

# **Kisline v naravi in prehrani**

## **Acids in nature and diet**

**Danica Centrih, prof.**

Gimnazija Celje - Center, Kosovelova ulica 1, 3000 Celje

danica.centrih@gcc.si

### **IZVLEČEK**

Kisline so jedke, kisle, imajo oster von, njihove raztopine pa prevajajo električni tok. Dijaki 1. letnika programa predšolska vzgoja so jih pri kemiji z izkustvenim učenjem proučevali v naravi in prehrani.

Ob razvijanju različnih procesov so spoznavali kisline v naravi, njihovo vlogo in pomen. Raziskovali in proučevali so njihove lastnosti. Z eksperimentalnim delom so določali pH nekaterim kislim raztopinam in raziskovali njegovo spreminjanje z redčenjem. Z izkustvenim učenjem razvijali odnos do nevarnih snovi in skrb za ohranjanje zdravja in varnosti.

### **POVZETEK**

Kaj je kislo in kaj bazično, je proučeval že angleški kemik in fizik Robert Boyle. Pojem kislina in kislost sta nam dobro znana iz vsakdanjega življenja. Tematski sklop kislin je dijakom zelo težko predstaviti na njim zanimiv način, zato sem se v lanskem šolskem letu odločila, da predstavim drugačen, in sicer z izkustvenim učenjem. Pri tem sem morala biti pozorna na lastnosti izkustvenega pristopa k poučevanju. Tako sem razvijala procese zapisane v Katalogu znanja za kemijo. Dijaki so najprej spoznali kisle raztopine z okušanjem. Tako so zaznavali okuse s kemoreceptorji v ustni votlini in razvrstili tekočine na kisle in nekisle. S to dejavnostjo so zbirali, analizirali in vrednotili dobljene informacije. Ustvarjali so lastne izkušnje. Sledilo je proučevanje kislin v naravi (mravljična, očetna, citronska, oksalna, mlečna, sečna ...) preko različnih virov (učbeniki, internet). Proučevali so tudi varnostne liste teh kislin; ugotavljali so njihovo nevarnost za zdravje in okolje. S pomočjo različnih virov so prav tako spoznavali vloge kislin v prehrani (aditivi – konzervansi, antioksidanti ...). Z metodologijo raziskovalnega dela so proučevali proces mlečnokislinskega vrenja, pri katerem se mlečni sladkor spreminja v mlečno kislino. Dobljene rezultate raziskovanja so predstavili v razredu. Seznanili so se z mlečnimi proizvodi, rezultati tega procesa. Posebno pozornost so med drugim namenili kisu (vodna raztopina očetne kisline),

njegovemu pomenu v prehrani in sredstvu za konzerviranje vrtnin. Našteli so vrste kisov, ki jih uporabljajo v prehrani.

pH je merilo kislosti in bazičnosti snovi. Za kisline so značilne vrednosti pH med 0 in 6 na pH-lestvici. Dijaki so z indikatorji in pH-lestvico merili in določali pH različnih kislih raztopin (limona, pomaranča, grenivka, mleko, jogurt, paradižnik, kis, grozdje). Proučevali so, kako se citronski, očetni in oksalni kislini spreminja vrednost pH z redčenjem. Ugotovili so, da se povečuje. Na koncu so se seznanili še s klorovodikovo, žveplovo, dušikovo, fosforjevo in ogljikovo kislino, nekaterimi njihovimi lastnostmi in njihovo vlogo v industriji.

**Ključne besede:** izkustveno učenje, kisline, pH, prehrana, varnostni list

## **ABSTRACT**

Robert Boyle, an English chemist and physicist, already studied what is acidic and basic. The concepts of acid and acidity are well known to us from everyday life. The thematic field of acids is very difficult to present to students in an interesting way, which is why I decided in the previous academic year to introduce an alternative approach, namely, experiential learning. In doing so, I had to pay attention to the characteristics of an experiential approach to teaching. In this way, I have developed the processes which are listed in the Catalogue of Knowledge for Chemistry. Students firstly became familiar with acidic solutions by tasting them. They identified tastes using their chemoreceptors of the oral cavity and classified liquids into acidic and non-acidic. They collected, analysed and evaluated the information obtained during this activity. They created their own experiences. The activity was followed by the study of acids in nature (formic, acetic, citric, oxalic, lactic, uric ...) from various sources (textbooks, internet). Safety data sheets of these acids were examined as well. The students tried to identify health and environmental hazards. They also learned about the role of acids in nutrition (additive – preservatives, antioxidants ...) with the help of various sources. They examined the process of malolactic fermentation, in which the milk sugar is converted into lactic acid, with the methodology of the research work. The results of the research were presented in the class. They were acquainted with the dairy products, the results of this process. Particular attention was paid to vinegar (aqueous acetic acid solution), its importance in diet and preservative for vegetables. They identified the types of vinegar, which are used in the diet. pH is a measure of acidity and alkalinity of the substance. The acids are characterized by a pH between 0 and 6 on the pH-scale. The students measured and determined the pH of various acidic solutions (lemon, orange, grapefruit, milk, yogurt, tomato, vinegar, grapes) with indicators and the pH scale. They studied how citric, acetic, oxalic acids modify their pH value upon

dilution. They found out that the value was growing. Finally, they gained knowledge about hydrochloric, sulphuric, nitric, phosphorous and carbonic acid, some of their properties and their role in the industry.

**Key words:** experiential learning, acids, pH, diet, safety data sheet

## 1 Uvod

Kaj je kislina in kaj bazično, je že pred več kot 300 leti proučeval angleški fizik in kemik Robert Boyle. Kisline je opisal kot snovi, v katerih se nekatere modro obarvane cvetlice obarvajo v rdeče, baze pa kot grenke snovi z okusom, podobnim milnici. Opazil je tudi, da obe snovi, kislina in baza, izgubita svoje prvotne lastnosti, če prideta v medsebojni stik. [1]

Pojem kislina in kislost sta nam vsem zelo dobro znana. Iz vsakdanjega življenja vemo, da so nekatere snovi bolj, druge pa manj kisle.

