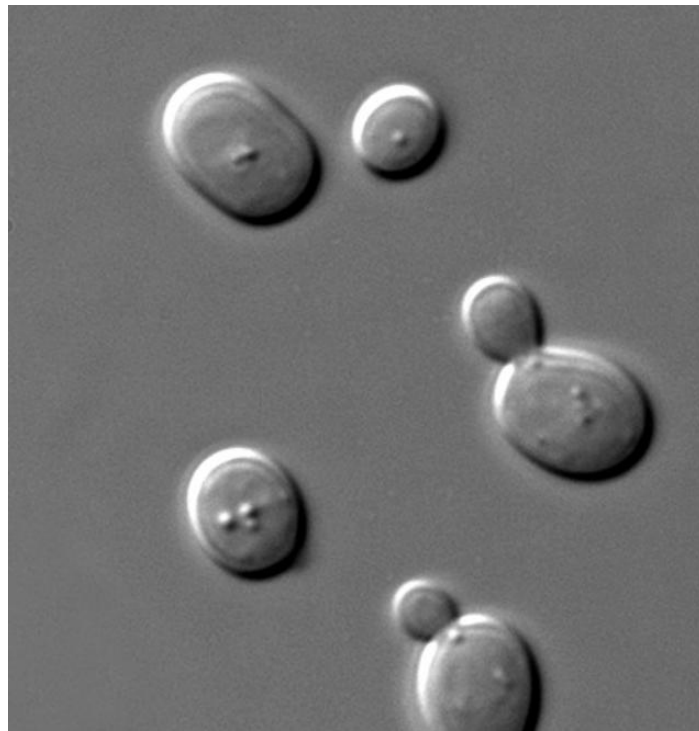


OŠ Vižmarje - Brod

GOJENJE KVASOVK

BIOLOGIJA

Raziskovalna naloga



AVTORICA: Iva Balen, 8. razred

MENTORICA: Petra Škofic Valjavec, prof.

ŠOLA: OŠ Vižmarje - Brod

Ljubljana, oktober 2024

KAZALO

POVZETEK	3
1 UVOD	4
1.1 Zakaj sem izbrala to temo?	4
1.2 Namen in opis raziskovalnega problema	4
1.3 Hipoteze.....	5
2 TEORETIČNE OSNOVE	6
2.2 Kaj so kvasovke?	8
2.3 Prisotnost kvasovk v vsakdanjem življenju	9
2.4 Pogoji gojenja kvasovk	10
2.5 Kaj je alkoholno vrenje	11
3 METODE DELA	11
4 REZULTATI	13
4.1 Opazovanje.....	15
5 ZAKLJUČKI	17
6 RAZPRAVA	18
6 LITERATURA IN VIRI	19
6.1 Literatura	19
6.2 Elektronski viri	19

KAZALO SLIK

Slika 1: domači kruh	4
Slika 2: sistem gliv	6
Slika 3: zgradba glivne celice	7
Slika 4: razmnoževanje gliv	8
Slika 5: sveži kvas	9
Slika 6: vzhajajoči kvas po 5 min na sobni temperaturi	14
Slika 7: vzhajajoči kvas po 40 minutah na sobni temperaturi	16
Slika 8: vzhajajoči kvas na temperaturi 22,5°C po 60 minutah.....	16

POVZETEK

Kvas je živ organizem, ki fermentira in proizvaja plin ogljikov dioksid, ta pa povzroči vzhajanje testa. Za dobro vzhajanje testa za kruh je potrebna ustrezna temperatura, priporoča se tudi dodajanje sladkorja.

V raziskovalni nalogi želim preveriti, če resnično velja, da kvasovkam ne ustreza hladno okolje, in če morda obstajajo drugačni ali boljši pogoji, v katerih bi kvasovke še bolje rasle in uspevale.

Kvasovke sem gojila pod različnimi pogoji (v sladkani vodi, mleku, vodi z magnezijem, jajcu, vodi z medom). Gojišča sem postavila na sobno temperaturo brez prepaha in v hladilnik. Zato sem tudi proučevala, če se kvasovke bolje razmnožujejo na sobni temperaturi ali v hladilniku. Ugotovila sem, da se kvasovke v hladilniku zelo slabo razmnožujejo.

Naredila sem tudi poskus, pri katerem me je zanimalo, če bi se kvasovke lahko razmnoževale tudi brez sladkorja. Tukaj sem uporabila cink in železo in v steklenice poleg vode nisem dodala sladkorja. Ugotovila sem, da se kvasovke brez sladkorja ne morejo razmnoževati.

Raziskovala sem, kako pri kvasovkah poteka kemijska reakcija fermentacija sladkorja (alkoholno vrenje), kjer glive kvasovke porabljajo sladkor in ga spreminjajo v alkohol etanol in ogljikov dioksid.

