

20. Srečanje mladih raziskovalcev osnovnih in srednjih šol

Zgornjega Podravja

## ***KISLO MLEKO***

Kemija

Avtorica: Elina Vetrlih

Mentorica: ga. Leandra Mernik

2019/2020

OŠ Miklavž na Dravskem polju

<b>1. POVZETEK</b> .....	7
<b>2. UVOD</b> .....	8
<b>3. TEORETIČNI DEL</b> .....	9
<b>3.1 KAJ JE KISLO MLEKO?</b> .....	9
<b>3.2 KAJ JE FERMENTACIJA?</b> .....	10
<b>3.3 KAJ JE FERMENTACIJA MLEKA?</b> .....	10
<b>3.4 MLEČNI SLADKOR ALI LAKTOZA</b> .....	11
<b>3.5 PREDELAVA MLEKA</b> .....	11
3.5.1 Pasterizacija.....	11
3.5.2 Sterilizacija.....	11
3.5.3 Homogenizacija.....	12
<b>3.6 DOMAČE ALI INDUSTRIJSKO KISLO MLEKO?</b> .....	12
3.6.1 Kravje mleko .....	13
3.6.2 Kozje mleko .....	13
<b>3.7 SNOVI, KI POSPEŠUJEJO KISANJE</b> .....	14
3.7.1 Kis .....	14
3.7.2 Citronska kislina.....	14
<b>4. HIPOTEZE</b> .....	15
4.1 HIPOTEZA 1: .....	15
4.2 HIPOTEZA 2: .....	15
4.3 HIPOTEZA 3: .....	15
4.4 HIPOTEZA 4: .....	15
4.5 HIPOTEZA 5: .....	15
<b>5. EKSPERIMENTALNI DEL</b> .....	16
<b>5.1 IZVEDBA KISANJA DOMAČEGA MLEKA NA RAZLIČNIH LOKACIJAH</b> .....	18
5.1.1 Kisanje mleka – M1 .....	18
5.1.1.1 Kisanje mleka – M1, prvi poskus .....	18
5.1.1.2 Kisanje mleka – M 1, drugi poskus .....	20
5.1.2 Kisanje mleka 2 .....	23
5.1.2.1 Kisanje mleka – M 2, prvi poskus .....	23
5.1.2.2 Kisanje mleka – M2, drugi poskus .....	24
<b>5.2 IZVEDBA KISANJA KUPLJENEGA MLEKA</b> .....	27
5.2.1 Kisanje kupljenega kravjega mleka.....	27
5.2.2 Kisanje kupljenega kozjega mleka .....	28
<b>5.3 IZVEDBA KISANJA DOMAČEGA MLEKA Z RAZTOPINO CITRONSKE KISLINE, A Z RAZLIČNIM ŠTEVILOM KAPLJIC</b> .....	29

5.3.1 Kisanje treh različnih vzorcev domačega kravjega mleka .....	29
<b>5.4 IZVEDBA KISANJA DOMAČEGA MLEKA S SNOVMI, KI POSPEŠUJEJO KISANJE, Z RAZLIČNIM ŠTEVILOM KAPLJIC.....</b>	<b>30</b>
5.4.1 Izvedba kisanja domačega mleka M 3 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, a z različnim številom kapljic .....	30
5.4.1.1 Izvedba kisanja domačega mleka M 3 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, z dodanima dvema kapljicama.....	30
5.4.1.2 Izvedba kisanja domačega mleka M 3 z dodano snovjo, ki pospešuje kisanje, z dodanimi štirimi kapljicami.....	31
5.4.1.3 Izvedba kisanja domačega mleka M 3 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, z dodanimi šestimi kapljicami.....	31
5.4.2 Izvedba kisanja domačega mleka M 1 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, a z različnim številom kapljic .....	32
5.4.2.1 Izvedba kisanja domačega mleka M 1 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, z dodanima dvema kapljicama.....	32
5.4.2.2 Izvedba kisanja domačega mleka M 1 s snovi, ki pospešujejo kisanje, z dodanimi štirimi kapljicami.....	33
5.4.2.3 Izvedba kisanja domačega mleka M 1 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, z dodanimi šestimi kapljicami.....	33
<b>6. RAZPRAVA .....</b>	<b>35</b>
<b>7. ZAKLJUČEK .....</b>	<b>36</b>
<b>8. VIRI IN LITERATURA .....</b>	<b>37</b>

## **KAZALO SLIK**

Slika 1: Bakterija <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i> (lasten vir) .....	9
Slika 2: Encimi (vir <a href="https://dijaski.net/gradivo/kem_ref_fermentacija_01__predstavitev">https://dijaski.net/gradivo/kem_ref_fermentacija_01__predstavitev</a> ) .....	10
Slika 3: Mlečna kislina (vir <a href="https://dijaski.net/gradivo/kem_ref_fermentacija_01__predstavitev">https://dijaski.net/gradivo/kem_ref_fermentacija_01__predstavitev</a> ) .....	11
Slika 4: Priprava lončkov z barvnimi listki z imenom lokacije (lasten vir) .....	16
Slika 5: Dodajanje kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje s pomočjo pipete (lasten vir) .....	17
Slika 6: Prostor kisanja mleka v kotlovnici (lasten vir) .....	17
Slika 7: Prostor kisanja mleka zunaj (lasten vir) .....	17
Slika 8: Prostor kisanja v kabinetu (lasten vir) .....	17
Slika 9: Merjenje s pH listki (lasten vir) .....	19
Slika 10: Merjenje s pH metrom (lasten vir) .....	19
Slika 11: Rezultati kisanja mleka v kotlovnici – .....	19
Slika 12: Rezultati kisanja mleka zunaj – 1. dan (lasten vir) .....	19
Slika 13: Rezultati kisanja mleka v kabinetu – 2. dan (lasten vir) .....	19
Slika 14: Rezultati kisanja mleka zunaj – 2. dan (lasten vir) .....	19
Slika 15: Rezultati kisanja mleka v kotlovnici – 2. dan (lasten vir) .....	20
Slika 16: Rezultati kisanja mleka v kabinetu – 3. dan (lasten vir) .....	20
Slika 17: Rezultati kisanja mleka v kotlovnici – 3. dan (lasten vir) .....	20
Slika 18: Rezultati kisanja mleka zunaj – 3. dan (lasten vir) .....	20
Slika 19: Priprava vzorcev za izvedbo drugega poskusa (lasten vir) .....	21
Slika 20: Priprava vzorcev v kotlovnici – 1. dan (lasten vir) .....	21
Slika 21: Priprava vzorcev zunaj – 1. dan (lasten vir) .....	22
Slika 22: Rezultati kisanja mleka v kotlovnici – 2. dan (lasten vir) .....	22
Slika 23: Rezultati kisanja mleka zunaj – 3. dan (lasten vir) .....	22
Slika 24: Rezultati kisanja mleka zunaj – 3. dan (lasten vir) .....	22
Slika 25: Rezultati kisanja mleka v kotlovnici – 3. dan (lasten vir) .....	22
Slika 26: Priprava vzorcev z mlekom (prvi poskus) (lasten vir) .....	24
Slika 27: Rezultati kisanja mleka 2 zunaj –1. dan (lasten vir) .....	24
Slika 28: Rezultati kisanja mleka 2 v kotlovnici – 1. dan (lasten vir) .....	24
Slika 29: Rezultati kisanja kotlovnica – 1. dan (lasten vir) .....	26
Slika 30: Rezultati kisanja zunaj – 1. dan (lasten vir) .....	26
Slika 31: Rezultati kisanja zunaj – 2. dan (lasten vir) .....	26
Slika 32: Rezultati kisanja kotlovnica – 2. dan (lasten vir) .....	26
Slika 33: Rezultati kisanja kotlovnica – 3. dan (lasten vir) .....	26
Slika 34: Rezultati kisanja zunaj – 3. dan (lasten vir) .....	26
Slika 35: Priprava lončkov z 1 del kupljenega mleka (lasten vir) .....	28
Slika 36: Rezultati kisanja kupljenega mleka – 2. dan (lasten vir) .....	28
Slika 37: Rezultat kisanja kupljenega mleka z dodanimi štirimi kapljicami raztopine 9% citronske kislina – 1. dan (lasten vir) .....	30
Slika 38: Rezultat kisanja domačega mleka M 3 z dodanim različnim številom kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje (lasten vir) .....	32
Slika 39: Priprava lončkov z domačim mlekom 1 za kisanje z različnim številom kapljic pospeševalcev kisanja (lasten vir) .....	34
Slika 40: Rezultati kisanja domačega mleka 1 z različnim številom dodanih kapljic pospeševalcev kisanja – 1. dan (lasten vir) .....	34

