raširila nakon uvođenja tj. pojave posuda od polistirena velike gustine ili drugih "ultralakih" plastika (stiropor). Danas je ova tehnika adaptirana, pre svega, za proizvodnju lisnatog povrća (salata, cikorija, rukola, motovilac itd.), aromatičnih biljaka (bosiljak, nana, timijan itd.), rasada. U Srbiji se na ovaj način proizvodi rasad duvana.



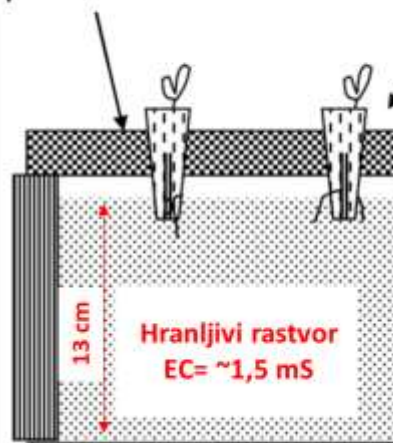
Čini se da je sistem naročito postao interesantan zbog niskih troškova postavljanja i upravljanja, male automatizacije potrebne za nadgledanja, kao i prilagođavanje hranljivih rastvora. Klasični PH sistemi su zasnovani na tankovima dubokim 20-30 cm, napravljenim od jeftinih materijala (beton, cigala, drvene daske) ili direktno iskopani u zaštićenom prostoru. Tankovi, rezervoari su zapečaćeni (obloženi vodootpornim polietilenskim folijama) i napunjeni hranljivim rastvorom (150-200 m<sup>2</sup>). Velika zapremina hranljivog rastvora amortizuje tj. ublažava temperaturu i smanjuje učestalost podešavanja i reintegracije rastvora. Tokom proizvodne sezone, koncentracija kiseonika u hranljivom rastvoru treba da iznosi 5-6 mg po litri. Najlakši način da se oksigenizuje rastvor jeste pomoću pumpi koje deo rastvora ubacuju u cev na koju se doda venturi sistem, preko koga se u ubacuje vazduh. Međutim, protok vazduha ne bi trebalo da bude prejak kako bi se izbeglo oštećenje korena i recirkulacija biljnih eksudata.



## Tacne sa vazdušnim džepom

**Problem oksigenizacije** može se rešiti i na druge načine, kao što je gajenje na specijalnim tacnama. Jedan od načina je prikazan i na ovoj šemi. Biljke salate se rastađuju u hranljivi rastvor odgovarajuće dubine (13 cm). Trošenjem od strane biljaka nivo rastvora opada, a korenov sistem, koji se do tada dobro razvio, ostaje delom da visi u vazduhu. Na ovaj način zadovaljavaju se potrebe korena za kiseonikom, ali i vodom. Zbog toga sistem u drugom delu vegetacije nikada ne sme biti dopunjen do gornjih granica, jer to može dovesti do uginuća biljaka (Imai, 1987).

2-3 cm deo polistiren

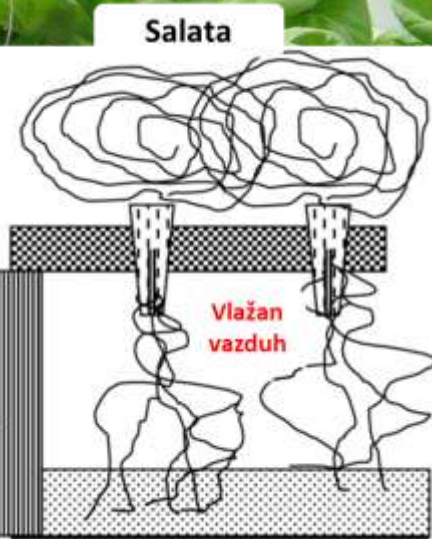


Hranljivi rastvor  
EC= ~1,5 mS

Mrežaste saksije

30-40 dana  
posle  
rasađivanja

Nivo hranljivog  
rastvora se  
spušta



Salata

Vlažan  
vazduh

U zaštićenom prostoru se može koristiti sistem pojedinačnih ili višestrukih rezervoara.

Prvi sistem ima velike rezervoare koji zauzimaju gotovo čitav prostor, smanjujući neproizvode delove (staze) i omogućavajući automatizaciju određenih operacija, poput postavljanja i uklanjanja plutajućih platformi.