Pred približno 100 leti so fiziki in kemiki začeli z različnimi eksperimentalnimi postopki ugotavljati, iz kakšnih delcev so snovi in kako so delci povezani med seboj. Leta 1923 sta kemika Brønsted in Lowry postavila teorijo, ki je temeljila na delcih snovi. [2]

Ko učitelji pri urah kemije obravnavamo kisline, zmeraj vstopimo v svet definicij in abstraktnega razmišljanja, ki je dijakom pogosto zelo nerazumljiv, zato sem se v lanskem šolskem letu odločila, da dijakom 1. letnika programa predšolska vzgoja približe, preprosto, zanimivo in drugače predstavim svet kislin, s katerimi se vsakodnevno srečujemo. Dijaki so bili v proces aktivno vključeni. Cilji takšnega pouka pri kemiji so bili:

- seznaniti dijake z vrstami in lastnostmi kislin, s katerimi se vsakodnevno srečujejo;
- seznaniti dijake z vlogami kislin v prehrani;
- pregledati varnostne liste nekaterih kislin, na njih poiskati oznake za nevarnost, opozorila o nevarnosti in previdnosti pri ravnanju s kislinami;
- določiti vrednosti pH nekaterih snovi, ki vsebujejo kisline;
- spremljati spreminjanje vrednosti pH z redčenjem kislin.

## 2 Kompetence in cilji predmeta kemija

Kemija ima kot temeljni naravoslovni predmet ključno nalogo razvijati procese naravoslovne kulture in tako zavedanje o odvisnosti med družbenimi, socialno-ekonomskimi in naravoslovno-tehničnimi

procesih. Temeljni cilj predmeta je razvijanje akcijske kompetence – sposobnosti in pripravljenosti zavzetega, odgovornega in utemeljenega ravnanja v okolju bivanja in delovanja, pri čemer so za razumevanje problemov temeljnega pomena ustrezna kemijska znanja ter razvite spretnosti in veščine. Pouk kemije v programih srednjega strokovnega izobraževanja poglobljeno osmišlja osnovnošolsko znanje kemije in poskuša pokazati vpliv kemije in kemijske industrije na kakovost življenja in okolja. Poudarek je na aktivnih metodah in oblikah dela, ki temeljijo na izkustvenem pristopu in uporabi znanja za reševanje realnih problemskih situacij. Z izvajanjem pouka kemije v šoli skrbimo za razvoj celovite osebnosti.

Pri pouku kemije se dijaki naučijo:

- sistematično zbirati, analizirati in vrednotiti informacije;
- obvladovati metodologije raziskovalnega dela;
- razvijati sposobnost naravoslovnega komuniciranja;
- zavedati se pomena kemije za trajnostni razvoj;
- skrbti za varnost in zdravje. [3]

### **3 Pouk ob izkustvenem učenju**

Ko sem se lotila načrtovanja aktivnosti pri tematskem sklopu Kisline, v katerega sem želela aktivno vključiti dijake, ki so pridobivali nova znanja z izkustvenim učenjem, sem morala vedeti, katere procese želim razvijati.

Samo izkustveno učenje je zaporedje dogodkov z enim ali več učnimi cilji, ki zahteva aktivno vpletenost udeležencev v vseh točkah zaporedja učnega procesa. Dijaki se najlažje naučijo določeno snov, če sami kaj naredijo in preizkusijo. [4]

Pri spodbujanju izkustvenega učenja sem morala biti pozorna na naslednje:

- vsebina je morala biti povezana s konkretno življenjsko situacijo;
- pri pouku mora potekati sodelovalno učenje učitelj–dijak;
- učna situacija je morala biti neposredna in za dijake ugodna (kakovostni in sproščeni medosebni odnosi, pozitivna razredna klima, sodelovanje med vsemi udeleženci učnega procesa);
- pridobljene izkušnje so morale predstavljati povod za pridobivanje spoznavnih, čustvenih in socialnih sposobnosti dijakov.

Izkustveni pristop k učenju prepoznamo, kadar:

- dijaki sodelujejo pri izvedbi učnega procesa in aktivno ustvarjajo lastne izkušnje;
- izkušnje dijakom predstavljajo osnovo in spodbudo za učenje;
- učenje temelji na izkušnjah;
- učenje dijakom predstavlja proces ustvarjanja in pridobivanja znanja;
- je pouk naravnani problemsko in poteka v sproščnem, delovnem vzdušju;
- je učitelj v sodelovalnem odnosu z dijaki;
- je učenje celostni proces, ki vključuje življenjske situacije vsakdanjega življenja. [4]

## 4 Splošno o kislinah

Kislina so vodne raztopine, ki nastanejo pri raztapljanju nekovinskih oksidov.

Z raztapljanjem didušikovega pentaoksida v vodi dobimo dušikovo(V)-kislino. Pri raztapljanju tetrafosforjevega dekaoksida nastane fosforjeva(V)-kislina, žveplovega trioksida žveplova (VI)-kislina, plinastega vodikovega klorida pa vodna raztopina klorovodikove kisline.

Ime kislina prihaja iz latinske besede *acidus*, ki pomeni kisel.

Včasih so kisline in baze določevali glede na značilno barvo, ki so jo dale z indikatorji. Definicija kislina in baz se je v preteklosti večkrat spreminjala. Prvi jih je opisal Robert Boyle leta 1661. Za lastnosti kislina je zapisal:

- imajo kisel okus,
- so jedke,
- spremenijo rastlinsko barvilo, kot je npr. lakmus, iz modre v rdečo,
- izgubijo svojo kislost, ko jim dodamo bazo.

Leta 1887 je švedski fizik in kemik Svante August Arrhenius postavil teorijo, da kisline v vodnih raztopinah ionizirajo na vodikove ione in anione. Ta teorija pojasnjuje, zakaj imajo kisline podobne lastnosti. Značilna lastnost kislina je prisotnost vodikovega iona, ki nastane v vodni raztopini. Teorija tudi pojasnjuje, zakaj kisline nevtralizirajo baze in obratno. Slabost Arrheniusove teorije je, da velja samo za vodne raztopine.

Leta 1923 sta danski kemik Johannes Nicolaus Brønsted in angleški kemik Thomas Martin Lowry neodvisno drug od drugega razvila koncept opisovanja kislin, ki ga uporabljamo še danes. Kislina je snov, ki odda proton ( $H^+$ ). Vedno ga odda proton bazi.

Njun koncept je uporaben tudi v drugih topilih (ne samo v vodnih raztopinah) in v različnih agregatnih stanjih.

Po Lewisovi definiciji so kisline akceptorji elektronskega para (elektrofilne snovi). Ta definicija je najbolj splošna. Mogoče jo je uporabiti za klasična kislinsko-bazna ravnotežja v vodi in podobnih topilih in pri koordinacijskih spojinah. Ima pa pomanjkljivost, saj po njej ni mogoče definirati jakosti kislin.

Za vodne raztopine kislin so značilni oksonijevi ioni  $H_3O^+$ . Oksonijev ion nastane tako, da molekula kisline odda proton molekuli vode.

