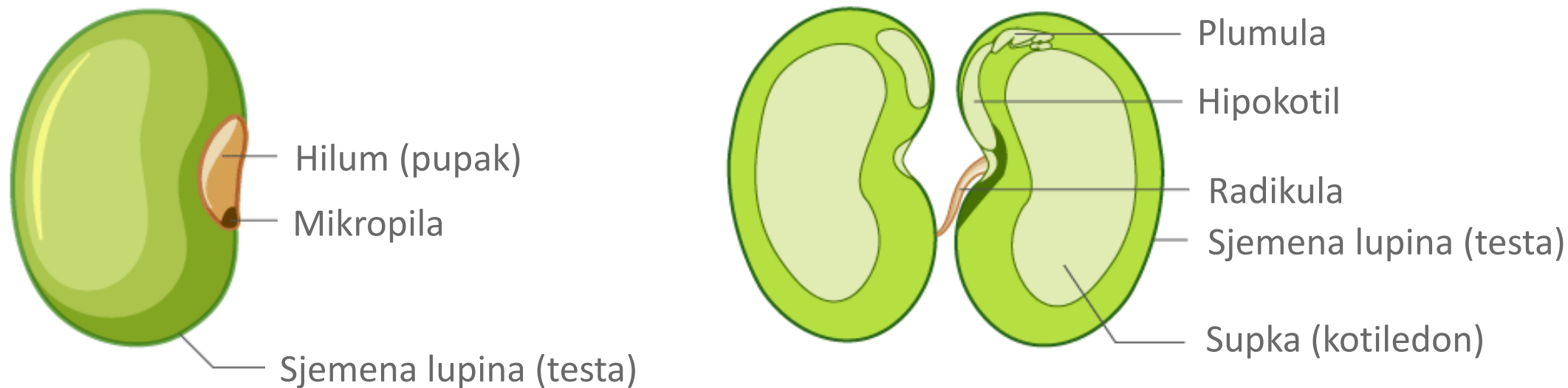


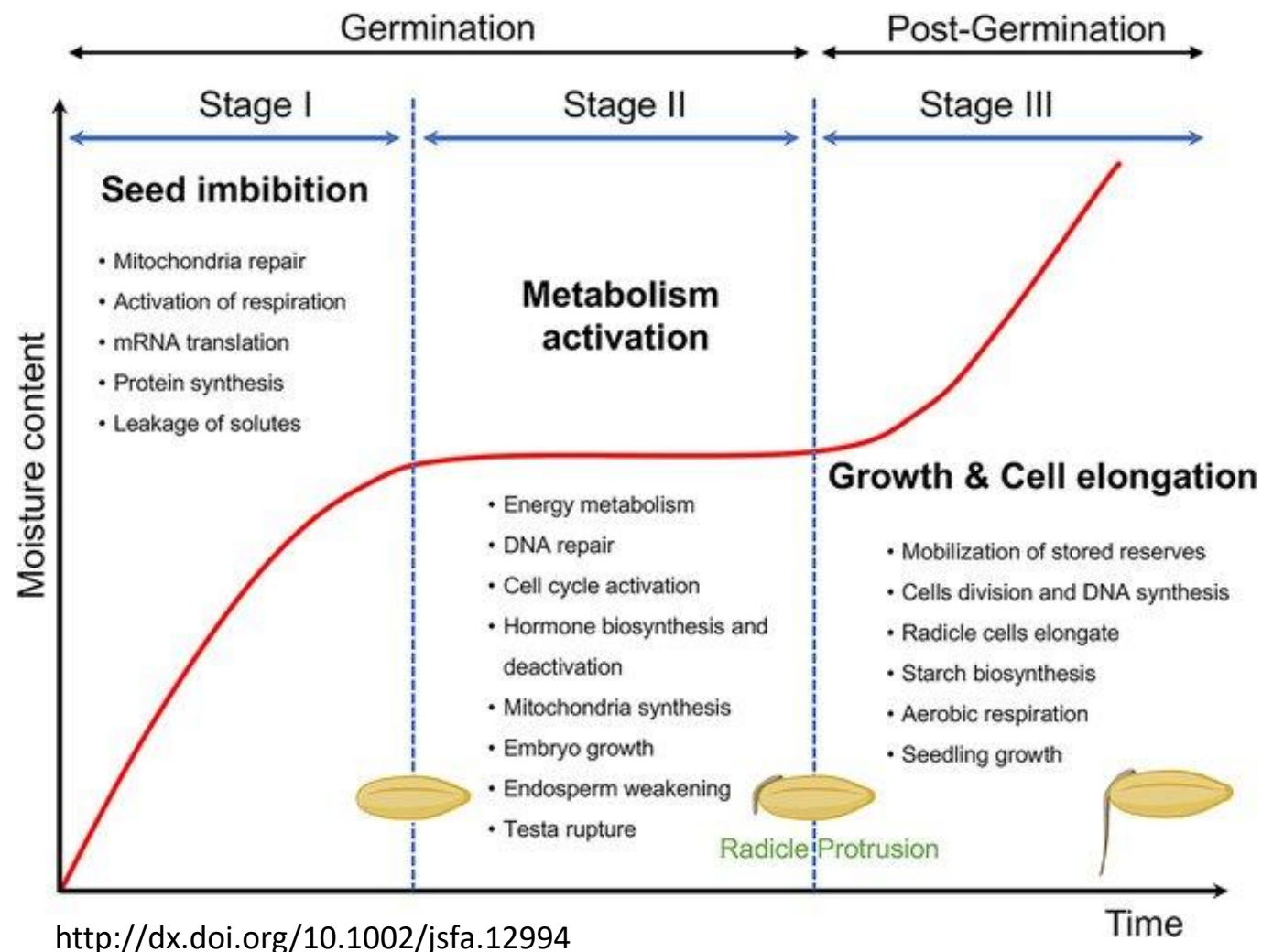
# TESTOVI KLIJAVOSTI





**KLIJANJE** – proces u kojem počinje aktivni rast embrija što dovodi do probijanja sjemene lupine i pojave nove biljke.

- I faza: primanje vode
- II faza: pripreme za rast embrija, metabolička aktivnost
- III faza: rast embrija



- Proces klijanja počinje kad suho sjeme prima vodu, a završava kad se produlji os embrija.
- Faza I (imbibicija sjemena) karakterizirana je brzim ulaskom vode zbog niskog vodnog potencijala sjemena. **REVERZIBILNO!**
- Voda ulazi u sjeme na temelju difuzije i kapilarnog djelovanja.
- U fazi II, sadržaj vode se ne mijenja značajno prije probijanja korijena (radikule).
- Faza III obilježena je pucanjem sjemene lupine, čime je omogućen prvi vidljivi znak klijanja (probijanje radikule). **IREVERZIBILNO!**

# ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA KLIJANJE

Okolišni čimbenici:

- voda
- kisik
- temperatura
- svjetlost
- dubina sijanja
