

**VPLIV RAZLIČNIH DEJAVNIKOV NA RAST IN
RAZVOJ MIKROORGANIZMOV
NA AGARJU IN ŽELATINI**

PODROČJE: BIOTEHNOLOGIJA

RAZISKOVALNA NALOGA

Raziskovalci: Liza Perme, Gal Pleško in Anja Podgornik

7. razred

Mentorica: Dominika Švajger

Marec 2025

Osnovna šola Ketteja in Murna Ljubljana

ZAHVALA

Ob zaključku raziskovalne naloge bi se radi zahvalili vsem, ki so nam pomagali, da smo lahko delo uspešno zaključili.

Na prvem mestu se zahvaljujemo naši mentorici Dominiki Švajger, ki nam je pomagala s svojim znanjem in podporo.

Zahvaljujemo se profesorici slovenščine Adrijani Leskovšek za lektoriranje.

Vsekakor pa se zahvaljujemo tudi našim staršem za vso podporo in pomoč pri raziskovanju.

KAZALO

ZAHVALA	2
POVZETEK.....	4
1. UVOD.....	5
1.1 Opis raziskovalnega problema	5
1.2 Hipoteze	5
1.3 Metode dela.....	6
2. TEORETIČNI DEL	8
2.1 Agar.....	8
2.2 Agar kot podlaga za bakteriološka gojišča.....	8
2.3 Agar v prehrani.....	9
2.4 Fizikalne lastnosti.....	9
2.5 Želatina.....	10
2.6 Odkrivanje želatine v živilih	10
2.7 Fizikalne lastnosti.....	11
2.8 Citronska kislina.....	11
2.9 UV svetloba.....	11
2.10 Bakteriološka gojišča	12
2.11 Mikroorganizmi.....	14
2.12 Konzervansi.....	15
3. RAZISKOVALNI DEL	17
3.1 Priprava	17
3.2 Priprava gojišč.....	18
4. RAZPRAVA.....	25
5.1 Spletni viri.....	28
5.2 Knjižni viri	28

POVZETEK

Mikroorganizmi rastejo in se razvijajo na različnih gojiščih. Za svojo rast in razvoj potrebujejo hrano, vlago, primerno temperaturo in čas.

Učenci pa so v raziskovalni nalogi raziskali, kako hitro pod določenimi pogoji rastejo. Izbrali so primerna gojišča: agar in želatino. Primerjali so hitrost rasti na gojiščih ter poskušali poiskati idealne pogoje za rast. Zastavili so si tudi hipoteze, ki so jih po opravljenem poskusu potrdili ali ovrgli. Predstavili so tudi pripomočke, s katerimi so lahko pripravili gojišča ter odvzeli brise oz. vzorce.

Odločili so se, da poskus vsakih pet dni slikovno in pisno dokumentirajo.

V teoretičnem delu so opisali značilnosti obeh gojišč, mikroorganizmov ter dejavnikov, ki vplivajo na rast in razvoj.

1. UVOD

1.1 Opis raziskovalnega problema

Smo sedmošolci in začeli smo z raziskovanjem rasti mikroorganizmov na gojiščih iz agarja in želatine. Želeli smo ugotoviti ali mikroorganizmi / bakterije rastejo, če dodajamo različne snovi oz. spreminjamo pogoje :

- sladkor,
- UV svetloba,
- pH (dodajanje citronske kisline).

Pred začetkom raziskovanja smo si zastavili nekaj hipotez.



Sl. 1: Opis raziskovalnega problema (vir: <https://medium.com/the-rollercoaster/7-points-to-think-while-deciding-your-research-problem-bee6a6886cca>)

1.2 Hipoteze

1. Na agarju mikroorganizmi rastejo hitreje kot na želatini.
2. Ob dodatku sladkorja mikroorganizmi na obeh gojiščih rastejo hitreje kot brez.
3. UV-svetloba bo upočasnila rast in razvoj mikroorganizmov na obeh gojiščih.
4. Ob dodajanju citronske kisline mikroorganizmi na obeh gojiščih uspevajo hitreje.

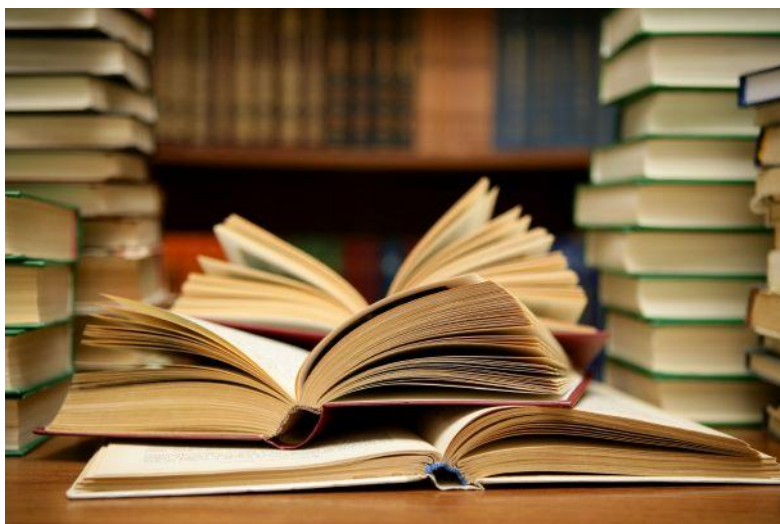
1.3 Metode dela

Pri raziskovalnem delu smo uporabili nekaj metod:

- metoda dela z viri in literaturo,
- metoda raziskovanja.

