



Čas reševanja: 120 minut.

Dovoljeni pripomočki: računalno, ravnilo, kotomer, šestilo, kemični svinčnik, svinčnik, radirka.

Periodni sistem je priložen.

Naloge

Na ta list **ne** pišite odgovorov. Uporabite *ocenjevalno polo*.

Vsak rezultat mora imeti pravilno enoto in primerno število veljavnih mest.

Na ocenjevalno polo zapišite postopek reševanja, sicer se naloga oceni z nič točkami!

Konstante

$$N_A = 6,02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$c = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ V s A}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

$$\sigma = 5,67037 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

$$R = 8,31446 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$e_0 = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$\epsilon_0 = \mu_0^{-1} c^{-2} \approx 8,85419 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$$

$$m_u = 1 \text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$F = 96\,485 \text{ As mol}^{-1}$$

$$g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$$

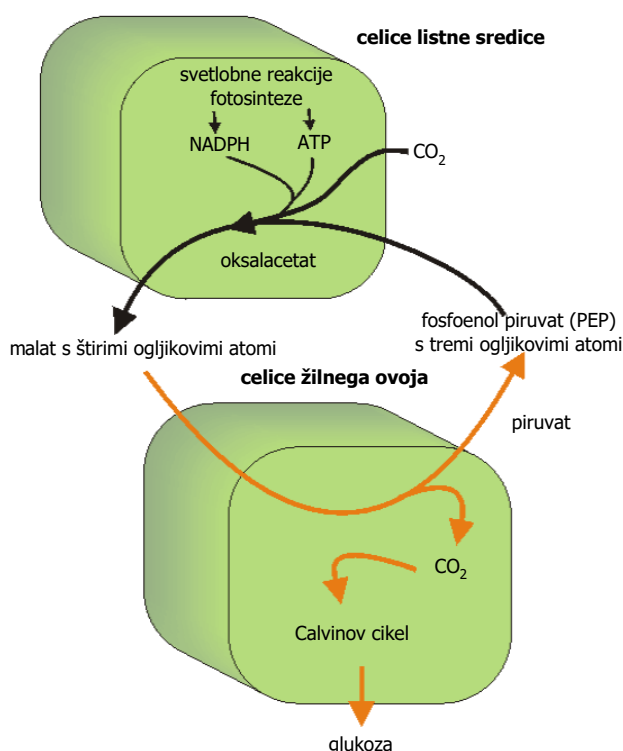
$$h = 6,62607 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$k_B = 1,38065 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

KORUZA

Koruza (*Zea mays*) je enoletna žitarica, ki spada v skupino enokaličnic, v družino trav. Izvira iz Južne Amerike, kultivirali pa so jo v Srednji Ameriki. Z mnogimi križanji so nastale današnje sorte koruze.

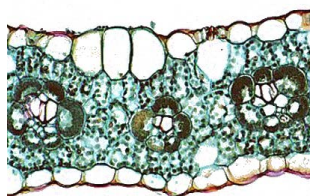
Podobno kot nekatere ostale rastline iz tropskih okolij (na primer sladkorni trs) so se tudi pri koruzi z evolucijo razvili posebni mehanizmi fiksacije ogljikovega dioksida. Z dodatnimi presnovnimi potmi te rastline "ustvarijo zalogo CO_2 ", ker ga vežejo v molekule malata. Pomanjkanje CO_2 povzroča fotorespiracijo: to je proces, pri katerem encim Rubisco, katerega vloga je vezava CO_2 v Calvinovem ciklu, namesto CO_2 veže kisik, s čimer se učinkovitost fotosinteze zmanjša. Pri koruzi vezavo CO_2 opravi encim fosfoenolpiruvat karboksilaza (PEP karboksilaza) v celicah listne sredice (mezofil). Ta encim omogoči vezavo CO_2 in molekule fosfoenolpiruvata, pri čemer nastane oksalacetat. Iz oksalacetata nastane malat (molekula s štirimi ogljikovimi atomi), ki se prenese v celice žilnega ovoja, kjer se razgradi v CO_2 in piruvat. Nastali CO_2 pa se vključi v Calvinov cikel. Rastline z opisanim mehanizmom fiksacije CO_2 imenujemo C_4 rastline. Prednosti takšnega načina fiksacije CO_2 so zmanjšane izgube pri fotosintezi zaradi fotorespiracije ter učinkovitejša izraba vode iz tal. Fotosinteza C_4 rastlin je prikazana na spodnji shemi.