- tlo i njegov kemijski sastav
- kvaliteta (vijabilnost) sjemena

**Dormancija** – razdoblje mirovanja sjemenki.

- neke sjemenke trebaju dodatni poticaj za klijanje:
  - svjetlost (potrebna za duhan i salatu, dok klijanje crnjike (*Nigella*) inhibira)
  - niske temperature (0-10 °C), poznato i kao stratifikacija



salata



duhan



crnjika



**IDEJE ZA  
TESTOVE  
KLIJAVOSTI U  
ŠKOLI**

### **Učinak temperature:**

- Klijanje sjemena u hladnjaku, sobnoj temperaturi i toplijem mjestu (npr. iznad radijatora).

### **Učinak svjetla i tame:**

- Klijanje sjemena u mraku (npr. prekriveno folijom) i na svjetlu (npr. učionica).

### **Učinak vlage i dostupnosti kisika:**

- Klijanje sjemena pri različitim razinama vlage (potpuno suho, umjereno vlažno i natopljeno).

### **Fitotoksičnost tvari:**

- Klijanje sjemena u pristustvu pesticida i herbicida za zaštitu poljoprivrednih vrsta biljaka i drveća.

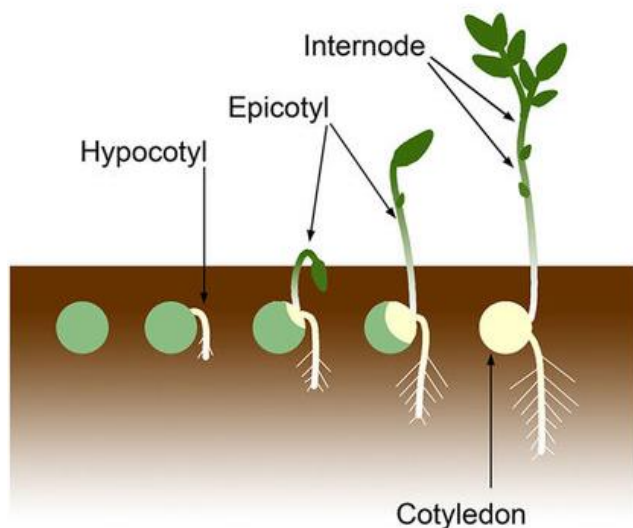
### **Učinak hranjivih supstrata za poboljšanje kultivacije i prinosa**

