

»Mladi za napredek Maribora 2014«

31. srečanje

ALI JE ŽIVLJENJE NA MARSU MOGOČE?

INTERDISCIPLINARNO PODROČJE

FIZIKA IN BIOLOGIJA

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtor: NIKA BREZNIK, URĖKA BRAĹ KO

Mentor: BERNARDA DEVETAK, MARKO JAGODIĹ

Ėola: II. GIMNAZIJA MARIBOR

Maribor, februar 2014

»Mladi za napredek Maribora 2014«

31. srečanje

ALI JE ŽIVLJENJE NA MARSU MOGOČE?

INTERDISCIPLINARNO PODROČJE

FIZIKA IN BIOLOGIJA

RAZISKOVALNA NALOGA

PROSTOR ZA NALEPKO

Maribor, februar 2014

Kazalo vsebine

Kazalo slik	5
Kazalo tabel	5
Kazalo grafov	5
POVZETEK	6
ZAHVALA	6
1 UVOD	7
1.1 Namen oz. cilji raziskovalne naloge.....	7
1.2 Raziskovalno vprašanje in hipoteze.....	7
2 MARS	8
2.1 PRIMERJAVA MARSJA IN ZEMLJE.....	8
2.2 NASTANEK, RAZVOJ IN RAZISKAVE MARSJA	9
2.3 RAZMERE NA MARSU DANES	11
2.3.1 Atmosfera	11
2.3.2 Temperatura in klima	12
2.3.3 Tlak	12
2.3.4 UV svetloba.....	13
2.4 FUNDACIJA MARS ONE.....	13
3 ORGANIZMI	14
3.1 PIVSKE GLIVE (GLIVE KVASOVKE)	14
3.1.1 Citologija	15
3.1.2 Fiziologija	15
3.1.3 Razmnoževanje.....	16
3.2 VRTNA KREŠA	16
4 METODOLOGIJA DELA	17
4.1 USTVARJANJE FIZIKALNIH POGOJEV.....	17
4.2 BIOLOŠKI EKSPERIMENT	20
4.2.1 Material	20
4.2.2 Metode dela	20
4.2.3 Izvedba eksperimenta	23
5 REZULTATI.....	26
5.1 VPLIV TLAKA, NIZKE TEMPERATURE IN UV SEVANJA NA NEVZKLILA SEMENA VRTNE KREŠE.....	26
5.2 VPLIV TLAKA, NIZKE TEMPERATURE IN UV SEVANJA NA VZKLILA SEMENA VRTNE KREŠE	28
5.3 VPLIV TLAKA, NIZKE TEMPERATURE IN UV SEVANJA NA SUHE GLIVE KVASOVKE	31

3.4 VPLIV TLAKA, NIZKE TEMPERATURE IN UV SEVANJA NA GLIVE KVASOVKE V TEKOČEM GOJIŠČU	32
6 RAZPRAVA IN INTERPRETACIJA REZULTATOV	34
7 ZAKLJUČEK	35
8 SEZNAM VIROV IN LITERATURE	36
8.1 KNJIŽNI VIRI	36
8.2 SPLETNI VIRI	36
8.3 VIRI SLIK	37

Kazalo slik

Slika 1: Mars.....	8
Slika 2: Fobos in Deimos.....	9
Slika 3: Bodočo bivališče na Marsu - Mars One.....	14
Slika 4: Pivske glive - <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
Slika 5: Semena vrtna kreše.....	17
Slika 6: Eksikator za ustvarjanje nizkega tlaku.....	18
Slika 7: Posodi za tekoči dušik	18
Slika 8: UV svetilka	19
Slika 9: Priprava trdnega gojišča za rast gliv kvasovk	21
Slika 10: Vzklila semena po izpostavljenosti nizkem tlaku	30
Slika 11: Primerjava kolonij gliv kvasovk po izpostavljenosti nizkim temperaturam in sobnim pogojem	32

Kazalo tabel

Tabela 1: Sestava trdnega gojišča YEPD	22
Tabela 2: Sestava tekočega gojišča YEPD	22
Tabela 3: Vpliv tlaka, temperature in UV sevanja na kalitev semen vrne kreše.	26
Tabela 4: Odstotek vzklilih semen vrtna kreše, ki so bila izpostavljena nizkemu tlaku, nizki temperaturi in UV sevanju.	28
Tabela 5: Odstotek poraščenosti trdnega gojišča z kolonijami gliv kvasovk pri izvedbi poskusa z suhimi glivami v prahu	31
Tabela 6: Odstotek poraščenosti trdnega gojišča z kolonijami gliv kvasovk pri izvedbi poskusa z glivami v tekočem gojišču	32

Kazalo grafov

Graf 1: Stolpčni prikaz kaljivosti pri izvedbi poskusa z nevzklilimi semeni	26
Graf 2: Stolpčni prikaz dolžine koreničic s standardnim odklonom pri izvedbi poskusa z nevzklilimi semeni	27
Graf 3: Stolpčni prikaz povprečne dolžine koreničic s standardnim odklonom pred izvedbo poskusa z vzklilimi semeni	29
Graf 4: Stolpčni prikaz povprečne dolžine koreničic s standardnim odklonom po izvedbi poskusa z vzklilimi semeni	29
Graf 5: Grafični prikaz spreminjanja povprečnih dolžin koreničic od začetka kalitve	30
Graf 6: Stolpčni prikaz pokritosti petrijevk s kolonijami pri izvedbi poskusa s kvasovkami v prahu	31
Graf 7: Stolpčni prikaz pokritosti petrijevk s kolonijami pri izvedbi poskusa s kvasovkami v tekočem gojišču	33

POVZETEK

Ljudje se že stoletja sprašujemo, ali je življenje na Marsu mogoče. V zadnjih letih smo bili priča številnim novim spoznanjem o Rdečem planetu, ki namigujejo, da so nekdanj na Marsu vladali ustrezni pogoji za obstoj živih bitij. V raziskovalni nalogi sva želeli predstaviti znanje, ki ga imamo danes o tem planetu in preveriti, če bi lahko preprosti organizmi, ki živijo na Zemlji, preživel tudi v razmerah, kakršne so danes na Marsu. Izbrali sva mikroorganizem glivo kvasovko in rastlino vrtno krešo. V okviru možnosti sva izbrana organizma izpostavili nekaterim fizikalnim pogojem podobnim tistim na Marsu. Z vakuumsko črpalko sva dosegli nizke tlake, s pomočjo tekočega dušika nizke temperature, UV sevanje pa z živosrebrno svetilko. Opazovali sva sposobnost preživetja gliv v prahu in v tekočem gojišču ter semen in že skaljenih rastlin vrtno kreše. Ugotovili sva, da lahko omenjeni pogoji rast organizmov tako zavirajo kot vzpodbujajo in zaključili, da v vseh pogojih organizmi ne bi preživel.

ZAHVALA

Za nastanek raziskovalne naloge je bilo vloženega ogromno truda in časa. Naloga pa ne bi bila tako uspešna, če ne bi imeli pomoči dveh čudovitih mentorjev, ki sta nama ves čas stala ob strani, zato bi se jima radi zahvalili. Iskreno se zahvaljujema mentorjema, ki sta bila vedno ob nama in nama pomagala ob vseh težavah, na katere smo naleteli. Skupaj smo na glavi pridobili veliko sivih las, ki so sčasoma izginili. Prav tako bi se radi zahvalili staršem, ki so nama vedno bili v podporo in naju motivirali v delo. Skupaj z družino in mentorjema sva tvorili močno vez, s katero nama je uspelo narediti to, kar lahko preberete na naslednjih straneh.

1 UVOD

1.1 Namen oz. cilji raziskovalne naloge

Za izdelavo raziskovalne naloge na to temo sva se odločili, ker so raziskave Marsa zadnje čase zelo aktualne. Številni znanstveniki raziskujejo možnosti življenja na Rdečem planetu. V raziskovalni nalogi sva želeli izpopolniti najino znanje o našem Rdečem sosеду in preveriti, kako se nekateri organizmi (pivska gliva in vrtna kreša) odzivajo na posamezne pogoje, ki so podobni pogojem na Marsu.

1.2 Raziskovalno vprašanje in hipoteze

Najino raziskovalno vprašanje je bilo, ali bodo glive kvasovke (*S. Cerevisie*) preživele in se razmnoževale po 80 minutni izpostavljenosti nizkemu tlaku, nizki temperaturi in sevanju UV žarnice. Prav tako naju je zanimalo, ali bodo semena vrtna kreše (*Lepidium Sativum*) kalila po tem, ko bodo 80 minut izpostavljena nizkemu tlaku, nizkim temperaturam in sevanju UV žarnice.

Menili sva, da semena vrtna kreše ne bodo kalila dalje, medtem, ko sva za glive kvasovke menili, da bodo po izpostavljenosti normalno živele in se razmnoževale dalje.

2 MARS

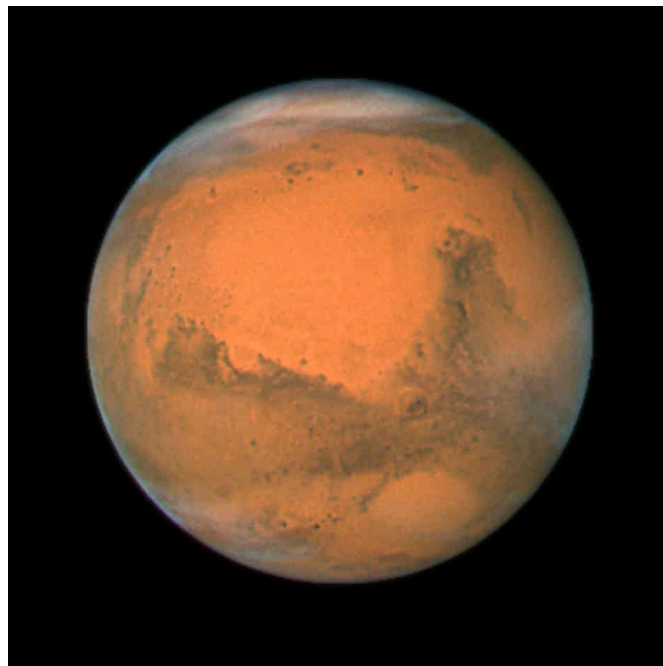
2.1 PRIMERJAVA MARSA IN ZEMLJE

Mars je od vseh planetov v našem osončju najbolj podoben Zemlji. Je notranji planet, in sicer četrti po oddaljenosti od Sonca in sedmi po velikosti. Poimenovan je po rimskem božanstvu Marsu. Zaradi značilne rdeče barve, ki je posledica železovega oksida, ga imenujemo tudi rdeči planet.