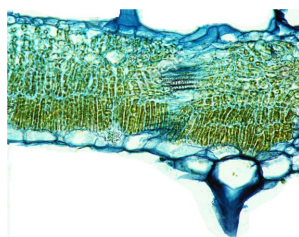
1.1 Katera izmed spodnjih shem prikazuje prečni prerez lista koruze?

(1 TOČKA)

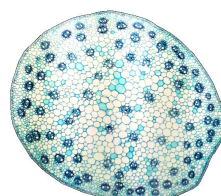
OPOMBA: V ocenjevalni poli so slike narisane povečano.



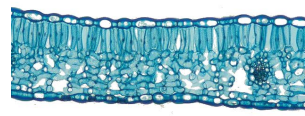
shema A



shema B



shema D



shema D

1.2 Na shemi za odgovor na vprašanje 1.1. s puščico označite, kje potekajo svetlobne reakcije fotosinteze.

(1 TOČKA)

V poskusu so proučevali vpliv povečane koncentracije CO_2 v zraku na rast rastlin. Merili so sprejem CO_2 v rastlino v odvisnosti od prostorninskega deleža CO_2 v zraku ($V_{\text{CO}_2}/V_{\text{zrak}}$). Poskus z rastlinami koruze in pšenice so izvajali v komori, kjer so spreminjali prostornino CO_2 . Vsi ostali abiotski dejavniki so bili za obe rastlini optimalni. Hkrati s spreminjanjem prostornine CO_2 v komori so merili sprejem CO_2 v rastlino, in sicer kot hitrost sprejemanja CO_2 kot njegovo množino na površino rastline v časovni enoti ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Rezultate poskusa prikazuje preglednica 1. Negativni predznak pomeni, da rastlina CO_2 oddaja.

Oznaka meritve	Prostorninski delež ($V_{\text{CO}_2}/V_{\text{zrak}}$) (%)	Hitrost sprejema CO_2 v rastlini 1 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Hitrost sprejema CO_2 v rastlini 2 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
1	0,00	-10	-5
2	0,01	0	40
3	0,02	8	48
4	0,03	20	49
5	0,04	25	50
6	0,05	32	51
7	0,06	40	52
8	0,08	52	52
9	0,10	68	52
10	0,12	68	52

1.3 Narišite graf, ki bo prikazoval hitrost sprejema CO_2 v rastlini v odvisnosti od prostorninskega deleža CO_2 v zraku.

(2 TOČKI)

1.4 Navedite tri nadzorovane spremenljivke v opisanem poskusu.

(1 TOČKA)

1.5 Katera krivulja prikazuje hitrost sprejema CO_2 v odvisnosti od koncentracije CO_2 v okolju pri C3 rastlinah?

(1 TOČKA)

1.6 Katera rastlina ima pri današnjih koncentracijah CO_2 učinkovitejšo fotosintezo?

(1 TOČKA)

1.7-1.10 Na osnovi dejstev, zapisanih v uvodu, lastnega znanja in rezultatov poskusa označite, ali so zapisane trditve pravilne ali ne.

(4 × 1 TOČKA)

1.7 Če bi bili vsi ostali abiotski dejavniki nespremenjeni, bi bil ob višji koncentraciji CO_2 v atmosferi kot danes pridelek koruze sorazmerno večji.

