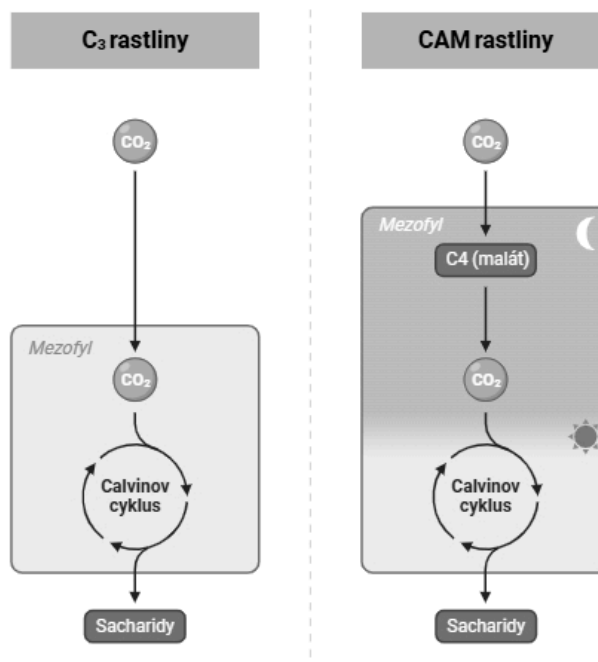


**Praktická úloha č. 1** (45 bodov, 90 minút)**Téma: Anatómia a fyziológia sukulentov**

Rastliny v evolúcii prispôbili ich stavbu a metabolizmus podmienkam prostredia, v ktorom žijú. Sukulentné rastliny dokážu v tele zadržať veľké množstvo vody a rásť na suchých (aridných) stanovištiach. Príkladom adaptácie na sucho u niektorých sukulentov je CAM fotosyntetický metabolizmus. U väčšiny rastlín v našich podmienkach (označujeme ich ako C<sub>3</sub> rastliny) sú prieduchy otvorené cez deň, keď prebiehajú svetelné reakcie fotosyntézy a oxid uhličitý sa v Calvinovom cykle premieňa na sacharidy. Naopak, u CAM rastlín sú prieduchy otvorené v noci. Oxid uhličitý vstupuje do listu cez prieduchy a v bunkách je zabudovaný do štvoruhlíkatej zlúčeniny (malátu), ktorá spôsobuje významný pokles pH v bunkách listu. Cez deň je malát dekarboxylovaný a uvoľnený oxid uhličitý vstupuje do reakcií Calvinovho cyklu závislých na svetle. Rozdiely v metabolizme C<sub>3</sub> a CAM rastlín sú znázornené na obrázku vyššie.



S mnohými sukulentnými rastlinami sa bežne stretávate doma alebo v škole. Dnes bude Vašou úlohou pripraviť mikroskopické preparáty z listu sukulentnej rastliny a pomocou pH testu zistiť, aký typ fotosyntetického metabolizmu využíva.

Skontrolujte si, že na stole máte pripravené všetky potrebné **pomôcky a materiál**:

- listy, príp. segmenty listov označené 1, 2, 1D a 1N, 2D a 2N
- žiletka,
- 2 podložné a krycie sklíčka,
- kadička s vodou,
- kvapkadlo (Pasteurova pipeta),
- 4 mikroskúmvavky,
- 4 pH indikátorové papieriky,
- pomôcky na rozotretie listu,
- tyčinkové lepidlo/lepiaca páska.

Číslo súťažiaceho:

**Úloha 1:** Pomocou žiletky zhotovte čo najtenší priečny rez listom sukulentnej rastliny, ktorý je označený číslom 1. Rez opatrne vložte do kvapky vody na podložnom sklíčku, prikryte krycím sklíčkom a pozorujte mikroskopom. Pozorovanie zakreslite nižšie, popíšte všetky zakreslené štruktúry a nezabudnite uviesť zväčšenie.

**Nákres 1**



**Úloha 2:** Na základe pozorovania označte pravdivé tvrdenia:

- A. Listový mezofyl je tvarovo plne diferencovaný na palisádový a špongiový parenchým.
- B. V bunkách mezofylu sú metódou svetelnej mikroskopie pozorovateľné chloroplasty.
- C. V liste sa nenachádzajú cievné zväzky, transport látok zo stonky do listu prebieha difúziou.
- D. Listová pokožka je tvorená 5 – 10 vrstvami buniek.

**Úloha 3:** Z listu 2 zhotovte preparát pokožky. Snažte sa z povrchu listu oddeliť priesvitnú pokožkovú vrstvu, opatrne vložte do kvapky vody na podložnom sklíčku, prikryte krycím sklíčkom a pozorujte mikroskopom. Zakreslite a popíšte zakreslené štruktúry. Venujte pozornosť tvaru rôznych bunkových typov. Nezabudnite uviesť zväčšenie.