(Mars(2014): Dostopno na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Mars> (9.2.2014))

Mars je drugi najmanjši planet v Osončju. Njegov premer je enak 6779 km, kar je približno 2-krat manj od premera Zemlje. Tudi njegova gostota je manjša od gostote Zemlje, zato je njegova masa le približno desetino Zemljine. Težni pospešek na Marsu znaša le $3,71 \text{ m/s}^2$, kar je 2,6-krat manj kot na Zemlji in 2,3-krat več kot na Luni. Povprečna oddaljenost Marsa od Sonca je približno 228 milijonov kilometrov, medtem ko je Zemljina povprečna oddaljenost od Sonca enaka 150 milijonov kilometrov. Za pot okoli Sonca potrebuje Mars 1,88 zemeljskega leta, je pa dan Marsu le malenkost daljši od Zemljinega in znaša 24,62 h. Marsovo leto ima tako 687 zemeljskih dni.

(Mars(2012): Dostopno na: <http://quest.nasa.gov/aero/planetary/mars.html> (9.2.2014))



Slika 1: Mars

Mars ima dve luni imenovani Fobos in Deimos. Poimenovali so ju po sinovih grškega boga Aresa. Ljudje že dolgo verjamejo, da ima Mars lune. Tako jih je že Jonathan Swift (1667-1745) omenil v delu Guliverjeva potovanja. Leta 1887 jih je odkril ameriški astronom Asaph Hall. Obe luni sta nepravilnih oblik in sta verjetno asteroida, ki sta se ujela v Marsovo gravitacijo. Druga teorija pa trdi, da sta dela večje lune, ki se je raztreščila, ker se je preveč približala Marsu. Fobos je večji od Deimosa in njegova tirnica je za razliko od Deimosove nestabilna, zato mu

grozi trk z Marsom. V enem stoletju se mu razdalja do Marsa zmanjša za 9 metrov. Deimosov premer znaša le 15 km in je najmanjša znana luna v Sončnem sistemu.

(Fobos(2014): Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Phobos_%28moon%29 (9.2.2014))

(Deimos(2014): Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Deimos_%28moon%29 (9.2.2014))



Slika 2: Fobos in Deimos

2.2 NASTANEK, RAZVOJ IN RAZISKAVE MARSA

Na območju našega osončja, je bilo po nastanku galaksije le Sonce, ogromno plinov, ter kamnitih in kovinskih delcev, ki so lebdeli v prostoru. Ti delci so bili tako majhni, da Sonce nanje ni znatno vplivalo s svojo gravitacijsko silo. Kamniti in kovinski delci so se zato lahko začeli približevati in zgoščevati, iz tvorbo pa so nastali notranji planeti. Tako je bil rojen tudi planet Mars.

(Kordež, 2009)

Pred kratkim so v Sahari odkrili meteorit, ki je prastar del površine Mars. Raziskave so pokazale, da je meteorit star 4,4 milijarde let. Tako sedaj vemo, da je Mars v prvih 100 milijonih letih po svojem nastanku oblikoval skorjo in da je ta nastala v istem obdobju kot skorji Zemlje in Lune. V notranjosti meteorita so odkrili cirkonijeve kristale, ki so najverjetneje nastali z vnovičnim taljenjem Marsove skorje. Meteorit prav tako potrjuje domneve, da so že v zgodnji zgodovini Marsa iz njegove notranjost v atmosfero uhajale ogromne količine plinov. Iz tega pa lahko sklepamo o prvotnem podnebjju na Marsu in o možnostih za nastanek življenja.

(Nastanek Marsa(2013): Dostopno na: <http://www.zurnal24.si/prastar-meteorit-razkriva-nove-skrivnosti-clanek-212955> (9.2.2014))

Nizozemski astronom Christiaan Huygens je leta 1659 našel na Marsovem površju temno pego, ki jo danes poznamo pod imenom Syrtis Maior. Najprej so astronomi domnevali, da so pege, ki jih vidimo na površini Marsa v resnici morja. Šele kasnejše raziskave so pokazale, da je atmosferski tlak na površini prenizek za obstoj tekoče vode. Zato so se zatekli k razlagi, da so pege v resnici staro morsko dno, ki ga prekriva rastje. To so verjeli, dokler ni sonda Mariner 4 leta 1965 prva preletela Marsovo površje in poslala fotografije na Zemljo. (Kordež, 2009)

Italijanski astronom Giovanni Schiaparelli je leta 1877 narisal podrobnejšo karto Marsove površine, na kateri so bile vidne različne črte, ki so spominjali na kanale. Leta 1910 je Ameriški astronom Percival Lowell napisal knjigo, v kateri je trdil, da so te črte v resnici namakalni sistemi, ki črpajo vodo iz ledenih polarnih kap. Teorije o civilizaciji na Marsu so zavrgle prve fotografije Marsove površine, ki so pokazale, da je Mars v resnici pust in puščavnat planet.

(How Mars Works(2014): Dostopno na URL: <http://science.howstuffworks.com/mars1.htm> (9.2.2014))

Danes vemo o Marsu precej več kot včasih. Največ spoznanj o Rdečem planetu so prinesle sonde, ki so na njem pristale. Ameriški sondi Spirit in Opportunity sta na primer našli kamnine, ki lahko nastanejo le v prisotnosti tekoče vode. Evropska sonda Mars Express je na površini zaznala metan, kar dokazuje geološko dejavnost Marsa. Mars Pathfinder je bil program vesoljske agencije Nasa, ki je na Mars poslala vozilo Sojourner, ki je na Marsu opravil vrsto atmosferskih in geoloških meritev. Nasini sondi Viking 1 in Viking 2 sta na površju Marsa izvedli vrsto bioloških eksperimentov s ciljem iskanja sledi življenja.

(Mars Pathfinder(2014): Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Mars_Pathfinder (9.2.2014))

(Viking 2(2014): Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Viking_2 (9.2.2014))

2.3 RAZMERE NA MARSU DANES

2.3.1 Atmosfera

Mars je pred približno 4 milijardami let izgubil magnetosfero, zato lahko sončev veter direktno vpliva na njegovo ionosfero, ter s tem odnaša atome iz tega sloja, posledično pa tudi tanjša atmosfero. Marsova atmosfera je sestavljena pretežno iz ogljikovega dioksida, dušika in argona, ter manjših deležev kisika in vode. Prav tako pa vsebuje veliko prahu, zaradi katerih ima Marsovo nebo, gledano iz površja, rjavkasto-rumeno barvo.

(Mars(2014): Dostopno na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Mars> (9.2.2014))

Glavna sestavina Marsove atmosfere je ogljikov dioksid (CO_2), ki prestavlja kar 95,9 % celotne sestave. Marsova pola sta pozimi tako mrzla, da kar 25 % ogljikovega dioksida kondenzira v trdi suhi led. Ko je površje spet izpostavljeno sončni toploti, led CO_2 sublimira nazaj v ozračje. Posledica je močno spreminjanje koncentracije CO_2 na planetovih polih.

Dušika na današnjem Marsu je bil analiziran le v ozračju, kjer predstavlja 3 % celotne sestave atmosfere. Znanstveniki domnevajo, da je bila koncentracija dušika ob nastanku planeta veliko večja. Verjetno je del dušika pobegnil v vesolje, del pa ga je vezan v obliki nitratov in amonijevih soli. Prihodnje misije na Marsu bodo podrobneje analizirale sledove NO_3^- in NH_4^+ v tleh in tako prispevale pomembne informacije o deležu dušika na Marsu. (Mancinelli & Banin, 2003)

V nasprotju z drugimi planeti v osončju, je atmosfera Marsa zelo bogata z žlahtnim plinom argonom. Argon, za razliko ogljikovega dioksida, ne kondenzira, zato je skupna količina plina v atmosferi konstantna (2 %). Novejše raziskave so pokazale, da se koncentracija plina nad južnim polom z Marsovimi letnimi časi spreminja.

V Marsovi atmosferi je danes le še 0,15 % kisika. Pred kratkim so znanstveniki na podlagi analize meteorita iz Marsa ugotovili, da je bila pred 4 milijardami let Marsova atmosfera bogata s kisikom. To je bilo 1,5 milijarde let preden porastom koncentracije kisika v Zemljini atmosferi. Nenazadnje je značilna rdeča barva Marsa posledica oksidacije. (Mars had oxygen-rich atmosphere 4000m years ago(2013): Dostopno na: http://www.ox.ac.uk/media/news_stories/2013/130620.html (9.2.2014))

V Marsovi atmosferi so zaznali še druge pline, med njimi metan in žveplov dioksid, ki sta prisotna v koncentraciji nekaj molekul plina na milijardo molekul atmosfere. Raziskave kažejo tudi, da se je količina metana med letoma 2003 in 2006 zelo spremenila, na kar vplivajo različne kemijske reakcije in UV sevanje. Žveplov dioksid naj bi po mnogih domnevah posledica vulkanskega delovanja. Koncentracija plina ozona se močno spreminja z lokacijo in časom, a je približno 300-krat manjša od koncentracije na Zemlji.

(Atmosphere of Mars(2014): Dostopno na:

http://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Mars (9.2.2014))

Voda na Marsu obstaja danes v obliki ledu, majhne količine vodnih hlapov in tankih oblakov ledenih kristalčkov (cirusnih oblaki). Leta 2008 je misija Phoenix Mars potrdila vsebnost vodnega ledu pod površjem. Edino mesto, kjer je voda vidna v trdnem agregatnem stanju sta severni polarni kapi. Na Marsu naj bi bilo več kot 5 milijonov kubičnih kilometrov ledu. Če bi se ves led stalil, bi voda prekrila celoten planet, globoka pa bi bila 35 metrov. Tekoča voda se lahko prehodno pojavi na Marsovi površini, vendar samo pod določenimi pogoji. Nizek tlak in nizke temperature onemogočajo, da bi se na površini zadrževale večje količine tekoče vode. Pred 3,8 milijarde let je Mars imel gostejšo atmosfero in višje temperature, kar je omogočalo ogromne količine tekoče vode, morda tudi velike oceane.