1.8 Reakcije Calvinovega cikla pri koruzi potekajo tudi, ko so listne reže zaprte.

1.9 Pri pšenici poteka fotosinteza tudi ponoči.

1.10 Obe rastlini za izgradnjo encima Rubisco potrebujejo nitrate, ki jih sprejemata iz tal.

Ljudje gojimo koruzo za prehrano in za krmo. Za našo prehrano je pomemben koruzni storž, ki nastane po uspešni oprasitvi in oploditvi. Moška, razrasla klasasta socvetja se imenujejo metlica, ženska klasasta socvetja pa storž. Metlica se razvije na vrhu rastline in cveti konec junija, pri čemer se sprostijo približno 25 milijonov zrn cvetnega prahu. Cveti ena do tri dni prej kot žensko socvetje. Žensko socvetje se razvije na koncu enega ali več stranskih poganjkov. Ob cvetenju se vratovi plodnic podaljšajo, da v obliki kratko razvejanih brazd pogledajo iz ličja. Temu pravimo svila, ki ostane plodna 7 do 10 dni. Na koruznem storžu se lahko razvije od 400 do 700 zrn, razvrščenih v 6 do 20 vrst. Koruzno zrno je enosemni zaprt plod, ki ga strokovno imenujemo kariopsis.



storž



metlica

1.11-1.14 Na osnovi zapisanih dejstev o koruzi in znanja o zgradbi in delovanju rastlin označite, ali so zapisane trditve pravilne ali ne. (4 × 0,5 TOČKE)

1.11 Cvetovi koruze so enospolni.

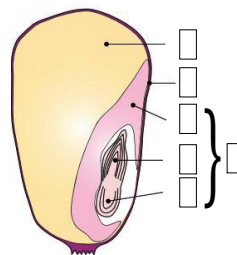
1.13 Koruza je vetrocvetka.

1.12 Koruza je dvodomna rastlina.

1.14 Po oprašitvi pride do dvojne oploditve.

1.15 Spodnja shema prikazuje koruzno zrno. Na shemo v *ocenjevalni poli* v okvirčke zapišite ustrezne črke. (1,5 TOČKE)

- A. Kalček.
- B. Zasnova za korenino.
- C. Zasnova za steblo z listi.
- D. Endosperm.
- E. Semenska ovojnica zrasla z osemenjem.
- F. Klični list.

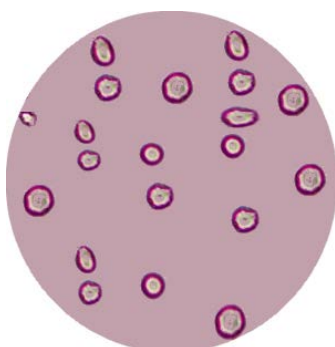


S poskusi so dokazali, da ima pomemben vpliv na velikost škrobnih zrn koruze količina fosfata v tleh. V poskusu so gojili eno sorto koruze pri različnih koncentracijah fosfata v tleh, in sicer od 60 do 180 kg ha⁻¹. Rezultati so pokazali, da se s povečanjem koncentracije fosfata v tleh povečuje število škrobnih zrn, ki so manjša od 18 μm. Prav tako se s povečevanjem koncentracije fosfata zmanjšuje število škrobnih zrn, ki so večja od 18 μm. Na skupno število škrobnih zrn pa količina fosfata nima vpliva.

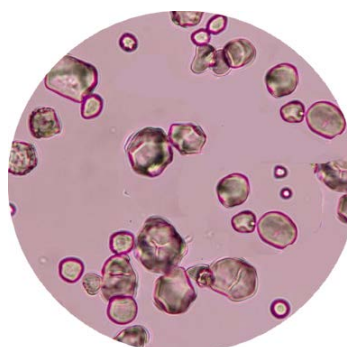
Spodnji shemi prikazujeta mikroskopska preparata škrobnih zrn koruze. V enem izmed preparatov so škrobna zrna koruze, ki je bila gojena v tleh z 80 kg fosfata na hektar, v drugem pa škrobna zrna koruze, ki je bila gojena v tleh s 160 kg fosfata na hektar. Podatki o mikroskopih, s katerimi so opazovali škrobna zrna, so v spodnji preglednici.