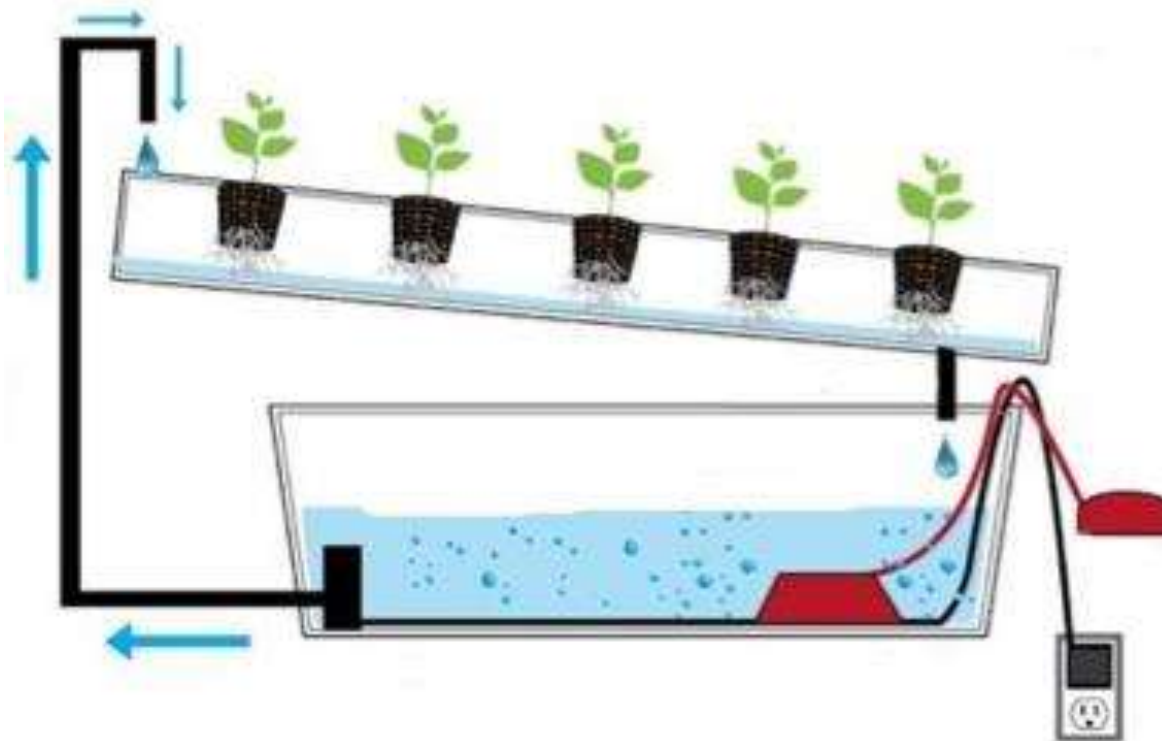
Drugi sistem se sastoji od više manjih rezervoara od  $\geq 4 \text{ m}^2$  ( $2 \times 2 \text{ m}$ ), sa razmakom 0,5–1,0 m, pri kojem neproizvodnih delova ima mnogo veći %, ali se smanjuje rizik od operativnih grešaka i bolesti.





## Tehnika korišćenja tankog hranljivog filma - NTF

Ova je hidroponska tehnika pri kojoj veoma tanak sloj hranljivog rastvora (film) teče kroz vodonepropusne kanale-oluke (jarak, korito, žljeb), gde leži goli koren biljaka. Kanali mogu biti mobilni i fiksni, a pored kanala ovom tehnikom se biljke mogu proizvoditi i na stolovima, kao i betonskim podlogama. Kanali-oluci treba da imaju pad od 1,2 do 3 %, a hranljivi rastvor se pumpama doprema do najviše tačke (najvišeg kraja), tako da rastvor teče niz kanale održavajući korenov sistem potpuno vlažnim. Nagib se može obezbediti na samom podu ili pomoću nosača koji drže kanale. Tanki vodeni sloj (dubine 1-2 mm) osigurava dovoljnu oksigenaciju korena, jer gusta korenova masa, koja se razvija na dnu kanala, ima gornju površinu koja je stalno izložena vazduhu. Na nižem kraju kanala, rastvor se drenira u veliku odvodnu cev, koja sprovodi rastvor nazad u cisternu da bi se reciklirao. Udubljenja u podu kanala bi trebalo izbegavati zato što rastvor koji se zadržava u tim udubljenjima može da dovede do trošenja kiseonika i usporavanja rasta biljaka.



Kanali se u osnovi prave od različitih vrsta plastičnih materijala kao što su obloge od polietilena, polivinilhlorida (PVC) i polipropena, pravougaonog ili trouglastog preseka. Osnova kanala mora biti ravna, a ne zaobljena, kako bi se održavao plitki nivo tečnosti. U zavisnosti od useva i veličine kanala, brzina ulaznog protoka varira između 1 i 3 litre po minuti (2-9 lit/m<sup>2</sup>/h). Niža brzina protoka vode se preporučuje kod useva kao što je salata, a viša za plodovito povrće. Takođe se može napraviti razlika između brzine dotoka potrebne za mlađe useve (2-4 lit/m<sup>2</sup>/h) i one potrebne za starije useve (5-9 lit/m<sup>2</sup>/h).