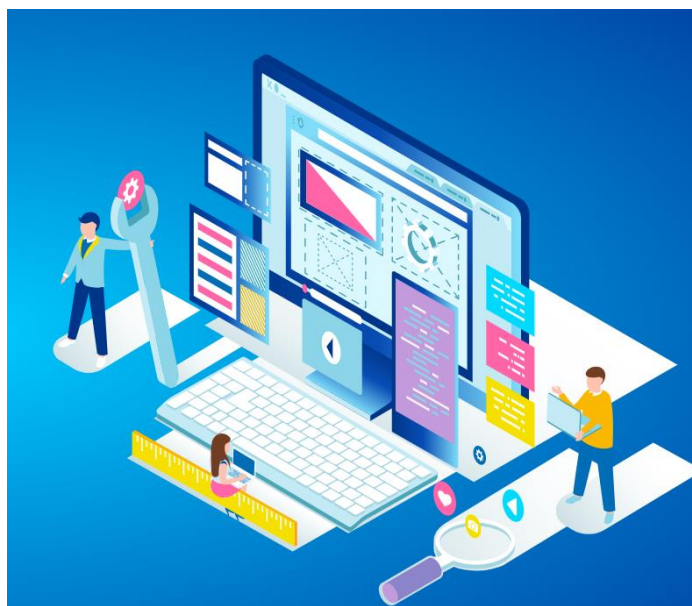
1.3.1 Metoda dela z viri in literaturo

Z raziskovanjem smo začeli tako, da smo šli v knjižnico in tam poiskali literaturo. Knjižničarka je bila zelo prijazna in nam je prinesla veliko knjig. Usedli smo se in začeli brati. Nekaj knjig smo si izposodili ter iz njih zbrali podatke. Potem smo se usedli za računalnik in začeli iskati spletne vire in slike, ki smo jih umestili v raziskovalno nalogo. Našli smo je veliko spletnih in knjižnih virov.



Sl. 2: Metoda s knjižnimi viri

(vir: <https://www.mladina.si/194558/kako-prebrati-50-knjig-na-letu>.)



Sl. 3: Metoda s spletnimi viri

(vir: <https://smartifysol.com/web-design-development-services/>)

1.3.2 Metoda raziskovanja

Pri tej metodi smo raziskovali oz. delali eksperiment. Pripravili smo gojišča agarja in želatine, kjer smo preverjali kje mikroorganizmi hitreje rastejo.



Sl. 4: Metoda raziskovanja

(vir: <https://jan.ucc.nau.edu/lrm22/lessons/microbiology/microbiology.html>)

2. TEORETIČNI DEL

2.1 Agar

Agar, znan tudi kot kanten, je želatinska snov iz morskih alg. Pridobivajo ga zlasti iz alg rodov *Gelidium* in *Gracilaria*. Sestavlja ga kompleksni ogljikov hidrat – karbohidrat. V medicini ga uporabljamo kot podlago za bakteriološka gojišča. V prehrani ga uporabljamo kot zgoščevalo (na primer v sladicah), v vegetarijanski kuhinji pa lahko nadomešča želatino.



Sl. 5: Agar

(vir: <https://www.carlroth.com/com/en/agar/agar-agar-bacteriological/p/2266.1>)

2.2 Agar kot podlaga za bakteriološka gojišča

Gojišča so, poleg agarja, različne mešanice hranilnih snovi, ki jih potrebujemo za gojenje mikroorganizmov. Sestavimo jih tako da jih prilagodimo potrebam posameznih bakterij. Agar je samo podlaga za rast mikroorganizmov, ne pa tudi njihova hrana. Hranilna gojišča uporabljamo za zasajevanje bakterijskih kultur. To je postopek prenašanja mikroorganizmov iz njihovega življenjskega okolja na hranilno gojišče ali iz enega gojišča na drugo. Bakterije, ki zrastejo na gojišču po zasajanju vzorca, tvorijo primarno kulturo. Kulture, ki jih dobimo s presajanjem kolonij z gojišča na gojišče, imenujemo subkulture. Ko zasejemo vzorec na gojišče, ponavadi zrastejo različne vrste bakterij, ki so bile v določenem vzorcu. Tako kulturo imenujemo mešana kultura (torej skupek kolonij dveh ali več vrst). Kadar je v materialu le ena bakterijska vrsta, bo na gojišču zrasla čista kultura (skupek kolonij ene vrste). Za zasajevanje

uporabljamo sterilna gojišča in tudi vsi pripomoči morajo biti sterilni. Če pa niso jih moramo sterilizirati.

2.3 Agar v prehrani

Agar je rastlinska alternativa želatini. Legenda pravi, da je neki japonski gostilničar v 17. stoletju po naključju odkril, saj se je juha iz posebne vrste rdečih alg naslednji dan zgostila oziroma postala želatinasta. Gre za agar agar, ki je vrsta morskih alg z izredno močnimi zgoščevalnimi in želirnimi lastnostmi. Ker je brez vonja, okusa in barve je izjemno dobrodošel v vsaki kuhinji, sploh v vegetarijanski. Že stoletja se uporablja v azijski kuhinji, v zadnjih letih pa je postal zelo priljubljen v svetu. Uporabljamo ga lahko za pripravo marmelad, veganskih želejev, zgoščevanje juh, cheescake, sladoledov, panakote in ostalih podobnih sladice. Je priljubljena izbira tudi na področju molekularne gastronomije, saj omogoča ustvarjanje edinstvenih tekstur, kot so kavjarju podobne kroglice ali enkapsulacije. Njegova prednost je ta, da se za razliko od živalske želatine ne raztopi, če se temperature v prostorih nekoliko dvignejo. Topiti se namreč začne šele od 50 stopinj Celzija navzgor. To pomeni, da ga ni treba shranjevati v hladilniku, pa se jedi vseeno ne bodo raztopile. Ima tudi veliko koristnih lastnosti. Ne vsebuje sladkorjev, maščob, soje, koruze, glutena, kvasa, škroba, pšenice, jajc, mleka in konzervansov. Je tudi vir kalcija in železa. Ljudem pomaga pri prebavi in razstrupljanju telesa, saj ima dobre odvajalne lastnosti. Absorbira žolč in pomaga telesu, da raztopi več holesterola. Skozi prebavni sistem potuje zelo hitro in preprečuje shranjevanje odvečnih maščob. Agar agar vsebuje veliko vlaknin, ki so pomembne za našo prebavo, saj se po njih ljudje počutijo boljše.

2.4 Fizikalne lastnosti

Agar je netopen v hladni vodi, topen postane šele pri 85-95°C. Običajno ga prelijemo s hladno vodo in segrevamo do vrenja, da se povsem stopi. Ko se ohladi do približno 30-40°C, tvori gelu podobno strukturo.

Karakteristike (značilnosti, prednosti):

- za gelifikacijo tekočin,
- odporen na temperaturo do 90°C,
- ni odporen na zamrzovanje,
- je termo reverzibilen nad 90°C,
- moč gelifikacije izgublja v kislih medijih,
- želatina ni preveč elastična.