### **Alelopatski učinci (orah, pelin, luk, raž, pšenica)**

# BILJKE POGODNE ZA TESTOVE KLIJAVOSTI

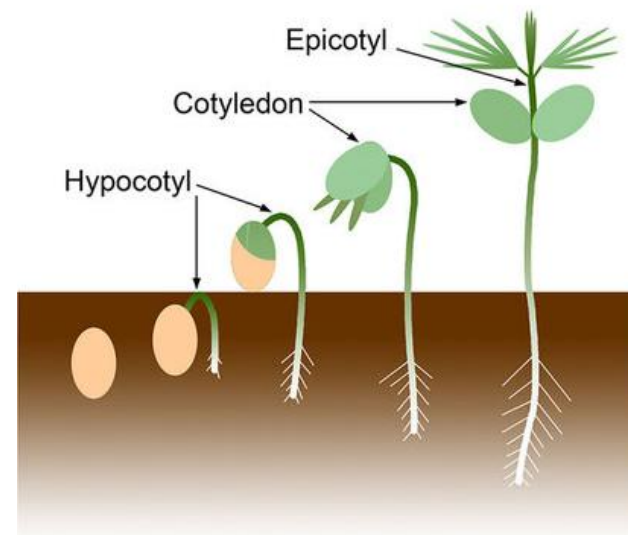
Izbor sjemena na temelju nekoliko kriterija:

- tipa klijanja (hipogejsko, epigejsko)
- brzine klijavosti
- važnosti (poljoprivreda, šumarstvo, hortikultura)
- osjetljivosti
- jednostavnosti uzgoja
- ponovljivosti



## HIPOGEJSKO KLIJANJE

supke ostaju obavijene  
sjemenom lupinom i  
skrivene ispod zemlje



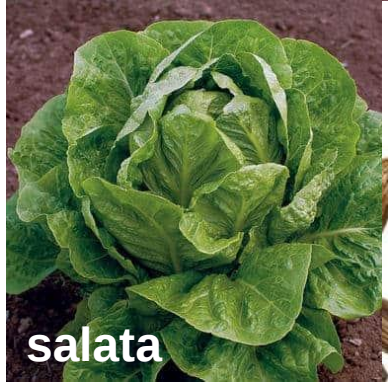
## EPIGEJSKO KLIJANJE

supke probijaju sjemenu  
lupinu, zauzimaju  
nadzemni položaj, ozelene,  
te kraće ili dulje vrijeme  
asimiliraju

# JEDNOSUPNICE



# DVOSUPNICE



salata



vrtna kresa



soja



gorušica



rajčica



krastavac



uljana repica



# Što možemo pratiti i/ili mjeriti?

**1. Trajanje klijanja** – vrijeme potrebno od bubrenja (primanja vode) do pojave radikule.

**2. Stopa klijanja (klijavost)** – postotak proklijalih sjemenki u određenom vremenu.

- kriterij dužine praćenja: dužina radikule (1-5 mm).

**3. Razvoj i rast klijanca**

- razvoj prvog pravog lista
- praćenje rasta izdanka i korijena:
  - duljina korijena i izdanka
  - svježa masa korijena i izdanka
  - suha masa korijena i izdanka



# REZULTATI

- prikupljaju se tijekom pokusa ili na kraju pokusa

$$\text{Klijavost (\%)} = \frac{\text{broj prokljalih sjemenki}}{\text{ukupni broj sjemenki}} \times 100$$


uspoređuju se vrijednosti dobivene za kontrolne i tretirane skupine sjemenki

$$\text{Relativna klijavost (\%)} = \frac{\text{broj prokljalih sjemenki u testiranom uzorku}}{\text{broj prokljalih sjemenki u kontroli}} \times 100$$

$$\text{Relativni rast (\%)} = \frac{\text{duljina korijena/izdanka u testiranom uzorku}}{\text{duljina korijena/izdanka u kontroli}} \times 100$$

(korijena ili izdanka)

- izračunati srednje vrijednosti mjerenog parametra (od  $n$  replika)  $\pm$  standardna devijacija

# REZULTATI – „napredniji” parametri

## Procjena vitalnosti

$$\text{Vitalnost (\%)} = \frac{\text{br. dobro razvijenih klijanaca u tretmanu}}{\text{br. dobro razvijenih klijanaca u kontroli}}$$