### **Izračunavanje dubine i brzine hranljivog rastvora (primer)**

Jedan litar hranljivog rastvora dovoljan je da obezbedi sloj vode dubok 2 mm, širine 100 mm i dužine 5 m na podlozi bez nagiba. Zbog toga je za kanal dug 20 m protoku hranljivog rastvora od 1 litre/minute potrebno 4 minuta da se dobije potrebna dubina po celoj površini kanala. Odnosno, kanal dug 20, širine 100 mm sa dubinom rastvora od 2 mm, sadrži 4 litre rastvora.



## *Grow rasad*

Brzina protoka iznad ovih raspona se često povezuje ili sa oksigenacijom ili sa problemima u vezi sa ishranom. Ako je prebrza, voda postaje preduboka i oksigenacija korena nije adekvatna, a ako je prespora rezultira nedostatkom hraniva, naročito kod biljaka čiji je koren nizvodno u kanalu i izložen je vodi iz koje su biljke, koje se nalaze uzvodno, već usvojile hranljive materije, naročito azot i kalijum. Procenat gubitka hranljivih materija u kanalima takođe zavisi i od njegove dužine. Pravilo je da dužina ne bude veća od 12 do 16 m. Da bi se prevazišli ovi problemi, razvijen je modifikovani sistem koji se zove tehnika super hranljivih filmova (SNFT), gde se hranljivi rastvor distribuira mlaznicama koje su raspoređene duž kanala, osiguravajući adekvatnu dostupnost oba nutrijenta i kiseonika u zoni korena.



Dopremanje hranljivog rastvora može biti kontinuirano tokom 24h ili naizmenično (naizmenični vlažni i suvi periodi poboljšavaju oksigenaciju korenovog sistema). Druga mogućnost je kompromis između ova dva pristupa - recirkulacija hranljivog rastvora u kontinuitetu tokom dana i automatsko isključivanje noću. Ipak, ako je recirkulacija hranljivih rastvora povremena, zapremina tj, kapacitet odvodne cevi treba da bude dovoljno velik da prihvati sav rastvor koji se nalazi u sistemu, kada je recirkulacija isključena. Pre rasađivanja kanali se obično prekrivaju crno-belom polietilenskom folijom (0,15-0,25 mm debljine) tako što se bela strana folije nalazi sa gornje strane (kako bi se odbijali sunčevi zraci i izbeglo prekomerno zagrevanje korenovog sistema i hranljivog rastvora), a crna strana folije ka unutra (da se izbegne transmisija svetla i stvaranje algi). Biljke namenjene za gajenje u NFT sistemu rastu u malim saksijama, čepovima ili kockama od kamene vune, a postavljaju se u kanale kada se formira značajna masa korenovog sistema.





Proizvodnja salate na betonskoj podlozi (Grow rasad, Irig)