1 UVOD

1.1 Zakaj sem izbrala to temo?

Zamisel za svoje raziskovalno delo sem dobila pri svoji sestri, ki se na fakulteti za svojo magistrsko nalogo tudi ukvarja s kvasovkami.

1.2 Namen in opis raziskovalnega problema

Sama zelo rada pečem kruh. Vedno me je zanimalo, kako kruh sploh vzhaja in zakaj tako lepo nabrekne ter se mu prostornina poveča. Zato sem raziskovala in ugotovila, da je za to zadolžen pivski kvas, v katerem so kvasovke.



Slika 1: domači kruh

Raziskovalna naloga je lahko v pomoč vsem, ki si želijo izvedeti kaj več o gojenju kvasovk, saj se jih lahko goji tudi doma s čisto preprostimi koraki, ki jih bom prikazala. Poznavanje najugodnejših pogojev za gojenje kvasovk je pomembno tudi, če nekdo hoče speči dober kruh. Pri peki kruha mora pek znati kvasovke razmnoževati, zato da kruh lahko vzhaja.

Fermentacija sladkorja je dobro poznana in raziskana kemijska reakcija. V zvezi s tem sem si postavila raziskovalna vprašanja:

- Pod kakšnimi pogoji najbolje uspevajo kvasovke?
- Ali na delovanje kvasovk vpliva količina sladkorja in ali je sladkor res pomemben?
- Kako poteka fermentacija sladkorja?
- Kako minerali (kovinski ioni, kot so magnezij, cink, železo) vplivajo na rast kvasovk?

- Bo fermentacija še vedno potekala, če dodam samo minerale, kot sta cink in železo brez sladkorja?

1.3 Hipoteze

Pred raziskovanjem in izvajanjem poskusa sem si postavila nekaj hipotez, ki so mi pomagale pri izvajanju poskusov in sem jih na koncu ovrgla oz. potrdila:

1. Kvasovke najboljše uspevajo v sladkani vodi.
2. Kvasovke v riževem mleku uspevajo podobno kot v sladkani vodi.
3. Kvasovke v medu uspevajo podobno kot v sladkani vodi.
4. Kvasovke slabše uspevajo v jajcu kot v sladkani vodi.
5. Kvasovke slabše uspevajo v magneziju s sladili kot v sladkani vodi.
6. Kvasovke slabše uspevajo v hladilniku kot na sobni temperaturi.
7. Če h kvasovkam poleg vode dodamo samo železo oz. cink, fermentacija ne bo uspela.

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 Kaj so glive?

Kraljestvo gliv vključuje veliko raznovrstnih organizmov, ki se razlikujejo med seboj po načinu razmnoževanja, prehranjevanja in habitatu. Pojem gliva zajema vse od mikroorganizmov, kot so glive kvasovke, do gliv z betom in s klobukom, bolj poznanih pod pojmom goba. So heterotrofni organizmi, ki živijo saprofitsko, parazitsko in simbiotsko. Sprva so glive uvrščali med rastline zaradi podobnega načina življenja. Vendar so glive posebna skupina organizmov, ki niso ne rastline ne živali in imajo svoje edinstvene lastnosti. Najbolj izrazita razlika je, da so glive heterotrofni organizmi in nimajo klorofila. Glive kvasovke spadajo v kraljestvo gliv (Fungi). Kvasovke so enocelične glive in so zelo pomembne v biotehnologiji, predvsem pri proizvodnji kruha, piva, vina in drugih fermentiranih proizvodov. Glive kvasovke proučuje mikologija.

GLIVE		
glive sluzavke	prave glive	
	nižje glive	višje glive
	zaprtotrosnice	prostotrosnice
	glive kvasovke	

Slika 2: sistem gliv

Glivna celica ima trdno celično steno, ki jo sestavlja predvsem hitin (polisaharid), vendar lahko vsebuje tudi druge polisaharide, kot so glukani in manani. Ta stena daje celici obliko in jo ščiti pred mehanskimi poškodbami ter okoljskimi vplivi.

Notranjost celice vsebuje citoplazmo, gelasto snov, v kateri so razporejeni različni celični organeli.