	Mikroskop 1	Mikroskop 2
Povečava okularja	15	18
Premer vidnega polja pri uporabi objektiva z 10-kratno povečavo	1200 μm	800 μm
Povečava objektiva, s katerim so opazovali škrobna zrna	40x	50x

Preparat 1 so opazovali z mikroskopom 1, preparat 2 pa z mikroskopom 2.



preparat 1



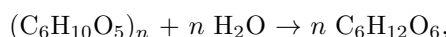
preparat 2

1.16 V katerem preparatu so škrobna zrna koruze, ki je bila gojena v tleh z 80 kg fosfata na hektar, in v katerem preparatu škrobna zrna koruze, ki je bila gojena v tleh s 160 kg fosfata na hektar? Odgovor utemeljite z izračuni. Za izračune uporabite predpostavko, da v preparatu 1 povprečno škrobno zrno zavzema 1/12 premera vidnega polja, v preparatu 2 pa 1/10 premera vidnega polja. (3 TOČKE)

1.17 Izračunajte, kolikšna je masa koruznih zrn v enem koruznem storžu rastline, ki je rasla na njivi z 80 kg fosfata na hektar. V enem koruznem storžu je 500 koruznih zrn, v enem zrnu pa približno 25 milijonov škrobnih zrn. Predpostavljate, da imajo škrobna zrna obliko valja z višino 10 μm . Gostota škroba je $1,5 \text{ g cm}^{-3}$, predstavlja pa 85 % koruznega zrna. Rezultat zapišite v gramih in zaokrožite na celo število. (2,5 TOČKE)

JOKER: Če premera škrobnega zrna niste izračunali, privzemite, da je premer 18 μm . Ob uporabi jokerja boste izgubili 1 točko.

2. V koruznih zrnih je veliko škroba, ki sodi med polisaharide in je glavni založni ogljikov hidrat v koruzi. Sestavljajo ga molekule glukoze, ki so povezane v nerazvejane verige, ki tvorijo amilozo, ter v razvejane, ki so amilopektin. Pri popolni razgradnji škroba v kislih raztopinah (kislá hidroliza) dobimo glukozo. Enačbo te kemijske reakcije zapišemo kot



kjer je n število enot glukoze v škrobu.

Konstanten kisel pH raztopine zagotovimo s pufrom, ki je raztopina šibke kisline in njene soli, in ga izračunamo po Henderson-Hasselbalchovi enačbi

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{sol}]}{[\text{kislina}]}. \quad (1)$$

Količino škroba lahko določimo s spremljanjem hitrosti te reakcije. Vemo, da je hidroliza škroba reakcija prvega reda. To pomeni, da je *trenutna* hitrost reakcije odvisna od *trenutne* koncentracije reaktanta (škroba) in konstante hitrosti, k . *Trenutna* hitrost reakcije, v , je torej na začetku najvišja in potem pada.

$$v = k [\text{R}] \quad (2)$$

Povprečna hitrost reakcije, $\bar{v}$, pa je definirana v daljšem časovnem obdobju:

$$\bar{v} = \frac{\Delta [\text{R}]}{\Delta t}. \quad (3)$$

2.1 Hidroliza škroba poteka v kislem mediju. Zapišite definicijo kisline in definicijo baze. (2 TOČKI)

2.2 Katero vodno raztopino lahko uporabimo za kisel pufer? Poimenujte vse zapisane spojine. (3 TOČKE)

A. NaCl/KNO_3

C. $\text{CH}_3\text{COOH/NaCH}_3\text{COO}$

B. HCl/SbCl_3

D. NaOH/NaBr

2.3 Hidroliza poteka v pufru, ki ga pripravimo tako, da zmešamo 372,43 ml 1 M raztopine šibke kisline, ki ima $\text{pK}_a = 4,76$, in 27,57 ml 2 M raztopine NaOH . Izračunajte pH tega pufra. (3 TOČKE)

Za določitev koncentracije škroba moramo najprej določiti hitrost njegove hidrolize. Na 80 °C segrejemo 200 ml raztopine škroba z znano koncentracijo 15,0 g/l, prav tako na 80 °C segrejemo 400 ml puferske raztopine. Ko ju zmešamo, začnemo meriti čas. Vsakih 20 minut vzamemo vzorec in v njem izmerimo koncentracijo glukoze. Meritve prikazuje spodnja preglednica.