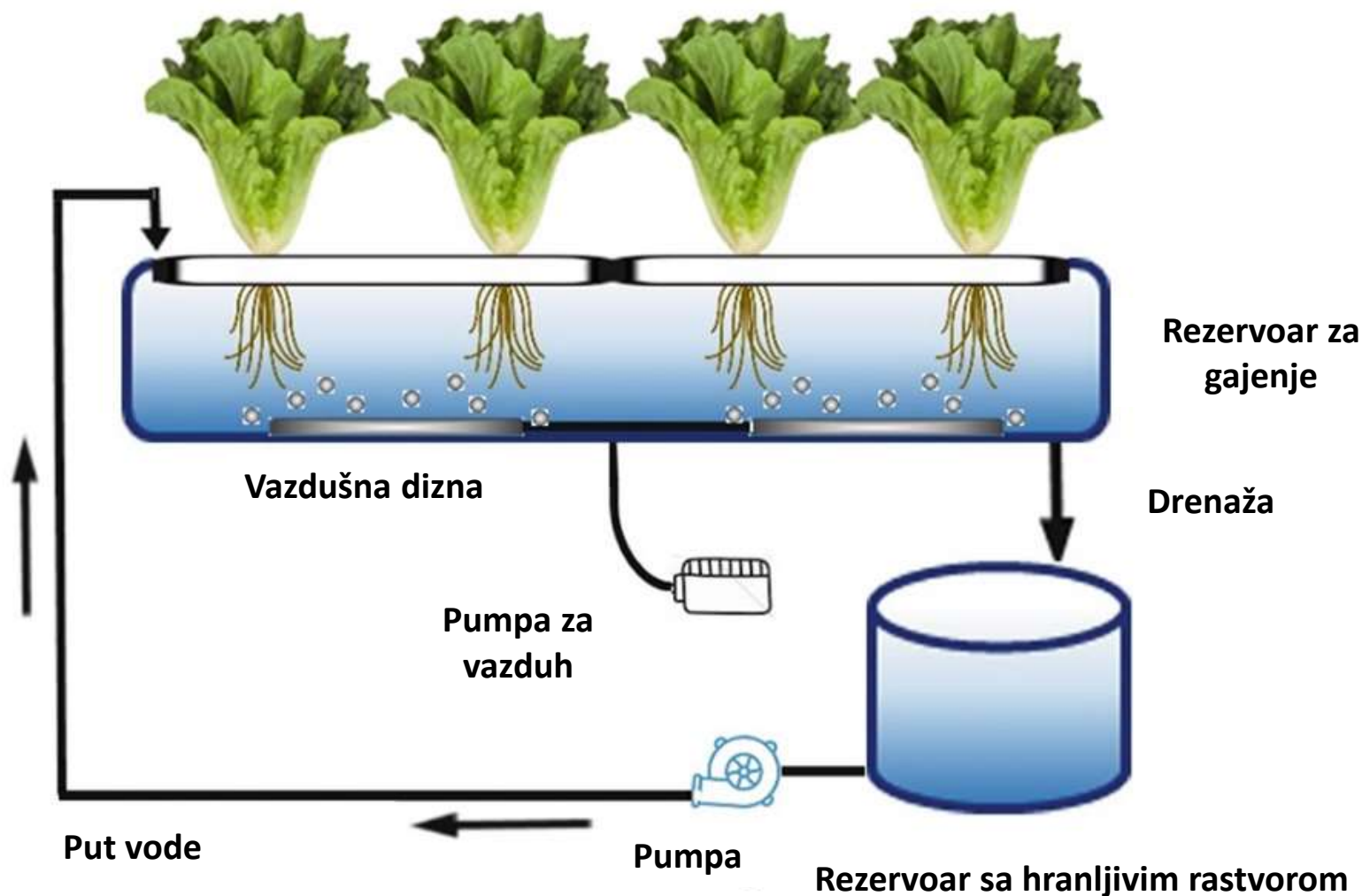
**Prednosti.** Glavna prednost tehnike hranljivog filma u odnosu na druge sisteme jeste odsustvo supstrata i smanjena količina potrebnih hranljivih rastvora, što dovodi do značajnih ušteda vode i đubriva, smanjenje uticaja na životnu sredinu i troškove vezane za odlaganje supstrata.

**Mane.** Sa druge strane, zbog male zapremine vode hranljivi rastvor se izlaže velikim temperaturnim promenama duž kanala i tokom vegetacione sezone. Šta više, ova tehnika ima veoma malu pufernost protiv prekida u snabdevanju vode i hraniva, i postoji priličan rizik od širenja bolesti povezanih sa korenom. Tehnički većina useva može da se uzgaja u ovom sistemu, ali se pokazao kao najbolji kod useva koji brzo pristižu (30-50 dana), kao što je salata, zato što su biljke spremne za berbu pre nego što masa njenog korena popuni kanal.



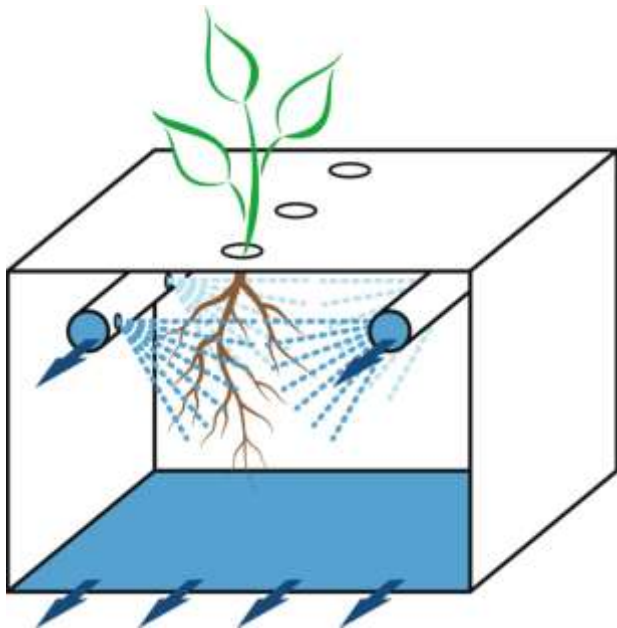
# Tehnika korišćenja dubokog hranljivog filma - DFT

Za razliku od tehnike hranljivog filma gde voda protiče u što tanjem sloju, u ovoj tehnici konstantni tok hranljivog rastvora mora biti dubok najčešće od 50 do 200 mm. Koren je konstantno izložen kretanju vode i hraniva. Velika zapremina vode pojednostavljuje kontrolu hranljivog rastvora i pufernost temperature, čineći da sistem bude pogodan u regijama gde temperaturna kolebanja hranljivog rastvora mogu biti problem. Širina kanala kod ovog sistema je obično oko 1 m. Biljke se uzgajaju na polistirenskim tacnama (stiropor) koje plutaju na vodi ili su naslonjene na zidove kanala.



