



Navodila za samostojno problemsko eksperimentalno delo

Iz področij: molekularne gastronomije,
forenzike, zelene kemije, kemije okolja
in kemije naravnih spojin

študentski primeri

študijsko leto 2020/21



DiSSI
Diversity in Science
towards Social Inclusion



Univerza v Ljubljani

Vsebina

| | |
|---|-----|
| PREDGOVOR | 4 |
| 1. MODULI GASTRONOMIJA | 5 |
| 1.1 Domači sous vide losos | 5 |
| 1.2 Kaviar – razkošna hrana, katere danes skorajda ni več..... | 11 |
| 1.3 Je kaviar res lahko za vegane ? | 16 |
| 1.4 Ekstrakcija napitka iz mandljev | 22 |
| 1.5 Sadne kroglice s tekočim jedrom | 33 |
| 1.6 Vzhajanje biskvitnega testa z uporabo različnih rahljalnih sredstev | 42 |
| 1.7 Gelacija jajc | 52 |
| 2. MODULI FORENZIKA | 63 |
| 2.1 Zastrupitev s pitno vodo | 63 |
| 2.2 Ugrabitev | 71 |
| 2.3 Krvne sledi na kraju zločina | 83 |
| 2.4 Zakol dirkalnega žrebca | 96 |
| 2.5 Zastrupitev z drogo..... | 103 |
| 2.6 Zastrupitev z neznanom snovjo..... | 115 |
| 2.7 Nevidno črnilo | 123 |
| 2.8 Identifikacija vzorca krvi | 127 |
| 2.9 Reševanje namišljenega umora, s spoznavanjem lastnosti prsti | 137 |
| 2.10 Skrivnostna bolezen v kraljestvu konstantinopol | 142 |
| 2.11 Umor - načrtovan ali po nesreči? | 151 |
| 2.12 Zastrupitev | 161 |

| | |
|--|------------|
| 2.13 Dvojni umor | 171 |
| 3. MODULI TROJNA NARAVA KEMIJSKIH POJMOV | 178 |
| 3.1 Gorivni cikel prihodnosti | 178 |
| 3.2 Fitokemikalije in nanodelci kovin..... | 184 |
| 3.3 Izdelava in uporaba alternativnih goriv – Biodizel | 189 |
| 3.4 Ali z ekološkimi čistili manj osnažujemo vodo, kot z neekološkimi? | 194 |
| 3.5 Remediacija onesnaženih tal..... | 203 |
| 3.6 Plastika predstavlja problem | 209 |
| 3.7 Reaktivne kisikove spojine in katalaza | 213 |
| 3.8 Vpliv prekomerne uporabe gnojil v kmetijstvu na okolje | 219 |
| 3.9 Rešimo svet pred plastiko! | 229 |
| 3.10 Škrob in sladkorji – uničevalci zob | 238 |
| 3.11 Delovanje naravnih antibiotikov | 245 |
| 3.12 Pozor, smrtno nevarno! | 251 |
| 3.13 Rešitve pozor, smrtno nevarno! | 256 |
| 3.14 Mavrični bonboni..... | 259 |
| 3.15 Rešitve mavrični bonboni | 265 |

PREDGOVOR

Moduli iz kemije so nastali v sklopu predmetov Molekularni in prehranski vidiki sodobne gastronomije, Naravoslovje v forenziki in športu ter Trojan narava kemijskih pojmov v študijskem letu 2020/21 in ERASMUS+ projekta DiSSI (Diversity in Science towards Social Inclusion – Non-formal education in Science for Students' Diversity). Študenti študijske smeri kemija na Univerzi v Ljubljani, Pedagoški fakulteti so v zimskem semestru pri seminarskem delu pripravljali učne module, ki temeljijo na učenju z raziskovanjem. Učitelji jih lahko uporabijo te module za obogatitvne dejavnosti pri pouku kemije, za dejavnosti pri izbirnih predmetih kemije ali krožke oz. za poučevanje specifičnih vsebin učnega načrta.

Besedila modulov niso lektorirana in recenzirana.

Avtorji zbirke nalog

Prof. dr. Iztok Devetak, assist. Miha Slapničar in aisst. Luka Vinko ter študenti na Pedagoški fakulteti (Aleš Mavsar, Aleš Strnad, Aljaž Mlinar Slemc, Ana Šetina, Andreja Randl, Anja Križanič, Anja Muhič, Anja Seliškar, Anže Marucelj, Damjana Njivar, Eva Lovka, Eva Molek, Eva Pintar, Gašper Teran, Ines Bejek, Jerca Hočevnar, Jošt Vesel, Kaja Lovšin, Karmen Golob, Karmen Murn, Kasandra Štebe, Klara Hribar, Klemen Šparemblek, Klementina Medvešček, Kristina Starešinič, Lea Kolman, Lea Živković, Melanie Delakorda, Neja Grandljič, Nejc Gorjan, Nel Lončar, Neža Vermiglio, Nika Kitek, Nika Kovačec, Nika Sakač, Nina Češnovar, Nina Špilar, Sabina Milevšek, Sara Janežič, Sara Malenšek, Sara Pajić Osolnik, Sara Sedej, Selma Fajić, Sintija Sevšek, Tamara Simšič, Tanja Peulić, Valentina Fir, Vesna Žgavec, Zala Kunej).

1. MODULI GASTRONOMIJA

1.1 Domači sous vide losos

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Zdrava in uravnotežena prehrana je eden izmed glavnih dejavnikov, ki ohranja ter krepi človekovo zdravje. V prehrano je potrebno vključevati različna živila, ki so bogat vir posameznih hranilnih snovi, ki pripomorejo k večji odpornosti organizma. Predvsem v zimskem času je potreben večji vnos hranilnih snovi, saj le-ta organizmu omogočajo, da se lažje bori proti različnim boleznim.

Ribe in ribji izdelki imajo za zdravje ugodno hranilno sestavo, so bogat vir visoko vrednih beljakovin, vitaminov in mineralov ter koristnih maščob. Ribje meso vsebuje vitamin D, mineralov kalcij, fosfor, jod in selen ter esencialne omega-3 maščobne kisline. Da ohranimo tako hranilno kot tudi senzorično kakovost ribjega mesa, pa je potrebno uporabiti ustrezen postopek toplotne obdelave. V primerjavi s tradicionalno toplotno obdelavo Sous vide tehnika omogoča, da se ohranijo osnovne senzorične lastnosti živila ter hranilne snovi, saj imamo popoln nadzor nad temperaturo in časom toplotne obdelave. Za izvajanje le-te se uporablja kuhalnik, ki je narejen za tovrstno pripravo jedi. V primeru nedostopnosti aparata pa lahko s pomočjo dosegljivih kuhinjskih pripomočkov priredimo postopek Sous vide tehnike.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

Zakaj je pomembna ustrezna toplotna obdelava lososa?

Katera tehnika toplotne obdelave je najbolj ustrezna za pripravo lososa?

Kako pripraviti lososa s sous vide tehniko brez naprave?

Pri kateri toplotni obdelavi lososa se ohrani največ hranilnih snovi?

Ali tehnika toplotne obdelave lososa vpliva na njegove senzorične lastnosti?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

Ali se senzorične lastnosti lososa razlikujejo glede na uporabljeno toplotno obdelavo, in sicer pečenje v ponvi in "domača" sous vide tehnika?

ALI

Ali se "domači" Sous vide losos razlikuje od tradicionalno toplotno obdelanega lososa v senzoričnih lastnostih?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

Senzorične lastnosti tradicionalno toplotno obdelanega lososa se razlikujejo od senzoričnih lastnosti "domačega" Sous vide lososa.

"Domači" Sous vide losos je po toplotni obdelavi sočen, mehak, nežno oranžne barve ter boljšega okusa.

Losos po tradicionalni toplotni obdelavi postane suho, čvrsto in rjave barve.

TEORETIČNA IZHODIŠČA

Sous vide tehnika kuhanja

Počasno kuhanje v vakuumu - sous vide (2018) opisuje, da se za izvajanje tehnike Sous vide pri pripravi živil potrebuje kuhalnik, ki je narejen za tovrstno pripravo. Prav ta naprava omogoča, da se lahko s pomočjo le te kontrolira željeno temperaturo (običajno se živilo toplotno obdeluje pri temperaturah nižjih od vrelišča) in natančno določen čas kuhanja. V večini primerov toplotne obdelave hrane ne moremo natančno korigirati temperaturo toplotne obdelave, predvsem, če želimo enako temperaturo ohraniti skozi celoten proces. V kuhalnik je potrebno naliti vodo, da se bo lahko živilo kuhalo v vodni kopeli. Proces pa ne uspe, če se živila predhodno ne pripravi ustrezno. Namreč čiščenje živila ni dovolj, potrebno ga je še dati v tako pakiranje, ki bo omogočilo, da snovi živila ne prehajajo v vodno kopel in da voda ne bo vplivala (izjemoma s svojo temperaturo) na živilo. Torej živilo mora biti hermetično zapakirano. Običajno se živilu pred kuhanjem ne dodaja začimb, da se zares ohranijo čim bolj izvirne lastnosti le tega. Potrebno je nameniti tudi pozornost pri izbiri izdelkov, ki se jih uporabi za pakiranje živila za kuhanje je nujna. Namreč niso vsi materiali primerni za toplotno obdelavo, kar nekaj vrečk lahko med toplotno obdelavo začne oddajati strupene snovi, ki se jih lahko nato zaužije s hrano. Zato je potrebno med nakupom tovrstnih izdelkov preveriti, da je njihova sestava oz. material primeren za toplotno obdelavo.

Prednosti

Tehnika Sous vide kuhanja omogoča, da živila ne izgubijo svojega volumna, ohrani se večina hranilnih snovi, tekstura živila, sočnost, okus je prav tako boljši kor po drugih načinih toplotne obdelave. Ohranjanje osnovnih senzoričnih lastnosti živila in hranilnih snovi omogoča sama tehnika toplotne obdelave, saj lahko natančno določimo ne samo čas kuhanja temveč konstantno temperaturo pri kateri želimo živilo kuhati. Pri ostalih načinih toplotne obdelave živil je skoraj nemogoče ohraniti enako temperaturo toplotne obdelave skozi ves čas procesa. Naprave za kuhanje na Sous vide način omogočajo nadzor nad temperaturo in časom toplotne obdelave, zato ne potrebujemo skrbi, da bi se živilo razkuhalo in lahko med tem časom lahko opravljamo tudi ostale dejavnosti v kuhinji (priprava drugih živil, pospravljanje,..). Ker se živilo toplotno obdeluje v vodni kopeli, je z enako temperaturo obdano z vseh strani in ne pride do nesorazmerja kot pri marsikaterih drugih toplotnih obdelavah živil, kjer se pripeti, da

niso vse strani živila enakomerno toplotno obdelane. Čas toplotne obdelave je seveda odvisen od višine temperature, predvsem pa od vrste živila in od debeline le tega. Največ časa potrebujejo mesni izdelki.

Kljub dolgotrajnemu procesu je Sous vide način kuhanje priljubljen med ljudmi zaradi svojih prednosti, saj končen produkt ohrani veliko svojih izvornih lastnosti. Na račun tega je postal kot eden izmed gurmanskih presežkov in ga zato uporabljajo v številnih restavracijah višjega nivoja (Baldwin, 2012).

Priprava živil

Vsa živila je potrebno najprej ustrezno očistiti, od recepta pa je odvisno tudi ali je živilo potrebno še drugače prej pripraviti (razrezati na manjše dele) in/ali dodati maščobe, začimbe, smetano... Nekatera živila se lahko še naknadno dodatno toplotno obdela na ponvi ali v pečici (Šketa, b.d.).

Spodnja tabela prikazuje koliko časa in pri katerih temperaturah je potrebno določeno živilo toplotno obdelovati, seveda pa se ne sme zanemariti, da je to odvisno tudi od recepta in naprave za Sous vide.

| VRSTA ŽIVILA | ČAS TOPLOTNE OBDELAVE | TEMPERATURA VODNE KOPELI | NAKNADNA TOPLOTNA OBDELAVA (običajno ni nujna) |
|---|-----------------------|--|---|
| Jajca (Umešana) | 20 min | 75°C | Je ni |
| Ribe (Losos) | 45min | 57°C | Pečenje za karameliziranje in pridobitev skorje |
| Sadje (Jabolka – Poširana) | 1h | 79°C | Je ni |
| Zelenjava (Korenje Karamelizirano) | 1h | 82°C | Pečenje v kozici za pridobitev glazure |
| Zelenjava (Cvetača Masala) | 1h 15 min | 85°C | Praženje na vročem ognju |
| Meso (Piščančje prsi) | 3h | 65°C | Praženje |
| Mleko in mlečni izdelki (Domači jogurt) | 5h | 43°C | Je ni, je pa potrebna predpriprava (vretje mleka, ohladitev le tega in dodajanje jogurtovih kultur(jogurta) |
| Meso (Svinjska ribica) | 5h | 60°C | Praženje za pridobitev skorje |
| Meso (Goveji zrezek) | 18h | 59°C (Odvisno debeline zrezka in želja; polpresno, presno,...) | Pečenje na ponvi |

Tradicionalna toplotna obdelava rib

Ribe in ribji izdelki so kulinarčna specialiteta in pomembno živilo s prehranskega vidika. Ribe imajo ugodno hranilno sestavo, saj vsebujejo visoko vredne ter lahko prebavljive beljakovine, koristne maščobe ter minerale in vitamine (Prehrana.si, b.d.). Okvirne vrednosti hranilnih snovi v ribjem mesu so naslednje:

60-84% vode,

15-24% beljakovin,

0,3-30% maščob,

1-2% mineralnih snovi (kalcij, fosfor, kalij, jod, klor, magnezij, selen, baker) in vitaminov A, D in B (Skvarča, 2017).

Zaradi same sestave je potrebno ribje meso ustrezno toplotno obdelati, da preprečimo izgubo hranilnih snovi in nastanek škodljivih snovi. Z ustrezno izbiro toplotne obdelave postane ribje meso neprosojno in čvrsto, saj se med obdelavo mišičnina skrči in odpušča vodo. Pri obdelavi je potrebno paziti na temperaturo, saj visoke temperature povzročijo suhost mesa ter neustrezno teksturo. Hkrati pa se lahko meso preveč zapeče in nastanejo škodljive snovi, kot so heterociklični amini (Skvarča, 2017). Heterociklični amini so produkti, ki lahko nastanejo pri tako imenovani Maillardovi reakciji. Gre za kemijsko reakcijo med aminokislinami in reducirajočimi sladkorji, ki živilu daje značilno barvo in aromo. Čeprav postane živilo boljšega okusa, pri tem izgubi esencialne aminokisljine ter vitamine (Devetak, 2020).

LITERATURA

Baldwin, D. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1 (1), 15 – 30. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2011.11.002>

Devetak, I. (2020). *Nekatere druge tehnike v sodobni gastronomiji* [Predstavitev PPT]. https://ucilnica.pef.uni-lj.si/pluginfile.php/20159/mod_resource/content/2/5_PREDAVANJE_druge%20tehnike.pdf

NIJZ. (b.d.). *Počasno kuhanje v vakuumu - sous vide* (2018). <http://www.nijz.si/sl/pocasno-kuhanje-v-vakuumu-sous-vide>

Prehrana.si. (b.d.). *Ribe*. <https://www.prehrana.si/clanek/382-ribe>

Skvarča, M. (2017). *Osnove gastronomije: študijsko gradivo*. Višja strokovna šola za gostinstvo in turizem. https://vsqt.si/wp-content/uploads/2016/09/OGS_Skvarca_2017.pdf

Šketa, S. (b.d.). *10 enostavnih Sous-vide receptov za vsak dan*. <https://www.sketa.si/wp-content/uploads/2016/04/10-enostavnih-sous-vide-receptov-za-vsak-dan.pdf>

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Sous vide tehnika brez naprave

Izbor kuhinjskih pripomočkov za pripravo lososa s sous vide tehniko brez naprave.

Vakuumsko pakiranje lososa in priprava vodne kopeli v loncu.

Segrevanje pečice na enako temperaturo, kot je bila pri vodni kopeli.

Kuhanje lososa v vodni kopeli v pečici. Upoštevanje časa kuhanja lososa.

Tradicionalna toplotna obdelava

Priprava kuhinjskih pripomočkov in živil.

Pečenje lososa v ponvi z ustrezno količino maščobe. Upoštevanje časa pečenja lososa.

Senzorično ocenjevanje jedi in zapisovanje rezultatov, primerjava lastnosti obeh kosov lososa, ki sta bila pripravljena na dva različna načina.

Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Seznam pripomočkov in snovi |
|--|
| <p><i>Tradicionalna toplotna obdelava:</i></p> <p>štedilnik, ponev, lesena lopatica in maščoba ter kos lososa</p> |
| <p><i>Sous vide tehnika brez aparata:</i></p> <p>štedilnik in pečica, lonec in pokrovka, priprava za vakuumsko pakiranje in vrečka, elektronski termometer za živila, voda in kos lososa</p> |
| <p>Opomba: Da po poskus pošten, bosta oba kosa lososa enako težka in enake debeline.</p> |

REZULTATI

S pomočjo izvedenega eksperimentalnega dela opazimo, da tehnika toplotne obdelave, ki jo izberemo za pripravo živila, vpliva na senzorične lastnosti le-tega.

Kos lososa, ki je obdelan s Sous vide tehniko (slika 1), je bolj sočen, mehak ter nežno oranžne barve kot losos, pečen na maščobi v ponvi. S pomočjo Sous vide tehnike se je ohranilo več hranilnih snovi kot pri pečenju v ponvi. Pri pečenju v ponvi (slika 2) se na kosu lososa opazijo temnejše lise, ki so posledica neposrednega stika z visoko temperaturo ter Maillardove reakcije, pri kateri lahko nastanejo škodljive snovi za zdravje. Previsoka temperatura je povzročila, da je meso postalo trdo, čvrsto, suho in rjave barve.



*Slika 1**Slika 2***REŠITEV PROBLEMA**

Pomembno je, da za pripravo posameznega živila izberemo ustrezno toplotno obdelavo, ki bo omogočila, da se ohrani čim boljše hranilna in senzorična kakovost. Sous vide tehnika kuhanja je primerna za različne vrste mesa, saj le-ta postane sočen, mehak, na videz privlačen ter okusen. V primeru nedostopnosti Sous vide naprave uporabimo lonec, katerega napolnimo z vodo, ki jo segrejemo na temperaturo, značilno za posamezno živilo. Medtem segrejemo pečico na enako temperaturo, nato v vodno kopel damo vakuumsko pakirano živilo ter vse skupaj postavimo v ogreto pečico. Živilo obdelujemo toliko časa, kot je predpisano za posamezno živilo. Po končani toplotni obdelavi lahko kos lososa po potrebi popečemo na obeh straneh v ponvi z malo maščobe, da dosežemo hrustljivo skorjico.

1.2 Kaviar – razkošna hrana, katere danes skorajda ni več

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Kaviar velja za eno najbolj cenjenih in najstarejših delikates na svetu. Hrustljave kroglice, ki jim nekateri pravijo tudi »črni dragulj« ali »črne jagodke«, že dolgo veljajo za simbol razkošja. Edini pravi kaviar je iz jesetra, prazgodovinske ribe, stara več kot 250 milijonov let, zato bi jim lahko rekli kar živi fosili. To je edina riba, ki lahko živi tako v slani kot sladki vodi. Kaviar je ekskluziven tudi zato, ker samica jesetra spolno dozori šele pri osmih letih in šele takrat je sposobna proizvajati jajčeca. Jeseter je edina riba na svetu, ki jajčeca sprosti samo, če obstajajo za to določene naravne razmere. Če te niso optimalne, se bodo jajčeca razkrojila kar v ribjem telesu.

Kaviar je še vedno delikatesa, ki se uporablja predvsem za predjedi, obložene kruhke in kot dodatek k specialitetam raznih kuhinj. Zaradi pretiranega izkoriščanja so jesetri skorajda izginili tudi iz ameriških voda in danes večina kaviarja na svetu prihaja iz ribogojnic, v katerih gojijo jesetre. Ravno zaradi cenovne nedostopnosti ter iztrebljanjem ribe jeseter danes kaviar lahko pridobivamo iz različnih sestavin s postopkom sferifikacije

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

Obstojnost limoninega kaviarja glede na različne pogoje

V katerem topilu se limonin kaviar najbolje raztaplja?

V kolikšnem času limonin kaviar popolnoma razpade v ustreznem topilu?

Kako pH-vrednost raztopine vpliva na obstojnost limoninega kaviarja?

Kakšen je vpliv temperature na obstojnost limoninega kaviarja?

V kateri raztopini težkih kovin bo obstojnost limoninega kaviarja najboljša?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

Kako pH-vrednost raztopine vpliva na obstojnost limoninega kaviarja?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

Večji kot je pH-raztopine, slabša je odpornost limoninega kaviarja oz. limonin kaviar hitreje razpade.

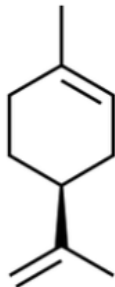
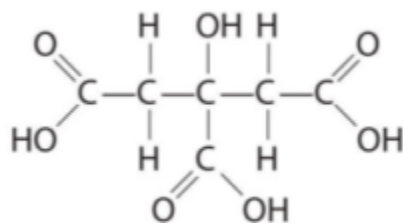
Podajte bistvena teoretična izhodišča, na katerih bo temeljil načrt raziskovanja za potrditev hipotez(e). (Do tri strani z vključenimi viri. Vire navajajte po APA 7 standardu: <http://vodici.pef.uni-lj.si/subjects/guide.php?subject=apa7>)

Kaviar

Kaviar je delikatesa izdelana iz soljenih in začinjenih ribjih iker. Ime izvira iz perzijske besede (Khag-avar), ki dobesedno pomeni izdelovalec iker. To besedo so v Perziji uporabljali tudi za jesetre, iz katerih pridobivajo najbolj cenjene vrste kaviarja. Kaviar je našel pot v svetovno kuhinjo že v 19. stoletju, ko so ga iz Rusije v Francijo prinesli kuharji. Najbolj cenjen kaviar je pridobljen iz jesetrov in je zlate barve. Ta riba je danes že na robu izumrtja, zato je pridobivanje tega kaviarja ustavljeno. Izumrtje ribje vrste ni slučajno, saj ribe usmrtijo, da pridejo do kaviarja, kar je tudi razlog, da so nekatere vrste jesetrov že na seznamu ogroženih živalskih vrst. Kasneje so začeli pridobivati kaviar tudi iz drugih vrst rib, tako morskih kot sladkovodnih, vendar so ti kavairji, ki so različnih barv (zelene, rdeče, pa tudi modre, sive ali črne barve), manj kvalitetni in tudi precej cenejši.

Limona

Zakaj so limone kisle? V limoninem soku se nahaja citronska kislina, ki je vodnja raztopina številnih spojin, zato ima limona kisel okus. Ali si vedel, da osje želo vsebuje bazo? Osji pik lahko omilimo s kislino tako, da vbod namažemo z limono ali kisom. Limonino olje je sestavljeno pretežno iz monoterpenov, med katerimi prevladuje limonen (Slika), ki predstavlja okoli 70 % celotne sestave. Njegovo ime po IUPAC nomenklaturi je 1-metil-4-(1-metiletenil)cikloheksen.



2-hidroksi-propan-1,2,3-triojska kislina (citronska kislina)
molekule limonena

Skeletna formula

Sferifikacija

Gre za postopek želiranja, ki nam omogoča, da poljubno tekočino obdamo z gelom in s tem ponazarjamo kaviar. Spektakularno lahko z metodo združimo eksplozijo okusa, ki se aktivira v ustih. Ta inovacija je postala klasična moderna tehnika v slaščičarstvu in gastronomiji.

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Eksperiment je osnovan s pomočjo video posnetka:

<https://www.youtube.com/watch?v=BeRMBv95gLk>

V 100 g limoninega soka, ki ga želimo sferificirati dodamo 0,5 g natrijevega alginata (nastane 0,5 % raztopina alginata) in ga s paličnim mešalnikom dobro premešamo.

Izmerimo pH vrednosti nastale zmesi, ki mora biti med 4 in 6 – v primeru, da je pH nižji, uravnavamo pH vrednost z dodatkom natrijevega citrata.

Pripravljeno zmes pokrijemo s plastično folijo in jo damo v hladilnik za najmanj eno uro, da se iz zmesi izloči dispergirani zrak.

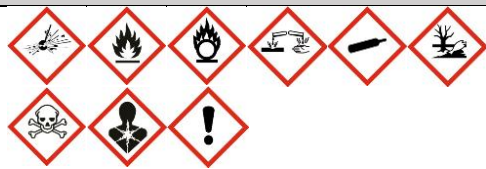
Pripravimo vodno kopel za sferifikacijo. V 500 g vode dodamo 4g kalcijevega klorida.

Zmes damo v brizgo in jo z brizgo v obliki kroglic damo v kopel za sferifikacijo za 2-3 minute.

Nastale kroglice pobereмо s cedilno žličko iz kopeli in jih damo v vodo, da iz njih speremo odvečni kalcijev klorid, ki bi vplival na okus kroglice.

Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|-------------------------------------|
| -500 mL posoda (plastična/steklena) |
| -palični mešalnik |
| -plastična folija |
| -2x 300 mL steklena posoda |
| -brizga |
| -cedilna žlička |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|-----------------------------|--|
| -100 g limoninega soka |  |
| -0,5 g natrijevega alginata | |
| -univerzalni indikator | |
| -natrijev citrat | |
| -1000 g vode | |
| -4 g kalcijevega klorida | |

REZULTATI

Alginat dispergiramo in hidratiramo v raztopini, ki jo sferificiramo, pri čemer zato uporabimo okoli 1% raztopine alginata. Kapljice te raztopine damo v raztopino kalcijevih ionov, pri čemer morata biti obe raztopini brez mehurčkov zraka (nastanejo zaradi intenzivnega mešanja), zato zmes pokrito s folijo damo v hladilnik. Tekočina se oblikuje v kroglice zaradi delovanja površinske napetosti na površini tekočine, ki jo sferificiramo. Ko kroglico vzamemo iz raztopine alginata, jo damo v vodo, da jo speremo in tako upočasnimo nadaljnjo gelacijo.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Gre za proces direktne sferifikacije, kjer kalcijevi ioni, ki so v raztopini v kateri poteka sferifikacija, pridejo v stik z molekulami alginata, ki se sferificira. Ioni difundirajo v mrežo alginata in povežejo molekule med seboj in tako nastane gel.

Med eksperimentalnim delom smo izmerili pH zmesi, ki smo jo želeli sferificirati, in ugotovili, da je pH bil pod 4, zato je bilo potrebno dodati natrijev citrat, da se je pH zmesi uravnal.

Tako smo potrdili hipotezo, da je odpornost limoninega kaviarja slabša v primeru nižje ali višje vrednosti pH (pH nastale zmesi mora biti med 4 in 6).

S predstavljenim postopkom sferifikacije lahko tako pridobivamo kaviar, ki je cenovno dostopen. Jed lahko tako postrežemo z dodatkom kaviarja različnih okusov.

1.3 Je kaviar res lahko za vegane ?

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Če obstaja hrana, ki je povezana s čistim razkošjem, je to zagotovo kaviar, ki velja v kulinariki za enega izmed najbolj zaželenih izdelkov. Večina ljudi, tudi tistih, ki se ne zanimajo toliko za kulinariko, priznava, da se kaviar nanaša na ribja jajca. Kar je delno pravilno, vendar ne povsem natančno. Kaviar ni kakršno koli ribje jajce. Pravi kaviar je sestavljen iz jesetrovih neoplojenih jajc- znanih tudi kot ikre- , ki so rahlo nasoljena ali sušena. Oznaka *kaviar* se lahko uporablja izključno za ikre jesetra iz družine Acipenseridae, ki jih konzervirajo v soli. Ikre drugih vrst rib se lahko imenujejo le *nadomestek kaviarja*.

Velika zrna kaviarja nežnih tekstur z barvami, ki segajo od svetle do temno sive barve in zagotavljajo bogat, kremast okus z nežnim priokusom lešnika, pa ne prepričajo k uživanju vegane. Zato obstajajo v kulinariki načini za pripravo „kaviarja“ iz sestavin, ki ga lahko uživajo tudi vegani. Eden izmed načinov priprave kaviarju podobnih zrn je postopek imenovan sferifikacija.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

Ali viskoznost tekočine, ki jo uporabimo pri sferifikaciji, vpliva na obliko kroglic? (*običajno je da manjša viskoznost tekočine, pripomore k boljši obliki kroglic*)

Ali čas gelacije vpliva na fizikalne lastnosti kroglic, ki nastanejo pri procesu direktne sferifikacije?

Ali imajo kroglice enake fizikalne lastnosti pri sferifikaciji z agarjem kot kroglice pri sferifikaciji z alginatom? (*Kroglice, ki nastanejo v procesu sferifikacije z alginatom imajo tekoče jedro. Enostavnejša priprava pa je sferifikacija z želatino ali agarjem, kjer pa nastale kroglice nimajo tekočega jedra, temveč trdno gel jedro.*)

Kakšen je vpliv temperature na obstojnost kaviarja izdelanega s postopkom sferifikacija?

Kako kislost tekočine, ki jo uporabimo pri sferifikaciji, vpliva na obliko kroglic? (*Če je na tekočina preveč kisla, ne bo tvorila ustreznih kroglic.*)

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

Ali čas geliranja vpliva na fizikalne lastnosti kroglic, ki nastanejo pri procesu direktne sferifikacije?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

Premer alginatnih kroglic se poveča z daljšim časom gelacije.

Debelina gelne membrane alginatnih kroglic se poveča z daljšim časom gelacije

Podajte bistvena teoretična izhodišča, na katerih bo temeljil načrt raziskovanja za potrditev hipotez(e). (Do tri strani z vključenimi viri. Vire navajajte po APA 7 standardu: <http://vodici.pef.uni-lj.si/subjects/guide.php?subject=apa7>)

Sferifikacija kot ena izmed tehnik molekularnega kuhanja je v moderni kuhinji poznana že od leta 2003. Takrat je namreč Ferrán Adriá s svojo ekipo iz El Bullija s pomočjo te tehnike ustvarjal kroglice z tekočo notranjostjo. Prav on je s sferifikacijo ustvarjal majhne kroglice, če lahko rečemo »kaviar«, ki so ob ugrizu eksplodirale v ustih in presenetile z okusom tekočine, ki so jo vsebovale. Prvi »kaviar« je bila melona, ki so jo v El Bulliju postregli v majhni kovinski škatli, kot je postrežen tudi tradicionalni kaviar (Gaikwad, Kulthe in Suthar, 2019).

Bistvo te tehnike je v tem, da gre za nadzorovan postopek zgoščevanja tekočine v nekakšno sferično tvorbo, ki temelji na reakciji med kalcijevim kloridom in natrijev alginatom. Z uporabo alginata lahko izvedemo direktno in obratno (obrnjeno) sferifikacijo, vsaka od njiju pa ima svoje prednosti in slabosti, zaradi česar jih premišljeno uporabimo za ustrezne izdelke v kuhinji. V našem primeru bomo uporabili direktno oziroma, če lahko temu tako rečemo osnovno metodo sferifikacije (Dotsenko idr., 2013).

Najprej bomo alginat dispergirali in hidratirali v raztopini, v našem primeru mangovem soku. Pri tem bomo uporabili 0,5 % raztopine alginata. Dobljena raztopina mora biti brez mehurčkov zraka, ki nastanejo med intenzivnim mešanjem, zato jo bomo pustimo nekaj ur, s folijo pokrito, v hladilniku. Pri direktni sferifikaciji je za uspešno izvedbo postopka zelo pomemben vrednost pH raztopine, ki mora biti 4 in 6. Če se vrednost pH spusti pod 4 jo je potrebno z natrijevim citratom uravnati pH zmesi.

V drugi posodi bomo nato pripravili vodno kopel za sferifikacijo. To bomo storili tako, da bomo v 500 g vode raztopili 4 g kalcijevega klorida ali kalcijevega laktatglukonata. Nato pa bomo našo zmes mangovega soka in natrijevega alginata s pomočjo brizge brizgali v kopel za sferifikacijo. Zaradi delovanja površinskih napetosti na površini tekočine, ki jo bomo sferificiramo, se bo tekočina oblikovala v kroglico. Kalcijevi ioni, ki so v raztopini v kateri poteka sferifikacija, pridejo v stik z molekulami alginata, ki je v raztopini, ki se sferificira. Ioni difundirajo v mrežo alginata (od zunaj navznoter) in povežejo molekule med seboj - nastane gel (Devetak, Erjavšek in Vinko, 2020).

Pri sferifikaciji je za tvorbo gela odgovoren alginat: polisaharid, ki je del celičnih sten rjavih morskih alg. Alginati so sestavljeni iz dolgih linearnih verig, ki vsebujejo različne količine β -D-mannuronske kisline (M)

in α -L-guluronske kisline (G). V molekuli alginata se izmenjujejo poliguluronski (GGGGG), polimanuronski (MMMMM) in mešani odseki (GMGMGM) naključno. Tako združitev več enot (monomerov), ki vsebujejo manuronsko kislino, tvorijo bloke M; če vsebujejo guluron, bodo tvorili bloke G in če bo mešanica obeh, bodo nastali bloki MG (Robles, 2017).

Alginat lahko tvori kislinski in ionski (ionotropni) gel. Za tvorbo gela se uporablja zamreževanje z večvalentnimi ioni, zlasti s kalcijevimi kationi (Ca^{2+}). V procesu gelacije alginat reagira s kalcijevimi ioni, ki nanj delujejo kot plastifikatorji: v reakciji natrijevega alginata s kalcijevimi ioni (npr. s kalcijevim kloridom ali kalcijevim sulfatom) pride pravzaprav do križne vezave polimerov oz. ti. »crosslinkanja«. Pri tem nastane tipična struktura, ki po obliki spominja na »ajčno škatlo« (Devetak, Erjavšek in Vinko, 2020).

Takšen postopek sferifikacije je primeren za pridobivanje kroglic z zelo tanko membrano, vendar pa je pomembno, da jed postrežemo gostu takoj, saj poteka gelacija naprej ter se tako stene kroglic še naprej debelijo. Tako daljši čas namakanja kroglic v vodni kopeli vpliva na fizikalne lastnosti kroglic, kot je povečanje teže, velikosti in trdote same kroglice.

VIRI:

Devetak, I., Erjavšek, M. in Vinko, L. (2020). *Molekularni in prebranski vidiki v sodobni gastronomiji z navodili za laboratorijske vaje*. Pridobljeno s https://ucilnica.pef.uni-lj.si/pluginfile.php/16517/mod_resource/content/4/Skripta_LV_gastronomija_2020.pdf

[Dotsenko V.E., Arpul O.V., Usatyuk E. M., in Vorona A.P.](#) (2013). Using spherification technique in product technologies at restaurants. *National University of Food Technologies, UDC 640.432*. <http://processes.ibbt.ifmo.ru/file/article/7515.pdf>

Gaikwad SA, Kulthe AA in Suthar TR (2019). Characterization of flavoured sweet water balls prepared by basic spherification technique. *International Journal of Chemical Studies*, 7(1), 1714-1718. https://www.researchgate.net/profile/Amit_Kulthe/publication/330909638_Characterization_of_flavoured_sweet_water_balls_prepared_by_basic_spherification_technique/links/5c5ae12a299bf1d14caf7f53/Characterization-of-flavoured-sweet-water-balls-prepared-by-basic-spherification-technique.pdf

Robles, B. (2017). Sferificación: del laboratorio a tu mesa. Pridobljeno s <https://beatrizrobles.com/sferificacion/>

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

V 100 g gostega mangovega soka (zmes mora biti ustrezne viskoznosti, približno kot tekoči jogurt) dodamo 0,5 g natrijevega alginata (nastane 0,5 % raztopina alginata) in ga s paličnim mešalnikom dobro premešamo.

S pomočjo pH lističev izmerite pH vrednosti nastale zmesi, ki mora biti med 4 in 6. Če je pH pod 4 je potrebno z natrijevim citratom uravnati pH zmesi.

Pripravljeno zmes pokrimo s plastično folijo in jo damo za najmanj 1 uro v hladilnik, da se iz zmesi izloči dispergirani zrak.

Sledi priprava vodne kopeli za sferifikacijo. V 500 g destilirane vode raztopimo 4 g kalcijevega klorida. Ta korak ponovimo 4. krat, tako, da na koncu dobimo 4 čase vodne kopeli. Vsako čašo označimo z ustrežno oznako (3, 6, 9, 12).

Zmes natrijevega alginata in mangovega soka vzamemo iz hladilnika in jo z brizgo postopoma brizgamo v posamezne 4 čaše v kateri je kopel za sferifikacijo. V prvi časi z oznako 3 pustimo kroglice 3 minute, v čaši 6 ustimo kroglice 6 minut, v čaši z oznako 9 pustimo 9 minut in zadnji čaši 12 pustimo kroglice v tej vodni kopeli za 12 minut.

Nastale kroglice po posameznem času s cedilno žličko iz posameznih kopeli in ji damo v vodo ter previdno premešamo, da iz njih speremo odvečni kalcijev klorid, ki bi vplival na okus kroglice.

Posamezne kroglice, ki so nastale po določenem času previdno prerežemo na pol in opažanja vpišemo v ustrežno tabelo.

Primer tabele opažanja:


| | Čas geliranja (min) | Teža kroglice (g) | Velikost (mm) | Debelina membrane gela (mm) |
|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Kroglica iz čaše 3 | 3 | Teža kroglice najmanjša | Najmanjša | Najmanjša |
| Kroglica iz čaše 6 | 6 | | | |
| Kroglica iz čaše 9 | 9 | | | |
| Kroglica iz čaše 12 | 12 | Teža kroglice največja | Največja | Največja |

Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|------------------------------------|
| palični mešalnik |
| pH lističi |
| plastična folija |
| hladilnik |
| pet 250 ml čaš |
| 50 ml brizga |
| manjše cedilo |
| steklena palica |

sito ali večja žlica

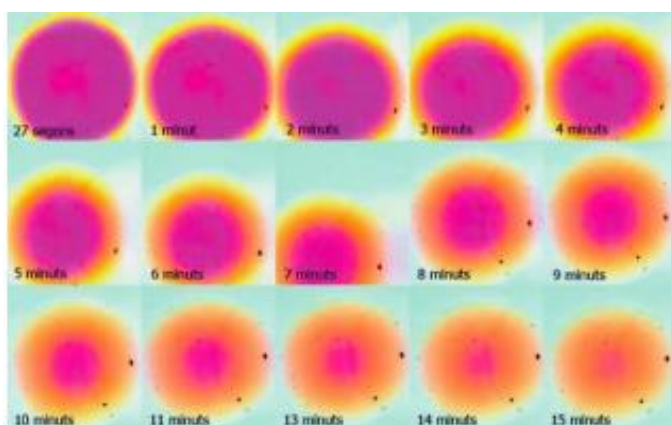
nož

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|--|--|
| 100 g gostega mangovega soka 0,5 g natrijevega alginata ($\text{Na}(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$) natrijev citratat (*po potrebi) 500 g destilirane vode 4 g kalcijevega klorida (CaCl) |  |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Različen čas geliranja (3, 6, 9, 12 min) bo vplival na fizikalne lastnosti kroglic. S povečanjem časa geliranja se bo sorazmerno povečevala tudi velikost kroglic, teža in debelina gelne membrane.



Vir: Devetak, I., Erjavšek, M. in Vinko, L. (2020). Molekularni in prehranski vidiki v sodobni gastronomiji z navodili za laboratorijske vaje. Pridobljeno s https://ucilnica.pef.uni-lj.si/pluginfile.php/16517/mod_resource/content/4/Skripta_LV_gastronomija_2020.pdf

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Učni modul »Je kaviar res lahko za vegane?« obravnava tehniko sferifikacijo, ki je predvsem poznana v molekularni kuhinji. Ta tehnika nam omogoča, da poljubno tekočino, v našem primeru mangov sok, obdamo z gelom in s tem ponazorimo »kaviar«, katerega lahko uživajo tudi vegani.

1.4 Ekstrakcija napitka iz mandljev

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Mleko je eden glavnih kmetijskih proizvodov Evropske unije. Iz surovega mleka, ki se oddaja v mlekarne, izdelujejo izdelke namenjene za prehrano ljudi in živali ali za uporabo v industriji.

Povpraševanje po mlečnih izdelkih se zaradi naraščanja prebivalstva povečuje. To doprinaša k večjemu pritisku na naravne vire, kot so pitna voda in tla. Proizvodnja mleka vpliva na okolje na različne načine, obseg teh vplivov pa je odvisen od praks pridelovalcev mleka in krme. Krave molznice in njihov gnoj povzročajo emisije toplogrednih plinov. Nepravilno ravnanje z gnojem in gnojili lahko poslabša lokalne vodne vire. Mlekarstvo in pridelava krme vodi do izgube ekološko pomembnih območji, kot so prerije, mokrišča in gozdovi. Poleg tega se glede mlečne industrije pojavljajo nekatera etična vprašanja. Ali je pravilno, da živali izkoriščamo za svoje dobro? Ali je pravilno, da krave molznice, mlade impregnirajo in nato pošljejo v zakol, ko mleka ne morejo več proizvajati? Tudi če bi na ta vprašanja odgovorili pritrdilno, se pojavlja težava, saj se v današnjem svetu povečuje pojav laktozne intolerance in alergije na mleko pri ljudeh.

Kravje mleko zaradi naštetih negativnih vplivov lahko nadomestimo z ekstrakcijo rastlinskih pridelkov: soja, oves, riž, kokos, indijski oreščki, lešniki, konoplja, makadamija, pira in mandlji.

Literatura in nadaljnje branje:

Dairy. (b.d.). <https://www.worldwildlife.org/industries/dairy>

Dairy's dark secret. (b.d.). <https://animalequality.org/issues/dairy/>

The Dairy Industry. (b.d.). <https://www.peta.org/issues/animals-used-for-food/factory-farming/cows/dairy-industry/>

The truth about dairy. (b.d.). <https://www.vegansociety.com/go-vegan/why-go-vegan/dairy-industry>

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA:

Kako čas namakanja mandljev v vodi vpliva na okus mandljevega napitka?

Kako količina mandljev vpliva na okus mandljevega napitka?

Kako temperatura vode vpliva na okus mandljevega napitka?

Kako stična površina mandljev z vodo vpliva na okus mandljevega napitka?

Kako količina vode vpliva na okus mandljevega napitka?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

Ali je okus mandljevega napitka odvisen od velikosti delcev mandljev?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

Okus mandljevega napitka je odvisen od velikosti delcev mandljev.

Čim manjši so delci mandljev, tem izrazitejši/močnejši je okus mandljevega napitka.

TEORETIČNA IZHODIŠČA

1. UVOD

Ekstrakcija je kemijska metoda, s katero želeno snov (ekstrakt) izoliramo iz tekoče ali trdne zmesi tako, da jo raztopimo v drugi fazi s pomočjo topila. Je zelo pogosta metoda v kemijskem laboratoriju in se navadno uporablja po končanih reakcijah sintez za izolacijo in čiščenje organskih spojin z različnimi fizikalno-kemijskimi lastnostmi (Repnik in Potočnik, 2013/2014).

2. POTEK EKSTRAKCIJE

Ekstrakcija iz trdnih snovi (ekstrakcija trdno-tekoče) temelji na različni topnosti posameznih spojin v ekstrakcijskem topilu, ekstrakcija iz raztopin (ekstrakcija tekoče-tekoče) pa na različni topnosti in porazdeljevanju spojin iz zmesi v dveh topilih, ki se med seboj ne mešata. Ekstrakcija lahko poteka pri sobni temperaturi, pri čemer je potrebno trdno snov dobro zdrobiti, dodati topilo, pokriti, premešati in pustiti določen čas stati. Po določenem času je potrebno topilo prefiltrirati. Pri ekstrakciji na višji temperaturi pa je potrebno snov in topilo segreti v bučki s povratnim hladilnikom. Po ekstrakciji se topilo odpari ali destilira, preostanek pa stehta. Ekstrakcijo iz raztopin se navadno izvaja s pomočjo lij ločnika. Pri tem izberemo topilo, ki ne topi drugih snovi in se s prvotno tekočino ne sme mešati. Ločimo ju tako, da izpustimo tekočino s višjo gostoto (Škerlavaj – Golec, 2011).

2. VPLIVI NA KAKOVOST EKSTRAKCIJE

Na kakovost ekstrakcije vplivajo različni dejavniki. Velikost delcev, temperatura in mešanje raztopine vplivajo predvsem na hitrost ekstrakcije. Čim manjša je velikost, tem večja je medfazna površina med trdnim materialom in tekočino. Posledično je tudi prenos snovi hitrejši kot tudi manjša difuzijska pot topljenca iz notranjosti. Po drugi strani pa lahko zelo fini delci ovirajo separacijo delcev, saj se lahko primejo v večje delce ter na ta način ovirajo pretok fluida. V večini primerov topnost komponente, ki jo ekstrahiramo, narašča s temperaturo, zato narašča tudi ekstrakcijska hitrost. Nanjo vpliva tudi difuzijski koeficient, ki s temperaturo narašča. V nekaterih primerih je zgornja meja temperature določena sekundarno kot denimo z delovanjem encimov. Mešanje fluida vpliva na hitrost ekstrakcije, saj poveča snovni prenos s površine materiala v glavno maso topila in preprečuje sedimentacijo delcev (Baloh, 2016).

Topnost snovi je eden ključnih dejavnikov, ki vpliva na kakovost ekstrakcije. Odvisna je od njene sposobnosti tvorjenja vezi s topilom, pri tem ima velik vpliv polarnost ali nepolarnost topljenca in topila. Največkrat uporabljeno merilo za polarnost je dielektrična konstanta; pri tem velja, da imajo bolj polarne snovi višjo dielektrično konstanto. Topnost majhnih molekul je največja, kadar je dielektrična konstanta molekule enaka ali vsaj zelo blizu dielektrični konstanti topila. Pri makromolekulah pa na topnost vplivajo

še razmerje med polarnimi in manj polarnimi skupinami, njihov medsebojni položaj, geometrija molekule in prisotnost drugih snovi (»Ekstrakcija«, 2020).

Izbira topila je pri ekstrakciji zelo pomembna, saj mora izveči samo željeno aktivno učinkovino brez ostalih substanc. Beljakovine, nukleinske kisline in ogljikovi hidrati so večinoma polarne snovi in jih najlažje izoliramo s polarnimi puferskimi raztopinami (v večini primerov je voda ena od tekočih faz). Za izolacijo nepolarnih snovi, kot so lipidi in večina pigmentov pa uporabimo manj polarna organska topila, kot so kloroform, eter ali aceton (Repnik in Potočnik, 2013/2014).

Poleg selektivnosti so druge lastnosti topila še razlika v gostoti, stabilnost, relativno nizko vrelišče, kemična in temperaturna obstojnost, nizek parni tlak, viskoznost (pride hitreje do ločitve faz), nizka cena in nizka toksičnost (Baloh, 2016).

4. LITERATURA

Ekstrakcija (2020). V *Wikipedija: prosta enciklopedija*. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Ekstrakcija>

Baloh, M. (2016). Vpliv procesnih parametrov na ekstrakcijo makrolid laktamov iz fermentacijske brozge s toluenom. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

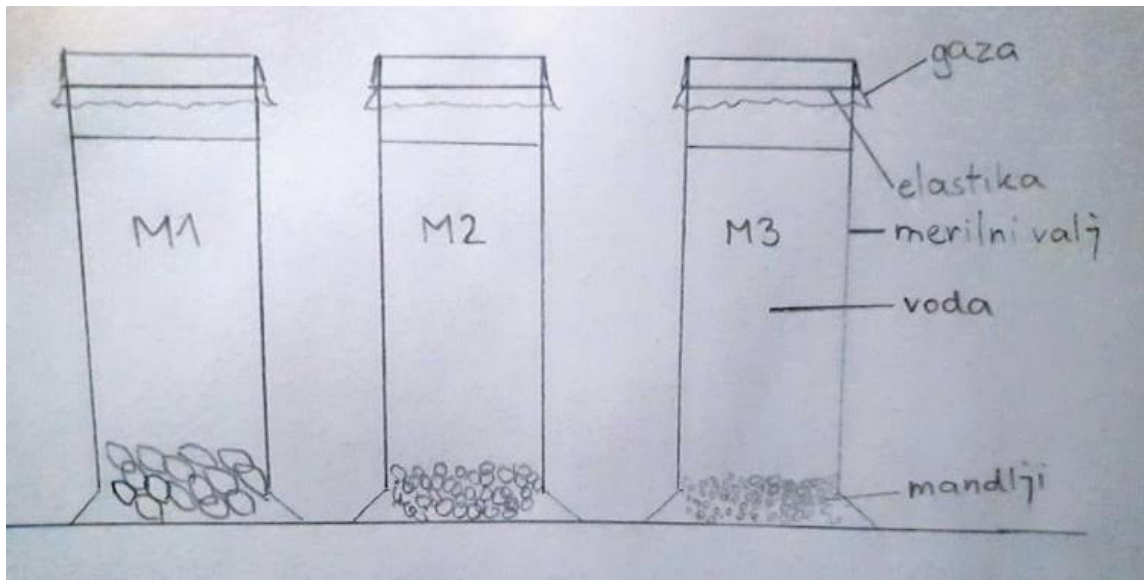
Repnik, K. in Potočnik, U. (2013/2014). *Biokemija in molekularna biologija. Navodila za laboratorijske vaje*. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Škerlavaj – Golec, S. (2011). *Laboratorijske tehnike analiziranja in analiza živil*. Biotehniški izobraževalni center. <http://www.bts.si/index.php/programi/ucna-gradiva/category/27-zivilstvo?download=292:laboratorijske-tehnike-analiziranja-zivil-in-analiza-zivil>

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.