Slika 41: Rezultati kisanja domačega mleka 1 z različnim številom dodanih kapljic pospeševalcev kisanja – 2. dan (lasten vir) .....	34
---	----

## **KAZALO TABEL**

Tabela 1: Meritve pH kravjega mleka 1 z dodatkom kapljice raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline (prvi poskus) .....	18
Tabela 2: Meritve pH kravjega mleka 1 z dodatkom kapljice raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline (drugi poskus) .....	21
Tabela 3: Meritve pH kravjega mleka 2 z dodatkom kapljice raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline (prvi poskus) .....	23
Tabela 4: Meritve pH kravjega mleka 2 z dodatkom kapljice raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline (drugi poskus) .....	25
Tabela 5: Meritve pH kupljenega kravjega mleka z dodatkom štirih kapljic raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline .....	27
Tabela 6: Meritve pH kupljenega kozjega mleka z dodatkom štirih kapljic raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline .....	28
Tabela 7: Meritve pH vrednosti pri treh vzorcih domačega kravjega mleka z dodatkom dveh kapljic 9 % raztopine citronske kisline .....	29
Tabela 8: Meritve pH vrednosti pri treh vzorcih domačega kravjega mleka z dodatkom štirih kapljic 9 % raztopine citronske kisline .....	29
Tabela 9: pH vrednost domačega kravjega mleka 3, ki ima dodani dve kapljici snovi, ki pospešujejo kisanje.....	30
Tabela 10: pH vrednosti domačega kravjega mleka 3, ki ima dodane štiri kapljice snovi, ki pospešujejo kisanje.....	31
Tabela 11: pH vrednost domačega kravjega mleka 3, ki ima dodanih šest kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje.....	31
Tabela 12: pH vrednosti domačega kravjega mleka 1, ki ima dodani dve kapljici snovi, ki pospešujejo kisanje.....	32
Tabela 13: pH vrednosti domačega kravjega mleka 1, ki ima dodane štiri kapljice snovi, ki pospešujejo kisanje.....	33
Tabela 14: pH vrednosti domačega kravjega mleka M 1, ki ima dodanih šest kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje.....	33

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se gospe učiteljici in mentorici Leandri Mernik za vso podporo, čas in pripomočke za izvajanje poskusov.

Zahvala gre tudi gospe učiteljici Bojani Pauman za lektoriranje. Predvsem se zahvaljujem svoji družini za vse predloge, ideje, potrebna sredstva za izvajanje poskusov in spodbudo.

## ***1. POVZETEK***

Kislo mleko je eden izmed mlečnih proizvodov, ki nastane z reakcijo fermentacije, ki je ena najstarejših načinov konzerviranja hrane. Doma pripravljeno kislo mleko je najboljše. To vesta tudi moja starša, ki ga pripravljata sama, in sta me spodbudila k raziskovanju kisanja mleka. Sama sem izvedla več načinov kisanja mleka. Pri izvajanju poskusov sem uporabila tri vrste domačega kravjega mleka z različnih kmetij. Sprva sem ugotavljala vpliv temperature na kisanje mleka in to izvedla na treh različnih mestih: zunaj, v kabinetu in v kotlovnici. Za kisanje mleka sem uporabila nekatere snovi, s katerimi sem pospešila kemijsko reakcijo. Ugotavljala sem, kako količina dodanih snovi, ki pospešujejo kisanje mleka, vpliva na njen potek. Svoje raziskovanje sem razširila in primerjala potek kisanja na dveh različnih vzorcih domačega kravjega mleka z dodanimi različnimi količinami snovi, ki pospešujejo fermentacijo. Zanimalo me je, ali se skisa samo domače kravje mleko. Primerjala sem kisanje dveh vrst mleka, kravjega in kozjega, kupljenega v trgovini. Pri raziskovanju sem uporabila različne metode: iskanje podatkov, eksperimentalno delo, opazovanje in beleženje opažanj.

## 2. UVOD

Mleko uporabljamo v vsakdanjem življenju, in sicer v različnih oblikah oziroma izdelkih, npr. jogurt, skuta, smetana ... Tudi kot kislo mleko, čeprav kot manj priljubljeno. V industriji izdelujejo kislo mleko tako, da dodajajo pasteriziranemu mleku združeno kulturo, ki jo imenujejo okisovalec. Okisovalec je kultura treh vrst mlečnokislinskih bakterij. Ena vrsta zagotavlja hitro mlečnokislinsko vrenje, druga prispeva k milejšemu okusu, tretja pa daje kislemu mleku prijetno osvežujočo aromo. V kislem mleku pa je še velika množica živih mlečnokislinskih bakterij, ki bodo v naših prebavilih zatirale gnilobne in druge škodljive bakterije, ki izločajo v svoje okolje, torej tudi v naš organizem, zdravju škodljive, strupene presnovke.

Navadno kislo mleko, o katerem smo doslej ves čas govorili, je doma v Sloveniji, na Hrvaškem, pri naših severnih sosedih in v drugih severnih deželah. To pa še zdaleč ni edina oblika kislega mleka. V Srbiji, Bosni, Makedoniji ter Črni Gori, v Bolgariji, Turčiji, na Bližnjem vzhodu in v drugih toplih krajih delajo na kmetijah domače kislo mleko drugače kot pri nas. Tam imajo radi, da se mleko hitreje skisa in strdi, ter da je tako gosto in trdno, da ga lahko režejo. Najraje uporabljajo ovčje mleko. To je gostejše in bolj mastno. Poglavitno pa je, da vsebuje več mlečne beljakovine – kazeina, ki pod vplivom kisline zakrknje v strdek kislega mleka. Če uporabljajo kravje mleko, ga s kuhanjem in izparevanjem poprej zgostijo. Kuhano ovčje mleko ali kuhano in zgoščeno kravje mleko ohladijo približno do 50 °C. V to še precej vroče mleko vmešajo nekaj že narejenega kislega mleka in ga postavijo na toplo ter pokrijejo z volnenim blagom ali s kožo. Pokrito mleko se počasi ohlaja do približno 40 °C ter se v dveh, treh urah zadosti skisa in strdi. Tedaj ga ohladijo, da se ne bi še naprej kisalo in postalo prekislo. Pri tem kisanju ima glavno vlogo termofilna mlečnokislinska paličasta bakterija *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*. Temperaturno območje, v katerem se bakterija najbolje razvija, je nekoliko bolj vroče okolje, s temperaturo med 42 °C in 45 °C, pri nižjih temperaturah pa se slabo razvija in medlo deluje.