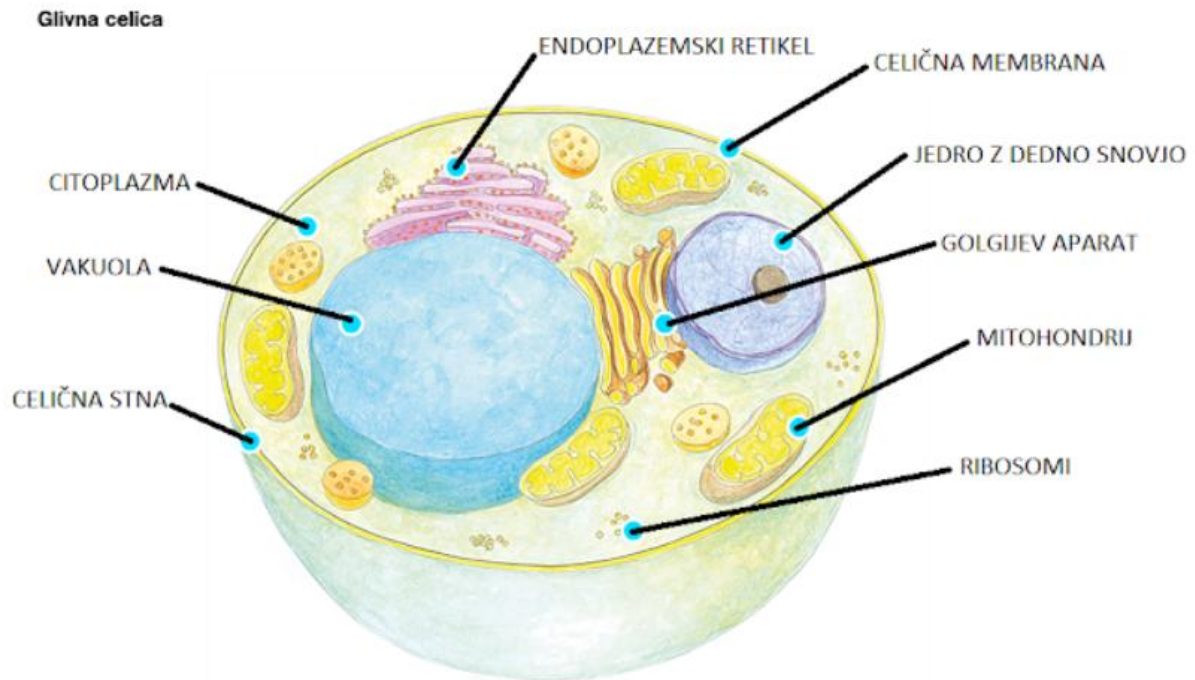
Glivna celica ima običajno eno ali več jeder, ki vsebujejo genetski material (DNA).

Mitohondriji so odgovorni za proizvodnjo energije v celici skozi proces celičnega dihanja.

Glivna celica ima pogosto veliko osrednjo vakuolo, ki shranjuje hranila, odpadne snovi in pomaga vzdrževati osmotsko ravnovesje celice.

Endoplazemski retikulum (ER) je povezan s sintezo beljakovin in lipidov ter transportom teh molekul znotraj celice.

Golgijev aparat je odgovoren za obdelavo in pakiranje beljakovin in lipidov, ki se izločajo iz celice ali uporabljajo v njej.

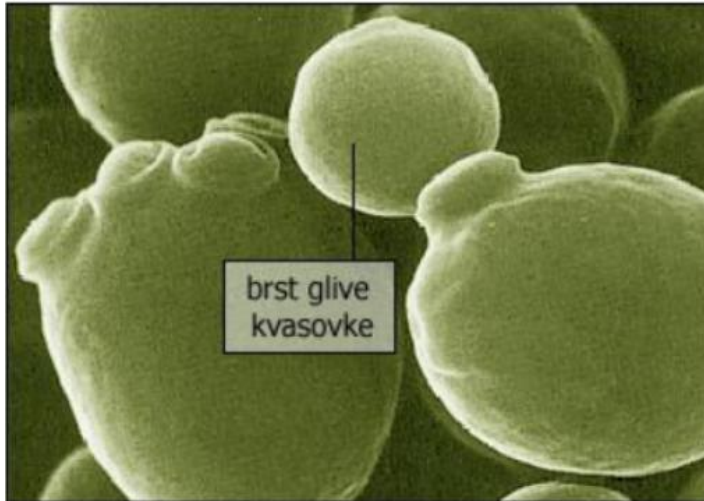


Slika 3: zgradba glivne celice

2.2 Razmnoževanje gliv

Glive se razmnožujejo na spolni in/ali nespolni način.

- **SPOLNO RAZMNOŽEVANJE:** Kvasovke se lahko spolno razmnožujejo v neugodnih okoljskih razmerah. Dve haploidni celici se združita in tvorita diploidno celico. Diploidna celica se deli z mejozo, proces, v katerem se diploidni genom deli in ustvari štiri haploidne spore.
- **NESPOLNO RAZMNOŽEVANJE (BRSTENJE):** Najpogostejši način razmnoževanja pri kvasovkah je brstenje. Celica začne tvoriti majhno izboklino ali brst, ki raste in se postopoma povečuje. Brst se nadaljuje z rastjo in razvija vse potrebne celične strukture, kot so jedro, organeli itd. Jedro matične celice se deli z mitozo in eno od novih jeder prehaja v brst. Brst se loči od matične celice in postane nova, samostojna kvasovkina celica.