OPIS POSTOPKA

V lonec odmerimo 3 l vode in ga postavimo na kuhalnik. Voda naj vre 3 minute.

Počakamo, da se voda ohladi na sobno temperaturo.

Pripravimo 300 g mandljev, jih operemo in osušimo.

100 g mandljev pustimo celih, 100 g rahlo zdrobimo v možnarju, 100 g pa zmeljemo v multipraktiku.

Pripravimo 3 čiste merilne valje. Označimo jih z M1, M2 in M3.

V vsak merilni valj vlijemo 1 l ohlajene vode.

V prvi valj (M1) dodamo 100 g celih mandljev, v drugi valj (M2), 100 g zdrobljenih mandljev, v tretjega (M3) pa 100 g zmletih mandljev.

Premešamo z žlico, nato pa vsak valj pokrijemo z gazo, ki jo pritrdimo z elastiko, in jih postavimo v hladilnik za 24 ur.

Po 24ih urah vzamemo vzorce iz hladilnika.

Pripravimo tri sklede, v katere bomo precedili mandljev napitek iz vsakega merilnega valja. Označimo jih z MN1, MN2 in MN3.

Čez prvo skledo postavimo cedilo, skozi katero s pomočjo žlice ali lopatice precedimo mandljev napitek iz prvega valja.

Postopek ponovimo še napitek iz drugega in tretjega valja.

Poskusimo mandljeve napitke.

Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|---|
| Merilni valji, tehtnica, kuhalnik, možnar, multipraktik, žlica, gaza, elastike, alkoholni flomaster, sklede, cedilo, lopatica |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|-------------------|------------|
| Voda, mandlji | / |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Manjši delci → izrazitejši/močnejši okus, ker čim manjša je velikost, tem večja je medfazna površina med trdnim materialom in tekočino. Posledično je tudi prenos snovi hitrejši kot tudi manjša difuzijska pot topljenca iz notranjosti.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Pri poskusu učenci spoznajo postopek ekstrakcije, ki je zelo pogosta metoda v kemiji, lahko pa se uporablja tudi v vsakdanjem življenju, denimo v kulinariki in zdravilstvu. Z njo smo pridobili napitek rastlinskega izvora, ki lahko predstavlja nadomestek kravjemu mleku. To je še posebej ugodno za ljudi, ki ne uživajo kravjega mleka bodisi zaradi etničnih razlogov (vegani) bodisi zaradi zdravstvenih razlogov (alergije in intolerance). Prav tako priprava rastlinskega napitka predstavlja manjšo obremenitev za okolje, saj je za pripravo potrebno bistveno manj virov kot pri pridelavi mleka.

DODATEK

NAJINO EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELO

Doma nisva imeli vseh pripomočkov, ki bi jih učenci uporabili pri izvajanju eksperimentalno raziskovalnega dela v šoli. Zaradi tega sva nekaj pripomočkov dodale/spremenile. Prav tako, sva spremenili uporabljeno količino vode in mandljev, za lažjo izpeljavo in zaradi pomankanja prostora v hladilniku.

Pripomočki:

Tehtnica, posoda z merilom, posoda za kuhanje, 3 posode (namesto merilnih valjev), multipraktik, kladivo za meso + plastična vrečka (namesto možnarja), krpa, gaza, elastike, škarje, alkoholni flumaster, žlica, cedilo, 3 kozarci





Uporabljene snovi:

Voda (1,5 l), Mandlji (150 g)



Postopek:

V posodo z merilom sva natočili 1,5 l vode. Pretočili sva jo v lonec primeren za kuhanje in vodo zavreli. Voda je vrela 3 minute. Nato sva pustili, da se je voda ohladila na sobno temperaturo.

Med tem sva stehali 150 g mandljev, jih oprali in osušili z brisačo.

150 g mandljev sva razdelili na 3 dele. Prvih 50 g mandljev sva pustile cele, drugih 50 g sva dali v plastično vrečko in jih zdrobile s pomočjo kladiva za meso, tretjih 50 g sva zmlele v multipraktiku.

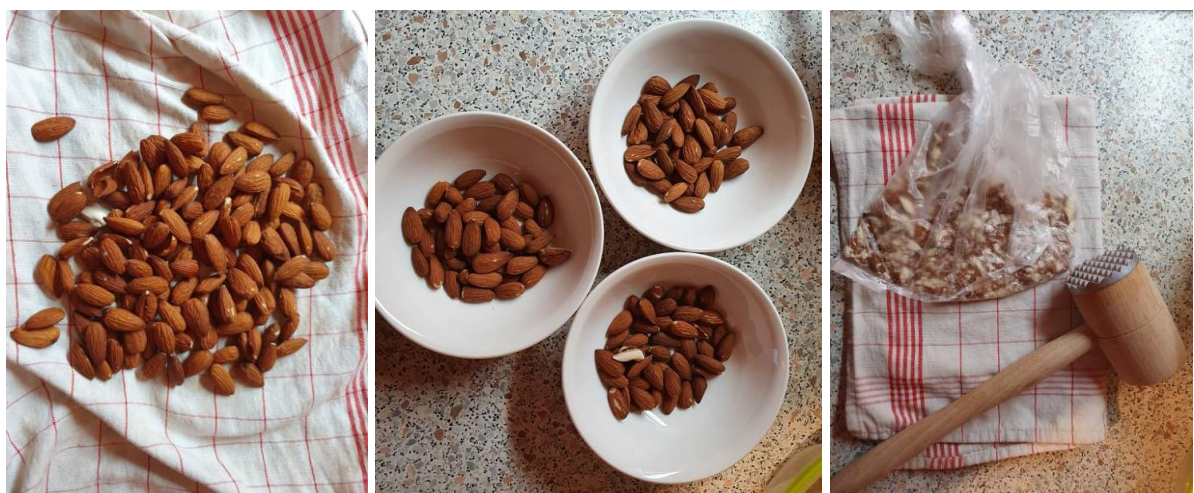
Tri posode sva označile s črkami M1, M2 in M3. Ohlajeno vodo sva razdelile na 3 dele in v vsako posodo natočile 0,5 litra vode. V prvo posodo sva dodali 50 g celih mandljev (M1), v drugo 50 g zdrobljenih mandljev (M2) in v tretjo 50 g zmletih mandljev (M3). Vsebino vseh treh posod sva premešali z žlico.

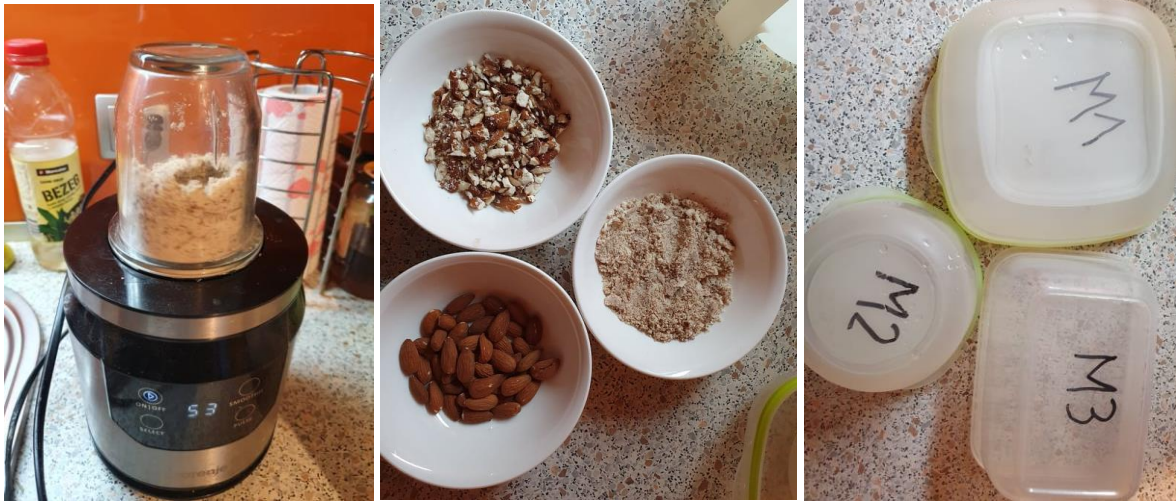
Vsako posodo sva prekrili z gazo, ki sva jo predhodno narezali na primerne trakove in gazo pritrdili z elastiko. Posode sva postavili v hladilnik za 24 ur.

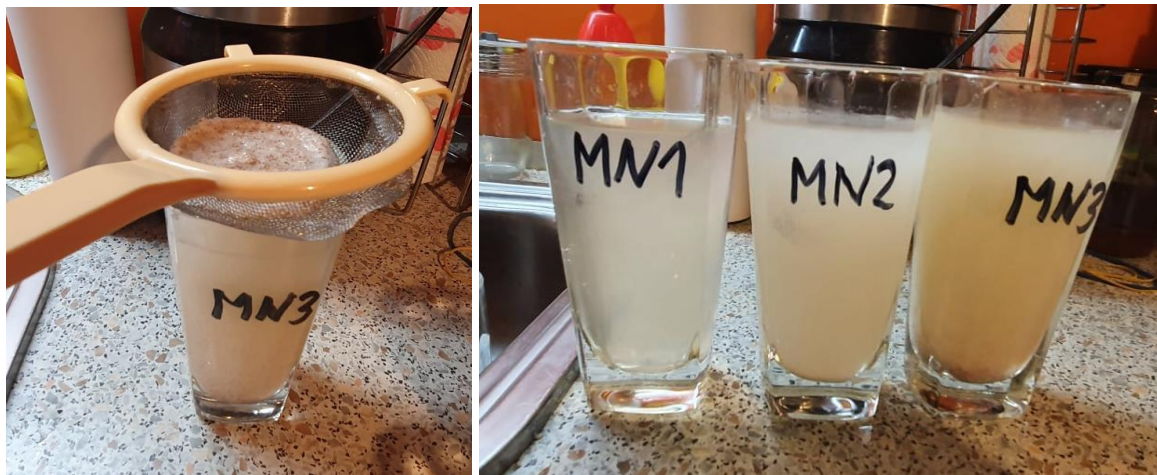
Po 24-ih urah sva vzorce vzeli iz hladilnika.

Pripravili sva 3 kozarce, ki sva jih označili z MN1, MN2, MN3. V njih sva čez cedilo, s pomočjo žlice, precedili mandljev napitek iz vsake posode, ki je bila v hladilniku (M1, M2, M3).

Poskusili sva mandljeve napitke.







Ugotovitve:

Najbolj izrazit okus je imel MN3 (zmleti mandlji), malo manj izrazit MN2 (zdrobljeni) in najmanj izrazit okus MN1 (celi mandlji).

Raziskovalne hipoteze lahko potrdimo:

Okus mandljevega napitka je odvisen od velikosti delcev mandljev.

Čim manjši so delci mandljev, tem izrazitejši/močnejši je okus mandljevega napitka.

1.5 Sadne kroglice s tekočim jedrom

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM

Z dekoriranjem se lahko srečamo vsak dan. Najdemo ga v izložbah, gledališčih, stanovanjih, na krožnikih, slednje pa je zagotovo eno tistih, ki jih naše oko hitreje ujame. Vrhunski kuharji se morda ne srečujejo s pomanjkanjem idej oblikovanja, kot se morda zgodi pri amaterskih kuharjih ali kuharjih začetnikih. V večini restavracij že od samega začetka, ne le dandanes namenjajo veliko pozornosti dekoraciji oz. izgledu hrane na krožniku, saj vsi dobro vemo, da hrano sprva okušamo z našimi očmi, šele nato pa z našimi brbončicami. Pri dekoriranju seveda ne smemo pretiravati. Dobro je upoštevati tiho pravilo: manj je več.

Sadne kroglice s tekočim jedrom se uporabljajo, da nek način popestrimo dogajanje na krožniku ali drugod. Uporablja se jih lahko pri aperitivih, degustaciji, dekoraciji krožnikov ... Poleg lepega izgleda krožnika je namen sferifikacije doseči teksturni užitek v ustih – kroglice bodo držale obliko, dokler se vanje ne ugrizne, nato pa se bo sprostil izbruh okusov Sadne kroglice pripravljene s povratno oz. obratno sferifikacijo lahko zdržijo ob pravilnem shranjevanju (v hladilniku) do enega tedna, v kolikor so te pripravljene in shranjene pravilno.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

V 1: Ali pH raztopine, ki jo želimo sferificirati vpliva na nastanek kroglic?

V 2: Kateri medij je najboljši za shranjevanje pripravljenih kroglic?

V 3: Kakšen vpliv ima temperatura pri postopku sferifikacije kroglic?

V 4: Pod kakšnimi pogoji kroglice ne obdržijo zelene oblike?

V 5: Kako vpliva čas na pokvarljivost kroglic?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

RV: Ali temperatura kopeli za sferifikacijo in koncentracija kalcijevih ionov vpliva na tvorbo in obstoj

gela?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

H 1: Temperatura kopeli za sferifikacijo vpliva na tvorbo in obstoj gela.

H 2: Koncentracija kalcijevih ionov vpliva na tvorbo in obstoj gela.

TEORETIČNA IZHODIŠČA

MOLEKULARNA GASTRONOMIJA

Molekularna gastronomija (sprva molekularna in fizikalna gastronomija, kasneje so ime skrajšali na molekularno gastronomijo) je znanstvena disciplina, ki se ukvarja s fizikalnimi in kemičnimi spremembami, te pa se zgodijo kar med kuhanjem. Ime včasih pomotoma pripišejo uporabljenim znanstvenim spoznanjem pri ustvarjanju novih jedi in kulinaričnih tehnik (Myhrvold in This, 2018).

Leta 1988 sta jo pričela uporabljati Hervé This, fizikalni kemik in Nicholas Kurti, nekdanji profesor fizike na Univerzi v Oxfordu. Čeprav je prehranska znanost obstajala že nekaj stoletij prej, je bila v preteklosti osredotočena na kemično sestavo sestavin ter na industrijsko proizvodnjo in hranilne lastnosti hrane. Molekularna gastronomija pa se osredotoča na mehanizme transformacije, ki se zgodijo med kulinaričnimi procesi in skuša ustvariti novo znanje na podlagi kemije in fizike, ki sta v ozadju kulinaričnih procesov. Eden stranskih ciljev je razviti nove načine kuhanja, ki temeljijo na znanosti (Myhrvold in This, 2018).

Postopki

Pri molekularni gastronomiji kuharji uporabljajo naslednje postopke: geliranje, sferifikacija, krionizacija, karbonizacija, ekstrakcija, destilacija, karamelizacija, posteklenitev, zgoščevanje, penjenje, emulgiranje, temperiranje, sous vide in pakotizacija (Urban, 2013).

SFERIFIKACIJA

Sferifikacija je postopek ustvarjanja gela okoli tekočine, ki tvori gelirano kroglico s tekočino v središču. To je eden od značilnosti modernističnega kuhanja in ena najbolj privlačnih tehnik. Sferifikacija se običajno nanaša na kroglice s premerom od 6 mm do 30 mm. Manjše kroglice pri grizenju počijo kot kaviar, večje pa sprostijo svojo tekočino, podobno lahkemu rumenjaku (Logston, b.d.).

Prvi, ki se je začel s to tehniko ukvarjati je Ferri Adrià in njegova ekipa razvojnih kuharjev. Čeprav se natančna znanost o tej metodi - reakcija natrijevega alginata (zgoščevalca, pridobljenega iz morskih alg), ki pride v stik s kalcijevim kloridom - pri večini morda izgubi, je v modernistični kuhinji postala široko uporabljena tehnika, ki jo vidimo skozi razširjenost sestavin (Great British Chefs, b.d.).

Poleg lepega izgleda jedi je namen sferifikacije doseči teksturni užitek v ustih - okrogla sestavina bo imela obliko, dokler se ne ugrizne, nato pa bo sprostila izbruh okusa (Great British Chefs, b.d.).

Poznamo več vrst sferifikacije: direktna, obratna in obratna z zamrzovanjem.

Direktna sferifikacija

Običajno sferifikacijo dosežemo z enakomernim razprševanjem natrijevega alginata v tekočino z okusom (običajno bo razmerje 0,5 g natrijevega alginata na vsakih 100 g tekočine) in potopitvijo v kopel z mrzlo vodo, pomešano s kalcijevim kloridom (prav tako 0,5 g le-tega na 100 g vode). Ko se tekočina spusti v raztopino, se razprši in vsaka kapljica začne kapsulirati v mehurček. Ko se kroglice oblikujejo, jih lahko pred vročitvijo prenesemo v drugo vodno raztopino s sladko vodo, da speremo prvotno raztopino. Celoten postopek naj bi trajal največ eno uro (Great British Chefs, b.d.).

Nekatere težave s sferifikacijo, kakršna je bila prvotno zasnovana, so, da ne bo delovala s sestavinami z visoko kislostjo ali visoko vsebnostjo kalcija in da se bo kroglica še naprej »krepila«, tudi ko bo vzeta iz kopeli - kar pomeni, da se bo, če je ne postrežemo dovolj hitro, spremenila v trdno kroglico želeja in v želeno kroglico s tanko, skoraj da neopazno membrano (Great British Chefs, b.d.).

Obratna sferifikacija

Povratna ali obratna sferifikacija je postopek dodajanja zmesi s kalcijevimi ioni ali zmesi obogatene s kalcijevimi, kopeli z natrijevim alginatom. Postopek dovoljuje uporabo sestavin na osnovi alkohola ali mleka ter smetane, hkrati pa pripomore k ustvarjanju bolj obstojnih kroglic. Toda obratna sferifikacija ima nekaj svojih slabosti - morebitna potreba po zgoščevanju s ksantan gumijem; priprava kopeli lahko traja dlje časa in je za njo potrebno uporabiti destilirano vodo (Great British Chefs, b.d.).

Obratna sferifikacija z zamrzovanjem

Znotraj povratne oz. obratne sferifikacije obstaja odličen »hack«, imenovan sferifikacija z zamrzovanjem. To je zelo primeren način izdelave kroglic, saj je zelo preprost in enostaven za razlago. Postopek tvori popolne kroglice in deluje s skoraj vsako tekočino. Edina slabost je, da za to metodo ne morete uporabljati zmesi na osnovi alkohola, saj te ne bodo zmrznile. Vključuje pripravo zmesi, njeno mešanje s kalcijevim laktat glukonatom (v prahu), zamrzovanje v polkrožni kalup in spuščanje v kopel z vročim natrijevim alginatom. Shranite jih lahko v tekočini za shranjevanje (zmesi), dokler jih ne želite postreči (zdržijo lahko do 1 tedna, če so seveda pripravljene pravilno) (Dorsey, 2017).

VPLIV TEMPERATURE IN KOLIČINE KALCIJEVIH IONOV

3.1 Vpliv temperature

Temperatura je eden od dejavnikov, ki vpliva na nastanek gela oz. tvorbe gela iz sola. Pri višji temperaturi geliranje poteka hitreje, kar pa ne pomeni, da je lahko ta izredno visoka (proces poteče prehitro, nastanejo grudice, oborine). Pri nižji pa lahko poteka dlje (ure, dni, tedne ...). Zato je najbolj primerna temperatura za geliranje prav sobna temperatura (Štumpf, 2014).

3.2 Vpliv količine kalcijevih ionov

Sferifikacija temelji na sposobnosti kalcija, da povzroči, da se alginat gelira. Presežek kalcija oz. kalcijevih ionov lahko prepreči hidracijo in povzroči prezgodnje geliranje zmesi. Zato je lahko problematično, če zmes vsebuje preveliko količino kalcijevih ionov. Torej, pozorni moramo biti na količino kalcijevih ionov v zmesi za sferifikacijo, prav zato, da bo omogočena reakcija med natrijevim alginatom, katerega imamo raztopljenega v vodni kopeli. Zadostna količina kalcijevih ionov, potrebna za sferifikacijo, je opredeljena na 2 %, to je približno 0,5 g kalcijevega laktat glukonata / 100 g zmesi za sferifikacijo (Sodium alginate & spherification, 2011).

POVEZAVA S KEMIJO

Chipot je že preučeval, kako se alginatne verige lahko ovijejo okoli enostenskih ogljikovih nanocevk, s čimer so majhne cevke postale topne v vodi. Zanimivo se mu je zdelo, da se ista kemikalija - ta polisaharid, ki prihaja iz alg - uporablja tudi v kuhinji, kjer tekoči hrani da tako lepo, sferično obliko. Tako so Chipot, Cai in sodelavci postavili simulacijo, kjer so preučevali, kako alginat sodeluje z različnimi vrstami tekočih nanodelcev, odvisno od tega, ali so prisotni natrijevi ali kalcijevi ioni. Sistem so preučevali v 200 nanosekundah, kar Chipot ugotavlja, da je s stališča simulacij precej dolgo (Liu, Chipot, Shao in Cai, 2010).

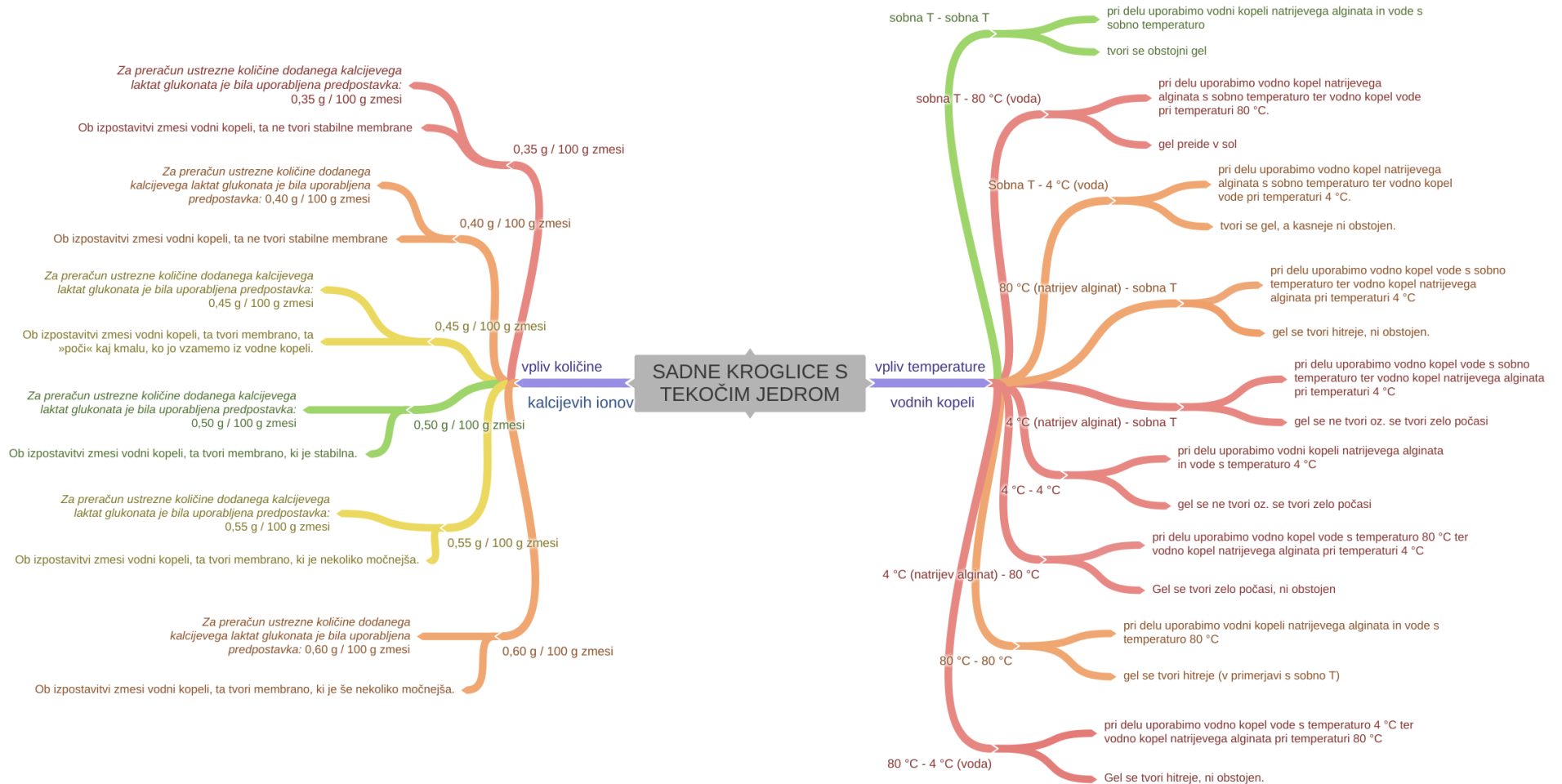
Preučili so stabilnost nanodelca, obdanega z membrano polisaharidnih verig, v prisotnosti natrijevih ionov in kalcijevih ionov in ugotovili, da v prisotnosti natrijevih ionov membrana ni stabilna. Pravzaprav se začne razčleniti. Ko pa damo v kalcijevo raztopino, se vsi natrijevi ioni sperejo in nadomestijo z dvovalentnimi kalcijevimi ioni, ki okrepijo medsebojno delovanje polisaharidnih verig. Tako dobimo nekaj, kar je resnično stabilno in dolgotrajno (Liu, Chipot, Shao in Cai, 2010).

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Ekspiriment bi bil učencem predan kot odprto eksperimentalno-raziskovalno delo.

Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Za poštenost poskusa upoštevamo: enako maso gela, količino vode, čas.



Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|------------------------------------|
| Mešalnik (palični, samostoječi) |
| Merilna žlička (1 tbsp.) |
| Aluminij folija |
| Posoda |
| Cedilo |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|--------------------------|------------|
| Destilirana voda | / |
| Natrijev alginat | |
| Kalcijev laktat glukonat | |
| Sladkor | |
| Ščepec soli | |
| Sadje (po izbiri) | |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Tabela 1: Vpliv količine kalcijevih ionov pri tvorbi in obstoju gela

| Opažanja (<i>Za preračun ustrezne količine dodanega kalcijevega laktat glukonata je bila uporabljena predpostavka</i>) | Sklepi |
|---|---|
| 0,35 g / 100 g zmesi za sferifikacijo <i>Ob izpostavitvi zmesi vodni kopeli, ta ne tvori stabilne membrane</i> | Neustrezna količina dodanega kalcijevega laktat glukonata. |
| 0,40 g / 100 g zmesi za sferifikacijo <i>Ob izpostavitvi zmesi vodni kopeli, ta ne tvori stabilne membrane</i> | Neustrezna količina dodanega kalcijevega laktat glukonata. |
| 0,45 g / 100 g zmesi za sferifikacijo <i>Ob izpostavitvi zmesi vodni kopeli, ta tvori membrano, ta »počij« kaj kmalu, ko jo vzamemo iz vodne kopeli.</i> | Nekoliko premajhna količina dodanega kalcijevega laktat glukonata |
| 0,50 g / 100 g zmesi za sferifikacijo <i>Ob izpostavitvi zmesi vodni kopeli, ta tvori membrano, ki je</i> | Ustrezna količina dodanega kalcijevega laktat glukonata, za izdelavo kroglice s tanko, obstojno |

| | |
|--|---|
| <i>stabilna.</i> | membrano. |
| 0,55 g / 100 g zmesi za sferifikacijo <i>Ob izpostavitvi zmesi vodni kopeli, ta tvori membrano, ki je nekoliko močnejša.</i> | Nekoliko prevelika količina dodanega kalcijevega laktat glukonata |
| 0,65 g / 100 g zmesi za sferifikacijo <i>Ob izpostavitvi zmesi vodni kopeli, ta tvori membrano, ki je še nekoliko močnejša.</i> | Neustrezna količina dodanega kalcijevega laktat glukonata. |

Tabela 2: Vpliv temperature vodnih kopeli pri tvorbi in obstoju gela

| Opazanja | Sklepi |
|--|---|
| sobna T – sobna T <i>Tvori se obstojni gel</i> | Ustrezna temperatura kopeli za sferifikacijo |
| sobna T – 80 °C (voda) <i>Gel preide v sol</i> | Če gel segrevamo, se šibke povezave porušijo in se gel utekočini, povzročijo prehod gela v sol. |
| Sobna T – 4 °C (voda) <i>Tvori se gel, a kasneje ni obstojen.</i> | Neustrezna temperatura kopeli za sferifikacijo z vodo. |
| 80 °C (natrijev alginat) – sobna T <i>Gel se tvori hitreje, ni obstojen.</i> | Neustrezna temperatura kopeli za sferifikacijo z natrijevim alginatom. |
| 4 °C (natrijev alginat) – sobna T <i>Gel se ne tvori oz. se tvori zelo počasi</i> | Neustrezna temperatura kopeli za sferifikacijo z natrijevim alginatom. |
| 4 °C – 4 °C <i>Gel se ne tvori oz. se tvori zelo počasi</i> | Neustrezna (prenizka) temperatura kopeli za sferifikacijo. |
| 4 °C (natrijev alginat) – 80 °C <i>Gel se tvori zelo počasi, ni obstojen.</i> | Neustrezna (različna) temperatura kopeli za sferifikacijo |
| 80 °C – 80 °C <i>Gel se tvori hitreje</i> | Neustrezna (previsoka) temperatura kopeli za sferifikacijo. |
| 80 °C – 4 °C (voda) <i>Gel se tvori hitreje, ni obstojen.</i> | Neustrezna (različna) temperatura kopeli za sferifikacijo |

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Naš širši socio-naravoslovni problem je bil vzpostavljanje pravih pogojev izdelave sadnih kroglic s tekočim jedrom, za kasnejši užitek.

Z izvedenem eksperimentalno-raziskovalnim delom, smo želeli ugotoviti, ali ima temperatura vodnih kopeli poleg količine kalcijevih ionov bistven pomen pri tvorbi in obstoju gela.

Temperatura vodnih kopeli mora biti približno sobna, saj se pri tej temperaturi tvori gel. Če že nastali gel segrevamo oz. ga izpostavimo višjim temperaturam, se bodo prej nastale vezi oz. šibke povezave zrušile in gel se bo utekočinil (gel preide v sol). Temperaturi obeh vodnih kopeli, torej vodne kopeli z natrijevim alginatom in vodne kopeli z vodo morata biti približno istih temperatur.

Koncentracija kalcija v sami zmesi, ki jo uporabljamo pri sferifikaciji naj bi bila približno 2 %. Če je koncentracija kalcijevih ionov v zmesi prevelika, lahko povzroči hidratacijo in zgodnjo gelacijo, kar ne vpliva najbolje na naš zelen produkt. Ob prenizki koncentraciji, pa se mrežasta struktura ne tvori oz. le ta ni stabilna. Vnos kalcija mora torej znašati 0,5 g kalcijevega laktata glutkonata / 100 g sferificirane zmesi.

S pridobljenimi rezultati smo ugotovili, da je priprava kroglic s tekočim jedrom dokaj enostavna, ob upoštevanju dveh v tem primeru najbolj ključnih parametrov: temperature vodnih kopeli in ustrezne količine kalcijevih ionov.

VIRI

Dorsey, J. (2017). Culinary Deep Dive: Frozen Reverse Spherification. Chef Jenny Dorsey. <https://www.jennydorsey.co/single-post/2017/01/09/Culinary-Deep-Dive-Frozen-Reverse-Spherification>

Great British Chefs. (b.d.). How to spherify. <https://www.greatbritishchefs.com/how-to-cook/how-to-spherify>

Liu, Y., Chipot, C., Shao, X. in Cai, W. (2010). Solubilizing Carbon Nanotubes through Noncovalent Functionalization. Insight from the Reversible Wrapping of Alginic Acid around a Single-Walled Carbon Nanotube. *The Journal of Physical Chemistry B* 2010 114 (17), 5783-5789. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jp9110772?source=cen>

Logston, J. (b.d.). *Spherification Technique*. Amazing Food Made Easy. <https://www.amazingfoodmadeeasy.com/info/modernist-techniques/more/spherification-technique>

Myhrvold, N. in This, M. (2018). *Molecular gastronomy*. Encyclopædia Britannica, inc. <https://www.britannica.com/topic/molecular-gastronomy>

Sodium alginate & spherification. (2011). <https://kitchen-theory.com/spherification/>

Štumpf, M. (2014). *Priprava biorazgradljivih aerogelov za potencialne farmacevtske aplikacije* [Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo]. <https://core.ac.uk/download/pdf/67582101.pdf>

Urban, S. (2013). *7 Common Molecular Gastronomy Techniques Explained*. Organic Authority. <https://www.organicauthority.com/buzz-news/molecular-gastronomy-techniques-explained>

1.6 Vzhajanje biskvitnega testa z uporabo različnih rahljalnih sredstev

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM

V profesionalni kot tudi v domačih kuhinjah, se pogosto uporablja vrsta testa, imenovana biskvit. Značilnost testa, ki ga pogosto uporabimo kot osnovo za torte, rulade ali drugo nežno pecivo, je njegova porozna struktura in svetlo rumena barva sredice. Kdor se je že lotil priprave omenjene vrste testa, pa se zagotovo lahko strinja, da njegova priprava morda le ni tako sila preprosta. Namreč hitro lahko zaradi napak pri pripravi, pride do slabšega končnega produkta. V domačem gospodinjstvu se najpogosteje poslužujemo uporabe določenih vzhajalnih sredstev, medtem ko šolani kuharji in chefi stremijo k izdelavi biskvitnega testa brez dodatne uporabe vzhajalnih sredstev, kar pomeni npr. priprava biskvita le s stepanjem. Veliko se jih odloči celo za stepanje jajc nad soparo, s čimer dosežejo res odlično strukturo biskvitnega testa, ki zlepa ne razpade.

Pri praktičnem delu priprave hrane v 6. razredu, bi tako pri uri gospodinjstva učenci seveda lahko pripravljali tudi biskvitno testo. Socio-naravoslovni problem pa bi bil, da bi v razredu imeli potencialne učence ali učenke, ki imajo alergijo na katero izmed omenjenih sestavin recepta ali celo zavračajo konvencionalna vzhajalna sredstva kot je jajčni beljak iz osebnih razlogov, kot je vegansko prehranjevanje. Veganstvo je način prehranjevanja, ki vključuje le živila rastlinskega izvora in izključuje vsa živila živalskega izvora. Vegani, ki se prehranjujejo na tak način, se srečujejo s težavo, ko pride do rahljalnih sredstev. Pogosto se za rahljanje testa uporablja sneg iz jajčnih beljakov, ki pa je živalskega izvora. Zanima nas, ali bi lahko vegani uporabili druga rahljalna sredstva in z njimi dosegli enake rezultate kot s snegom iz beljakov. Tako bi lahko z veganskimi učenci enako pripravljali recepte, ki vsebujejo agar agar, namesto želatine, ki je živalskega izvora. Učitelji gospodinjstva se tako približamo tudi učencem, ki imajo drugačne prehranjevalne navade.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

1. Ali vinski kamen kot rahljhalno sredstvo daje biskvitu čuden priokus?
2. Ali ima jedilna soda najslabšo rahljhalno vlogo?
3. Ali preveč jedilne sode v biskvitu povzroča pekoč občutek pri požiranju?
4. Ali pri uporabi snega beljakov biskvit najbolj naraste?
5. Ali tip moke, ki ga uporabimo pri pripravi biskvita, res nima pomembne vloge pri vzhajanju biskvitnega testa?

Raziskovalno vprašanje:

Ali pri uporabi snega beljakov biskvit naraste bolje kot pri uporabi drugih rahljhalnih sredstev?

Raziskovalne hipoteze:

1. Pri uporabi snega jajčnih beljakov biskvit naraste bolje kot z drugimi rahljhalnimi sredstvi.
2. Rahljhalno sredstvo sneg iz jajčnega beljaka lahko nadomestimo z drugimi rahljhalnimi sredstvi, vendar z opaznimi razlikami v rahlosti biskvita.
3. Med biskviti z uporabo različnih rahljhalnih sredstev se pojavljajo razlike v rahlosti biskvita.

Teoretične osnove

Osnova priprave vsakega testa izhaja iz naslednjih sestavin: moka, tekočina, sladkor, sol, maščoba, jajca, dišave/esence/začimbe in rahljajna sredstvo. Rahljajna ali vzhajalna sredstva delimo na biološka, fizikalna in kemična. Pod biološka sodijo gojene kvasnice, divje kvasnice, droži in kislno testo. Med fizikalna vzhajalna sredstva uvrščamo vtepeni zrak in vodno paro. Med kemična pa sodijo jelenova sol, pecilni prašek, jedilna soda bikarbona, pepelika. Nastaja rahljajni plin kot je ogljikov dioksid. Pri pripravi vzhajanja biskvita je pomembno, da rahljajna sredstva pravilno skladiščimo. Pri bioloških se lahko zgodi, da ali izgubijo moč vzhajanja ali pa postane testo prekislo. Pri fizikalnih vzhajalnih sredstvih se lahko zgodi, da ali nastane premalo volumna ali pa neenakomerne plasti biskvita. Pri kemičnih oziroma umetnih pa so pasti, da pri uporabi jelenove soli pride do zmanjšanja luknjičavosti, star pecilni prašek izgubi rahljajno moč, pri slabi sodi bikarboni postane testo trdo, starana pepelika ali kalijev bikarbonat pa povzroči manjšo luknjičavost testa (Kostanjevec, 2019). Brez uporabe rahljajnih sredstev je testo trdo in zbito. Z uporabo rahljajnih sredstev torej dosežemo večji volmen, luknjičavost, lažjo prebavljivost in boljši okus testa, ki ga pripravljamo (Rihter, 2010).

Kostanjevec (2019) razlaga, da biskvitno testo sodi med stepeno testo, kjer ločujemo lahko biskvitno testo in težje biskvitno testo. Pri lahkem biskvitnem testu ločimo:

- topli način priprave biskvitnega testa s celimi jajci,
- hladni način priprave biskvitnega testa s celimi jajci,
- hladni način z ločevanjem rumenjakov od beljakov,
- hladni način priprave stepenega testa z dodatkom vode.

Pri peki biskvitnega testa lahko uporabimo različne vrste mok, od tipa moka 400 do 1200. Pomembno pa je, da vsako moko pred vmešavanjem v testo presejemo z gostim sitom. Moka je kot sredstvo pomembna, ker vsebuje škrob, ki v topli vodi nabrekne, med peko škrob zaklepi in veže tekočino. Torej testo, ki vsebuje škrob je mehkejše. Pomembne pa so tudi beljakovine, ki se nahajajo v moki, saj beljakovini kot sta gliadin in glutenin tvorita lepke, kar omogoči raztegljivost testa. Pri moki je torej pomembno, da le ta vsebuje malo lepka in da se uporablja gladka moka (Rihter, 2010). Dodatek soli v testu izboljša lepke v moki, zato ta vpija več tekočine pri mesenju. Vzhajano testo brez soli težje obdrži obliko in ima manj primeren okus.

Sladkor dodajamo zato, ker ta med peko kristalizira in daje boljši okus ter barvo biskvita. Maščoba izboljša sposobnost zadrževanja plinov v testu, vpliva pa tudi na okus in zviša energijsko vrednost. Če v biskvitno testo z mešanjem ali stepanjem inkorporiramo zrak, se volumen dodatno poveča med toplotno obdelavo. Zaradi vodne pare se lahko masa biskvitnega testa poveča tudi do 1600 krat. Jedilna soda povzroči, da se ob prisotnosti vlage in toplote tvori ogljikov dioksid in vodna para. Če so v testu maščobe lahko pride do saponifikacije maščob, kar povzroči neprijetno aromo (Kostanjevec, 2019).

Podrobnejši opis izbranih rahljajnih sredstev

Vinski kamen je rahljajno sredstvo, ki se izloča v vinskih sodih pri zorenju vina in ima podobne lastnosti, kot pecilni prašek in kvas skupaj. Gre za kalijevo in kalcijevo sol vinske kisline, ki nastane po naravni poti, zato je vinski kamen vedno samo naravnega izvora. Za razliko od pecilnega ne vsebuje fosfatov in je zato brez okusa. Npr. 750 gramov vinskega kamna zadošča za 1 kilogram moka ("Kaj

veste o vinskem kamnu”, 2020).

Pecilni prašek je natrijev bikarbonat in vinska kislina, nastanejo tartrate (soli vinske kisline) ali pa soli fosforne kisline. Pecilni prašek kot rahljalno sredstvo ima enojni učinek, kar pomeni, da deluje v hladnem, kjer se razvije plin ogljikov dioksid ali pa deluje z dvojnimi učinkom, torej v toplem in hladnem mediju. V kuhinji se uporablja namesto kvasa, saj ima hitrejšo delovanje. Če pecivo vsebuje preveč pecilnega praška, bo imelo kovinski priokus, zaskomi nas in zobje nas za kratek čas zaskelijo. Biskvit dobi hribček, če smo dodali preveč pecilnega praška ali je temperatura pečice previsoka (Koman, 2019).

Jedilna soda ali soda bikarbona ali natrijev hidrogenkarbonat je bel kristalni prah, ki stopljen v vodi tvori rahlo bazično raztopino. S segrevanjem jedilna soda razpade na natrijev karbonat, vodo in ogljikov oksid (“Soda bikarbona, uporabimo jo za zdravje in za čiščenje”, b. d.).

Sneg beljakov je pena, ki nastane, ko stepamo samo jajčne beljake z metlico ali električnim mešalnikom. Beljakov sneg lahko stepamo do različnih stopenj trdnosti, torej beljake stepamo toliko časa, da dobimo *beljakov sneg*, ki ga lahko režemo z nožem. To je zadnja stopnja stepanja beljaka, s takšnim beljakovim snegom pa pripravljamo narastke. Beljakov sneg ponavadi stepamo v kotličku. Znano je dejstvo, da nam bo beljakov sneg lepo uspel, če ga pripravljamo z beljaki sobne temperature. Najbolje, da jajca vzamemo iz hladilnika 30 minut do 2 uri pred začetkom stepanja; če rumenjake ločimo od beljakov, ta čas skrajšamo. Z beljaki sobne temperature dobimo tudi lahek sneg z večjo prostornino. Beljakov sneg je stabilnejši, če beljakom sredi stepanja dodamo 1 do 2 kapljici limoninega soka ali svetlega kisa na 1 beljak. Kislina sneg stabilizira, tako da prepreči, da se zračni mehurčki po koncu stepanja razpočijo. Lahko pa se zgodi, da beljakov sneg predolgo stepamo in se sesede. Kuharji svetujejo, da v tem primeru snegu dodamo žličko sladkorja, potem pa ga stepamo še 15 sekund (“Beljakov sneg”, b. d.).

Kot zanimivost **jelenovo sol** so včasih pridobivali iz rogov jelenov, dandanes pa je narejena s sintezo amonijaka, ogljikovega dioksida in vode. Uporabljamo za rahljanje krhkega testa in medenjakov (Kostanjevec, 2019).

VIRI IN LITERATURA:

Beljakov sneg. (b. d.). Gurman.eu. <https://www.gurman.eu/leksikon/razno/beljakov-sneg>

Kaj veste o vinskem kamnu?. (2020). Vem, kaj jem.

<https://www.vemkajjem.si/?opt=1&id=5770>

Koman, M. (2019). *Skrivnosti odličnega biskvitnega testa.*

<https://www.vzajemnost.si/clanek/181751/skrivnosti-odlicnega-biskvitnega-testa/>

Kostanjevec, S. (2019). *Zapiski predavanj pri predmetu Gastronomija in kulinarika.* Ljubljana: Pedagoška fakulteta.

Rihter, I. (2010). *Osnovne vrste kruha in pekovskega peciva.* Maribor. https://www.google.com/search?q=irena+rihter+osnovne+vrste&rlz=1C1SQJL_slSI876SI876

&oq=irena+ri&aqs=chrome.0.69i59l2j69i57j69i59j0l4.1772j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Veganstvo. (b. d.). Wikipedia. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Veganstvo>

Zalar, J. idr. (2008). *Kuharstvo: osnove v gostinstvu, tehnologija pripravljanja jedi, recepti.* Ljubljana: DZS

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

- a) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

POTEK DELA

Pecilni prašek

1. 1 čajno žličko pecilnega praška zmešamo z 1 jogurtovim lončkom (136g) moke in 1 jušno žlico sladkorja.
2. Dodamo $\frac{1}{4}$ jogurtovega lončka sončničnega olja in 1 dl vode.
3. Vse skupaj dobro premešamo z mešalnikom.
4. Napolnimo en prostor v pekaču za muffine, ki smo ga naoljili ali vanj namestili papirnato posodico. Napolnimo $\frac{3}{4}$ posodice.
5. Pečemo 20 minut v ogreti pečici na 180°C .

Vinski kamen

1. 1 čajno žličko vinskega kamna zmešamo z 1 jogurtovim lončkom (136g) moke in 1 jušno žlico sladkorja.
2. Dodamo $\frac{1}{4}$ jogurtovega lončka sončničnega olja in 1 dl vode.
3. Vse skupaj dobro premešamo z mešalnikom.
4. Napolnimo en prostor v pekaču za muffine, ki smo ga naoljili ali vanj namestili papirnato posodico. Napolnimo $\frac{3}{4}$ posodice.
5. Pečemo 20 minut v ogreti pečici na 180°C .

Soda bikarbona

1. $\frac{1}{4}$ čajne žličke sode bikarbone zmešamo z 1 jogurtovim lončkom (136g) moke in 1 jušno žlico sladkorja.
2. Dodamo $\frac{1}{4}$ jogurtovega lončka sončničnega olja in 1 dl vode.
3. Vse skupaj dobro premešamo z mešalnikom.
4. Napolnimo en prostor v pekaču za muffine, ki smo ga naoljili ali vanj namestili papirnato posodico. Napolnimo $\frac{3}{4}$ posodice.
5. Pečemo 20 minut v ogreti pečici na 180°C .

Sneg iz jajčnega beljaka

1. Jajce ubijemo in ločimo rumenjaka od beljaka.
2. Beljak stepemo v sneg.

3. Zmešamo 1 jogurtov lonček (136g) moke, 1 jušno žlico sladkorja, $\frac{1}{4}$ jogurtovega lončka sončničnega olja in 1 dl vode.
4. V dobljeno maso s spatulo rahlo vmešamo sneg.
5. Napolnimo en prostor v pekaču za muffine, ki smo ga naoljili ali vanj namestili papirnato posodico. Napolnimo $\frac{3}{4}$ posodice.
6. Pečemo 20 minut v ogreti pečici na 180°C.

Najbolje, da najprej pripravimo vse mešanice in jih nato vse naenkrat spečemo. Pazimo, da vsako vrsto biskvita skrbno označimo, katero rahljalno sredstvo je v njem.

SENZORIČNO OCENJEVANJE

1. Ko je biskvit pečen, ga vzamemo iz pekača ter ohladimo na rešetki.
2. Če smo biskvit pekli v papirnatih modelčkih, ga vzamemo iz modelčkov.
3. Vsak biskvit položimo na svoj krožnik in označimo, katero rahljalno sredstvo je v njem.
4. Izmerimo višino posameznega biskvita.
5. Vsak biskvit povonjamo in si ogledamo njegov zunanji izgled.
6. Vsak biskvit prerežemo na pol in ocenimo njegovo strukturo.
7. Vzamemo polovico biskvita in jo stisnemo s palcem in kazalcem ter opazujemo, ali je mehka in ali se vrne v prvotno stanje.
8. Vzamemo drugo polovico biskvita ter jo okusimo.

| Vrsta rahljalnega sredstva | Pecilni prašek | Vinski kamen | Soda bikarbona | Sneg iz jajčnega beljaka |
|----------------------------|----------------|--------------|----------------|--------------------------|
| Višina [cm] | | | | |

| Opažanja | Sklepi |
|--------------------|--------|
| 1. Pecilni prašek | |
| 2. Vinski kamen | |
| 3. Soda bikarbona | |
| 4. Sneg iz beljaka | |

Odgovori na vprašanja.