2.5 Želatina

Je čista in brezbarvna ali rahlo rumena snov, izdelana iz podaljšanega vrenja živalskih kož, vezivnega tkiva ali kosti. Skoraj nima okusa in vonja, uporabna pa je predvsem v živilski industriji, medicini in znanosti. Je proteinski proizvod delne hidrolize kolagena, pridobljenega iz kože, kosti, hrustanca, veziv in podobno. Naravne molekulske vezi med dvema kolagenskima deloma se pretrgajo v obliko, ki se lažje na novo prerazporedi.



Sl. 6: Želatina

(vir: <https://si.bloomtechz.com/synthetic-chemical/additive/pure-gelatin-powder-cas-9000-70-8.html>)

2.6 Odkrivanje želatine v živilih

Želatina zgosti in strdi nekatera tekoča in poltekoča živila. Želatina izvira iz kolagena, ki ga najdemo v kosteh, vezivnem tkivu in koži prašičev, goveda in drugih živali. Kolagen je tudi pridobljen iz ribjih kosti. Pri vrenju kosti odstranimo beljakovine, ki se med ohlajanjem delno strdijo. Tako nastane želatinasta, oljnata plast na vrhu domače posode. Komerzialno dostopna kulinarična želatina se pred sušenjem in pakiranjem očisti.

Na voljo je v želatini, listih ali prahu. Profesionalni kuharji imajo raje tanke, ravne lističe, imenovane tudi listna želatina, ker se počasi raztopi in ima za posledico čistejši izdelek. Posamezna zrna v želatini v prahu se lažje razpršijo na krožniku in se hitreje raztopijo. Večja kot je moč cvetenja, višje je tališče gela in krajši je čas želiranja.

V živilski industriji so izdelki z želatino razni pudingi, jogurti, gumijasti bonboni, sadne želatinske sladice, sladoled, panakota in drugo. Uporablja se za ustvarjanje strukture in oblike. Koncentracija in kakovost želatine določata natančne temperature, pri katerih se strdi in topi.

Pri testiranjih, analizah, meritvah in evalvacijskih študijah, upoštevajo nacionalne in mednarodne standarde ter veljavne zakonske predpise. S tem pridobivajo zanesljive in nepristranske rezultate. Te študije temeljijo na najnovejši tehnološki opremi, usposobljenem in izkušenem osebju ter sodobnih metodah. Med številnimi testi, ki se izvajajo v tem kontekstu, je tudi iskanje želatine v živilih.

2.7 Fizikalne lastnosti

Želatina je proteinski proizvod delne hidrolize kolagena, pridobljenega iz kože, kosti, hrustanca, veziv in podobno. Naravne molekulske vezi med dvema kolagenskima deloma se pretrgajo v obliko, ki se lažje na novo prerazporedi. Želatina se pri segrevanju tali, pri ponovnem ohlajanju pa se strdi. Skupaj z vodo tvori poltrd koloidni gel.

2.8 Citronska kislina

Citronska kislina je šibka organska kislina, ki je po sestavi podobna vitaminu C. Vsebuje jo večina sadja, največ je vsebujejo citrusi, kot so limone in pomaranče. Pod imenom citronka jo v živilskih trgovinah prodajajo za izdelavo sadnih kup in napitkov, uporablja pa se tudi kot naravni konzervans.

2.9 UV svetloba

UV-svetloba je uveljavljena in varna metoda zmanjševanja mikroorganizmov in se že dolgo uporablja na področjih kot je čiščenje komunalne in odpadne vode. UV-svetloba poškoduje DNK bakterij, tako da se te ne morejo razmnoževati. Ker svetloba ne pride v stik z ljudmi, je metoda varna. Popolnoma nadomesti in odpravi potrebo po uporabi za ljudi zelo nevarnih kemikalij in biocidov, s čimer se izboljša delovno okolje. UV-tretirana tekočina je stabilnejša. Stabilnejša procesna tekočina zahteva manj vzdrževanja in večjo produktivnost, saj se je mogoče izogniti zaustavitvam proizvodnje. Pravilno konfigurirana naprava za uničevanje bakterij vsebuje UV-žarnico, zaščito in samočiščenje - uporaba brez vzdrževanja. UV-čiščenje poteka, ko mikroorganizmi v tekočini krožijo skozi napravo in so obsevani. Zato je treba zagotoviti dobro kroženje tudi, ko stroji mirujejo. Dobra cirkulacija ima tudi druge prednosti, na primer boljši izkoristek filtra za trde delce, kar povzroči čistost.



Sl. 7: UV-svetloba

(vir: <https://nijz.si/moje-okolje/pitna-voda/strokovno-mnenje-o-moznosti-uporabe-uv-svetlobe-za-dezinfekcijo-pitne-vode/>)

2.10 Bakteriološka gojišča

Bakteriološka gojišča so različne mešanice hranilnih snovi, ki jih potrebujemo za gojenje mikroorganizmov, lahko jih delamo z agarjem ali z želatino. Sestavimo jih tako, da jih prilagodimo potrebam posameznih bakterij.

Glavne **sestavine** gojišč so:

- voda,
- peptone,
- mesna voda (juha),
- mesni ekstrakti,
- kvasni ekstrakti,
- anorganske snovi,
- agar / želatina ,
- ogljikovi hidrati.

Glede na vsebnost agarja / želatine ločimo **trdnost** gojišča:

- tekoča (tem ne dodamo agarja / želatine),
- poltekoča (tem dodamo od 0,1-0,5% agarja / želatine),
- trdna (dodamo 1-2% agarja/želatine):
 - globoki agar,
 - poševni agar,
 - gojišča v petrijevki.

Glede **na sestavo**:

- naravna gojišča (mleko, kri, krvni serum),
- polysintetična (kombiniramo naravne snovi in sintetične),
- sintetična (tu poznamo kemično sestavo gojišča).

Glede **na uporabnost**:

- osnovna (tekoča ali trdna): peptonska voda, navadni bujon, navadni agar, želatina in mleko,
- obogatena (če osnovnim dodamo kri, krvni serum...),
- obogatitvena (tekoča gojišča, ki pospešuje razvoj posameznih vrst bakterij, ki smo jih izolirali),
- diferencialna (vsebujejo snovi, ki omogočajo, da se kolonije ene vrste razlikujejo od drugih),
- selektivna (zavirajo razvoj enih in pospešujejo razvoj tistih, ki ji želimo izolirati).