(Water on Mars(2014): Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Water_on_Mars (9.2.2014))

2.3.2 Temperatura in klima

Pred 3,5 milijardami let je bilo Marsovo podnebje zelo podobno Zemljinemu – toplo in mokro. Danes znašajo temperature na Marsu od 20 °C na ekvatorju v času poletja, do –153 °C na polih planeta. Povprečna temperatura znaša približno 50 °C, z nočnim minimum pri –60 °C in poletnim opoldanskim maksimum pri 0 °C. Marsova atmosfera je zelo tanka, saj je bilo večino CO₂ porabljenega v kemičnih reakcijah z vodo za nastanek karbonatnih kamnin. Preostanek vode na Marsu je verjetno zmrznjen v ledenih polarnih kapah ali se zadržuje globoko pod površino. Marsovo podnebje se dramatično spreminja skozi leto. Vetrovi na Marsu so dovolj močni, da ustvarijo prašne nevihte, ki lahko prekrijejo večino planeta. Po končani nevihti lahko traja nekaj mesecev, da se ta prah posede. Največjo hitrost vetra na Marsu je leta 1970 izmerila sonda Viking, in je znašala kar 30 m/s. Zadnji satelitski posnetki Marsa kažejo, da prašne nevihte in vetrovi na tem planetu pojenjajo. Razlogi za to še niso pojasnjeni, znanstveniki pa menijo, da postaja Mars vse hladnejši. (Mars(2012): Dostopno na: <http://quest.nasa.gov/aero/planetary/mars.html> (9.2.2014))

2.3.3 Tlak

Povprečni tlak na Marsovem površju znaša približno 6 mbar, kar je več kot 100-krat manj od zemeljskega atmosferskega tlaka. Zračna tlak na površini Zemlje je odvisen od mnogih dejavnikov, med drugim od temperature. Ko se zrak segreje, se molekule v zraku gibljejo hitreje, kar povzroči povišanje tlaka. Zračni tlak se tako z lokacijo na Zemlji spreminja do največ 10 %. Podobno se na tlak na različnih mestih na Marsovem površju razlikuje kar do 50 %. Kot že omenjeno, je Marsova atmosfera sestavljena pretežno iz CO₂ in se zato odziva drugače kakor Zemljina atmosfera, ki jo sestavljata predvsem dušik in kisik.

(Mars(2012): Dostopno na: <http://quest.nasa.gov/aero/planetary/mars.html> (9.2.2014))

2.3.4 UV svetloba

Kljub temu, da ima Mars približno 100-krat tanjšo atmosfero kot Zemlja, je UV sevanje na njegovi površini primerljivo s sevanjem na Zemlji. Eden izmed razlogov je, da je Mars bolj oddaljen od Sonca kot Zemlja. Največja skupna gostota energijskega toka UV svetlobe na Marsovi površini in na površini Zemlje je primerljiva in znaša približno 55 W/m^2 . Razlika je v sestavi UV svetlobe. Na Marsu znaša gostota energijskega toka sevanja UV-B in UV-C približno 13 W/m^2 , na Zemlji pa le približno 2 W/m^2 . Na Marsu je torej več visokoenergijskega UV sevanja.

(Cockell & Catling & Davis & Snook & Kepner & McKay, 2000)

2.4 FUNDACIJA MARS ONE

Mars One je fundacija, ki načrtuje poselitev Marsa. Aprila 2013 je začela zbirati prijave prostovoljcev, ki so pripravljeni preostanek življenja nameniti izkušnji na Marsu. Januarja 2018 naj bi tja poslali robote, ki bodo zgradili osnovna bivališča namenjena preživetju ljudi, 6 let kasneje pa bo iz zemeljskih tal krenila prva četverica izbranih kandidatov na 6 do 8 mesecev trajajoče potovanje do Marsa. Misije na Mars bodo potekale vsaki 2 leti, dokler ne bodo na planet spravili vse izbrane kandidate. Izbranci se ne bodo nikoli več vrnili domov. Razlogov za to je več, med drugim finančno-tehnična zahtevnost vrnitve na Zemljo in zdravstvene težave, ki bi jih izbranci imeli ob vrnitvi. Kot rečeno, je gravitacija na Marsu za dve tretjini manjša kot na Zemlji in znanstveniki predvidevajo, da se bo človeški organizem prilagodil tamkajšnjim razmeram. Med drugim se bosta zmanjšali gostota kosti in moč mišic, zato bi bila ponovna prilagoditev na Zemeljske razmere nemogoča. Glavna kriterija pri izbiri kandidatov sta odlično zdravstveno stanje in ustrezne karakterne lastnosti (prilagodljivost v družbi, odprtost, komunikativnost, ...). Izbrani kandidati se bodo udeležili 8-letnega izobraževalnega programa, kjer bodo izpostavljeni različnim simulacijam bivanja v človeku neprijaznih razmerah.

(Projekt Mars One(2013): Dostopno na: <http://dne.ena.com/E-svet/E-druzba/Iscejo-se-prostovoljci-za-potovanje-in-zivljenje-na-Marsu.html> (9.2.2014))



Slika 3: Bodočo bivališče na Marsu - Mars One

3 ORGANIZMI

3.1 PIVSKE GLIVE (GLIVE KVASOVKE)

Pivske kvasovke (*Saccharomyces cerevisiae*) so mikroskopsko majhne, praviloma enocelične glive. Celice nekaterih vrst kvasovk se med seboj povezujejo in tvorijo strnjene razvejene verige ali psevdomicelije. Kvasovke niso poseben takson. Celice kvasovk so majhne in imajo ugodno razmerje med površino in volumnom celice. Zato hitro izmenjujejo snovi z okoljem, kar omogoča hiter metabolizem.

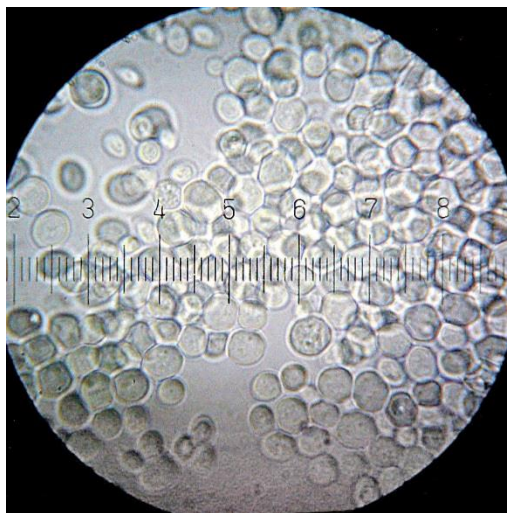
Glive kvasovke so v naravi zelo razširjene, najdemo jih predvsem v tleh, kjer tudi prezimijo. Njihov glavni pomen v naravi je ta, da skupaj z ostalimi heterotrofnimi mikroorganizmi sodelujejo v razkroju in mineralizaciji organske snovi. Gospodarsko so kvasovke zelo pomembne. Zaradi močnega vpliva na biokemične spremembe okolja imajo kvasovke velik pomen v različnih panogah industrije. Kvasovke so idealni industrijski mikroorganizmi, ker so vitalne, ne napadajo jih fagi, imajo preproste zahteve glede prehrane, hitro se razmnožujejo in jih lahko ločimo od substrata.

Glive kvasovke so večje od večine pravih bakterij. Najmanjše kvasne celice so po velikosti podobne bakterijskim, največje pa lahko dosežejo tudi velikost rastlinskih parenhimskih celic. Povprečna velikost je 5-10 μm .

Celice gliv kvasovk so različnih oblik. Najpogostejše so okrogle, jajčaste in elipsoidne. Za nekatere rodove so značilne manj pravilne oblike. Včasih hčerinska celica ne tvori brstov, temveč se začne podaljševati, zato spominja na hifo in se imenuje psevdohifa. Preplet psevdohif pa tvori psevdomicelij. Na trdnem gojišču delajo kvasovke voskaste kolonije,

podobno kot bakterije, mnoge imajo vonj po kvasu. Razmnožujejo se spolno in nespolno. Oblika nespolnega razmnoževanja je brstenje. Pri nekaterih vrstah kvasovk celice ostanejo skupaj po delitvi in tvorijo micelij.

(Adamič Orožen & Sernek, 2005)



Slika 4: Pivske glive - *Saccharomyces cerevisiae*

3.1.1 Citologija

Kvasovke imajo evkariontsko celico. Posebnost te celice je, da ima celično steno iz hitina, v citoplazmi so plazmidi in rezervna snov je glikogen. Imajo tudi vakuole. V njih so raztopljene anorganske soli in ioni, glukoza in manitol, purini, aminokisline in druge organske kisline. V celicah lahko opazimo tudi celično jedro, obdano z dvojno celično membrano. V celicah kvasovk so ugotovili ekscentrično jedrce (nukleolus) in za mitozo značilen centriol. Dednostna snov je organizirana v kromosomih. V razvojnem ciklu kvasovk se pojavljata dve generaciji: haploidna in diploidna. Citoplazmo obdaja celična stena, ki je izhitina. Ta je debelejša od bakterijske. Na površini celične stene so brazgotine, ki nastanejo z ločitvijo brstov od materine celice. Stena daje celici značilno obliko in jo ščiti pred vplivi okolja. (Raspor, 1996)

3.1.2 Fiziologija

Kvasovke so fiziološka heterogena skupina. Heterogenost se kaže v snoveh, ki so kvasovkam lahko vir ogljika, dušika ter ostalih elementov in energije. Heterogenost je tukaj manj izrazita kot pri katabolizmu (način razgradnje snovi in pridobivanja energije).. Glede na to ali za sproščanje energije uporabljajo kisik ločimo obligatno aerobne in fakultativno anaerobne kvasovke. Kvasovke so fakultativni anaerobi.

Obligatno aerobne kvasovke za sproščanje energije iz organskih snovi potrebujejo kisik.

Fakultativno anaerobne kvasovke lahko sproščajo energijo iz organskih snovi z ali brez prisotnosti kisika.

(*Stušek & Vilhar, 2010*)

3.1.3 Razmnoževanje

Pri razmnoževanju gliv kvasovk ločimo vegetativno (nespolno) in generativno (spolno) razmnoževanje. Vegetativno se najpogosteje razmnožujejo z brstenjem, redkeje z delitvijo. Pri rasti kvasovk na trdnih gojiščih so razmere utesnjene. Spodnja plast ima stik samo s hrano, zgornja pa samo z zrakom. Vse to spreminja kinetiko razmnoževanja kvasovk in rasti populacije. Kolonije različnih vrst kvasovk imajo značilno obliko, velikost, barvo..., kar pomaga pri diagnostiki. Pri vegetativnem razmnoževanju gre za ontogenetski razvojni cikel, ki se zaključi z nastankom enakega enoceličnega organizma in se kasneje ponavlja. Spolno razmnoževanje (kopulacija dveh kvasnih celic, in tvorba spor pa sta pomembna člena razvojnega cikla. Za populacijo so potrebne aerobne razmere. Razvojne cikle sestavljajo med seboj povezani členi. Dolg niz generacij je prekinjen z združitvijo haploidnih vegetativnih celic ali spor, ki ji sledi redukcijska delitev, oblikovanje aksusov in kalitev askospor. Pri asko sporogenih kvasovkah ločimo haploidne in diploidne kvasovke. Med haploidne prištevamo tiste, pri katerih pri spolnem razmnoževanju prevladujejo haploidne oblike, med diploidne pa tiste, pri katerih prevladujejo diploidne oblike.