1. Iz česa je sestavljen pecilni prašek?
 2. Kakšna je kemijska formula za pecilni prašek? Zapiši z besedo in formulo.
 3. Pri katerem rahljalnem sredstvu je testo najbolj naraslo?
 4. Pri katerem rahljalnem sredstvu je testo najmanj naraslo?
 5. Pri katerem rahljalnem sredstvu je testo najbolj rahlo?
 6. Ali se biskviti razlikujejo po okusu glede na rahljalno sredstvo?
- b) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

Laboratorijski inventar/pripomočki

spatula

posoda za mešanje

mešalnik

4 papirnate posodice za muffine

pekač za muffine

pečica

rešetka ali podlaga za hlajenje biskvita

4 krožniki

nož

ravnilo

Uporabljene snovi

1 čajna žlička pecilnega praška

1 čajna žlička vinskega kamna

1/4 čajne žličke sode bikarbone

sneg iz 1 beljaka

4 jogurtove lončke (544g) moke

4 jušne žlice sladkorja

1 jogurtov lonček sončničnega olja

4 dl vode

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Rezultati se bodo med seboj razlikovali tako po višini končnega biskvita, kot tudi po njihovi rahlosti. Prav tako bo opazna razlika v samem okusu in vonju biskvitov.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Rahljalna sredstva lahko med seboj zamenjamo, vendar se bodo pokazale opazne razlike med končnimi rezultati. Če bi želeli podobne rezultate, bi morali nekatera rahljajna sredstva med seboj mešati. Vsi učenci so vključeni v praktično delo in degustacijo.

1.7 Gelacija jajc

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Jan obiskuje 9. razred osnovne šole in živi na kmetiji. Staršem zelo rad pomaga pri vseh opravilih. Najraje od vsega skrbi za kokoši in pobira njihova jajca. Jan ima zelo rad jajca, zato si jih velikokrat pripravi na različne načine. Med pripravo jajc pogosto naleti na težave, zato se velikokrat vpraša, katere snovi vsebujejo jajca in kako jih pravilno pripraviti. Janov največji problem je lupljenje jajc in pokanje lupine jajc med kuhanjem. Pogosto je tudi v dilemi, koliko časa kuhati jajca, da bo rumenjaki bodisi v tekočem ali trdnem stanju. Jan je pri kuhanju jajc velikokrat opazil, da imajo okoli rumenjaka zelen rob. Sprašuje se, zakaj zeleni rob okoli rumenjaka sploh nastane in kaj lahko stori, da se naslednjič pri kuhanju jajc ne bo pojavil. Pomagaj Janu raziskati, kako pravilno pripraviti jajca, da ne bo imel več omenjenih težav.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

- Ali čas kuhanja jajc z lupino in brez lupine vpliva na stopnjo njihove gelacije?
- Ali temperatura vode, v kateri kuhamo jajca, vpliva na stopnjo gelacije?
- Ali dodatek soli vodi, v kateri kuhamo jajca, vpliva na stopnjo gelacije?
- Ali dodatek sladkorja vodi, v kateri kuhamo jajca, vpliva na stopnjo gelacije?
- Ali starost jajc vpliva na kakovost lupljenja?
- Ali velikost jajc vpliva na stopnjo gelacije?
- Ali temperatura jajc vpliva na stopnjo gelacije?
- Zakaj ob predolgem kuhanju jajc okoli rumenjaka opazimo zeleno obarvan rob?
- Kaj se zgodi z jajcem, če ga postavimo v kis?
- Kaj se zgodi z jajcem v mikrovalovni pečici?
- Ali pH vrednost vode, v kateri kuhamo jajca, vpliva na stopnjo gelacije?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnat; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

Ali čas kuhanja jajc z lupino in brez lupine vpliva na stopnjo njihove gelacije?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

H1: Čas kuhanja jajc vpliva na stopnjo gelacije.

H2: Daljši kot je čas kuhanja jajca z lupino in brez lupine, večja je njihova stopnja gelacije.

TEORETIČNA IZHODIŠČA

JAJCA V PREHRANI

Kaj so jajca?

V *Pravilniku o kakovosti jajc* so jajca opredeljena kot kokošja jajca v lupini, ki so namenjena za prehrano ljudi ali uporabo v živilski industriji. Jajca se ne smejo mešati z drugimi vrstami jajc. Za jajca se ne štejejo počena, inkubirana in kuhana jajca (*Pravilnik o kakovosti jajc*, 2003).

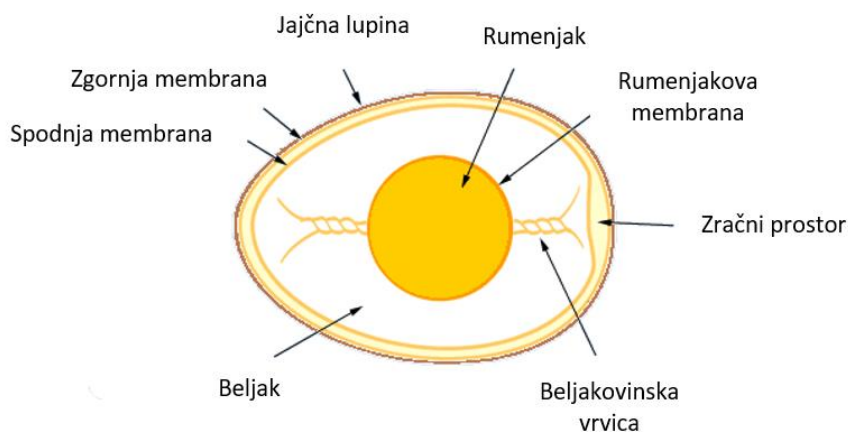
Jajca so ena od najbolj vsestranskih sestavin, zato se pogosto uporabljajo v živilski industriji za različne namene. Jajca delujejo kot zgoščevalno sredstvo (koagulacija beljakovin), rahljajno sredstvo (sneg iz beljakov), emulgator, barvilo, aroma in hranilo (Garces-Rimon idr., 2016).

Zgradba jajca

Jajčna lupina predstavlja 9-12 % celotnega jajca. Sestavljena je iz kristalov kalcijevega karbonata (CaCO_3), vode in organske snovi. Lupina je polprepustna membrana, saj je zgrajena iz drobnih por. Služi za zaščito pred zunanjim okoljem. *Zgornja in spodnja membrana* ležita med jajčno lupino in beljakom. Jajcu omogočata zaščito pred bakterijami. Sestavljeni sta iz keratina, beljakovine, ki je tudi v človeških laseh. *Zračna komora* nastane, ko se med valjenjem vsebina jajca krči in širi. Običajno je na spodnjem delu jajca med zunanjo in notranjo membrano. Starejša jajca imajo večjo zračno komoro kot sveža jajca. *Beljak* predstavlja 60 % celotnega jajca. Sestavljen je iz vode (88 %), beljakovin (10 %), ogljikovih hidratov (1 %) in lipidov (1 %). Najbolj notranja plast beljaka obdaja rumenjaki. V beljaku so tudi *beljakovinske vrvice*, ki stabilizirajo rumenjaki in pritrdijo rumenjakovno membrano na spodnjo membrano. *Rumenjak* predstavlja 30-33 % celotnega jajca. Sestavljen je iz vode (50 %), beljakovin (15-17 %) in lipidov (31-35%). Poleg vsega omenjenega sta v rumenjaku tudi lutein in zeaksantin, barvili iz skupine karotenoidov. Barva rumenjaka je lahko rumene pa vse do temno oranžne barve. Obdaja ga *rumenjakovna membrana* (Anatomy of an Egg, b. d.; Holcman idr., 2004).

Slika 1

Zgradba kokošjega jajca


Anatomy of an Egg. (b. d.). <https://www.exploratorium.edu/cooking/eggs/eggcomposition.html>
Hranilne snovi v jajcu
Tabela 1
Hranilna vrednost svežega jajca (50 g)

| Hranilna snov (enota) | Celo jajce | Jajčni beljak | Jajčni rumenjak |
|---------------------------|------------|---------------|-----------------|
| Kalorije (kcal) | 70,0 | 15,0 | 55,0 |
| Beljakovine (g) | 6,3 | 3,6 | 2,7 |
| Skupaj maščobe (g) | 5,0 | 0,1 | 4,9 |
| Nasičene maščobe (g) | 1,6 | 0,0 | 1,6 |
| Holin (mg) | 125,0 | 0,0 | 125,0 |
| Lutein in zeaksantin (µg) | 166,0 | 0,0 | 166,0 |
| Vitamin A (IU) | 244,0 | 0,0 | 244,0 |
| Vitamin D (IU) | 18,0 | 0,0 | 18,0 |
| Vitamin E (mg) | 0,5 | 0,0 | 0,5 |
| Vitamin B12 (µg) | 0,7 | 0,0 | 0,6 |
| Kalcij (mg) | 26,0 | 2,0 | 24,0 |

 Prirejeno po Koch, V. in Kostanjevec, S. (2015). *Jajca* [Predstavitev PPT].

Shranjevanje jajc

- Pri shranjevanju se izogibamo naglim temperaturnim spremembam, ker to povzroča površinsko rosenje jajc. V takšnih pogojih se pospeši rast mikroorganizmov na zunanji strani lupine in poveča možnost za njihov vdor v notranjost jajca skozi pore lupine.
- Kadar kupimo jajca, ki so bila shranjena v hladilniku, jih do doma odnesemo v izolirni vrečki ali hladilni torbi.
- Doma jajca shranjujemo v hladilniku, na temperaturi in do roka uporabe, kot je označeno na označbi. Kakovost jajc, ki so shranjena pri sobni temperaturi, se v enem dnevu poslabša bolj kot pri jajcih, ki so shranjena 7 dni v hladilniku.
- Jajca hranimo v originalni embalaži, saj s tem zmanjšamo izgubo mase jajc zaradi izhlapevanja vode in plinov, preprečimo, da bi se jajca navzela tujih vonjev in se izognemo navzkrižnemu onesnaženju.
- Jajca morajo biti v embalaži pravilno postavljena, in sicer z ožjim delom navzdol (Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2016).

GELACIJA – PROCES SPREMINJANJA TEKSTURE

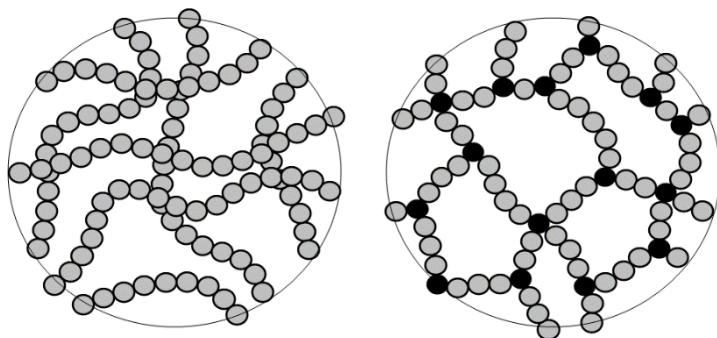
Gelacija je proces urejene agregacije beljakovin, ki so lahko denaturirane ali ne denaturirane in tvorijo 3D mrežo. Interakcije polimer-polimer in polimer-topilo ter privlačne in odbojne sile so uravnotežene tako, da je mogoče oblikovati dobro urejeno 3D mrežo (Gossett idr., 1984).

Pri procesu geliranja ali zgoščanja govorimo o koloidnih raztopinah. Koloidne raztopine so disperzni sistemi trdnega topljenca v tekočem topilu. Velikost delcev topljenca je med 10 in 1000 Å. Koloidne raztopine se lahko nahajajo v dveh stanjih – sol stanje in gel stanje (Devetak idr., 2020). Proces gelacije lahko poteka na več različnih načinov. Prvi način je ta, da tekoči fazi dodamo želirno sredstvo, ki dispergira v disperznem mediju. Drug način je povezovanje molekul polimera neposredno ali posredno s koagulantom (Ca^{2+}). Tretji način pa je navzkrižno povezovanje molekul polimerov (zamreženje) (Devetak, 2020).

Geliranje običajno poteka v dveh stopnjah. Gelirno sredstvo najprej dispergiramo (čim bolj enakomerno z intenzivnim mešanjem razporedimo po raztopini), nato pa sprožimo geliranje bodisi z ohlajevanjem, segrevanjem ali pri sobni temperaturi (ne mešamo več) ali pa z dodatki, ki sprožijo reakcijo zamreževanja molekul hidrokoloida (Devetak idr., 2020). Stopnja gelacije je odvisna od narave molekul, ki povzročijo gelacijo. Polimerne molekule imajo tendenco, da se povezujejo z medmolekulskimi vezmi, kot so vodikove in ionske vezi, ki jih uvrščamo med močnejše medmolekulske vezi. Proces gelacije poteče v primeru, ko se polimerne molekule med seboj povežejo z močnejšimi medmolekulskimi vezmi. S tvorbo povezav med polimernimi molekulami se povečuje efektivna molska masa polimera, kar vodi do povečane viskoznosti. Mehanizmi gelacije so odvisni od vrste povezav med molekulami in njihove relativne stabilnosti (Devetak, 2020).

Slika 2

Predhodno stanje polimera (levo) in gel stanje (desno)



Gelation. (b.d.). V *Wikipedija: prosta enciklopedija*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Gelation>

Navzkrižno povezovanje molekul (zamreženje) je lahko inducirano kemijsko ali fizikalno. Kemijske povezave med molekulami so običajno ireverzibilne, fizikalne pa reverzibilne. Fizikalne gelacije so pogostejše kot kemijske. Primer kemijske gelacije je geliranje rumenjaka in beljaka pri segrevanju jajc. Stopnja gelacije rumenjaka in beljaka je odvisna od temperature in časa kuhanja jajc. Proces gelacije rumenjaka in beljaka v jajcih poteka v dveh fazah. V prvi fazi potече denaturacija jajčnih beljakovin. V 2. fazi pa nastanejo kovalentne vezi med molekulami albuminov (S-S disulfidne vezi med cisteinskimi ostanki). Beljak tvori gel stanje pri temperaturi 52 °C, rumenjak pa pri temperaturi 58 °C (Devetak, 2020).

LITERATURA

Anatomy of an Egg. (b. d.). <https://www.exploratorium.edu/cooking/eggs/eggcomposition.html>

Devetak, I. (2020). *Tehnike v sodobni gastronomiji: Spreminjanje teksture – gelacija* [Predstavitev PPT].

Devetak, I., Erjavšek, M. in Vinko, L. (2020). *Molekularni in prebranski vidiki v sodobni gastronomiji z navodili za laboratorijske vaje*.

Garces-Rimon, M., Sandoval, M., Molina, E., Lopez-Fandino, R. in Miguel, M. (2016). Egg protein hydrolysates: New culinary textures. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 3, 17-22. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X15000190>

Gelation. (b.d.). V *Wikipedija: prosta enciklopedija*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Gelation>

Gossett, P. W., Rizvi, S. S. H. in Baker, R. C. (1984). Quantitative Analysis of Gelation in Egg Protein Systems. *Food technology*, 38 (5), 67-96. <https://cool.culturalheritage.org/albumen/library/c20/gossett1984.html>

Holcman, A., Salobir, J., Zorman-Rojs, O. in Kavčič, S. (2004). *Reja kokoši v manjših jatah*. Kmečki glas.

Koch, V. in Kostanjevec, S. (2015). *Jajca* [Predstavitev PPT].

Nacionalni inštitut za javno zdravje. (2016). *Higiensko ravnanje z jajci*. <https://www.nijz.si/sl/higiensko-ravnanje-z-jajci>

Pravilnik o kakovosti jajc (2003). *Uradni list RS*, št. 54/00, 52/02 – ZDU-1 in 58/02 – ZMR-1). <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2003-01-3921/pravilnik-o-kakovosti-jajc>

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

a) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

UVOD V POSKUS

- Učence pred delom razdelimo v pare. Na delovnem pultu imajo pripravljene pladnje z laboratorijskimi pripomočki in uporabljenimi snovmi. Raziskovali bodo, ali čas kuhanja jajc vpliva na stopnjo njihove gelacije.

POŠTENOST POSKUSA

- Učence usmerimo, da razmislijo o spremenljivkah in konstantah poskusa.
- **Odvisna spremenljivka:** stopnja gelacije jajc.
- **Neodvisna spremenljivka:** čas.
- **Konstante:** velikost jajc, starost jajc, količina vode v čaši, vrsta jajc, temperatura vode v čaši.

1. DEL POSKUSA

- Učenci pripravijo gorilnik in v 2000 ml čašo odmerijo 1,5 litra vode. Čašo postavijo na keramično ploščico in vanjo z žlico postavijo 4 jajca. Počakajo toliko časa, da voda zavre. Ko voda zavre, s termometrom izmerijo temperaturo vode. Ko voda zavre, pričnejo z merjenjem časa. Po 3 minutah vzamejo iz čaše prvo jajce, ga dajo v ledeno kopel za 2 minuti in ga odložijo na petrijevko 1. Po 7 minutah iz čaše vzamejo drugo jajce, ga dajo v ledeno kopel za 2 minuti in ga odložijo na petrijevko 2. Po 12 minutah iz čaše vzamejo tretje jajce, ga dajo v ledeno kopel za 2 minuti in ga odložijo na petrijevko 3. Po 20 minutah iz čaše vzamejo četrto jajce, ga dajo v ledeno kopel in ga odložijo na petrijevko 4. Med kuhanjem jajc lahko učenci še nekajkrat izmerijo temperaturo vode, da se prepričajo, da je temperatura v časi res ves čas enaka.

2. DEL POSKUSA

- Učenci v štiri 250 ml čaše ubijejo štiri jajca. Nato pripravijo gorilnik in v 1000 ml čašo odmerijo 0,5 litra vode in 1 žlico kisa. Čašo postavijo na keramično ploščico in počakajo toliko časa, da voda zavre. Ko voda zavre, s termometrom izmerijo temperaturo vode. Ko voda zavre, naredijo s stekleno palčko vrtinec. V vrtinec počasi vlijejo prvo ubito jajce in začnejo z merjenjem časa. Po 3 minutah vzamejo jajce in čaše, ga dajo v ledeno kopel za 2 minuti in ga odložijo na petrijevko 5. Učenci enak postopek ponovijo še z ostalimi jajci. Drugo jajce kuhajo 7 minut, tretje 12 minut in četrto 20 minut. Med kuhanjem jajc lahko učenci še nekajkrat izmerijo temperaturo vode, da se prepričajo, da je temperatura v časi res ves čas enaka.

b) Seznam

1. DEL REZULTATI

- Učenci olupijo vsa štiri ohlajena jajca in jih prečno prerežejo z nožem. Pozorni so na gelacijo rumenjaka in beljaka, barvo rumenjaka in beljaka ter kako se jajca lupijo. Učenci odgovorijo na raziskovalno vprašanje in potrdijo oziroma zavržejo svoje hipoteze.

2. DEL REZULTATI

- Učenci z nožem prečno prerežejo ohlajena jajca. Pozorni so na gelacijo rumenjaka in beljaka ter barvo rumenjaka in beljaka. Učenci odgovorijo na raziskovalno vprašanje in potrdijo oziroma zavržejo svoje hipoteze.

laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

Laboratorijski inventar/pripomočki

- Gorilnik.
- Stojalo za gorilnik.
- Keramična ploščica.
- Čaša 2000 ml.
- Čaša 1000 ml.
- Čaša 500 ml.
- 4 čaše 250 ml.
- 8 steklenih petrijevk.
- Steklena palčka.
- Termometer.
- Kovinska žlica.
- Nož.
- Štoparica.
- Vžigalnik.

Uporabljene snovi





- Voda.
- 8 jajc.
- Led.
- Kis.





Piktogrami
REZULTATI

Če jajca kuhamo 3 minute, rumenjaki ostane tekoči, beljak pa mehek ali nekoliko tekoč. Če jajca kuhamo 7 minut, je rumenjak mehek, beljak pa čvrst. Če jajca kuhamo 12 minut, sta rumenjak in beljak čvrsta. Če jajca kuhamo 20 minut, je rumenjak čvrst in drobljiv, po robovih pa lahko opazimo zeleno barvo. Ugotovimo, da je od časa kuhanja jajc odvisna stopnja njihove gelacije. Obe hipotezi lahko potrdimo.

H1: Čas kuhanja jajc vpliva na stopnjo gelacije.

H2: Daljši kot je čas kuhanja jajca, večja je njegova stopnja gelacije.

| Kuhanje jajc z lupino | | | |
|---|--|---|---|
| 3 minute | 7 minut | 12 minut | 20 minut |
|  |  |  |  |

| Kuhanje jajc brez lupine | | | |
|---|---|---|---|
| 3 minute | 7 minut | 12 minut | 20 minut |
|  |  |  |  |



Kuhanje jajc je eden od najpreprostejših kuharskih postopkov, ki pa marsikomu kljub enostavnosti povzroča veliko težav.

Ko jajca kuhamo z lupino, jih pred kuhanjem ogrejemo na sobno temperaturo. Pomembno je, da jih zložimo v primerno veliko posodo in pri tem pazimo, da jih ne poškodujemo. Jajca zalijemo s toliko hladne vode, da so v celoti pokrita. Posodo pristavimo na kuhalnik in vsebino na srednje močnem ognju počasi zavremo. Na takšen način nam pri kuhanju jajc ne bo popokala lupina.

Ko kuhamo jajca brez lupine, jih pred kuhanjem previdno ubijemo v manjšo posodo. Pazimo, da rumenjaki ostane nepoškodovani. V posodo nalijemo vodo, dodamo kis in pristavimo na kuhalnik. Vodo tik pred vretjem z žlico premešamo in s krožnimi gibi ustvarimo vrtinec. Manjšo posodo z jajcem približamo vodni površini in pustimo, da jajce zdrsne v vrtinec.

Če želimo mehko kuhana jajca, jih pustimo v vroči vodi 3 minute. Če želimo srednje kuhana jajca, jih pustimo v vroči vodi 7 minut. Če želimo trdo kuhana jajca, jih pustimo v vroči vodi 12 minut. Če jajca pustimo v vroči vodi 20 minut, so prekuhana. Pri mehko kuhanih jajcih rumenjak ostane tekoč, beljak pa mehek ali nekoliko tekoč. Pri poltrdo kuhanih jajcih je rumenjak mehek, beljak pa čvrst. Pri trdo kuhanih jajcih sta rumenjak in beljak čvrsta. Pri prekuhanih jajcih je rumenjak čvrst in drobljiv, po robovih pa lahko opazimo zeleno barvo. Zakaj se rumenjak včasih obarva zeleno? Razlog je predolgo kuhanje jajc. Železo (Fe^{2+}) v jajčnem rumenjaku in vodikov sulfid (H_2S) v beljaku reagirata, zato pride do nastanka železovega sulfida (FeS). Jajce je še vedno užitno, vendar ima manj prijetno aromo in nekoliko neprivlačno barvo.

Starejša jajca se lažje in lepše lupijo kot sveža jajca. Trdo kuhana jajca se lažje in lepše lupijo kot mehko kuhana jajca. Če želimo še enostavnejše lupljenje jajc, lahko vodi dodamo malo soli. Malo kisa v vodi za kuhanje pa prepreči, da se med kuhanjem iz jajca izlije beljak, v primeru, da razpoka lupina.

2. MODULI FORENZIKA

2.1 Zastrupitev s pitno vodo

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM

V Dolenji vasi naj bi imelo zaradi zastrupitve s pitno vodo okoli 200 vaščanov zdravstvene težave. Eden izmed zastrupljenih otrok je na žalost umrl. O nastali situaciji je bil obveščen tudi župan, ki je informacije posredoval zdravstvenemu inšpektoratu. Zdravstveni inšpektorat je takoj ukrepal in iz pogovora z obolelimi vaščani ugotovil, da je bil izvor zastrupitve voda. Pred nekaj tedni so namreč ugotovili, da je v bližini vasi počila vodovodna cev, ki z vodo oskrbuje celotno vas. Komunalna služba je poškodbo sanirala, vendar so bile posledice na vodnih sistemih prepozno odpravljene. Zdravstveni inšpektorat je na kraj poslal forenzike, ki so vzeli vzorce vode na mestu, kjer je počila cev in jih odnesli v laboratorij. Vaša naloga je, da z uporabo laboratorijske analize poskušate ugotoviti vzrok množične zastrupitve z vodo.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

1. Kateri ioni so prisotni v vodi?
2. Kakšni so simptomi zastrupitve s pitno vodo?
3. Kolikšna koncentracija amonijevih, nitratnih, sulfatnih in fosfatnih ionov v vodi predstavlja tveganje za zdravje? Kateri ioni so povzročili zastrupitev z vodo?
4. Kakšen je vzrok povečane koncentracije ionov v vodi?
5. Na kakšen način bi lahko omejili vnos umetnih gnojil v kmetijstvu?

RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

Kolikšna koncentracija amonijevih, nitratnih, sulfatnih in fosfatnih ionov v vodi predstavlja tveganje za zdravje? Kateri ioni so povzročili zastrupitev z vodo?

HIPOTEZE

H1: Koncentracija ionov v vodi je bila nad dovoljeno vrednostjo.

H2: Koncentracija amonijevih ionov je bila nad dovoljeno vrednostjo.

H3: Koncentracija nitratnih ionov je bila nad dovoljeno vrednostjo.

H4: Koncentracija sulfatnih ionov je bila nad dovoljeno vrednostjo.

H5: Koncentracija fosfatnih ionov je bila nad dovoljeno vrednostjo.

TEORETIČNA IZHODIŠČA

Voda je anorganska kemijska spojina, ki jo najdemo na Zemlji. Vsaka molekula vode je sestavljena iz dveh atomov vodika in enega atoma kisika. Čista voda je brez vonja, okusa in je skoraj brezbarvna (Ambulkar, 2020).

Količina vode na Zemlji predstavlja 1,39 milijard kubičnih kilometrov, od tega je 96,5 % oceanov, 1,7 % ledenikov in snega ter 1,7 % podtalnice, jezer in rek. Manj kot 1 % vode je v obliki vodne pare. Voda je praktično povsod na Zemlji. Poleg tega je edina snov, ki jo v naravi najdemo v vseh agregatnih stanjih: plinastem, tekočem in trdnem. Voda prekriva 75 % Zemljine površine (Chanine idr., 2010).

Za človeške potrebe je zlasti pomembna količina sladke vode, ki se uporablja predvsem za pitje in kmetijstvo. Sladka voda nastaja v jezerih, rekah, podtalnici in zmrznjena kot sneg in led. Podtalnica predstavlja 22 – 30 % sladke vode (Chanine idr., 2010).

Sestava vode je odvisna od številnih dejavnikov, kot so geološka podlaga, raztapljanje snovi v vodi in kemijske reakcije vode z različnimi snovmi (Delić, 2014).

Voda je bistvena sestavina življenja. Pomaga pri delovanju telesnih funkcij kot je dovajanje hranil, prebava, uravnavanje temperature itd. Voda se uporablja pri vsakodnevni gospodinjskih potrebah kot so pitje, kuhanje in umivanje. V kmetijstvu se velike količine vode uporabljajo za gojenje poljščin in proizvodnjo hrane. V industriji pa vodo potrebujejo za proizvodne procese, čiščenje, hlajenje ipd. Onesnaženje površinskih in podtalnih virov je ena največjih groženj pitni vodi. Človeške dejavnosti in naravne spremembe v različnih delih sveta na različne načine onesnažujejo te življenjske vire. Vodo onesnažujejo

industrijske odplake, komunalni izpusti in kemikalije. Naravne spremembe kot so potresi, vulkani in poplave pa lahko še dodajo nezaželene sestavine vodnim virom. Vse skupaj negativno vpliva na kakovost pitne vode (Ambulkar, 2020).

Pitna voda

Pitna voda je čista voda, ki jo ljudje uživamo z minimalnim tveganjem. Poleg tega ne vsebuje škodljivih snovi in povzročiteljev bolezni ter ima ustrezno vsebnost mineralov. Voda je namenjena pitju, kuhanju, pripravi hrane ali za druge gospodinske namene (Wikipedija, 2020 in Kaj je pitna voda?, 2015).

90% slovenskega prebivalstva je vključeno v oskrbo s pitno vodo. Kakovost pitne vode v Sloveniji določa Pravilnik o pitni vodi, ki je usklajen z direktivo Evropske unije (NIJZ, 2008).

Parametre po katerih spremljamo kakovost vode razdelimo na: mikrobiološke, kemijske in fizikalne. Največja pozornost je posvečena mikrobiološkim parametrom, zaradi najpogostejših akutnih posledic. Kemijske snovi so ponavadi prisotne v nižjih koncentracijah in so povezane z kroničnimi učinki. Pri vsaki analizi se preveri tudi indikatorski pomen pojava in dinamika, ki nam pove ali gre za enkratni pojav, stalen pojav, naraščanje, padanje ipd. Spremembe in odstopanja prinesejo tudi zdravstvena tveganja. S poznavanjem pitne vode bolje razumemo tudi zdravstvena tveganja, ki nastanejo. Vedeti pa moramo, da je analiza posameznega vzorca lahko le odraz trenutka, za celotno stanje je potrebno stalno spremljanje (NIJZ, 2008).

Mikrobiološki parametri pokažejo obseg in stopnjo onesnaženosti pitne vode z mikroorganizmi. Rutinsko se določa fekalne bakterije, kot so *Escherichia coli* in enterokoki ter indikatorske bakterije, kot so *Clostridium perfringens* s spori, koliformne bakterije in število kolonij pri 22 °C in pri 37 °C. V embalirani pitni vodi določajo še bakterije *Pseudomonas aeruginosa*. V kolikor pride do prisotnosti bakterij v meri, da te ogrožajo zdravje ljudi, mora upravljalec čim prej ugotoviti vzrok in izvesti ukrepe za odpravo. Do odprave vzrokov in ureditve ustreznih postopkov je potrebno prekuhanje pitne vode pri uporabi za pitje, kuhanja in pripravo hrane. O tem morajo biti obveščeni vsi uporabniki. Poleg bakterij se z mikrobiološkimi parametri določajo še virusi in paraziti v pitni vodi (NIJZ, 2014).

Kemijske parametre oz. snovi, ki jih lahko najdemo v pitni vodi so akrilamid, antimon, arzen, baker, benzen, fluorid, nitrati in nitriti, pesticidi, svinec, živo srebro itd. (NIJZ, 2014)

Fizikalno-kemični indikatorski parametri oz. snovi, ki jih lahko najdemo v pitni vodi so aluminij, amonij, klorid, natrij, železo, sulfat, električna prevodnost, koncentracija vodikovih ionov, motnost, okus, vonj in barva itd. (NIJZ, 2014).

Onesnaževanje vode

Onesnažena voda je voda, katere sestava je bila spremenjena do te mere, da ni več uporabna. Voda ni uporabna za pitje, kuhanje ali pripravo jedi. Poleg tega je tudi ni možno uporabljati v kmetijstvu. Najpogostejši vzrok za onesnaženje oz. poslabšano kakovost vode je človekova dejavnost in njene posledice. Glavni povzročitelji so globalno segrevanje, krčenje gozdov, industrija, kmetijstvo, živinoreja, odlaganje smeti, fekalne vode, promet itd. (Water pollution, 2020)

Med organska onesnaževala vode uvrščamo pesticide in herbicide. Pesticidi so kemična sredstva za varstvo rastlin. Uporabljajo se za zatiranje škodljivcev rastlin, mikroorganizmov in plevelov. Pesticide razdelimo, glede na vrsto organizma, ki ga zatirajo, na baktericide, fungicide, insekticide, herbicide, algicide, nematocide, moluskicide in rodenticide. Herbicidi so kemične snovi, ki so namenjeni zatiranju rastlin. Namenjeni so zatiranju na kopnem rastočih plevelnih enoletnic in večletnic (Remic, 2013).

Med anorganske onesnaževalce uvrščamo nitratne, amonijeve, fosfatne, sulfatne, cianidne, hidrogensulfidne ione ipd. (Remic, 2013).

Amonij (NH_4^+)

Amonijak je v vodni topna snov in pri reakciji z vodo tvori amonijeve (NH_4^+) ione. Amonijev ion, ki nastane imenujemo amonij. Amonij v vodi najdemo kot posledico komunalnega, kmetijskega in industrijskega onesnaženja. V podzemnih in površinskih vodah je dovoljena koncentracija pod 0,2 mg/L. Povečana koncentracija amonija v pitni vodi je lahko posledica fekalnega onesnaženja. Koncentracije amonija v pitni vodi ne predstavljajo neposredne nevarnosti za zdravje. Izpostavljenost nad 200 mg na kg telesne teže lahko povzroči toksičen učinek. Mejna vrednost amonija v pitni vodi je 0,50 mg/L. Ob ugotovljeni preseženi koncentraciji je potrebno takojšnje ugotavljanje in odpravljanje vzrokov. Vzrok je lahko v surovi vodi ali v fekalnem onesnaženju (NIJZ, 2014).

Sulfatni (SO_4^{2-}) ioni

Sulfate oz. sulfatne (SO_4^-) ione najdemo v naravi v mnogih kamninah. Pogosto se uporabljajo v kemijski industriji. V okolju so prisotni kot posledica emisij žveplovega dioksida in kislega dežja. V okolju so stabilni, topnost je odvisna od spremljajočih kationov. Pri koncentraciji nad 250 mg/L lahko v pitni vodi povzroči spremembo okusa. Pri koncentracijah 1000 – 1200 mg/L pa imajo odvajalni učinek. Delovanje pa je odvisno tudi od kationov. Mejna vrednost sulfata v pitni vodi je 250 mg/L. Ob ugotovljeni preseženi koncentraciji je potrebno takojšnje ukrepanje in odpravljanje vzrokov (NIJZ, 2014).

Fosfatni (PO_4^{3-}) ioni

Fosfor najdemo v različnih anorganskih in organskih oblikah. Prisoten je v kamninah, prsti in vodi. Fosfatni ioni oz. fosfati so soli fosforjeve kisline in se porabljajo kot umetna gnojila v kmetijstvu, v pralnih praških ipd. Mejne koncentracije fosfatnih ionov v pitni vodi niso določene (Delić, 2014).

Nitrat (NO_3^-)

Nitrate najdemo v naravi kot posledico človekove dejavnosti in sicer v umetnih in naravnih gnojilih, komunalnih odpadkih in industriji. Nitrati so v vodi so dobro topni, zato smo jim ljudje posledično izpostavljeni preko hrane in vode. Prav tako se nahajajo v nekaterem sadju in zelenjavi, konzervansih in zdravilih. Nitrati se v telesu reducirajo v nitrite (NO_2^-), s katerimi imajo v človeškem telesu škodljiv učinek. Pojav methemoglobinemije je posledica oksidacije hemoglobina. Methemoglobin, ki je reducirana oblika hemoglobina, ne more prenašati kisika po telesu. Posledično se njegova koncentracija večja, zmanjšuje pa se delež kisika. Pride lahko do omotičnosti, slabosti, glavobola, hitrega bitja srca, težkega

dihanja, zaspanosti in celo smrti. Ogroženi so predvsem dojenčki stari do 6 mesecev, nosečnice in ljudje s pomankanjem nekaterih encimov. Mejna koncentracija nitratov je 50 mg/L. Ob ugotovljeni preseženi koncentraciji je potrebno takojšnje ugotavljanje in odpravljanje vzrokov. Uživanje vode ni primerno in jo je treba omejiti in priskrbeti nadomestno vodo, saj prekuhavanje nitratov ne uniči (NIJZ, 2014).

Ambulkar, A. (2020). *Water Explained in 5 Questions*. Britanica.com. <https://www.britannica.com/list/water-explained-in-5-questions>

Chanine, M., Graham, S. in Parkinson, C. (1. 10. 2010). *The water cycle*. Earthobservatory.nasa.gov: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Water>

Delić, A. (2014). *Učenje analize vode s Profiles učno strategijo*. [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. Repozitorij UL. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=29770&lang=slv&prip=dkum:8709680:d2>

Kaj je pitna voda? (2015). <https://www.grini.si/grinipedia/kaj-je-pitna-voda>

NIJZ. (19. 8. 2008). *Pitna voda*. <https://www.nijz.si/sl/pitna-voda>

NIJZ. (2014). *Fizikalno-kemični indikatorski parametri*. <https://www.nijz.si/sl/fizikalno-kemicni-indikatorski-parametri>

NIJZ. (2014). *Opis kemijskih parametrov*. <https://www.nijz.si/sl/opisi-kemijskih-parametrov>

NIJZ. (2014). *Opis mikrobioloških parametrov - bakterije*. <https://www.nijz.si/sl/opisi-mikrobioloskih-parametrov-bakterije#escherichia-coli>

Remic, A. (2013). *Določanje fosfata v vodi*. [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Naravoslovnotehniška fakulteta]. Repozitorij UL. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=27319&lang=slv>

Water pollution (b. d.). <https://www.iberdrola.com/sustainability/water-pollution>

Wikipedija. (2020). *Pitna voda*. https://sl.wikipedia.org/wiki/Pitna_voda


NAMEN VAJE:

Rešiti forenzični problem z laboratorijsko analizo prisotnosti amonijevih, nitratnih, sulfatnih fosfatnih ionov v vodi.

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA
ANALIZA VODE S HITRIMI TESTI

S hitrimi testi bomo določevali koncentracijo sledečih ionov v vodi: amonij, nitrat, fosfat in sulfat.

Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Komplet reagentov in potrebščin za analizo vode | |
| Uporabljene snovi | Piktogrami |
| <ul style="list-style-type: none"> vzorec vode reagent NH_4^+ reagent NO_3^- reagent PO_4 reagent SO_4 |  |

Amonij (NH_4^+)

Postopek temelji na tvorbi barvila indofenol modro, ki se v alkalnem pH območju tvori iz amonijevega iona, klora in timola.

POSTOPEK:

- V vsakega od merilnih valjev nalijemo po 5 mL vzorca. Enega od valjev položimo na položaj A.

2. V valj B dodamo 10 kapljic reagenta NH_4^+ -1. Zapremo in premešamo.
3. Dodamo 1 žličko reagenta NH_4^+ -2. Zapremo in premešamo, da se reagent raztopi. **Počakamo 5 minut.**
4. Dodamo 4 kapljice reagenta NH_4^+ -3. Zapremo in premešamo.
5. Počakamo 7 minut, nato odpremo valj in ga damo na pozicijo B na komparatorju.
6. Komparator premikamo toliko časa, dokler se barvi v valju A in B ne ujemata. Pri tem opazujemo obarvanost z vrha valjev.

Nitrat (NO_3^-)

Pri določevanju nitrata najprej nitrat reduciramo do nitrita. Nitritni ion tvori z ustreznim aromatskim aminom oranžno-rumeno azo barvilo.

POSTOPEK:

1. V vsakega od merilnih valjev nalijemo po 5 mL vzorca. Enega od valjev položimo na položaj A.
2. V valj B dodamo 10 kapljic reagenta NO_3^- -1. Zapremo in premešamo.
3. Dodamo 1 žličko reagenta NO_3^- -2. Zapremo in takoj začnemo mešati raztopino. **Mešamo 1 minuto.**
4. Počakamo 5 minut, nato odpremo valj in ga damo na pozicijo B na komparatorju.
5. Komparator premikamo toliko časa, dokler se barvi v valju A in B ne ujemata. Pri tem opazujemo obarvanost z vrha valjev.

Fosfat (PO_4^{3-})

Amonijev molibdat tvori s fosfatnimi ioni fosfomolibdenovo kislino, ki jo reduciramo v fosfomolibdenovo modro.

POSTOPEK:

1. V vsakega od merilnih valjev nalijemo po 5 mL vzorca. Enega od valjev položimo na položaj A.
2. V valj B dodamo 6 kapljic reagenta PO_4 -1. Zapremo in premešamo.
3. Dodamo 6 kapljic reagenta PO_4 -2. Zapremo in premešamo.
4. Počakamo **10 minut**, nato odpremo valj in ga damo na pozicijo B na komparatorju.
5. Komparator premikamo toliko časa, dokler se barvi v valju A in B ne ujemata. Pri tem opazujemo obarvanost z vrha valjev.

Sulfat (SO_4^{2-})

Določanje sulfata temelji na merjenju motnosti barijevega sulfata v raztopini.



1. Valj večkrat speremo z vzorcem in ga napolnimo do 20 mL.
2. Valj držimo navpično in počasi dodamo 10 kapljic reagenta **SO₄-1**. Premešamo.
3. Dodamo 1 žličko reagenta **SO₄-2** in ga raztopimo z rahlim mešanjem. Raztopina postane bolj ali manj motna.
4. Po **1 minuti** zlivamo raztopino iz valja v merilno epruveto in opazujemo izginjanje črnega križca na dnu epruvete. Ko križec izgine oziroma ga ne opazimo več, nehamo prelivati. Raztopino opazujemo navpično z vrha. Koncentracijo odčitamo kot nivo spodnjega meniskusa raztopine.

REZULTATI

1. Koncentracija nitratnih ionov je 60 mg/L
2. Koncentracija amonijevih ionov je 0,5 mg/L.
3. Koncentracija fosfatnih ionov je 0,7 mg/L.
4. Koncentracija sulfatnih ionov je 23 mg/L.

REŠITEV PROBLEMA

Koncentracija nitratnih ionov v vodi je bila nad dovoljeno vrednostjo, kar je povzročilo zastrupitev vaščanov in smrt otroka.

2.2 Ugrabitev

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

1. DEL

Pred tednom dni, se je mlada družinica odpravila v park, kjer se je njihova 3 letna deklica lahko igrala z njenimi sovrstniki. Starša sta si zaželela kave, zato sta stopila do bližnje stojnice, kjer so jo prodajali. Ko sta pogledala nazaj proti igrišču, nikakor nista uspela najti svoje hčerke. V paniki, sta začela klicati njeno ime ter mimoidoče spraševala, če so videli malo deklico oblečeno v roza oblekico in belo jopico, s seboj pa je imela tudi medvedka. Noben jima ni mogel pomagati, zato sta vsa prestrašena in obupana odšla na policijo. Tam sta podala svojo izjavo, v kateri sta povedala kje in kdaj se je to zgodilo ter opisala njuno deklico, kaj je imela oblečeno in kaj je imela še s seboj. Od tega trenutka dalje sta bila primorana ostati doma s posebno ekipo in čakati na klic ugrabitelja. Klica ni bilo, dobila pa sta pošiljko. V njej je bilo pismo, v katerem je ugrabitelj zahteval veliko vsoto denarja v zameno za njuno deklico. Ekipa, ki je bila z njima ves čas, je pismo vzela s seboj v forenzični laboratorij v upanju, da najdejo kakšne sledi, ki bi jim pomagale ujeti ugrabitelja. Na pismu se res našli prstne odtise, ki vas bodo pripeljali do osumljenca.

2. DEL (pokaže se po rešitvi prvega dela)

S pridobljenim naslovom se kriminalisti (učenci) odpravijo do danega stanovanja, v upanju, da bodo tam našli deklico. Ko so vdrli v njegovo stanovanje, tam niso našli ničesar, le medvedka, za katerega so starši potrdili, da je od njune deklice. Medvedka so kot dokaz prav tako odpeljali v forenzični laboratorij. Na njem so izsledili čisto majhen, na oko neprepoznaven, biološki material iz katerega so izolirali DNA.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

Kakšna metoda odvzema prstnih odtisov je najbolj primerna za primer zapisan v zgodbi?

- Za odvzem prstnih odtisov iz zgodbe, ni pomembno, katero metodo uporabimo.

Na kakšne načine lahko uporabimo biološki material v procesu preiskovanja kriminalističnih dogodkov?

- Z izoliranjem DNA, s preiskovanjem spor rastlin, preiskovanjem dlak živali.

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Kakšne načine odvzema prstnih odtisov uporabljamo glede na vrsto materiala, kjer se prstni odtis nahaja?

Na kakšen način je potrebno pripraviti biološki material za izolacijo DNA in na kakšen način se jo določa?

Na podlagi površine, na kateri se prstni odtis nahaja, lahko za razvijanje prstnega odtisa iz vzorca uporabimo metodo s hlapi joda, med tem ko metode z uporabo ninhidrina ne bi mogli uporabiti.

Iz biološkega materiala pridobljenega v procesu preiskovanja, je lahko izolirati DNA. S pomočjo elektroforeze, lahko določiti komu pripada DNA.



PRSTNI ODTISI

Prstni odtis je definiran kot odtis, ki ga naredi koža blazinice človeškega prsta. Prstne blazinice so prekrivane z majhnimi grebeni; dvignjeni deli kože – dermalni grebeni; omogočajo tesnejši stik predmeta, ki ga primemo. Če ti grebeni pritisnejo ob površino pustimo za seboj prstne odtise. Odtis sestavljajo izločki kožnih žlez znojnic; raztopina vode, olj in soli ter umazanija vsakodnevnih dejavnosti. Unikatni vzorci grebenov prstnih blazinic nastanejo na začetku 10 tedna nosečnosti, ko je fetus približno 8 cm velik. Podobni vzorci se naredijo tudi na dlaneh, stopalih in ustnicah. Grebeni se tvorijo v zarodni plasti epidermisa; pri fetusu ta plast raste hitreje kot zgornje plasti epidermisa in podkožje; zato se naguba. Če so vzorci na levi in desni roki simetrični, to običajno kaže, da se je zarodek razvijal v stabilnem prenatalnem okolju, medtem ko asimetrija kaže, da je bil zarodek izpostavljen stresu. Čim večja kot je asimetrija, tem večji je bil stres zarodka v maternici. Prstni odtis se s starostjo osebe ne spreminja, ampak raste v svoji prvotni obliki. Ko oseba preneha rasti, prstni odtis ostane v svoji velikosti nespremenjen. Vzorec ni mogoče poškodovati le z odstranitvijo zunanje odmrle plasti kože, ampak je potrebno odstraniti celoten epidermis. Majhen odstotek populacije (npr. rudarji ali nekateri glasbeniki) ima prstne odtise zaradi stalnega trenja poškodovane. Niti enojajčni dvojčki nimajo enakih prstnih odtisov, zato se prstni odtisi lahko uporabljajo za dokazovanje istovetnosti osebe in so nepogrešljiv element forenzičnega raziskovanja.

Za zajem značilnosti vzorca prstnega odtisa obstajajo različne algoritemske metode. Tiste najbolj razširjene temeljijo na prepoznavanju vzorca, ki ga imenujemo minucij. Pri algoritmih, temelječih na minucijah, je prstni odtis sestavljen iz grobih značilnosti, kot so loki, zanke in krogi, ter drobnih značilnosti, kot so na primer bifurkacije (razdelitve), delte (združevanja v obliki črke Y), prekrivanja, otoki, pore in konci grebenov. Jedro je središče prstnega odtisa. Prstni odtis ima okoli 40 minucij. Značilnost vsake izmed njih je položaj (koordinate), tip (bifurkacija, delta ali konec) in usmerjenost (orientacija). Skupek značilnosti več minucijev nam da predlogo prstnega odtisa. Če so značilnosti natančno zajete, je možnost, da bi imela dva prstna odtisa enake značilnosti, izjemno majhna.

Na prstnih odtisih, ki se na prvi pogled zdijo naključni, lahko prav za vsakega izmed njih določimo tipično območje vzorca. To je vedno obdano z značilnimi reliefi, ki so odraz obrisa

vzorca. Na območju vzorca se lahko tako pojavijo trije osnovni vzorci: 1) ločni vzorec, 2) zanka, ali 3) krožni vzorec.

| LOČNI VZOREC | ZANKA | KROŽNI VZOREC |
|--|--|---|
|  |  |  |
| <p>Predstavlja najpreprostejše sosledje paralelnih reliefnih izbočenih črt, ima tipičen videz hribovke. Na odtisu preprostega ločnega vzorca grebeni tečejo od ene strani na drugo, vmes pa je na sredini po navadi hriboček ali</p> | <p>Je eden izmed najpogostejših vrst vzorcev, je sestavljena iz niza reliefnih črt, ki so ostro zavite navzgor. Obstajata dve vrsti zank: 1) podlahtnična zanka (odpiranje proti mezincu) in 2) radialna</p> | <p>Je sestavljen iz več koncentričnih krogov, je običajno oblikovan iz dveh ali več združujočih se grebenov. Preprost krožni vzorec ima običajno dve delti in vsaj en greben, ki predstavlja 360-stopinjski krog.</p> |

| | | |
|---|--|--|
| val. Kompleksnejši ločni vzorci s šotorskim lokom imajo po navadi koničast vrh, ki je podoben šotoru. Ločni vzorec nima delte niti zaprtega območja vzorca. | zanka (odpiranje proti palcu). Redka je vrsta radialnih zank, ki se pri nekaterih ljudeh pojavljajo na kazalcu. Zanke imajo vedno definirano jedro, jasno območje vzorca in eno delto. | Ta je lahko spiralen, ovalen, krožen ali kakršna koli različica kroga. Včasih se pojavijo tudi vzorci, ki so videti, kot da bi bili sestavljeni iz mešanice dveh osnovnih vzorcev (t. i. kompoziti). Če ima kompozit eno delto, ga imenujemo zanka; če ga sestavljata dve delti, gre za krožni vzorec. |
|---|--|--|

Tri tipe prstnih odtisov je mogoče najti na kraju dogodka.