Hranilna gojišča uporabljamo za zasajevanje bakterijskih kultur. To je postopek prenašanja mikroorganizmov iz njihovega življenjskega okolja na hranilno gojišče ali iz enega gojišča na drugo. Bakterije, ki zrastejo na gojišču po zasajanju vzorca, tvorijo primarno kulturo. Kulture, ki jih dobimo s presajanjem kolonij z gojišča na gojišče, imenujemo subkulture. Ko zasejemo vzorec na gojišče, ponavadi zrastejo različne vrste bakterij, ki so bile v določenem vzorcu. Tako kulturo imenujemo mešana kultura (torej skupek kolonij dveh ali več vrst). Kadar je v materialu le ena bakterijska vrsta, bo na gojišču zrasla čista kultura (skupek kolonij ene vrste). Za zasajevanje uporabljamo sterilna gojišča in tudi vsi pripomoči morajo biti sterilni. Če pa niso, jih moramo sterilizirati.

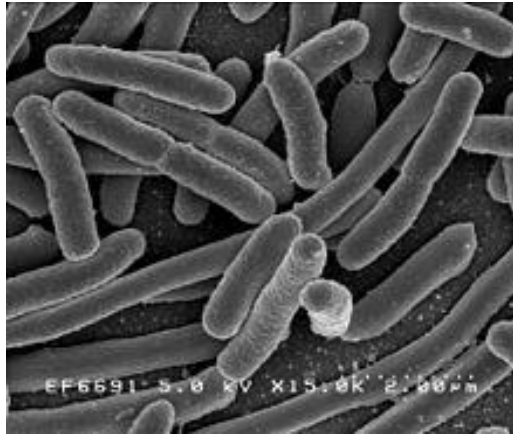


Sl. 8: Bakteriološka gojišča

(vir: [https://kfdvgtu.ru/sl/kak bakterii pitajutsja stroenie i zhiznedejatelnost bakterij/](https://kfdvgtu.ru/sl/kak_bakterii_pitajutsja_stroenie_i_zhiznedejatelnost_bakterij/))

2.11 Mikroorganizmi

Bakterije so mikroorganizmi, ki jih s prostim očesom ne vidimo, lahko pa jih vidimo z mikroskopom. Po obliki so lahko koki (okrogla oblika), bacili (paličasta oblika), spirohete, spirile ali vibrioni (spiralne oblike). V živilu so lahko v vegetativni, torej živi obliki, ali v obliki spor, torej v speči obliki. Za svojo rast in razvoj potrebujejo hrano, vlago, primerno temperaturo in čas. Nekatere bakterije potrebujejo kisik, druge rastejo bolje v okolju brez kisika. Človeku škodljive ali patogene bakterije so tiste, ki povzročijo okužbo oziroma zastrupitev. Okužbo povzroči delovanje bakterije same, zastrupitev pa delovanje toksinov (strupov), ki jih izloča bakterija. Po vstopu bakterije v telo vpliva na možnost za nastanek obolenja več dejavnikov, in sicer vrsta bakterije in njihovo število, imunsko stanja človeka gostitelja, vstopno mesto v telo, itd.



Sl. 9: Razmnoževanje bakterij (vir: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Bakterije>)

2.12 Konzervansi

Enostavne načine konzerviranja (kot so sušenje mesa in sadja) ljudje uporabljamo že vse od pradavnine. Med sušenjem hrane namreč izguba vode v živilih ustavi ali močno upočasni razvoj mikroorganizmov in tako omogoči shranjevanje hranilno bogatih živil tudi za zimske mesece, ko je sveže hrane malo. Omenjen način konzerviranja sodi med tako imenovane fizikalne metode konzerviranja, kamor uvrščamo še konzerviranje z visoko temperaturo (pasterizacija, sterilizacija), konzerviranje z nizko temperaturo (zamrzovanje), obsevanje z UV-žarki in različne načine odvzemanja vode (npr. zgoščevanje koncentratov).

Danes v domači kuhinji, poleg sušenja, uporabljamo še številne druge načine konzerviranja hrane, kot so soljenje in prekajevanje mesnih izdelkov, kuhanje kompotov in marmelad, priprava sirupov. V vseh omenjenih primerih uporabljamo naravne snovi, ki zavirajo razvoj mikroorganizmov, npr. sol in sladkor, morebitno predhodno prekuhanje hrane pa poskrbi, da število naravno prisotnih mikrobov in njihovih spor v konzerviranem izdelku še dodatno zmanjšamo. Takšni naravni načini v živilih ustvarjajo okolje, ki otežuje razvoj mikroorganizmov, predvsem zaradi neugodnih fizikalnih (osmotskih) pogojev. Zaradi nizke razpoložljivosti (dostopnosti) vode v živilu, se mikroorganizmi namreč težko razmnožujejo.

Biološko konzerviranje je naslednji naraven način konzerviranja hrane, pri katerem obstojnost živila podaljšamo z mlečno-kislinsko fermentacijo. Med omenjenim postopkom mlečnokislinske bakterije sladkorje pretvorijo v mlečno kislino, kar učinkovito poveča kislost živila (znižanje pH vrednosti) do te mere, da se upočasni razvoj škodljivih mikroorganizmov.

S fermentacijo pridobivamo mlečne izdelke, kot so jogurt, skuta in kislo mleko, ter kislo zelje in kislo repo.

Naštete tehnike konzerviranja pri proizvodnji živil uporablja tudi živilska industrija, za podaljševanje obstojnosti hrane na policah in zagotavljanje varnost potrošnikov pa se včasih dodaja tudi posebne snovi, ki jih imenujemo konzervansi.

Konzervansi so snovi, ki jih dodajamo živilom, da podaljšamo njihovo obstojnost in s tem rok uporabnosti. Njihova prisotnost upočasni ali prepreči razvoj mikroorganizmov, ki bi sicer povzročili kvarjenje hrane. Čeprav mnoge konzervanse lahko najdemo tudi v naravi, npr. v rastlinah, je danes velika večina proizvedena industrijsko, saj zaradi velike svetovne potrošnje izolacija iz rastlin ne bi bila mogoča, hkrati pa ni smotrna niti z ekonomskega vidika.

Konzervansi se najpogosteje nahajajo v mesnih izdelkih, omakah in namazih, ter kruhu in pekovskih izdelkih, najdemo pa jih tudi v pijačah, predpripravljenih živilih, margarinah ter konzervirani zelenjavi in sadju.