Vse kisline imajo nekaj skupnih lastnosti:

- Raztopine so kisle po okusu in v večjih koncentracijah poškodujejo tkivo.
- Indikator obarva kisline z barvo, ki je značilna za kisle raztopine.
- Vse vodne raztopine kislin prevajajo električni tok, in sicer ga prevajajo ioni teh kislin.

V vodni raztopini molekule kislin reagirajo z molekulami vode, pri čemer nastanejo ioni.

Kislost raztopine, s tem pa njene lastnosti, je odvisna od koncentracije oksonijevih ionov v raztopini. Več kot je okosnijevih ionov, bolj kislina je raztopina, nižja je njena vrednost pH. pH je definiran kot negativni dekadenci logaritem koncentracije okosnijevih ionov. [8]

Kisline po jakosti razvrščamo na močne in šibke.

## **5 Kisline v naravi in prehrani**

### **5.1 Kisline v naravi**

Uvodu v dejavnost sem dijakom razdelila oštevilčene lončke z različnimi tekočinami, ki so jih morali poizkusiti in jih razvrstiti v dve skupini. V prvi so bile tekočine, ki so imele kisel okus, v drugi tiste, pri katerih niso zaznali kislega okusa. Dijaki so med samim pokušanjem tudi ugotavljali, katero vrsto tekočine (pijače) so zaužili. Ko so zaključili, smo se pogovorili, kaj so okusili in kako so razvrstili

tekočine. Vsebine smo povezali z biologijo – tematski sklop Čutila in okušanje. Na kratko sem jim opisala mehanizem delovanja čutila za okus.

Dijaki so zaznali okuse tekočin s kemoreceptorji v ustni votlini, torej na začetku poti, kjer hrana, voda in zrak vstopajo v telo. V ustni sluznici, predvsem na jeziku, so okušalne brbončice, v katerih so zbrani kemoreceptorji. Človek jih ima pet in z njimi zaznava pet okusov: sladko, kislo, slano, grenko, slastno. Vsaka vrsta kemoreceptorja ima na zgornji površini v plazmalemi posebne beljakovine, na katere se veže določen skupina molekul, zato vsak kemoreceptor omogoča zaznavanje določenega okusa. [5]

Največ brbončic za kisel okus je na obeh straneh jezika, nekoliko zadaj. Kisle snovi v hrani najbolj vzdražijo kemoreceptorje s specializiranimi membranami za kislo, nekoliko pa vzdražijo tudi receptorje za slano. [6]

Dijaki so zbirali, analizirali in vrednotili informacije, ki so jih pridobili s poskušanjem različnih tekočin. V tej fazi izkustvenega učenja so aktivno pridobivali lastne izkušnje, učna snov je bila povezana s konkretno življenjsko situacijo. Razvijali so zmožnost načrtnega opazovanja in doživljali opažanja kot vir informacij.

Sledila je dejavnost, s katero so razvijali procese obvladovanja metodologije raziskovalnega dela. V dvojicah so morali iz različnih virov poiskati kisline, s katerimi se vsakodnevno srečujejo. Prebirali so informacije iz različnih virov in ugotavljali, kaj je že napisano o kislinah.

Na koncu so poročali sošolcem.

Proučevali so kisline in prišli do ugotovitev, da je:

- mravljična kislina prisotna v strupu mravelj in dlačicah kopriv;
- citronska kislina po sestavi podobna vitaminu C in je sestavina sadja – citrusi, da se uporablja kot naravni konzervans E330, nastopa v presnovi organizmov in je sestavina šumečih tablet;
- mlečna kislina rezultat biokemijskih procesov v skeletnih mišicah in fermentacije z mlečnokislinskimi bakterijami;
- sečna kislina v urinu kot končni produkt presnove purinov pri sesalcih;
- očetna kislina rezultat očetnokislinskega vrenja alkoholnih raztopin (vsebujejo etanol), da se v živilski industriji uporablja kot dodatek k živilom (E260), da je regulator kislosti in začimba;
- oksalna kislina v rabarbari, špinači, peteršilju, drobnjaku, blitvi, rdeči pesi, kakavu ...; da preprečuje vezavo kalcija v organizmu; da se uporablja kot belilo, sredstvo za odstranjevanje madežev, pri sintezi barvil; da jo najdemo v dezinfekcijskih sredstvih, belilih, politurah;
- jabolčna kislina v nezrelih jabolkih, kosmuljah.

Dijaki so se urili v uporabi IKT za zbiranje, shranjevanje in predstavljanje informacij. Spoznavali so načine iskanja in vrednotenja kemijskih informacij iz različnih virov.

## 5.2 Vloge kislin v prehrani

Dijaki so v različnih virih iskali kisline, ki se uporabljajo v prehrani. Že med raziskovanjem tistih v naravi so našli informacije, da se nekatere kisline uporabljajo v živilski industriji kot sredstva za konzerviranje oziroma kot dodatki.

Dodatki ali aditivi so snovi, ki jih dodajamo živilom med tehnološkim procesom, med pakiranjem in shranjevanjem. Namen dodajanja je povečanje hranilne vrednosti, izboljšanje senzoričnih lastnosti in podaljšanje trajnosti živilom. [7]

V prehrani se uporabljajo kisline kot:

- antioksidanti E iz serije 300 (askorbinska kislina, vinska kislina, citronska kislina);
- konzervansi E iz serije 200 (sorbinska kislina, benzojska kislina);
- in sredstva za uravnavanje kislosti E 260 do E 578;
- ojačevala okusa E iz serije 600 (glutaminska kislina, gvanilna kislina, inozinska kislina);
- sredstva za zgostitev in želirna sredstva (alginska kislina – E 400, mlečna, jabolčna, citronska, askorbinska, vinska kislina).

Antioksidanti so snovi, ki zelo hitro reagirajo s kisikom, tako da oksidirajo sami sebe in tako preprečijo nastanek nezaželenih oksidacijskih produktov sestavin živila. Najdemo jih v skoraj vseh živilih.

Konzervansi se dodajajo živilom, da se prepreči oz. omeji kvarjenje, ki ga povzročajo mikroorganizmi (bakterije, plesni in kvasovke). Z njihovo uporabo se podaljša obstojnost živil. [7]

Mnoge kisline se uporabljajo tudi kot konzervansi. Skupaj z njihovimi solmi jih uporabljamo za uravnavanje kislosti živil, predvsem zaradi okusa (brezalkoholne pijače, sladoledi, bonboni) in tudi zaradi obstojnosti. Pogosto uporabljamo citronsko, vinsko, mlečno, fosforjevo in druge kisline. [2]

Dijaki so ob iskanju podatkov o dodatkih spoznavali:

- vlogo in pomen kemije za zagotavljanje boljše kakovosti življenja;
- vrednotili učinke tehnološkega napredka za posameznika, družbo in okolje.