Za raziskovalno nalogo sem izbrala kislo mleko, ker si ga starša doma sama naredita, in me je zanimalo, pod katerimi pogoji in s katerim dodatkom se najhitreje skisa, in zakaj za kisanje ne uporabita kupljenega mleka.

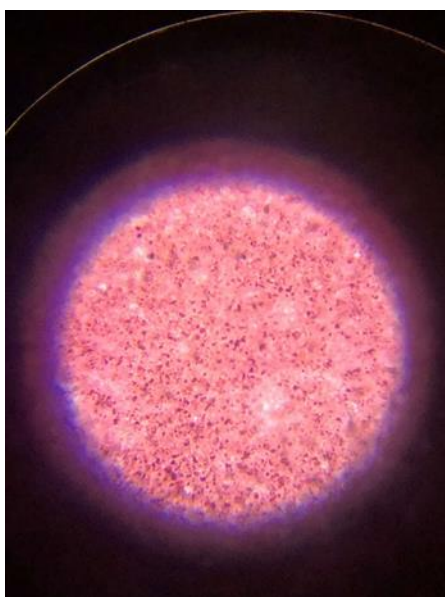


### 3. TEORETIČNI DEL

#### 3.1 KAJ JE KISLO MLEKO?

Kislo mleko je fermentiran mlečni proizvod, ki je star že vrsto let.

V njem se razvije množica bakterij, ki hrano celo na nek način konzervirajo, da ne začne gniti. Ko se mleko kisa, nastane mlečna kislina. Ta nastane v takem izobilju, da mleko toliko skisa, da se razvoj drugih bakterij gnitja precej zavre. Kislo mleko vsebuje tudi visoke ravni vitamina C, saj ga intenzivno tvorijo mikroorganizmi v procesu fermentacije. Kislo mleko je nepogrešljivo pri shujševalnih dietah in krepi naravno odpornost, priporočljivo pa ga je uživati tudi med zdravljenjem z antibiotiki. Pomaga pri splošni izčrpanosti, slabokrvnosti, slabšem delovanju jeter in ledvic, razjedi želodca in gastritisu, vendar le, če bolniku prija, kajti nekateri ne prenesejo mlečnih izdelkov. Celotno ljudje, ki so preobčutljivi na mleko, pogosto zelo dobro prenašajo naravno fermentirano kislo mleko. V ljudski medicini slovi kot naravno zdravilo za številne bolezni – od zobne gnilobe in nespečnosti do kožnih bolezni. Pripisujejo mu, da krepi vitalnost in življenjsko moč ter posledično prispeva k dolgoživosti tistih, ki ga redno uživajo.



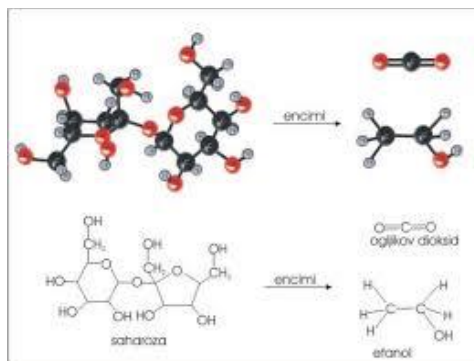
Slika 1: Bakterija *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* (lasten vir)

Na dnevu dejavnosti sem si z mikroskopom, pod povečavo 1000-krat, ogledala bakterijo *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*. Je gram-pozitivna bakterija, ki opravlja mlečnokislinsko fermentacijo. Je dolga, nitasta bakterija in nepatogena. V kislem okolju s pH približno od 5,4 do 4,6 učinkovito raste. Ko raste na surovih mlečnih izdelkih, ustvarja in vzdržuje kislo okolje, ki ga potrebuje za uspevanje s proizvodnjo mlečne kisline. Optimalno

raste pri temperaturah med 42 °C in 44 °C v anaerobnih pogojih. Ima kompleksne prehranske potrebe, ki se razlikujejo glede na okolje. Sem spadajo ogljikovi hidrati, nenasičene maščobne kisline, aminokisline in vitamini.

### 3.2 KAJ JE FERMENTACIJA?

Fermentacija je razgradnja organskih spojin zaradi delovanja mikroorganizmov in njihovih encimov. S pomočjo različnih vrst fermentacij, od katerih sta najpomembnejši mlečnokislinska in alkoholna fermentacija, so že v daljni zgodovini pripravljali različne pijače in jedi. Fermentacijske procese prištevamo med najstarejše načine konzerviranja hrane.



Slika 2: Encimi (vir [https://dijaski.net/gradivo/kem\\_ref\\_fermentacija\\_01\\_predstavitev](https://dijaski.net/gradivo/kem_ref_fermentacija_01_predstavitev) )

### 3.3 KAJ JE FERMENTACIJA MLEKA?

Fermentacija mleka je spreminjanje laktoze v mlečno kislino zaradi mikrobiološkega delovanja predvsem mlečnokislinskih bakterij. Pri tem se spremenijo kemična sestava in lastnosti mleka, kar v mlekarstvu izkoriščamo pri izdelavi mnogih mlečnih izdelkov: jogurta, kislega mleka, kisle smetane, skute, sirov itd. Fermentirano mleko so tisti mlečni izdelki, ki jih dobimo s fermentacijo toplotno obdelanega mleka (polnega, delno posnetega, posnetega), ki je homogenizirano, ali pa tudi ne.

Pri kisanju mleka je proces homofermentativen. Pri tej mlečnokislinski fermentaciji nastane iz laktoze manj kot 50 % mlečne kisline, ostalo so drugi metaboliti, kot na primer etanol, očetna kislina, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, aldehidi, ketoni, aromatske snovi ...

laktoza → galaktoza + glukoza

glukoza → mlečna kislina + etanol + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub> + ...



Slika 3: Mlečna kislina (vir [https://dijaski.net/gradivo/kem\\_ref\\_fermentacija\\_01\\_\\_predstavitev](https://dijaski.net/gradivo/kem_ref_fermentacija_01__predstavitev))

### 3.4 MLEČNI SLADKOR ALI LAKTOZA

V suhi snovi mleka je količina laktoze velika. Po sladkosti dosega petino sladkosti saharoze, zato ima mleko rahlo sladek okus. V kravjem in kozjem mleku jo je 4,5 % do 4,8 % .

Laktoza (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>×H<sub>2</sub>O) je disaharid. Poznamo dve obliki laktoze, ki prehajata iz ene oblike v drugo. Prehod v α-obliko, pri zvišani ali nižani temperaturi, ima velik pomen pri kristalizaciji laktoze, zlasti pri proizvodnji zgoščenega mleka, sladoleda in mlečnega sladkorja.

### 3.5 PREDELAVA MLEKA

#### 3.5.1 Pasterizacija

Pasterizacija je proces, ki ga uporabljamo za uničenje patogenih mikroorganizmov v izdelku, in tako zelo zmanjšamo nevarnost za zdravje, pri čemer so kemijske, fizikalne in senzorične spremembe izdelka minimalne. Poteka pri temperaturah, ki so nižje od 100°C, kar pomeni, da se vse bakterije ne uničijo.