(*Raspor, 1996*)

3.2 VRTNA KREŠA

Vrtna kreša (*Lepidium sativum*) se razlikuje od podobnih rastlin in ostalih vrst kreš po hitri rasti, saj kali od 3-5 dni. Glavini razlog za njeno veliko razširjenost je, da lahko raste v katerem koli podnebju in na katerikoli sestavi tal. Sodi med užitne rastline. Je eno ali dvoletna rastoča zel. Doseže lahko višino med 20 in 40 cm, njen zgornji del pa je močno razvejan. Ima rožnato bele cvetove, razporejene v oblik križa in velike od 2 do 3 mm. Luščki so dolgi 5-7 cm, spredaj široko krilati, njihovi peclji so pokončni. Čas cvetenja je od maja do julija. V Sloveniji je gojena in podivjana. Izvira iz severovzhodne Afrike in jugovzhodne Azije.

(*Martinčič, 1999*)

Vrtna kreša je aeroben organizem in za pridobivanje energije iz organskih snovi potrebuje kisik. Vrtno krešo uvrščamo med križnice (*Brassicaceae*). Rastline te družine so enoletnice, večletnice, zelnate trajnice, redko polgrmički. Listi so premanjalni brez prilistov. Socvetje je grozd. Plod je 2-loputasta glavica - lusk ali lušček.

(*Martinčič, 1999*)

Vrtno krešo komercialno gojijo v Angliji, Franciji, na Nizozemskem in v Skandinaviji. Vrtna kreša je primerna za hidroponsko gojenje in uspeva v rahlo alkalni vodi. Vrtna kreša raste v zmernih in subtropskih podnebjih, kot tudi v tropskih gorovjih po vsem svetu. Kot avtohtona divja rastlina pa jo je bilo mogoče najti tudi na gorskih travnikih, skalnatih področjih in slanih tleh. Njena prvotna domovina je bil Egipt in Bližnji vzhod. Velja za zelo staro kulturno rastlino, ki se je razširila daleč naokoli. Vrtno krešo lahko jemo v zeleni solati, njena semena pa uporabljajo

za pridelavo gorčice. Vrtno krešo, ki raste na Finskem najlažje najdemo v središču naseljenih območji, na pol pozabljenih krajih in v mestih z veliko prometa. Sama rastlina ne vzbudi zanimanja, saj raste med ostalim plevelom. V botaničnih vrtovih je kreša prijetno in eksotično presenečenje.

(Garden cress(2014): Dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Garden_cress (9.2.2014))

(Garden cress(2014): Dostopno na:

<http://www.luontoportti.com/suomi/en/kukkakasvit/garden-cress> (9.2.2014))



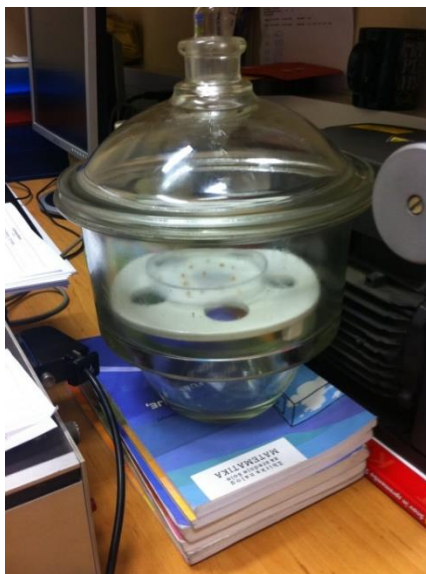
Slika 5: Semena vrtno kreše

4 METODOLOGIJA DELA

Izvedli sva vrsto poskusov, s katerimi sva želeli preveriti, ali lahko izbrana organizma uspevata v razmerah, kakršne so danes na Marsu. Razmere na Marsu bi lahko povzeli tako: odsotnost kisika, nizek tlak, nizke temperature in močno UV sevanje. Odločili sva se, da bova preverjali le vpliv tlaka, temperature in UV sevanja na rast glive kvasovke na tekočem gojišču in vpliv omenjenih dejavnikov na kalitev semen vrtno kreše.

4.1 USTVARJANJE FIZIKALNIH POGOJEV

Tlak Marsove atmosfere je bistveno nižji od tlaka na Zemlji. S pomočjo vakuumске črpalke sva v eksikatorju ustvarili tlak 6 mbar (± 2 mbar), kar ustreza atmosferskemu tlaku na Marsu. Tlak sva merili z vakuummetrom, približno konstanten tlak pa sva vzdrževali z vključevanjem in izključevanjem črpalke.



Slika 6: Eksikator za ustvarjanje nizkega tlaku

Najnižje temperature na Marsu znašajo približno $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$, kar je blizu vrelišča tekočega dušika, ki znaša $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Glede na to, da doseganje in regulacija nizkih temperatur zelo zapletena in zahtevna, sva se odločili, da bova epruvete z organizmi kar namočili v tekoč dušik. Temperatura tekočega dušika se sicer ne ujema povsem z najnižjo temperaturo na Marsu, a predpostavili sva, da takšna razlika v temperaturah ne bo bistveno vplivala na izide poskusov, saj se vsi biološki procesi pri tako nizkih temperaturah ustavijo.



Slika 7: Posodi za tekoči dušik

Kljub temu, da je energijski tok UV sevanja na Marsovi površini primerljiv s tistim na Zemlji, je vpliv UV sevanja na Marsu večji kot na Zemlji. V spektru UV svetlobe na Marsu je bistveno več

UV-B in UV-C svetlobe, poleg tega pa je dan na Marsu malenkost daljši. Zato sva se odločili, da bova preverili tudi vpliv UV svetlobe na izbrane organizme. V ta namen sva uporabili UV svetilko, ki jo imamo na šoli. Svetilka ima električno moč 6 W, med delovanjem pa se segreva in oddaja tudi vidno svetlobo. Ker podrobnejših podatkov o svetilki nisva našli, sva predpostavili, da se 10 % njene električne moči pretvori v energijski tok UV svetlobe, ki torej znaša 0,6 W. Ker svetilka ni okrogle oblike, temveč valjaste, sva predpostavili, da ne seva kot točkasto svetilo, ampak le na stran v obliki valja. V enačbi za gostoto energijskega toka $j = P/S$, sva za S vstavili površino plašča valja in dobili enačbo:

$$j = \frac{P}{2\pi r h}.$$

V enačbi je r oddaljenost od svetila, h pa dolžina svetila, ki znaša 5 cm. Za j sva vstavili 55 W/m^2 , kar ustreza vrednosti na Marsu in izračunali, da morava organizme postavili na oddaljenost $r = 3,5 \text{ cm}$ od svetila. Pomanjkljivost tega poskusa je, da nisva upoštevali spektra UV svetlobe, ki jo oddaja svetilka, saj teh informacij nisva imeli.

(Kladnik, 1996)



Slika 8: UV svetilka

4.2 BIOLOŠKI EKSPERIMENT

4.2.1 Material

Pri izvedbi poskusa smo potrebovali naslednji material:

- Semena vrtno kreše-Valentin
- Filtrirni papir
- Voda
- Petrijevke
- Pinceta
- Tekoči dušik
- UV luč
- Eksikator
- Kapalka
- Steklene epruvete
- Tehnica-Kern_{KB}
- Suhi kvas-proizvajalec
- Vakuumska črpalka
- Vakuummeter
- Pepton
- Agar
- Glukoza
- Kalijev fosfat
- Kuhinjska plošča

4.2.2 Metode dela

LEPIDIUM TEST

Za testiranje abiotskih dejavnikov smo uporabili Lepidium test – test z vrtno krešo. Vrtno krešo (*Lepidium sativum*) smo uporabili kot testni organizem zato, ker je test preprost in občutljiv in do rezultata pridemo v zelo kratkem času.

Test naredimo tako, da dno petrijevke pokrijemo s filtrirnim papirjem in nanj razporedimo 50 semen kreše. Mi smo izbrali manjše petrijevke in 10 semen vrtno kreše. Za vsak eksperiment smo imeli več ponovitev. Po 48 urah smo prešteli semena, ki so kalila in izračunali odstotek kaljivosti. Seme je vzkalilo, če je bila korenica daljša od 0,5 cm. Dolžino korenice smo izmerili vsem semenom in izračunali srednjo vrednost in standardni naklon. Pri meritvah smo bili pozorni na napako pri meritvah, ki je bila pri merjenju dolžine korenice 0,1 mm.

TEST S KVASOVKAMI

Pivsko kvasovko smo izbrali zato, ker je aeroben in anareoben organizem. Uvrščamo jo med kvasovke. Se hitro razmnožuje. Kolonije se pojavijo v 48 urah. Na trdnem gojišču delajo kvasovke voskaste kolonije, podobno kot bakterije, mnoge imajo vonj po kvasu. Pivska kvasovka je mikroorganizem, ker lahko celice vidimo le, če jih opazujemo pod mikroskopom.

PRIPRAVA TRDNEGA GOJIŠČA ZA RAST GLIV KVASOVK

V 100 ml vode smo raztopili 1 g glivnega ekstrakta; 2 g peptona; 1 g glukoze; 1,5 g agarja in 0,1 g kalijevega fosfata. Raztopino smo dobro premešali in prevreli na kuhinjski plošči. Ko je raztopina zavrela, smo raztopino ohladili na 40 °C. V tem času smo 0,2 g suhih pivskih kvasovk dodali v 250 ml sterilne destilirane vode. Nato smo iz te raztopine s pipeto odmerili 10 ml in dali v trdno gojišče, ki smo ga ohladili na 40 °C. 20 ml gojišča smo nalili v sterilne petrijevke s premerom 9 cm. Kasneje smo uporabljali namesto zgornjega gojišča YEPD, ki smo mu dodali 0,8 g pivskih kvasovk na 1000 ml gojišča.

(Girnth – Diamba & Justesen, 2010)



Slika 9: Priprava trdnega gojišča za rast gliv kvasovk

PRIPRAVA TEKOČEGA GOJIŠČA ZA RAST GLIV KVASOVK

Tabela 1: Sestava trdnega gojišča YEPD

SESTAVINA	PROIZVAJALEC	MASA [g]
KVASNI EKSTRAKT	Biolife	10
GLUKOZA	Kemika	20
PEPTON	Oxoid	20
AGAR	Biolife	20
DESTILIRANA VODA	/	1000

Sestavine za trdno gojišče (tabela 1) smo stekali v erlenmajerico in dodali vodo. Mešanico smo mešali z magnetnim mešalom. Gojišče smo avtoklavirali pri temperaturi 120 °C in 1,5 bara 20 minut. Na površino gojišča smo nanekali 0,1 ml fiziološke raztopine, ki je vsebovala 0,8 g suhih kvasovk na 100 ml fiziološke raztopine.

Fiziološka raztopina, ki smo jo uporabljali je vsebovala 9 g NaCl na 100 ml destilirane vode.