# Aeroponika

Aeroponika je uzgoj biljaka gde korenov sistem visi u finoj magli hranljivog rastvora koji se primenjuje u kontinuitetu ili povremeno. Biljke su učvršćene u rupama na panelima od stiropora pomoću poliuretanske pene. Paneli se smeštaju horizontalno ili na nagib i učvršćuju preko metalnog rama, formirajući zatvorene posude četvrtastog ili trouglastog preseka. Voda i hraniva se isporučuju prskanjem korena koji visi, na taj način što se pomoću prskalica ili rasprskivača, koje su ubačene u PVC ili PE cevi i postavljene u jedinici, hranljivi rastvor razbija u fine čestice, poput magle. Brzina protoka rasprskivača može biti u rasponu od 35 do 70 litara/h, dok njihov razmak zavisi od dizajna i veličine proizvodnog modula. Opšta naznaka je da bi trebalo da budu razdvojeni na oko 50 cm, kako bi se osiguralo homogeno raspršavanje finom maglom (zamagljivanje) duž cele jedinice za aeroponiku. Prskanje obično traje od 30 do 60 sekundi, a njegova učestalost zavisi od vrste koja se gaji, razvojne faze, sezone gajenja i doba dana (npr. leti, tokom ubrzanog vegetativnog rasta, usev koji se gaji u severoistočnoj Italiji može da zahteva i do 80 prskanja tokom dana). Na ovaj način se unose u zonu korena i potrebna hraniva. Pri svakom zamagljivanju, na dnu modula se sakuplja drenirani rastvor i recirkuliše.



Aeroponika omogućava veliku redukciju u potrošnji vode i hraniva i osigurava adekvatnu oksigenaciju korena. Međutim, biljke koje se gaje u ovom sistemu mogu doživjeti nekoliko toplotnih stresova, pogotovo leti. Još jedna mana ovog sistema je nemogućnost da spreči prekide u protoku hranljivog rastvora. Aeroponika se uspešno koristi za gajenje niskog povrća, kratke vegetacije (salata, rukola), lekovitog, začinskog i aromatičnog bilja, ali i vrsta koje duže vreme plodonose (paradajza, krastavac, krompir, jagoda).





*Institut Guča*

# PROIZVODNJA U SUPSTRATIMA (hidroponski sistemi u širem smislu)

Supstrati se nalaze u različitim posudama, najčešće od plastike, pocinkovanih materijala i polistirena, u vidu vreća, kanala, korita, raznih saksija, kofa i dr.

Supstrati (mediji) koji se koriste za gajenje biljaka:

- **veštački,**
- **mineralni**
- **organski**
- **njihove mešavine**

Najčešći su:

1.

Proizvodnja u kamenoj vuni

2.

Proizvodnja u kokosovom supstratu

3.

Tresetne mešavine, vulkanski kamen, perlit, šljunak, pesak



Različite vreće i sudovi mogu biti napunjene ili poroznim pločama ili rastresitim granuliranim materijalima. Ambalaža sa suspratom se može samostalno pripremiti ili se može gotova kupiti.

Podloge za gajenje mogu biti i u tipu ploča (blokova) od kamene vune ili kokosovih vlakana. Ploče od kamene vune su obično duge 90-130 cm, 8-10 cm visoke i 15-20 cm široke. Ploče široke 15 cm su najpogodnije za gajenje biljaka kao što su paprika i paradajz. Šire ploče su za useve kao što su krastavci koji zahtevaju čvrstu i stabilnu osnovu sa kapacitetom za veliki koren.

Ploče od kokosovog vlakna se šire posle vlaženja, nakon čega dostižu dužinu 90-110 cm, širinu 15-20 cm i visinu 6-12 cm.

Granulirani materijali, koji se najviše koriste kao supstrati za proizvodnju u vrećama su perlit, treset, kokosova vlakna, vulkanski kamen ili različite mešavine. Vreće se smeštaju u kanale ili profile za sakupljanje dreniranog rastvora. Rupa za sadnju se seče na vrhu, a broj rupa zavisi od useva. 3-5 biljaka paradajza se može saditi u vreću dužine 90-100 cm i 15-20 cm širine, što u praksi znači da se po biljci paradajza mora obezbediti min. oko 4 litre ovih granuliranih materijala (treset).