Čas (min)	Koncentracija glukoze (g/l)
0	0
20	0,274
40	0,540
60	0,790
80	1,029

Koncentracijo preostalega reaktanta, $[\text{R}]$, v reakcijah prvega reda opisuje enačba

$$[\text{R}] = [\text{R}]_0 10^{-\frac{kt}{2,303}}, \quad (4)$$

kjer je $[\text{R}]_0$ začetna koncentracija reaktanta, k pa konstanta hitrosti reakcije. Za koncentracijo bomo uporabljali enoto g/l. Predpostavimo, da iz 1 g škroba pri popolni hidrolizi nastane 1 g glukoze.

Če enačbo lineariziramo, dobimo $\log \frac{[\text{R}]}{[\text{R}]_0} = \frac{-kt}{2,303}$. To nam omogoča, da narišemo graf, kjer na abscisno os nanese čas, na ordinatno os pa logaritem razmerja med trenutno koncentracijo reaktanta škroba, $[\text{R}]$, in njegovo začetno koncentracijo, $[\text{R}]_0$.

2.4 Izpolnite preglednico v *ocenjevalni poli*.

(2,5 TOČKE)

Čas (min)	Koncentracija glukoze v 600-ml vzorcu g/ℓ	Koncentracija škroba v 600-ml vzorcu g/ℓ	$\log \frac{[R]}{[R]_0}$
0	0,000		
20	0,274		
40	0,540		
60	0,790		
80	1,029		

2.5 Narišite graf odvisnosti $\log \frac{[R]}{[R]_0}$ od časa in določite konstanto hitrosti reakcije, k .

(2,5 TOČKE)

JOKER: Če konstante k niste uspeli določiti, lahko v nadaljevanju uporabite približno vrednost $k = 0,003 \text{ min}^{-1}$ in to jasno označite. Ob uporabi jokerja boste izgubili 1 točko.

2.6. Izračunajte povprečno hitrost reakcije v prvih 80 minutah in trenutno hitrost reakcije po 80 minutah.

(2 TOČKI)

2.7 Značilno koruzno zrno vsebuje približno 85 % škroba. Koliko monomernih enot (glukoze) je v škrobu v enem koruznem zrnu? Primerno ocenite maso koruznega zrna (velikostni razred).

(2 TOČKI)

Iz poznane konstante hitrosti reakcije, k , lahko določimo natančno količino škroba v koruzi. Zatehtamo 4,0 g koruznih zrn, jih zmeljemo, dolijemo destilirano vodo, segrejemo do 80 °C in dodamo pufer, da je skupna prostornina 600 mL.

2.8 Izmerimo, da je po 90 minutah koncentracija glukoze 0,83 g/ℓ. Izračunajte masni delež škroba v koruzi.

(3 TOČKE)

3. Veliko koruze se v prehrabni industriji porabi za pokovko. Za nastanek pokovke je bistvena zgradba zrna koruze. Ključnega pomena je semenska lupina (perikarp) zrna, ki je do štirikrat trdnjša kot semenska lupina katerekoli druge sorte koruze, iz katerih ni mogoče narediti pokovke. Sāmo seme je večinoma sestavljeno iz škroba, ki je razporejen v posebni obliki, ki omogoča pokanje. Okoli 13 % mase semena sestavlja voda. Pri segrevanju nad 100 °C prične delovati semenska lupina kot ekonomlonec. Zaradi dovajanja toplote se poveša temperatura, kar zviša tlak, to pa povzroči dvig vrelišča vode. Pri normalnih pogojih (101,3 kPa) je temperatura vrelišča vode 100 °C, pri višjih tlakih pa je ustrezno višja. Semenska lupina lahko do neke mere zadrži pritiske. Ko pritisk vodne pare preseže mejno vrednost, semenska lupina poči in dobimo pokovko. To se zgodi pri temperaturi 180 °C.