#### 3.5.2 Sterilizacija

Sterilizacija je postopek, s katerim uničimo vse mikroorganizme, tako vegetativne kot njihove spore, hkrati pa inaktiviramo tudi encime, kar omogoči dolgo skladiščenje steriliziranih mlečnih izdelkov tudi pri sobni temperaturi. Sterilizacija je termična obdelava proizvodov s

temperaturami višjimi od 100°C. Najučinkovitejše temperature so med 113 °C in 120 °C, čas delovanja pa med 20 in 40 minut.

### 3.5.3 Homogenizacija

Glavni namen homogenizacije je preprečevanje oziroma upočasnjevanje dviganja maščobnih kroglic na površino mleka. Mlečna maščoba se v mleku nahaja v obliki maščobnih kroglic zelo različnih velikosti (od 0,1 do 20 mikrometrov). Njihova specifična gostota (0,93 g/ml) je manjša od vode, zato se dvigujejo na površino mleka. Na nehomogeniziranem mleku na površini tako nastane plast mlečne maščobe, po domače smetane. S homogenizacijo to preprečimo – mehanično razbijemo velike maščobne kroglice na manjše, ki imajo premer do enega mikrometra (ene milijoninke metra).

## 3.6 DOMAČE ALI INDUSTRIJSKO KISLO MLEKO?

Kislo mleko, ki so ga kmetje pridobivali z naravno fermentacijo surovega mleka, se precej razlikuje od izdelka, ki ga kupimo v trgovini. Pri industrijskem postopku kisanja mleko najprej segrejejo na visoko temperaturo (pasterizacija), pri čemer se uničijo vse naravno prisotne bakterije, tako škodljive kot tudi koristne. Nato mu dodajo samo izbrano kulturo, pa tudi konzervanse za daljšo obstojnost. Čeprav tak postopek zagotavlja, da je izdelek kontroliran in varen za uživanje, na drugi strani tako zelo poseže v lastnosti mleka, da se izgubi njegovo dragoceno prehransko bogastvo.

Naslednji problem je vsebnost antibiotikov in rastnih hormonov v mleku, pa tudi to, da skoraj vse "komercialne" krave krmijo z žiti in ne s senom oziroma travo, ki je njihova naravna hrana. Vse to spreminja sestavo mlečnih maščob. Pravi mlečni izdelki nastajajo iz mleka, ki ga dajejo krave s pašnikov.

V industriji izdelujejo podobno kislo mleko, le da dodajajo pasteriziranemu mleku združeno kulturo, ki jo imenujejo okisovalec. Okisovalec je kultura treh vrst mlečnokislinskih bakterij. Ena vrsta zagotavlja hitro mlečnokislinsko vrenje, druga prispeva k milejšemu okusu, tretja pa daje kislemu mleku prijetno osvežujočo aromo.

Znanstveniki so dokazali, da fermentacija v hrani, bogati z ogljikovimi hidrati, poveča vsebnost hranilnih sestavin, antioksidantov in protivnetnih učinkovin. Uživanje fermentirane hrane poveča število dobrih bakterij v črevesju (črevesna mikrobiota) in spodbuja rast v črevesju že prisotnih, za zdravje pomembnih bakterij. Fermentirana hrana pripomore k zaščiti pred diabetesom, Chronovo boleznijo, celiakijo, sindromom razdražljivega črevesja in depresijo.

### 3.6.1 Kravje mleko

Mleko je živilo, s katerim se srečamo že v ranem otroštvu, in nas spremlja celo življenje. Je bogat vir beljakovin, mineralov in vitaminov, ki jih naše telo nujno potrebuje.

Vsebnost posameznih sestavin v kravjem mleku: voda (86–89 %), maščobe (3,2–5,5 %), skupne beljakovine (2,6–4,2 %), kazein (2,8 %), serumske beljakovine (0,7 %), minerali (0,6–0,8 %). Mleko je dober vir kalcija, magnezija, fosforja, kalija, selena in cinka.

Že z dvema skodelicama mleka na dan zaužijemo številne vitamine in minerale, ki so za zdravje in vsakodnevno delovanje telesa izjemno pomembni, in jih težko nadomeščamo z drugimi živili.

### 3.6.2 Kozje mleko

Kozje mleko velja za najbolj zdravo živilo zaradi svojih naravnih značilnosti. Po svetu ga cenijo po svojih zdravilnih učinkih in odpravljanju številnih bolezni. Kozje mleko pri večini ljudi ne povzroča alergijskih reakcij, kot denimo kravje mleko, je povsem naravno homogenizirano, lažje prebavljivo, prav tako pa se ujame s človeškim telesom mnogo bolje kot katerokoli drugo mleko.

Kozje in kravje mleko sta po sestavi hranil podobna, vendar pa je razlika že predvsem razvidna po barvi kasnejših proizvodov. Kozji sir ima značilno belo barvo in se razlikuje od kravjega po vsebnosti karotenoidov, ki so večinoma že pretvorjeni v vitamin A. Pri kravjem siru pa je ponavadi več beta karotena, zato je barva rumenkasta. Poleg beta karotena pa daje svoj pigment tudi riboflavin in niacin, ki sta pomembna vitamina B skupine. Poleg tega vsebuje kozje mleko tudi holin. Poleg omenjenih snovi ima kozje mleko ravno pravo strukturo maščobnih kislin, ki so v ospredju nasičene, in blagodejno vplivajo na obnovo kože.

### 3.7 SNOVI, KI POSPEŠUJEJO KISANJE

#### 3.7.1 Kis

Kis je začimba in sredstvo za konzerviranje s kislim okusom. Izdelujejo ga s fermentacijo alkoholnih tekočin. Vsebuje med 5 in 15,5 % oetne kisline.

Naravna vrsta kisa ne vsebuje samo oetne kisline, temveč tudi vse pomembne sestavine, ki jih je vsebovalo sadje, iz katerega potem pridelujemo kis. V glavnem izdelujejo kis iz alkoholnih pijač, na primer vina, ciderja (jabolčnega vina), v Aziji pa iz riževega vina. Lahko pa ga izdelajo tudi neposredno iz tekočin, ki vsebujejo sladkor, na primer iz mošta, jabolčnika ali slada. Naravnemu kisu lahko brez težav spremenimo aromo, barvo in tudi razne učinke. V industrijski pridelavi dodajajo kisu sintetične esence dišav ali začimb. Nekateri pa kisu dodajajo še razne primesi, ki imajo skupaj s kisom posebne učinke. Kis dobimo po kisanju blagih alkoholnih tekočin z oetno kislinskimi bakterijami. Surovine za pridobivanje kisa so predvsem vino, sadjevec, pivo in razredčen »špirit«. Oetno vrenje je oksidativno vrenje, pri katerem bakterije izkoriščajo za oksidacijo alkohola zračni kisik, vendar ne neposredno iz zraka, temveč raztopljenega v substratu. V vseh takih primerih nastane oetna kislina, ki je poglavitna sestavina kisa, pridobljena po naravni poti z delovanjem oetno kislinskih bakterij. Poleg tega so v naravnem kisu, če izvzamemo »špiritnega«, še druge ekstraktivne snovi, kot so:

- rudninske snovi,
- barvila,
- dišavne snovi.

#### 3.7.2 Citronska kislina

Citronska kislina  $C_6H_8O_7$  je šibka organska spojina, ki je po sestavi podobna vitaminu C. Vsebuje jo večina sadja, največ je vsebujejo citrusi, kot so limone in pomaranče. V biokemiji je pomembna kot vmesni člen v Krebsovem ciklu (imenovanem tudi cikel citronske kisline) in nastopa v presnovi skoraj vseh organizmov. Skupaj z natrijevim hidrogenkarbonatom se uporablja za izdelavo šumečih praškov, tablet in zrn ...