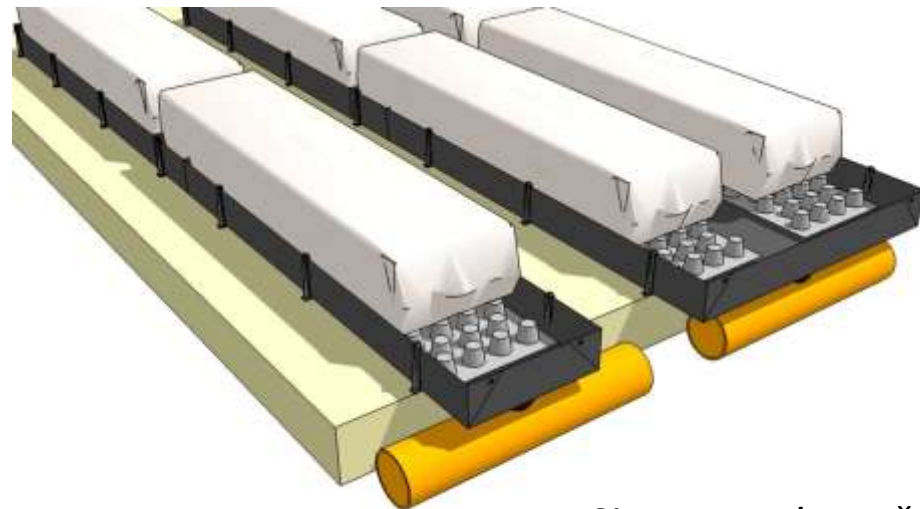


Čim su rupe za sadnju spremne, postavlja se jedna kapaljka po rupi (navodnjavanje preko sistema ubodnih kapljača), pa se supstrat natopa hranljivim rastvorom i nakon toga ostavlja da odstoji 24-48 h kako bi supstrat usvojio hranljivi rastvor.

Na dnu vreća (posuda) se prave male rupe ili rezovi kako bi se omogućilo oticanje viška dreniranog rastvora. Saturacija služi da izvuče vazduh i obezbedi homogeno vlaženje podloge za gajenje, da obezbedi odgovarajuće rezerve vode i hraniva i optimalne pH i EC uslove u zoni korena, kao i razblaživanje nagomilanih soli (u slučaju da se supstrat ponovo koristi). Rasađivanje rasada proizvedenog u kockama kamene vune ili sličnim podlogama se obavlja kada korenje počne da izlazi iz kocke. Hranljivi rastvor ili voda se isporučuju preko sistema kap po kap (1-2 kapaljke po biljci, gde je kapacitet kapaljke 2-4 l/h).

Hranljivi rastvor se reciklira ako se biljke gaje u zatvorenom sistemu. Gajenje biljaka u ovakvom sistemu, gde ne postoji mogućnost prikupljanja drenirane tečnosti, je ekološki ne prihvatljivo, a u pojedinim zemljama EU je i zakonom zabranjeno. Ploče i vreće se mogu koristiti više puta, najčešće dve godine. Ukoliko su napravljene od neorganskih materijala (kamena vuna), potrebno je obezbediti i njihovo pravilno odlaganje i reciklažu.

Momentat rasađivanja rasada paradajza



Sistem za drenažu



Kamena vuna na olucima (usev paradajza)

Vreće (treset + perlit)





Vreće (mešavina treseta)





**Proizvodnja u sudovima (mešavina treseta)**

**Proizvodnja u plastičnim koritima (vulkanski kamen, Izrael)**







## Proizvodnja u šljunku

Za proizvodnju u šljunku potrebno je obezbediti leje sa nagibom od 0,2 do 0,3 %, napravljene ili kopanjem zemlje ili kao nadzemna korita. Leje se oblažu debelom plastičnom folijom (0,5 mm, crna PE folija), dužine od 30 do 40 m. U većini sistema gajenja na šljunku primenjuje se subirigacija, ali alternativno se može koristiti sistem, kao i kod tehnike NTF, gde se hranljivi rastvor primenjuje na najvišem kraju tako da otiče nadole koritom, a drenira se na nižem kraju, gde se sakuplja i recirkulira. Ovaj modifikovani sistem proizvodnje na šljunku je poznat kao tehnika šljunkovitog filma (GFT-the gravel film technique). Najbolji izbor šljunka, bilo za sistem subirigacije ili za GFT sistem su agregati porfira ili granita nepravilnog oblika, prečnika 3-20 mm (više od 50% su čestice prečnika 10-15 mm). Agregati ne bi trebalo da budu od karbonatnih materijala kako bi se izbegle promene pH vrednosti hranljivog rastvora. Ako se koristi navodnjavanje kap po kap, više nego subirigacija, moraju se koristiti manji agregati šljunka, prečnika 3-10 mm, sa udelom frakcije oko 5 mm većom od 50%.



## Proizvodnja u pesku

Koriste se leje obložene plastikom (kao i kod proizvodnje sa šljunkom) ili se pesak rasipa po površini celog zaštićenog prostora. Koristi se navodnjavanje kap po kap kako bi se svaka biljka posebno zalila i prihranila. Izgubljeni hranljivi rastvor se uglavnom ne reciklira (otvoreni sistem). Pesak može biti i prirodna podloga (peskovito zemljište).