- Patentni prstni odtis – kadar je na prstnih blazinicah snov, ki pustijo prstni odtis na gladki površini (kri, črnilo, prah...)
- Plastični prstni odtisi – kadar je odtis viden v mehkem materialu (glina, vosek...)
- Latentni prstni odtisi – skriti prstni odtisi, ki so posledica ostankov maščob in soli iz žlez znojnic na prstnih blazinicah; naredimo jih lahko vidne na različne načine (s prahom, s kemijskimi reakcijami)

Na začetku forenzične preiskave je prstne odtise oseb treba najprej registrirati. Registracija

prstnega odtisa je sestavljena iz dveh poglavitnih delov: 1) zajema in 2) shranjevanja vzorčnega prstnega odtisa določene osebe. Odvzet prstni odtis se imenuje registrirana predloga osebe. Med forenzično preiskavo sistem z bralniki prstnih odtisov vzorce zajema in obdela tako kot med registracijo prstnega odtisa. Programska oprema nato zajet vzorec osumljenca primerja s predlogami, registriranimi v sistemu. Če sta zajet prstni odtis osumljenca in predloga skladna, je s tem potrjena istovetnost (identifikacija) in ugotovljena pristnost (avtentikacija).

Latentne prste odtise naredimo vidne in jih nato dvignemo. Vidne naredimo s prahom –

vpraševanje površin. Če je površina gladka in svetla, se uporablja fin ogljikov prah (ogljje). Z lepilnim trakom nato dvignejo prstni odtis; lepilni trak se prilepi na kartico prstnega odtisa z zapisanimi podatki o dogodku (datum, kraj, čas, zbiralec). Pred dvigovanjem prstnega odtisa ga je potrebno tudi fotografirati.

S pomočjo kemijske reakcije naredimo latentne prstne odtise vidne.

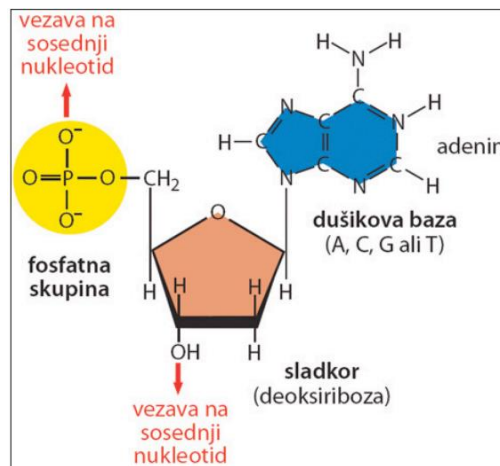
| Kemikalije | Površina s katere odvezamo prstni odtis | Aplikacija | Varnost | Kemijska reakcija | Latentni odtis |
|------------|---|---------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Ninhidrin | Papir | Vzorec potopimo ali | Ne vdihavaj ali izpostavljaš | Reagira z amonokislina | Vijolično – moder odtis |

| | | | | | |
|-------------------|--|--|--|---|---|
| | | posprejamo z ninhidrinom ter počakamo 24 ur | koži | mi (proteini) v znoju | |
| Hlapi cianoakrila | Hišne površine: plastika, kovina, steklo in koža | Vzorec pogrejemo v razvijalni komori s hlapi cianoakrila | Ne vdihavaj ali izpostavljaš koži: razdražljivo za membrane sluznice | Reagira aminokislinami | Bel odtis |
| Srebrov nitrat(V) | Les, stiropor | Vzorec potopimo ali posprejamo srebrovim nitratim(V) | Uporaba rokavic za izogibanje stika s kožo | Klorid iz soli v znoju z odtisa reagira s srebrovim nitratom(V) in tvori srebrov klorid | Črn ali rdečkasto rjav odtis pod UV svetlobo |
| Hlapi joda | Papir, karton, nepobarvane površine | Vzorec in kristale joda postavimo v komoro ter segrevamo | Toksičen vnos za dihala in prebavila | Jod reagira z ogljikovimi hidrati v latentnem odtisu | Rjavkast odtis (hitro izhlapi) mora biti fotografiran ali posprejan s škrobovo solucijo |

DNA BIOLOŠKEGA MATERIALA

Vsak organizem ima DNA (deoksiribonukleinsko kislino), ki jo najdemo v jedru celice. DNA skupaj z molekulo ribonukleinske kisline (RNA) spada med nukleinske (jedrne) kisline. To so biološke makromolekule, ki so za življenje nujno potrebne. So nosilke genetskih informacij v vseh živih organizmih. Nadzorujejo osnovne življenjske procese v celicah in so kemična vez med generacijami. Glavna vloga nukleinskih kislin je shranjevanje in zapisovanje bistvenih bioloških informacij, kot so na primer dedne lastnosti. Ta zapis je unikaten za vsakega človeka, razen rdečih krvničk, ki nimajo jedra, imajo vse druge celice DNA. DNA iste osebe je enak, in sicer ne glede na to, iz katerega dela telesa smo vzorec pridobili. V prokariotskih bakterijah se nahaja prosto v citoplazmi, v evkariotskih celicah (preostali organizmi) je v jedru (95 %) in nekaj malega v mitohondrijih ter plastidih (5 %). DNA vsebujejo tudi nekateri virusi – DNA-virusi.

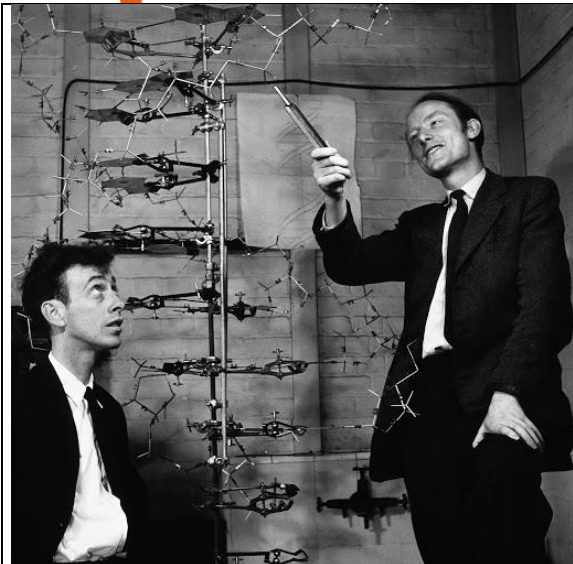
Nukleinske kisline so linearni polimeri, zgrajeni iz velikega števila manjših podenot, ki jih imenujemo nukleotidi. Ti se med seboj povezujejo v dolge verige – polinukleotidne molekule – s fosfodiesterскими vezmi. Genetska abeceda življenja na Zemlji je sestavljena iz štirih različnih nukleotidov. Njihovo zaporedje določa pomen genetske informacije. Nukleinske kisline so lahko zgrajene iz ene verige, ki se zvije v enojno vijačnico (RNA), ali dveh verig, ki se zvijeta v dvojno vijačnico (DNA). DNA in RNA se ločita tudi po enem nukleotidu. RNA vsebuje uracil, DNA pa timin. Nukleotid kot najmanjša gradbena enota nukleinskih kislin je v DNA sestavljen iz treh osnovnih delov: 1) sladkorja (deoksiriboze), 2) organske dušikove baze (adenin, citozin, gvanin in timin); 3) fosfatne skupine.



Organske dušikove baze so aromatske ciklične dušikove spojine. V vsakem nukleotidu je prisotna samo ena organska dušikova baza.

Fosfatni ion (PO_4^{3-}) je tretji gradbeni element vsakega nukleotida. Molekule DNA se med seboj razlikujejo po številu in vrstnem redu nukleotidov, ki jo gradijo. DNA je zgrajen iz dveh polinukleotidnih verig, ki se zavijata druga okrog druge v obliki dvojne vijačnice. Dvojno vijačnico stabilizirata dve vrsti vezi oziroma interakcij – vodikove in van der Waalove vezi. Vodikove vezi nastanejo med pari komplementarnih (ustrezajočih si) baz, ki so na nasprotnih verigah (A-T in G-C). Dušikove baze se znotraj vijačnice med seboj vežejo v bazne pare. Adenin se vedno veže s timinom in citozin vedno z gvaninom (Watson-Crickovo pravilo baznih parov). Med adeninom in timinom sta dve močni vodikovi vezi, med gvaninom in citozinom pa tri. Ko so DNA-molekule v dvojni vijačnici izpostavljene sorazmerno blagim razmeram, kot so na primer segrevanje, kisline, baze ali organska topila, se verigi ločita. Pravimo, da je dvojna vijačnica denaturirana. Če raztopino toplotno denaturirane DNA počasi ohlajamo, lahko opazujemo ponovno povezovanje obeh prostih verig v prvotno dvojno vijačnico. Ta proces pa imenujemo renaturacija. DNA je v evkariontskih celicah v celičnem jedru, ki je posebna struktura znotraj celice, obdana z lastno membrano. Znotraj jedra je DNA v kromatinu, ki pri celični delitvi postane viden kot kromosomi. Ena izmed najpomembnejših lastnosti DNA je podvajanje ali replikacija. To pomeni, da se ob enojni verigi sintetizira nova, ki je stari verigi komplementarna. Tako iz ene molekule DNA nastaneta dve, ki sta enaki. Podvajanje poteka pri evkariontih v jedru. Pri zapletenem procesu replikacije lahko pride tudi do napak, sprememb DNA, kar imenujemo mutacija.

Vlogo DNA za organizme sta leta 1953 opisala James Watson in Francis Crick ter tudi določila njeno molekularno strukturo, kar je pomenilo začetek molekularne biologije. Za svoje delo sta leta 1962 prejela Nobelovo nagrado.



Ugotavljanje istovetnosti DNA je v sodobni forenzični preiskavi zelo pomembno. Pri postopku elektroforeze DNA ločujemo nabite molekule v električnem polju, kar lahko uporabimo v analitske ali preparativne namene. Nukleinske kisline (npr. DNA) vsebujejo negativno nabite funkcionalne skupine (kot je na primer fosfatna skupina), zaradi česar v električnem polju potujejo od negativnega proti pozitivnemu polu, anodi. Na hitrost potovanja delcev, ki so izpostavljeni električnemu polju, vplivajo številni dejavniki, kot so: jakost električnega toka, nosilec, v katerem izvajamo elektroforezo, pa tudi velikost, oblika, naboj in kemijska sestava molekul, ki jih ločujemo. Separacijski postopek elektroforeze se izvaja v raztopini oziroma v nekem nosilcu ali na njem, ki je prepojen z ustreznim pufrom. Najpogostejši nosilci, ki morajo biti inertni ali pa morajo imeti ustrezne lastnosti, ki vplivajo na mobilnost molekul, so acetatna celuloza, silikagel, aluminijev oksid, poliakrilamid, škrob in agaroz. Za vse načine elektroforeze potrebujemo vir enosmerne napetosti in elektroforetsko komoro, v kateri je nosilec nameščen vodoravno ali navpično. Pri ločevanju različno veliki delci različno hitro potujejo v nosilcu in se tako ločijo. Te delce nato na neki način vizualiziramo (obarvanje, vezava fluorescirajočih molekul) in na razvitem elektroforetogramu opazimo različne lise (DNA-profil). Če se na DNA-profilu lise osumljenca skladajo z lisami DNA-vzorca, pridobljenega na kraju dogodka kaznivega dejanja, lahko sklepamo, da je osumljenec na kraju dogodka pustil biološko sled s svojim DNA. Tako lahko forenziki dokažejo, kdo je storilec nekega kaznivega dejanja. Opisani postopek identifikacije DNA je precej zapleten, zato elektroforeze DNA ni mogoče delati v šolskem laboratoriju. Verižna reakcija z encimom DNA – polimeraza (angl. PCR – Polymerase Chain Reaction), ki omogoča kopiranje specifičnih odsekov makromolekule DNA, je za šole predraga metoda. Za šole prav tako ni priporočljiva uporaba znanega barvila etidijevega bromida, s pomočjo katerega lahko izoliran DNA vizualiziramo, saj je ta rakotvoren.

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

a) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa. 1 del / 2 del

| 1. DEL | |
|--------------------------|---|
| RAZISKOVANJE | Učence razdelimo v skupine raziskovalcev. Skupinsko se prebere prvi del zgodbe in učence povpraša, na katero stvar bi se kot raziskovalci osredotočili pri iskanju osumljenca. |
| POŠTENOST POSKUSA | <p>Učencem se predstavi več različnih metod odvzemanja odtisov, izmed katerih si izberejo najbolj primerno glede na vir (odtis na papirju).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Odvisna spremenljivka: uporabljena metoda za odvzem prstnega odtisa • Neodvisna spremenljivka: podlaga na kateri se nahaja prstni odtis • Konstanta: velikost prstnega odtisa, vzorec prstnega odtisa – poštenost poskusa 1. dela |
| UVOD V POSKUS | Učenci pod vodstvom nas študentov pridejo do ugotovitve, da bi v našem primeru lahko uporabili dve metodi in sicer metodo z ninhidrinom ali hlapi joda. Po dodatnem razgovoru se učenci odločijo za izvedbo metode s hlapi joda, saj je druga metoda zaradi časovne omejitve težko izvedljiva. |
| POSTOPEK IZVEDBE POSKUSA | Učenci košček papirja pokončno položijo v razvijalno komoro (50-mililitrska steklena čaša). V komoro položijo en kristal joda in jo tesno prekrijejo z aluminijasto folijo za živila. Komoro postavijo na rahlo ogreto steklokeramično ploščo. |
| REZULTATI RAZISKOVANJA | S pomočjo osnovnih vzorcev prstnih odtisov in nadaljnjo primerjavo z prstnimi odtisi v »bazi podatkov« določijo osumljenca pri čemer si pomagajo si z lupo. Poleg imena in priimka osumljenca je v bazi podatkov še nekaj drugih osebnih podatkov, med katerimi je tudi naslov prebivališča osumljenca. Z pridobljenim naslovom se odpravijo v prostor, kjer je prebivališče osumljenca. Ti prostori so lahko različne učilnice ali ena učilnica razdeljena na več delov. Paziti je treba, da ima vsak prostor dodeljeno osebo, ki ima svoje prstne odtise v bazi podatkov. V primeru napačnega sklepanja, učenci vseeno prispejo v prebivališče, vendar tam ne bodo našli ničesar uporabnega, kar jim bo kot povratna informacija napake. Ta del dejavnosti se zaključi, ko učenci nadejo določen predmet, ki ga povežejo z izginotjem deklice - dekličinega medvedka. |

2. DEL

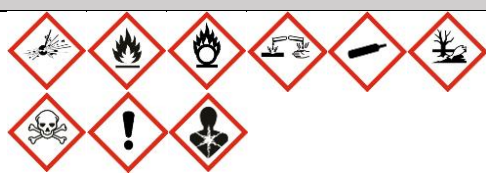
| | |
|--|--|
| RAZISKOVANJE | <p>Z učenci se prebere drugi del zgodbe. V laboratoriju morajo učenci najprej sami preiskati medvedka in ugotoviti, kaj na njemu bi jim lahko pomagalo pri nadaljnjem lovu na zločinca. Na medvedku bi bilo nekaj izbranega biološkega materiala, ki ga učenci ne bi prepoznali, le vedeli bi da gre za biološki</p> |
| POŠTENOST POSKUSA | <p>Učencem se razloži nekaj teorije o DNA in osnove o izvedbi izolacije DNA, katero bodo potrebovali za kasnejšo izvedbo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Odvisna spremenljivka: biološki material • Neodvisna spremenljivka: položaj lis standardnih vzorcev na elektroforetogramu • Konstanta: gel |
| POSTOPEK IZVEDBE POSKUSA (1.DEL) | <p>V 250-mililitrsko čašo učenci zatehtajo 3 g natrijevega klorida in odmerijo 10 mL detergenta. Do oznake 100 mL dolijejo navadno vodo in z mešanjem raztopijo ves natrijev klorid. Biološki material – jagode (katerega bi moralo na medvedku biti dovolj in v primerni obliki za uspešno izolacijo DNA) učenci postrgajo z medvedka in dajo v pripravljeno raztopino. Zmes 15 minut segrevajo na vodni kopeli s temperaturo 60 °C. Temperaturo merijo s termometrom. Zmes dajo za 10 minut v ledeno kopel, da se ohladi na sobno temperaturo. Ohlajajo tako, da v položni legi čašo hitro in previdno obračajo. Merijo temperaturo. Zmes v terilnici strejo v kašo (maceracija tkiva in pridobitev celic). Suspenzijo celic previdno filtrirajo in odmerijo 20 mL pridobljenega filtrata. Filtrat prelijijo v 50-mililitrski merilni valj. Po steni nagnjenega merilnega valja na filtrat previdno dolijejo 20 mL hladnega etanola. Z zobotrebcom oziroma leseno trsko na nastali fazni meji dveh tekočin s previdnim krožnim mešanjem navijejo izločen DNA. Navit DNA izvlečejo iz</p> |
| POSTOPEK IZVEDBE POSKUSA (2. DEL) | <p>Študentje pred izvedbo elektroforeze pripravimo aparat za elektroforezo in gel. Z učenci vpnejo gel v elektroforetsko banjico. V oba rezervoarja nalijejo elektroforetski pufer. Nato previdno izvlečejo glavnik iz gela, ki ustvari žepke za nanašanje vzorcev ter s pomočjo 10mikrolitrskje pipete sperejo žepke z elektroforetskim pufrom. Učencem se nakaže kako se vzorce vnese v žepke gela, kar nato opravijo sami in nato gel priključijo na električno napetost (28mA). Po končani elektroforezi študentje odlijejo elektroforetski pufer, odpnejo ploščo z gelom in prenesejo gel v raztopino za barvanje. Od te točke naprej učenci ne sodelujejo več, ampak se jim pokaže v naprej pripravljen razbarvan gel, na katerem si bili ločeni isti vzorci.</p> |

**REZULTATI
RAZISKOVANJA**

Učenci analizirajo razbarvan gel in določijo kateremu standardnemu vzorcu pripada naš vzorec z medvedka. Tako pridobijo podatke o rastlini in s tem tudi o njeni lokaciji. Na koncu morajo učenci sestaviti elektronsko sporočilo kriminalistom, v katerem predstavijo napotke o potencialnem nahajališču deklice. Kot odgovor učenci prejmejo pismo v katerem se jim kriminalisti zahvalijo za sodelovanje pri reševanju izginotja deklice ter sporočijo, da so deklico našli živo in zdravo.

c) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Prsni odtisi <ul style="list-style-type: none"> • 50ml čaša • Jod • Pinceta • Aluminijska folija • Gorilnik • Stojalo s steklokeramično ploščo | *»baza podatkov« prstnih odtisov |
| 2. Izolacija DNA <ul style="list-style-type: none"> • Biološki material • 250ml čašo • 3 g natrijevega klorida • 10 mL detergenta • Navadno vodo • Vodna kopel s temperaturo 60 °C • Termometer • Ledena kopel • Terilnica • 50ml merilni valj • 20 mL hladnega etanola • Zobotrebecem ali leseno trsko | |
| 3. Določanje DNA z elektroforezo <ul style="list-style-type: none"> • Aparat za elektroforezo • Gel za elektroforezo • 10mikrolitrska pipeta • Elektroforetski pufer • Rastopina za barvanje | *V naprej pripravljen obarvan gel |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Jod • Natrijev klorid • Detergent • Etanol • Komponente gela za elektroforezo • Elektroforetski puffer • Raztopina za barvanje |  |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

1. Prstni odtis

Učenci razvijejo prstni odtis z metodo hlapov joda. Pri tem jod reagira z ogljikovimi hidrati v latentnem odtisu in daje rjavkast odtis. Dobljen prstni odtis fotografirajo ali posprejajo s škrobovico in primerjajo z »bazo podatkov«. Na podlagi primerjave določijo osumljenca.

Hipotezo lahko potrdimo vendar ne v celoti. Na podlagi površine, na kateri se prstni odtis nahaja, lahko za razvijanje prstnega odtisa iz vzorca uporabimo metodo s hlapi joda. Prav tako lahko uporabimo metodo dokazovanja prstnih odtisov z ninhidrinom, vendar je ta postopek v našem primeru časovno težko izvedljiv.

2. Določanje DNA

Učenci s primerjanjem ugotovijo, da gre za določeno vrsto jagode.

Učenci so s primerjavo lis preiskovanega vzorca s standardnimi vzorci ugotovili, da se lise izoliranega vzorca ujemajo z lisami standardnega vzorca določene vrste jagod.

Tudi to hipotezo je mogoče potrditi, saj iz biološkega materiala pridobljenega v procesu preiskovanja, lahko izoliramo DNA. S pomočjo elektroforeze, lahko določimo kateremu izoliranemu biološkemu materialu pripada naš DNA vzorec z medvedka.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Najbolj primerna metoda za odvzem prstnih odtisov s pisma je metoda s hlapi joda, saj se ta metoda uporablja pri odvzemu prstnih odtisov s papirja. Sicer bi bila uporabna tudi metoda z ninhidrinom, a je

v našem primeru zaradi časovnega okvirja neuporabna.

Iz pridobljenega biološkega materiala lahko izoliramo DNA, ki jo nato identificiramo. To storimo z elektroforezo, kjer lise našega izoliranega vzorca primerjamo s standardnimi vzorci DNA.

Po podanih informacijah napotijo kriminaliste na izbrano lokacijo, kjer v bližnji koči res najdejo deklico in njenega ugrabitelja.

VIRI:

Slapničar, M., Ferko Savec, V., Devetak I. (2018). *Naravoslovje v forenziki in športu*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani Pedagoška fakulteta.

Sepčič, K. *Biokemijski praktikum za pedagoge*. Skripta za študente dvopredmetnih vezav biologija-kemija in biologija-gospodinjstvo Pedagoške fakultete. Ljubljana: Univerza v Ljubljani Biotehniška fakulteta.

Devetak, I. (2020/2021). Interno študijsko gradivo predmeta Naravoslovje v forenziki in športu.. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

2.3 Krvne sledi na kraju zločina

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

V torek so bili policisti obveščeni o umoru starejše gospe. Dežurna patrolja je odhitela na mesto zločina in ugotovila, da je bila gospa umorjena v dnevni sobi svoje razkošne vile. Ko so opravili identifikacijo žrtve so ugotovili, da gre za 75-letno, premožno vdovo, ženo nekdanjega ministra. Policisti so predvidevali, da se je storilec želel okoristiti z žrtvinim premoženjem. Ker pa storilec ni odnesel nobene dragocenosti z mesta zločina so glavni osumljenci žrtvini trije sinovi, ki jim lastnina pripada po smrti njihove matere. Po pogovoru z zaposlenimi v vili žrtve so policisti izvedeli, da žrtev ni imela dobrih odnosov s svojimi otroki, ki so bili v slabem finančnem položaju. Policisti so zaslišali vse tri glavne osumljence, pri čemer je najstarejši sin priznal krivdo. Policistom je opisal kako se je zgodil umor. Da bi preverili resničnost njegove zgodbe so policisti rabili dokaz. Forenzikom so naročili naj na podlagi krvnih sledi ugotovijo okoliščine umora.

Naloga učencev bi bila, da s poskušanjem ugotovijo kako se razlikujejo kapljice krvi pri padcu z različne višine in pod različnim kotom. S pomočjo ugotovitev, bi določili okoliščine umora.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

- Kaj vse lahko ugotovimo na podlagi krvnega madeža/krvne kapljice?
- Kako vpliva višina s katere pade kapljica na obliko krvnega madeža?
- Kako vpliva kot pod katerim pade kapljica na obliko krvnega madeža?
- Kako določimo s katere višine pade kapljica?
- Kako določimo kot izpod katerega pade kapljica?
- Kaj lahko ugotovimo iz oblike krvne kapljice?

Kaj lahko ugotovimo iz oblike krvne kapljice, ki pade na površino?

- 1) Iz oblike krvne kapljice, ki pade na površino lahko določimo s katere višine je padla kapljica.
- 2) Iz oblike krvne kapljice, ki pade na površino lahko določimo pod katerim kotom je padla kapljica.
- 3) Iz oblike krvne kapljice, ki pade na površino lahko določimo hitrost s katero je padla kapljica.

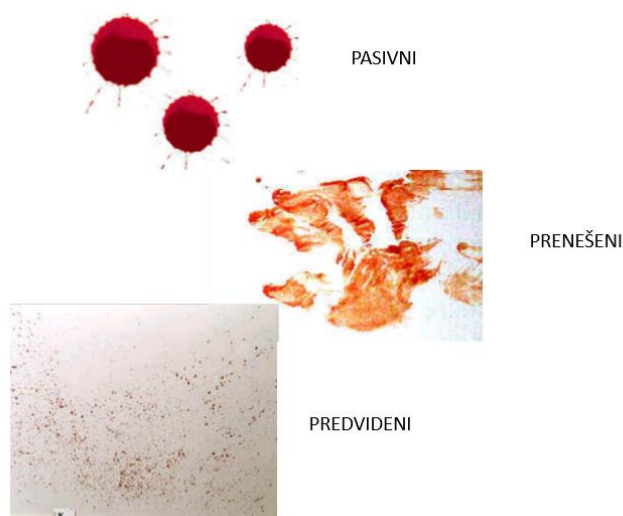
Kri na kraju dogodka

Kri, ki jo najdemo na kraju dogodka uvrščamo med posredne/indirektne dokaze, ki se uporabljajo za posledično dokazovanje, in ne dokazujejo direktno neko dejanje. Prav tako kri spada med biološke dokaze. Lahko gre za skupinski/razredni dokaz s katerim lahko določimo skupino potencialnih osumljencev na podlagi določitve krvne skupine, ali pa za individualni dokaz, če iz krvi določimo DNA profil. S pomočjo krvnega dokaza lahko podamo povezavo med krajem dogodka in osumljencem. Hkrati lahko krvne sledi pomagajo skonstruirati dogajanje v času dogodka, s katerim lahko potrdimo ali zavržemo pričanja očividcev ali osumljenca.

Pri analizi krvne madeže delimo v tri kategorije krvnih madežev:

- Pasivni (kapljanje),
- Prenešeni (razmazani),
- Predvideni (gre za madeže krvi, ki se pojavijo pri streljanju, travmi z topim orožjem, razkosanju, pretepanju ali urezninah (napad z ostrim predmetom)).

Slika 3: kategorije krvnih madežev



Prirejeno

po:

Forensic

Serology.

<https://www.sjsu.edu/people/mary.juno/courses/1066/s7/ForensicSerology.pdf>

Sestava krvi

Kri je tekoče tkivo. Sestavljena je iz krvnih celic in krvne plazme. Kri je rdeča, gosta, viskozna, nekoliko slana in rahlo bazična tekočina, ki ima razmeroma stalno sestavo. Odrasel človek ima v telesu od 6 do 7 litrov krvi.

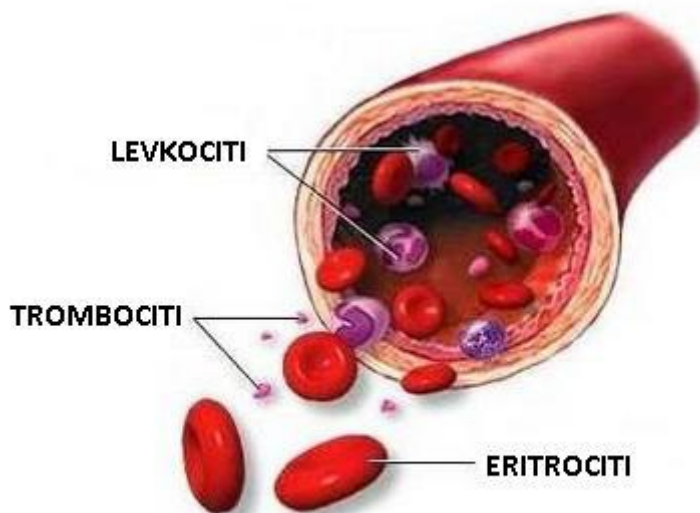
Krvna plazma je rumenkasta tekočina. 91% krvne plazme predstavlja voda. V krvni plazmi najdemo tudi beljakovine, sladkorje, lipide, hormone, encime, soli, minerale, protitelesa in odpadne snovi.

Krvnim celicam pravimo krvničke. Nastajajo v krvotvornih organih. V krvi najdemo največ rdečih krvnih celic, ki jim pravimo eritrociti. Eritrociti oskrbujejo vse telesne celice s kisikom. Vsebujejo hemoglobin (rdeče krvno barvilo), ki veže kisik. Eritrociti so sploščene celice, oblika je posledica odsotnosti jedra. Eritrociti imajo kratko življenjsko dobo.

Poleg eritrocitov v krvi najdemo še bele krvne celice, levkocite. To so večje krvne celice z jedrom, katerih število se v krvi stalno spreminja. Med boleznimi se njihovo število močno poveča. Naloga levkocitov je obramba telesa pred okužbami.

V krvi so prisotni tudi trombociti ali krvne ploščice. To niso popolne celice ampak delci celične membrane. Trombociti imajo pomembno vlogo pri strjevanju krvi.

Slika 4: Sestava krvi



Trombocitopenija pri otroku. (2014).<https://www.smehinsolze.si/clanek/trombocitopenija-pri-otroku>

Krvne skupine

Krvne skupine sistema AB0, je leta 1900 odkril dr. Karel Landsteiner. V sistemu krvnih skupin AB0 so krvne skupine A, B, AB in 0. Krvne skupine se med seboj razlikujejo po vsebnosti in lastnostih aglutinogenov in aglutininov. Skupina A vsebuje A in anti-B, Skupina B vsebuje B in anti-A, skupina AB vsebuje samo A in B in je brez aglutinina, skupina 0 pa nima aglutinogena, ima pa anti-A in anti-B.

Kako ugotovimo s katere višine pade kapljica

Ko krvna kapljica pade na tla, se iz nje oblikujejo številne sekundarne manjše kapljice, ki jim pravimo sateliti. S katere višine je padla kapljica krvi lahko določimo na podlagi izmerjenega premera kaplje krvi. Pomembno je, da pri tem merimo samo premer glavne kaplje in ne tudi satelitov okrog nje.

Slika 5: Kapljice krvi in sateliti



Staff, D. (2020). *Blood stain removal*. <https://www.doityourself.com/stry/blood-stain-removal>

Pod katerim kotom pade kapljica

(Smer brizga krvi & Kot pod katerim je kapljica priletela na površino)

- Če kapljica pade na površino pod kotom 90° (krvavitev je pasivna, na kapljico poleg gravitacijske sile ni delovala nobena dodatna sila), vidimo krožno "kapljico" oz. madež, ki ima enako širino in dolžino,
- Če kapljica pade na površino pod kotom, ki je manjši od 90° , na površini opazimo podaljšano "kapljico" oz. madež. Kapljica razpotegnjena, je daljša kot širša. Iz njene oblike lahko določimo smer brizga krvi na površino.

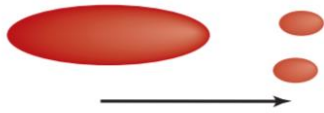
Sile, ki delujejo na kapljico krvi, ko ta prileti na površino:

- Kohezijska sila (sila, ki deluje med molekulami iste snovi)
- Adhezijska sila (sila, ki deluje med molekulami različnih snovi)
- Površinska napetost (elastična lastnost zunanje površine tekočine, nastane zaradi privlačnosti med molekulami tekočine)

Kako izgleda, ko kapljica krvi pade na površino?

Ko kapljica pade na neko površino, nastane med kapljico in površino adhezijska sila. Mesto zadetka, kjer kapljica krvi najprej zadene površino (pod kotom manjšim od 90°), je širše od preostalega dela madeža. Pri tem, ko kapljica pade na površino pod kotom, ima kapljica rep, ki kaže v smer njenega gibanja.

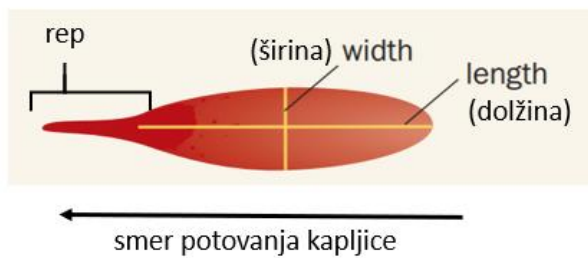
Slika 6: smer gibanja krvne kapljice



Direction blood is traveling

Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). *Forensic Science Fundamentals and Investigations*. USA, str. 205.

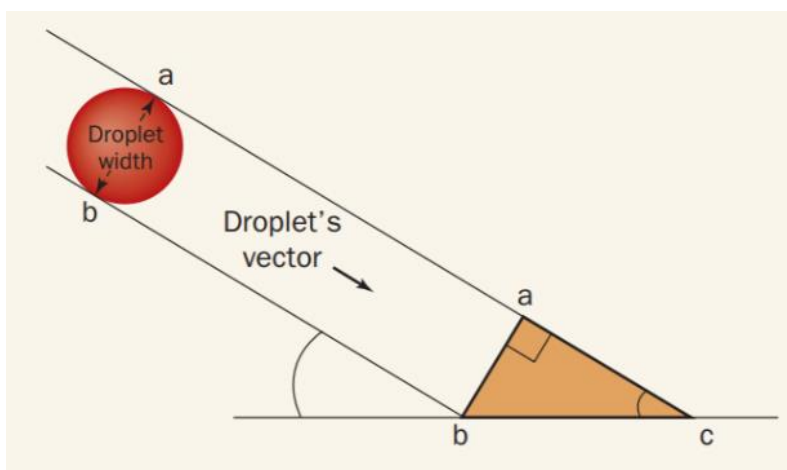
Slika 7: Določitev širine, dolžine, repa in smer gibanja krvne kapljice



Prirejeno po: Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). *Forensic Science Fundamentals and Investigations*. USA, str. 203–206.

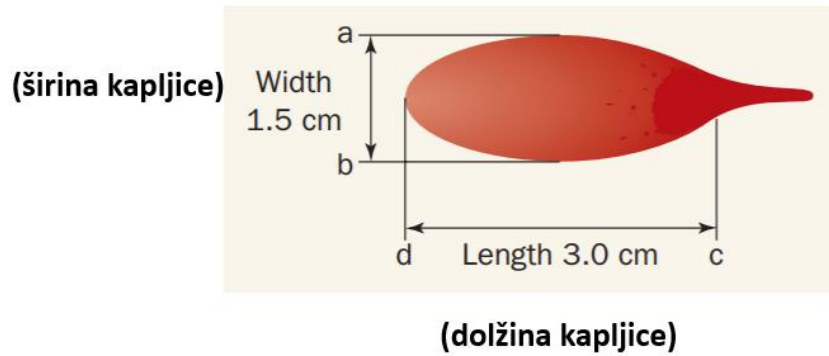
- Ko pade kaplja krvi na površino, lahko krvnemu madežu izmerimo dolžino in širino. Nato lahko na podlagi meritev izračunamo kot, pod katerim je kapljica krvi padla na površino.

Slika 8: Prikaz padanja krvne kapljice na površino pod določenim kotom



Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). *Forensic Science Fundamentals and Investigations*. USA, str. 203–206.

Slika 9: Prikaz merjenja dolžine in širine krvne kapljice



Prerejeno po: Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). *Forensic Science Fundamentals and Investigations*. USA, str. 203–206.

Prikaz izračuna kota, pod katerim kapljica pade na površino:

Slika 10: Izračuna kota, pod katerim kapljica pade na površino

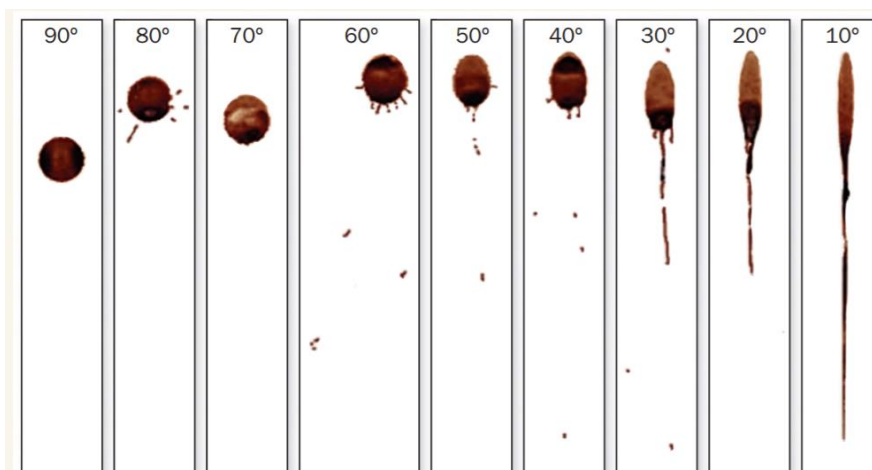
$$c = \frac{\text{širina kapljice}}{\text{dolžina kapljice}}$$

$$\sin^{-1}(c) = x$$

$$c = \frac{1,2\text{cm}}{3\text{cm}} = 0,4 \rightarrow (c \text{ pretvorimo v kotne stopinje}) \rightarrow \sin^{-1}(c) = 23,6^{\circ}$$

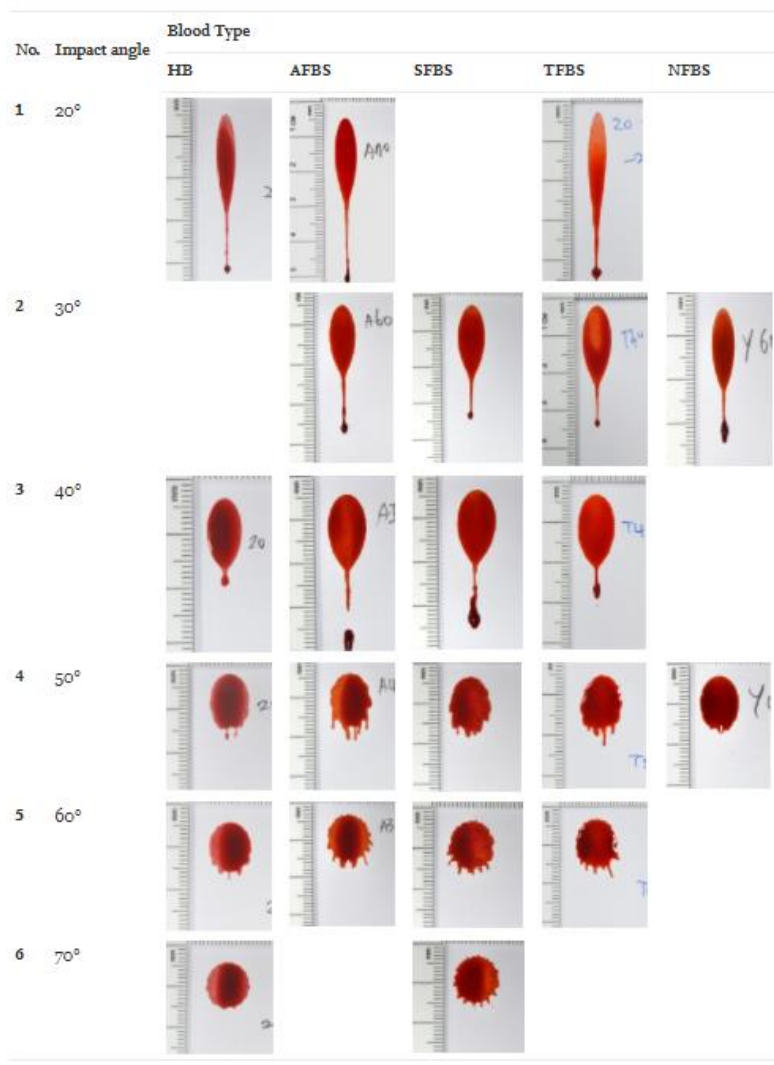
Prikaz krvnih madežev, ki so padli na tla pod različnimi koti:

Slika 11: Primeri vzorcev krvi, ki prikazujejo madeže krvnih kapljic, ki so nastali s padcem na površino tal pod različnimi koti (90° - 10°)



Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). *Forensic Science Fundamentals and Investigations*. USA, str. 203–206.

Slika 12: Padec krvnih kapljic različnih krvnih skupin pod različnim kotom

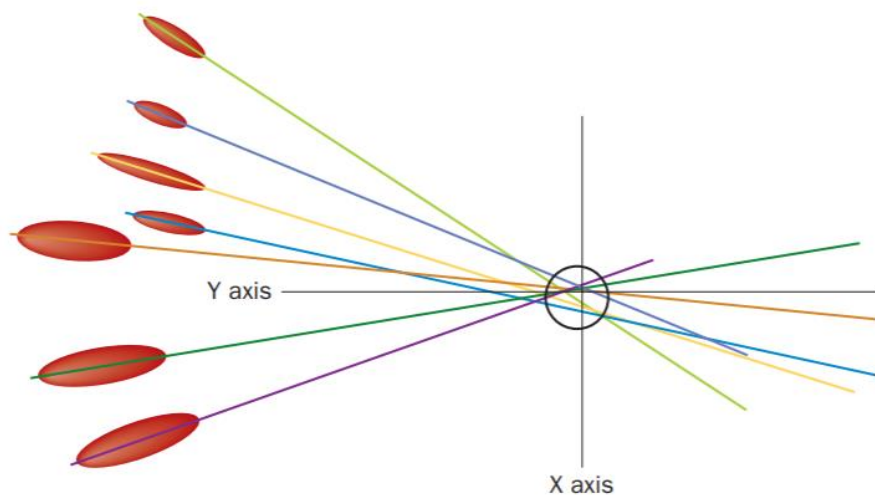


Sang-Yoon, I. idr. (2020). Study on development of forensic blood substitute: Focusing on bloodstain pattern analysis. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073820303236>

Glede na to kako so krvne kapljice razporejene/razpršene po površini, lahko s pomočjo konvergentnih črt, ki jih potegnemo čez vsaj dve kapljici krvi določimo mesto izvora krvi, kjer bi bilo lahko dejanje storjeno. To mesto izvora naj bi bilo mesto, kjer je presečišče vseh črt konvergence.

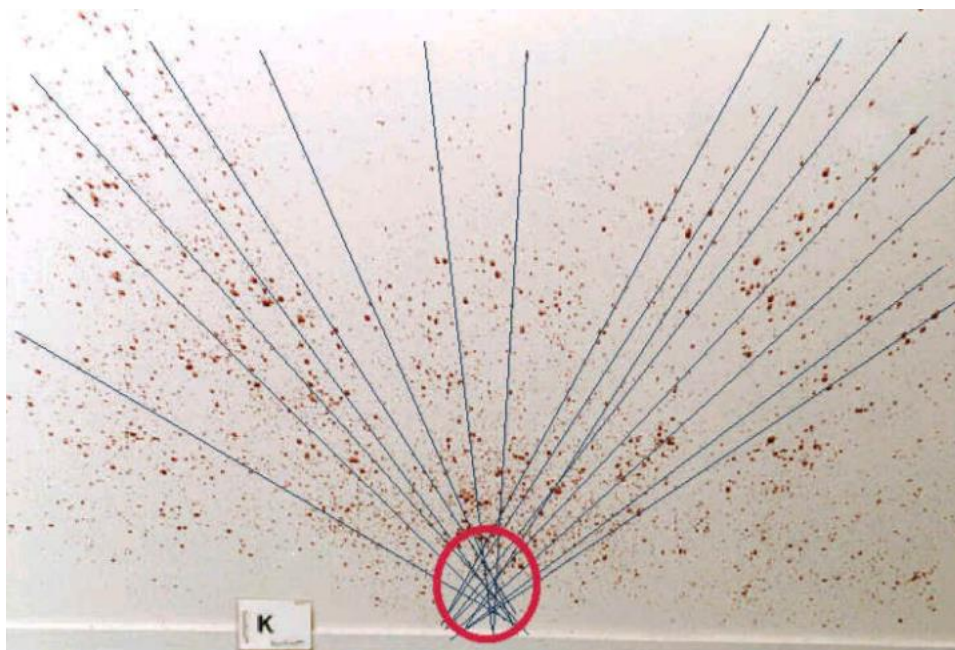
Slika 13: Črte konvergence

Figure 8-20. Lines of convergence.



Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). Forensic Science Fundamentals and Investigations. USA, str. 203–206.

Slika 14: Črte konvergence


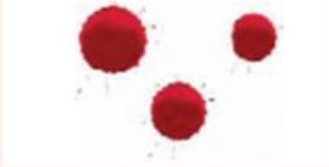



Forensic Serology. <https://www.sjsu.edu/people/mary.juno/courses/1066/s7/ForensicSerology.pdf>

Hitrost krvne kapljice

Na obliko kapljice vpliva tudi hitrost pod katero je kapljica priletela na površino.

Slika 15 Prikaz krvnih madežev glede na hitrost padca krvne kapljice na površino

| hitrost | velikost kapljice (mm) | (slikovni prikaz) | hitrost krvi | primeri poškodb |
|---------|------------------------|---|--------------|--------------------------|
| visoka | manj kot 1 |  | 109,728 km/h | strelne rane |
| srednja | 1-4 |  | 27,432 km/h | pretepanje, zabadanje |
| nizka | 4-6 |  | 5,4864 km/h | udarec s topim predmetom |

Privrženo po: Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). *Forensic Science Fundamentals and Investigations*. USA, str. 203–206.

Umetna kri

Pri izvedbi poskusov se uporablja umetna kri, ki jo lahko preprosto pripravimo iz rdeče tempere in vode. Pri dodajanju tempere v vodo poskušamo zadeti gostoto in viskoznost krvi.

Viri:

Literatura

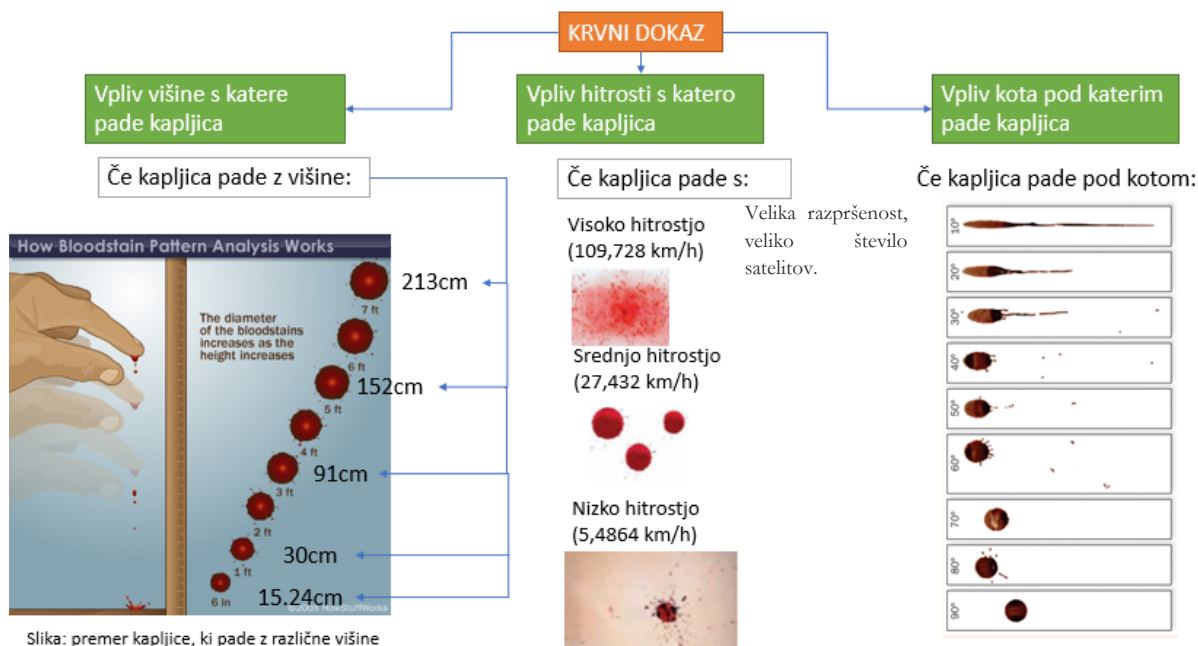
Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). *Forensic Science Fundamentals and Investigations*. USA. <https://hostnezt.com/cssfiles/gsa/Forensic%20Science%20Fundamentals%20and%20Investigations%20By%20Anthony%20J%20Bertino.pdf>

Bevel, T., Gardner, R.M. (2008). *Blood stain Pattern Analysis*. https://books.google.si/books?hl=sl&lr=&id=CmzVeR2h-ggC&oi=fnd&pg=PP1&dq=blood+stain+shape+angle+characteristics+&ots=OjVtAhmZMd&sig=ZlIDPyypHW7j9fOK_62zM7sXRnc&redir_esc=y#v=onepage&q=blood%20stain%20shape%20angle%20characteristics&f=false

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

d) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.