Slika 4: razmnoževanje gliv

2.2 Kaj so kvasovke?

Kvasovke so evkariontski enocelični organizmi iz kraljestva gliv. Skupina zajema okrog 1500 znanih vrst, okrog odstotek vseh vrst gliv. Čeprav so enocelični organizmi, so se glive razvile iz večceličnih prednikov.

Zanimivo je, da lahko iz ene same celice kvasovke v eni uri nastane milijon celic. V enem gramu kvasa je $8 - 14 \times 10^9$ celic kvasovk.

Večina kvasovk se razmnožuje nespolno z mitozo.

Kvasovke imajo običajno premer 3-4 μm , vendar lahko nekatere zrastejo tudi do 40 μm .

Kvas je sestavljen iz več različnih sestavin, ki so pomembne za njegovo funkcijo in uporabnost.

1. Kvasovke: Kvas vsebuje enocelične glive, ki so odgovorne za fermentacijo. Najbolj znana kvasovka je *Saccharomyces cerevisiae*.
2. Voda: Kvas ima visoko vsebnost vode, ki omogoča kvasovkam, da so aktivne in učinkovite pri fermentaciji.
3. Beljakovine: Kvasovke so bogate z beljakovinami, ki so ključne za njihovo rast in metabolizem, npr. encim zimaza je vključen v proces alkoholnega vrenja (fermentacije), kjer pretvarja glukozo in druge sladkorje v etanol in ogljikov dioksid.
4. Ogljikovi hidrati: Kvas vsebuje ogljikove hidrate, kot so glikogen in trehaloza, ki služijo kot vir energije za kvasovke.
5. Minerali: Kvas vsebuje minerale, kot so kalij, magnezij, fosfor in kalcij, ki so pomembni za različne biokemične procese.

6. Vitamini: Kvas je bogat z vitamini B-kompleksa, kot so tiamin (vitamin B1), niacin, riboflavin, folna kislina in biotin, ki so pomembni za zdravje in rast kvasovk.

Te sestavine skupaj omogočajo kvasu, da učinkovito fermentira sladkorje in proizvaja ogljikov dioksid ter alkohol etanol, kar je ključno za uporabo kvasa v peki, pivovarstvu in vinarstvu.

V kvasu je torej mnogo vitaminov B kompleksa in encimov, zato ga nekateri zdravniki priporočajo otrokom kot dodatni vir vitaminov B, če le-teh ne dobijo dovolj v drugi hrani.



Slika 5: sveži kvas

2.3 Prisotnost kvasovk v vsakdanjem življenju

Kvasovke se uporabljajo v vsakdanjem življenju, četudi se tega pogosto ne zavedamo. V nadaljevanju je naštetih nekaj pogostih oblik kvasovk, ki so še kako pomembne za naše življenje.

Pivske kvasovke varijo pivo iz hmelja, ječmena, vode in kvasa. Kvas je glavni element fermentacije alkohola etanola.

Pekovske kvasovke so pomembne, saj zaradi njih kruh lahko vzhaja. Kvasovke se seveda pri peki kruha zaradi visoke temperature uničijo, alkohol pa izhlapi.

Mogoče se zdi, da se pivske in pekovske kvasovke ne razlikujejo. Res pripadajo isti vrsti kvasa, a vsaka opravlja drugačno nalogo.

Kvasovke sodelujejo tudi pri nastanku vina. Lahko se dodajo stisnjenemu grozdju ali moštu (na primer *Saccharomyces cerevisiae*), kjer začnejo presnavljati sladkorje (grozdni sladkor ali glukozo) in jih pretvarjati v alkohol in ogljikov dioksid. Naravne kvasovke so prisotne že na

grozdnih jagodah in v vinogradih ter sestavljajo mešanico različnih vrst kvasovk. To so divje kvasovke, ki lahko spontano sprožijo fermentacijo. Vendar pa sodobni vinarji pogosto dodajajo komercialne kvasovke. Ta proces traja nekaj tednov pri nadzorovani temperaturi. Poleg alkohola se sproščajo tudi aromatične spojine, ki vplivajo na okus in vonj vina.

Sveži kvas se uporablja po vsem svetu in je zlasti priljubljen pri obrtnikih, pekih in gospodinjskih, kjer se pripravlja domače kvašeno testo. V trgovini ga dobimo v obliki majhnih, kompaktnih in rahlo vlažnih kock, ki se zlahka zdrobijo.

Instant suhi kvas se prodaja v obliki majhnih rezancev, ki se zlahka razpustijo v testu in omogočijo hitro, zelo kakovostno fermentacijo. Prodaja se v vrečkah ali neprodušnih zavojčkih.