Tabela 2: Sestava tekočega gojišča YEPD

SESTAVINA	PROIZVAJALEC	MASA [g]
KVASNI EKSTRAKT	Biolife	10
GLUKOZA	Kemika	20
PEPTON	Oxoid	20
DESTILIRANA VODA	/	1000

Tekoče gojišče smo pripravili podobno kot trdno gojišče. V gojišče nismo dodali agarja. Sestavine smo segreli do vrelišča in gojišče avtoklavirali pri temperaturi 120 °C in 1,5 bara 20 minut. Ko se je gojišče ohladilo na 40 °C smo dodali kvasovke. Pri delu s kvasovkami smo uporabili sterilno tehniko, da smo preprečili okužbe z drugimi mikroorganizmi.

4.2.3 Izvedba eksperimenta

NIZEK TLAK

A₁) VZKLILA SEMENA: V petrijevko smo položili v obliki kroga izrezan filtrirni papir, ki smo ga prepojili z 1,5 ml vode. Na papir smo položili semena vrtnih krešev in jih pokrili s plastičnim prozornim pokrovčkom. Na petrijevko smo si zaradi večje preglednosti zapisali vse potrebne podatke. Ko smo zapisali vse potrebne podatke na petrijevke, smo semena pustili kaliti 24 ur. Naslednji dan smo jih z zaprtimi petrijevkami položili v eksikator, kjer so bila 80 min izpostavljena zelo nizkemu tlaku (6 mbar). Po 80 minutah smo jih vzeli iz eksikatorja in papir prepojili z vodo, ki je med poskusom izhlapela. Semena smo pustili kaliti 24 ur. Po enem dnevu smo zapisali opažanja in rezultate. Po 24 urah smo izmerili dolžino korenin.

A₂) NEVZKLILA SEMENA: Na tehtnici smo stehtali 0,3 g semen in jih položili na petrijevke. Pokrili smo jih s prozornimi plastičnimi pokrovčki. Nanj smo si napisali vse potrebne podatke. Petrijevke smo postavili v eksikator, v katerem je bil tlak zelo nizek (6 mbar). Pod nizkim tlakom so bila semena izpostavljena 80 min. Ko smo jih vzeli iz eksikatorja, smo na nove petrijevke položili filtrirni papir in nanj nakapljali 1,5 ml vode. Na papir smo s pinceto položili 10 semen, ki so prej bila izpostavljena nizkemu tlaku. Petrijevko smo pokrili in počakali 48 ur. Po dveh dneh smo zapisali opažanja in rezultate.

B₁) SUHE KVASOVKE: Na tehtnici smo stehtali 0,5 g gliv kvasovk v prahu in jih položili na petrijevke. Zaradi večje preglednosti smo vse potrebne podatke zapisali na dno petrijevke. Položili smo jih za 80 minut v eksikator, kjer so bile izpostavljene zelo nizkemu tlaku (6 mbar). Po 80 minutah smo jih vzeli ven ter jih nasadili v trdno gojišče z agarjem. Po preteku 48 ur smo ocenili odstotno pokritost petrijevke.

B₂) GLIVE V TEKOČEM GOJIŠČU: Pripravili smo tekoče gojišče z pivskimi kvasovkami. Kvasovke so gojišču rastle 24 ur. Po 24 urah smo tekoče gojišče s kvasovkami nalili v epruvete in jih za 80 minut postavili v eksikator, kjer so bile izpostavljene tlaku (6 mbar). Ker je gojišče zaradi prevelikega pritiska zapustilo epruveto, poskusa z nizkim tlakom nismo izvedli do konca in ga tudi obravnavali.

NIZKE TEMPERATURE

A₁) VZKLILA SEMENA : V petrijevko smo položili v obliki kroga izrezan filtrirni papir, ki smo ga prepojili z 1,5 ml vode. Na papir smo položili semena vrtnih krešev in petrijevko pokrili s pokrovčkom. Na petrijevko smo si zaradi večje preglednosti zapisali vse potrebne podatke. Ko smo zapisali vse potrebne podatke na petrijevko, smo semena pustili kaliti 24 ur. Po enem dnevu smo jih s pinceto preložili v stekleno epruveto in za 80 min potopili v tekoči dušik (–196 °C). Po 80 minutah smo jih vzeli iz dušika in položili na filtrirni papir, ki je bil položen v petrijevki. Papir smo ponovno ovlažili z vodo. Semena smo pustili kaliti 24 ur. Po enem dnevu smo izmerili dolžino korenin in zapisali opažanja.

A₂) NEVZKLILA SEMENA: Na tehtnici smo stehtali 0,3 g semen in jih dali v stekleno epruveto. Nanjo smo si napisali vse potrebne podatke. Epruveto smo potopili v tekoči dušik za 80 min. Po 80 minutah smo vzeli epruvete iz dušika in jih semena prenesli na filtrirni papir v petrijevki. Papir smo navlažili z 1,5 ml vode in pokrili petrijevko. Počakali smo 48 ur, da so semena vzkalila in nato prešteli vzkaljena semena ter zapisali opažanja.

B₁) SUHE GLIVE: Na tehtnici smo stehtali 0,5 g suhih kvasovk in jih dali v stekleno epruveto. Vse potrebne podatke smo si zaradi večje preglednosti napisali na epruveto. Epruveto smo za 80 minut potopili v tekoči dušik (–196 °C). Po 80 minutah smo vzeli epruveto in glive nasadili na trdno gojišče. 48 ur kasneje smo ocenili odstotno pokritost petrijevke.

B₂) GLIVE V TEKOČEM GOJIŠČU: Pripravili smo tekoče gojišče z glivami kvasovkami. Tekoče gojišče smo po 24 urah nalili v kovinske zamaške in jih za 80 minut potopili v tekoči dušik. Po 80 minutah smo zamaške vzeli iz dušika in glive nasadili na trdno gojišče z agarjem. Po 48 urah smo ocenili, koliko površine gojišča so prerasle kvasovke.

UV SVETLOBA

A₁) VZKLILA SEMENA: V petrijevko smo položili v obliki kroga izrezan filtrirni papir, ki smo ga prepojili z 1,5 ml vode. Na papir smo položili semena vrtna kreše in petrijevko pokrili z plastičnim prozornim pokrovčkom. Na petrijevko smo si zaradi večje preglednosti zapisali vse potrebne podatke. Semena smo pustili kaliti 24 ur. Po enem dnevu smo jih brez pokrovčka postavili pod UV luč, ki je bila močna 6 W. Semena smo pustili pod vplivom UV svetlobe 80 min. Po 80 minutah smo jih odstavili izpod luči in filtrirni papir navlažili z 1,5 ml vode. Petrijevko smo ponovno pokrili in počakali 24 ur. Po enem dnevu smo prešteli semena, ki so vzkalila in izmerili dolžino korenin.

A₂) NEVZKLILA SEMENA: Na tehtnici smo v petrijevko stehtali 0,3 g semen. Pokrili smo jo s prozornimi plastičnimi pokrovčki. Nanjo smo si napisali vse potrebne podatke. Nevzklila semena smo v odprti petrijevki postavili pod UV luč za 80 min. Po opravljenem poskusu smo 10 semen dali na filtrirni papir ovlažen z 1,5 ml vode. Petrijevko smo zaprli s pokrovčkom in pustili semena kaliti 48 ur. Po dveh dneh smo zapisali rezultate in opažanja.

B₁) SUHE GLIVE: Na tehtnici smo v petrijevki stehtali 0,5 g suhih kvasovk. Na dno petrijevke smo zapisali vrsto organizma in čas sevanja UV svetlobe. Za 80 minut smo glive kvasovke izpostavili UV luči. Po preteklem času smo glive nasadili na trdno gojišče in po 48 urah ocenili poraščenost gojišča s kvasovkami.

B₂) GLIVE V TEKOČEM GOJIŠČU: Pripravili smo tekoče gojišče z glivami kvasovkami. Tekoče gojišče smo po 24 urah nalili v petrijevke in jih za 80 minut izpostavili UV luči. Po preteklem času smo glive nasadili na trdno gojišče z agarjem in po 48 urah ocenili odstotno pokritost petrijevke.

KONTROLA

A) VZKLILA IN NEVZKLILA SEMENA: V petrijevko smo položili v obliki kroga izrezan filtrirni papir, ki smo ga prepojili z 1,5ml vode. Na papir smo položili semena vrtne kreše in petrijevko pokrili s plastičnim prozornim pokrovčkom. Na sobni temperaturi so semena kalila 48 ur in po tem času zapisali rezultate in opažanja.

B) SUHE GLIVE IN GLIVE V GOJIŠČU: Pripravili smo tekoče gojišče z glivami kvasovkami. Po 24h smo tekoče gojišče nasadili na trdno gojišče. Po preteku 48h smo ocenili poraščenost gojišča s kvasovkami

5 REZULTATI

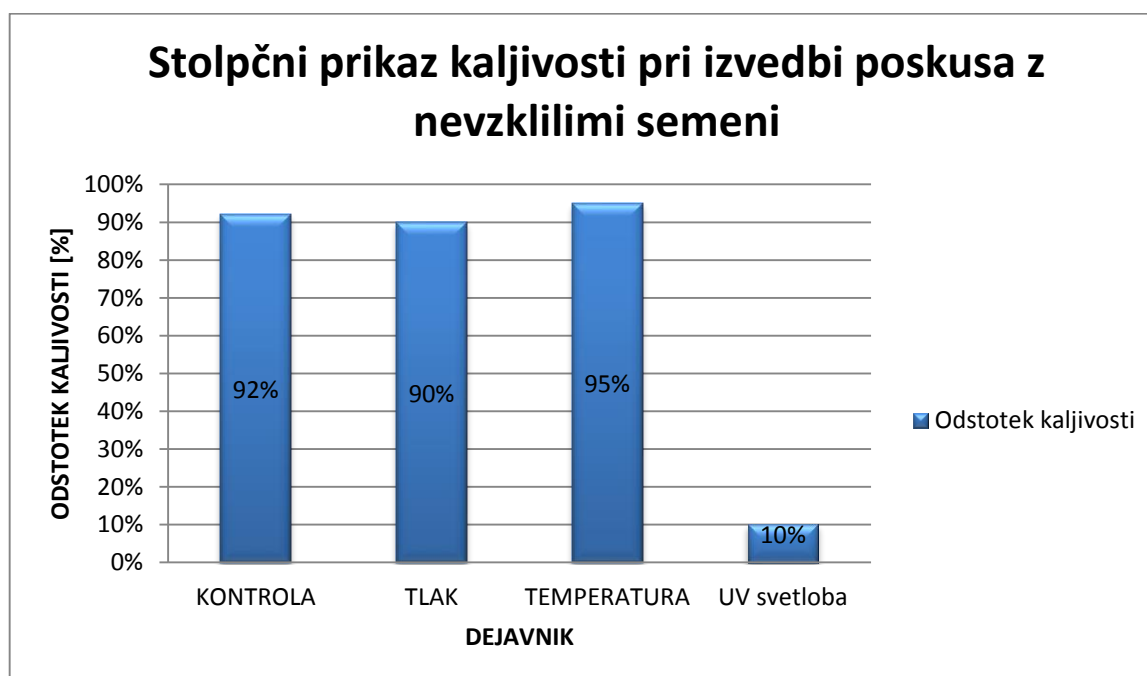
5.1 VPLIV TLAKA, NIZKE TEMPERATURE IN UV SEVANJA NA NEVZKLILA SEMENA VRTNE KREŠE

V tabeli so prikazani štiri različni dejavniki (tlak, nižana temperatura, UV svetloba in kontrola). V koloni za odstotek kaljivosti sva izračunali povprečen odstotno vrednost vzkaljenih semen pri vseh petih poskusih. Pod dolžine korenčic imava napisanih pet različnih dolžin. Vsaka dolžina predstavlja povprečje dolžine korenčice pri enem poskusu. V koloni povprečne dolžine korenčice pa imava zapisana povprečja dolžin petih korenčic.