Slika 16: Shematski prikaz načrta



e) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

Laboratorijski inventar/pripomočki

- kapalka,
- ravnilo,
- kotomer,
- prazen bel list papirja,
- kalkulator,
- čaša,
- steklena palčka.

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> rdeča tempera, voda. |  (ne primerno za uživanje) |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

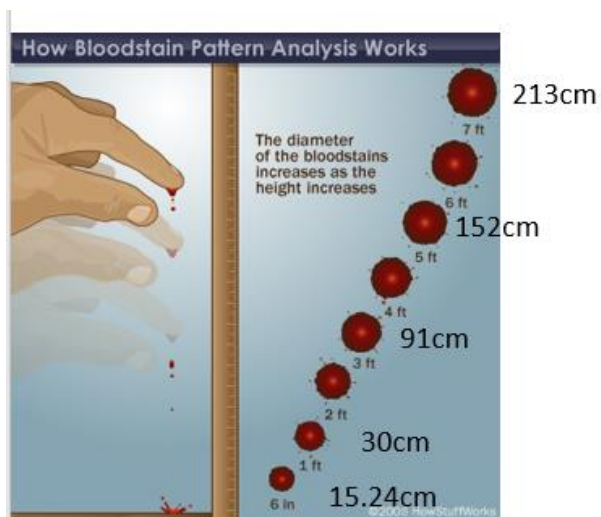
Učenci bi s poskušanjem ugotovili kako se spreminja premer kapljice v odvisnosti s katere višine pade kapljica. Dobljene primere kapljic bi primerjali s premerom kapljice s kraja zločina.

Slika 17: Kaplja krvi s kraja zločina



Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). *Forensic Science Fundamentals and Investigations*. USA, str. 203–206.

Slika 18: Premer kapljic, ki padejo z različne višine



Freeman, S. in Gerbis, N. (2008). *How Bloodstain Pattern Analysis Work*.
<https://science.howstuffworks.com/bloodstain-pattern-analysis1.htm>

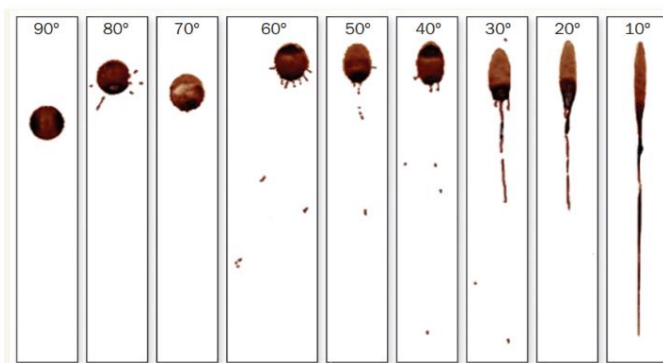
Učenci bi s poskušanjem ugotovili kako se spreminja oblika kapljice v odvisnosti izpod katerega kota pade kapljica na površino. Dobljene oblike kapljic bi primerjali z obliko kapljice s kraja zločina.

Slika 19: Kaplja krvi s kraja zločina



Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). *Forensic Science Fundamentals and Investigations*. USA, str. 203–206.




Slika 20: Kaplje krvi, ki so padle pod različnimi koti



Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). *Forensic Science Fundamentals and Investigations*. USA, str. 203–206.

Učenci bi s poskušanjem ugotovili kako se spreminja oblika kapljice v odvisnosti s katero hitrostjo pade kapljica na površino. Učenci bi pri določanju s katero hitrostjo pade kapljica pa površino, primerjali obliko kapljice s kraja zločina z dobljenimi rezultati. Na podlagi dobljene hitrosti lahko učenci določijo tudi, kako je bil umor storjen (morilsko orožje).

Slika 21: kaplje krvi, ki padejo z različno hitrostjo

| hitrost | velikost kapljice (mm) | (slikovni prikaz) | hitrost krvi | primeri poškodbe |
|---------|------------------------|---|--------------|--------------------------|
| visoka | manj kot 1 |  | 109,728 km/h | strelne rane |
| srednja | 1-4 |  | 27,432 km/h | pretepanje, zabadanje |
| nizka | 4-6 |  | 5,4864 km/h | udarec s topim predmetom |

Prirjeno po: Bertino, A. J. in Bertino P. N. (2009). Forensic Science Fundamentals and Investigations. USA, str. 203–206.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Učenci bi na podlagi krvnega madeža s kraja zločina ugotovili, da je kapljica padla z višine približno 150 cm, pod kotom 60° in s srednjo hitrostjo (km/h). Umor je bil najverjetneje storjen z ostrim predmetom.

2.4 Zakol dirkalnega žrebca

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM

Erazem je v svojem hlevu odkril zaklanega tekmovalnega konja. Poleg njega je opazil krvave sledi v njih pa odtise čevljev. Zločin je nemudoma prijavil policiji. Nedaleč stran od vaškega bara so našli krvav oster predmet.

Priče so povedale, da je isti večer sotekmovalec Silvester, pozno v noč popival v bližnjem baru. Okoli dveh zjutraj se je vidno alkoholiziran odpravil domov s svojim poltovornjakom. Na ne signaliziranem prehodu za pešce je do smrti zbil neznanega moškega. Silvester je pobegnil s kraja nesreče in se doma znebil vseh dokazov. Naslednje jutro je prišla policija in na kraju zločina identificirala neznanega moškega. Odkrili so, da je Erazmov polbrat Pavel, ki je v hišnem priporu zaradi pranja denarja. Kasneje so ugotovili, da je bil v kaznivo dejanje vpleten tudi polbrat Erazem a le ta ni bil obsojen ker je prijavil zadevo policiji pred tem pa počistil svoje sledi. Mrliški oglednik je določil da je Pavel umrl okoli druge ure zjutraj. Policija je Silvestru zasegla čevlje, da bi dokazala zločin, ki se je zgodil v hlevu. Prav tako so vzeli Pavlove čevlje, da bi ugotovili kam je šel Pavel, saj je kljub hišnem priporu zapustil hišo. Forenziki, ki so prišli na kraj prvega zločina so zbrali dokaze sledi stopinj in vzorce krvi, prav tako so na kraju drugega zločina zbrali vse potrebne dokaze saj ne izključujejo možnosti, da sta zločina povezana. Naloga forenzika v laboratoriju je, da analizira fizične dokaze in fotografije sledi iz kraja zločina ter jih poveže s storilcem.



RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

1. Kakšni so pogoji, da odtis nastane?
2. Kakšen vpliv ima vrsta podlage tal na odtis čevlja?
3. Kakšen vpliv ima kvaliteta čevlja oz. podplata na odtis ?
4. Kakšen vpliv ima teža storilca na odtis? Kako vpliva predhodno prehojen teren na kvaliteto odtisa?

5. Kako vpliva kvaliteta vzorca odtisa na kvaliteto analize?
6. Kako lahko s pomočjo analize odtisov čevlja identificiramo storilca?
7. Kakšen vpliv ima velikost odtisa na identifikacijo storilca?
8. Kakšen vpliv ima analiz profila čevlja na identifikacijo storilca?

IZBRANA VPRAŠANJA

1. Kako vpliva predhodno prehojen teren na kvaliteto odtisa in ta posledično na kvaliteto analize?
2. Kako vpliva kvaliteta vzorca odtisa na kvaliteto analize?
3. Kako lahko s pomočjo analize odtisov čevlja identificiramo storilca? analiza velikosti in profila čevlja

HIPOTEZE

Na podlagi analize odtisov čevljev lahko identificiramo storilca s primerjavo in analizo z odtisi čevljev iz kraja zločina.

Na podlagi analize vzorca iz kraja zločina, lahko ugotovimo številko in znamko čevlja.

Od kvalitete vzorca je odvisna kvaliteta analize. Boljši ko je odtis bolj kvalitetna je analiza vzorce.

Če je osumljenec na kraju zločina dobil na podplat neko snov, se bo ta snov z oddaljenostjo, na odtisih zmanjševala. Daljšo pot ko bo osumljenec naredil slabši bodo odtisi.

TEORETIČNO IZHODIŠČE

Forenzični odtisi obutve se obravnavajo kot legalni in enakovredni dokazi v kriminalističnih procesih. Velikokrat se zgodi, da se druge dokaze preferenčno obravnava pred odtisi obutve a se pogosto izkaže, da so le ti enakovredni saj so zelo specifični. Na začetku forenzični preiskovalci prepoznajo znamko ter model čevlja, ki je naredil odtis. Obstaja več metod, ki se osredotočajo na prepoznavanje vzorcev za določanje znamk in drugih lastnosti. Najpogosteje se analizira odtise obuval z vizualno primerjavo obutve z dokazi in z informacijami v zbirki podatkov. Z analizo obutve na podlagi obrabe lahko pridobimo podatke o višini, teži osumljenca, način hoje.

Obstajajo pa tudi odtisi, ki jih s prostim očesom ne vidimo to so tako imenovani latentni odtisi, ki jih lahko osumljenec pusti na talnih ploščicah, betonu, preprogi... V ta namen forenziki uporabljajo dodatne specializirane metode za detekcijo odtisov. Z uporabo raznih praškov lahko razvijejo latentne odtise. Velikokrat se zgodi, da so odtisi kontaminirani z vlakni, delci kože ali telesno tekočino ljudi, ki so prišli v prostor po zločinu, to lahko latentne dokaze tudi uniči. Dokazi se lahko uničijo tudi če so predolgo izpostavljen, če se jih zločinec namenoma hoče znebiti. Vidne odtise iz kraja zločina forenziki tudi fotografirajo s priloženim merilom. Zberejo tudi druge informacije o odtisu, ki pomagajo pri identifikaciji in nadaljnji analizi.

Odtise čevljev lahko pustimo skoraj na katerikoli vrsti površin od papirja, lesa, ploščic do človeškega telesa. Odtisi čevljev so grobo razdeljeni na ploske in reliefne.

ZBIRANJE ODTISOV

Prvi pogoj za nastanek odtisa je stik stopala s tlemi, ki navadno nastane pri hoji. Lahko pa nastane zaradi brcanja objektov pri vlamu ali brcanje v žrtev, plezanje skozi okno in podobno. Premikanje telesa je specifično pri vsakem posamezniku. Na nastanek odtisa vpliva teža, ki se z gibanjem spreminja v silo, ter čas stika stopala s podlago. Najpomembnejši dejavnik pa je seveda podlaga. (Šega, 2019)

Pri stiku podplata s podlago se na stopalo primejo razni delci (prah, maščoba, umazanija...) te se prenašajo s površine podplata drugam. Tako lahko tudi ločimo dve vrsti ploskih sledi. Ene so pozitivne -

to so sledi, ki pustijo na neki drugi podlagi sledi kontaminacije predhodno prehojene podlage. In druge so negativne sledi, te pa nastanejo takrat ko ob stiku s podlago z njene površine odnesejo kontaminacijo. Ploske sledi ločimo tudi na mokre in suhe. Pri čemer moramo omeniti, da če se moker odtis posuši je še vedno klasificiran kot moker odtis. (Šega, 2019)

Reliefni odtis nastane v mehki podlagi kot so blato, glina, pesek, zemlja in so dobro vidni in razločni. Reliefne odtise forenziki zbirajo tako, da naredijo mavčni odlitek, ta omogoča, da se ohranijo vse tridimenzionalne lastnosti odtisa in to brez večje izgube informacij. Predpogoj za nastanek reliefnega odtisa je primerna podlaga, ki poskrbi, da se čim bolj podrobno odtis ohrani in s tem omogoča identifikacijo drobnih detajlov, ki so ključni za analizo. Na reliefni odtis se prenesejo vse značilnosti podplata. Ob nastanku odtisa pa se prenesejo tudi vse individualne specifikacije osumljenca. (Šega, 2019)

PRIDOBLENE INFORMACIJE

Sledi večinoma razkrijejo vzorec podplata ter model in velikost obuvala. Lahko pa si z njimi pomagamo tudi tako, da jih povežemo z zaseženimi obuvali. Sledi krvi na odtisih lahko nudijo pomembne informacije o času izvršitve kaznivega dejanja. Glede na stopinje iz kraja zločina lahko določimo vlogo posameznega storilca v kaznivem dejanju. Z najdbo istih sledi na različnih lokacijah krajev zločina lahko zločine med seboj povežemo z enim storilcem. Če imamo več zaporednih odtisov lahko glede na razdaljo izračunamo še višino storilca glede na dolžino koraka. (Šega, 2019)

Poznamo več metod označevanja velikosti obuval. Najpogostejši sistemi označevanja so:

- sistem Mondopoint - najnovejši sistem, razvit kot poskus univerzalnega sistema oznake velikosti obuval sprejet s strani ISO (mednarodna organizacija za standardizacijo). Temelji na dolžini stopala, merska enota je milimeter.
- evropski sistem - francoski - temelji na dolžini pariškega šiva. Vsak šiv pri čevlju je ena številka več. Torej če ima čevlj 35 šivov to pomeni, da je številka 35. Meri se notranja dolžina podplata, oznaka se začne pri 0 in se poveča za dve tretjini centimetra (6,67 mm).
- angleški sistem - začne se pri štirih palcih (101,6 mm) z velikostjo 0. Za vsako številko se povečuje za eno tretjino palca.
- ameriški sistem - podoben angleškemu, saj se razlika med dvema velikostnima razredoma za eno tretjino palca. Razlika je, da se ameriški sistem začne pri 99,48 mm (3 palci 11/12) namesto 4 palcih. Imajo pa razlike v moških in ženskih številkah. Pri ženskah se začne z dolžino 204 mm (8 palcev $\frac{1}{6}$) pomeni oznako 1. (Šega, 2019)

PRIMERJAVA REZULTATOV

Ko analiziramo čevlje osumljenec s sledmi na kraju zločina uporabljamo nam dobro znan postopek to je primerjanje. Primerjamo in določamo stopnjo ujemanja. Primerjava temelji na določeni predpostavki, da se tako splošne kot individualne značilnosti prenesejo na sled. Vzorec, velikost, obliko podplata čevlja delimo pod splošne značilnosti. Individualne pa so vse poškodbe na podplatu. Vse značilnosti vizualno primerjamo. Seveda, pa je od kakovosti sledi odvisna identifikacija individualnih in splošnih značilnostih.

Pri identificiranju in analizi sledi obuval gre za klasično ugotavljanje stopnje ujemanja med sledmi in spornimi dokazi. Analiza ujemanja je izvedena po treh stopnjah. Prva stopnja je ujemanje vzorca podplata, druga ujemanje oblike ter tretja obraba čevlja na primer podplati. Torej forenzikom analiza vzorca podplata omogoča, da določijo znamke čevlja in to jih lahko privede do potencialnih osumljenec. Na primer, če so čevlji novi lahko določijo kje jih je oseba kupila in na podlagi izsledkov detektirajo osebo. Pomembno je, da se odtisi in dokazi primerjajo tudi po obliki, saj se zaradi različnih obremenitev čevljev, ki so odvisni od naše teže in velikosti, različno in specifično oblikujejo oziroma deformirajo. Glede na obrabo podplata pa lahko določijo težo, višino osumljenca - kjer je teža večja je večje trenje in večja obraba. Na podlagi obrabe

podplata pa lahko določijo tudi ali ima osumljenec kakšne specifične gibe v hoji. Na primer, če šepa bo na neki točki podplat čevlja bol ali manj obremenjen posledično bo tudi obraba le tega specifična.

Forenzična znanost neprestano izpopolnjuje svoje tehnike in načine analiziranja dokazov in iskanje le teh. Z večjim naborom znanja in boljše tehnološkim razvojem jim je to omogočeno in so posledično uspešnejši pri reševanju kriminala. Ko pogledamo analizo obrabe podplata se moramo zavedati, da je to le del mozaika, ki jim na koncu pomaga pri povezavi storilca s kaznivim dejanjem. (Viraj, 2011)

NAPAKE FORENZIKOV

Vsakemu izmed nas se lahko zgodi, da zaradi preobremenjenosti dela napake pri opravljanju določenega dela. Tudi strokovnjaki so nagnjeni k delanju napak na delovnem mestu. Poznamo tri glavne vrste napak, ki se pojavijo v poklicu forenzika.

- Kršenje etike (ponarejanje odtisov, predvidevanje in napačna ocena rezultatov, namerni napačni rezultati, prikrivanje napak)
- Iskrene napake (pomanjkanje usposabljanja in mentorstva, občutek pritiska na posameznika zaradi časovne omejitve z dela ali preobremenjenosti z delom, tiskarske napake se štejejo pod to kategorijo) - nekdo ki ni dobro usposobljen bo avtomatsko delal napake.
- Pristranske napake (poštene napačne presoje ali pa pristranskost) Če ima forenzik že obstoječa prepričanja lahko spregleda pomembne informacije, ki bi privedle do pravega osumljenca. To lahko močno ovira iskanje resnice ne samo pri tem poklicu tudi v vseh življenjskih situacijah. (Berčič, 2018)

ZANIMIVOST

V eni od raziskav so pozvali pet izkušenih forenzičnih strokovnjakov, da ponovno ocenijo odtise, ki so jih že preučevali ped leti in jih takrat potrdili, da gre za ujemanje z osumljencem. Pred ponovno analizo so jih povedali, da je določitev, ki so jo naredili pred leti napačna čeprav ni bila. In samo eden od petih strokovnjakov se je držal načel in spet pravilno določil osumljenca ostali pa so se zanašali na napačen podatek, ki so jim ga dali raziskovalci. (Berčič, 2018)

VIRI

Berčič, N. (2018, April). core.ac.uk. Različna forenzična mnenja - razlogi in posledice. <https://core.ac.uk/download/pdf/159310208.pdf>

Buddies, S. (2013, November 14). Stepping Science: Estimating Someone's Height from Their Walk. Scientific American. <https://www.scientificamerican.com/article/bring-science-home-estimating-height-walk/>

Crime Museum, LLC. (2017, July 12). Footprints. Crime Museum. <https://www.crimemuseum.org/crime-library/forensic-investigation/footprints/>

Just a moment, (2021). topbrainscience. <https://slv.topbrainscience.com/watch-your-step-forensics-close-footwear-analysis-54278>

Pazi na forenzike v bližini obutve analize. (2021). Sciences World. <https://slv.sciences-world.com/watch-your-step-forensics-close-footwear-analysis-67649>

Šega, J. (2019, April). DKUM - Prenos datoteke. Zavarovanje reliefnih sledi z mavcem. <https://dk.um.si/Dokument.php?id=133689>

Viraj, A. (2011, October). core.ac.uk. Obraba na podplatih obuval - splošna ali individualna značilnost.
<https://core.ac.uk/download/pdf/67550978.pdf>


NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Učenci dobijo štiri fotografije odtisov stopal, iz prvega kraja zločina, v merilu 1:1, ob vsaki fotografiji je priloga na kateri so podatki o dolžini oddaljenosti med odtisi. Prav tako dobijo tri fotografije dokazov iz drugega kraja zločina z enakimi podatki. Povprečno razdaljo med odtisi učenci na podlagi podatkov izračunajo (prvi je približno 70 cm in drugi približno 75 cm). Učenci si najprej izberejo najbolj kakovosten odtis, ki se jim zdi primeren za nadaljno analizo. Nato izmerijo dolžino stopala po sistemu Mondopoint, ki je naveden v teoretičnem izhodišču. Sledi analiza vzorcev in znamk čevljev v odtisu. Poleg fotografij vzorcev dobijo tudi dva fizična dokaza - dva različna čevlja (Silvestrov in Pavlov čevlj), ki sta iste znamke in pustvarijo odtisa ter z metodo primerjanja poiščejo podobnosti med fizičnimi dokazi in fotografijami odtisov.

Za izvedbo eksperimentalnega dela naloge imajo torej na voljo dva fizična dokaza (čevlja) črnilo, valček in belo podlago. Z valčkom črnilo nanesejo na dokaz in poskušajo narediti najboljši možen odtis. Primerjajo odtise fizičnih dokazov z odtisi vzorcev (številka, znamka, oblika vzorca in obraba) in na podlagi teh določijo kateri dokaz najbolj določi storilca. Za dodatno nalogo pa na podlagi razdalje med odtisi in podano enačbo o razmerju med višino človeka ter dolžino koraka izračunajo višino človeka in rešijo dodatno nalogo.

DODATNA NALOGA: Razmerje med višino človeka in dolžino njegovega koraka je 1:0,4. (Budd., 2013). Izračunaj višino storilca.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Trša bela podlaga • Valček • fotoaparata • slike odtisov v razmerju 1:1 • meter • kljunasto merilo |

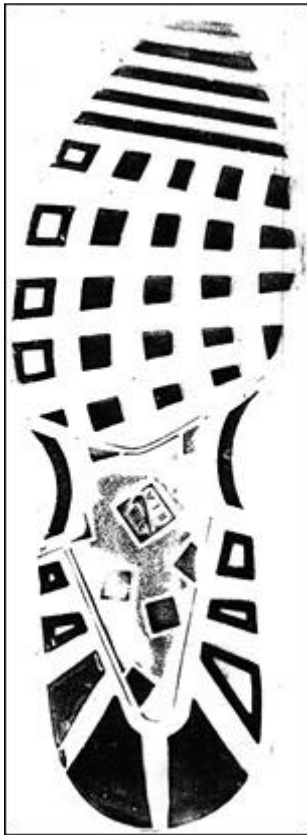
| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Črnilo |  |

PREDVIDENI REZULTATI

- Učenci bodo izbrali sliko odtisov posnetih bližje kraju zločina. Torej kvaliteta vzorca vpliva na kvaliteto analize.
- Učenci bodo z analizo vzorcev in dokazov ugotovili, da se odtis iz prvega kraja zločina ujema s Pavlovim čevljem.
- Učenci bodo z analizo vzorcev in dokazov ugotovili, da se odtis iz drugega kraja zločina ujema s Silvestrovim čevljem.

REŠITEV PROBLEMA

Rezultati meritev vodijo v zaključek, da je storilec prvega zločina Pavel, drugega pa Silvester..



2.5 Zastrupitev z drogo

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Včeraj popoldne je kriminalist v centru Ljubljane zalotil dva študenta pri nenavadnem vedenju. Oba sta hodila upočasnjeno in utrujeno sredi ceste, nista reagirala na svetlobno prometno signalizacijo. Ko se jima je kriminalist približal je opazil, da oba drgetata, se potita, njun govor ni bil razločen, bil je nepovezan, pogovor z njima pa je bil nemogoč. Eden od študentov je po nekaj minutah pogovora postal zmeden, nasilen in jezen. Kriminalist se je zaradi vseh znakov, ki sta jih študenta pokazala odločil, da morata opraviti hitri test, ki je namenjen ugotavljanju prisotnosti drog v slini. Hitri test se je izkazal za pozitivnega in na podlagi rezultata se je kriminalist odločil, da zavojček modre prepovedane substance pošlje v laboratorij za dodatne raziskave, saj ne glede na rezultat hitrega testa sta le rezultat analize vzorcev in mnenje zdravnika dokaz v nadaljnjem postopku.

Imate pomembno vlogo. V laboratoriju so pregledali kri in nam poslali vzorec, ki vsebuje koncentracijo substance fentanil, ki je bila v krvi. Vaša naloga je, da izmerite vsebnost substance na liter krvi.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

1. Kakšni so učinki in delovanje prepovedanih substanc?
2. Ali je bila koncentracija prepovedane substance v krvi dovolj visoka, da je povzročila smrt študenta?
3. Kakšna je koncentracija prepovedane substance v litru krvi?

Kakšna je koncentracija prepovedane substance v litru krvi?

RAZISKOVALNO VPRAŠANJE:

Vsebnost prepovedane substance fentanil je v krvi povišana.

TEORETIČNA IZHODIŠČA:

Opioidi so snovi, kateri je njihov prvotni namen uporaba v zdravstvu in zdravilih. Po učinkih se najbolj primerjajo z morfinom. Razdelimo jih v sintetične opioide (fentanil, pentazocin in tramadol), poznamo še polysintetične (heroin, oksidon, hidromorfon), ter naravne opioide kot sta morfin in kodein. Opioidi v telesu delujejo agonistično na opiatne receptorje. Za predoziranje oz. zastrupitev z opioidi je značilna klinična slika: pojavi se depresija osrednjega živčevja, depresija dihanja in mioza. Obstaja tudi možnost prisotnosti še drugih znakov, kot so hipotermija, bradikardija, hipotenzija, zmanjšan mišični tonus, nekardiogeni pljučni edem, paralitični ileus in zastajanje urina v mehurju.

Fentanil in njegovi analogi oz. derivati spadajo v skupino zelo močnih opioidov, psihoaktivne substance, aktivne v mikrogramih. Učinek fentanila je podoben morfinu, vendar je v primerjavi od 50 do 100-krat močnejši. V primerjavi s heroinom pa je 50-krat močnejši. Fentanil so prvič sintetizirali leta 1960. Danes pa se v medicini in veterini uporablja kot sredstvo za lajšanje bolečine in kot anestetik. Fentanil je za uporabo v medicinske namene na voljo v različnih farmacevtskih oblikah: kot transdermalni obliž, pršilo za nos, kot podjezične ali bukalne tablete in kot raztopina za injiciranje. Pojavlja se tudi na črnem trgu. Ulični fentanil se po navadi pojavlja v obliki prahu, pridobljen iz darkweb-a ali pomešan s heroinom (v tem primeru se prodaja kot heroin, primešan daje heroinu potentnost – lažno čistost). Fentanil se zaužije pod jezikom, skozi kožo (obliži) in s snifanjem.

Zdravilo fentanil ima zelo podoben učinek kot heroin. Veže se na specifične opioidne receptorje v osrednjem živčevju. povzroča mnogo manjšo evforijo, ter močnejše zaviranje dihanja, protibolečinsko delovanje ter sedacijo. Fentanil in njegovi analogi povzročajo križno toleranco z ostalimi opioidi, kar pomeni da so za doseganje istih učinkov drugih opioidov potrebni večji odmerki kot navadno. Učinki nastopijo po 15-30 min in vključujejo: evforijo,

intenzivnejše sanje, sedacijo, občutke sproščenosti, zmanjšanje razsodnosti, upad kognitivnih funkcij, kompulzivno redoziranje, zaprtje, znižan libido, oteženo uriniranje,

povečano znojenje, zaviranje apetita, tesnobo, suha usta, zmedenost, utrujenost, tesnobo.

Čas trajanja učinkov:

podjezično: 1-4 ure

nazalno: 1-4 ure

transdermalno: odvisno od preparata 48-72 ur

Doze pri snifanju/transdermalne doze:

| | |
|-----------|----------------------|
| Lahka: | 10-25 ug / 12-25 ug |
| Običajna: | 25-50 ug / 25-50 ug |
| Močna : | 50-75 ug / 50-100 ug |

Poleg fentanila, pa se v zadnjem času pojavljajo vse več tudi njegovi analogi, ki se v različnih oblikah najpogosteje pridobijo prek interneta. Primeri nekaj analogov:

Acetilfentanil
Furanilfentanil
4-FBF(4-fluoro-butyr-fentanyl)
Butirfentanil

Tudi pri predoziranju s fentanilom nastopijo življenjsko ogrožajoča stanja kot so motnje zavesti in depresija dihanja, ki lahko privede do srčnega zastoja. Ob kronični zlorabi/uporabi fentanila se poveča toleranca in razvije odvisnost. Uporaba fentanila, ki je proizveden na nelegalen način, predstavlja večje tveganje, kakor uporaba legalno proizvedenega, saj ti izdelki imajo kontrolne kakovosti, količina ni natančno odmerjena. Zaradi škodljivih primesi so lahko nevarni že v majhnih odmerkih. Fentanil se pogosto v industrijskih proizvodnjah barva iz njegove prvotne bele barve v modro.

- Analizna metoda: Spektrometrija

SPEKTROSKOPIJA se ukvarja s preučevanjem elektromagnetnega valovanja. Prvotno se je izraz nanašal le na raziskovanje valovnih dolžin vidne svetlobe, ki je prehajala skozi prizmo, kasneje pa se je ta pojem razširil na raziskovanje celotnega elektromagnetnega valovanja in njegovih valovnih dolžin. Danes se spektroskopij uporablja v fiziki, astronomiji, biologiji, kemiji, medicini ...

Poznamo več vrst spektroskopije, in sicer jo delimo glede na pojav, ki ga opazujemo na absorpcijsko, emisijsko in fluorescenčne, glede na naravo snovi pa na atomsko in molekulsko.

ABSORPCIJSKA SPEKTROMETRIJA

Pri metodah spektralne fotometrije merimo jakost spektralne svetlobe in primerjamo med sabo intenziteto svetlobe posameznih valovnih dolžin v vidnem, UV in IR delu spektra. Če merimo intenziteto svetlobe razstavljene na posamezne valovne dolžine, ki jo nek vir emitira je to emisijska spektrofotometrija. Če merimo intenziteto spektralno razstavljene svetlobe po prehodu skozi neko snov (običajno raztopino), ki do določene mere absorbira svetlobo je to absorpcijska spektrometrija. Ta se v praksi uporablja za določanje koncentracije, identifikacijo neznanih spojin, ugotavljanje strukture spojine ali potek kemijskih reakcij itd.

Atomi ali molekule absorbirajo svetlobo, ker lahko prihaja do energetskih prehodov med energijskimi nivoji, za katere se določen del energije porabi ali pa pride do spremembe vibracij molekule vibracij

molekul ali spremembe rotacij molekul.

Absorpcijski spekter je odvisen od narave snovi in debeline sloja (pri debelejših preparatih izginejo spektralna območja, ki so bila pri tanjših vidna).

Osnova za spektrometrijo je BEER-LAMBERTOV ZAKON, ki pravi:

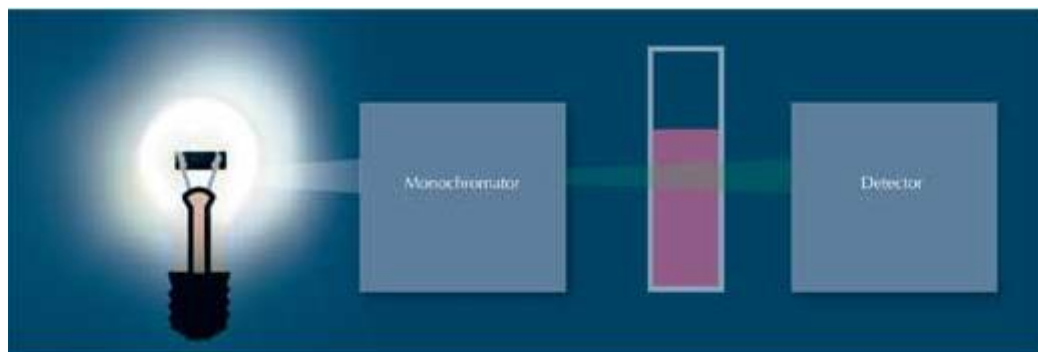
- Intenziteta žarka monokromatske svetlobe, ki vstopa pravokotno na ploskev absorbirajoče snovi, se spreminja odvisno od dolžine poti, ki jo žarek opravi skozi snov pri konst. koncentraciji.
- Intenziteta prepuščene svetlobe je, pri konst. dolžini žarka, odvisna od koncentracije snovi.
- Če snop svetlobe prehaja skozi neko snov, se intenziteta svetlobe pri prehodu snovi spremeni, kar je odvisno od koncentracije in debeline plasti.

Pri večini analiz potrebujemo čim bolj čisto monokromatsko svetlobo. Aparatu pravimo spektrofotometer in z njim merimo intenziteto prepuščene ali absorbirane svetlobe skozi raztopino v določenem spektralnem območju. Delamo primerjalno, koncentracijo snovi v raztopini vzorca določimo posredno iz umeritvene krivulje – to nam zmanjša napake, izboljša občutljivost in zniža mejo zaznavnosti.

KAKO DELUJE SPEKTROMETER?

Spektrometer je naprava, pripomoček, s katerim raziskujemo in merimo spektre posameznih teles ali kemijskih elementov. Z njim svetlobo razklonimo na različne barve, ki jim merimo valovno dolžino, njihovo intenziteto in razne posebnosti nastalega spektra, kot so močne, emisijske ali absorpcijske črte.

V spektrometru bela svetloba, ki izhaja iz svetlobnega vira (žarnice), vstopa v monokromator, iz katerega izstopa le svetloba izbrane valovne dolžine (barve), ki nato potuje skozi raztopino, ki je v optični celici ali kiveti. Raztopina absorbira del svetlobe in detektor zazna zmanjšanje moči svetlobe (kar lahko prikaže kot absorbanco). **Bolj intenzivno, ko je raztopina obarvana, višjo absorbanco izmerimo.**



V praksi so najpogostejše kivete z dolžino optične poti 1 cm, ki zahtevajo najmanj 3 mL raztopine za uspešno merjenje. Temeljni cilj konvencionalnih spektrometrov je pravilno in ponovljivo merjenje absorbanco. Izbira valovne dolžine mora biti čim bolj optimalna in svetloba čim bolj monokromatska (z ozkim pasom valovnih dolžin).

FAZE DELA: SNEMANJE ABSORPCIJSKEGA SPEKTRA

(direktna uporaba enačbe T in A je možna le za zelo razredčene raztopine, drugače delamo primerjalno)

- Priprava osnovne raztopine ionov, ki jih določamo.
- Priprava standardnih raztopin v določenem koncentracijskem območju.
- Aparat umerimo s slepim vzorcem na $A = 0$. (Slepi vzorec vsebuje vse razen ionov, ki jih

določamo)

- Snemanje absorpcijskega spektra, da ugotovimo pri kateri valovni dolžini svetlobe raztopina najbolj absorbira: Izberemo raztopino srednje koncentracije in ji izmerimo absorbanco pri različnih valovnih dolžinah vidnega dela spektra. Narišemo krivuljo odvisnosti absorbanco od valovne dolžine svetlobe:
- Iz diagrama (t.i. absorpcijskega spektra) odčitamo valovno dolžino pri kateri bomo posneli umeritveno krivuljo.

FAZE DELA: UMERITVENA KRIVULJA

- Priprava osnovne raztopine in standardnih raztopin v določenem koncentracijskem območju.
- Aparat umerimo s slepim vzorcem na $A=0$.
- Pri izbrani valovni dolžini izmerimo absorbanco vsem pripravljenim raztopinam.
- Narišemo umeritveno krivuljo odvisnosti absorbanco od koncentracije ionov, ki jo določamo $A=f(c)$; b, T , valovna dolžina = konst.
- Pri istih pogojih izmerimo absorbanco vzorcem. Podatek vnesemo v umeritveno krivuljo in odčitamo koncentracijo vzorca.
- Pred vsako meritvijo instrument umerimo s slepim vzorcem na absorbanco nič.

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

a. Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Opombe:

- CuSO_4 predstavlja drogo Fentanil
- Zeleni okvirčki so namenjeni kot navodilo učencem

1. PRIPRAVA RAZTOPIN

- Prilava osnovne raztopine CuSO_4 : Pripravimo 0,5L osnovne raztopine CuSO_4 z množinsko koncentracijo 0,10 mol/L.

V čašo na precizni tehtnici zatehtamo maso ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) 12,62g. Kvantitativno prenesemo v bučko in razredčimo do oznake ter dobro premešamo. Razredčimo z destilirano vodo in od vratu naprej dodajamo vodo z kapalko.

- Priprava standardnih raztopin in slepega vzorca: Z redčenjem osnovne raztopine pripravimo vsaj pet standardnih raztopin v koncentracijskem območju od 2 do 20 mmol/L. Prostornina standardnih raztopin je 50mL.

Pripravimo tudi slepi vzorec tako da v bučko dodamo destilirano vodo in raztopino amoniaka (brez dodanih Cu^{2+} ionov).

Izračunane standardne prostornine osnovne raztopine odmerimo v označene 50mL merilne bučke, dodamo po 1mL raztopine amoniaka in raztopine v bučkah razredčimo do oznake.

| Št. standarda | c(mmol/L) | V (osnovne raztopine) [mL] |
|---------------|-----------|----------------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

Primer izračuna za koncentracijo:

$$m_1(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4)$$

$$V_1(\text{CuSO}_4, \text{aq}) \times c_1(\text{CuSO}_4) = V(\text{CuSO}_4, \text{aq}) \times c(\text{CuSO}_4)$$

$$V(\text{CuSO}_4, \text{aq}) = V_1(\text{CuSO}_4, \text{aq}) \times c_1(\text{CuSO}_4) / c(\text{CuSO}_4)$$

- Vzorec: Iz reagenčne steklenice odmerimo 10mL vzorca raztopine CuSO_4 v merilno bučko 50mL in jim dodamo 1mL amoniaka. Vsebino v bučki razredčimo do oznake.

Vzorec pripravi učitelj in vas čaka na delovnem pultu.

| λ (nm) | A | λ (nm) | A |
|----------------|---|----------------|---|
| 550 | | | |
| 570 | | | |
| 580 | | | |
| 590 | | | |
| 600 | | | |
| 610 | | | |
| 620 | | | |
| 700 | | | |

Optimalna valovna dolžina za meritev absorbance raztopine je _____

2. SPEKTROFOTOMETRINA ANALIZA

- Snemanje spektra:

S standardno raztopino srednje koncentracije na spektrofotometru izmerimo absorbance pri valovnih dolžinah 550 do 620 nm. Pred vsako meritvijo spektrofotometer umerimo s slepim vzorcem. Pri delu upoštevamo navodila, ki so priložena aparatu.

Iz opravljenih meritev narišemo absorpcijski spekter za raztopino in določimo optimalno valovno dolžino za merjenje. $A=f(\lambda)$

- Merjenje absorbance standardom:

Pri določeni valovni dolžini izmerimo absorbance vseh standardnih raztopin in rezultate meritev zberemo v tabeli. Priporočljivo je, da gremo od raztopine z najmanjšo koncentracijo do največje koncentracije in vedno umerimo med meritvami s slepim vzorcem.

- Merjenje absorbance vzorcem:


Pri določeni valovni dolžini umerimo aparat s slepim vzorcem in izmerimo absorbanco vzorca

Vse rezultate zberemo v tabeli.

Pripravimo umeritveno krivuljo: $A=f(c)$

| Št. standarda | c(mmol/L) | A |
|---------------|-----------|---|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| VZOREC | - | |

a) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki | |
|--|--|
| Analizna tehtnica Merilna bučka 500mL Avtomatska bireta Merilne bučke 50mL, 100mL Kapalka Polnilna pipeta 10mL Spektrofotometer s kivetami | |
| Uporabljene snovi | Piktogrami |
| CuSO ₄ x 5 H ₂ O (s), p.a. NH ₃ (aq), w=33% |  |

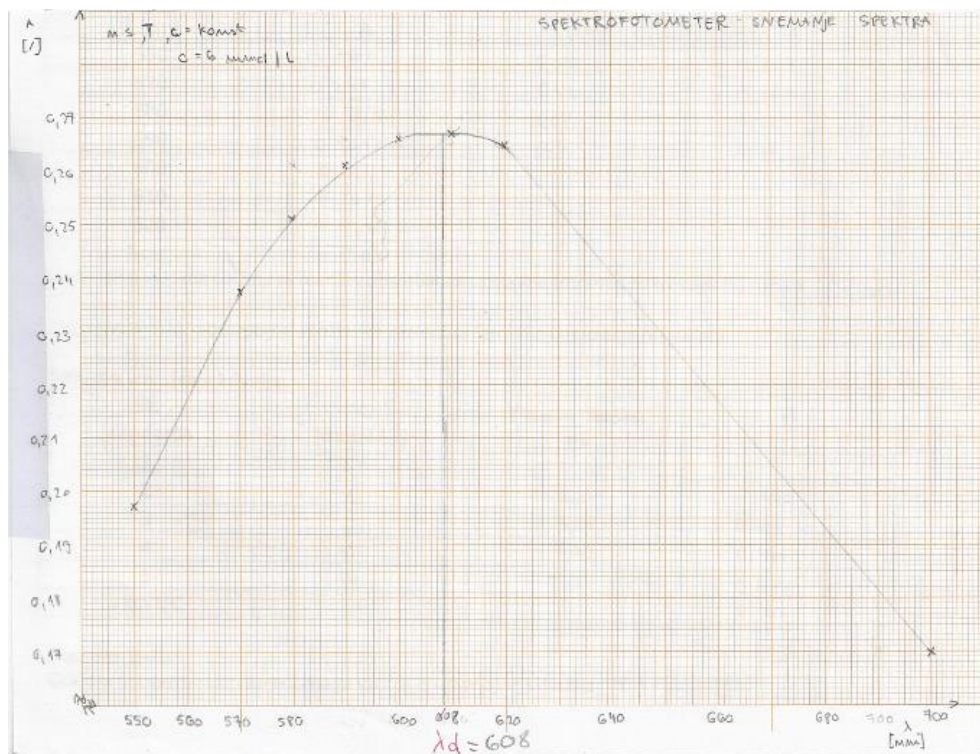
REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

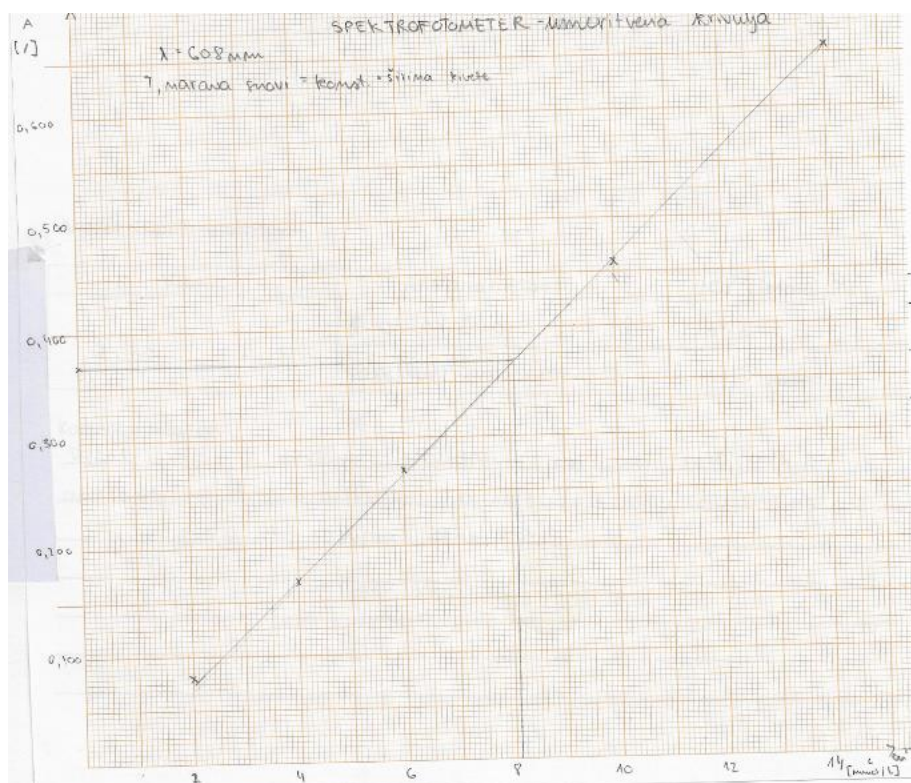
Optimalna valovna dolžina za meritev absorpcijskega spektra bi bila 608 nm (od 605 do 612 nm). Vsebnost fentanila je bila približno 0,7g/L krvi.

IZRAČUN: $c(\text{vzorca}) = c(\text{po redčenju}) \times V(\text{po redčenju}) / V(\text{vzorca})$

Primer absorpcijskega spektra:



Primer umeritvene krivulje:



REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

IZJAVA FORENZIKA:

Spodaj podpisani(a) _____ na podlagi izvedene spektrofotometrične analize izjavljam, da je vsebnost prepovedane substance Fentanila _____ (zapiši številčno vrednost koncentracije fentanila) na liter krvi.

Ugotovitev _____ potrjujem _____ z _____ naslednjimi _____ sklepi:

Kraj in datum: _____

Podpis: _____

Literatura:

Fentanil. (2018). Drogart. <https://www.drogart.org/droge/4298/fentanil.html>

Han, Y., Yan, W., Zheng, Y. et al. (2019). The rising crisis of illicit fentanyl use, overdose, and potential therapeutic strategies. *Transl Psychiatry*, 9, 282. <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0625-0>

Marošević, I. (2015). *Spektrometrija v osnovni šoli*. [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. PeFprints.

http://pefprints.pef.uni-lj.si/3011/1/spektrometrija_v_osnovni_šoli.pdf

Reisman, A. (2020). *Predoziranje z opioidi, prepoznavanje in oskrba ter vloga reševalcev na terenu*. [Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede]. DKUM. <https://dk.um.si/Dokument.php?id=147100>

Romiks. (2018). *Go Direct SpectroVis® Plus spektrofotometer*. <https://www.ucila.eu/izdelek/go-direct-spectrovis-plus-spektrofotometer/>

Spektrofotometrična metoda. (2021). Kako narediti vse.

<https://sl.hydroponicsbc.com/4356-.html>

Šimek, J. (2010). *Uporaba spektrofotometra Spectrovis pri vajah z rastlinskimi barvili*. [Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko]. DKUM.

<https://dk.um.si/Dokument.php?id=15901>

Vernier. (2020). *Go Direct® SpectroVis® Plus Spectrophotometer*.

<https://www.vernier.com/product/go-direct-spectrovis-plus-spectrophotometer/>

2.6 Zastrupitev z neznano snovjo

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

V soboto, 24.10.2020 ob 20h je policija prejela klic gospe, ki je bila zadolžena za čiščenje koč na Pohorju. V koči je bilo najdeno truplo moškega srednjih let. Ko so policisti prišli na kraj dogodka, so ob truplu našli kozarec z brezbarvno tekočino. Na telesu niso opazili nobenih znakov fizičnega nasilja, opazili pa so opekline po ustnicah in jeziku. Ali je šlo za zastrupitev? Ali se je v kozarcu nahajala kislina ali baza? S katero snovjo se je zastrupila oseba?

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

Raziskovalna vprašanja:

1. Ali je snov v kozarcu kislina ali bazična? Katera baza oz. kislina je to bila?
2. Ali je ob stiku raztopine z indikatorjem prišlo do barvne spremembe?
3. Ali je ob dodatku reagenta prišlo do oborine?
4. Za katero snov je šlo pri zastrupitvi?

Hipoteze:

1. Snov v kozarcu je korozivna, saj smo zasledili opekline na ustnicah in jeziku umrlega. Plini hlapijo iz tekočine, v kateri so raztopljeni.
2. Ob stiku lakmusovega papirja z raztopino se je barva le tega spremenila v rdečo.
3. Samo ena od raztopin reagira z reagentom. Nastala je oborina bele barve.
4. Šlo je za klorovodikovo kislino.

Raziskovalno vprašanje:

Za katero snov je šlo pri zastrupitvi?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

Hipoteze:

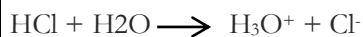
1. Snov v kozarcu je korozivna, saj smo zasledili opeklino na ustnicah in jeziku umrlega. Plini hlapijo iz tekočine, v kateri so raztopljeni.
2. Ob stiku lakmusovega papirja z raztopino se je barva le tega spremenila v rdečo.
3. Samo ena izmed raztopin reagira z reagentom. Nastala je oborina bele barve.
4. Šlo je za klorovodikovo kislino.

TEORETIČNA IZHODIŠČA**Kislina**

Pod kisline uvrščamo skupino spojin s podobnimi lastnostmi. Ime so dobile zaradi kislega okusa njihovih vodnih raztopin. Če želimo preveriti, da je temu res tako lahko v domači kuhinji poskusimo kis, limonin sok, kokto (Kornhauser, 2003).

Kislina so spojine, ki v vodnih raztopinah tvorijo oksonijeve ione (H_3O^+).

Molekula kisline (npr. HCl) v vodnih raztopinah odda H^+ molekuli vode. Pri tem nastane kation H_3O^+ , od molekule kisline pa preostane anion Cl^- (Kornhauser, 2003).