2.4 Pogoji gojenja kvasovk

Odločila sem se, da bom pri svoji raziskovalni nalogi uporabljala instant suhi kvas, saj se najhitreje in najlažje raztopi. Za rast kvasovk sta zelo pomembni temperatura in prehrana.

Temperatura je zelo pomembna, saj imajo različne vrste kvasovk rade različno temperaturo. Po navadi jih gojimo pri sobni temperaturi in brez prepaha. Če pa proces želimo upočasniti, damo steklenico v hladilnik. Optimalna temperatura za rast kvasovk je med 20°C in 30°C. Sama sem kvasovke gojila na sobni temperaturi.

Pomembno je tudi njihovo prehranjevanje. Kvasovke potrebujejo vitamine, minerale in beljakovine, da se lahko množijo in rastejo. Zelo rade imajo navaden sladkor – saharozo. Poleg tega potrebujejo tudi vodo oziroma drugo tekočino, v kateri lahko plavajo. Preveč ali premalo vode lahko zavira njihovo rast ali zmanjša aktivnost. Če je okolje zelo ugodno in so na voljo ustrezna hranila, se lahko eksponentna faza začne že okoli 30 do 60 minut po dodajanju kvasovk. Tako je napisal Enej na svoji spletni strani, kjer goji kvasovke.

Kvasovke za svojo optimalno rast in delovanje potrebujejo tudi vrsto mineralov. Ti igrajo ključno vlogo v presnovnih procesih in encimskih reakcijah. Nekateri pomembni minerali so:

1. Magnezij (Mg) je bistven za delovanje mnogih encimov, vključno s tistimi, ki sodelujejo pri sintezi beljakovin in energijskih presnovnih poteh.
2. Kalij (K) je pomemben za uravnavanje osmotskega ravnovesja celice, transport hranil in sintezo beljakovin.
3. Cink (Zn) je udeležen pri številnih encimskih reakcijah in stabilizaciji celičnih membran ter delovanju genov.
4. Železo (Fe) je ključno za procese, ki vključujejo transport elektronov in sintezo hemoproteinov, kot je citokrom, ki je pomemben za celično dihanje.
5. Kalcij (Ca) pomaga pri stabilizaciji celičnih sten in sodeluje pri signalizaciji znotraj celic.

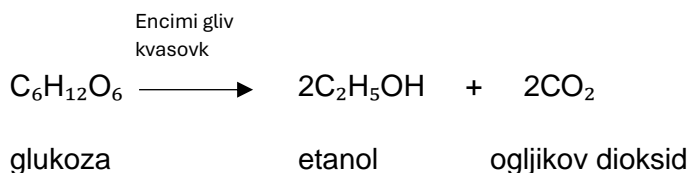
6. Fosfor (P) je bistven za sintezo nukleinskih kislin (DNA in RNA), fosfolipidov in molekul, kot je ATP, ki je ključni nosilec energije v celici.
7. Mangan (Mn) je udeležen v delovanju encimov, ki sodelujejo pri antioksidativni zaščiti in presnovi ogljikovih hidratov.
8. Baker (Cu) je pomemben za delovanje encimov, ki sodelujejo pri oksidaciji in razstrupljanju reaktivnih kisikovih spojin.

Ustrezna raven teh mineralov je ključna za optimalno rast in zdravje kvasovk. V komercialni fermentaciji se pogosto dodaja hranilne snovi, da se zagotovi pravilno prehrano kvasovk in nemoten potek fermentacije.

2.5 Kaj je alkoholno vrenje

Alkoholno vrenje ali alkoholna fermentacija je biološki proces, pri katerem se sladkorji, kot so glukoza, fruktoza in saharoza, pretvorijo v energijo, pri tem pa nastaneta etanol (alkohol) in ogljikov dioksid (CO₂) kot presnovna, odpadna produkta. Proces poteka kot pri vseh vrstah vrenj v anaerobnih pogojih (v odsotnosti kisika), encime za katalizo procesa pa proizvajajo kvasovke.

ENACĀBA:



3 METODE DEĀA

Poskus sem izvajala v osmih kozarcih, v katere sem dodala 100 ml mlaĀne vode (temperatura 25°C) ali druge tekoĀine.

1. KORAK

V sedem kozarcev sem dotočila 100 ml mlačne vode – razen v kozarec z riževim mlekom. Kozarce sem označila z nalepkami.

2. KORAK

V vsak kozarec sem dodala različno sestavino:

1. 1 vrečko magnezijevega malata (3,4 g),
2. 1 jajce,
3. 100 ml riževega mleka,
4. 1 čajno žličko medu,
5. 1 tabletko cinka (4,1 g),
6. 1 tabletko železa (0,487 g),
7. 1 čajno žličko sladkorja v kozarec, ki bo na sobni temperaturi in
8. 1 čajno žličko sladkorja v kozarec, ki bo v hladilniku.