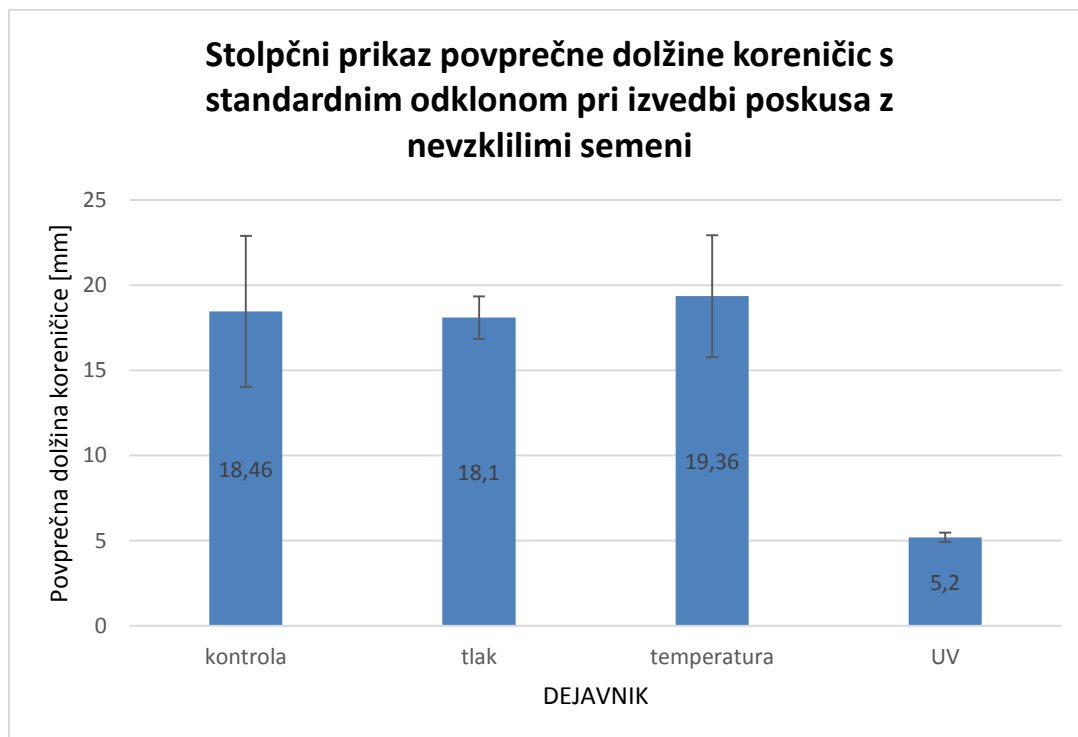
Tabela 3: Vpliv tlaka, temperature in UV sevanja na kalitev semen vrne kreše.

DEJAVNIK	Odstotek kaljivosti [%]	Dolžine korenčic [mm] ± 0.1 mm	Povprečna dolžina korenčice [mm] ± 0.1 mm
KONTROLA	92 %	23.1; 14.7; 15.9; 15.1; 23.5	18.5
TLAK	90 %	19.1; 19.4; 18.3; 17.3; 16.4	18.1
TEMPERATURA	95 %	14.6; 19.2; 23.6; 22.0; 17.4	19.4
UV svetloba	10 %	5.4; 5.5; 5.2; 4.8; 5.1	5.2

Pri kontroli je vzkalilo 92 % vseh semen. Pri tlaku (6 mbar) je bil odstotek vzklilih semen za 2 % manjši od procenta kontrole. Pri semenih, ki so bila izpostavljena temperaturi -196°C je bil odstotek vzklilih semen za 3 % večji od procenta kontrole. Pri sevanju UV svetlobe pa je odstotek vzklilih semen znašal samo 10 %.



Graf 1: Stolpčni prikaz kaljivosti pri izvedbi poskusa z nevzklilimi semeni



Graf 2: Stolpčni prikaz dolžine korenčic s standardnim odklonom pri izvedbi poskusa z nevzklilimi semeni

5.2 VPLIV TLAKA, NIZKE TEMPERATURE IN UV SEVANJA NA VZKLILA SEMENA VRTNE KREŠE

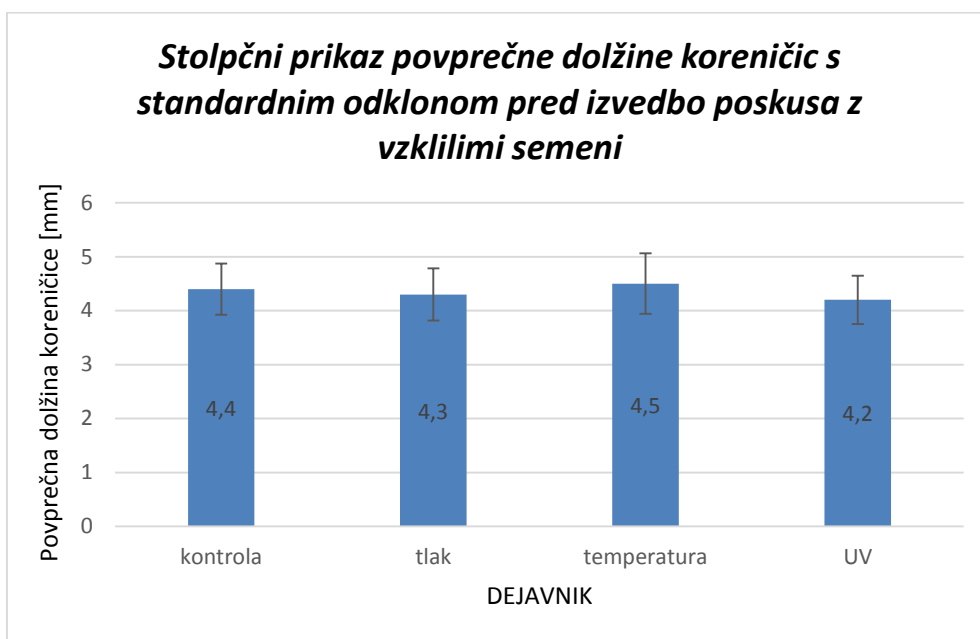
Tabela prikazuje odstotno vrednost semen, ki so po izpostavljenosti že prej naštetih dejavnikov kalila dalje. Za vsak dejavnik sva napravili pet ponovitev in opazovali skaljena semena pred in po izpostavljenosti. Pri dolžinah korenice so našteje povprečne dolžine korenice za vsakega izmed petih poskusov. Pri povprečni dolžini korenice pa povprečna dolžina korenice.

Tabela 4: Odstotek vzklilih semen vrtnih kreš, ki so bila izpostavljena nizkemu tlaku, nizki temperaturi in UV sevanju.

DEJAVNIK	% semen, ki so kalila dalje [%]	PRED IZPOSTAVLJENOSTJO		PO IZPOSTAVLJENOSTI	
		Dolžine korenice [mm] ± 0.1 mm	Povprečna dolžina korenice [mm] ± 0.1 mm	Dolžine korenice [mm] ± 0.1 mm	Povprečna dolžina korenice [mm] ± 0.1 mm
KONTROLA	100%	4.5; 3.8; 4.2; 5.1; 4.4	4.4	15.9; 15.3; 16.8; 16.7; 16.3	16.2
TLAK	0%	4.1; 4.4; 5.1; 4.0; 3.9	4.3	4.1; 4.4; 5.1; 4.0; 3.9	4.3
TEMPERATURA	0%	4.2; 3.7; 4.6; 5.1; 4.9	4.5	4.2; 3.7; 4.6; 5.1; 4.9	4.5
UV svetloba	100%	3.7; 4.1; 4.0; 4.9; 4.3	4.2	15.9; 17.5; 16.3; 17.7; 17.1	16.9

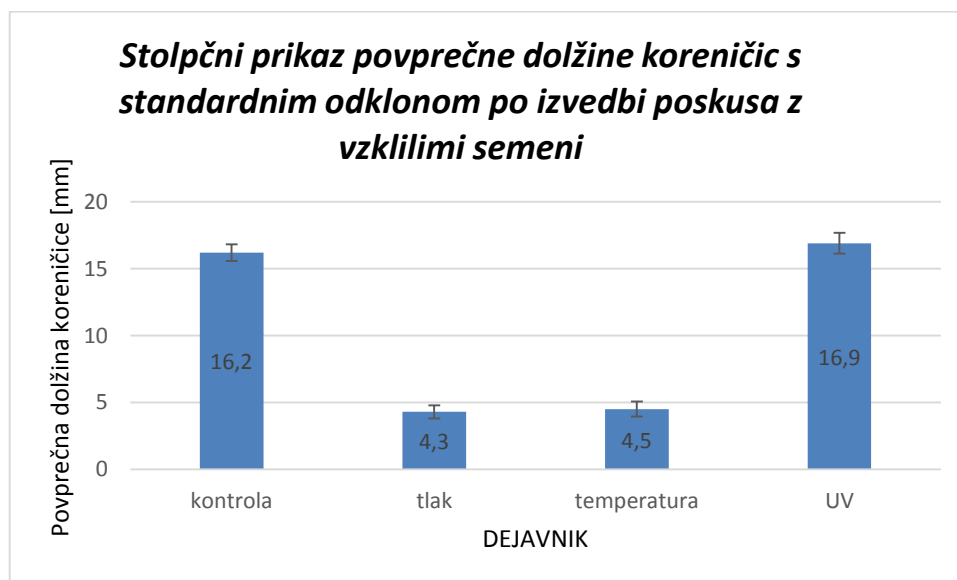
Pri kontroli so vsa semena kalila dalje in dolžino korenice povečala za skoraj 4x. Enako se je zgodilo tudi po izpostavljenosti UV sevanju. Po izpostavljenosti tlaku in temperaturi pa semena vrtnih kreš niso več kalila dalje.