## Krivulja odgovora na dozu određene kemikalije

- npr. % inhibicije rasta

$$i (\%) = \frac{L_c - L_t}{L_c} \times 100$$

i – inhibicija rasta

L<sub>c</sub> – duljina izdanka ili korijena u kontroli

L<sub>t</sub> – duljina izdanka ili korijena u tretiranoj grupi biljaka

# PRAĆENJE UČINKA NEKE TVARI NA KLIJAVOST

## Dva pristupa

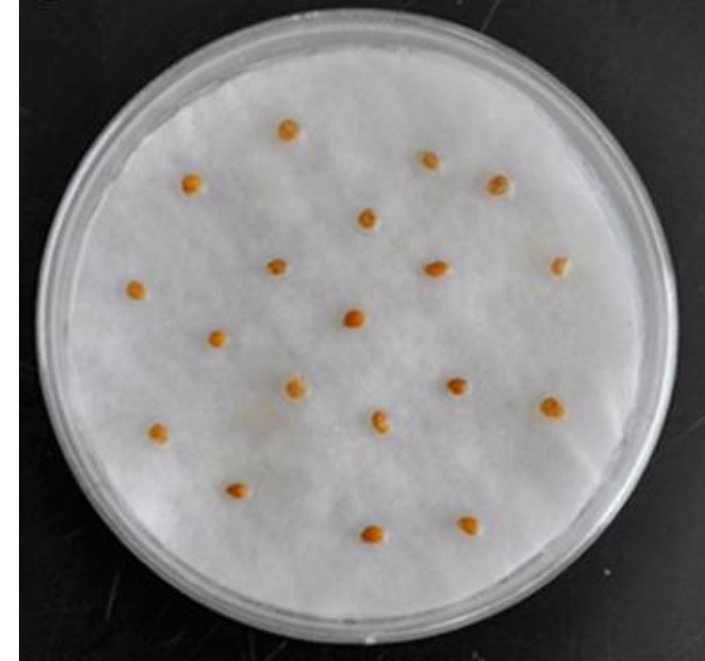
1. klijanje direktno u istraživanom materijalu (tlo, supstrat, otopina)
2. klijanje u inernom supstratu ili u hidroponici, a ispitivana tvar se dodaje u obliku otopine ili ekstrakta

## Testirana tvar

- priređuje se niz koncentracija:
  - testirana otopina priređena otapanjem testirane tvari u  $\text{dH}_2\text{O}$  ili hranjivoj otopini
  - krutine se miješaju sa supstratom ili nezagađenim tlom

## Vrsta testa

- **test klijavosti sjemenki:** testirana otopina dodaje se kad je sjeme posijano na supstrat
- **test na klijancima:** kad sjemenke prokliju, rani rast promatra se u istoj posudi ili se klijanci razmjestu u druge posude (npr. po 10 klijanaca po posudi) u koje se dodaje testirana otopina



# O ČEMU TREBA RAZMIŠLJATI PRIJE POSTAVLJANJA POKUSA?

## Uvjeti uzgoja

- konstantni, optimalni za odabrane vrste biljaka
  - temperatura
  - svjetlost
  - fotoperiod
  - vlažnost
- klijališta, fitotron, staklenik

## Dovoljno podataka za izvesti zaključke

- broj sjemenki po posudi (> 5, 20, 40)
- broj biljaka po posudi (npr. 5-10)
- broj replika, 3-5 (jedna posuda = jedna replika?)

## Trajanje testa

- klijavost 7-10 dana (vrijeme u kojem proklije barem 65% kontrole, korjenčić 1 cm)
- rast klijanaca 14-21 dan od pojave 50% klijanaca u kontroli

# O ČEMU TREBA RAZMIŠLJATI PRIJE POSTAVLJANJA POKUSA?

## Odabir testa

- statički
- statički s periodičkim obnavljanjem podloge  
(zalijevanjem se ispitivana tvar može dodati više puta)
- protočni

## NEGATIVNA KONTROLA

- $\text{dH}_2\text{O}$  ili hranjiva otopina, supstrat za rast, tlo
- izostavljena je testirana tvar

## POZITIVNA KONTROLA

- kemikalija (otopina ili dodana u supstrat) s poznatim učinkom
- radi provjere ponovljivosti pokusa i osjetljivosti biljke

## **PREDNOSTI TESTOVA KLIJAVOSTI**

- osjetljiv testni sustav
  - tijekom klijanja se odvijaju metabolički procesi, prijenos hranjivih tvari, stanična dioba...
- brzi test – 7 dana, najdulje 14 ili 21 dan
- jednostavan, jeftin
- ne zahtijeva sterilne uvjete
- ne zahtijeva podloge obogaćene hranjivim tvarima

## **OGRANIČENJA I NEDOSTACI**

- npr. određeni testovi klijavosti nisu osjetljivi za neke tvari zbog nemogućnosti primanja tih tvari u sjemenku te zbog prisutnosti spremišnih tvari kao izvora hrane
- koje sjemenke su osjetljiviji testni sustav – grah, kukuruz, soja, salata, ljulj i/ili vrtna kresa?