3. KORAK

Preden sem dodala kvasovke, sem označila volumen tekočine z alkoholnim flomastrom.

4. KORAK

Dodala sem kvasovke in premešala. Pet kozarcev sem pustila na sobni temperaturi (22,7°C), enega izmed kozarcev z dodanim sladkorjem pa dala v hladilnik (5°C).

5. KORAK

Preverjala in označevala sem na vsake 5 min, in sicer sem merila količino ogljikovega dioksida, CO₂.

Za odgovor, kaj lahko pričakujem, sem vprašala tudi ChatGPT. Zapisal je, da bosta na splošno največjo spremembo volumna pokazala kozarca s sladko vodo in medom pri sobni temperaturi. Magnezijev malat ne vsebuje sladkorjev, ki bi služili kot hranilo za kvasovke, zato v tem kozarcu fermentacija ne bo potekala dobro. Jajce prav tako ne vsebuje sladkorjev, poleg tega pa prisotne beljakovine in maščobe otežijo delovanje kvasovk. Napovedal je, da bo verjetno fermentacija minimalna ali je sploh ne bo. Kozarec z riževim mlekom bo imel manj aktivnosti. Kozarec v hladilniku pa sploh ne. Za kozarca s cinkom in železom pa je predvideval, da se kvasovke najverjetneje ne bodo bistveno razmnožile, nivo tekočine bo ostal skoraj nespremenjen.

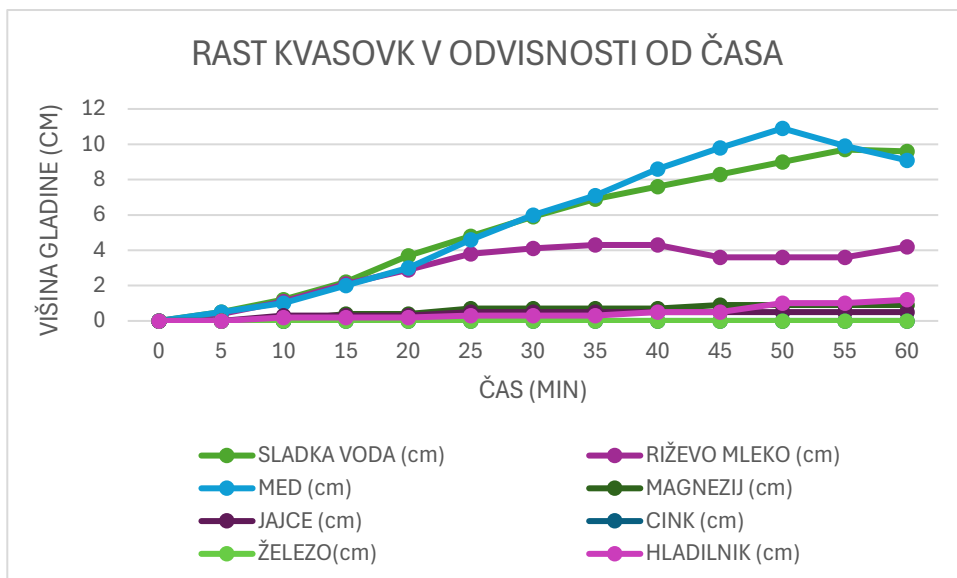
4 REZULTATI

Rezultate sem zbrala v tabeli, kjer sem prikazala čas in višino razmnoženih kvasovk. Čas je prikazan navpično na levi stran tabele. Višino pa lahko razberemo pri vsakem kozarcu pod njegovim imenom. Tako sem lahko razbrala, da so kvasovke najboljše uspevale v sladki vodi v času 55 min, medtem ko so v riževem mleku dosegle maksimum že po 35 min. Najbolje pa so kvasovke uspevale v medu, kjer so v času 50 min dosegle svojo največjo višino, torej 10,9 cm.

ČAS (min)	SLADKA VODA (cm)	RIŽEVO MLEKO (cm)	MED (cm)	MAGNEZIJ (cm)	JAJCE (cm)	CINK (cm)	ŽELEZO (cm)	HLADILNIK (cm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0,5	0,4	0,5	0	0	0	0	0
10	1,2	1,1	1	0	0,3	0	0	0,2
15	2,2	2,1	2	0,4	0,3	0	0	0,2
20	3,7	2,9	3	0,4	0,3	0	0	0,2
25	4,8	3,8	4,6	0,7	0,5	0	0	0,3
30	5,9	4,1	6	0,7	0,5	0	0	0,3
35	6,9	4,3	7,1	0,7	0,5	0	0	0,3
40	7,6	4,3	8,6	0,7	0,5	0	0	0,5
45	8,3	3,6	9,8	0,9	0,5	0	0	0,5
50	9	3,6	10,9	0,9	0,5	0	0	1
55	9,7	3,6	9,9	0,9	0,5	0	0	1
60	9,6	4,2	9,1	0,9	0,5	0	0	1,2