### 5.3 Mlečnokislinsko vrenje in nastanek mlečne kisline

Dve dijakinji sta doma proučevali mlečnokislinsko vrenje pri procesu kisanja mleka. Po opravljenem poskusu doma sta v šoli na kratko poročali.

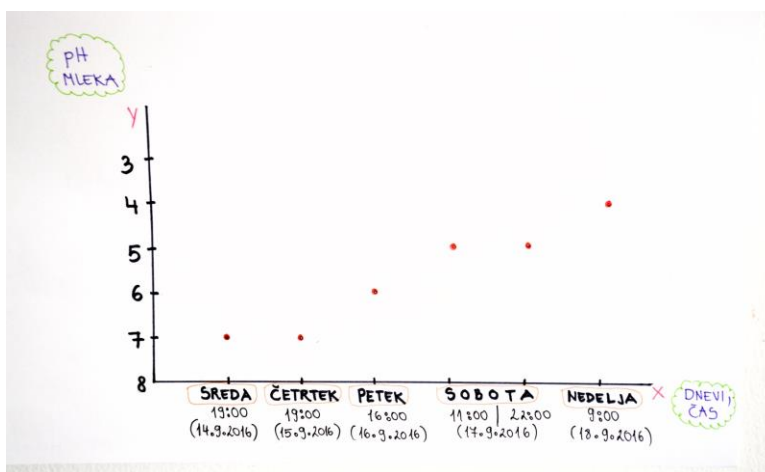
Prva je proučevala mlečnokislinsko vrenje po fazah raziskovalnega pristopa.

Najprej si je zastavila raziskovalno vprašanje, kako se spreminja vrednost pH pri kisanju mleka. Nato je določila eksperimentalne pogoje:

- konstantna pogoja sta bila temperatura in količina mleka;
- neodvisna spremenljivka je bil čas mlečnokislinskega vrenja;
- odvisna spremenljivka, ki jo je merila, pa je bila vrednost pH v mleku;
- dobljene rezultate je predstavila, meritve pa prikazala v grafu (Slika 1).

Rezultati poskusa so bili:

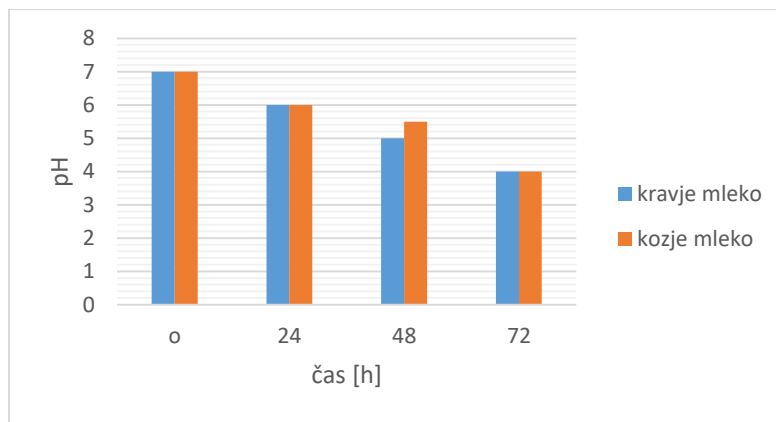
- kvalitativni podatki (čutna zaznava: Mleko se je zgostilo in imelo kiselkast vonj.);
- kvantitativni podatki (meritve vrednosti pH).



Slika 1: pH vrednosti mleka v odvisnosti od časa

Druga dijakinja se je ukvarjala z enakim raziskovalnim vprašanjem, le da je raziskovala postopek mlečnokislinskega vrenja pri kravjem in kozjem mleku.

Graf 1: Vrednosti pH v posameznih vrstah mleka v odvisnosti od časa



Obe dijakinji sta predstavili kvalitativne in kvantitativne rezultate dijakom v razredu.

Pri raziskovanju sta:

- razvijali zmožnost načrtnega opazovanja in doživljanja opažanj kot vira informacij;
- na temelju znanja oblikovali lastna predvidevanja;
- spoznali značilnosti eksperimentalnega dela (od načrtovanja do izvajanja in oblikovanja ugotovitev);
- opredelili dejavnike, ki so vplivali na rezultate poskusov;
- se urili v izbranih eksperimentalnih spretnostih;
- beležili opažanja in meritev ter jih predstavili v ustrezni obliki;
- z uporabo znanja kemije in biologije sta izpeljali logične zaključke;
- izrazili oceno in potrdili hipotezo.

Mlečnokislinsko vrenje je tehnološki proces proizvodnje fermentiranih mlečnih izdelkov, pri katerem se mlečni sladkor (laktoza) pretvarja v mlečno kislino. Pri tem sodelujejo mlečnokislinske bakterije, ki s svojimi encimi razgrajujejo mlečni sladkor v mlečno kislino. Zaradi povečane kislosti (znižanja vrednosti pH) mleka kazein koagulira, mleko pa preide iz tekoče oblike v čvrsto (koagulum).

Glede na toplotne zahteve mlečnokislinskih bakterij, ki sodelujejo pri pridelavi fermentiranega mleka, jih razvrstimo na mezofilne (optimalna temperatura njihovega delovanja je 20-30 °C) in termofilne (optimalna temperatura njihovega delovanja je 40-50 °C). Za izdelavo kefirja in kumisa se uporabljajo mešane kulture, sestavljene iz mlečnokislinskih bakterij in kvasovk.

Najbolj znane vrste fermentiranega mleka so jogurti, kislo mleko, probiotični izdelki, kefir, kumis, sir.

[7]

JOGURT je poleg kislega mleka najbolj znano in priljubljeno fermentirano mleko. Izdelujejo ga z jogurtovo startersko kulturo, ki jo sestavljajo termofilne bakterije. Glede na tehnologijo izdelave in videz razlikujemo čvrsti in tekoči jogurt.

KISLO MLEKO je najstarejša vrsta fermentiranega mleka. Pri izdelavi se uporabljajo mezofilne kulture mlečnokislinskih bakterij.