PRED IZPOSTAVLJENOSTJO

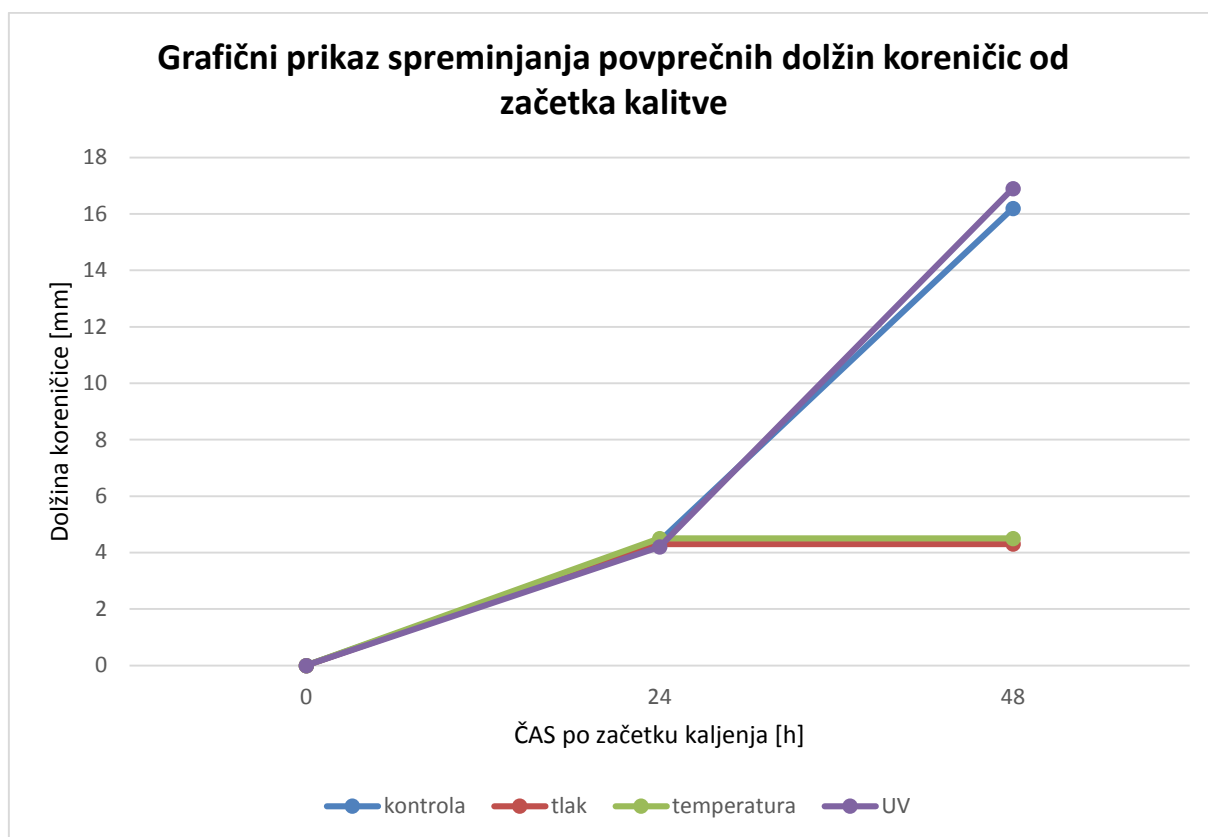


Graf 3: Stolpčni prikaz povprečne dolžine korenčic s standardnim odklonom pred izvedbo poskusa z vzkililimi semeni

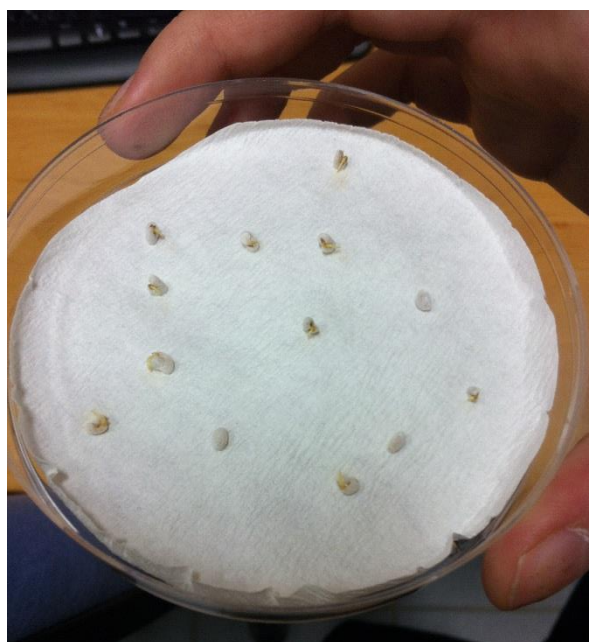
PO IZPOSTAVLJENOSTI



Graf 4: Stolpčni prikaz povprečne dolžine korenčic s standardnim odklonom po izvedbi poskusa z vzkililimi semeni



Graf 5: Grafični prikaz spreminjanja povprečnih dolžin korenčic od začetka kalitve



Slika 10: Vzklila semena po izpostavljenosti nizkem tlaku

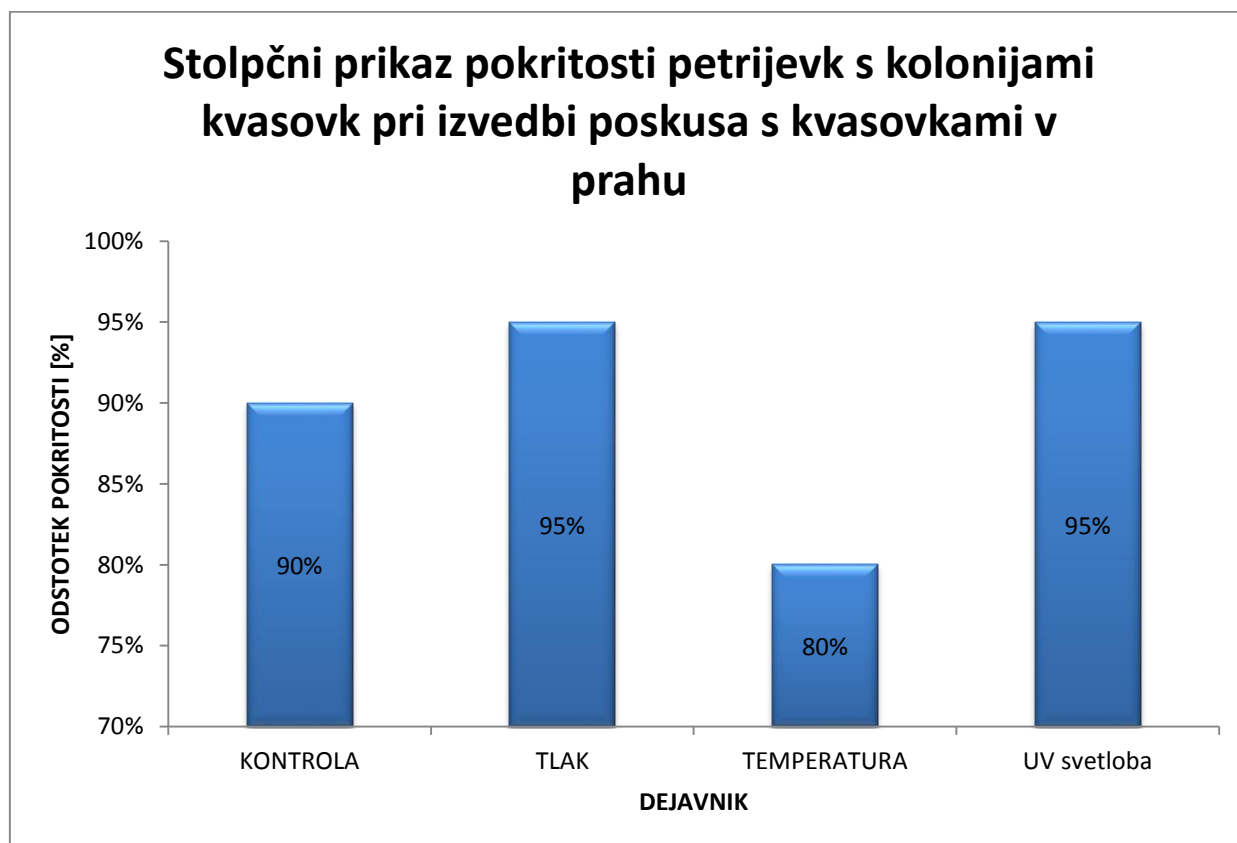
3.3 VPLIV TLAKA, NIZKE TEMPERATURE IN UV SEVANJA NA SUHE GLIVE KVASOVKE

V tabeli sva prikazali koliko odstotkov trdnega gojišča so prerasle kolonije gliv kvasovk.

Tabela 5: Odstotek poraščenosti trdnega gojišča z kolonijami gliv kvasovk pri izvedbi poskusa z suhimi glivami v prahu

DEJAVNIK	POKRITOST [%]
KONTROLA	90
TLAK	95
TEMPERATURA	80
UV svetloba	95

Suhe glive kvasovke, ki so bile izpostavljene nizkemu tlaku in UV sevanju so porasle trdno gojišče za 5 % bolje, kakor kontrola. Glive, ki so bile izpostavljene nizkemu tlaku pa so trdno gojišče porasle za 5 % manj kot pri kontroli.



Graf 6: Stolpčni prikaz pokritosti petrijevk s kolonijami pri izvedbi poskusa s kvasovkami v prahu

3.4 VPLIV TLAKA, NIZKE TEMPERATURE IN UV SEVANJA NA GLIVE KVASOVKE V TEKOČEM GOJIŠČU

V tabeli sva prikazali koliko odstotkov površine trdnega gojišča so prerasle kolonije gliv kvasovk.