# Utjecaj različitih koncentracija aspirina na klijavost sjemenki poriluka

## Cilj:

Istražiti utječe li aspirin (acetilsalicilna kiselina) na klijavost sjemenki poriluka i ako da, u kojoj mjeri različite koncentracije aspirina utječu na postotak klijavosti.

## Potrebni materijal:

- Sjemenke poriluka (50 ili više komada po tretmanu)
- Aspirin tablete (acetilsalicilna kiselina)
- Destilirana voda
- Petrijeve zdjelice ili plitke posudice (jedna za svaki tretman)
- Filter papir ili papirnate maramice
- Mjerne čaše ili pipeta za mjerenje volumena vode
- List za prikupljanje podataka
- Termometar (po želji)
- Folija ili poklopac (za održavanje vlage u posudicama)

## **Postupak:**

### **1.Priprema otopina aspirina:**

1. Pripremite otopine različitih koncentracija aspirina u vodi. Preporučene koncentracije mogu biti:
  - kontrola, samo destilirana voda
  - 0.05 g aspirina u 1 L vode
  - 0.1 g aspirina u 1 L vode
  - 0.2 g aspirina u 1 L vode
  - 0.4 g aspirina u 1 L vode
2. Svaka otopina treba biti u dovoljnoj količini da održava vlagu u Petrijevim zdjelicama tijekom cijelog trajanja pokusa (oko 20 mL po posudici).

### **2.Postavljanje sjemenki:**

1. Obložite dno svake Petrijeve zdjelice s dva sloja filter papira ili papirnatih maramica.
2. Stavite 10 sjemenki poriluka u svaku zdjelicu, pazeći da budu ravnomjerno raspoređene.
3. Dodajte 10 mL pripremljene otopine u svaku zdjelicu. Osigurajte da svaki tretman ima zasebnu zdjelicu, a u zdjelicu s kontrolom dodajte samo destiliranu vodu.

### **3. Inkubacija:**

1. Pokrijte Petrijeve zdjelice folijom ili stavite poklopac kako biste spriječili isparavanje i održali vlagu.
2. Postavite zdjelice na svijetlo mjesto s kontroliranom temperaturom (oko 20-25 °C) i osigurajte da sve zdjelice budu pod jednakim uvjetima.

### **4. Promatranje:**

1. Svakodnevno provjeravajte klijanje sjemenki kroz 7-10 dana.
2. Zabilježite broj sjemenki koje su proklijale u svakoj zdjelici.
3. Klijavost definirajte kao pojavu korjenčića (radikule) koja je duža od same sjemenke.
4. Dodajte 2-3 mL svake otopine u zdjelice svaki drugi dan kako biste održali vlagu.

### **5. Prikupljanje podataka:**

1. Za svaki tretman, zabilježite broj proklijalih sjemenki svaki dan.
2. Pratite i zabilježite svaku promjenu u izgledu ili brzini klijanja sjemenki između tretmana.

## **6. Obrada podataka:**

### **A. Izračun postotka klijavosti:**

1. Za svaku koncentraciju, izračunajte prosječan postotak klijavosti na kraju eksperimenta.

### **B. Usporedba podataka:**

1. Napravite tablicu s različitim koncentracijama aspirina i postotkom klijavosti za svaku koncentraciju.
2. Prikaz klijavosti po danima može pomoći da se vidi brzina klijanja.

### **C. Grafički prikaz:**

1. Prikažite podatke grafički koristeći stupčasti ili linijski graf, gdje će x-osi predstavljati različite koncentracije aspirina, a y-osi postotak klijavosti.
2. Alternativno, koristite linijski graf s brojem proklijalih sjemenki po danima kako biste pratili trendove klijanja tijekom vremena.

### **D. Analiza rezultata:**

1. Usporedite postotak klijavosti između kontrolne skupine i skupina tretiranih različitim koncentracijama aspirina.
2. Istražite uzorak – povećava li se ili smanjuje klijavost s povećanjem koncentracije aspirina?
3. Diskutirajte o rezultatima: može li aspirin imati stimulativni ili inhibicijski učinak na klijavost sjemenki poriluka i u kojoj mjeri?

Na temelju dobivenih podataka, donesite zaključak o utjecaju različitih koncentracija aspirina na klijavost sjemenki poriluka.