Tabela 1: rast kvasovk v odvisnosti od časa

Podatke sem zbrala tudi v grafu, kjer sem vizualno prikazala razcvet kvasovk. Krivulje prikazujejo posamezne kozarce, ki je vsak označen z drugo barvo. Spodaj je prikazan čas, levo pa višina gladine v centimetrih. Tako lahko razberemo, kako se steklenice razlikujejo druga od druge po višini ogljikovega dioksida, CO₂ in času. Na primer, kvasovke so v medu uspevale najboljše in dosegle svojo največjo višino v 50 min. Slabo so uspevale v jajcu, kjer so v celih 70 min zrasle samo za 0,3 cm. Najslabše pa so uspevale v kozarcih s cinkom in železom, saj tukaj ni bilo prisotnega sladkorja.



Slika 6: vzhajajoči kvas po 5 min na sobni temperaturi

4.1 Opazovanje

Skozi celoten potek dela sem opazovala razvoj kvasovk. Med poskusom je ves čas zelo smrdelo po alkoholu. Že takoj na začetku sem opazila, da so se na gladini tekočine vseh kozarcev, razen v kozarcu z jajcem, začeli delati mehurčki, ker je nastajal plin ogljikov dioksid, CO_2 , ki nima barve, vonja in okusa. Plasti kvasovk so se med seboj zelo lepo ločevale od ostalih snovi. Prvih 5 minut se pri kozarcih na sobni temperaturi ni zgodilo nič, po 10 minutah pa se je volumen mešanice že precej dvignil in kvasovke so se začele tudi peniti. Skozi celoten poskus so najbolje uspevale kvasovke v kozarcih s sladkano vodo, medom in riževim mlekom. Žal pa se je rast kvasovk v kozarcu z riževim mlekom po 30 minutah ustavila, saj je kvasovkam verjetno zmanjkalo hrane. Zato je po 35 minutah gladina počasi začela upadati. Nato pa je proces v kozarcu z medom postal hitrejši in volumen je začel presenetljivo hitreje rasti od drugih. Verjetno je bila to posledica različna koncentracije sladkorja. Nato je gladina pri kozarcu z medom naraščala še naprej in pri 50 minutah dosegla svojo najvišjo višino, kasneje pa se je začela opazno spuščati. Po 1 uri so kvasovke začele umirati, poskus v kozarcih na sobni temperaturi se je popolnoma končal po 70 minutah.

Kvasovke v kozarcih z dodanim cinkom in dodanim železom niso uspevale. Verjetno zato, ker ni bil prisoten sladkor.

Medtem pa so kvasovke v hladilniku rastle počasneje in dlje časa v primerjavi z ostalimi kvasovkami na sobni temperaturi. Njihova fermentacija pa žal ni dosegla več kot 1,2 cm.



Slika 7: vzhajajoči kvas po 40 minutah na sobni temperaturi



Slika 8: vzhajajoči kvas na temperaturi 22,5°C po 60 minutah

5 ZAKLJUČKI

Po opravljenem raziskovalnem delu in opazovanju rasti kvasovk pri različnih temperaturah (hladilnik: 5°C, na sobnih pogojih: 22,7 °C) in v različni hrani, ki je potrebna za njihovo rast oziroma razmnoževanje, lahko tri od svojih hipotez ovržem, štiri pa potrdim.

Hipoteza 1: Kvasovke najboljše uspevajo v sladkani vodi – *to hipotezo lahko ovržem, saj so še boljše kot v sladkani vodi uspevale v medu, ker je v medu prisotna fruktoza, ki jo kvasovke hitreje predelajo.*

Hipoteza 2: Kvasovke podobno kot v sladkani vodi uspevajo v riževem mleku – *to hipotezo lahko ovržem, saj se je v riževem mleku po 30 minutah naraščanje ustavilo, višina pene pa se je spustila za kakšen centimeter. Verjetno zato, ker so kvasovke porabile že ves sladkor, ki ga je bilo v riževem mleku manj kot v sladkani vodi.*

Hipoteza 3: Kvasovke v medu uspevajo podobno kot v sladkani vodi – *hipotezo lahko ovržem, saj so kvasovke v medu boljše uspevale kot v sladkani vodi, ker je v sladkani vodi prisotna saharoza, za katero rabijo kvasovke več časa, da jo predelajo v enako število molekul glukoze in fruktoze.*