Sl. 10: Konzervansi

(vir:https://agrosavjet.com/konzervansi-u-vasoj-hrani-da-li-su-zaista-toliko-opasni-i-stetni/#google_vignette)

3. RAZISKOVALNI DEL

3.1 Priprava

Za raziskovanje rasti bakterij na agarju in želatini smo potrebovali nekaj pripomočkov, in sicer petrijevko, agar, želatino in laboratorijsko čašo.



Sl. 11: petrijevka

(vir: <https://www.ekvinokcij.si/>)



Sl. 12: agar

(vir: <https://www.carlroth.com/com/en/agar/agar-agar-bacteriological/p/2266.1>)



Sl. 13: želatina

(vir: <https://si.bloomtechz.com/synthetic-chemical/additive/pure-gelatin-powder-cas-9000-70-8.html>)



Sl. 14: laboratorijska čaša

(vir: <https://shop.craftunity.si/product/steklena-casa-150-ml/>)

Za razkuževanje petrijevk smo uporabili 96% etanol, saj nismo želeli, da bi bile v petrijevkah bakterije. Za jemanje brisov smo uporabili brisne palčke od testov (Covid-19).

3.2 Priprava gojišč

Gojišča smo naredili 31. 1. 2025. Po navodilih proizvajalca, smo pripravili agar in želatino in jih nanесли v petrijevke, ki smo jih pred tem očistili z alkoholom.

Z mobilnega telefona smo s palčkami za bris vzeli vzorec in ga na rahlo namazali po gojišču.

Odločili smo se, da bomo gojišča spremljali na vsakih pet dni in jih takrat tudi fotografirali.

Naredili smo štiri različna gojišča in sicer :

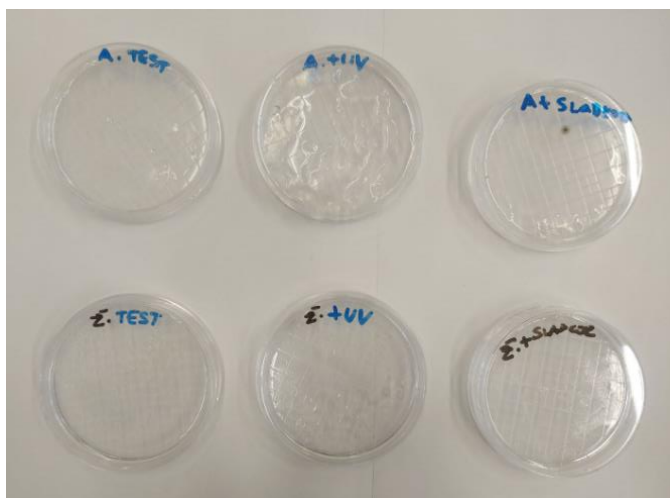
- TESTNO GOJIŠČE (AGAR IN ŽELATINA)
- UV-SVETLOBA (AGAR IN ŽELATINA)
- DODATEK SLADKORJA (AGAR IN ŽELATINA)

Naredili smo tudi gojišče s citronsko kislino, ki nam prvi dan ni uspela (bila je preveč tekoča), zato smo ponovili poskus s citronsko kislino 5. dan po odvzemu brisa.

- CITRONSKA KISLINA pH (AGAR IN ŽELATINA)

5. DAN

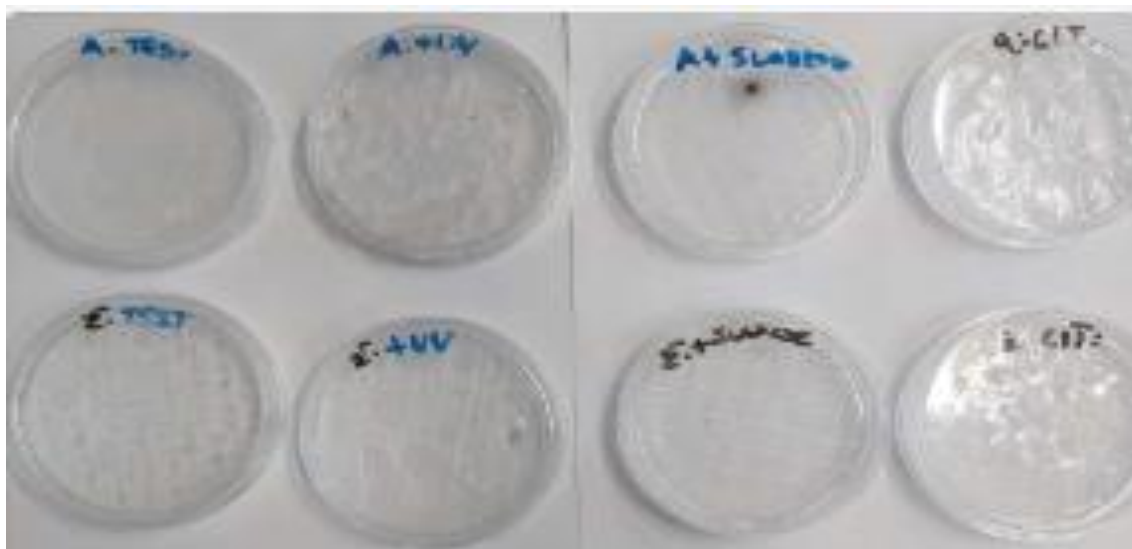
Slika prikazuje 5. dan po pripravi gojišč. Vidi se, da je na gojišču AGAR + SLADKOR začela rasti skupina mikroorganizmov. Na drugih gojiščih še ni videti sprememb oziroma začetka rasti mikroorganizmov.



Fot. 1: 5. dan po pripravi gojišč

11. DAN

Po enajstih dneh od priprave gojišč je vidno, da se je skupina mikroorganizmov na gojišču AGAR + SLADKOR malo razširila oz. povečala. Na spodaj priloženi fotografiji pa je vidno, da so bakterije začele uspevati tudi na gojišču ŽELATINA + SLADKOR.