PROBIOTIČNI IZDELKI vsebujejo probiotične bakterije (mlečnokislinske bakterije, ki so pomembne za normalno črevesno mikrofloro v prebavni cevi ljudi). Pripisujejo jim številne pozitivne vplive na zdravje (vzdrževanje ravnotežja črevesne mikroflore, spodbujanje in krepitev imunskega sistema, izločanje protimikrobnih snovi, preprečevanje diareje, zmanjševanje obolenj za rakom ...). Probiotiki morajo biti varni, zato ne smejo izločati zdravju škodljivih snovi, v prebavilih morajo biti aktivni in ugodno morajo vplivati na počutje gostitelja.

Zanimivosti:

Mikroorganizme za izdelavo probiotikov največkrat izolirajo iz človeških prebavil.

Ugotovljeno je, da probiotične mlečnokislinske bakterije v prebavilih sintetizirajo nekatere vitamine in aminokislino.

Pri zdravljenju z antibiotiki ju močno prizadeta črevesna mikroflora, z uživanjem probiotikov pa se ponovno vzpostavi ravnotežje. [7]

KEFIR prihaja s Kavkaza. Spada med najstarejše vrste fermentiranega mleka. Največ ga delajo v Rusiji. Pripravljajo ga lahko iz kravjega, kozjega in ovčjega mleka. Za njegov nastanek so potrebna kefirna zrna, ki jih dodajo mleku, da sprožijo fermentacijo. Zrna vsebujejo mešano mikrofloro, ki je ujeta v snov, sestavljeno iz beljakovin in polisaharida kefirana. Mikrofloro kefirja sestavljajo mlečnokislinske bakterije, kvasovke, in pogosto tudi očetnokislinske bakterije. Pri proizvodnji se sprožita mlečnokislinska in alkoholna fermentacija, zato tedaj poleg mlečne kisline nastajata tudi etanol in ogljikov dioksid. [7]

KUMIS je pijača azijskih narodov. Uvrša se med mlečnokislinske in alkoholne napitke. Podoben je kefirju, le da ga pridobivajo iz kobiljega mleka. Tudi za proizvodnjo kumisa se uporablja mešana kultura, ki vsebuje mlečnokislinske bakterije in kvasovke. [7]

SIR je izdelek, ki ga pridobivajo z usirjanjem surovega ali toplotno obdelanega mleka s siriščem in (ali) kislino. Za izdelavo se uporablja poleg kravjega tudi ovčje, kozje in bivolje mleko ali pa mešanice navedenih vrst. Vsebuje vse hranilne snovi, ki so v mleku, le da so nekatere v siru bolj koncentrirane. [7]

Mlečna kislina nastaja v procesu mlečnokislinskega vrenja tudi v naših mišicah. Ob večjih telesnih naporih začne skeletnim mišicam primanjkovati kisika, zato mišične celice preklopijo iz aerobnega celičnega dihanja na vrenje. V tem procesu nastaja mlečna kislina, ki jo telo razgradi v jetrih.

Dijaki so se pogovarjali o nastajanju fermentiranih mlečnih izdelkov in predstavljali svoje izkušnje in vtise pri pridelavi teh izdelkov doma (starši, stari starši).

## 5.4 Kis

Kis je vodna raztopina očetne kisline. Nastane pri očetnokislinskem vrenju raztopin, ki vsebujejo etanol. Očetnokislinske bakterije v prisotnosti kisika in pri ustrezni temperaturi presnavljajo etanol v očetno kislino. Pri tem nastajajo tudi estri, ki dajejo kisu prijeten vonj in okus.

Jedilni kis lahko pridobivajo iz vina, plodov sadja, sadnega vina, jabolčnega mošta, žitnih zrn, sirotke ... Kis, ki je v prodaji, vsebuje najmanj 5 % očetne kisline. Izjemi sta vinski (6 %) in razredčen vinski kis (4 %).

Vrste kisa:

VINSKI KIS pridobivajo z očetnokislinskim vrenjem vina. Vsebuje od 6 do 12 % očetne kisline. Uporablja se za kisanje solat, za juhe, omake, kečape.

SADNI KIS pridobivajo z očetnokislinskim vrenjem alkoholno prevretega sadja ali sadnih sokov. Na trgu je lahko kot mešani sadni kis. Najbolj znan je jabolčni kis, ki se tudi največ uporablja.

ALKOHOLNI KIS pridobivajo z očetnokislinskim vrenjem razredčenega etanola. Uporablja se izključno za konzerviranje živil. Vsebuje od 9 do 14 % očetne kisline.

SPECIALNI KISI:

- AROMATIZIRANI KIS pridobivajo iz alkoholnega ali vinskega kisa z dodatkom ekstrakta naravnih začimb, vrtnin, aromatičnih rastlin in naravnih arom.
- BALZAMIČNI KIS izdelujejo iz soka zelo sladke bele sorte grozdja trebbiano. Nastaja in zori v lesenih sodih.

- STARANI KIS najpogosteje pridobivajo iz vinskega kisa izbrane kakovosti, ki ga starajo v lesenih hrastovih sodih. V procesu staranja nastajajo aromatične snovi, ki sčasoma prekrijejo in dopolnijo intenzivno kislost hlapnih kislin. [7]

Za konzerviranje živil se uporablja alkoholni kis, ki vsebuje od 9 do 14 % očetne kisline. Koncentracija očetne kisline v živilu mora biti tako visoka, da se pH zniža pod 4,5 in tako onemogoči razvoj mikroorganizmov. Tako se konzervirajo predvsem vrtnine in gobe.

## 5.5 Varnostni listi kislin

Zakon o kemikalijah ureja promet s kemikalijami, določa ukrepe za varovanje zdravja ljudi in okolja pred škodljivimi učinki kemikalij in predpisuje obveznosti in postopke, ki jih morajo izpolnjevati pravne in fizične osebe, ki v Republiki Sloveniji proizvajajo kemikalije, z njimi opravljajo promet ali jih uporabljajo.

Varnostni list je dokument, ki vsebuje varnostne podatke o določeni snovi oziroma kemikaliji. V njem so obsežno opisani razni toksikološki učinki, ki nastanejo, če pride uporabnik v stik s kemikalijo. Informacije so pridobljene iz izkušenj in opozarjajo na učinke, ki so nevarni za zdravje. Navedeni so zapozneli učinki, takojšnji in kronični učinki zaradi kratkoročne ali dolgoročne izpostavljenosti, na primer preobčutljivost, omamljenost, rakotvornost, mutagenost in strupenost za razmnoževanje (strupenost za razvoj in plodnost). Prav tako moramo biti seznanjeni z različnimi načini izpostavljenosti (vdihavanje, zaužitje, stik s kožo in očmi) in poznati simptome, povezane s fizikalnimi, kemijskimi in toksikološkimi značilnostmi.