#### **4. HIPOTEZE**

##### 4.1 HIPOTEZA 1:

Mleko se hitreje skisa pri višji temperaturi kot pri nižji.

##### 4.2 HIPOTEZA 2:

pH vrednost mleka bo po končanih poskusih (po 3 dneh) okoli 4.

##### 4.3 HIPOTEZA 3:

Hitreje se skisa domače mleko kot predelano.

##### 4.4 HIPOTEZA 4:

Z dodanim kisom in citronsko kislino se proces fermentacije pospeši.

##### 4.5 HIPOTEZA 5:

Smetana se bo naredila na vseh vzorcih mleka.

## 5. EKSPERIMENTALNI DEL

Kisala sem 3 različne vzorce domačega kravjega mleka in 2 vrsti kupljenega mleka, kravje in kozje. Vedno sem imela po 5 vzorcev:

- navadnega za kontrolo (brez dodanih snovi, ki pospešujejo kisanje),
- štiri vzorce z dodanimi snovmi, ki pospešujejo kisanje (jabolčni, vinski, alkoholni kis in citronska kislina).

Uporabila sem raztopine snovi, ki pospešujejo kisanje z enakimi koncentracijami; 4% koncentracijo. V lončke z volumnom 1 dcl sem nalila mleko, označila lončke in vanje dodala potrebno količino snovi, ki pospešujejo kisanje. Izmerila sem temperaturo v prostorih, kjer sem izvajala poskuse. Za zunanjo temperaturo sem izračunala povprečno temperaturo zjutraj in čez dan, za tiste dni, ko sem merila pH.

Različne vzorce domačega kravjega mleka sem označila z oznakami:

M 1 – mleko s kmetije Plečko v Račah

M 2 – mleko s kmetije Kac iz Dogoš

M 3 – mleko s kmetije Petrovič iz Miklavža na Dravskem polju



Slika 4: Priprava lončkov z barvnimi listki z imenom lokacije (lasten vir)





Slika 5: Dodajanje kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje s pomočjo pipete (lasten vir)



Slika 6: Prostor kisanja mleka v kotlovnici (lasten vir)



Slika 7: Prostor kisanja mleka zunaj (lasten vir)



Slika 8: Prostor kisanja v kabinetu (lasten vir)

## 5.1 IZVEDBA KISANJA DOMAČEGA MLEKA NA RAZLIČNIH LOKACIJAH

### 5.1.1 Kisanje mleka – M1

#### 5.1.1.1 Kisanje mleka – M1, prvi poskus

Kravjemu mleku 1 sem s pipeto dodala 1 kapljico posamezne snovi, ki pospešujejo kisanje in nato tri dni merila pH. Vzorce sem imela v kotlovnici pri temperaturi 25 °C. Povprečna zunanja temperatura je bila –1 °C, v kabinetu pa 23 °C.

		14. januar	15. januar	16. januar	17. januar
mleko (kontrolno)	v kabinetu	7	6,49	4,66	4,16
	zunaj	7	6,95	6,75	6,31
	v kotlovnici	7	6,39	4,29	3,83
mleko z dodanim jabolčni kisom (4 %)	v kabinetu	7	6,54	4,54	4,07
	zunaj	7	7,00	6,92	6,72
	v kotlovnici	7	6,29	4,13	3,84
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	v kabinetu	7	6,49	4,63	4,06
	zunaj	7	7,00	6,91	6,85
	v kotlovnici	7	6,05	3,98	3,80
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)	v kabinetu	7	6,48	5,12	4,01
	zunaj	7	6,95	6,90	6,68
	v kotlovnici	7	6,43	3,98	3,80
mleko z dodanim alkoholnim kisom (4 %)	v kabinetu	7	6,57	4,29	4,00
	zunaj	7	6,97	6,94	6,88
	v kotlovnici	7	5,35	4,04	3,82

Tabela 1: Meritve pH kravjega mleka 1 z dodatkom kapljice raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline (prvi poskus)



Slika 9: Merjenje s pH listki (lasten vir)



Slika 10: Merjenje s pH metrom (lasten vir)



Slika 11: Rezultati kisanja mleka v kotlovnici – 1. dan (lasten vir)



Slika 12: Rezultati kisanja mleka zunaj – 1. dan (lasten vir)



Slika 13: Rezultati kisanja mleka v kabinetu – 2. dan (lasten vir)



Slika 14: Rezultati kisanja mleka zunaj – 2. dan (lasten vir)



Slika 15: Rezultati kisanja mleka v kotlovnici – 2. dan  
(lasten vir)



Slika 16: Rezultati kisanja mleka v kabinetu – 3. dan  
(lasten vir)



Slika 17: Rezultati kisanja mleka v kotlovnici – 3. dan  
(lasten vir)



Slika 18: Rezultati kisanja mleka zunaj – 3. dan  
(lasten vir)

Najnižjo vrednost pH so imeli vzorci mleka iz kotlovnice. Pri vzorcih mleka zunaj se je pH nižal zelo počasi. Smetana se ni naredila. Pri vzorcih v kotlovnici je bila barva smetane rumena. V kabinetu so imeli vzorci mleka s snovjo, ki pospešujejo kisanje, približno enake vrednosti pH. Smetana je bila ob robovih rumene barve. Največ smetane se je nabralo v vzorcih, ki so bili v kotlovnici.

#### 5.1.1.2 Kisanje mleka – M 1, drugi poskus

Ponovila sem poskus 1 in kravjemu mleku 1 s pomočjo pipete dodala 1 kapljico posamezne snovi, ki pospešujejo kisanje, ter nato tri dni merila pH vrednosti. Vzorce sem imela v kotlovnici pri temperaturi 25 °C. Povprečna zunanja temperatura je bila 5 °C in v kabinetu 23 °C.

		12. februar	13. februar	14. februar
mleko (kontrolno)	v kabinetu	5,08	3,85	3,25
	zunaj	5,91	5,34	5,12
	v kotlovnici	5,05	3,78	3,75
mleko z dodanim jabolčni kisom (4 %)	v kabinetu	4,96	4,03	3,65
	zunaj	6,12	6,20	6,10
	v kotlovnici	5,40	3,73	3,71
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	V kabinetu	5,15	4,10	4,05
	zunaj	6,65	6,53	6,15
	v kotlovnici	5,38	3,83	3,70
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)	V kabinetu	5,36	4,12	4,05
	zunaj	6,34	6,15	6,30
	v kotlovnici	4,29	3,88	3,68
mleko z dodanim alkoholnim kisom (4 %)	V kabinetu	5,09	4,10	4,10
	zunaj	6,79	6,30	6,00
	v kotlovnici	5,11	3,80	3,73

Tabela 2: Meritve pH kravjega mleka 1 z dodatkom kapljice raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline (drugi poskus)



Slika 19: Priprava vzorcev za izvedbo drugega poskusa (lasten vir)



Slika 20: Priprava vzorcev v kotlovnici – 1. dan (lasten vir)





Slika 21: Priprava vzorcev zunaj – 1. dan (lasten vir)



Slika 22: Rezultati kisanja mleka v kotlovnici – 2. dan (lasten vir)



Slika 23: Rezultati kisanja mleka zunaj – 3. dan (lasten vir)



Slika 24: Rezultati kisanja mleka zunaj – 3. dan (lasten vir)



Slika 25: Rezultati kisanja mleka v kotlovnici – 3. dan (lasten vir)

Pri drugem poskusu z vzorci mleka 1 sem ugotovila, da so vrednosti pH v povprečju nižje kot vrednosti pH v prvem poskusu.