Fot. 2: 11. dan po pripravi gojišč



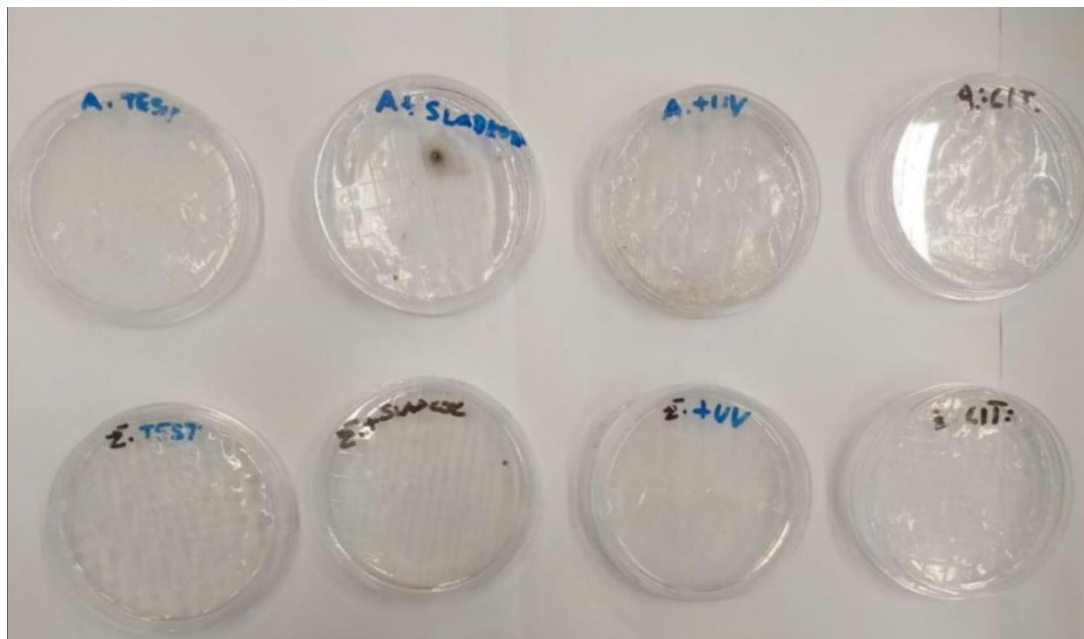
Fot. 3: 11. dan po pripravi gojišč
(gojišče agar + sladkor)



Fot. 4: 11. dan po pripravi gojišč
(gojišče želatina + sladkor)

15. DAN

Po 15. dneh opazimo, da se je povečala kolonija mikroorganizmov na gojišču AGAR+ SLADKOR ter na gojišču ŽELATINA + SLADKOR. Opazili pa smo, da so se tudi na gojišču AGAR + UV začeli razvijati mikroorganizmi.



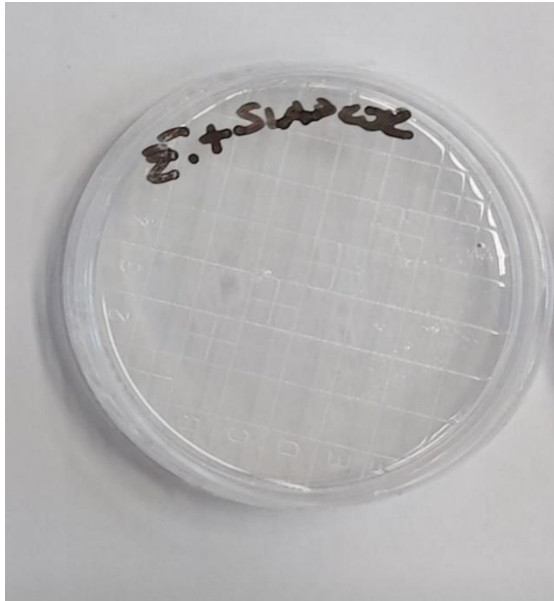
Fot. 5: 15. dan po pripravi gojišč



Fot. 6: 15. dan po pripravi gojišč
(gojišče agar + citronska kislina)



Fot. 7: 15. dan po pripravi gojišč
(gojišče želatina + citronska kislina)



Fot. 8: 15. dan po pripravi gojišč (gojišče želatina + sladkor)

20. DAN

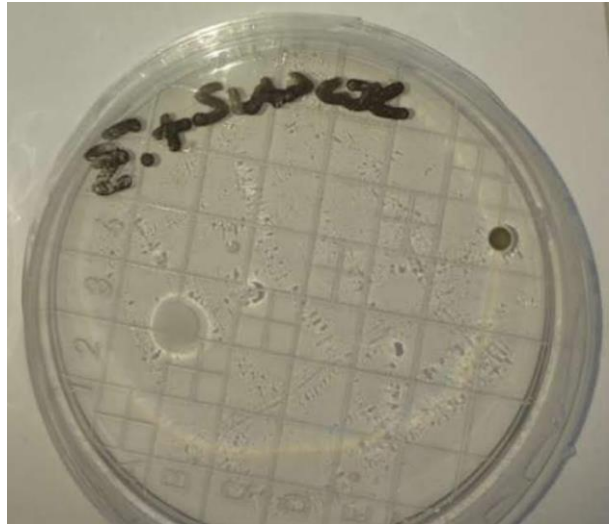
20. dan po začetku smo bili deležni velikih sprememb. Kolonije bakterij na gojiščih AGAR + SLADKOR, ŽELATINA + SLADKOR in AGAR + UV so se povečale. Bakterije so začele uspevati tudi na gojišču ŽELATINA TEST (pojavele so se drobne, bele kolonije bakterij).



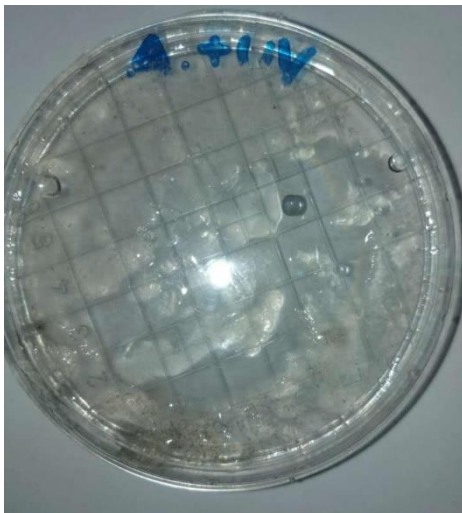
Fot. 9: 20. dan po pripravi gojišč



Fot. 10: 20. dan po pripravi gojišč
(gojišče agar + sladkor)