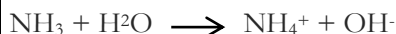
**Baze**

Običajno kuhinjske in kopalniške odtoke najpogosteje čistimo s čistili, ki vsebujejo bazo, imenovano natrijev hidroksid (NaOH). Natrijev hidroksid pa najdemo tudi v drugih čistilih, ki jih uporabljamo v domačem gospodinjstvu, prav tako pa se nahajajo tudi v snoveh za osebno higieno (mila, zobne paste, balzami za lase). Tudi amonijak (NH_3) je bazična snov, ki je zelo pogosta v različnih čistilih in služi kot sredstvo za razmaščevanje.

Tudi v nekaterih živilskih proizvodih najdemo bazične snovi kot je pecilni prašek (NaHCO_3)

(Vrtačnik,2015).

Baze so snovi, ki sprejmejo vodikov ion (proton) – akceptorji vodikovih ionov (Sajovic, 2014).



Je snov kislina ali bazična?

Hortenzija je rastlina z izjemno lepimi cvetovi. Barva cvetov, ki so modre ali rožnate barve je odvisna od tega kako kislina oziroma bazična je zemlja v kateri rastlina raste. Tako bi hortenzijo lahko uporabili za pokazatelja kislosti ali bazičnosti zemlje, saj rožnati cvetovi uspevajo v bazični zemlji, modri pa v kislji.

Barva cvetov hortenzije se spreminja zaradi barvil, ki so prisotna v rastlini. Barvilom, ki spreminjajo barvo v odvisnosti od kislosti oziroma bazičnosti raztopin, so indikatorji. Z indikatorji ugotovimo ali je raztopina kislina, bazična ali nevtralna.

Najpogosteje uporabljamo indikatorje kot so lakmus, fenolftalein, številčno pH lestvico in univerzalni indikator (Vrtačnik,2015).

Lakmus je papir, ki spremeni barvo v vodnih raztopinah kisljin in baz. Poznamo moder in rdeč lakmusov papir. Z modrim lakmusovim papirjem ugotavljamo ali je kislina kislina, z rdečim pa ali je bazična. Moder lakmusov papir se v kisljih raztopinah obarva rdeče. Rdeč lakmusov papir se v bazičnih raztopinah obarva modro. V nevtralnih raztopinah se lakmusov papir obarva vijoličasto; (nevtralne raztopine so tiste, ki niso ne kisle ne bazične).

Fenolftalein je v bazični vodni raztopini vijoličast, v kislji in nevtralni raztopini pa je brezbarven. Fenolftalein je tako indikator za baze

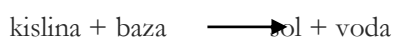
S številčno pH lestvico merimo kako kislina oziroma bazična je neka vodna raztopina snovi. Vrednosti v pH lestvici naraščajo od 0 do 14. Raztopine, ki imajo pH vrednost od 0 do 7 pravimo, da so kisle. Raztopine, ki imajo pH vrednost od 7 do 14 pravimo, da so bazične. Čim manjši kot je pH bolj je raztopina kislina, večji kot je bolj je raztopina bazična. Raztopina, ki ima pH 7 pravimo, da je nevtralna.

Z univerzalnimi indikatorji določamo pH vrednosti vodnih raztopin. Univerzalni indikator je mešanica barvil, ki spremenijo barvo pri točno določeni pH vrednosti (Vrtačnik,2015).

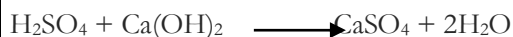
Soli

Soli so sestavljene iz kationov in anionov, med seboj pa se močno privlačijo, ker med njima nastane močna ionska vez. Naša najbolj poznana sol je natrijev klorid s kemijsko formulo NaCl. Apnenec je najpogostejša oblika kalcijevega karbonata in je netopna v vodi (CaCO_3). Nastal je z nalaganjem lupin morskih organizmov na dno nekdanjih morij. Če ga segrevamo, nastane žgano apno (CaO) (Sajovic, 2014). Kako nastane sol? Soli nastanejo pri kemijski reakciji med kislino in bazo. Produkta omenjene reakcije med kislino in bazo imenujemo tudi nevtralizacija, sta vedno dva – voda in ustrezna sol.

V splošnem to lahko zapišemo takole:



Pri nevtralizaciji pravzaprav poteče kemijska reakcija med oksonijevimi ioni kislin in hidroksidnimi ioni baz, pri čemer nastane voda. Ker so soli v vodi večinoma topne, nastanejo njihove vodne raztopine. Iz formule kisline in baze v enačbi lahko razberemo, katera sol bo nastala pri reakciji med žveplovo kislino in kalcijevim hidroksidom.



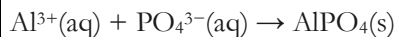
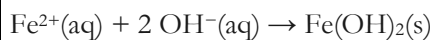
Kot vidimo, nastaneta sol kalcijev sulfat in voda. Kalcijev sulfat v vodi ni prav dobro topen, zato opazimo v čaši nekaj bele trdne snovi, ki nastane pri mešanju brezbarvnih tekočin.

Iz katere kisline in baze je nastala sol? Videli smo, da lahko iz formule baze in kisline lahko sklepamo, katera sol bo nastala z njuno nevtralizacijo. Ali bi lahko sklepali tudi v obratni smeri in iz formule soli razbrali bazo in kislino, iz katerih je nastala? Kovinski ion pripada bazi, nekovinski ion pa pripada kislini (Devetak, 2000).

Obarjalne reakcije

Pri obarjalnih reakcijah nastane netopna spojina, ki vsebuje določeno netopno sol, ki vsebuje anione in katione. To trdno snov imenujemo oborina, ta pa ima določeno barvo.

Spojine z anioni, kot so sulfid (S^{2-}), hidroksid (OH^-), fosfat (PO_4^{3-}) in klorid (Cl^-), so pogosto topne v vodi. Oborina bo nastala, če bo raztopina, ki vsebuje enega od teh anionov, dodamo k raztopini, ki vsebuje kovinske katione, kot so Ag^+ , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Al^{3+} .



Minerali so v vodi netopne spojine. Obarjalne reakcije v naravi lahko potečejo v mnogo primerih (npr. vrelci pod morjem, ki tvorijo kovinske sulfide) (Encyclopedia Britannica, 2020).

Viri in literatura:

Devetak, I., Cvirn Pavlin, T. in Jamnik, S. (2000). *Peti element: Učbenik za kemijo v osmem razredu osnovne šole*. Založba Rokus- Klett.

Encyclopaedia Britannica. (2020, 4. 11.) Chemical reaction: <https://www.britannica.com/science/chemical-reaction/Precipitation-reactions>

Kornhauser, A. in Frazer Malcolm, J. (2003). *Pogled v kemijo 8: Učbenik za kemijo v 8. razredu osnovne šole*. MKZ.

Sajovic, I., Wissiak Grm, K., Godec, A., Kralj, B., Smrdu, A., Vrtačnik, M. in Glažar, S. (2014). *Kemija 8: učbenik za kemijo v 8. razredu osnovne šole*. ZRSŠ.

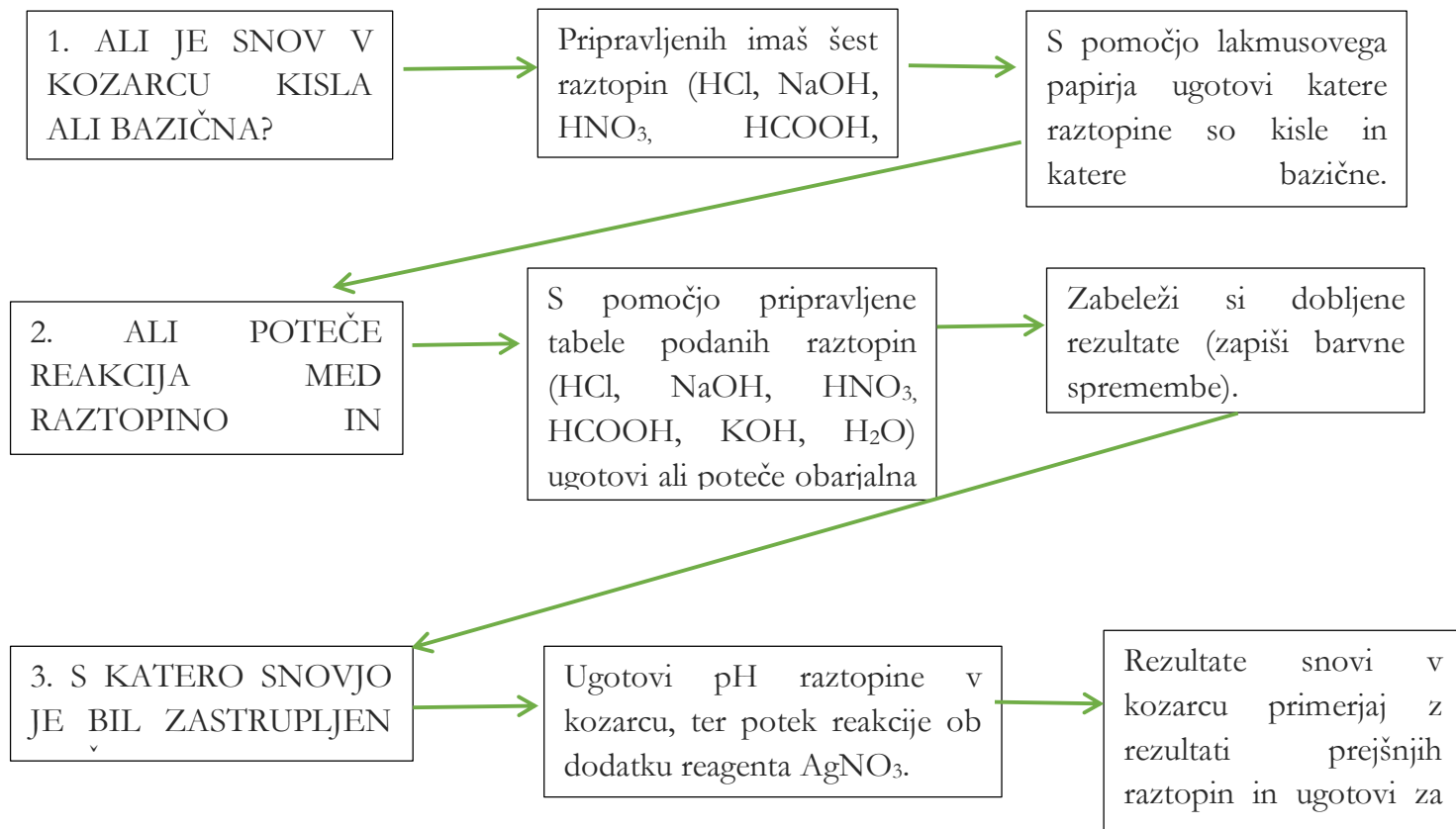
Vrtačnik, M., Wissiak Grm, S., Glažar, S. in Godec, A. (2015). *Moja prva kemija: Učbenik za kemijo za 8. in 9. razred osnovne šole*. Modrijan.



NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA









Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

f) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.



g) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|---|
| Kapalke, lakmusov papir, čaše, plastificirana tabela z imeni raztopin |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|--|--|
| HCl  |  |
| NaOH,  |  |
| HNO ₃ ,  | |
| HCOOH,  | |
| KOH,  | |
| AgNO ₃ ,  | |
| H ₂ O | |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Rezultati prvega dela: Moder lakmus se rdeče obarva pri kislinah: HCl, HNO₃, HCOOH; Rdeč lakmus se obarva modro pri bazah: NaOH, KOH; V nevtralnem mediju (H₂O) se lakmus obarva vijolično.

Rezultati drugega dela: Obarjalna reakcija z reagentom AgNO₃ poteče pri HCl (bela oborina).

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

S pomočjo lakmusovega papirja ugotovimo, da je snov v našem kozarcu kislá. Pri obarjalni reakciji nastane oborina bele barve med reagentom AgNO_3 in raztopino HCl . S pomočjo predhodnih kontrolnih rezultatov ugotovimo, da se je možki zastupil s klorovodikovo kislino (HCl).

2.7 Nevidno črnilo

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Zgodba:

Eva je Anžetu poslala skrivno sporočilo, ki ga je napisala z nevidnim čnilom in ga posušila. Pismo je Anžeta postavilo pred dilemo, katero sredstvo uporabiti, da se bo pojavilo skrivno sporočilo. Pomagaj Anžetu razvozlati uganko.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

1. Kakšen vpliv imajo indikatorji na razkritje nevidnega črnila?
2. Kakšen je vpliv temperature na razkritje nevidne pisave?
3. Ugotovi katero nevidno črnilo razkrije UV lučka?
4. Kakšen vpliv ima UV svetloba na razkritje?
5. Poišči fiziološke spremembe, ki naredijo nevidno črnilo vidno?

Vprašanje zapišite.

1. Kakšen je vpliv temperature na razkritje nevidne pisave?
2. Kako pH indikator vpliva na razkritje nevidne pisave?
3. Kakšen vpliv ima UV svetloba na razkritje nevidnega črnila?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

1. Višja kot bo temperatura, hitreje bo pisava postala vidna.
2. Besedilo napisano s snovjo, ki je kislja bomo to ugotovili z indikatorjem fenolftalein.
3. UV lučko bomo uporabili pri vseh tehnikah razkrivanja nevidne pisave.

Podajte bistvena teoretična izhodišča, na katerih bo temeljil načrt raziskovanja za potrditev hipotez(e). (Do tri strani z vključenimi viri. Vire navajajte po APA 7 standardu: <http://vodici.pef.uni-lj.si/subjects/guide.php?subject=apa7>)

Nevidna črnila, ki so organske kisline ob visoki temperaturi oksidirajo, ob enem pa tudi oksidirajo celulozni estri, ki jih tvorijo s papirjem. Sporočilo se tako razkrije preko saj, ki ob tem nastanejo. Poleg črnil, ki jih razkrivamo s toploto, poznamo tudi druge vrste, ki jih razvijemo z dodatkom drugega reagenta za kemijsko reakcijo ali osvetlimo z UV svetlobo.

Kislost ali bazičnost snovi ugotavljamo s pomočjo pH lestvice. Vrednost, ki imajo pH vrednost nižjo od 7 so kisle. pH vrednost nad 7 pa nam pove, da je snov bazična. Vrednost 7, pa ima povsem čista voda – vrednost 7 pomeni da je snov nevtralna. Vrednost pH je odvisna od moči, pa tudi od koncentracije kisline oz. baze (A. Smrdu, 2007).

Indikator je snov, ki pokaže prisotnost določene snovi. Kislinsko-bazični barvni indikatorji so snovi, ki se značilno obarvajo, glede na kislost oz. bazičnost preiskovane snovi. Najpogosteje se srečujemo z indikatorji kot so lakmus, fenolftalein in metiloranž (A. Smrdu, 2007).

| indikator | v močno kislem | v močno bazičnem |
|--------------|----------------|------------------|
| Lakmus | RDEČE | MODRO |
| Fenolftalein | BREZBARVNO | VIJOLIČNO |
| Metiloranž | RDEČE | RUMENO |

(Vir: A. Smrdu, 2007)

Fenolftalein je spojina s formulo $C_{20}H_{14}O_4$. Fenolftalein se pogosto uporablja kot indikator pri kislinsko-bazičnih titracijah. Spada v razred barvil, znanih kot ftaleinska barvila (Wikipedia, 2020).

Večina bioloških tekočin vsebuje fluorescentne molekule, ki jim pomagajo sijati.

Ker so telesne tekočine, kot so seme, slina in vaginalne tekočine, naravno fluorescentne, uporaba svetlobnega vira ponuja edinstven način njihovega lociranja. Preiskovalec kraja zločina lahko zoži določena mesta madežev za zbiranje, namesto da bi preizkusil celotne, velike dokaze, kot so vzmetnice, preproge, rjuhe, oblačilni predmeti itd. Posušene telesne tekočine bodo dejansko žarele pod osvetlitev svetlobnega vira (Spexforensics. b.d.).

Ker so skoraj vse telesne tekočine same po sebi fluorescentne, močnejši in bolj prilagodljiv je vaš vir svetlobe, več dokazov boste odkrili (Spexforensics. b.d.).

Čeprav bodo telesne tekočine fluorescirale pod navadno UV črno svetlobo, bodo številni izdelki, na katerih jih boste našli, vključno z oblačili in rjuhami, žareli in odvrčali od njihovega zaznavanja. Zato je treba nastaviti na vidno valovno dolžino (barvni pasovi), da se odstranijo motnje v ozadju. Glede na to, da boste iskali telesne tekočine v odmevnih primerih, primerih smrtnih kaznivih dejanj in povečanem širjenju uporabe DNK, več dokazov o telesni tekočini boste lahko bolje razkrili (Spexforensics. b.d.).

Literatura:

Smrdu, A. (2007). Kemija, Snov in spremembe 2. *Založba Jutro*. 63.

Wikipedia. (2020). <https://en.wikipedia.org/wiki/Phenolphthalein>

Spexforensics. (b.d.). <https://spexforensics.com/applications/body-fluids>

Nevidno črnilo. (2019, Maj). *Male sive celice*. [Video]. RTV Slovenija. <https://4d.rtvlo.si/arhiv/male-sive-celice/174613626>

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA






Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

h) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

PRIPRAVIMO POSTAJE ZA UČENCE:

1. POSTAJA na pladnju imajo učenci limonin sok in likalnik ter peki papir. Učenci dajo med peki papir dajo list, ki je popisan z limoninim sokom ter polikajo skozi peki papir. Nevidno besedilo se prikaže zaradi toplote. Učenci zapišejo opažanja.
 2. POSTAJA na pladnju imamo očetno kislino, natrijev hidroksid (baza), vatrana palčka, fenolftalein, imamo dva različna listka z dvema različnimi snovmi in ugotavljamo, katera snov je baza in katera kislina s pomočjo fenolftaleina. Učenci zapišejo opažanja.
 3. POSTAJA na pladnju imamo list papirja (na katerem je slina), učenci posvetijo ta list z UV lučko in ugotovijo, da gre za biološko raztopino. Zapišejo opažanja in zakaj do tega pride.
- i) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Limonin sok • Očetna kislina • NaOH • UV Lučka • Vatrana palčka • Rokavice • Halja • Fenolftalein • Zaščitna očala • Likalnik/gorilnik | |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|-------------------|---|
| Fenolftalein |  |
| NaOH |   |
| Očetna kislina |   |

REZULTATI

Pri prvi nalogi kjer bodo učencu uporabili limonov sok, se bo beseda razkrila pod vplivom visoke temperature. Beseda bo rumenkasto-rjave barve zaradi oksidacije in ob enem oksidirajo tudi celulozni estri.

Pri drugi nalogi, kjer bodo učenci uporabili NaOH, se bo beseda razkrila po dodatku indikatorja fenolftaleina, beseda se bo vijoličasto obarvala. Indikator fenolftalein v kisli in nevtralni vodni raztopini barve ne spremeni. Indikator fenolftalein se v bazični vodni raztopini obarva vijoličasto.

Pri tretji nalogi kjer bodo učenci uporabili slino, se bo beseda razkrila potem ko bomo list papirja postavili pod UV lučko. Le-ta bo razkrila nevidno besedo zaradi fluorescentnih molekul, ki se svetijo pod UV svetlobo.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Skozi opravljene naloge smo ugotovili, da je na listu papirja pisalo "Kemija".

Pri prvem postopku smo uporabili tehniko segrevanja in smo ugotovili, da je skrivna pisava bila napisana z kislino (limonin sok), saj organske kisline ob visoki temperaturi ob enem pa tudi oksidirajo celulozni estri, ki jih tvorijo s papirjem. Sporočilo se tako razkrije preko saj, ki ob tem nastanejo.

Pri drugem postopku, kjer smo nevidno črnilo razkrili z indikatorjem (fenolftaleinom).

Pri tretjem poskusu smo razkrili nevidno črnilo s pomočjo UV lučke in ugotovili, da je bila skrivna pisava napisana s slino. Beseda se je razkrila zaradi fluorescentnih molekul, ki se nahajajo v slini.

2.8 Identifikacija vzorca krvi

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

V torek, 20.10.2020 ob 20.16 uri, je policijska postaja Celje prejela prijavo pogrešane osebe. Pogrešana oseba je 17-letni mladostnik, ki je bil nazadnje viden pri očetu, kateri si deli skrbništvo z njegovo mamo. Prijavo o pogrešanem sinu je podala mama, ko sin do večera ni prišel domov. Kriminalisti so opravili razgovore in ugotovili, da je mladostnik tisti dan manjkal v šoli in je bil nazadnje viden pri očetu. Med preiskavo očetovega stanovanja so forenziki pridobili neznani vzorec rdeče tekočine. Sumijo, da je najdena snov kri. Forenziki so neznani vzorec poslali v forenzični laboratorij Oddelka za preiskave tkiv. Vaš prvi izziv v vlogi forenzika je, da ugotovite ali je neznani vzorec kri. Pri nadaljnji raziskavi ugotovi krvno skupino krvi ter komu pripada.

Slika 1: neznani vzorec rdeče tekočina



Sohan, R. (11.2.2016). *Emergency*.

<https://www.privatephotoreview.com/2016/02/emergency/>

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

Ali je neznani vzorec kri?

Katere krvne skupine je najdena kri?

Ali je najdena kri od pogrešanega mladostnika?

Ali najdena kri pripada očetu?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Ali je neznan vzorec kri?

Katere krvne skupine je najdena kri?

Neznani vzorec, ki so ga kriminalisti našli med preiskavo v očetovem stanovanju, je kri.

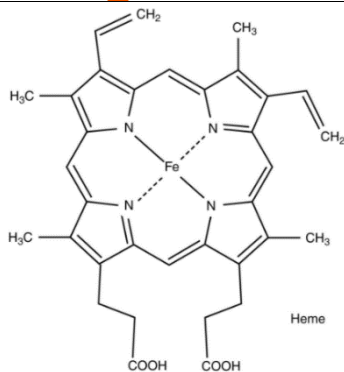
Krvna skupina neznanega vzorca je tipa A.

Kri je pomembna življenjska tekočina, oskrbuje vsako celico našega telesa s hrano in kisikom, ki ju telo potrebuje za normalno delovanje. Odrasel človek ima 5 do 6 litrov krvi, kar je približno 7-8% telesne teže. Kri se po telesu pretaka po venah in arterijah, če bi spojili vse žile v telesu v eno, bi bila ta žila dolga približno 10.000 km (Zavod RS za transfuzijsko medicino, 2008).

Kri vsebuje rdeče in bele krvničke ter krvne ploščice v tekočini, ki jo imenujemo krvna plazma. Kri vsebuje 45% krvnih celic in 55% krvne plazme. Plazma prenaša hrano do telesnih celic, rdeče krvničke imenovane tudi eritrociti prenašajo kisik do vseh celic v našega telesa, bele krvničke ali levkociti so zadolžene za obrambo organizma pred okužbami in ustvarjajo odpornost s pomočjo protiteles, krvne ploščice ali trombociti pa zaustavljajo krvavitev, pri čemer jim pomagajo tudi faktorji strjevanja krvi, ki se nahajajo v krvni plazmi. Plazma vsebuje številne snovi, ki so pomembne za normalno delovanje organizma (Zavod RS za transfuzijsko medicino, b. d.).

Eritrociti vsebujejo hemoglobin (rdeče krvno barvilo), ki veže kisik, ogljikov dioksid in druge koristne ali škodljive pline. Slabokrven je človek, ki ima znižano vsebnost hemoglobina oz. zmanjšano število eritrocitov. V molekuli hemoglobina je vezano železo, na katerega se veže kisik, ki se prenaša po krvi (Zavod RS za transfuzijsko medicino, b. d.).

Slika 2: molekula hemoglobina



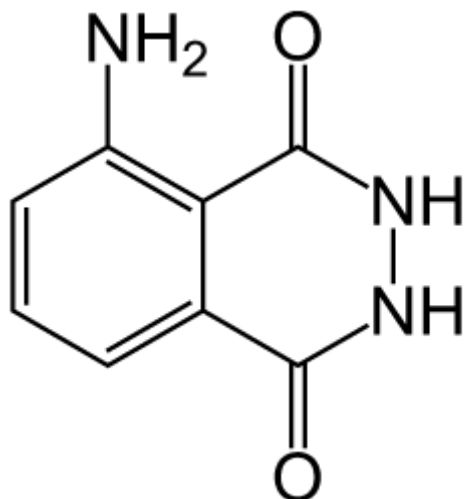
Prirejeno po: Lakna, P. (19.2.2017). *What is the Function of Hemoglobin in the Human Body.*
<https://pediaa.com/what-is-the-function-of-hemoglobin-in-the-human-body/>

Kri ima več nalog v telesu. Glavne naloge krvi so:

- Prenasalna naloga: kri nosi kisik, glukozo, aminokislino, maščobne kisline, vitamine in anorganske snovi do celic ter zbira ogljikov dioksid in druge odpadne snovi, ki jih izločijo ustrezni organi; kri nosi tudi hormone, nastale v organih z notranjim izločanjem do tarčnih organov in s tem prenaša molekularna sporočila iz enega v drug del telesa.
- Vloga pri strjevanju krvi oz. preprečevanju krvavitve: če pride do poškodbe, kri v ta predel pošlje krvne ploščice, ki se nakopičijo v predelu izgubljanja krvi in tvorijo s faktorji strjevanja krvni strdek.
- Obrambna naloga: v krvi so bele krvničke in protitelesa zadolžene za obrambo telesa pred okužbo, ki preko krvi pridejo do vseh tujkov v organizmu (Zavod RS za transfuzijsko medicino, 2008).

Za odkrivanje očiščenih ali odstranjenih sledi krvi se pri forenziki uporablja luminol. Ta je v trdnem agregatnem stanju v obliki blede rumenih kristalov. Za iskanje krvnih sledi ga moramo aktivirati z vodikovim peroksidom (H_2O_2). Vodna raztopina luminola in vodikovega peroksida bo v stiku s krvjo reagirala z železom v hemoglobinu in tako približno 20 sekund oddajal modro svetlobo-kemiluminiscenca. Potrebna količina krvi za potek reakcije je zelo majhna, zato se lahko odkrije tudi najmanjše sledi krvi. Pri uporabi luminola pa lahko dobimo lažno pozitivne rezultate, saj reagira tudi z živalsko krvjo ali pa v prisotnosti bakrovih spojin (npr. v kemičnih čistilih) (Slapničar idr., 2018).

Slika 3: skeletna formula molekule luminola



Wikipedija: prosta enciklopedija. (28.12.2020). Luminol.

<https://en.wikipedia.org/wiki/Luminol>

Slika 4: kemiluminiscenca



Harris, T. (11.6.2002). *How Luminol Works*. <https://science.howstuffworks.com/luminol.htm>

Kastle-Meyer test je enostavna, hitra, poceni in zanesljiva forenzična metoda za odkrivanje prisotnosti krvi na kraju zločina. Vodikov peroksid (H_2O_2) reagira s hemoglobinom v krvi, pri tem se indikator fenoltalein obarva iz brezbarvnega v roza, pravimo, da je test pozitiven (Genovesi idr., 2019). Pomembno je opozoriti, da test ne razlikuje med različnimi vrstami molekul hemoglobina. Za ugotavljanje, ali je kri človeškega ali živalskega izvora, je potreben dodaten test. Raztopina Kastle-Meyerja je raztopina fenoltaleina, ki mora biti brezbarvna ali bledo rumena, če je raztopina roza ali če je rožnata barva ob dodatku v bris, potem je raztopina stara ali oksidirana in test ne bo deloval (Anne Marie Helmenstine, b.d.).

Na rdečih krvničkah so tako imenovani antigeni, ki nas razvrščajo v različne krvne skupine. Glede na to

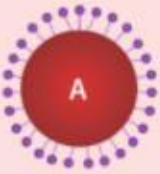
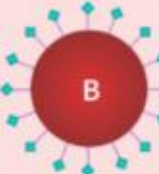
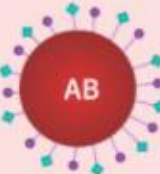









ločimo krvno skupino A, B, 0 in AB. Krvne skupine se dedujejo ter vse življenje ostanejo nespremenjene (Zavod RS za transfuzijsko medicino, 2008).

Krvne skupine so poimenovane po proteinih oziroma antigenih, ki jih najdemo v krvi. Krvna skupina A ima tako antigen A, krvna skupina B ima antigen B, skupina AB ima antigena A in B, krvna skupina 0 pa nima nobenega antigena.

Ugotavljanje tipa krvi je pomembno predvsem pri transfuzijah, saj niso vse krvne skupine kompatibilne. V primeru, da bi pacient s krvno skupino B prejel kri od darovalca s krvno skupino A, bi se kri prejemnika ob stiku s krvjo darovalca začela strjevati, kar bi pomenilo smrt pacienta. Kri se v tem primeru začne strjevati zaradi protiteles.

Vsaka skupina ima namreč poleg antigenov, ki določajo tip krvi tudi določen tip protiteles: skupina A ima protitelesa anti B, skupina B ima anti A, skupina AB nima protiteles, skupina 0 pa ima protitelesa anti A in anti B. Torej ko kri tipa B pride v stik s protitelesi anti B, ki jih najdemo v krvi tipa A, se začne strjevati, pravimo, da pride do aglutinacije-sprijetanja eritrocitov (Betino in Bertino Nolan, 2009).

Slika 5: Krvne skupine

| | | | | |
|-------------|---|---|--|--|
| Tipi krvi |  |  |  |  |
| Protitelesa |  ANTI-B |  ANTI-A |  |  ANTI-A in ANTI-B |
| Antigeni |  A ANTIGEN |  B ANTIGEN |  A IN B ANTIGEN |  |

Prirejeno po: Rok, A. (8.7.2019). *Krvne skupine: boležni, zdravje in prehrana.*
<https://www.cakalnedobe.si/nasvet/krvne-skupine-bolezni-zdravje-in-prehrana/>

Slika 6: Aglutinacija


**Tipična
aglutinacija**

**Slabotna
aglutinacija**

**Ni
aglutinacije**

ZIN. (2012). *Easy home domači test za določanje krvne skupine.*

<https://images.app.goo.gl/crrmBmC7i6z3BjqA8>

Seznam virov:

Zavod RS za transfuzijsko medicino. (b. d.). *Kri in krvne skupine.* <http://www.ztm.si/krvodajalstvo/kri-in-krvne-skupine/>

Zavod RS za transfuzijsko medicino. (4. 2. 2008). *Sestava in funkcija krvi.* http://www-old.ztm.si/php/grid.php/krvodajalstvo/osnovne_informacije_o_krvi.html?Lang=si

Slapničar, M., Ferik Savec, V. in Devetak, I. (2018). *Naravoslovje v forenziki in športu, teoretične osnove in navodila za laboratorijske vaje.* Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

Helmenstine, A. M. (b. d.). *Test Kastle-Meyer za odkrivanje krvi.* <https://sl.eferrit.com/test-kastle-meyer-za-odkrivanje-krvi/>

Helmenstine, A. M. (b. d.). *Test Kastle-Meyer za odkrivanje krvi.* <https://sl.eferrit.com/kako-narediti-kastle-meyer-resitev/>

Genovesi, E., Blinderman, L. in Natale, P. (5.7.2019). *Blood detection using the Kastle-Meyer test.* [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Ancillary_Materials/Laboratory_Experiments/General_Biology_Labs/Book%3A_Unfolding_the_Mystery_of_Life_-_Biology_Lab_Manual_for_Non-Science_Majors_\(Genovesi_Blinderman_Natale\)/10%3A_Protein_Gel_Electrophoresis/10.1%3A_Blood_detection_using_the_Kastle-Meyer_test](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Ancillary_Materials/Laboratory_Experiments/General_Biology_Labs/Book%3A_Unfolding_the_Mystery_of_Life_-_Biology_Lab_Manual_for_Non-Science_Majors_(Genovesi_Blinderman_Natale)/10%3A_Protein_Gel_Electrophoresis/10.1%3A_Blood_detection_using_the_Kastle-Meyer_test)

Bertino, A. J. in Bertino Nolan, P. (2009). *Forensic science: Fundamentals and investigations.* South-Western Cengage Learning.

Lakna, P. (19.2.2017). *What is the Function of Hemoglobin in the Human Body.* <https://pediaa.com/what-is-the-function-of-hemoglobin-in-the-human-body/>

Harris, T. (11.6.2002). *How Luminol Works*. <https://science.howstuffworks.com/luminol.htm>

Prirejeno po: Rok, A. (8.7.2019). *Krvne skupine: bolezni, zdravje in prehrana*. <https://www.cakalnedobe.si/nasvet/krvne-skupine-bolezni-zdravje-in-prehrana/>

ZIN. (2012). *Easy home domači test za določanje krvne skupine*. <https://images.app.goo.gl/crrmBmC7i6z3BjqA8>

Sohan, R. (11.2.2016). *Emergency*. <https://www.privatephotoreview.com/2016/02/emergency/>

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

j) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Uvod

Na začetku skupaj z učenci preberemo zgodbo socio-naravoslovnega problema. Učenci oblikujejo hipotezo, na podlagi zastavljenih raziskovalnih vprašanj. Nato si preberejo teoretične osnove. Učence pred pričetkom razdelimo v skupine. Na delovnem pultu že imajo pripravljene pladnje z laboratorijskimi pripomočki in uporabljenimi snovmi. Učenci z eksperimentalno-raziskovalnem delom potrdijo oziroma ovrnejo zapisane hipoteze.

Poštenost poskusa

Učenci razmislijo o spremenljivkah in konstantah poskusa.

1. poskus

Odvisna spremenljivka: vzorec krvi.

Neodvisna spremenljivka: kemoiluminiscenca – oddajanje svetlobe.

Konstante: raztopina luminola.

2. poskus

Odvisna spremenljivka: vzorec krvi.

Neodvisna spremenljivka: obarvanje fenolftaleina.

Konstante: raztopina Kastle-Meyer.

3. poskus

Odvisna spremenljivka: vzorec krvi.

Neodvisna spremenljivka: stopnja aglutinacije

Konstante: destilirana voda, tester in količina krvi.

1. del poskusa

Izvedba poskusa z luminolom:

1. V prvo epruveto dajte tri kapljice raztopine kobaltovega(II) klorida hidrata, v drugo epruveto tri kapljice raztopine železovega(III) klorida hidrata, v tretjo tri kapljice krvi sesalca.
2. V vse tri epruvete dodajte dve kapljici pripravljene raztopine 3% vodikovega peroksida.
3. Ugasnite luč in dodajte dve kapljici pripravljene raztopine luminola.

2. del poskusa

Izvedba Kastle-Meyer testa:

1. Navlažite bombažno palčko z destilirano vodo in se dotaknite vzorca krvi tako, da palčko zasučete za 360°.
2. Na bombažno palčko dodajte kapljico 70% etanola, ki služi za razkritje hemoglobina, da lahko bolje reagira in poveča občutljivost testa.
3. Na bombažno palčko kapnite eno ali dve kapljici raztopine Kastle-Meyerja.
4. Nato na palčko kapnite še eno ali dve kapljici 3% raztopine vodikovega peroksida.







3. del poskusa

Izvedba testa za krvne skupine:

1. Na listič z antigenom A in B na označeno mesto kani kapljico krvi.
2. Nato na označeno mesto dodaj še kapljico destilirane vode.
3. Opazuj, kaj se dogaja s kapljicama krvi na lističu.

k) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|--|
| Luminol: - 3 epruvete - 5 kapalk Kastle-Meyer: - bombažna palčka - kapalka Krvne skupine: - 2 kapalki |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|--|---|
| Luminol - raztopina kobaltovega(II) klorida hidrata (1) - raztopina železovega(III) klorida hidrata (2) - 3% raztopina vodikovega peroksida (3) - raztopina luminola (4) Kastle-Meyer - raztopina Kastle-Meyerja (5) - 70% etanol (6) - destilirana voda - 3% vodikov peroksid (3) - vzorec krvi Test tipa krvi: - lističi z antigenom A in B - vzorec krvi - destilirana voda | Glej številke pri imenih raztopin 1:  2:  3:  4:  5:  6:  |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Rezultati poskusa z luminolom:

Vodna raztopina luminola in vodikovega peroksida v stiku s krvjo reagira z železom v hemoglobinu in začne oddajati modro svetlobo.

Rezultati Kastle-Meyer testa:

Če blazinica *takoj* postane roza, je to pozitiven test za kri. Upoštevajte, da bo bris spremenil barvo, ob rosenju pa po približno 30 sekundah, tudi če ni prisotna kri. To je rezultat vodikovega peroksida, ki oksidira fenolftalein v indikatorski raztopini.

Rezultat testa za krvne skupine:
Kri aglutinira samo v stiku s protitelesi anti A.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Luminol:

Ker je test pozitiven, obstaja sum da je vzorec kri. To lahko potrdimo s Kastle-Meyerjevim testom.

Kastle-Meyer:

Test je dokazal, da je neznani vzorec kri.

Krvne skupine:

Test krvnih skupin je pokazal, da je vzorec krvi tipa A.

Po podatkih iz rojstnega lista smo ugotovili, da je tip krvi identičen tipu krvi sina, očetov tip krvi pa je AB. Obstaja torej sum na kaznivo dejanje.

2.9 Reševanje namišljenega umora, s spoznavanjem lastnosti prsti

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

V mestu se je zgodil umor. Ob truplu so kriminalisti našli koščke prsti, ki so jih previdno zbrali kot dokazno gradivo. Pri štirih osumljencih so našli z prstjo umazane škornje in so te vzorčili. Sedaj moramo raziskovalci določiti kateri od osumljencev je kriv.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Ali lahko na osnovi več parametrov prsti določimo, kdo je krivec?

Vprašanje zapišite.

S pomočjo več parametrov bomo lahko zanesljivo določili prst.

S pomočjo enega parametra ne moremo zanesljivo določiti da je prst enaka.

S pomočjo dveh ali več parametrov bomo lahko dokaj zanesljivo določili ali je prst enaka.

Primesi

Prst ima lahko v sebi določene primesi, ki jih velikokrat vidimo s prostim očesom. Včasih pomaga, če prst posušimo in sprostimo skozi sito. Primesi so lahko naravnega ali umetnega izvora. Umetne primesi so ponavadi ostanki plastike, ostanki opeke in podobno, naravni pa so lahko anorganski, kot so koščki kamenja ali pa organski, kot so različna semena listi ali iglice, trni, majhne vejice. Ti vključki nam lahko velikokrat pomagajo določiti tip podlage, ki nam lahko na primer pomaga določiti lokacijo, kjer se je nekaj zgodilo, ali da je vzorec iz gozda, ali peščene poti. Vseeno pa to ni najbolj zanesljiva metoda, saj ni zagotovljeno, da bodo vsi vzorci imeli enake primesi, nekateri jih morda sploh ne bodo imeli.

Barva

Barva je pomemben parameter, že na pogled lahko z njim izločimo nekatere prsti. Na barvo vpliva sestava prsti. Prst z veliko železovih spojin bo rdečkasta ali oranžna, prst z veliko organskih primesi bo črna, belo barvo pa nam lahko dajo kalcidi. Na osnovi tega lahko na primer ocenimo kje v mestu se je zgodil umor, glede na to, ali je zemlja na silikatni podlagi ali na karbonatni. Pri analizi barve zemlje se lahko uporabljajo atlas barve, a mi bomo barvo ocenili s primerjavo.

pH

Ko že govorimo o podlagi, podlaga ima vpliv na pH prsti, prav tako lahko na ta pH vpliva gnojenje, prepustnosti in drugi dejavniki. Če potemtakem vzorčimo pH vzorca, lahko pričakujemo, da bosta vzorec prsti iz kraja zločina in vzorec krivčevih škornjev imela enak pH, saj je ta zemlja isto stara in izvira iz iste lokacije. Pri današnjemu eksperimentu bomo s pH lističi izmerili pH naših vzorcev tako, da bomo dve do tri žličke prsti stresli v čašo in zmešali z vodo. Nato bomo raztopino prefiltrirali v drugo čašo in odmerili pH.

Struktura

Struktura je sposobnost prsti da tvori in drži obliko. Z različno strukturo ste se verjetno že spoznali, ko ste poizkušali tvoriti kepe snega in ste opazili, da jih včasih tvorite z lahkoto, včasih pa razpadejo v rokah. Podobno bomo izvedli tudi mi. Uporabili bomo vzorec in ga tvorili v svaljek, tako dolg kot lahko. Nato bomo ta svaljek še poizkusili upogniti v krog. Opazili bomo, da različne prsti tvorijo različno dolge svaljke, nekatere so bolj kot plastelin druge skoraj takoj razpadejo.

Tekstura

Še zadnja stvar ki jo moramo omeniti, je tekstura. Le to določajo mineralni vključki, kot so koščki peska. Teksturo lahko določimo na preprost način tako, da košček prsti pomencamo med prsti.

Učitelj nato učencem pomaga izvesti vse meritve in te meritve vpisujejo v tabelo. Na koncu izmerijo še značilnosti vzorca iz kraja zločina. Opazili bodo, da so se vse značilnosti poravnale z enim od osumljencev, vseeno pa se bodo verjetno nekateri parametri poravnali tudi z drugimi. Učitelj tu izpostavi pomembnost testiranja neodvisnih spremenljivk, saj smo s tem dvignili občutljivost naših testov, kar nam

je omogočilo, da smo bolj sigurno odkrili, kdo je bil krivec.

Vir

Interna skripta iz predmeta Ekološke analize in monitoring, avtorice Alenke Sedlar.

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

l) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

-Učencem predstavimo socio-naravoslovni problem

-Z učenci se pogovorimo o tem, kako bi lahko določili, kateri prsti se ujemata.

-Skupaj z učenci oblikujemo hipoteze in pričnemo eksperiment.

-Najprej primerjamo barvo prsti in eliminiramo neprimerljive vzorce

-Nato preverjamo strukturo in teksturo vzorcev in spet eliminiramo tiste vzorce, ki se nam ne zdijo podobni

-Na koncu kot potrditev naših dosedanjih sumov preverimo pH vseh preostalih vzorcev, in tako določimo katera vzorca se ujemata.

m) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|---|
| 2x Čaša 250ml pH lističi filter papir |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|----------------------------------|------------|
| Destilirana voda Vzorca prsti | |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Rezultati so odvisni od vzorcev prsti. Eden od vzorcev se ujema z vzorcem kraja zločina po svojih parametrih. Pričakujemo da se tudi drugi vzorci lahko v enem parametru ujemajo. Lahko pride do manjših varianc v merjenju a pričakujem, da se bo vzorec krivega in kraja zločina z minimalno napako ujema v vseh parametrih

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Na osnovi parametrov določenih pri vzorcu prsti iz kraja zločina in vzorcu prsti iz čevljev osumljencev, določimo, katera dva se ujemata. Ujemanje kaže na to, da je izvor zemlje isti, posledično je tisti osumljenec bil na kraju zločina.

2.10 Skrivnostna bolezen v kraljestvu konstantinopel

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Pred davnimi časi je v kraljestvu Konstantinopel živel kralj Marcel, ki je oboževal potovanja in se je ravnokar odpravljal na novo potovanje k prijatelju kralju Ludviku, ki živi v sosednjem kraljestvu. Ko je prispel v Emono je opazil, da se v kraju dogaja nekaj nenavadnega. Ljudje, ki jih je srečaval na poti so bili bledi, hripavi, veliko jih je tudi bruhalo. Ko je prispel do kralja Ludvika mu je ta povedal da so mu bogovi prekleli kraljestvo in mu okužili prebivalce s kolero. Priporočal mu je, da se čimprej vrne domov in se tako obvaruje pred okužbo, kar je Marcel tudi storil. Takoj ko se je vrnil nazaj v Konstantinopel je svojemu ljudstvu povedal kaj se dogaja v sosednjem kraljestvu in se odločil, da prepove gibanje med kraljestvi ter kakršnokoli blagovno menjavo. Meseci so minevali hrane pa je počasi zmanjkovalo in ljudstvo se je bilo primorano prehranjevati le še z ulovom rib iz bližnje reke ter poljedelstvom. Živel so skromno ampak so bili zdravi. Toda čez nekaj časa so se tudi ljudje iz Konstantinopla začeli počutiti slabo, bili so bledi, omotični, imeli so kovinski okus v ustih in prebavne težave. Ko je Marcel opazil kaj se dogaja v njegovem kraljestvu je postal zelo zaskrbljen in na pomoč poklical svojega prijatelja Ludvika naj mu svetuje kaj naj naredi. Vendar je Ludvik, ko je slišal kakšne simptome imajo ljudje iz Konstantinopla povedal Marcelu, da njegovo ljudstvo ni okuženo s kolero ampak da vzrok tiči nekje drugje. Marcel in njegovo ljudstvo je umrlo in niso nikoli izvedeli kaj je vzrok njihove smrti. Po stotih letih pa so arheologi v skladišču naključno našli vzorce vode in prsti iz časa Konstantinopla na katerih so opravili teste oziroma analizo.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli

1. Ali je bila zastupitev ljudstva naključna ali jo je nekdo povzročil namenoma?
2. Ali obstaja povezava med simptomi kolere in simptomi zastrupitve?
3. Ali so se ljudje zastrupili z uživanjem rib iz bližnje reke ter poljedelskih pridelkov?
4. Ali obstaja možnost, da se je sosednje kraljestvo zastrupilo z enko snovjo kot kraljestvo Konstantinopel?
5. Ali se je ljudstvo kraljestva Konstantinopel zastrupilo s težko kovino?

raziskati.

Ali se je ljudstvo kraljestva Konstantinopel zastrupilo s težko kovino?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

H1: Ljudstvo kraljestva Konstantinopol se je zastrupilo s težko kovino.

H2: Ljudstvo kraljestva Konstantinopol se je zastrupilo z uživanjem rib iz bližnje reke, katera je vsebovala arzen posledično tudi ribe.

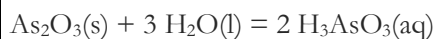
H3: Ljudstvo kraljestva Konstantinopol se je zastrupilo z uživanjem poljedelskih pridelkov katere so zalivali z vodo iz bližnje reke.

H4: Ljudstvo kraljestva Konstantinopol se je zastrupilo z uživanjem rib iz bližnje reke in poljedelskimi pridelki.

ARZEN

Arzen in njegove spojine nas spremljajo že od najstarejših časov. Nekoč so ga uporabljali kot strup ali za zdravilne terapije. Do 11.stoletja so poznali že tri vrste arzena: bel arzen (arzenov trioksid), rumen (arzenov trisulfid) in rdeč (arzenov disulfid). Arzenov trioksid je bel prašek brez okusa in vonja. Zaradi njegovih lastnosti je bil v srednjem veku priljubljen kot strup, predvsem med višjimi sloji, zaradi česar ga imenujemo tudi Strup kraljev. Prav tako je bil priporočen kot strup zato, ker so bili simptomi zastrupitve z arzenom podobni simptomom kolere. Arzen je težka kovina, ki se uporablja v različnih pesticidih, herbicidih in insekticidih. Uporablja se tudi v različnih zlitinah, predvsem za ojačanje in okrepitev. V naravi se pojavlja v številnih mineralih, lahko ga najdemo v samorodni obliki, večinoma pa ga najdemo v kombinaciji z žveplom in kovinami. V periodnem sistemu elementov ga najdemo med prehodnimi kovinami z oznako As, vrstnim številom 33 in relativno atomsko maso 74,92 g/mol. Kemijsko je zelo podoben fosforju, katera tudi delno nadomešča v biokemijskih reakcijah in je zato strupen. Ko Arzen segrevamo, ta hitro oksidira v arzenov oksid, ki ima vonj po česnu. Nekatere spojine lahko ob gretni tudi sublimirajo. Arzen je v različnih spojinah prisoten v zemeljski skorji in posledično zaradi tega tudi v vodi v nekaterih delih sveta. Arzen ni esencialni element za človeka. Glavni vnos je preko rib in mesa ter vode oziroma pijač. Prav tako delež vnosa v telo narašča z naraščanjem koncentracije arzena v pitni vodi. Večletno uživanje arzena s pitno vodo je bilo povezano s spremembami na koži, rakom kože in drugimi raki, itd.. Za otroke in nosečnice arzen ne predstavlja večjega tveganja za zdravje kot za druge prebivalce. Mejna vrednost arzena v pitni vodi je 0,10 µg/l. Če je koncentracija arzena v vodi večja od 0,10 µg/l to predstavlja tveganje za nastanek raka. Arzen ima vrednost LD50 13 mg / kg.

Reakcija arzena z vodo:



Arzen, ki je sicer element prehodnih kovin se v obliki oksida vede kot nekovina in z raztapljanjem v vodi tvori kislino, ki jo imenujemo orto-arzenska kislina.