## 5.1.2 Kisanje mleka 2

### 5.1.2.1 Kisanje mleka – M 2, prvi poskus

Kravjemu mleku 2 sem s pipeto dodala 1 kapljico posamezne snovi, ki pospešujejo kisanje in nato tri dni merila pH. Vzorce sem imela v kotlovnici pri temperaturi 23 °C . Povprečna zunanja temperatura je bila 1 °C in v kabinetu 23 °C.

	Lokacija	23. januar	24. januar	28. januar
mleko (kontrolno)	v kabinetu	6,67	6,44	4,21
	zunaj	6,67	6,95	6,81
	v kotlovnici	6,67	5,59	3,92
mleko z dodanim jabolčni kisom (4 %)	v kabinetu	6,67	6,30	4,22
	zunaj	6,67	7,09	6,71
	v kotlovnici	6,67	5,60	4,03
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	v kabinetu	6,67	6,26	3,95
	zunaj	6,67	7,02	6,63
	v kotlovnici	6,67	5,47	4,02
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)	v kabinetu	6,67	6,51	4,07
	zunaj	6,67	7,09	6,78
	v kotlovnici	6,67	5,46	3,96
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	v kabinetu	6,67	6,25	4,05
	zunaj	6,67	7,02	6,80
	v kotlovnici	6,67	5,64	3,86

Tabela 3: Meritve pH kravjega mleka 2 z dodatkom kapljice raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline (prvi poskus)



Slika 26: Priprava vzorcev z mlekom (prvi poskus)  
(lasten vir)



Slika 27: Rezultati kisanja mleka 2 zunaj -1. dan  
(lasten vir)



Slika 28: Rezultati kisanja mleka 2 v kotlovnici - 1.  
dan (lasten vir)

Rezultati meritev pH vzorcev mleka so zelo različni. pH vrednosti so se prvi dan malo znižale. Večja razlika je v pH vrednostih nastala drugi dan. Mleko je vodeno. Največ smetane imajo vzorci v kotlovnici, kjer so se tudi najhitreje skisali. Vzorci mleka zunaj so na vrhu zmrznili, saj je bilo zunaj manj kot  $0^{\circ}\text{C}$ .

#### 5.1.2.2 Kisanje mleka – M2, drugi poskus

Ponovila sem poskus kisanja mleka 2. S pipeto sem v vsak lonček z 1 dcl mleka dodala 1 kapljico posamezne snovi, ki pospešujejo kisanje in nato tri dni merila pH. Vzorce sem imela v kotlovnici pri temperaturi  $25^{\circ}\text{C}$ . Povprečna zunanja temperatura je bila  $1^{\circ}\text{C}$  in v kabinetu  $23^{\circ}\text{C}$ .



	Lokacija	12. februar	13. februar	14. februar
mleko (kontrolno)	v kabinetu	5,78	4,63	4,08
	zunaj	6,34	6,30	6,10
	v kotlovnici	5,25	4,07	3,70
mleko z dodanim jabolčni kisom (4 %)	v kabinetu	5,57	4,76	4,15
	zunaj	6,57	6,50	6,20
	v kotlovnici	5,32	4,03	3,76
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	v kabinetu	5,75	4,47	4,05
	zunaj	6,53	6,49	6,10
	v kotlovnici	5,15	3,85	3,80
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)	v kabinetu	5,70	4,52	3,85
	zunaj	6,51	6,50	6,20
	v kotlovnici	5,52	3,85	3,66
mleko z dodanim alkoholnim kisom (4 %)	v kabinetu	5,79	4,00	3,80
	zunaj	6,55	6,40	5,80
	v kotlovnici	5,24	3,80	3,72

Tabela 4: Meritve pH kravjega mleka 2 z dodatkom kapljice raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline (drugi poskus)



Slika 29: Rezultati kisanja kotlovnica – 1. dan  
(lasten vir)



Slika 30: Rezultati kisanja zunaj – 1. dan  
(lasten vir)



Slika 31: Rezultati kisanja zunaj – 2. dan  
(lasten vir)



Slika 32: Rezultati kisanja kotlovnica –  
2. dan (lasten vir)



Slika 33: Rezultati kisanja kotlovnica – 3. dan  
(lasten vir)



Slika 34: Rezultati kisanja zunaj – 3. dan  
(lasten vir)

Pri drugem poskusu so pH vrednosti nižje kot pri prvem poskusu. Kisanje poteka hitreje. Vzorci, ki so bili zunaj, so se hitreje skisali kot pri prejšnjih poskusih. Največje odstopanje je pri alkoholnem kislu. Smetana je rumene barve in je samo na vzorcih iz kotlovnice in kabineta.

## 5.2 IZVEDBA KISANJA KUPLJENEGA MLEKA

Zanimalo me je, ali kupljeno mleko enako hitro fermentira kot domače mleko. Naredila sem poskus s kravjim in kozjim mlekom, obe vrsti sem kupila v trgovini. Kravje mleko je bilo sveže polnomastno mleko s 3,5 % mlečne maščobe, pasterizirano in homogenizirano. Kozje mleko je bilo delno posneto UHT.

Poskus sem izvedla pri sobni temperaturi in z dodatkom štirih kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje.

### 5.2.1 Kisanje kupljenega kravjega mleka

Kisanje kupljenega kravjega mleka sem izvedla tako, da sem v 1 dcl mleka kanila štiri kapljice vsake snovi, ki pospešujejo kisanje in nato tri dni merila pH vrednosti. Vzorce sem imela v kabinetu pri temperaturi 23 °C.

Datum	12. februar	13. februar	14. februar
pH			
mleko, kravje, 3.5 % mlečne maščobe	6,3	5,6	4,55
mleko z dodanim jabolčnim kisom (4 %)	6,3	5,49	5,12
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	6,3	5,55	4,86
mleko z dodanim alkoholnim kisom (4 %)	6,3	5,51	4,68
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)	6,3	5,48	4,93

Tabela 5: Meritve pH kupljenega kravjega mleka z dodatkom štirih kapljic raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline



Slika 35: Priprava lončkov z 1dcl kupljenega mleka (lasten vir)



Slika 36: Rezultati kisanja kupljenega mleka – 2. dan (lasten vir)

pH vrednosti so pri vseh vzorcih višje kot pri meritvah na vzorcih z domačim mlekom. Vzorci so tekoči. Na vrhu se ni naredila smetana.

### 5.2.2 Kisanje kupljenega kozjega mleka

Kisanje kupljenega kozjega mleka sem izvedla tako, da sem v 1 dcl mleka kanila štiri kapljice posamezne snovi, ki pospešujejo kisanje, in nato tri dni merila pH vrednosti. Vzorce sem imela v kabinetu pri temperaturi 23 °C.

Datum			
	pH	12. februar	13. februar
mleko, kozje		6,3	5,78
mleko z dodanim jabolčnim kisom (4 %)		6,3	5,6
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)		6,3	5,63
mleko z dodanim alkoholnim kisom (4 %)		6,3	6,63
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)		6,3	5,59
			14. februar
			3,9
			4,1
			4,86
			4,67
			4,74

Tabela 6: Meritve pH kupljenega kozjega mleka z dodatkom štirih kapljic raztopine jabolčnega ali vinskega ali alkoholnega kisa oziroma citronske kisline

Malenkost nižji pH so imeli vzorci kozjega mleka, a vseeno niso imeli smetane, in so bili tekoči.