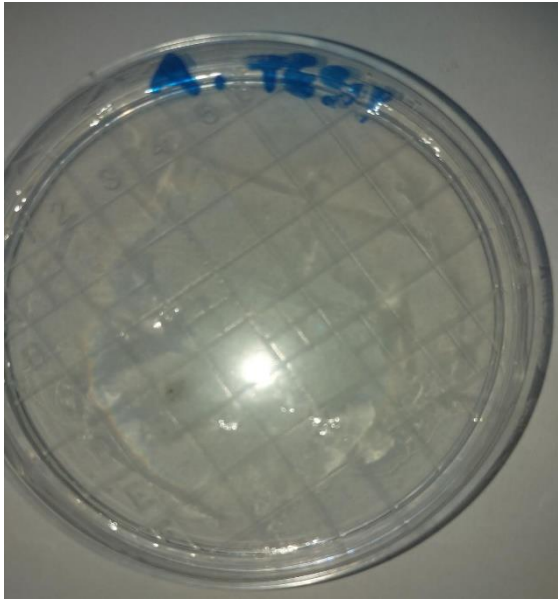
Fot. 11: 20. dan po pripravi gojišč
(gojišče želatina + sladkor)



Fot. 12: 20. dan po pripravi gojišč
(gojišče agar + UV)

30. DAN

30. dan po začetku smo opazili, da so se kolonije mikroorganizmov začele razmnoževati. Na gojišču AGAR + CITRONSKA KISLINA. Na gojišču AGAR + SLADKOR so se začele bakterije zelo širiti.



Fot. 13: 30. dan po pripravi gojišč
(gojišče agar)



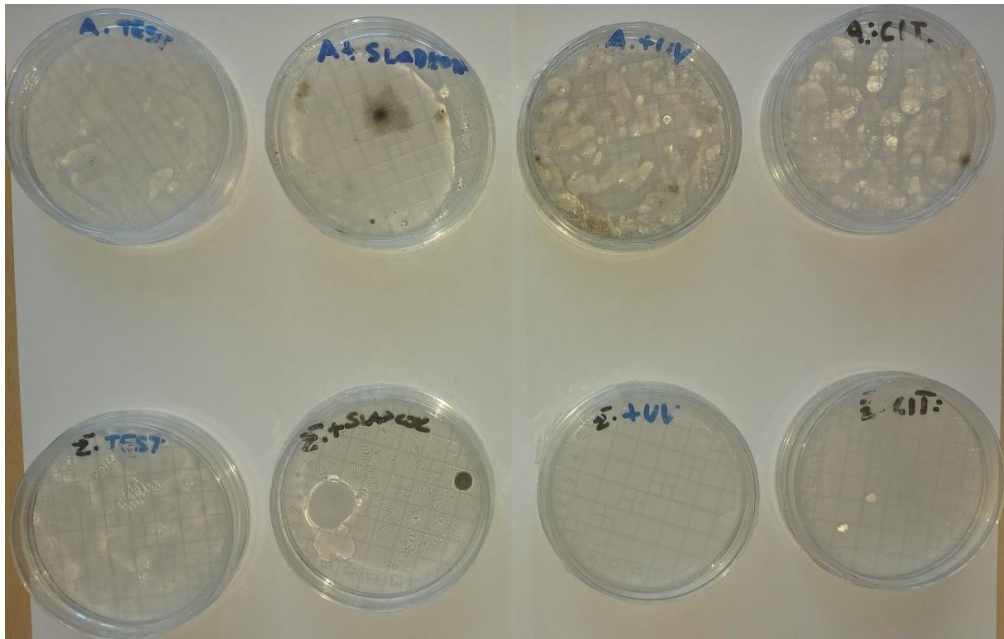
Fot. 14: 30. dan po pripravi gojišč
(gojišče agar+sladkor)



Fot. 15: 30. dan po pripravi gojišč
(gojišče želatina test)



Fot. 16: 30. dan po pripravi gojišč
(gojišče agar + citronska kislina)



Fot. 17: 30. dan po pripravi gojišč

4. RAZPRAVA

Po končanem poskusu, ko smo imeli vse slikovno in pisno dokumentirano, smo se lotili pisanja razprave.

Hipoteze, ki smo si jih zastavili pred izvedbo poskusa moramo zdaj potrditi ali ovreči.

Hipoteze:

1. Na agarju mikroorganizmi rastejo hitreje kot na želatini.

Prvo hipotezo bomo potrdili, saj so na gojiščih z agarjem mikroorganizmi rasli hitreje kot na gojišču z želatino. To se dobro vidi na gojiščih z dodanim sladkorjem, dodano UV-svetlobo in citronsko kislino.

Mikroorganizmi hitreje rastejo na gojišču z agarjem kot na gojišču z želatino zaradi več dejavnikov:

1. **Temperaturna stabilnost:** Agar je bolj termo stabilen kot želatina. Agar se topi pri višjih temperaturah (približno 85 °C) in se strdi pri približno 32-40 °C, medtem ko želatina postane tekoča pri temperaturah že okoli 30 °C. To pomeni, da se agar ne bo stopil pri telesni temperaturi (ki je pogosto primerna za rast mikroorganizmov), medtem ko želatina pri tej temperaturi postane tekoča in ne more podpirati rasti mikroorganizmov.
2. **Fizikalne lastnosti:** Agar zagotavlja trdno in stabilno podlago za rast mikroorganizmov, medtem ko je želatina mehkejša in lahko postane preveč tekoča, kar oteži oblikovanje kolonij.
3. **Kemijska sestava:** Agar je pridobljen iz alg, in je inertna snov, ki ne vpliva na rast mikroorganizmov, medtem ko želatina vsebuje beljakovine, ki se lahko v nekaterih primerih razgradijo ali vplivajo na rast mikroorganizmov.

Zaradi teh lastnosti je agar bolj primeren za gojenje mikroorganizmov in omogoča hitrejšo rast kot želatina.

2. Ob dodatku sladkorja mikroorganizmi na obeh gojiščih rastejo hitreje kot brez.

Tudi to hipotezo bomo potrdili, saj so mikroorganizmi na obeh gojiščih, ki jima je bil dodan sladkor rasli hitreje.