Dijaki so v dvojicah proučevali varnostne liste kislin. Na njih so morali poiskati naslednje podatke:

- ime in kemijsko formulo kisline,
- agregatno stanje,
- pikograme za nevarnost,
- nevarne lastnosti,
- toksikološke podatke.

CITRONSKA KISLINA:  $C_6H_8O_7(s)$

Na varnostnem listu so poiskali piktogram, ki označuje obliko nevarnosti te kisline. Za oksalno je značilen piktogram, ki označuje akutno nevarnost. V besedilu, ki opozarja na nevarnost, je zapisano, da draži kožo in sluznice, škodljivo vpliva na dihalne poti, ob zaužitju pa draži prebavne poti.

V toksikoloških podatkih pa so zapisane letalne doze pri posameznih oblikah vnosov in kolikšna, ki je akutno strupena za določeno vrsto organizma.

Letalne doze: LD<sub>50</sub>/podgana/potrebušno 88 mg/kg; LD<sub>50</sub>/podgana/oralno 11.700 mg/kg; LD<sub>50</sub>/miš/potrebušno 961 mg/kg; LD<sub>50</sub>/miš/intravenozno 42 mg/kg; LD<sub>50</sub>/miš/oralno 5.040 mg/kg

OKSALNA KISLINA: C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(s)

Piktogram: Akutna nevarnost. Opozorilo o nevarnosti: Zdravju škodljivo pri zaužitju ali pri stiku s kožo.

Letalni dozi: LD<sub>50</sub>/podgana/oralno 375 mg/kg; LD<sub>50</sub>/zajec/dermalno 20 000 mg/kg

MLEČNA KISLINA: C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>(l)

Piktogram: Jedka. Opozorilo o nevarnosti: Povzročča draženje kože in hude poškodbe oči.

Letalni dozi: LD<sub>50</sub>/podgana/oralno 3730 mg/kg; LD<sub>50</sub>/zajec/dermalno 2 000 mg/kg

MRAVLJIČNA KISLINA: HCOOH (l)

Piktograma: Jedko, akutna strupenost.

Opozorilo o nevarnosti: Zdravju škodljiva ob zaužitju, povzročča hude opekline kože in poškodbe oči, strupena pri vdihavanju, jedka za kovine.

Letalna doza: LD<sub>50</sub>/oralno 730 mg/kg

OCETNA KISLINA: H<sub>3</sub>CCOOH(l)

Piktograma: Jedko, vnetljivo.

Opozorilo o nevarnosti: Vnetljiva tekočina in hlapi. Lahko je jedka za kovine. Povzročča hude opekline kože in poškodbe oči.

Letalni dozi: LD<sub>50</sub>/podgana/oralno 3310 mg/kg; LD<sub>50</sub>/zajec/dermalno 1060 mg/kg

VINSKA KISLINA

Piktogram: Akutna nevarnost.

Opozorilo o nevarnosti: Povzročča hudo draženje oči.

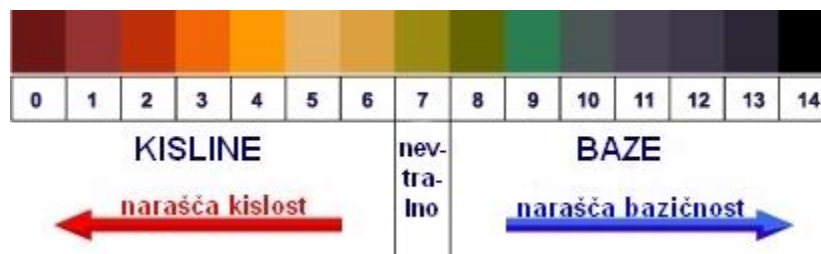
Dijaki so izpisovali podatke iz varnostnih listov, nato pa ugotovitve predstavili sošolcem. Pri tem so uporabljali informacijske vire za oceno nevarnosti in ravnanje pri delu z različnimi, tudi neznanimi snovmi v šolskem laboratoriju, v svojem ožjem in širšem okolju (zlasti doma). Ob tem so se naučili, kako smotrno upravljati z delovnim okoljem in opremo (posebej zaščitno).

## 5.6 pH kislin

pH je merilo kislosti ali bazičnosti vodnih raztopin.

Kisle, bazične in nevtralne raztopine se razlikujejo po koncentraciji oksonijevih (nosilci kislinskih lastnosti) in hidroksidnih (nosilci bazičnih lastnosti) ionov. V kislinskih raztopinah močno prevladujejo oksonijevi ioni, v bazičnih hidroksidni, v nevtralnih pa je koncentracija obeh enaka. [8]

Kislost ali bazičnost raztopin merimo z lestvico pH. Številčne vrednosti segajo od 0 do 14.



Slika 2: Lestvica pH (vir: [https://eucbeniki.sio.si/vega2/298/pH\\_lestvica.jpg](https://eucbeniki.sio.si/vega2/298/pH_lestvica.jpg))

Raztopine, katerih pH je manjši od 7, so kisle. Kislost narašča od 7 navzdol. Če so izmerjene vrednosti pH večje od 7, so raztopine bazične. Kadar je pH raztopine 7, je nevtralna raztopina.. [2]

Vrednost pH lahko merimo različno. Za natančne meritve se uporabljajo pH-metri. Za približno oceno vrednosti pH se uporabljajo barvni indikatorji (papirčki, prevlečeni z indikatorji). Za merjenje vrednosti pH v območju od 0 do 14 se uporabljajo univerzalni indikatorji, navadno v obliki papirčkov.

Poleg papirčkov pa v šoli uporabljamo kot indikator še sok rdečega zelja in raztopino kurkume.

Dijaki so pri laboratorijski vaji določali vrednosti pH nekaterim snovem. Merili so jih s pH-lističi, metiloranžem, sokom rdečega zelja in raztopino kurkume.

Metiloranž je organsko barvilo, ki se v kisli raztopini obarva rdeče, v bazični pa rumeno.

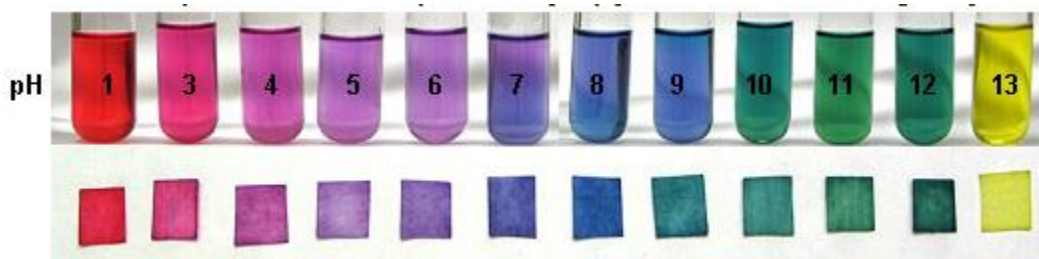
pH-lističi pokažejo vrednost raztopine, ki jo določimo z lestvico pH (Slika 3).