### 5.3 IZVEDBA KISANJA DOMAČEGA MLEKA Z RAZTOPINO CITRONSKE KISLINE, A Z RAZLIČNIM ŠTEVILOM KAPLJIC

#### 5.3.1 Kisanje treh različnih vzorcev domačega kravjega mleka

Izvedla sem poskus in vsem trem vzorcem (domače kravje mleko z različnih kmetij) dodala različno število kapljic 9 % citronske kisline. Poskus sem izvajala v kabinetu pri temperaturi 23 °C. Vsem vzorcem sem dodala dve, štiri oziroma šest kapljic 9 % raztopine citronske kisline.

M 1 – mleko s kmetije Plečko v Račah

M 2 – mleko s kmetije Kac iz Dogoš

M 3 – mleko s kmetije Petrovič iz Miklavža na Dravskem polju

dodani 2 kapljici raztopine citronske kisline 9%	13. februar	14. februar
M 1	4,80	4,05
M 2	4,80	4,10
M 3	5,48	4,65

Tabela 7: Meritve pH vrednosti pri treh vzorcih domačega kravjega mleka z dodatkom dveh kapljic 9 % raztopine citronske kisline

dodane 4 kapljice raztopine citronske kisline 9%	13. februar	14. februar
M 1	4,15	4,00
M 2	4,99	4,05
M 3	5,37	4,48

Tabela 8: Meritve pH vrednosti pri treh vzorcih domačega kravjega mleka z dodatkom štirih kapljic 9 % raztopine citronske kisline



Slika 37: Rezultat kisanja kupljenega mleka z dodanimi štirimi kapljicami raztopine 9% citronske kisline – 1. dan (lasten vir)

Najhitreje se je skisalo mleko 1, ki je bilo tudi najbolj gosto. Mleko 2 se je skisalo naslednje. Najslabše je kisanje potekalo pri mleku 3, kjer se je pH vrednost najmanj znižala.

#### **5.4 IZVEDBA KISANJA DOMAČEGA MLEKA S SNOVMI, KI POSPEŠUJEJO KISANJE, Z RAZLIČNIM ŠTEVILOM KAPLJIC**

Kisanje mleka sem izvedla z enakimi koncentracijami snovmi, ki pospešujejo kisanje in različnim številom kapljic.

5.4.1 Izvedba kisanja domačega mleka M 3 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, a z različnim številom kapljic

5.4.1.1 Izvedba kisanja domačega mleka M 3 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, z dodanima dvema kapljicama

odnos	13. februar	14. februar
dodani 2 kapljici snovi, ki pospešujejo kisanje		
mleko (kontrolno)	5,57	
mleko z dodanim jabolčnim kisom (4 %)	5,53	4,39
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	5,50	4,37
mleko z dodanim alkoholnim kisom (4 %)	5,99	4,37
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)	5,48	4,32

Tabela 9: pH vrednost domačega kravjega mleka 3, ki ima dodani dve kapljici snovi, ki pospešujejo kisanje

#### 5.4.1.2 Izvedba kisanja domačega mleka M 3 z dodano snovjo, ki pospešuje kisanje, z dodanimi štirimi kapljicami

dodane 4 kapljice snovmi, ki pospešujejo kisanje	13. februar	14.februar
mleko (kontrolno)	5,57	
mleko z dodanim jabolčnim kisom (4 %)	5,55	4,37
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	5,50	4,43
mleko z dodanim alkoholnim kisom (4 %)	5,53	4,55
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)	5,50	4,42

Tabela 10: pH vrednosti domačega kravjega mleka 3, ki ima dodane štiri kapljice snovi, ki pospešujejo kisanje

#### 5.4.1.3 Izvedba kisanja domačega mleka M 3 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, z dodanimi šestimi kapljicami

dodanih 6 kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje	13. februar	14. februar
mleko (kontrolno)	5,57	
mleko z dodanim jabolčnim kisom (4 %)	5,51	4,56
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	5,51	4,63
mleko z dodanim alkoholnim kisom (4 %)	5,52	4,65
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)	5,53	4,28

Tabela 11: pH vrednost domačega kravjega mleka 3, ki ima dodanih šest kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje

Največje razlike med vrednostmi pH so pri dodanih šestih kapljicah. Najhitreje se je skisalo mleko z dodanimi šestimi kapljicami snovi, ki pospešujejo kisanje. Največ smetane se je nabralo na vzorcih z dodanimi šestimi kapljicami snovi, ki pospešujejo kisanje.



Slika 38: Rezultat kisanja domačega mleka M 3 z dodanim različnim številom kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje (lasten vir)

#### 5.4.2 Izvedba kisanja domačega mleka M 1 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, a z različnim številom kapljic

##### 5.4.2.1 Izvedba kisanja domačega mleka M 1 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, z dodanima dvema kapljicama

dodani 2 kapljici snovi, ki pospešujejo kisanje	12. februar	13. februar	14. februar
mleko (kontrolno)	5,48	4,85	4,25
mleko z dodanim jabolčnim kisom (4 %)	5,26	4,00	3,90
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	5,27	3,99	3,10
mleko z dodanim alkoholnim kisom (4 %)	5,15	4,35	4,18
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)	5,26	4,27	4,10

Tabela 12: pH vrednosti domačega kravjega mleka 1, ki ima dodani dve kapljici snovi, ki pospešujejo kisanje



5.4.2.2 Izvedba kisanja domačega mleka M 1 s snovi, ki pospešujejo kisanje, z dodanimi štirimi kapljicami

dodane 4 kapljice snovi, ki pospešujejo kisanje	12. februar	13. februar	14. februar
mleko (kontrolno)	5,48	4,85	4,25
mleko z dodanim jabolčnim kisom (4 %)	4,96	4,02	3,90
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	5,05	4,25	3,95
mleko z dodanim alkoholnim kisom (4 %)	5,31	4,11	4,00
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)	5,15	4,07	3,98

Tabela 13: pH vrednosti domačega kravjega mleka 1, ki ima dodane štiri kapljice snovi, ki pospešujejo kisanje

5.4.2.3 Izvedba kisanja domačega mleka M 1 s snovmi, ki pospešujejo kisanje, z dodanimi šestimi kapljicami

dodanih 6 kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje	12. februar	13.februar	14.februar
mleko (kontrolno)	5,48	4,85	4,25
mleko z dodanim jabolčnim kisom (4 %)	4,72	3,99	3,78
mleko z dodanim vinskim kisom (4 %)	4,96	4,36	3,93
mleko z dodanim alkoholnim kisom (4 %)	5,19	3,91	3,78
mleko z dodano raztopino citronske kisline (4 %)	5,13	4,17	3,85

Tabela 14: pH vrednosti domačega kravjega mleka M 1, ki ima dodanih šest kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje



Slika 39: Priprava lončkov z domačim mlekom 1 za kisanje z različnim številom kapljic pospeševalcev kisanja (lasten vir)



Slika 40: Rezultati kisanja domačega mleka 1 z različnim številom dodanih kapljic pospeševalcev kisanja – 1. dan (lasten vir)



Slika 41: Rezultati kisanja domačega mleka 1 z različnim številom dodanih kapljic pospeševalcev kisanja – 2. dan (lasten vir)

Pri dodanih večjih količinah kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje, se mleko skisa hitreje. Ugotovila sem, da je vzorec bolj tekoč ob dodatku večje količine dodane snovi, ki pospešuje kisanje. Pri dodanih dveh kapljicah snovi, ki pospešujejo kisanje, najbolj izstopa vzorec z dodanim alkoholnim kisom. Pri dodanih štirih kapljicah najbolj izstopa vzorec z dodano raztopino citronske kisline. Najhitreje so se skisali vzorci s šestimi kapljicami snovi, ki pospešujejo kisanje.