Mikroorganizmi rastejo hitreje ob dodatku sladkorja, ker sladkor deluje kot vir energije, ki je potreben za njihovo rast in razmnoževanje. Sladkor (glukoza ali drugi ogljikovi hidrati) je osnovni vir ogljika, ki ga mikroorganizmi uporabljajo za pridobivanje energije. Ta energija se uporablja za številne procese v celici, vključno z rastjo, razmnoževanjem in sintezo celičnih komponent.

Točno, kako sladkor vpliva na rast, je odvisno od vrste mikroorganizmov in njihovih presnovnih poti, vendar običajno:

1. **Povečana energija:** Sladkor zagotavlja hitre dostopne molekule za energijo (ATP), ki so potrebne za osnovne življenjske procese mikroorganizmov, kot so celična delitev, sinteza encimov in obnovitev celičnih struktur.
2. **Pospešena presnova:** Sladkor aktivira metabolične poti, kot je glikoliza, kjer se sladkor pretvori v energijo, kar povečuje stopnjo presnove in s tem tudi rast.

Tako sladkor mikroorganizmom omogoča hitrejšo rast, ker zagotavlja nujno potrebne gradnike in energijo, ki jih potrebujejo za hitro razmnoževanje.

3. UV-svetloba bo upočasnila rast in razvoj mikroorganizmov na obeh gojiščih.

Potrdili bomo tudi tretjo hipotezo, saj so se mikroorganizmi na gojišču obsevanim z UV-svetlobo so se začeli razvijati počasneje kot na gojišču s sladkorjem in neobsevanim gojiščem.

UV-svetloba upočasni rast in razvoj mikroorganizmov predvsem zaradi njenega škodljivega vpliva na DNA mikroorganizmov. UV-svetloba ima dovolj energije, da povzroči kemične spremembe v genetskem materialu celic, kar vodi v poškodbe in zmanjšano sposobnost celice za rast in delitev. Glavni razlogi, zakaj UV svetloba upočasni rast mikroorganizmov, so:

1. **Poškodbe DNA**
2. **Motnje v podvajanju DNA**
3. **Pomanjkanje sposobnosti popravljanja poškodb**
4. **Zmanjšana aktivnost encimov**

Zaradi teh dejavnikov UV-svetloba deluje kot baktericidno sredstvo in upočasni ali celo ustavi rast mikroorganizmov, saj poškoduje njihovo genetsko informacijo in zmanjša njihovo sposobnost za preživetje in delitev.

4. Ob dodajanju citronske kisline mikroorganizmi na obeh gojiščih uspevajo hitreje.

Zadnjo, četrto hipotezo pa moramo ovreči, saj mikroorganizmi ob dodatku citronske kisline niso rasli hitreje. Na gojišču ŽELATINA + CITRONSKA KISLINA jih ni zraslo nič.

Ob dodajanju citronske kisline mikroorganizmi na obeh gojiščih ne uspevajo hitreje, ker citronska kislina vpliva na pH okolja. Večina mikroorganizmov ima optimalni pH, pri katerem

najbolje rastejo in se razmnožujejo. Citronska kislina, ki je šibka kislina, znižuje pH gojišča, zaradi česar lahko postane okolje preveč kislo za mnoge mikroorganizme.

Ko je pH prenizek, se lahko zmanjša aktivnost encimov, ki jih mikroorganizmi uporabljajo za metabolizem, kar upočasni njihov proces rasti. Poleg tega lahko prenizek pH vpliva na stabilnost in razpoložljivost hranil v gojišču, kar še dodatno ovira uspešen razvoj mikroorganizmov.

Zato je pomembno, da se pri dodajanju kislin ali drugih snovi, ki vplivajo na pH, upošteva njihov vpliv na mikroorganizme in njihovo rast.

Potrjena hipoteza ✓

Zavrnjena hipoteza ✗

Potrdili smo tri hipoteze in zavrnilo eno hipotezo.

ZAKLJUČEK

Ugotovili smo, da največ mikroorganizmov zraste na gojišču AGAR + SLADKOR, saj imajo tako mikroorganizmi dovolj hrane (sladkor), da lahko hitro in nemoteno rastejo. Najmanj mikroorganizmov je zraslo na gojiščih, kjer nismo dodajali dodatkov, ter na gojiščih, kjer smo dodajali citronsko kislino. To gojišče nam prvič ni uspelo, zato smo z njim poskusili peti dan po začetku poskusa. Dodali smo manj citronske kisline in povečali količino želatine oz. agarja.

Praktični vidik naše raziskovalne naloge pa je, da so slaščice, ki so pripravljene iz agarja ob dodatku citronske kisline, bolj varne pred bakterijami kot pa tiste brez. In če bi umivali npr. kopalnico, s citronsko kislino bi bakterije zrastle šele 30 ali 40 dni po pomivanju.

5. VIRI

5.1 Spletni viri

1. Mikroorganizmi https://zpm-mb.si/wp-content/uploads/2019/07/O%C5%A0_Biologija_Me_vidi%C5%A1_Mikroorganizmi_na.pdf (dobljeno 11. 1. 2025)
2. Agar <https://www.malinca.si/blog/uporaba-agar-agarja-in-vse-o-njem> (dobljeno 11. 1. 2025)
3. Agar in njegove lastnosti <https://okusno.je/triki-in-nasveti/agar-agar.html> (dobljeno 12. 1. 2025)
4. Želatina <https://sl.wikipedia.org/wiki/%C5%BDelatina> (dobljeno 13. 1. 2025)
5. Odkrivanje želatine v živilih <https://www.eurolab.net/sl/testler/gida-testleri/gidalarda-jelatin-aranmasi/> (dobljeno 13. 1. 2025)
6. Konzervansi <https://www.prehrana.si/sestavine-zivil/aditivi-v-zivilih/konzervansi?highlight=WyJiIiwidml0YW1pbiIsImIgdml0YW1pbiJd> (dobljeno 12. 2. 2025)
7. Citronska kislina https://sl.wikipedia.org/wiki/Citronska_kislina#Uporaba (dobljeno 12. 2. 2025)
8. Mikroorganizmi <https://nijz.si/moje-okolje/varnost-zivil/bakterije-v-zivilih/> (dobljeno 13. 2. 2025)

5.2 Knjižni viri

1. OGRIZEK, Maja. Sova Leksikon Cankarjeve založbe (mikrobiologija), 2006.
2. SUŠNIK, Franc, Razvoj življenja od molekule do človeka. Državna založba Slovenije, 1974.