Slika 3: Univerzalni pH-lističi z lestvico pH

(vir: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51jKIQc88eL.SX342.jpg>)

Kurkuma se v kisli raztopini obarva rumeno, v bazični pa rdeče. Sok rdečega zelja daje barvno lestvico, ki je odvisna od vrednosti pH raztopine (Slika 4).



Slika 4: Lestvica pufrov z različnimi pH in nekaj kapljicami soka rdečega zelja

(vir: [http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/slike/slike\\_poskusi\\_sam/pH\\_rdece\\_zelje.jpg](http://botanika.biologija.org/zeleni-skrat/slike/slike_poskusi_sam/pH_rdece_zelje.jpg))

Sok rdečega zelja je naravni univerzalni indikator. Vsebuje velike količine barvil - antocianov (vodotopna barvila v rastlinski vakuoli). Ta barvila spremenijo barvo v močno in v šibko kisli raztopini. Enako velja za bazične raztopine. Antociani so obarvajo v kislem območju v odtenke od rdeče do vijolične (nevtralnno območje), v bazičnem pa od modre, preko zelene do rumene barve.

Poleg rdečega zelja bi lahko kot naravne indikatorje uporabili še rdečo peso, črni ribez in robidnice.

Dijaki so delali v dvojicah. Vsak par je dobil vzorce različnih kislih raztopin (limona, pomaranča, mleko, navadni jogurt, paradižnik, kis, grenivka, grozdje). Tem raztopinam so merili vrednosti pH. Najprej so jim dodajali raztopino kurkume. Ugotovili so, da v odvisnosti od pH se raztopina kurkume obarva različno rumeno. Nato so določali vrednost pH s sokom rdeče pese. Dobili so odtenke od rdeče do roza oz. vijolične barve. Na koncu pa so določali še vrednosti pH z metiloranžem in pH-lističi.



Slednji so najnatančneje izmerili vrednosti pH. Po meritvah smo razvrstili snovi od najbolj do najmanj kisle.

Dijaki so pri dejavnosti opredelili dejavnike, ki so vplivali na rezultate poskusov, izbrali ustrezno laboratorijsko opremo za izvedbo poskusov, se urili v laboratorijskih spretnostih, beležili opažanja in meritve, sklepali zaključke, povezovali so kemijsko znanje z dogajanjem v naravi in z življenjem.

## 5.7 Spreminjanje vrednosti pH z redčenjem

Dijaki so pri naslednji laboratorijski vaji ugotavljali, kako se vrednosti pH določenih kislin spreminjajo z dodajanjem destilirane vode.

Delali so v dvojicah, in:

- razvijali zmožnost načrtnega opazovanja in doživljanja opažanj kot vira informacij za sklepanje,
- opredelili dejavnike, ki so vplivali na rezultate poskusov,
- izbrali ustrezni laboratorijski pribor za izvedbo poskusov,
- se urili v eksperimentalnih veščinah (natančno merjenje - odčitavanje prostornine, merjenje s pH-metrom),
- beležili podatke in meritve,
- predstavili podatke v ustrezni obliki,
- z uporabo teoretičnega znanja izpeljali zaključke,
- spoznavali vlogo in pomen kemije za zagotavljanje boljše kakovosti življenja.

Potek laboratorijske vaje

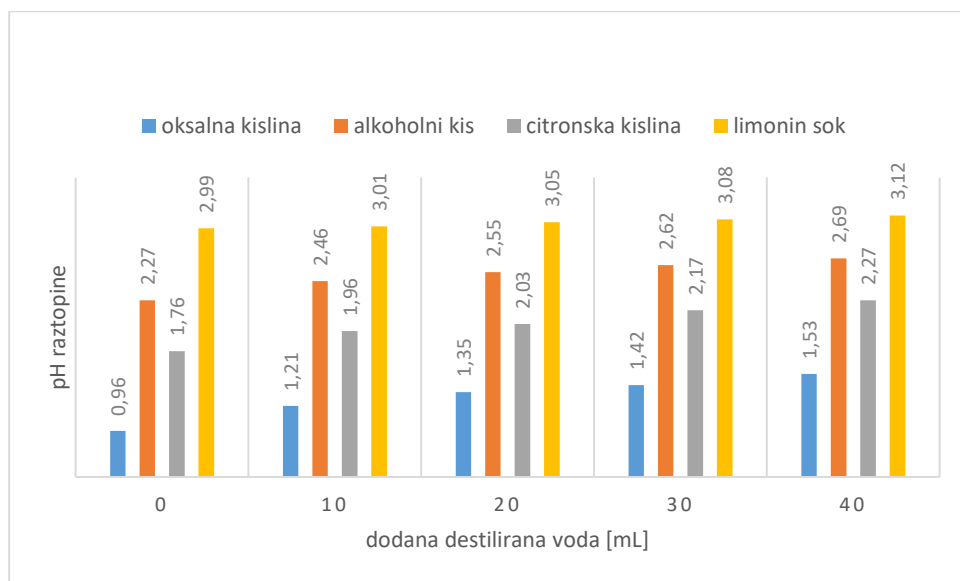
Dijaki so dobili na pladnjih 3 merilne bučke z nasičenimi raztopinami kislin (citronska, oksalna, očetna), v erlenmajerici pa limonin sok (sok ožete limone).

Najprej so s pH-metrom izmerili pH destilirane vode. Nato so v merilni valj natančno odmerili 10 mL nasičene raztopine posamezne kisline oziroma limoninega soka. Posamezni raztopini so izmerili pH. Nato so raztopini kisline dodali 10 mL destilirane vode in izmerili pH. Vse so ponovili še trikrat.

Pri vsaki raztopini kisline so postopek dolivanja 10 mL destilirane vode ponovili štiri krat. Ob vsakokratnem dodatku vode so izmerili vrednost pH in si jo zabeležili na učnem listu.

Po opravljenem eksperimentalnem delu so podatke prikazali v grafu, ki so ga kasneje predstavili sošolcem.

Graf 2: Diagram spreminjanja pH raztopin pri redčenju



Graf 2 prikazuje podatke ene izmed dvojic dijakov, ki so z eksperimentalnim delom opravili meritve vrednosti pH raztopin pri redčenju.