Hipoteza 4: Kvasovke slabše uspevajo v jajcu kot v sladkani vodi – *to hipotezo lahko potrdim, saj se v jajcu ni skoraj nič dogajalo zaradi pomankanja sladkorja oz. ker sladkor sploh ni bil prisoten.*

Hipoteza 5: Kvasovke slabše uspevajo v magneziju kot v sladkani vodi – *hipotezo lahko potrdim, saj se v magneziju ni skoraj nič dogajalo. Za to je krivo sladilo, saj ni tako kakovostno kot navaden sladkor oz. glukoza ali fruktoza.*

Hipoteza 6: Kvasovke slabše uspevajo v hladilniku kot na sobni temperaturi – *to hipotezo lahko potrdim, v hladilniku se je komaj kaj dogajalo. To je bilo pričakovano, saj je dokazano, da večina kvasovk bolje uspeva na sobni temperaturi kot v hladilniku.*

Hipoteza 7: Če kvasovkam poleg vode dodamo samo železo oz. cink, fermentacija ne bo uspela – *to hipotezo lahko potrdim, saj pri dodajanju železa in cinka ni prišlo do pospešitve rasti kvasovk, ampak je bila rast upočasnjena oziroma popolnoma onemogočena. Razlog je verjetno v pomanjkanju sladkorja, ki je za kvasovke življenjskega pomena.*

6 RAZPRAVA

Rezultati raziskave so pokazali, da vrsta sladkorja zelo vpliva na rast kvasovk, saj so najbolj uspevale v medu, kjer je fruktoza, ki jo kvasovke lažje in hitreje uporabljajo. Pomembna je bila tudi temperatura – pri sobni temperaturi (22,7 °C) so kvasovke rasle hitreje kot v hladilniku (5 °C), saj za uspešno razmnoževanje potrebujejo toplejše okolje oziroma temperaturo med 20 in 30°C. Dodajanje cinka in železa ni pospešilo rasti kvasovk. Če pa sladkor ni vključen, fermentacija ne more potekati. V riževem mleku kvasovke niso dobro uspevale, verjetno zato, ker tam ni dovolj sladkorja. Ugotovitve so koristne za vse, ki pečejo oziroma pripravljajo kvašeno testo, saj lahko med pospeši vzhajanje testa, medtem ko nizka temperatura pomaga testo ohraniti dlje sveže.

Odgovori ChatGPT-ja so bili delno pravilni. Pravilno je na primer predvidel, da bodo kvasovke v medu najbolj uspevale in da kozarec v hladilniku ne bo dobro okolje za rast kvasovk. Za kvasovke v sladkani vodi je pričakoval malo preveč, saj volumen ni toliko narasel, kot je napovedal. Tudi za kvasovke, ki sem jim dodala cink in železo, ni pravilno napovedal rezultata. Napisal je, da bo rast gladine rahlo opazna, v resnici pa se ni gladina premaknila niti za milimeter, saj ni bil vključen sladkor ali sladilo, ki je ključnega pomena za rast kvasovk. Za ostale sestavine, ki sem jih dodala v kozarce h kvasovkam, pa je ChatGPT predvidel pravilne rezultate.

Na koncu dodajam še nasvet za vse, ki bi si želeli gojiti kvasovke. Za fermentacijo naj uporabijo med, saj kvasovke najhitreje rastejo, če imajo na voljo fruktozo in glukozo. Če želijo dodati cink, železo ali magnezij, je potrebno dodati sladkor. Poskuse naj izvajajo pri sobni temperaturi. Rasti kvasovk v riževem mleku ali jajcu pa ne priporočam.

6 LITERATURA IN VIRI

6.1 Literatura

1. Konjajev, A. (1984). *Nevidni živi svet*. Ljubljana: Mladinska Knjiga.
2. Sušnik, F. (1974). *Sodobna biologija: Razvoj življenja od molekule do človeka*. Ljubljana: Državna Založba Slovenije.
3. Kontel, B. (1982). *Velika ilustrirana enciklopedija: Narava*. Ljubljana: Mladinska Knjiga.

6.2 Elektronski viri

1. [Kvasovke | Enejev prostor](https://migrantenej.wordpress.com/2012/05/16/kvasovke/) Dostopno na: <https://migrantenej.wordpress.com/2012/05/16/kvasovke/>
2. [Minerali - Prehrana](https://www.prehrana.si/sestavine-zivil/minerali) Dostopno na: <https://www.prehrana.si/sestavine-zivil/minerali>
3. [2 TEORETIČNI DEL \(knjiznica-celje.si\)](https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201203871.pdf) Dostopno na: <https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201203871.pdf>
4. [Kvasovka - Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](https://sl.wikipedia.org/wiki/Kvasovka) Dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Kvasovka>
5. [Introducing ChatGPT | OpenAI](https://chatgpt.com/) Dostopno na: <https://chatgpt.com/>