Za določanje specifične toplote zrn pokovke naredimo naslednji eksperiment: V bučko nalijemo 7,42 g destilirane vode in dodamo 30,39 g pokovke. Zmes v bučki segrejemo do 97,0 °C. Nato vsebino bučke prenesemo v kalorimeter, v katerem je 99,62 g vode, ki je imela pred tem temperaturo 19,3 °C. Ko se vzpostavi ravnovesje, izmerimo temperaturo 31,4 °C.

3.1 Zakaj moramo dodati vodo zrnem pokovke, preden jih segrevamo?

(1 TOČKA)

3.2 Izračunajte specifično toploto zrn pokovke, ki smo jo izmerili po opisanem postopku. Specifična toplota vode je 4190 J kg⁻¹ K⁻¹.

(3 TOČKE)

3.3 V literaturi smo našli podatek, da znaša specifična toplota zrn pokovke 1630 J kg⁻¹ K⁻¹. Izračunajte relativno napako naše meritve glede na vrednost iz literature.

(1 TOČKA)

Zanima nas, koliko časa moramo segreti papirnato vrečko z zrnji v mikrovalovni pečici, da dobimo pokovko. Vrečko z zrnji, v kateri sta tudi olje in sol, damo v mikrovalovno pečico pri sobni temperaturi (21 °C), segreti pa moramo do temperature 180 °C. Ko snovi segrejemo do te temperature, moramo dovesti še toploto za izparevanje vode, ki je je 13 % celotne mase pokovke. Izparilna toplota vode znaša 2,256 MJ kg⁻¹. Ostali potrebni podatki so v tabeli.

	Masa (kg)	Specifična toplota (J kg ⁻¹ K ⁻¹)
Pokovka	0,060	1630
Olje	0,018	1970
Sol	0,005	660
Papirnata vrečka	0,017	1500

3.4 Koliko toplote porabimo, da dobimo pokovko?

(4 TOČKE)

3.5 Mikrovalovna pečica deluje z močjo 250 W in izkoristkom 0,8. Koliko časa traja, da dobimo pokovko?

(2 TOČKI)

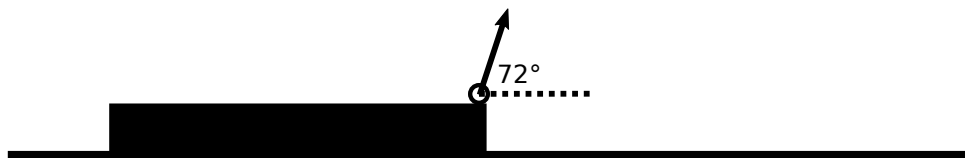
3.6 Narišite graf temperature sistema v odvisnosti od časa segrevanja.

(3 TOČKE)

3.7 Masa ene pokovke po poku (po tem ko izpari vsa voda iz koruznega zrna) znaša 170 mg. Premer koruznega zrna je 5 mm, premer pokovke po poku pa 12 mm. Pri majhnih premerih smemo privzeti, da imajo zrna obliko krogle. Izračunajte, za koliko odstotkov se spremeni gostota koruznega zrna.

(2 TOČKI)

4. S kamero za opazovanje visokih hitrosti opazujemo let pokovke od vzleta do pristanka. Pokovko postavimo na rob vroče plošče, ki je 8,0 centimetrov nad mizo. Izmerimo, da pokovka ob puku zleti z roba vroče plošče s hitrostjo $40,8 \text{ cm s}^{-1}$ pod kotom 72° glede na ploščo. Njeno vrtenje in zračni upor zanemarimo. Masa ene pokovke znaša približno 170 mg.



4.1 Izračunajte, kolikšno največjo višino *glede na mizo* doseže pokovka med letom.

(1,5 TOČKE)

4.2 Izračunajte, kako daleč proč od roba vroče plošče pokovka prileti.

(2,5 TOČKE)

ŽELIMO VAM VELIKO USPEHA.

PRAZNA STRAN