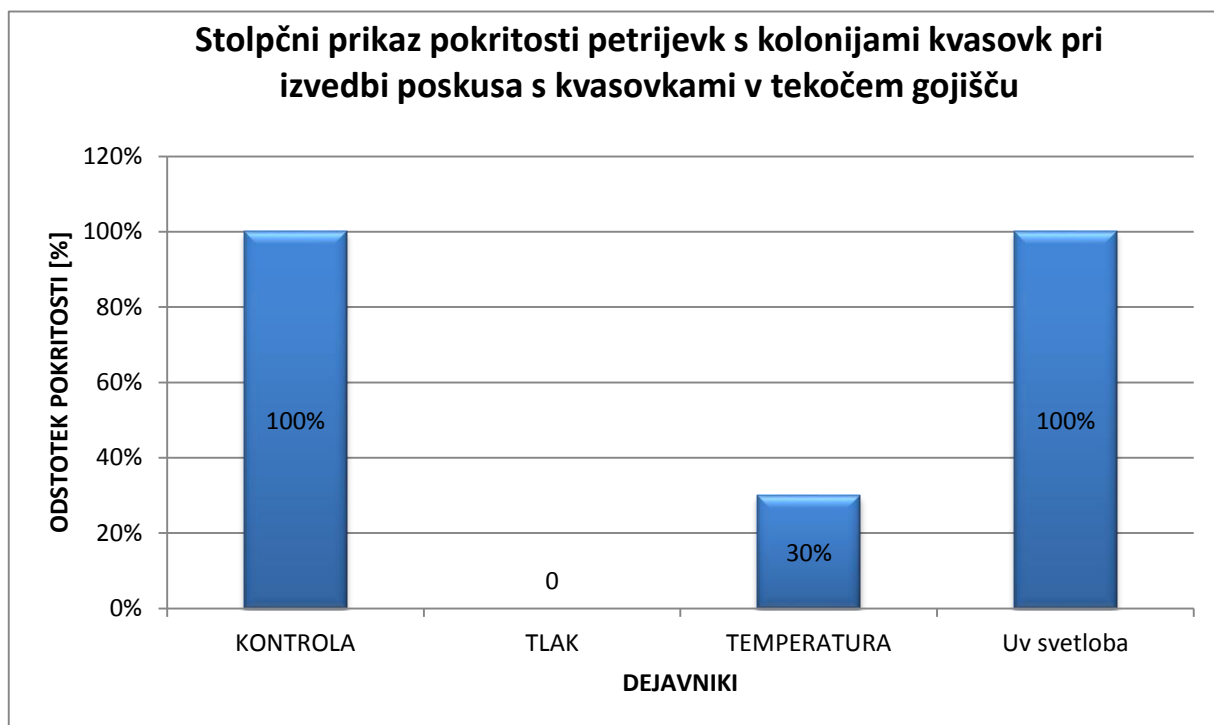
Tabela 6: Odstotek poraščenosti trdnega gojišča z kolonijami gliv kvasovk pri izvedbi poskusa z glivami v tekočem gojišču

DEJAVNIK	POKRITOST [%]
KONTROLA	100
TLAK	/
TEMPERATURA	30
UV svetloba	100

Pri kontroli in izpostavljenosti UV sevanju so glive 100 % porasle trdno gojišče. Nizka temperatura pa glive v tekočem gojišču slabo vpliva, saj je bila poraščenost le 30 %. Poskusa z nizkim tlakom nismo izvajali.



Slika 11: Primerjava kolonij gliv kvasovk po izpostavljenosti nizkim temperaturam in sobnim pogojem



Graf 7: Stolpčni prikaz pokritosti petrijev s kolonijami pri izvedbi poskusa s kvasovkami v tekočem gojišču

6 RAZPRAVA IN INTERPRETACIJA REZULTATOV

V raziskovalni nalogi sva proučili vpliv nizkega tlaka, nizkih temperatur in UV svetlobe na kalitev semen vrtna kreše ter vpliv teh dejavnikov na že vzklija semena vrtna kreše. Na vzklija semena sta zelo negativno vplivala nizek tlak in nizke temperature. Vzrok za to, da so semena propadla je bila izsušitev. UV svetloba, ki jo je oddajala žarnica je pospešila rast vzklih semen. Iz rezultatov je razvidno, da med kontrolo in vplivom UV žarkov v dolžini korenčic ni bistvenih razlik. Dolžina korenčic je kar 4x daljša od dolžine korenčic semen, ki so bila izpostavljena nizkemu tlaku in nizkim temperaturam.

Ko sva nevzklija semena izpostavili nizkemu tlaku, nizkim temperaturam in UV sevanju, nizek tlak in nizke temperature nista vplivala na kalitev. Suha semena imajo komaj 10 % do 15 % vode, voda v semenu je vezana in ne zmrzne, kar bi lahko povzročilo poškodbe v celicah. Presenetilo naju je, da je kalilo le 10 % semen, ki so bila izpostavljena UV svetlobi. Te rezultate bi morali še preveriti, če pri izvajanju poskusa ni prišlo do napake. Naši poskusi kažejo, da so na suhe kvasovke vplivale nizke temperature. Na gojišču so prerasle 80 % površine. Nizek tlak in UV sevanje nista vplivala na razmnoževanje kvasovk, ker je odstotek preraslega trdnega gojišča večji kot pri kontroli. Razlike so majne tudi zato, ker smo samo ocenili pokritost gojišča in je pri meritvah lahko prišlo do 5 % napake. Zelo velike razlike so se pokazali pri rasti gliv v tekočem gojišču. Ko smo glive kvasovke, ki so zrasle v 24 urah v tekočem gojišču izpostavili temperaturi $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ je na trdnem gojišču zraslo majhno število kolonij, ki so pokrile le 30 % gojišča. Da bi lahko bolj natančno ocenili rast kvasovk smo osnovno tekoče gojišče 10x razredčili v fiziološki raztopini. V tekočem gojišču, ki je bilo izpostavljeno nizki temperaturi je preživel le majhno število kvasovk, ki so potem, ko smo gojišče 10x razredčili v fiziološki raztopini in nanesli na trdno gojišče, zrasle v kolonije, ki smo jih lahko prešteli. UV sevanje ni imelo na kvasovke posebnega učinka, saj so rezultati kontrole in eksperimenta enaki. Pri nizkem tlaku 6 mbar je prišlo do sublimacije tekočega gojišča, zato nismo dobili vzorca, ki bi ga lahko nanesli na gojišče. Rezultati so pokazali, kako neugodni so dejavniki kot so nizke temperature, nizek tlak in UV sevanje za preživetje organizmov. Proučili sva vpliv posameznih dejavnikov na izbrana organizma. Veliko več bi lahko izvedeli o vplivu teh treh dejavnikov na kalitev semen kreše in na rast kvasovk, če bi na organizma delovali vsi trije dejavniki hkrati. Teh pogojev pa v našem šolskem laboratoriju nismo mogli zagotoviti. Veliko bolj natančne rezultate bi dobili, če bi pri kvasovkah uporabili metodo redčenja in bi kot rezultat upoštevali število posameznih kolonij kvasovk. Ker je bila najina naloga že v začetku pot v neznano, so naju rezultati presenetili. Ekstremne pogoje je preživel veliko več celic kvasovk in kalilo je veliko več semen vrtna kreše kot smo pričakovali. Boj za preživetje je nekaj edinstvenega.

7 ZAKLJUČEK

Glive kvasovke so izpolnile najina pričakovanja, saj so se resnično na pogoje bolje odzvala od semen. Semena vrtna kreša pa so naju presenetila, saj sva menili, da bodo vsa pomrla.

V najini raziskovalni nalogi sva ugotovili, da so na anaerobne glive kvasovke najbolj vplivale nizke temperature, na aerobna semena vrtna kreša pa UV svetloba, nizek tlak in nizke temperature. Na podlagi eksperimentov sva prišli do spoznanja, da organizmi posameznih pogojev ne bi mogli preživeti, zato bi jih tudi vsi pogoji naenkrat uničili. Iz tega sklepava, da organizmi niso sposobni preživeti na Marsovem površju.

8 SEZNAM VIROV IN LITERATURE

8.1 KNJIŽNI VIRI

Kladink, R.(1996): Pot k maturi iz fizike, Ljubljana: DZS

Koredž, Jan(2009): Rdeči Sosed, Maribor

Mancinelli, Rocco L.; Banin, Amos(2003): Where is the nitrogen on Mars?, Harvard

Adamič Orožen, Andreja; Sernec, Kristina(2005): Mikrobiologija, Ljubljana: DZS

Stušek, Peter; Vilhar, Barbara(2010): Biologija celice in genetika, Ljubljana: DZS

Raspor Peter(1996): Biotehnologija, Ljubljana

Martinčič, Andrej in ostali(1999): Mala flora Slovenije, Ljubljana: Tehniška založba Slovenije

Girnth – Diamba, Claudia; Justesen, Brigit(2010): Exploring Toxycology Using Yeast as a Model System, EMBO

C. S. Cockell, D. C. Catling, W. L. Davis, K. Snook, R. L. Kepner, P. L. McKay(2000): The ultraviolet environment of Mars, Lcarus

8.2 SPLETNI VIRI

Mars [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Mars> [1.2.2014, 1.25]

Fobos [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

http://sl.wikipedia.org/wiki/Fobos_%28luna%29 [1.2.2014, 1.29]

Deimos [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

http://sl.wikipedia.org/wiki/Deimos_%28luna%29 [1.2.2014, 1.30]

Nastanek in razvoj Marsa [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

<http://www.zurnal24.si/prastar-meteorit-razkriva-nove-skrivnosti-clanek-212955> [1.2.2014, 1.31]

Razvoj Marsa [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

<http://science.howstuffworks.com/mars1.htm> [1.2.2014, 1.31]

Atmosfera Marsa [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

http://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Mars#Composition [1.2.2014, 1.32]

Tlak na Marsu [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

<http://quest.nasa.gov/aero/planetary/mars.html> [1.2.2014, 1.32]

Vetrovi na Marsu [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

<http://quest.nasa.gov/aero/planetary/mars.html> [1.2.2014, 1.33]

Klima in temperatura na Marsu [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

<http://quest.nasa.gov/aero/planetary/mars.html> [1.2.2014, 1.33]

Vlažnost na Marsu [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

<http://quest.nasa.gov/aero/planetary/mars.html> [1.2.2014, 10.41]

Projekt Mars One [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

<http://dne.ena.com/E-svet/E-druzba/Iscejo-se-prostovoljci.html> [1.2.2014, 19.01]

Vodna kreša [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

<http://www.luontoportti.com/suomi/en/kukkakasvit/garden-cress> [1.2.2014, 15.31]

Vodna kreša – wikipedija [spletni vir] Dostopno na URL naslovu:

http://en.wikipedia.org/wiki/Garden_cress [1.2.2014, 15.31]

8.3 VIRI SLIK

Slika 1: Mars(2013): Dostopno na: [http://www.npr.org/blogs/thetwo-](http://www.npr.org/blogs/thetwo-way/2013/05/02/180532424/send-your-haiku-to-mars-nasa-seeks-poets)

[way/2013/05/02/180532424/send-your-haiku-to-mars-nasa-seeks-poets](http://www.npr.org/blogs/thetwo-way/2013/05/02/180532424/send-your-haiku-to-mars-nasa-seeks-poets) (9.2.2014)

Slika 2: Fobos in Deimos(2009): Dostopno na: <http://www.astroyciencia.com/2009/02/10/por-que-se-busca-agua-en-marte/> (9.2.2014)

Slika 3: Bodočo bivališče na Marsu – Mars One(2013): Dostopno na: <http://dne.ena.com/E-svet/E-druzba/Iscejo-se-prostovoljci-za-potovanje-in-zivljenje-na-Marsu.html> (9.2.2014)

Slika 4: Pivske glive - *Saccharomyces cerevisiae*(2014): Dostopno na

http://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae (9.2.2014)

Slika 5: Semena vrtna kreše(2009): Dostopno na:

<http://myseedgarden.blogspot.com/2009/03/curled-cress-lepidium-sativum.html> (9.2.2014)