Vsi dijaki so ugotovili, da se z dodajanjem vode (redčenjem) vrednosti pH kislin povečujejo, kar je tudi razvidno iz grafa 2.

## 5.8 Druge kisline

Dijaki pa niso spoznavali samo kislin v prehrani in v naravi. Omenili smo tudi nekatere zelo močne, anorganske kisline, s katerimi se vsakodnevno srečujemo.

Najprej so se seznanili s pomenom klorovodikove kisline, ki se nahaja v želodčnem soku, glavnem dejavniku pri razgrajevanju hrane (sestavljen je iz vode, klorovodikove kisline, sluzi in encimov). Klorovodikova kislina in encimi so nujno potrebni za nadaljnjo prebavo hrane. Klorovodikova kislina uniči bakterije in druge parazite, ki pridejo s hrano v želodec. Njena glavna naloga je ustvarjanje kislega okolja (pH od 1,5 do 4). Encimi, ki se izločajo iz žleznih celic, se namreč aktivirajo šele v kislem pH-ju. Pepsinogen je npr. predstopnja prebavnega encima, ki razkrajja beljakovine in se aktivira se šele ob stiku s klorovodikovo kislino. Iz njega nastane pepsin, aktivni encim, ki razgrajuje peptidno vez v beljakovinah in jih cepi v manjše enote. [6]

Sledil je razgovor o težavah v prebavnem traktu, če pride do prekomernega izločanja klorovodikove kisline.

Klorovodikovo kislino uporabljajo v proizvodnji vinilklorida, gospodinjskih čistil, pri proizvodnji želatine in prehranskih dodatkov, za odstranjevanje vodnega kamna itd.

Dušikova kislina je močna anorganska kislina, ki se uporablja pri proizvodnji mineralnih gnojil in pripravi razstreliv. Nekoč pa so dušikovo kislino uporabljali za ločevanje srebra in zlata. Če damo zmes obeh kovin v kislino, se srebro raztopi, zlato pa ostane.

Žveplova kislina je močna anorganska, najpomembnejša industrijska kislina, močan oksidant in higroskopna (veže vlago). Uporablja se za pridobivanje umetnih gnojil, barv, detergentov, plastike, zdravil, mil, umetnih tekstilnih vlaken in tudi kot elektrolit v svinčevih akumulatorjih.

Fosforjeva kislina je šibka anorganska kislina, ki se v veliki meri uporablja v živilski industriji za pridobivanje umetnih gnojil, za premaze kovinskih površin proti rjavenju, kot dodatek pijačam in za sintezo fosfatov.

Ogljikova kislina je šibka anorganska kislina, ki nastaja pri raztapljanju ogljikovega dioksida v vodi. V naravi ne obstaja, ker takoj razpade na ogljikov dioksid in vodo. Najdemo jo v gaziranih pijačah, ki jim daje rahlo kisel okus.

Dijaki so pregledali varnostne liste kislin in ugotovili, da so vse kisline jedke, imajo oster vonj, so kisle, njihove vodne raztopine pa prevajajo električni tok.

Za klorovodikovo kislino so ugotovili, da je smrtno nevarna (akutna strupenost), prav tako tudi žveplova, ki je nevarna za vodno okolje in je močno oksidativna.

## **6 Zaključek**

Dijaki so tematski sklop Kisline v naravi in prehrani spoznavali preko različnih procesov, ki so zapisani v Katalogu znanja za kemijo v SSI (68 ur). Pri različnih dejavnostih so zbirali informacije o kislinah, ki se nahajajo v naravi in so sestavni del prehrane. Zbrane podatke so analizirali in ovrednotili. Z raziskovalnim pristopom proučevanja mlečnokislinskega vrenja so se učili obvladovati metodologije raziskovalnega dela. S predstavitvami so urili v sposobnosti naravoslovne komunikacije. Spoznali so pomen kemije za trajnostni razvoj (pomen in vloga kislin v vsakdanjem življenju) in oblikovali so

stališče glede skrbi za varnost in zdravje (varno ravnanje z nevarnimi kislinami in njihova racionalna uporaba s stališča varnosti, varno eksperimentiranje).

Dijaki so pri izkustvenem pouku kot obliki aktivnega učenja povezovali vsebine s konkretnimi življenjskimi situacijami (okušanje kislih raztopin snovi v prehrani, spoznavanje vloge kislin v prehrani – dodatki, mlečno- in očetnokislinsko vrenje in spoznavanje produktov obeh tehnoloških procesov, preučevanje varnostnih listov kislin, določanje vrednosti pH kislih raztopin z jedilnikov ...). Pouk je potekal kot sodelovanje med učiteljem in dijaki. Učitelj je bil usmerjevalec, dijaki pa izvajalci aktivnosti, ki so neposredno spoznavali nekatere kisline in njihove lastnosti. V razredu je ves čas vladalo pozitivno vzdušje, vsi dijaki so se aktivno vključevali v vse dejavnosti. Pridobivali so lastne izkušnje, ki jim predstavljajo spodbudo za nadaljnje učenje. V problemsko naravnanih aktivnostih so razvijali in urili različne spretnosti. Bili so zadovoljni z drugačnim načinom učenja.

## 7 Viri

- [1] Šorgo, A., Čeh, B., Dolenc, D., Slavinec, M.: Naravoslovje za poklicne šole. Učbenik za predmet Naravoslovje v srednjih poklicnih šolah. Ljubljana: DZS, 2016.
- [2] Čeh, B., Dolenc, D.: Snovi, okolje in prehrana: učbenik za kemijo v srednjih strokovnih šolah. Ljubljana: DZS, 2011.
- [3] Katalog znanja za kemijo v srednjem strokovnem izobraževanju. Ljubljana: MIZŠ. Pridobljeno s <http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2017/programi/Ssi/KZ-IK/katalog.htm>
- [4] Renko, A.: Izkustveno učenje pri pouku kemija. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, 2013.
- [5] Campbell, N. A., Reece J. B.: Biologija 2: zgradba in delovanje organizmov: učbenik za gimnazije in srednje strokovne šole. Celovec: Mohorjeva založba, 2012.
- [6] Stušek, P.: Biologija človeka. Ljubljana DZS, 2001.
- [7] Šfiligoj, Z.: Živilsko področje: učbenik za predmet Naravoslovje s poznavanjem blaga v 1. letniku programa Trgovec ter kemija in poznavanje blaga v 3. letniku programa Ekonomski tehnik. Ljubljana: DZS, 2006.
- [8] Bukovec, N.: Kemija za gimnazije: učbenik za 2. letnik gimnazij. Ljubljana: DZS, 2010.