Izrael, pustinja Negev



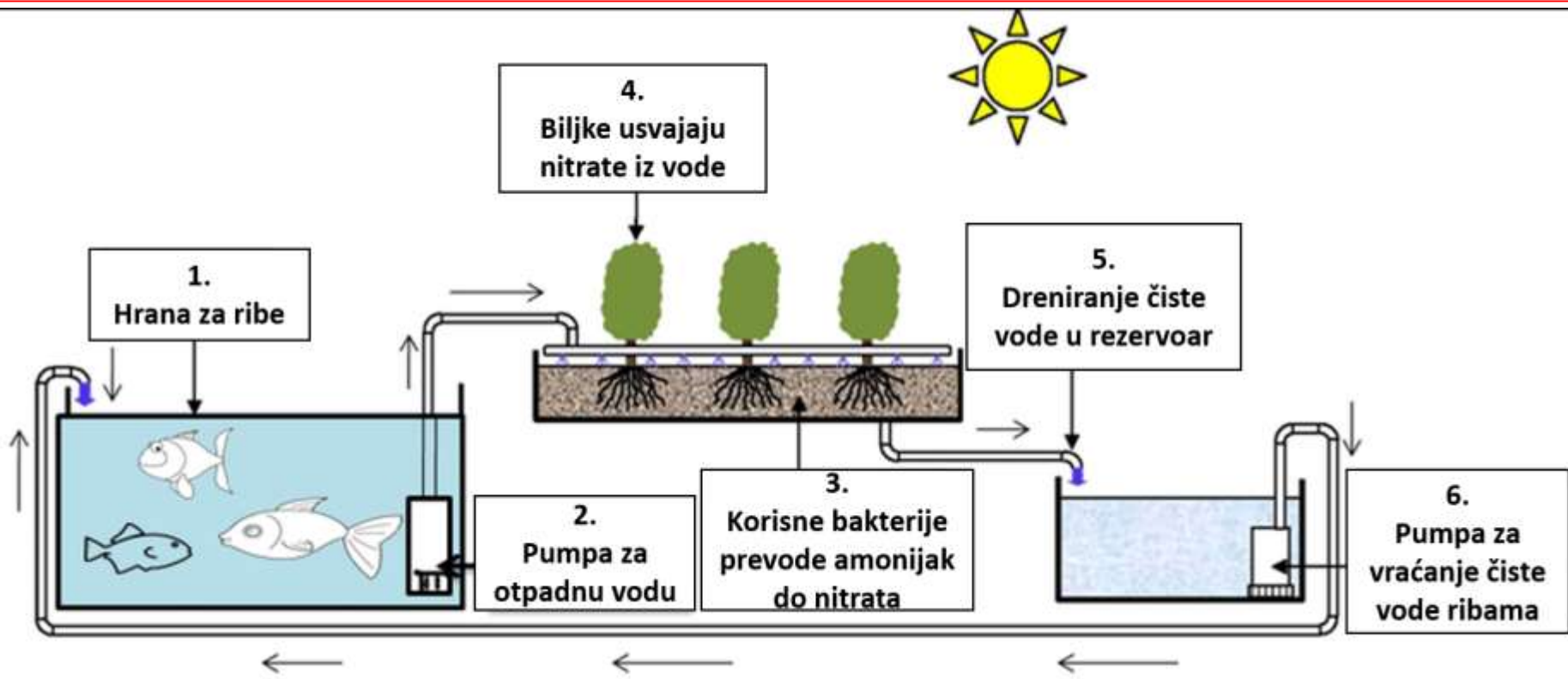
Španija, Almerija

# AKVAPONIKA

Akvaponika je kombinacija akvakulture koja se bavi gajenjem riba i drugih vodenih životinja i hidroponike u kojoj se gaje biljke.