## 6. RAZPRAVA

Izvedla sem kisanje mleka na različne načine. Sprva sem se lotila kisanja vzorcev mleka na različnih lokacijah z dvema vzorcema mleka in ugotovila, da temperatura vpliva na hitrost kisanja mleka. Opravila sem dve ponovitvi z vsakim vzorcem. S tem sem potrdila hipotezo 1, ki pravi, da se bo mleko hitreje skisalo pri višji temperaturi kot pri nižji. To hipotezo lahko potrdim, saj se je mleko v kotlovnici skisalo najhitreje, ker je bila tam najvišja temperatura. Vzorci se imeli največ smetane.

Pri meritvi pH vrednosti kislega mleka brez dodanih snovi, ki pospešujejo kisanje, je bila po končanem kisanju vrednost okoli 4. To hipotezo lahko potrdim, saj je bila pH vrednost res okoli 4.

Meritve pH vrednosti domačega mleka so pokazale, da se domače mleko skisa hitreje kot kupljeno. Tako lahko potrdim hipotezo 3. Ugotovila sem, da predelano mleko nima smetane.

V vzorce mleka sem dodajala različne 4 % raztopine jabolčnega, vinskega in alkoholnega kisa ter citronske kisline. Poimenovala sem jih snovi, ki pospešujejo kisanje, saj sem ugotovila, da se z njihovim dodatkom kisanje pospeši. Tako potrdim hipotezo 4, da se z dodanim kisom fermentacija pospeši. Svoje raziskovanje sem razširila in vzorcem mleka dodala dve, štiri, šest kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje. Ugotovila sem, da je bilo kisanje najhitrejše pri dodanih šestih kapljicah. Pri izvajanju poskusov sem opazila, da se smetana ni naredila na vseh vzorcih mleka. Hipotezo 5 moram ovreči, saj se smetana ni naredila na vzorcih, ki so bili zunaj in na kupljenem mleku. Ugotovila sem, da se mleko skisa po približno 3 dneh pri sobni temperaturi. Ko je mleko skisano, je v 'trdnem' stanju. To lahko preverimo tako, da obrnemo lonček in vsebina ne pade ven. Več smetane in bolj čvrsta je bila pri vzorcih z dodanimi snovmi za kisanje. Če primerjam poskus kisanja na različnih lokacijah, se mleko 2 počasneje kisa kot mleko 1. Pri mleku 2 se je izločilo veliko več vode kot pri mleku 1. Pri poskusu z 9% citronsko kislino, sem kisala 3 različne vzorce mleka. Najbolj čvrsto je bilo mleko 1, nato mleko 2 in najmanj čvrsto je bilo mleko 3.

Pri dodajanju različnega števila kapljic snovi, ki pospešujejo kisanje, lahko sklepam, da več kot je dodane snovi za pospeševanje kisanja, bolj je kislo mleko vodeno.

## 7. ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi sem predstavila enega izmed načinov fermentacije mleka, za katero je značilno, da je najstarejši način konzerviranja hrane. Z raziskovalno nalogo sem ugotovila, da na kisanje mleka vpliva temperatura, saj je mleko, ki je bilo izpostavljeno višji temperaturi, prej fermentiralo. Tako sem potrdila eno svojih hipotez, saj se mleko najhitreje skisa pri višji temperaturi, ker toplota ugodno deluje na razvoj bakterije *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*. Ugotovila sem, da na kisanje vpliva količina snovi, ki pospešuje kisanje. Pri tem sem uporabila 4 % raztopine alkoholnega, jabolčnega in vinskega kisa ter raztopino citronske kisline. Tako sem potrdila še eno svojih hipotez, da lahko fermentacijo pospešim z dodanim kisom. Več kot je bilo dodane snovi, ki pospešuje kisanje, hitreje se je mleko skisalo. Kadar želimo fermentacijo pospešiti, dodamo nekaj kapljic kisa in mleko postavimo na najtoplejše mesto. Hkrati sem ugotovila, da več kot je dodane snovi, ki pospešuje kisanje, bolj je kislo mleko vodeno in ne gosto. Na kislem mleku je nastala smetana, ki je bila različno debela, bele ali rumene barve. Smetana ni nastala na vseh vzorcih mleka, zato sem eno od hipotez ovrgla. Ugotovila sem, da je pH vrednost kislega mleka med 3 in 4, in tako potrdila še eno svojih hipotez. Primerjala sem kisanje vzorcev domačega kravjega mleka in kupljenega, in ugotovila, da hitreje nastane kislo mleko iz domačega kravjega mleka.

Svojo željo, da bom naredila kislo mleko iz različnih vrst mleka glede na njihov izvor, kozje, kravje in ovčje mleko, sem lahko le delno uresničila, in izvedla poskus s kupljenim kozjim mlekom. Ugotovila sem, da kisanje ne poteka tako, kot sem načrtovala. Žal nisem imela možnosti dobiti domačega ovčjega in kozjega mleka.

S to nalogo sem spoznala, kako pomembno vlogo imajo različni dejavniki na kemijsko reakcijo – fermentacijo. Še enkrat se zahvaljujem vsem, ki so pomagali soustvarjati to nalogo.

## 8. VIRI IN LITERATURA

1. Prednosti kozjega mleka. Pridobljeno 9. 12. 2019 s  
<http://www.virmodrosti.com/prehrana/kaksne-so-prednosti-kozjega-mleka-za-nase-zdravje/>
2. Spletna stran Wikipedija o kisu. Pridobljeno 12. 2. 2020 s  
<https://sl.wikipedia.org/wiki/Kis>
3. Spletna stran Wikipedija o citronski kislini. Pridobljeno 27. 2. 2020 s  
[https://sl.wikipedia.org/wiki/Citronska\\_kislina](https://sl.wikipedia.org/wiki/Citronska_kislina)
4. Fermentacija. Pridobljeno 13. 1. 2020 s  
[https://dijaski.net/gradivo/kem\\_ref\\_fermentacija\\_01\\_predstavitev](https://dijaski.net/gradivo/kem_ref_fermentacija_01_predstavitev)
5. Kislo mleko. Pridobljeno 9. 12. 2019 s  
<https://www.viva.si/Ekološka-prehrana/10349/Kislo-mleko>
6. Kravje mleko. Pridobljeno 15. 12. 2020 s  
<https://www.l-m.si/o-mleku/dobro-v-mleku/>
7. Pasterizacija in sterilizacija 2.6.2020 s  
[http://pogrejinpojej.si/index.php?route=information/information&information\\_id=18](http://pogrejinpojej.si/index.php?route=information/information&information_id=18)
8. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* s  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus\\_delbrueckii\\_subsp.\\_bulgaricus](https://en.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_delbrueckii_subsp._bulgaricus)
9. Tehnologija mleka 2.6.2020 s  
[http://www.impletum.zavod-irc.si/docs/Skriti\\_dokumenti/Tehnologija\\_mleka-Bajt.pdf](http://www.impletum.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Tehnologija_mleka-Bajt.pdf)