SPEKTROFOTOMETRIJA

Spektrofotometrija je metoda, ki jo uvrščamo med molekulske absorpcijske spektrometrije, katera temelji na merjenju absorpcije svetlobe pri prehodu skozi raztopino vzorca. Uporablja se jo predvsem v fiziki, kemiji, biokemiji in molekularni biologiji. Pogosto se uporablja pri forenzičnih preiskavah in pri študijah kemijskih substanc. Molekulska spektroskopija, ki temelji na UV, vidnem in IR sevanju se v veliki meri uporablja za identifikacijo in detekcijo mnogih organskih in anorganskih spojin. Molekulska UV in vidna spektrofotometrija je pomembna za kvantitativno analizo. Široka uporaba, velika občutljivost, selektivnost, točnost in enostavnost uporabe so najpomembnejše značilnosti spektrofotometričnih metod. Veliko število anorganskih, organskih in biokemijskih spojin absorbira UV ali vidno sevanje in so s tem primerne za kvantitativno analizo. Na molekule, ki ne absorbirajo pa lahko vplivamo z različnimi kemijskimi reakcijami in jim na tak način izmerimo absorbanco. Meje za absorpcijsko spektrofotometrijo so v področju med 10^{-4} in 10^{-5} M. Velikokrat lahko najdemo valovno dolžino, pri kateri absorbira samo vzorec, zato nam pri tem ni potrebno opraviti predhodnega ločevanja. Relativna napaka merjenja koncentracije je od 1 % do 5 %. Ta odstotek se lahko z različnimi metodami zmanjša tudi na desetino. S spektrofotometrom lahko ugotovimo katera spojina se nahaja v naši raztopini in kolikšna je njena koncentracija. Torej s spektrofotometrijo lahko določimo ravnotežno konstanto raztopine, v kateri so določene kemijske reakcije v ravnotežju. Reakcija poteka v obe smeri; iz reaktantov nastajajo produkti in

produkti razpadajo na reaktante, dokler se ne vzpostavi določeno ravnotežje. Ustrezne koncentracije reaktantov in produktov v ravnotežju, lahko določimo s spektrofotometrijo. Izmerjena količina svetlobe, ki gre skozi raztopino, kaže koncentracije nekaterih kemikalij, ki absorbirajo svetlobo. Glavni problem v molekularni absorpcijski spektrometriji so motnje zaradi drugih komponent v vzorcu. Te namreč lahko absorbirajo svetlobo pri izbrani valovni dolžini ali pa z reagentom tvorijo obarvane spojine. Preden merimo absorbanco, moramo zato odstraniti ali maskirati spojine, ki motijo določitev. Če snov močno absorbira v UV ali vidnem območju, jo lahko s spektrofotometrijo kvantitativno določimo. V drugih primerih dodamo reagent, ki tvori z določano snovjo obarvano spojino. Tipični anorganski reagenti za tvorbo barve so: tiocianatni ion za železo, kobalt in molibden; anion vodikovega peroksida za titan, vanadij in krom; jodidni ion za bizmut paladij in telur. Zelo pomembni so organski kelatni reagenti, ki s kationi tvorijo stabilne komplekse. To so dietilditiokarbamat za dokazovanje bakra, difeniltiokarbazon za svinec... Za določitev je bistveno, da je absorbanca stabilna, dokler ne izvršimo meritve. Absorbanca se tudi ne sme spreminjati pri manjših spremembah pH, temperature, množine dodanega reagenta ...

SPEKTROFOTOMER

Spektrofotometer primerja delež svetlobe, ki preide skozi referenčno raztopino in skozi merjen vzorec. Svetloba potuje skozi vzorec. Del svetlobe se pri tem absorbira, prepuščena svetloba pa pride do detektorja. Absorpcijo svetlobe podaja Beerov zakon, ki velja le za razredčene raztopine:

$$\log \frac{I_o(\lambda)}{I(\lambda)} = A = k \cdot b \cdot c,$$

kjer je I_o jakost svetlobe vpadnega žarka, I jakost svetlobe po prehodu skozi snov, A je absorbanca (ekstinkcija), k molarni absorpcijski (ekstinkcijski) koeficient, b dolžina svetlobne poti skozi snov in c koncentracija določane zvrsti. Molarni absorpcijski koeficient je značilen za zvrst, ki absorbira svetlobo in se spreminja z valovno dolžino. Velja tudi da je $A = -\log T$ (T je transmitanca ali propustnost). Spektrofotometer je sestavljen iz izvora svetlobe, monokromatorja, kivete in detektorja. Za izvor svetlobe uporabljamo devterijevo ali volframovo žarnico. S prvo merimo v območju med 195 nm in 375 nm, z drugo pa v območju med 350 nm in 1000 nm. Monokromator je po navadi sestavljen iz optične rešetke ali optične prizme. V nekaterih primerih pa tudi iz optičnega filtra. Z izbiro kota padanja svetlobe na optično rešetko ali optično prizmo, lahko izberemo valovno dolžino svetlobe, ki jo bo monokromator prepustil. Kivete so dolge okoli 1 cm. So iz kvarčnega ali navadnega stekla. Tista stran, kjer gre skozi žarek svetlobe mora biti gladka in čista, saj to vpliva na točnost merjenja. Detektor pa meri intenziteto prepuščene svetlobe skozi vzorec. Na koncu pa imamo še zaslon, ki nam prikaže izmerjeno absorbanco. Spektrofotometrijska merjenja absorbcije se izvajajo pri valovni dolžini, ki odgovarja nekemu absorpcijskem maksimumu. V tej točki je sprememba absorbance na enoto koncentracije največja. Absorpcijska krivulja je v maksimumu skoraj vedno ravna, kar omogoča dobro linearnost in manjšo možno napako, če se ne doseže točna valovna dolžina na instrumentu. Na absorbanco raztopine vplivajo narava topila, pH, temperatura, koncentracija elektrolita, čas trajanja reakcije ter prisotnost snovi, ki interferirajo.

UV SPEKTROFOTOMETRIJA

Spektrofotometrijska merjenja v UV sevanju so primerna za odkrivanje kromofornih skupin. Pri izbiri topila moramo biti previdni. Topilo mora biti transparentno v celotnem področju in mora raztopiti dovolj

veliko količino vzorca, dobimo dobro definirane maksimume. Potrebno je tudi raziskati možne interakcije med topilom in vzorcem. Polarna topila kot so voda, alkoholi in ketoni lahko spremenijo vibracijske spektre. Teh spojin se je potrebno izogibati kadar želimo analizirati spektralne podrobnosti. Polarnost topila pogosto vpliva na položaj absorpcijskega maksimuma. Instrumenta, ki ju uporabljamo pri tej metodi, imenujemo fotometer in spektrofotometer. Prednost fotometra je nizka cena, enostavnost, možnost prenašanja in lahko vzdrževanje. V analiznih metodah pri katerih ni važna visoka spektralna čistoča je točnost in natančnost merjenja s fotometrom podobna tistim, ki so izmerjene s spektrofotometrom. Slabe strani fotometra pa so nezmožnost dobivanja celega spektra in omejena vsestranskost.

VIR

- Wikimedia Foundation Inc. (31.1.2020). *Arzen*. Wikipedia.com. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Arzen>
- Skoog, Douglas A.; West, Donald M.; Holler, F. James. *Fundamentals of analytical Chemistry*, 6th ed
- <https://www.nijz.si/sl/o-posameznih-parametrih-na-kratko>

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

1. Najprej si pripravimo štiri epruvete. V tri epruvete dodamo neznan vzorec, v eno pa damo destilirano vodo in namočimo listek za opravljanje hitrega testa za preverjanje prisotnosti določene kovine.
2. Potem ugotovimo, da je v vodi največ prisotnega arzena. Preverili bomo kolikšna je njegova koncentracija.
3. Na začetku si pripravimo merilno bučko z volumnom 250 mL, katera ima koncentracijo 0,05 M arzenovega oksida.
4. Iz 250 mL bučke pripravimo razredčene raztopine, ki imajo koncentracijo od 0,005M do 0,00005M.
5. Iz vsake bučke prenesemo vsebino v kiveto in zmerimo njihovo valovno dolžino s spektrofotometrom.
6. Izračunamo absorbanco za izmerjene raztopine in narišemo graf, ki prikazuje odvisnost absorbance od koncentracije arzena.
7. Na koncu zmerimo še neznan vzorec in preko grafa, ki smo ga narisali iz znanih koncentracij določimo približno koncentracijo arzena v neznanem vzorcu.

a) Priprava raztopine arzenovega oksida.

V 100 mL čašo zatehtamo 2,5 g arzenovega oksida in ga raztopimo z destilirano vodo in raztopino prenesemo v 250 mL bučko in razredčimo z destilirano vodo do oznake. Tako dobimo raztopino s koncentracijo arzenovega oksida 0,05M

b) Priprava standardnih raztopin za umeritveno krivuljo.

V 100 mL bučke si pripravimo pet standardov z različnimi koncentracijami od 0,005M do 0,000005M

0,005M raztopina: Pripravimo tako, da iz bučke, ki vsebuje 0,05M raztopino odpipetiramo 25mL raztopine in prenesemo v manjšo 100mL bučko in razredčimo do oznake.

0,0005M raztopina: Pripravimo tako, da iz bučke, ki vsebuje 0,005M raztopino odpipetiramo 25mL raztopine in prenesemo v manjšo 100mL bučko in razredčimo do oznake.

0,00005M raztopina: Pripravimo tako, da iz bučke, ki vsebuje 0,0005M raztopino odpipetiramo 25mL raztopine in prenesemo v manjšo 100mL bučko in razredčimo do oznake.

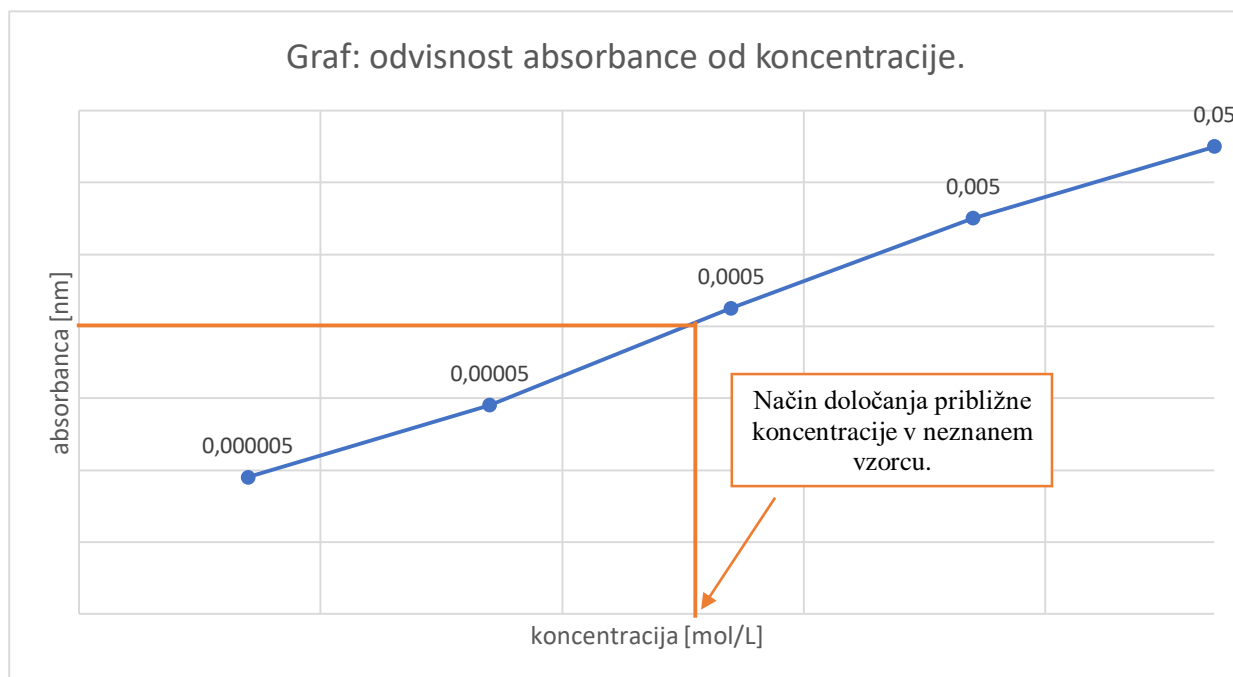
0,000005M raztopina: Pripravimo tako, da iz bučke, ki vsebuje 0,00005M raztopino odpipetiramo 25mL raztopine in prenesemo v manjšo 100mL bučko in razredčimo do oznake.

c) Merjenje s spektrofotometrom.

Merjenje absorbance s spektrofotometrom ni zahtevno. Za kvantitativno določevanje izberemo valovno dolžino, pri kateri je absorbanca maksimalna. Spektrofotometri morajo biti umerjeni, temu pravimo »ničelna nastavitve«. Absorbanca referenčnega vzorca mora biti nastavljena na nič, tako da so absorbance vseh ostalih merjenih vzorcev prikazane glede na referenčni vzorec. Spektrofotometer tako poda delež absorbance (količino absorbirane svetlobe glede na referenčni vzorec). Če spojina sama ne absorbira svetlobe, ji lahko dodamo reagente, s katerimi bo tvorila obarvan produkt. Le-temu pa lahko spektrofotometrično določimo koncentracijo. Ko vstavljamo vzorec v aparaturo moramo biti previdni, da ne umažemo kivete v kateri se vzorec nahaja. Kiveto moramo skrbno očistiti in paziti, da se ne dotikamo stranic, skozi kateri prehajajo svetlobni žarki. Ker po navadi merimo absorbanco pri relativno nizkih koncentracijah, moramo biti zelo previdni pri čiščenju kivete. Vedno, ko zamenjamo vzorec moramo kiveto vsaj trikrat sprati z destilirano vodo. Ko izmerimo vsem raztopinam absorbanco, narišemo umeritveno krivuljo. Na abscisno os nanašamo koncentracije, na ordinatno os pa izmerjeno absorbanco pri izbrani valovni dolžini. Ko točke medseboj povežemo dobimo linearno premico. Ko imamo enkrat izračunano enačbo premice, lahko kateremu koli vzorcu z enako spojino spektrofotometrično določimo koncentracijo. Zaporedje dogodkov, ki se zgodijo v spektrofotometru: svetlobni vir osvetli vzorec, del svetlobe je prepuščen oz. odbit od vzorca, svetloba vzorca je projicirana na monokromator, monokromator loči posamezne valovne dolžine in jih zaporedno usmerja na fotodetektor



Priprava umeritvene krivulje:

1. **Slepa proba:** v kiveto nalijemo destilirano vodo. Kiveto vstavimo v spektrofotometer in izmerimo njeno valovno dolžino. Ta vzorec se imenujemo slepa proba, saj ne vsebuje arzena in je namenjena umerjanju.
2. **Meritve valovne dolžine pri posameznih koncentracijah:** V kivete nalijemo posamezne raztopine in jih vstavimo eno in po eno v spektrofotometer, kjer jim izmerimo valovno dolžino. Pri tem merimo v zaporedju naraščanja koncentracij, tako, da začnemo z raztopino, ki ima molarost 0,00005 mol/L in zaključimo z raztopino, ki ima koncentracijo 0,05 mol/L.
3. **Izračun absorbance in risanje grafa:** Za vsako meritev izračunamo absorbanco. Iz dobljenih rezultatov narišemo graf, ki prikazuje odvisnost absorbance od koncentracije arzena.
4. **Meritve vzorca z neznano koncentracijo:** Vzorec vode, ki je bil najden v arhivih nalijemo kiveto in jo postavimo v spektrofotometer. Iz dobljene meritve izračunamo absorbanco preko katere določimo približno koncentracijo arzena s pomočjo umeritvene krivulje.



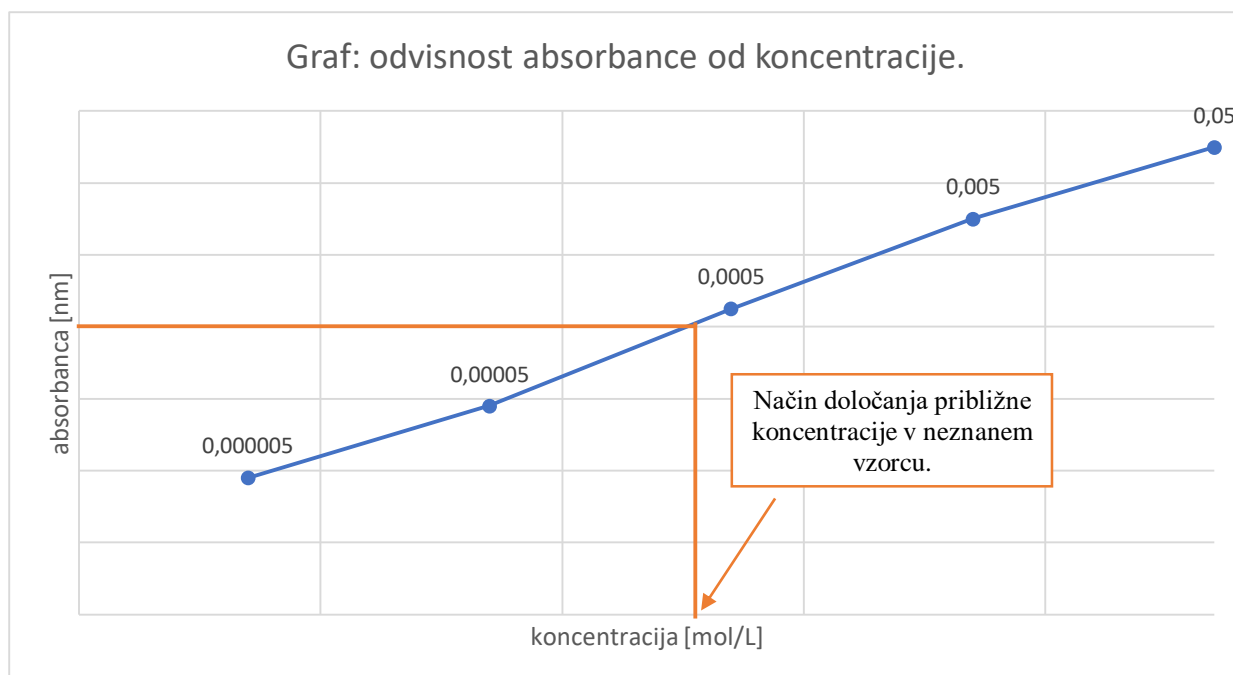
Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 4 epruvete, • Stojalo za epruvete, • 250 mL merilna bučka, • 4 100mL merilne bučke, • 25mL polnilna pipeta, • Spektrofotometer, • 6 kivet, • Hitri testi. |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Arzenov (III) oksid (As_2O_3) |  Jedko  Zdraviu škodljivo |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.





Graf
vzorca.

1: predviden graf umeritvene krivulje in določanje koncentracije

S poskusom bi določili vsebnost in količino arzena v vodi, ki so jo našli v Konstantinoplu. Vzorec bi vseboval med 0,0025g in 0,025g arzenovega oksida.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Kraljestvo se je zastrupilo z arzenom, ki se je nahajal v vodi, ki je tekla skozi kraljestvo Konstantinopel. Koncentracija je bila dovolj velika, da lahko potrdimo, da se je kraljestvo res zastrupilo s težko kovino – arzen.

2.11 Umor - načrtovan ali po nesreči?

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Matejin mož Janez je po poklicu novinar. Odkar se je njuna najmlajša hči poročila, sta se počutila zelo osamljeno, zato sta se oba zatopila v delo in bila v službi po cele dneve. Janez je v službo odhajal že zgodaj zjutraj in se vračal domov pozno zvečer. Mateja se je v petek, 13. oktobra odločila, da ga zvečer preseneti in ga odpelje na večerjo. Ko se je pripeljala pred medijsko hišo v kateri dela njen mož ga je na parkirišču opazila, ko se je poljubljala z drugo žensko. Bila je jezna in razočarana. Odločila se je, da ga doma pričaka urejena, saj jo je zanimala njegova reakcija. Ko se je vrnil si je ravno lakirala nohte. Vprašala ga je kje je bil tako dolgo in začela sta se prepirati. Mateja ga ni mogla več poslušati, v jezi je pograbila prvo stvar, ki jo je videla (to je bila vata namočena v neznano tekočino) in mu jo pritisnila k ustom. Janez, ki je astmatik je začel kašljati in zaradi dražecih hlapov ni mogel odnehati. Zelo dolgo je kašljal in Mateja mu ni znala pomagati. Zgrudil se je po tleh in na mestu umrl od zadušitve. Mateja je bila v šoku in je poklicala policijo. Prišli so tudi forenziki, ki so vzeli vzorec tekočine, da bi preverili, ali je bila snov na vati res usodna za Janeza ali je šlo le za naključje in je Janez umrl zaradi pridruženih bolezni.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

- Ali je med vzorčki, ki so jih vzeli forenziki, aceton
- Ali lahko hlapi acetona povzročijo smrt pri človeku?
- Ali je Mateja načrtovala umor svojega moža Janeza?
- Ali je zgodba sploh resnična ali je le izmišljena in gre za drug razlog smrti Matejinega moža.?
- Kako bodo forenziki odkrili katera snov (tekočina) je bila na vatki?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

- Ali je med vzorčki, ki so jih vzeli forenziki, aceton?
- Ali lahko hlapi acetona povzročijo smrt?
- Kako bodo forenziki odkrili katera snov (tekočina) je bila na vatki?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

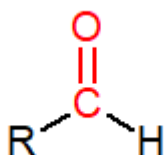
- Med vzorci, ki so jih vzeli forenziki je aceton.
- Ne, hlapi acetona ne morejo povzročiti smrti, le dražijo našo sluznico, grlo in žrelo.
- Z različnimi eksperimentalnimi tehnikami. Aceton je keton, ki reagira drugače kot druge kisikove organske spojine.

KISIKOVE ORGANSKE SPOJINE

Kisikove organske spojine so zelo pomembne v prehrani (maščobe, ogljikovi hidrati), so sestavine organizmov in pomembne surovine, iz katerih so narejeni predmeti okoli nas (poliestri). Molekule kisikovih organskih spojin so iz ogljika, vodika in kisika. Kisikovi atomi so z ogljikovim atomom povezani z enojno ali dvojno vezjo. Organske spojine razvrščamo v skupine s podobnimi lastnostmi, glede na funkcionalno skupino v molekuli. Kisikove funkcionalne skupine so: hidroksilna (alkoholi), karbonilna (aldehidi, ketoni), karboksilna (karboksilne kisline), etrska (etri) in estrska (estri) (Vrtačnik idr. 2016).

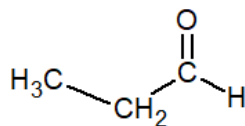
ALDEHIDI IN KETONI

Aldehidi in ketoni vsebujejo karbonilno funkcionalno skupino, kjer sta atoma kisika in ogljika povezana z dvojno vezjo. Aldehidi so v naravi zelo razširjeni, na primer so sestavine eteričnih olj (melisa, janež, majaron...). Aldehidi imajo na karbonilno skupino vezan atom vodika in alkilno skupino (R) (Vrtačnik idr., 2014).



KARBONILNA SKUPINA ALDEHIDA

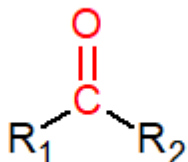
Aldehyde poimenujemo tako, da imenu alkana dodamo končnico **-AL**.



Primer:

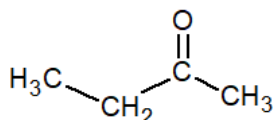
ime: propanal

Ketone tudi najdemo v eteričnih oljih (sivka, zelena). Karbonilna funkcionalna skupina je značilna za mnoge hormone. Ketone dobimo z oksidacijo sekundarnih alkoholov. Ketoni so manj reaktivni kot aldehidi. Ketoni imajo na karbonilno skupino vezani dve alkilni skupini (R₁ in R₂) (Vrtačnik idr, 2014).



KARBONILNA SKUPINA KETONA

Ketone poimenujemo tako, da imenu alkana dodamo končnico **-ON**, s številko pa povemo na katerem mestu je karbonilna skupina.

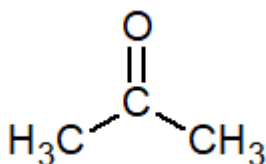


Primer:

ime: butan-2-on

Aldehidi in ketoni so polarne molekule, v vodi so dobro topni zaradi kisika (tvorijo se vodikove vezi) (Vrtačnik idr, 2014).

ACETON (propan-2-on)



racionalna formula acetona

Aceton je brezbarvna tekočina s sladkastim vonjem. Vrelišče acetona je 56°C, tališče pri -95°C. Meša se z vodo in z večino organskih topil. V naravi je aceton prisoten v rastlinah, je produkt razgradnje živalskih maščob, v manjših količinah je prisoten v krvi in urinu, pri diabetikih pa ga je lahko v urinu in krvi več. Prisoten je tudi v dimu požarov, v izpuhu izgorevanja goriv. Aceton se uporablja kot topilo v potrošniških izdelkih (barve, lepila, laki, odstranjevalci lakov in v industriji. Uporablja pa se tudi kot začetni material za pripravo drugih kemikalij. Pri krajši izpostavljenosti visokih koncentracij acetona v zraku aceton povzroča draženje oči, nosne votline, grla in pljuč. Pri visokih do zelo visokih koncentracijah acetona v zraku se lahko pojavijo tudi omotica, slabost, nekoordinirano gibanje, nejasen govor in koma. Neposreden stik z nerazredčenim acetonom povzroči poškodbe oči in kože. Pri dolgotrajnejšem uživanju acetona pa lahko pride celo do sprememb na organih in krvi. LD50 za podgane znaša 5800-7138 mg acetona na 1 kg telesne mase (National Center for Biotechnology Information, 2021). Aceton oz. njegovi hlapi torej ne morejo neposredno vplivati na smrt posameznika.

KALIJEV DIKROMAT(VI)

Kalijev dikromat(VI) je oranžno do rdeče obarvana, kristalinična anorganska spojina. Je močan oksidant, nima vonja, je topen v vodi, močno draži oči in dihala (National Center for Biotechnology Information, 2021). Kalijev dikromat(VI) se uporablja za dokazovanje hidroksilne skupine v alkoholih. Alkohole oksidira najprej do aldehida ali ketona nato pa do karboksilne kisline. Kislota raztopina kalijevega dikromata(VI) oksidira tudi aldehide do karboksilnih kislin. S segrevanjem kalijevega dikromata(VI) in ketona tudi poteče reakcija, oksidacija ketona (Keminfo PeF, b. d.).

TOLLENSOV REAGENT

S Tollensovim reagentom lahko dokažemo aldehide. Tollensov reagent je brezbarvna raztopina srebrovih(I) ionov. Pri reakciji Tollensovega reagenta in aldehida poteče redukcija srebrovih(I) ionov do elementarnega srebra, ki se izloča na stenah epruvete. S Tollensovim reagentom lahko razlikujemo aldehide od ketonov, saj ketoni ne dajo pozitivne reakcije

(Vrtačnik idr, 2014).

FEHLINGOV REAGENT

Tudi s Fehlingovim reagentom lahko ločimo aldehide od ketonov. Fehlingov reagent je raztopina bakrovih(II) ionov, ki je modre barve. Pri reakciji Fehlingovega reagenta in aldehida poteče redukcija bakrovih(II) ionov do bakrovega(I) oksida, ki je rjavo rdeče barve. Ketoni ne dajo pozitivne reakcije s Fehlingovim reagentom (Vrtačnik idr, 2014).

Podajte bistvena teoretična izhodišča, na katerih bo temeljil načrt raziskovanja za potrditev hipotez(e). (Do tri strani z vključenimi viri. Vire navajajte po APA 7 standardu: <http://vodici.pef.uni-lj.si/subjects/guide.php?subject=apa7>)

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

n) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Forenziki so v stanovanju vzeli neznani vzorec tekočine, ki je bila na vatki. Ker niso vedeli za katero tekočino gre, so v stanovanju pobrali podobne brezbarvne tekočine, ki bi bile lahko nanešene na vato ter hipotetično povzročile smrt. Vzeli so steklenico 96% alkohola, acetona (propanona), petrol etra, parfuma, propanala. Vse te spojine imajo nekaj skupnega – gre za kisikove organske spojine.

Kemijski analitiki so ugotovili, da **neznani vzorec** reagira z raztopino **kalijevega dikromata(VI)**, a šele ob prisotnosti **kislina in če ga segrevamo**. Prav tako so ugotovili, da neznani vzorec **ne reagira s Tollensovimi in Fehlingovimi** reagentom. Se vam mogoče že dozdeva, za kateri tip spojine bi lahko šlo?

Vaša naloga je dokončati delo kemijskih analitikov. Snovi iz steklenic, ki so jih prinesli forenziki (parfum, alkohol ...) boste uporabili v treh različnih eksperimentih. Snov, ki ima enake rezultate kot neznani vzorec je tista, ki je bila na vatki. Ko ugotoviš za katero snov gre, na internetu razišči, če ta snov res lahko povzroči smrt ali je šlo pri Janezu zgolj za naključje in je bila smrt posledica pridruženih bolezni.

POTEK EKSPERIMENTA:

V 25mL čaše nalij spojine v steklenicah (čaše napolni približno do polovice).

V čašo št.1 nalij 96% etanol,

v čašo št.2 nalij aceton,

v čašo št.3 nalij petrol eter,

v čašo št.4 nalij parfum,

v čašo št.5 nalij propanal in

v čašo št.6 nalij vodo, ki jo bomo imeli za kontrolni poskus.

V stojalo z epruvetami nastavi 6 epruvet, ki naj bodo označene s številkami od 1 do 6 in v vsako od epruvet s kapalko dodaj 1mL kalijevega dikromata(VI) ter 1mL 40% kisline HCl. V vsako epruveto dodaj še po 3mL vsake od šestih spojin (etanol, aceton, petrol eter...). Bodite pozorni na spremembo barve v epruvetah. Epruvete, v katerih se barva raztopine ne spremeni, dodajte na vodno kopel in opazujte spremembo barve.

Pri katerih raztopinah se je barva spremenila, ko ste dodali kalijev dikromat(VI)?

Kalijev dikromat(VI) je oranžne barve, v katero barvo se spremeni ko dodamo zgoraj zapisane spojine?

Zakaj se spremeni v zeleno barvo?

Raztopina dikromatnih(VI) ionov je oranžne barve, reducira se do kromovih(III) ionov, ki pa so zelene barve.

Pri naslednjem poskusu uporabi le spojine, ki so reagirale s kalijevim dikromatom(VI) - torej je prišlo do barvne spremembe. Nastavi si 4 epruvete, v eno od njih dodaj 3mL vode (kontrola), v ostale 3 pa po 3mL ostalih spojin, ki so reagirale s kalijevim dikromatom(VI).

V vsako od epruvet dodaj tudi po 1mL Tollensovega reagenta.

Zapiši rezultate, kaj se zgodi, kaj opaziš ko dodaš Tollensov reagent:

Epruveta št.1 (spojina: _____), rezultat, ko dodamo Tollensov reagent: _____.

Epruveta št.2 (spojina: _____), rezultat, ko dodamo Tollensov reagent: _____.

Epruveta št.3 (spojina: _____), rezultat, ko dodamo Tollensov reagent: _____.

Epruveta št.4 (spojina: _____), rezultat, ko dodamo Tollensov reagent: _____.

Kateri ioni so prisotni v Tollensovem reagentu?

Katere spojine lahko dokažemo s Tollensovim reagentom?

Vse te 4 spojine, ki si jih uporabil v eksperimentu s Tollensovim reagentom preizkusi tudi s Fehlingovim reagentom.

Kateri ioni so prisotni v Fehlingovem reagentu?

Nastavi si 4 epruvete, v eno od njih dodaj 3mL vode (kontrola), v ostale 3 pa po 3mL ostalih spojin, ki so reagirale z raztopino kalijevega dikromata(VI).

V vsako od epruvet dodaj tudi po 1mL Fehlingovega reagenta.

Zapiši rezultate, kaj se zgodi, kaj opaziš ko dodaš Fehlingov reagent:

Epruveta št.1 (spojina: _____), rezultat, ko dodamo Fehlingov reagent: _____.

Epruveta št.2 (spojina: _____), rezultat, ko dodamo Fehlingov reagent: _____.

Epruveta št.3 (spojina: _____), rezultat, ko dodamo Fehlingov reagent: _____.

Epruveta št.4 (spojina: _____), rezultat, ko dodamo Fehlingov reagent: _____.

Katere spojine lahko dokažemo s Fehlingovim reagentom?



















Katera spojina ima enake rezultate pri poskusih z raztopino kalijevega dikromata(VI), Tollensovim in Fehlingovim reagentom?

Ali ta spojina oz. hlapi te spojine res lahko povzročijo smrt - razišči.

Po končanih eksperimentih pomijte in pospravite ves laboratorijski inventar.

- o) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Laboratorijska halja, rokavice in očala (+speti dolgi lasje) • Stojalo za epruvete • 6x 25mL čaša za etanol, vodo, petrol eter, parfum, propanal in aceton • 6x kapalka • 14x epruveta |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|--|---|
| – 96% etanol  | Eksplozivno =  |
| – Aceton (propanon)  | Vnetljivo =  |
| – Petrol eter  | Oksidativno =  |
| – Parfum  | Jedko =  |
| – Propanal  | Plini pod tlakom =  |
| – Voda (kontrolna epruveta) | Okolju škodljivo =  |
| – Rastopina kalijevega dikromata(VI)  | Strupeno =  |
| – 40% kislina HCl(aq)  | Mutageno, rakotvorno, zdravju nevarno =  |
| – Fehlingov reagent  | Zdravju škodljivo =  |
| – Tollensov reagent  | |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Pri prvem eksperimentu se dikromatni(VI) ioni reducirajo do kromovih(III) ionov (sklep na podlagi spremembe barve iz oranžne v zeleno) v spojinah alkohola, pri dodatku nakisanega kalijevega dikromata(VI) je reagiral tudi propanal, pri segrevanju na vodni pari pa tudi aceton (torej keton).

Pri naslednjih dveh eksperimentih s Tollensovim in Fehlingovim reagentom preizkusimo spojine alkohola, propanala in acetona, ter vode kot kontrolnega poskusa. Tollensov in Fehlingov reagent reagirata le z aldehydom, na podlagi česar učenci tudi odgovorijo na zgornja vprašanja. Ker smo v začetku zapisali, da so kemijski analitiki ugotovili, da **neznani vzorec** reagira z raztopino **kalijevega dikromata(VI)**, a šele ob prisotnosti **kislina in če ga segrevamo**, ter da **ne reagira s Tollensovim in Fehlingovim** reagentom. Iz tega lahko sklepamo, da neznani vzorec ni bil aldehyd. Tudi alkohol lahko izključimo, saj je s kalijevim dikromatom(VI) reagiral že brez segrevanja. Neznani vzorec je aceton oz. propanon (keton).

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Smrt zaradi hlapov acetona ni možna. Aceton povzroča draženje sluznice, srbečico kože ter draženje žrela. Iz tega lahko problem zaključimo, da Janez ni umrl neposredno zaradi hlapov acetona na vati, temveč zaradi pridruženih bolezni. Hlapi acetona so ga ob vdihu razdražili, začel je kašljati, ter se zaradi bolezni astme ter šibkega srca zadušil, kar je bilo potrjeno tudi na obdukciji.

Keminfo PeF. (b. d.). *Dokazne reakcije*. <https://keminfo.pef.uni-lj.si/ro03m/dokreakcijaspl.htm>.

National Center for Biotechnology Information (2021). *PubChem Compound Summary for CID 24502, Potassium dichromate*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Potassium-dichromate>

National Center for Biotechnology Information (2021). *PubChem Compound Summary for CID 180, Acetone*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Acetone>

Vrtačnik, M., Zmazek, B. in Boh, B. (2014). *Kemija 3*. ZRSŠ.

Vrtačnik, M., S. Wisiak Grm, K., Glažar, S. A. in Godec, A. (2016). *Moja prva kemija*. Modrijan.

2.12 Zastrupitev

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM

V Prahčevi ulici živi starejša zelo premožna gospa. Ker pa nima otrok in vnukov, se je odločila vse svoje imetje zapustiti mlademu in prijaznemu sosеду, ki je ravno zaključil študij kemije. Zadnje čase se je gospa večkrat počutila slabo, nekajkrat pa je kazala tudi znake akutne zastrupitve, zato se je njena zdravnica odločila, da jo pošlje na krvne preiskave. V njenem telesu so našli sledi barija, svınca in amonijaka, kar je bilo zelo sumljivo, zato so na pomoč poklicali vas, mlade raziskovalce.

V hiši osumljenega soseda ste vzeli nekaj vzorcev snovi, ki jih je imel neoznačene ali pomanjkljivo označene spravljene v garaži. Ker pa so snovi le po videzu težko prepoznavne oziroma jih lahko kaj hitro zamenjamo za druge povsem ne nevarne snovi, bomo snovi določili s pomočjo kemijskih poskusov.

So se v hiši gospe v sumljivih okoliščinah znašle strupene snovi?

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

- 1) Kako lahko ločimo barijevo sol od drugih soli alkalijskih in zemeljskoalkalijskih kovin?
- 2) Kako lahko ločimo svinec od železa?
- 3) Kako lahko dokažemo koncentracijo amonijaka v vodi?
- 4) Kateri od strupov, ki so bili najdeni v krvi gospe, so bili tudi v garaži njenega soseda?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

Kateri od strupov, ki so bili najdeni v krvi gospe, so bili tudi v garaži njenega soseda?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

- V garaži soseda je bila najdena barijeva sol.
- V garaži soseda je bil najden svinec.
- V garaži soseda je bila vodna raztopina amonijaka.

TEORETIČNO IZHODIŠČE

Kaj so strupi, strupenost, zastrupitev?

Strupi so snovi, ki pridejo ali jih vnesemo v svoje telo in imajo škodljive učinke na organizem. Kadar snovi povzročijo okvaro v organizmu, govorimo o zastrupitvi. (https://www.revija-vita.com/vita/74/Zastrupitve_so_pogoste)

Strup vnesemo na različne načine: z zaužitjem, vdihavanjem, neposredno v kri. Če je strup prisoten na koži oz. sluznici, pa ga telo vsrka. Najpogosteje se zastrupimo s snovmi, ki so pogosto prisotne v vsakdanjem življenju in jih niti ne obravnavamo več kot strupene. Take snovi so npr. alkohol, čistila, zdravila, rastline... (https://www.revija-vita.com/vita/74/Zastrupitve_so_pogoste)

Strupenost je lastnost strupenih snovi, ki lahko poškodujejo organizem. Če je vzrok strupenosti toksin, strup nekaterih mikroorganizmov ali strup nekaterih živali in rastlin, ki v organizmu povzročajo nastajanje protiteles, govorimo o toksičnosti. (<https://sl.wikipedia.org/wiki/Strupenost>)

Značilnost strupenih snovi je, da je učinkovanje odvisno od doze. Nevarna doza strupa zavisi od strupenosti snovi. Celo pri zelo strupenih snoveh, kot je npr. strup strupenjač, obstaja mejna doza, pod katero ni zaznavnega učinka strupa, po drugi strani pa lahko celo vnos ogromnih količin npr. vode pripelje do zastrupitve. (<https://sl.wikipedia.org/wiki/Strupenost>)

ALKALIJSKE IN ZEMELJSKOALKALIJSKE KOVINE

Alkalijske in zemeljskoalkalijske kovine so elementi prve in druge skupine periodnega sistema. So zelo reaktivne, zato jih v naravi najdemo le v spojinah. Največkrat tvorijo soli z elementi VII. skupine. Imajo nizka tališča, vrelišča in gostoto. Dobro prevajajo elektriko in toploto. So mehke kovine, zato jih lahko režemo z nožem. Zaradi velike reaktivnosti, jih hranimo v petroleju. Na zraku se prevlečejo z oksidno plastjo. Reaktivnost kovin narašča po skupini navzdol. Alkalijske kovine burno reagirajo z vodo.

Pri poskusu bomo spoznali soli, ki jih alkalijske in zemeljskoalkalijske kovine tvorijo s klorom (Cl). Soli s katerimi se bomo srečali pri našem poskusu: NaCl, LiCl, KCl, CaCl₂, BaCl₂.

Soli alkalijskih in zemeljskoalkalijskih kovin gorijo s plameni različnih barv. (<https://eucbeniki.sio.si/kemija1/496/index.html>)

BARIJ = Ba

Barij je strupen kemični element, ki ima v periodnem sistemu simbol Ba in atomsko število 56. Je mehak srebrnkast kovinski element in zemeljsko-alkalijska kovina, ter se tali pri zelo visoki temperaturi. Barijev oksid pogosto najdemo v mineralu baritu, samega barija pa zaradi njegove reaktivnosti z zrakom nikoli ne najdemo v čisti obliki. Spojine te kovine se v majhnih količinah uporabljajo kot barve in pri izdelovanju stekla.

Barij je strup za miši in podgane. Po videzu se enostavno zamenja z moko, saj je bel prah, ki je topen v želodčnem soku in se resorbira. Povzroča krče, težave pri govoru, motnje vida, zgodnje ohromitve in pekoč želodec. Podoben je zastrupitvi z arzenom.

Barijev sulfat (BaSO_4) se uporablja pri RTG abdominalna, ker ne prepušča žarkov (<https://www.medenosrce.net/predmeti/sodna-medicina/105-literatura/1788-zastrupitve>)

SVINEC = Pb

Svinec je kemični element, ki ima v periodnem sistemu simbol Pb in atomsko število 82. Ta mehka, težka, strupena in kovna šibka kovina je modrikasto bele barve, ko je sveže narezana, vendar na zraku potemni v temno sivo barvo v kateri je najbolj znana. Svinec se uporablja za uteži (tudi pri ribolovu), za nekatere vrste akumulatorev svinec-kislina, v kroglah in šibrah, kot sestavina ti. svinčevih spajk, kot zaščita pred radioaktivnim sevanjem in v zlitinah za kositrne posode in drugih taljivih zlitin. Uporablja se tudi za izdelavo vitraža. Svinec ima od vseh stabilnih elementov največje atomsko število. Modrikasto-bela kovina ima majhno električno prevodnost in je odporna na korozijo, zaradi česar jo uporabljajo kot vsebnik za korozivne tekočine (npr. za žvepleno kislino). Svinec je moč ojačati z dodatkom male količine antimona ali drugih kovin. (<https://sl.wikipedia.org/wiki/Svinec>)

Vzrok zastrupitve večinoma predstavlja izpostavljenost na delovnem mestu (inhalacija prahu, dima, pare). LD=10g (odvisno od kem. oblike). Se pravi, da polovico populacije umre če zaužijejo 10g svinca. Akutna zastrupitev nastopi po nekaj urah. Okus ima po železu. Drugi znaki zastrupitve s svincem so še utrujenost, bolečine v trebuhu in kolaps KVS. Ob kronični zastrupitvi s svincem se pojavijo naslednji znaki: hujšanje, črno (modro) obarvanje gingive ob zobeh, stomatitis, hemoragični ulcerozni gastroenteritis, boleče mišice, poškodbe ledvic, jeter; porfirinurija; nevrološki znaki (motena motorika – radialis (povešana pest), senzorika ni motena) in motena hemopoeza. Večina se ga nahaja v krvi (v eritrocitih – merimo v celotni krvi, ne serumu). Z KXRF – metodo za in vivo merimo količino svinca v kosteh (akumuliranega!) – v krvi dobimo le trenutno vrednost!

(<https://www.medenosrce.net/predmeti/sodna-medicina/105-literatura/1788-zastrupitve>)

ŽELEZO = Fe

Železo je kemični element s simbolom Fe in vrstnim številom 26. Je kovina iz prvega niza prehodnih elementov.

Po masi je najpogostejši element na Zemlji, saj tvori večino Zemljinega zunanega in notranjega jedra. V Zemljini skorji je četrti najpogostejši element. Njegovo obilje v kamnitih planetih, kakršna je Zemlja, je posledica njegovega obilnega nastajanja v jedrskem zlivanju v zelo masivnih zvezdah (zvezdna nukleosinteza), v katerem v zadnji eksotermni jedrski reakciji ^{56}Ni , razpade na najpogostejša železova izotopa ^{56}Fe (~ 92 %) in ^{54}Fe (~ 6 %). Z eksplozijo supernove se nikelj in železo razpršita po vesolju in sta zato najpogostejši kovini v kovinskih meteoritih in skorjah planetov, kakršna je Zemlja.

Najpogostejši stanji železa sta +2 in +3. Kot element se pojavlja v meteoroidih in okoljih z nizko vsebnostjo kisika. V stiku z vodo in kisikom železo oksidira. Sveža površina železa je bleščeče srebrno siva, vendar se na vlažnem zraku hitro prevleče s hidriranimi železovimi oksidi, bolj znanimi kot rja. V nasprotju z nekaterimi kovinami, ki se na zraku pasivirajo in s tem prekinajo proces oksidacije, imajo železovo oksidi večji volumen od kovine in se odlučijo, s čimer izpostavijo koroziji novo svežo površino. Zelo uporabne so tudi železove spojine. Zmes železovega(III) oksida (Fe_2O_3) in uprašenega aluminija je termit, ki se uporablja za varjenje in rafiniranje rud. Železo tvori s halogeni in halkogeni binarne spojine.

Železo igra pomembno vlogo tudi v biologiji, ker v hemoglobinu in mioglobinu tvori komplekse z molekularnim kisikom. Obe spojini sta proteina, ki v vretenčarjih prenašata kisik za celično dihanje. Železo je vezano tudi na aktivnih mestih v mnogo pomembnih redukcijsko-oksidacijskih encimih in sodeluje v redukcijsko-oksidacijskih procesih v rastlinah in živalih. (<https://sl.wikipedia.org/wiki/%C5%BDelezo>)

VODNA RAZTOPINA AMONIJAKA

Amonijak je brezbarven plin neprijetnega vonja, ki je zelo dobro topen v vodi. Pri reakciji amonijaka z vodo nastane amonijev ion NH_4^+ . (<http://www.ki3.ntf.uni-lj.si/analchemvoc2/file.php/1/html/slo/SPEKTRA/okoljske2.htm>)

Koncentracija amonija v vodi vpliva na njen okus in vonj, vendar šele pri določeni koncentraciji. Amonijevi ioni so za organizme toksični, zato ga iz telesa izločamo. Ribe in dvoživke neposredno v vodo v obliki ionov, sesalci in dvoživke v obliki sečnine, ptiči in plazilci pa v obliki sečne kisline. (<https://emedicine.medscape.com/article/820298-overview>)

Za pitno vodo je mejna vrednost za NH_4^+ 0,50 mg/L, priporočena vrednost pa je 0,05 mg/L, voda za ribe 0,5 mg/L, voda v bazenih največ 0,1 mg/L. (<http://www.ki3.ntf.uni-lj.si/analchemvoc2/file.php/1/html/slo/SPEKTRA/okoljske2.htm>)

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

- a) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

DOKAZOVANJE BARIJEVE SOLI / BARIJEVIH IONOV

Uvod v poskus:

- Pri tem poskusu bomo dokazovali soli s plamenskimi reakciji.
- Ioni določenih alkalijskih in zemeljskoalkalijskih kovin dajo plamenu specifično barvo.

Poštenost poskusa:

- Konstante poskusa: topilo (metanol), urno steklo, lesena palčka
- Neodvisne spremenljivke: sol
- Odvisna spremenljivka: barva plamena

1. del poskusa:

- 1) Najprej si pripravimo 6 izparilnic, barijev klorid, kalijev klorid, natrijev klorid, litijev klorid, kalcijev klorid, neznani vzorec, 6 spatul, metanol, vžigalnik, leseno palčko in kapalko.
- 2) V vsako izparilnico damo 5 ml metanola.
- 3) Nato dodamo v prvo izparilnico 1 spatulo soli barijevega klorida, v drugo izparilnico 1 spatulo soli litijevega klorida, v tretjo izparilnico 1 spatulo soli natrijevega klorida, v četrto izparilnico 1 spatulo soli kalijevega klorida in v peto izparilnico 1 spatulo soli kalcijevega klorida.
- 4) Ugasnemo luč in prižgemo leseno palčko z vžigalnikom in nato z leseno palčko prižgemo metanol v vseh 5 izparilnicah ter opazujemo.

2. del poskusa:

- 1) Vzamemo zadnjo izparilnico in vanj damo 1 spatulo neznanega vzorca. Z leseno palčko prižgemo metanol in opazujemo s kakšnim plamenom gori.

Rezultati:

- Ba^{2+} rumeno-zelena
- Ca^{2+} opečno-rdeča
- Li^+ škrlatna
- Na^+ rumena
- K^+ vijolična
- Neznani vzorec je gorel z rumeno-zelenim plamenom. Iz tega smo sklepali, da gre za barij.