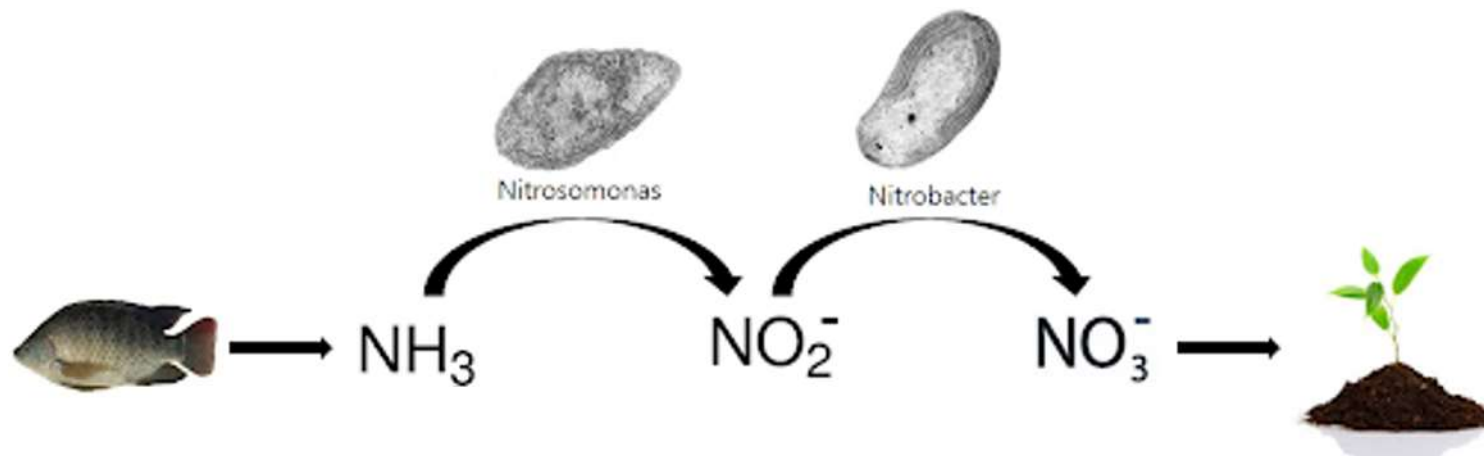
U akvaponskoj proizvodnji uspostavljena je simbiotska veza u kojoj biljke koriste kao hranu sve što se nađe u vodi u kojoj se odgajaju ribe, dok za uzvrat biljke tu vodu filtriraju i pročišćavaju i kao takva se ponovo vraća u bazen sa ribama. Uz ribe i njihov otpad, mikroorganizmi igraju važnu ulogu u ishrani biljaka (bakterije), jer prevode riblji otpad i druge nepristupačne materije u jedinjenja pristupačna biljkama. Kao rezultat uspešne saradnje akvakulture i povrtarstva, dobijaju se kvalitetne ribe i biljke.

Kroz akvaponiku se uspostavlja održivi sistem organske proizvodnje, a recikliranjem vode njena potrošnja se značajno smanjuje.



Budući da akvaponika u osnovi koristi iste sisteme kao i hidroponika, nema mnogo razlika u načinu funkcionisanja sistema, osim dodate ribe u rezervoarima za vodu. Svi sistemi gajenja biljaka u vodi su vrlo kompatibilni i prilagodljivi za spajanje sa akvakulturom.

Ako bi neku specifičnost ove proizvodnje morali da izdvojimo, to bi bila pH vrednost vode, koja se mora pratiti i regulisati, a najpogodnija je onaj u neutralnom opsegu od 6,8 do 7,2. Takođe i tvrdoća vode može otežati prilagođavanje njenog pH.



**KVALITET VODE I MIKROORGANIZMI.** Pored neutralne pH vrednosti i prednosti ako je meka, voda treba da sadrži visok nivo kiseonika, nizak nivo amonijaka i da ima optimalnu temperature.

Amonijak iz ribljeg izmeta je veoma otrovan za ribe i neophodno je da se brzo ukloni iz vode. U prisustvu kiseonika amonijak se uz pomoć bakterija razgrađuje do nitrita, a zatim i nitrata, koji su neophodni za pravilan razvoj biljaka. Količina bakterija koju sistem može da sadrži zavisi, pre svega od njegove ukupne korisne površine, koja se može uvećati na različite načine, pre svega materijalima kao šljunakom i peskom, ali i podlogama sa većim površinama (rebra u gajilištima). Kada u sistem počne da pristiže amonijak, bakterije će početi da se razmnožavaju, a veličina njihove kolonije biće uslovljena tom ukupnom korisnom površinom akvapona.

Cirkulacijom vode ove materije se uklanjaju iz vode u kojoj je riba i prenose se do biljaka koje ih usvajaju. Voda, koja se zatim vraća u tank sa ribama je bezbedna za ribe. Ovo znači da ribe obezbeđuju hranu biljkama, a biljke omogućavaju čistu životnu sredinu za ribe.

## Vrste povrća

Gotovo sve vrste povrća se mogu gajiti u ovakvom sistemu. Sitno povrće u koje spadaju salate, rukola, endivija, kelj, lukovi, rotkvica, spanać, aromatično i začinsko bilje nije potrebno dodatno prihranjivati, dok se vrstama većeg habitusa, kao što su paradajz, paprika, kupus, karfiol, krastavac, lubenica, dinja mora obezbediti dodatna prihrana, pa se zbog toga one gaje u tehnički naprednijim akvaponским sistemima.

## Vrste riba

Ribe koje se u ovom sistemu proizvode su slatkovodne. Najčešće se koriste vrste koje su otporne na bolesti, promenljive uslove gajenja, koje brzo napreduju i ne smeta im mali prostor za gajenje. U svetu je to najčešće tilapija, mada se mogu gajiti i nama poznate vrste kao šaran, babuška, cverglan i dr. Njihovo prihranjivanje se obavlja specijalnom hranom koja je poželjno da bude organskog porekla. Ukrasne akvarijumske ribice, zatim pučevi i školjke, takođe mogu biti deo ovog Sistema.





*Stapar, porodica Radin*