*Pomôcka: Okrem zatváracích buniek prieduchov sa v pokožke vyskytujú základné pokožkové bunky. Niektoré rastliny majú bezprostredne v okolí prieduchov tzv. vedľajšie bunky – tvarovo sa odlišujú od základných pokožkových buniek. V pokožke niektorých druhov rastlín nájdeme trichómy. Zakreslite všetky bunkové typy, ktoré pozorujete.*

Číslo súťažiaceho:

**Nákres 2**

**Úloha 4:** K rôznym pletivám/bunkovým typom (A – D) vyskytujúcim sa v liste prirad'te ich funkciu (1 – 4) . Pozor, jedna štruktúra môže plniť aj niekoľko funkcií.

1. Fotosyntéza.
2. Regulácia vstupu oxidu uhličitého do listu.
3. Transport sacharidov z listu do koreňa.
4. Transport vody do listu.

A. Prieduch:

B. Listový mezofyl:

C. Xylém:

D. Floém:

**Úloha 5:** Na stole máte listy sukulentných rastlín 1 a 2 označené písmenami 1D, 1N, 2D a 2N. Listy sme pripravili nasledovne:

- Listy N boli zbierané skoro ráno pred východom slnka a skladované pri -20 °C.
- Listy D boli zbierané poobede pred západom slnka a skladované pri -20 °C.

Číslo súťažiaceho:

**Pracovný postup:**

1. Listy zvážte na laboratórnej váhe a zapíšte si ich hmotnosť do tabuľky nižšie. Nezabudnite uviesť jednotky.
2. K listu pridajte vodu (1 ml vody na 1 g čerstvej hmotnosti listu). Objem pridanej vody zapíšte do tabuľky nižšie. Nezabudnite uviesť jednotky.
3. List rozotrite a homogenát pomocou Pasteurovej pipety prepipetujte do mikroskúmaviek (môžete si ich označiť ako 1D, 1N, 2D, 2N).
4. Mikroskúmavky zaneste asistentovi. Asistent vykoná centrifugáciu (1 min pri maximálnych otáčkach).
5. Do lyzátu v mikroskúmavke ponorte indikátorový pH papierik a zavolajte asistenta, ktorý vám poskytne farebnú škálu pre určenie pH. Odčítajte výsledok a zapíšte do tabuľky nižšie.

| List | Hmotnosť | Objem pridanej vody | Odčítaná hodnota pH |
|------|----------|---------------------|---------------------|
| 1D   |          |                     |                     |
| 1N   |          |                     |                     |
| 2D   |          |                     |                     |
| 2N   |          |                     |                     |

Priložte aj kúsok indikátorového papierika do políček nižšie:

| 1D | 1N | 2D | 2N |
|----|----|----|----|
|    |    |    |    |

**Úloha 6:** Zakrúžkujte na základe získaných výsledkov správnu možnosť pre každú rastlinu:

Sukulentná rastlina 1 má :

|                            |                             |                                                            |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>C3<br/>metabolizmus</b> | <b>CAM<br/>metabolizmus</b> | <b>nie je možné určiť<br/>na základe tohto experimentu</b> |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|

Sukulentná rastlina 2 má :

|                            |                             |                                                            |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>C3<br/>metabolizmus</b> | <b>CAM<br/>metabolizmus</b> | <b>nie je možné určiť<br/>na základe tohto experimentu</b> |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|

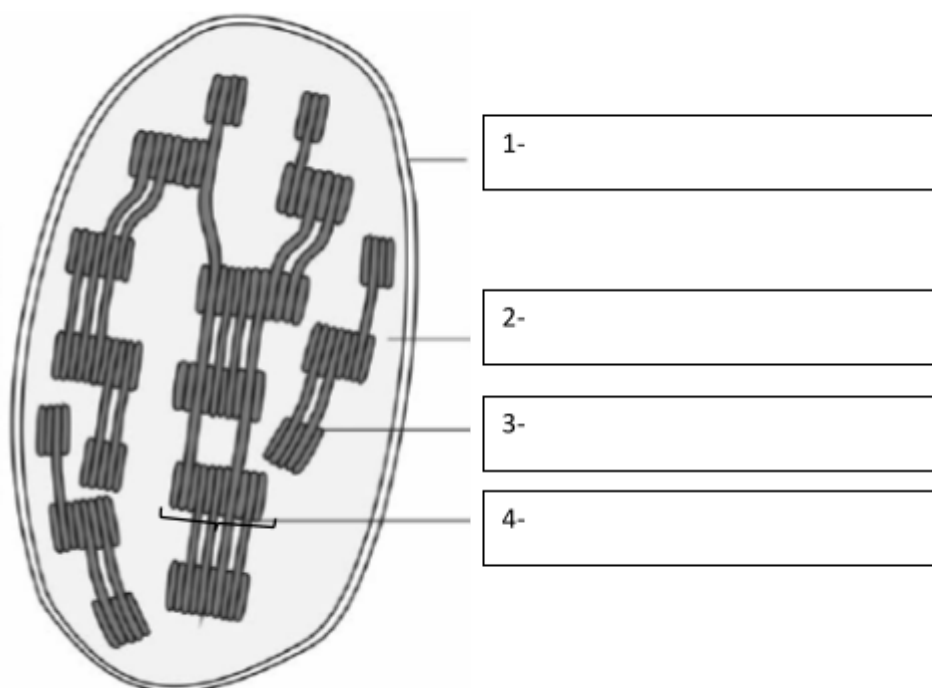
Číslo súťažiaceho:

*Pokračujte riešením nadväzujúcich doplňujúcich úloh:*

**Úloha 7:** Rastliny nie sú jediné fotosyntetizujúce organizmy na Zemi. Z nasledujúcich možností označte tie, ktoré uvádzajú organizmy schopné fotosyntézy:

- A. Sinica *Synechocystis* sp. PCC6803
- B. Zelená riasa morský šalát (*Ulva lactuca*)
- C. Lišajník diskovník múrový (*Xanthoria parietina*)
- D. Kvasinka pивná (*Saccharomyces cerevisiae*)

**Úloha 8.1:** Fotosyntéza prebieha v rastlinných bunkách v chloroplastoch. Pomenujte jednotlivé kompartmenty chloroplastu.



**Úloha 8.2:** Z kompartmentov 1 – 3 vyberte a napíšte číslo kompartmentu(ov), v ktorom:

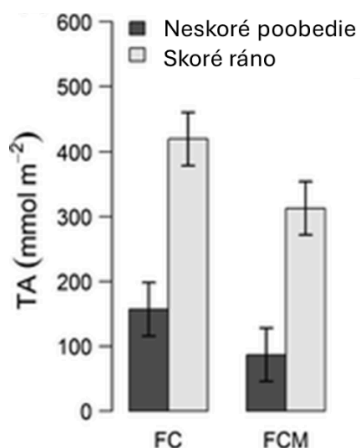
- A. sa nachádza DNA:
- B. prebiehajú fotochemické reakcie (svetelná fáza) fotosyntézy:
- C. prebiehajú biochemické reakcie (tmavá fáza) fotosyntézy:
- D. sa nachádzajú proteíny:

**Úloha 9:** Krátkodobý stres suchom dokážu do istej miery tolerovať mnohé rastliny. Aká je možná fyziologická reakcia rastliny na stres suchom?

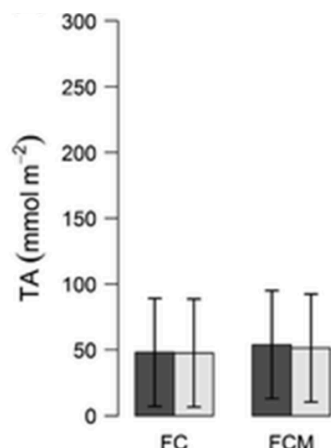
- A. Otvorenie prieduchov.
- B. Produkcia hormónu kyseliny abscisovej (ABA).
- C. Zastavenie rastu.
- D. Zvýšenie transpirácie.

Číslo súťažiaceho:

**Úloha 10:** Niektoré rastlinné druhy aktivujú CAM metabolizmus iba za určitých podmienok. Vedci skúmali vplyv sucha a medzidruhových interakcií na fotosyntetický metabolizmus



**sucho**



**vlhko**

u sukulentnej rastliny *Mesembryanthemum cristallinum*. Tento druh v Kalifornii koexistuje s C3 rastlinou *Bromus mollis* z čeľade lipnicovité (*Poaceae*). Za podmienok sucha a dostatočného vlhka bola meraná titrovateľná acidita (TA) listov *M. cristallinum* pestovaných bez prítomnosti *B. mollis* (FC) a v prítomnosti *B. mollis* (FCM). Titrovateľná acidita sa zvyšuje so znižujúcou sa hodnotou pH listu. Označte tvrdenia vyplývajúce z výsledkov experimentu:

- A. *M. cristallinum* aktivuje CAM metabolizmus v podmienkach sucha.
- B. V podmienkach vlhka je aktivácia CAM metabolizmu u *M. cristallinum* závislá na prítomnosti *B. mollis*.
- C. Prítomnosť *B. mollis* nemá žiaden vplyv na fotosyntetický metabolizmus *M. cristallinum* v podmienkach sucha.
- D. Prítomnosť *B. mollis* podporuje rast *M. cristallinum* v podmienkach sucha.

**Úloha 11:** Nižšie vidíte kladogram znázorňujúci evolučné vzťahy medzi vybranými druhmi z čeľade asparágovitá (*Asparagaceae*). U každého rastlinného druhu je uvedený typ fotosyntetického metabolizmu. Predpokladajte, že posledný spoločný predok asparágovitých mal C3 metabolizmus a na základe princípu parsimónie (minimálny počet evolučných zmien) do kladogramu znázorníte body, v ktorých došlo k evolučným zmenám fotosyntetického metabolizmu a o aké zmeny išlo (napr. C3 → CAM):