DOKAZOVANJE SVINCA
Uvod v poskus:

- Pri tem poskusu bomo dokazovali:
 - Ali kovina oksidira na zraku?
 - Ali prevaja električni tok?
 - Ali je kovina magnetna?
 - Ter določali kovino po videzu.

Poštenost poskusa:

- Konstante poskusa: 3 pincete, žaga za kovino, baterija (9 V), 3 žice, žarnica, 3 erlenmajerice z ozkim vratom in zamaškom, magnet
- Neodvisne spremenljivke: kovina
- Odvisna spremenljivka: prevodnost, oksidacija, videz, magnetnost

1. del poskusa: določanje po videzu:

- Vzamemo kos svınca in kos železa, ter si zapišemo kakšne barve sta videti.
- Nato oba kosa prerežemo na pol in pogledamo kakšne barve sta znotraj.
- Enako naredimo z neznanim vzorcem. Najprej pogledamo zunanjo barvo, potem kos prerežemo. Opažanja si sproti beležimo.

2. del poskusa: določanje po reakciji z vlažnim zrakom:

- Pustimo kos železa in kos svınca na zraku ter se lotimo nadaljnjih poskusov (temu delu se bomo vrnili pozneje).
- Enako naredimo z neznanim vzorcem. Kos neznanega vzorca pustimo na zraku in počakamo, če pride do kakih sprememb.

3. del poskusa: določanje s prevodnostjo:

- Vzamemo kos kovine (železa, svınca in neznanega elementa) ter ga postavimo v električni krog. To naredimo tako, da vzamemo baterijo (najboljše 9V). Eno žico priključimo na +, drugo stran žice damo na kos kovine. Z drugo žico povežemo kos kovine in žarnico. Tretjo žico povežemo direktno žarnico in baterijo, da sklenemo električni krog. Na podlagi tega lahko ugotovimo kako prevaja neznan element električni tok.

**4. del
poskusa:
magnetnost**

- Magnet približamo svincu, železu in neznani kovini, ter opazujemo kaj se dogaja.

Rezultati:

- Električna prevodnost: Železo prevaja električni tok, svinec ne prevaja oz. zelo slabo prevaja električni tok, kot tudi neznana kovina.
 - Magnetnost:
 - Železo je magnetna kovina – magnet jo privlači.
 - Svinec ni magnetna kovina – ko približamo magnet, se ne zgodi nič.
 - Neznani vzorec ni magnetna kovina – ko približamo magnet, se ne zgodi nič.
 - Videz in reakcija z vlažnim zrakom:
 - Železo: sveža površina železa je bleščeče srebrno siva na vlažnem zraku hitro prevleče s hidriranimi železovimi oksidi, bolj znanimi kot rja
 - Svinec: modrikasto bele barve, ko je sveže narezana na zraku potemni v temno sivo
 - Neznani vzorec: modrikasto bele barve, ko je sveže narezana na zraku potemni v temno sivo
- Iz vseh dobljenih rezultatov sklepamo, da je neznana kovina svinec

UGOTAVLJANJE KONCENTRACIJE AMONIJAKA V VODI
Uvod v poskus:

- Koncentracijo amonijaka v vodi bomo določali s hitrim testom (že pripravljenim setom z reagenti in lestvico). Postopek temelji na tvorbi barvila indofenol modro, ki se v alkalijem pH območju tvori iz amonijevega iona, klora in timola...

**Poštenost
poskusa:**

- Konstante poskusa: set za analizo amonijaka v vodi
- Neodvisne spremenljivke: voda
- Odvisna spremenljivka: koncentracija amonijaka v vodi

Opis poskusa:

V vsakega od merilnih valjev nalijemo po 5mL vzorca. Enega od valjem položimo na položaj A na priloženi podlagi ter vanj ne dajemo reagentov.

- V valj B dodamo 10 kapljic reagenta NH4-1, valj zapremo in premešamo.

- V valj B dodamo 1 žličko reagenta NH4-2, valj zapremo in premešamo, da se reagent raztopi. Počakamo 5 minut.

- V valj B dodamo 4 kapljice reagenta NH4-3, valj zapremo in premešamo. Počakamo 7 minut.

- Valj B postavimo na položaj B na priloženem komparatorju. Komparator premikamo toliko časa, dokler se barvi v valju A in B ne ujemata. Obarvanost opazujemo z vrha valjev. Nato odčitamo koncentracijo s komparatorja.

Rezultati:

- Masna koncentracija amonijaka odčitana iz komparatorja je bila 0,5mg/L

b) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

Laboratorijski inventar/pripomočki
1. Poskus - dokazovanje barija

6 izparilnic

6 spatul

Kapalka

Vžigalnik

Lesena palčka

2. Poskus - dokazovanje svinca

3 pincete

Žaga za kovino (ali pred kratkim prerezana kosa kovine)

Baterija (9 V)

3 žice











Žarnica

3 erlenmajerice z ozkim vratom in zamaškom

magnet

3. Poskus - določanje koncentracije amonijaka v vodi

Set za hitro analizo vode za amonijak.

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|---|--|
| Barijev klorid - BaCl |  |
| Litijev klorid - LiCl |  |
| Natrijev klorid | / |
| Kalijev klorid | / |
| Kalcijev klorid |  |
| Metanol - CH ₃ OH |    |
| Svinec - Pb |   |
| Železo – Fe | / |
| 0,5 mg/L vodna raztopina amonijaka – NH ₃ (aq) |   |

(NevSnov <http://nevsnov.sos112.si/main.aspx?koda=1>)

REZULTATI

Predvideni rezultati načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

DOKAZ BARIJA:

- Ba²⁺ rumeno-zelena
- Ca²⁺ opečno-rdeča
- Li⁺ škrlatna
- Na⁺ rumena
- K⁺ vijolična
- Neznani vzorec je gorel z rumeno-zelenim plamenom. Iz tega smo sklepali, da gre za barijevo sol.

DOKAZ SVINCA:

- Električna prevodnost:
 - Železo prevaja električni tok.
 - Svinec ne prevaja oz. zelo slabo prevaja električni tok.
 - Neznana kovina ne prevaja oz. zelo slabo prevaja električni tok.
- Videz in reakcija z vlažnim zrakom:
 - Železo: sveža površina železa je bleščeče srebrno siva
na vlažnem zraku hitro prevleče s hidriranimi železovimi oksidi, bolj znanimi kot rja
 - Svinec: modrikasto bele barve, ko je sveže narezana
na zraku potemni v temno sivo
 - Neznani vzorec: modrikasto bele barve, ko je sveže narezana
na zraku potemni v temno sivo
- Magnetnost:
 - Železo je magnetna kovina – magnet jo privlači.
 - Svinec ni magnetna kovina – ko približamo magnet, se ne zgodi nič.
 - Neznani vzorec ni magnetna kovina – ko približamo magnet, se ne zgodi nič.

Iz vseh dobljenih rezultatov sklepamo, da je neznana kovina svinec.

DOLOČANJE KONCENTRACIJE AMONIJAKA V VODI:

Masna koncentracija amonijaka odčitana iz komparatorja je bila 0,5mg/L.

REŠITEV PROBLEMA

Snovi, ki smo jih našli v garaži soseda so barijeva sol, svinec in vodna raztopina amonijaka. Barij in svinec sta bila pomešana z ostalimi ne nevarnimi snovmi, ki jih gospa uporablja za prehrano. Strupene snovi smo dokazali z različnimi dokaznimi reakcijami. Masna koncentracija vodne raztopine amonijaka je bila nižja od

0,5mg/L, zato smo sklepali, da ni bila nevarna za gospo.

2.13 Dvojni umor

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

V petek okoli 11 ure zvečer so sosedje slišali strel ter krike sosede Ane. Nemudoma so poklicali pomoč. Policisti so kmalu prišli na kraj nesreče in tam zagledali zlomljeno ključavnico. Policaji so na tleh zagledali policista, ki se je boril za življenje in sosedo Ano staro okoli 45 let in je bila mrtva že na kraju zločina. Oba sta bila ustreljena v glavo. Policist je izgubil bitko za življenje v intervencijskem vozilu. Sprva so mislili, da gre za dvojni umor. Ali to drži?

Na kraj zločina so prišli tudi forenziki, ki so iz dlani policista in ženske so vzeli bris za možne sledi smodnika in naredili analizo ter vse vzorce odnesli v forenzični laboratorij.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati. Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Ali lahko na podlagi analize snovi, ki smo jo odvzeli iz trupel žrtev določimo, kdo je bil storilec zločina? (Hipoteza: snov, ki smo jo vzeli iz rok moškega je smodnik, zato je možki storilec zločina. Nato lahko to hipotezo potrdite ali ovržete)

Kako lahko določimo, kdo je bil storilec in kdo žrtev? (Hipoteza: V primeru, da je snov odzeta iz rok smodnik, lahko sklepamo, da je storilec ...)

Ali je policist ustrelil žensko in ženska policista? (Hipoteza: Smodnik na rokah policista se ujema s smodnikom na strelni rani ženske. Smodnik na rokah ženske se ujema s smodnikom na strelni rani policista.)

Ali je storilec ustrelil in žensko in policista? (Hipoteza: Na rokah policista in na rokah ženske ni sledi smodnika, ki bi bil prisoten kot posledica streljanja.)

Ali je ženska policista, nato pa storila samomor? (Hipoteza: V primeru, da je na rokah ženske sled smodnika, je ženska ustrelila policista.)

Ali je policist žensko, nato pa storil samomor? (Hipoteza: V primeru, da je na rokah moškega sled smodnika, je možki ustrelil policista.)

Ali sta in ženska in policist na istem kraju storila samomor? (Hipoteza: Smodnik na rokah policista se ujema s smodnikom na strelni rani policista. Smodnik na rokah ženske se ujema s smodnikom na strelni rani ženske.)

Forenziki izvajajo kemijske, fizikalne in biološke raziskave materiala, ki so ga kot dokaz na kraju zločina zbrali policisti in kriminalisti. Nato v laboratorijih analizirajo material oz. sledi. Na osnovi rezultatov pa pripravijo poročilo za sodni postopek, kar pa imenujemo forenzični dokaz. Dokazi so lahko: dlake, lasje, kri, prstni odtisi, vlakna obleke, sledi uporabe orožja (Kozole, 2018)

Balistika je veda o gibanju izstrelkov v zraku. Balistik je strokovnjak za analizo tulca, prisotnost smodnika na strelčevih rokah, kje je stal strelec in kje žrtev, koliko strelcev je bilo ter interpretira strelne rane. Njegova prva naloga je, da v laboratoriju pregleda tulce in krogle s kraja zločina. Nato si zapiše mesto najdbe ter splošne karakteristike, med katere uvrščamo izmerjen kaliber krogle in tulca, sled ležišča naboja in žlebov

cevi orožja, ki so vidni na krogli...). Pomembno je tudi, da forenzik pregleda delce (velika količina dima, sajasti materiali...), ki nastanejo kot stranski produkt pri izstrelitvi. Delci so sestavljeni iz organskih in anorganskih komponent. Med anorganske komponente pa štejemo svinec, barij in antimon. Te elemente najdemo v večini netilk. Forenziki uporabljajo za dokaze anorganski snovi metode kot so vrstična elektronske mikroskopija z elektronskim analizatorjem rentgenske svetlobe, nevtronska aktivacijska analiza ter atomsko absorpcijsko spektroskopijo. Najbolj uporabna metoda je vrstična elektronska mikroskopija z elektronskim analizatorjem rentgenske svetlobe, saj omogoča tridimenzionalne podobe predmeta ter lahko ugotovimo, kakšna je kemijska sestava predmeta. Med organske komponente spadajo nitroguanidine, nitroceluloza, nitroglicerini ter difenilamin. V smodniku te snovi najdemo, zato ker so zelo gorljive. Za dokazovanje organski snovi uporabljajo parafinski test, modificiran Griessov test, tankoplastno kromatografijo ter visoko zmogljivostna tekočinsko kromatografijo. Za dokazovanje organskih snovi je najbolj uporaben Griessov test, saj so nitratni delci na fotografskem papirju vidni ob nanosu ustreznega reagenta. Delce streliva moramo iz tkiva vzeti vsaj trikrat, da bo analiza kakovostna. Naslednja naloga forenzika je, da preveri strelno razdaljo. Strel iz daljše razdalje prepoznamo, tako da v tarčo prileti le krogla, ne pa delci streljanja. Če je pa strel blizu tarče, se pa delci streljanja odložijo na tarčo. Pomembne informacije o strelni rani doprinesejo tudi tkanine, sintetični materiali ter tkivo okoli vhodne rane. Za to analizo uporabljajo metodo atomsko absorpcijsko spektroskopijo in različne izpeljave tehnike elektronskega analizatorja rentgenske svetlobe. Forenzik mora tudi določiti čas sprožitve strela. Delci ob strelu se razpršijo po okolici, vendar čez čas začne intenziteta upadati. Določitev časa sprožitve je odvisno od vrste orožja, števila izstreljenih nabojev ter vpliva temperature. Indikator za nedavno streljanje je ogljikov monoksid. Zadnja točka, ki je za forenzika pomembna je, da odkrije sledi na strelcu. Delci so ob izstrelu v lijakasti obliki. Vendar je težko določiti, ali je ta oseba res izstrelila naboj ali ne, saj obstoj delcev 100% ne dokazuje, da izvirajo iz strela ob specifičnem času, ker delci so lahko prisotni tudi dlje časa. Zato je naloga forenzika, da le potrdi ali delci na roki ustrezajo streljanju osumljenca ali ne.

Kemijsko ozadje eksperimenta:

Trinitrotoluen (TNT) je najpogostejše uporabljen eksploziv. Je blede rumene ali temno rumene barve. V vodi se ne raztaplja in ne zgloblja eksplozivnih lastnosti. Dobro je topen v benzenu (»Trinitrotuloen«, 2021).

2,4-dinitrotoluen (DNT) je organska spojina. Vizualno je blede rumena kristalinična trdna snov in je predhodnica TNT. Večinoma se DNT uporablja pri proizvodnji toluene diizociana, kateri se uporablja za proizvodnjo prožnih poliuretanskih pen. Vključuje se tudi v industrijo eksplozivov. Sama se ne uporablja kot eksploziv, vendar se del proizvodnje pretvori v TNT (»Dinitrotuloen«, 2021).

1. eksperiment

TNT in DNT bomo dokazali z raztopino aceton:etanol (1:1). Ob prisotnosti DNT ali TNT se nam vzorec obarva modro ali temno rdeče.

2. eksperiment

Uporabimo 30% raztopina KOH. Vijolično ali rdeče obarvanje dobimo, če je prisoten 1,3,5 TNB in 2,4,6 TNT.

3. eksperiment

Uporabimo piperidin raztopljen v raztopini aceton:etanol (1:1). DNT nam ne da obarvanja, TNT pa vzorec obarva rdeče.

4. eksperiment

Vzorec raztopimo v absolutnem metanolu. Uporabimo 0,2% (m/V) NaBH₄. Rdeče obarvanje dobimo, če je v vzorcu prisotna di- ali tri-aromatična spojina TNT oz. DNT. Če je v vzorcu prisotna monoaromatična spojina TNT oz. DNT je brezbarvno.

5. eksperiment

Etilen diamin v 65-68% vodni raztopini dokazuje nitro aromatične spojine. Vzorec se obarva oranžna in rjavorumeno (Belcher, Betteridge, Meites, Yinon, Zitrin, 2014).

Viri:

Dinitrotuloen. (2.1.2021). V Wikipedija: prosta enciklopedija.

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Dinitrotoluen>

Kozole, A. (2018). *Forenzični vidiki strelanja* [Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede]

R. Belcher, D., Betteridge, L., Meites, L., Yinon, J., Zitrin, S. (2014). *The Analysis of Explosives: Pergamon Series in Analytical Chemistry*. Kent: Elsevier Science.

Trinitrotuloen. (2.1.2021). V Wikipedija: prosta enciklopedija. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Trinitrotoluen>

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

a) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Z raztopino aceton:etanol (1:1) dokažemo prisotnost DNT in TNT. Ob prisotnosti DNT ali TNT se nam vzorec obarva modro ali temno rdeče.

1. S sterilno gazo ali filtrirnim papirjem omočenim z destilirano vodo odvzemi vzorec iz zgornjega dela dlani potencialnega storilca kaznivega dejanja.
2. Z vnaprej pripravljeno raztopino acetona in etanola (razmerje je 1:1) pokapaj mesto na katerem si odvzel vzorec.

Uporabimo 30% raztopina KOH. Vijolično ali rdeče obarvanje dobimo, če je prisoten 1,3,5 TNB in 2,4,6 TNT.

1. S sterilno gazo ali filtrirnim papirjem omočenim z destilirano vodo odvzemi vzorec iz zgornjega dela dlani potencialnega storilca kaznivega dejanja.
2. Z vnaprej pripravljeno raztopino KOH (30% raztopina) pokapaj mesto na katerem si odvzel vzorec.
- 3.

Uporabimo piperidin raztopljen v raztopini aceton:etanol (1:1). DNT nam ne da obarvanja, TNT pa vzorec obarva rdeče.

1. S sterilno gazo ali filtrirnim papirjem omočenim z destilirano vodo odvzemi vzorec iz zgornjega dela dlani potencialnega storilca kaznivega dejanja.
2. V 10mL raztopine iz prve naloge (raztopina acetona in etanola v razmerju 1:1) raztopi konico spatule piperidina. S tako pripravljeno raztopino pokapaj mesto na katerem si odvzel vzorec.

Vzorec raztopimo v absolutnem metanolu. Uporabimo 0,2% NaBH₄. Rdeče obarvanje dobimo, če je v vzorcu prisotna di- ali tri-aromatična spojina TNT oz. DNT. Če je v vzorcu prisotna monoaromatična spojina TNT oz. DNT je brezbarvno.

1. S sterilno gazo ali filtrirnim papirjem omočenim z absolutnim metanolom odvzemi vzorec iz zgornjega dela dlani potencialnega storilca kaznivega dejanja.
2. Z vnaprej pripravljeno raztopino 0,2% NaBH₄ pokapaj mesto na katerem si odvzel vzorec.







Etilen diamin v 65-68% vodni raztopini dokazuje nitro aromatične spojine. Vzorec se obarva oranžna in rjavorumenno.

1. S sterilno gazo ali filtrirnim papirjem omočenim z vodno raztopino etilen diamina (raztopina mora biti 65-68%) odvzemi vzorec iz zgornjega dela dlani potencialnega storilca kaznivega dejanja.

b) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

Laboratorijski inventar/pripomočki

Filtrirni papir, šest steklenih čaš, šest steklenih palčk, pet kapalk

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|-------------------|---|
| Aceton |  |
| Etanol |  |
| KOH |  |
| Piperidin |  |
| Absoluten metanol |  |
| NaBH ₄ |  |

| | |
|------------------|---|
| Destilirana voda |  |
| Etilen diamin | |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Vzorec iz rok policista in vzorec iz rok ženske nam v prisotnosti raztopine acetona:etanola (1:1) ne bo pokazal nobenega obarvanja. S tem potrdimo odsotnost DNT in TNT.

Vzorec iz rok policista in vzorec iz rok ženske nam tudi v prisotnosti 30% raztopine KOH ne bo dal specifičnega obarvanja. Ponovno potrdimo odsotnost 1,3,5 TNB in 2,4,6 TNT.

Vzorec iz rok policista in vzorec iz rok ženske nam tudi ob tretiranju s piperidinom raztopljenim v raztopini aceton:etanol (1:1) ne bo dal obarvanja. Iz tega sklepamo na odsotnost TNT, vendar obstaja možnost DNT, ki nam v vsakem primeru ne da obarvanja.

Vzorec iz rok policista in vzorec iz rok ženske raztopimo v absolutnem metanolu. Tretiramo z 0,2% NaBH₄. Iz tega lahko sklepamo na odsotnost di- ali tri-aromatična spojina TNT oz. DNT, vendar obstaja možnost, da je prisotna monoaromatična spojina TNT oz. DNT, ki v vsakem primeru daje brezbarven rezultat.

Vzorec iz rok policista in vzorec iz rok ženske tretiramo z etilen diaminom v 65-68% vodni raztopini. Vzorec ne spremeni barve. S tem potrdimo odsotnost nitro aromatične spojine.

Vzorec iz strelne rane policista in ženske nam v prisotnosti raztopine aceton:etanol (1:1) da modro in temno rdeče obarvanje. S tem dokažemo prisotnost DNT in TNT. Vzorec iz strelne rane policista in ženske nam da v prisotnosti 30% raztopine KOH da vijolično in rdeče obarvanje. S tem potrdimo prisotnost 1,3,5 TNB in 2,4,6 TNT.

Vzorec iz strelne rane policista in ženske tretiramo s piperidinom raztopljenim v raztopini aceton:etanol (1:1). Ker dobimo rdeče obarvan vzorec, potrdimo prisotnost TNT.

Vzorec iz strelne rane policista in ženske raztopimo v absolutnem metanolu. Uporabimo 0,2% NaBH₄. Rdeče obarvanje vzorca nam potrди prisotnost di- in tri-aromatična spojina TNT oz. DNT.

Vzorec iz strelne rane policista in ženske nam v prisotnosti etilen diamina v 65-68% vodni raztopini obarva vzorec oranžna in rjavo-rumeno. S tem potrdimo prisotnost nitro aromatične spojine.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Ženska in moški nista streljala. Umorjena sta s strani morilca z istim strelnim orodjem.

3. MODULI TROJNA NARAVA KEMIJSKIH POJMOV

3.1 Gorivni cikel prihodnosti

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Sončne celice se danes pojavljajo na velikem številu streh in so vzor za čisto ter obnovljivo energijo. Ste se mogoče kdaj vprašali, kako lahko dobimo elektriko, ki jo proizvajajo sončne celice, ko sonce ne sije? Ena od strategij za premagovanje tega problema je shranjevanje energije, ki jo čez dan proizvajajo sončne celice, v obliko goriva, ki ga lahko porabimo pozneje.

Pri tem eksperimentalnim delom boste raziskali najsodobnejšo metodo shranjevanja obnovljive energije z razgradnjo molekul vode na vodik in kisik. Vodik in kisik sta gorivo, ki ga lahko kurimo v napravah, kot so gorivne celice, da proizvedemo čisto elektriko, ko je temno. Vaša naloga bo, da preučite uporabnost vode kot obnovljivega vira energije tako, da ugotovite, kako učinkovit je lahko katalizator na osnovi kobalta pri tvorbi molekularnega kisika.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

V1: Ali je voda dober vir obnovljive energije?

V2: Ali katalizator zmanjša energijo potrebno za cepitev vode?

V3: Ali potrebujemo katalizator za cepitev vode?

V4: Ali je kobaltov katalizator učinkovit pri tvorbi molekularnega kisika?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama. Vprašanje zapišite.

RV: Ali je kobaltov katalizator učinkovit pri tvorbi molekularnega kisika pri cepitvi vode?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

H1: Kobaltov katalizator je učinkovit pri tvorbi molekularnega kisika pri cepitvi vode.

H2: Kobaltov katalizator zmanjša previsok potencial in poveča hitrost reakcije.

TEORETIČNA IZHODIŠČA

Med obnovljive vire energije uvrščamo: sončno energijo, biomaso, vetrno energijo, energijo tekoče vode in geotermalno energijo (i-učbenik, naravoslovje 6). Vendar energija kot sta sončna in vetrna nam nista na voljo ves dan in noč. Energija v obliki svetlobe je neomejena. Potrebno je samo najti način, kako bi jo lahko shranjevali in uporabili takrat, kadar sonce ne sije. Primarni cilj raziskav o obnovljivi energije je, da bi razvili metode za shranjevanje goriv, ki so trajnostne in ne uporabljajo goriv na osnovi ogljika. Idealen energijski cikel bi bil takšen, da bi lahko goriva uporabili, odpadne produkte pa uporabili za ponovno tvorjenje goriva (Surendranath, Teets in Young, 2020).

Eden od zanimivih pristopov za shranjevanje obnovljivih virov energije je uporaba sončne energije kot prerazporeditev vode v molekularni vodik in kisik.

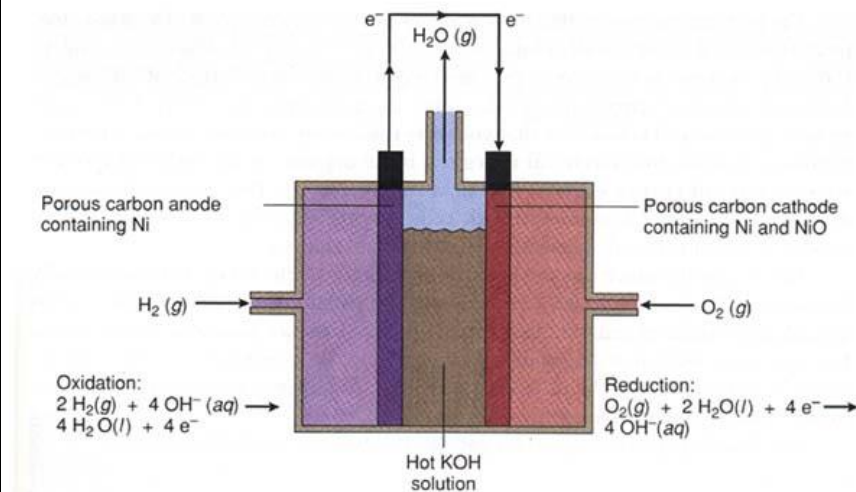


Ta pristop, ki ga pogosto imenujemo cepitev vode je torej postopek elektrolize, kjer se uporablja električno energijo za pogon reakcije. Vendar obstajajo boljši načini za razstavljanje vode kot je npr. kataliza. Za uspešen potek katalize potrebujemo katalizator (Hwang in Witcombe, b.d). Katalizator je snov, ki pospeši reakcijo, sam pa se pri tem ne spremeni (Wikipedija). Katalizator, ki je sposoben oksidacije vode v kisik je tvoren iz ionov kobalta v fosfatni pufrni raztopini (Hwang, b.d.).



Če je katalizator prisoten, za izdelavo C ne potrebujemo toliko energije, kot bi jo potrebovali, če katalizatorja ne bi bilo. S prisotnim katalizatorjem pa lahko naredimo C veliko hitreje (Surendranath, 2020).

Izgorevanje vodika lahko izvedemo tako, da pri tem ne pride do stika med kisikom in vodikom. To lahko izvedemo v gorivni celici. Gorivna celica je kot baterija, saj uporablja kemično reakcijo za proizvodnjo električne energije (Hwang, b.d.).



Slika 1: Vodikovo kisikova gorivna celica (Hwang, b.d.)

Z izgorevanjem vodikovega goriva se sprošča voda, namesto molekul ogljikovega oksida in ogljikovega dioksida. Vodo, ki nastane pri izgorevanju vodika, lahko zberemo in jo ponovno »razcepimo« v gorivo. Na ta način je ta postopek trajnosten (Surendranath, 2020).

Energijo, ki jo potrebujemo za pogon te reakcije, dobimo s spreminjanjem potencialne energije elektronov, ki se odstranijo. Če se uporabi previsok potencial, se dodatna energija (znana kot prevelik potencial), ki se ne shrani v kisiku, zapravi kot toplota in postopek tako postane neučinkovit (Surendranath, 2020).

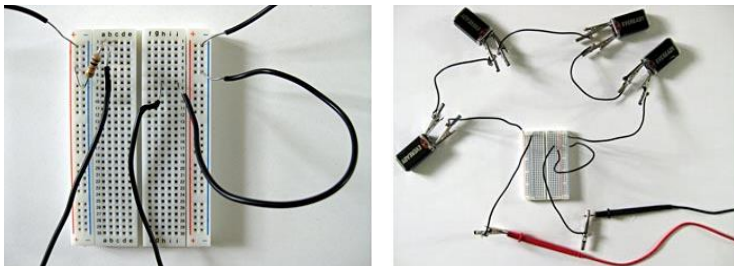
NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

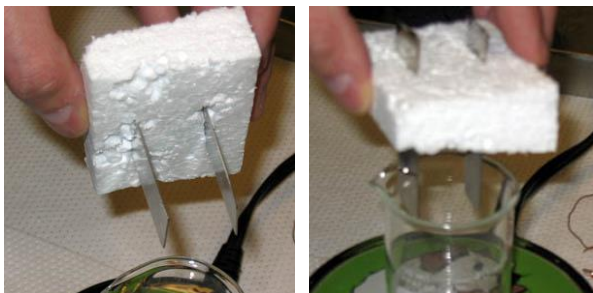
Eksperiment bi bil učencem predan kot odprto eksperimentalno-raziskovalno delo.

1. Sestaviti je potrebno vezje sestavljeno iz baterij, upornika in voltmetra, kot je prikazano na sliki 2.



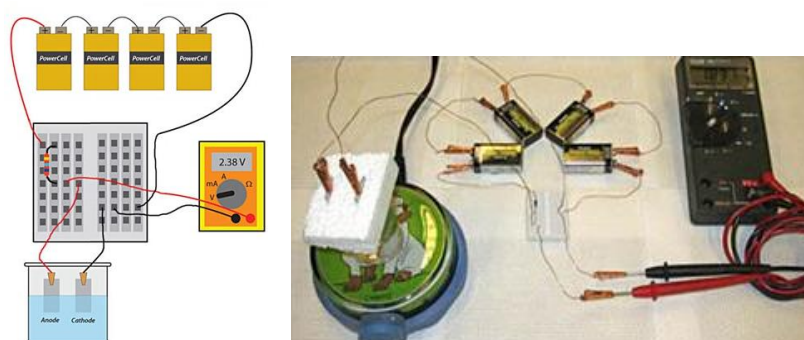
Slika 2: Vezje in zaključni krog

2. Kot elektrode uporabite nikljeve kovinske trakove, katere pritrdite v stiropor, kot je prikazano na sliki 3.



Slika 3: Suspendiranje nikljevih elektrod v čašo za izdelavo elektrokemijske celice.

3. V čašo z elektrolitom dodajte 0,1M raztopino fosfatnega pufra ter nikljeve elektrode povežite z ostalim vezjem, kot je prikazano na sliki 4.



Slika 4: Galvanostatska elektrokemijska celica

Enačba 1: $I = \frac{U}{R}$

 I – električni tok
 [A]

3.1 V zgornjih korakih ste izdelali poenostavljeno galvanostatsko elektrokemijsko celico, skozi katero prehaja isti tok, napetost pa se spreminja. Štiri 9V baterije ustvarijo največ 36V. vezje dopolnjujeta dva zaporedno vezana upornika. En upor predstavlja sama elektrokemijska celica, drugi upor pa je upor s 10.000Ω . Ta upor (10.000Ω) je ključnega pomena za stabilizacijo elektrokemijske celice in zagotovitev, da ves čas prehaja tok. Z uporabo enačbe 1 lahko ob predpostavki, da se na upor 10.000Ω spusti približno 30V, izračunamo tok, ki teče skozi elektrokemijsko celico.

4. Ko so elektrode varno nameščene v majhni čaši, jo postavite na magnetno ploščo za mešanje. Spremljajte napetosti na voltmetru in si jo zabeležite (napetost bi se morala gibati med 1,9 in 2,4V). Izmerite tudi koliko časa je trajalo, da se je napetost stabilizirala. Ta napetost predstavlja vaša osnovna vrednost napetosti za elektrokemijsko celico.

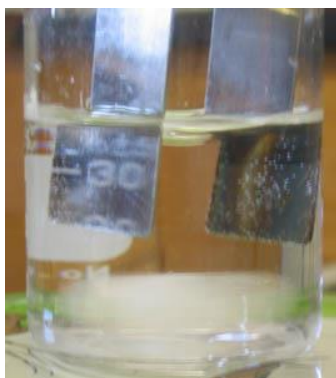
4.1 Izračun izhodiščne učinkovitosti reakcije cepljenja vode v elektrokemijski celici:

Enačba 2: % učinkovitosti = $\left(\frac{\text{idealna napetost}}{\text{izmerjena napetost}} \right) \times 100\%$

Napetost izmerjena v zgornjem koraku 4 je napetost, ki je potrebna za vzdrževanje toka 3mA v elektrokemijski celici. Ta napetost je vsota energije, ki je potrebna za pogajanje reakcije cepljenja vode 1,23V v idealnih pogojih, torej brez upornih izgub.

5. V raztopino fosfatnega pufra dodajte kobaltov nitrat. Z virom kobalta in energijo, ki jo zagotavljajo baterije, bo katalizator začel nastajati.

6. Katalizator na osnovi kobalta se bo začel galvanizirati na anodo. Ko bo katalizatorski film nastal, boste na anodi opazili rjav film, napetost pa bo začela padati. Sčasoma se bo napetost ponovno ustalila. To napetost si zapišite. Izmerite tudi koliko časa je trajalo, da se je napetost stabilizirala.



Slika 5: Potek reakcije lahko vidimo kot drobne mehurčke, ki prekrivajo elektrodo.

7. Ko se napetost stabilizira, ponovno dodajte kobaltov nitrat, da sprožite nastanek še več kobaltovega katalizatorja. Zapišite si, kako dolgo traja, da se napetost ponovno stabilizira in kolikšna je ta napetost. To ponavljajte tako dolgo, da se ob dodatku kobaltovega nitrata napetost ne bo več spreminjala.

7.1 Izračunajte učinkovitost reakcije cepljenja vode v elektrokemijski celici (po enačbi 2), po dodatku katalizatorja.


8. Iz čaše previdno odstranite nikljeve elektrode in odlijte pufrno raztopino. Čašo sperite in jo ponovno napolnite z enako količino svežega fosfatnega puфра. To morate narediti zato, ker je prva raztopina vsebovala nekaj nezreagirane kobaltovega nitrata.

9. Dodatek k raziskovanju:

Ali je katalizator za oksidacijo vode lahko izdelan tudi iz drugih kovin (ne samo iz kobalta), kot npr. kovinske soli, ki vsebujejo nikelj, železo ali mangan? Kako dobro delujejo druge kovine?

Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|--|
| Testna plošča za električno vezje 9V baterija (4) Krokodilčki Upornik (10000 Ω) Voltmeter 500 mL čaša 250 mL čaša Kos stiroporja 2 nikljeva traka Kobaltov nitrat heksahidrat 0,1 M raztopina fosfatnega puфра (pH=7,0) Coca cola Štoparica Magnetno mešalo |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|--|--|
| Kobaltov nitrat heksahidrat Nikljev trak Fosfatni pufer Coca cola |  |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Odčitana napetost v koraku 4 je napetost, ki jo zahteva elektrokemijska celica za vzdrževanje toka 3 mA. Ta napetost je vsota energije, ki je potrebna za reakcijo cepljenja vode: 1,23 V + potencial in morebitne izgube upora v celici. Če ne bi bilo uporovnih izgub, bi bila potrebna napetost za vzdrževanja toka 1,23 V.

Če bi bila izmerjena napetost pri koraku 4 okoli 2,46 V, bi to pomenilo, da je bila reakcija brez katalizatorja 50% učinkovita. Če pa bi bila izmerjena napetost okoli 2,12 V, bi se učinkovitost reakcije povečala na 58%.

Tok 3 mA je sorazmeren s hitrostjo proizvodnje vodika in kisika.

Ob dodatku kobaltovega nitrata na anodi vidimo rjavo obarvanje (rjavo prevleko), napetost pa začne padati.

Med potekom reakcije na nikljevih elektrodah vidimo majhne mehurčke.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Pri tem eksperimentu smo želeli raziskati najsodobnejšo metodo shranjevanja obnovljive energije z razgradnjo molekul vode na vodik in kisik. Vodik in kisik predstavljata gorivo, ki ga lahko kurimo v napravah, kot so gorivne celice, da proizvajamo čisto elektriko. Uporabnost vode kot obnovljivega vira energije smo proučili tako, da smo opazovali, kako katalizator na osnovi kobalta pomaga pri tvorbi molekularnega kisika.

Učinkovitost reakcije določa padec napetosti na elektrokemijski celici. Višje napetosti vodijo do manjše učinkovitosti. Hitrost s katero proizvajamo kisik in vodik je sorazmerna s tokom 3 mA, katerega smo vodili v elektrokemijski celici. Zelo pomembno je poznavanje razmerja med tokom (hitrostjo) in napetostjo (vhodna energija) za oblikovanje praktičnih sistemov za razdeljevanje vode.

VIRI

Surendranath, Y., Teets, T. in Young, E.R. (2020). *Water to Fuel to Water: The Fuel Cycle of the Future*. https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p099/chemistry/fuel-cell?fbclid=IwAR3tSt5CquEKTNtw5l-D32iQjoJDn28XT11EpOT7EHsmnLo9juzRIVxvTZ0

Witcombe, C. in Hwang, S. (b.d.). *The Hydrogen and Oxygen of Water*. <http://witcombe.sbc.edu/water/chemistryelectrolysis.html>

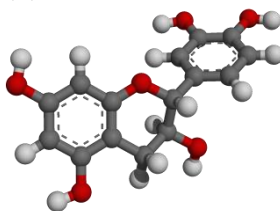
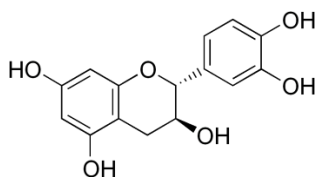
Naravoslovje 6. i-učbenik za naravoslovje v 6. razredu Osnovne šole. <https://eucbeniki.sio.si/nar6/1224/index1.html>

3.2 Fitokemikalije in nanodelci kovin

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Nedavni razvoj nanotehnologije je priča hitro razvijajoči se moči tega interdisciplinarnega področja z nešteto aplikacijami v medicinskih znanostih, razvoju pametnih elektronskih materialov, alternativni proizvodnji energije, obnovitvi okolja in na različnih sorodnih področjih. Vsi ti napredki zahtevajo proizvodnjo najrazličnejših nanodelcev, vključno s kovinskimi in nekovinskimi, v velikem obsegu. Ker se »nanorevolucija« še naprej razvija, je nujno, da proizvodni procesi, tako za proizvodnjo nanodelcev kot za končne izdelke, vgrajene v nanodelce, vključujejo okolju prijazne tehnologije in tehnologije, ki ne onesnažujejo okolja. Številni trenutno uporabljeni postopki za proizvodnjo nanodelcev uporabljajo strupene kemikalije bodisi v obliki reagentov za zmanjšanje različnih kovinskih soli na njihove ustrezne nanodelce bodisi kot stabilizatorjev, ki preprečujejo strjevanje nanodelcev.

Medtem ko se različni nanodelci vse pogosteje uporabljajo v številnih gospodarskih sektorjih, narašča zanimanje za okoljsko in biološko varnost, povezano z njihovo pripravo. Zelena nanotehnologija ponuja orodja za preoblikovanje bioloških sistemov v zelene pristope k sintezi nanomaterialov, hkrati pa preprečuje kakršno koli povezano toksičnost. Zaradi velikega števila strupenih kemikalij in ekstremnih okolij, ki se uporabljajo pri fizikalno-kemijski proizvodnji teh nanodelcev, zelene metode uporabljajo uporabo bioloških virov. Z integriranjem načel zelene kemije in inženiringa lahko zelena nanotehnologija proizvaja varne in okolju prijazne kovinske nanodelce, ki pri sintezi ne uporabljajo strupenih kemikalij. Pri sintezi nanodelcev se lahko uporabljajo različne vrste fitokemikalij.



Fitokemikalija katehin v črnem čaju

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

V 1: Kako vpliva temperatura na velikost nanodelcev?

V 2: Kako vpliva topilo na velikost nanodelcev?

V 3: Kako vpliva pH na velikost nanodelcev?

V 4: Kako vpliva koncentracija na velikost nanodelcev?

V 5: Kako vpliva čas na velikost nanodelcev?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

RV: Ali koncentracija (0 %, 1 %, 5 % in 10 %) čaja vpliva na velikost nanodelcev?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

H 1: Koncentracija čaja vpliva na velikost nanodelcev.

H 2: Višja kot je koncentracija čaja, manjši bodo nanodelci.

TEORETIČNA IZHODIŠČA

Zelena kemija, oblikovanje kemičnih izdelkov in postopkov, ki zmanjšujejo ali odpravljajo uporabo in ustvarjanje nevarnih snovi, je v kemijski industriji, raziskovalnih laboratorijih in učnih laboratorijih zaradi okoljskih, zdravstvenih in gospodarskih vprašanj zelo pomembna (Matlack, 2001).

Vključevanje načel zelene kemije v nanotehnologijo je eno ključnih vprašanj raziskav nanoznanosti. Vse bolj je treba razvijati okolju prijazne in trajnostne metode za sintezo nanodelcev, ki uporabljajo netoksične kemikalije, okolju neškodljiva topila in obnovljive materiale, da bi se izognili škodljivim učinkom v medicini. Tako je učinkovitost rastlinskih fitokemikalij v celotni sintezi in arhitekturi nanodelcev in različnih izdelkov, vgrajenih v nanodelce, izjemno privlačna, saj prinaša nujno simbiozo med rastlinskimi znanostmi in nanotehnologijo. Ta povezava med rastlinskimi znanostmi in nanotehnologijo omogoča

zeleno premikanje k nanotehnologiji, imenovano „zelena nanotehnologija“ (Katti, Chanda, Shukla, Zambre, Suibramanian, Kulkarni, Kannan in Katti, 2009).

Na splošno sinteza nanodelcev vključuje redukcijo kovinske soli z redukcijskim sredstvom, čemur sledi zaščita ali prevleka sveže oblikovanih nanodelcev z zapiralnim sredstvom, da se prepreči njihova aglomeracija. Večina nezaželenih postopkov, opisanih v literaturah, uporablja organska topila, natrijev borohidrid ali hidrazin kot reduktorje, površinsko aktivne snovi ali polimere pa kot stabilizatorje za sintezo zlata in drugih kovinskih nanodelcev (Haiss, Thanh, Aveyard, in Fernig, 2007).

Vse več dokazov o koristih čaja za zdravje je privedlo do obsežnih študij, s katerimi so razkrili znanstvene temelje zdravilne in zdravlilne moči čaja. Dobro sprejeto znanstveno soglasje, ki izhaja iz številnih znanstvenih raziskav, je, da čaj vsebuje visoko vsebnost antioksidantnih polifenolov, vključno s flavonoidi in katehini, in vsi odstranjujejo nevarne proste radikale v telesu in tako preprečujejo napredek različne bolezni (Friedman, 2007).

Fitokemikalije, ki so prisotne v čaju, imajo dvojno vlogo kot učinkoviti reduktorji za zmanjšanje zlata in tudi kot stabilizatorji, ki v enem koraku zagotavljajo trdno prevleko na nanodelcih zlata. Dobro sprejeto znanstveno soglasje, ki izhaja iz več znanstvenih preiskav je, da imajo fitokemikalije v čaju dvojno vlogo kot učinkovita sredstva za zmanjševanje zlata in tudi kot stabilizatorji, ki v enem koraku zagotavljajo trdno prevleko na nanodelcih zlata (Nune, Chanda, Shukla, Katti, Kulkarni, Thilakavathy, Mekapothula, Kannan in Katti, 2009).

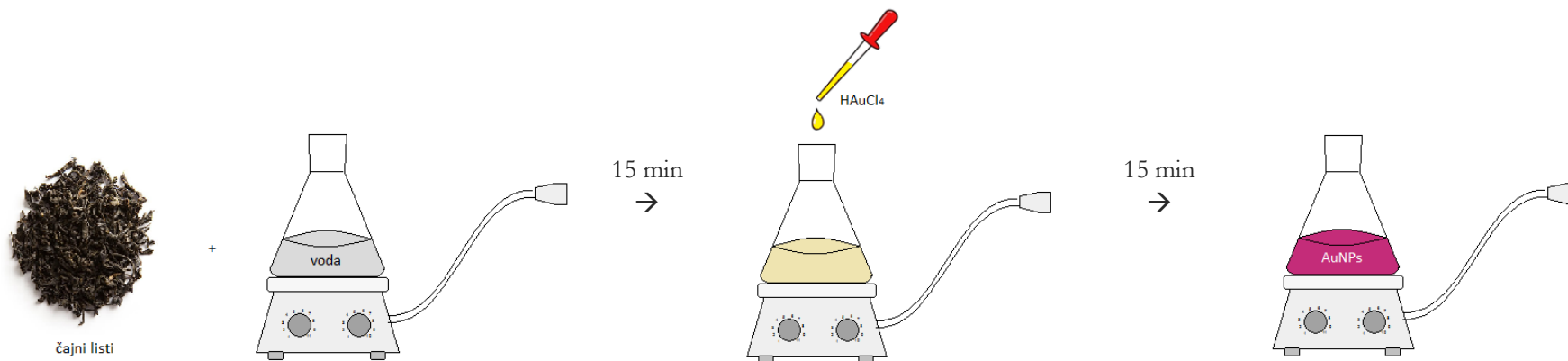
Predlagan je enostaven eksperimentalni postopek sinteze nanodelcev zlata (AuNP) z uporabo čajnih listov v vodnem mediju pri sobni temperaturi, da bi predstavili koncept zelene kemije in nanotehnologije. V tem poskusu so vključeni številni izobraževalni cilji. Enostopenjska zelena metoda ne uporablja površinsko aktivne snovi, zaviralnega sredstva ali predloge. Prikazane so fizikalno-kemijske lastnosti, kot je sprememba barve nanozlata v primerjavi z glavnim zlatom. Poskus omogoča pripravo nanodelcev zlata z uporabo naravnih virov (čajni listi) in preučijo vpliv koncentracije čaja na velikost nanodelcev, kar povzroči spremembe barv (Nune, Chanda, Shukla, Katti, Kulkarni, Thilakavathy, Mekapothula, Kannan in Katti, 2009).

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Eksperiment bi bil učencem predan kot odprto eksperimentalno-raziskovalno delo.

Pri zasnovi eksperimenta, ki vključuje sintezo kovinskih nanodelcev z vidika zelene kemije, so bili bistveni vidiki izbira »zelenega« topila, okolju neškodljivega reduktorja in netoksičnega materiala za stabilizacijo nanodelcev. V pričujočem protokolu se voda skozi pripravek uporablja kot okolju neškodljivo topilo, polifenoli in različne fitokemikalije, prisotne v čaju, pa se uporabljajo kot redukcijsko sredstvo in stabilizatorji na nanodelcih in tako zagotavljajo zanesljivo zaščito pred strnjevanjem.

a) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.




Slika 22: Shematski prikaz sinteze nanodelcev zlata (AuNPs)

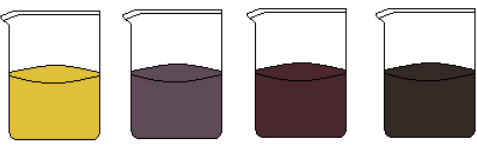
Sintetični pristop za proizvodnjo dobro določenih nanodelcev zlata vključuje preprosto mešanje vodne raztopine tetrakloroaurične(III) kisline z osnovno raztopino čajnih listov.

Raztopino čajne zaloge pripravimo z močnim 15 minutnim mešanjem čajnih listov v vodi nad magnetno mešalno ploščo in filtriranjem skozi filtrskim papirjem. Uporabljeni so čajni listi črnega čaja. K raztopini čaja med mešanjem dodamo majhen volumen raztopine blede rumenega zlata (HAuCl₄). Raztopina se v 5 minutah obarva vijolično-rdeče, kar kaže na nastanek nanodelcev zlata. Reakcijsko zmes mešamo dodatnih 15 minut, nato mešanje ustavimo in mešalo odstranimo. Proizvodnja nanodelcev zlata v tem fitokemično posredovanem postopku je končana pri sobni temperaturi v 30 minutah. Uporaba nanodelcev zlata je odvisna od njihove velikosti, oblike in morfologije, zato je preučen tudi vpliv različnih koncentracij čaja (10%, 5% in 1% osnovna raztopina) na velikost in razpršenost nanodelcev zlata. Intenzivnost barv raztopin preverjamo z kolorimetrično določitvijo, ki pa je približna ocena velikosti delcev. Količina dodanega zlata se fiksira. Nanodelce zlata karakteriziramo z absorpcijsko spektroskopijo UV-vis. Za določitev velikosti delcev, lahko uporabljamo tudi šolski spektrofotometer ali pametni telefon, z aplikacijo ColorGrab.

- b) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki | Uporabljene snovi |
|---|---|
| Erlenmajerica Magnetna mešalna plošča in mešalo Kapalka | HAuCl ₄ Čajni listi  https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Tetrachloroauric-acid |

REZULTATI

| Opazanja | Sklepi |
|---|--|
|  <p>Koncentracija vodne raztopine čaja: 0 %, 1 %, 5 % in 10 %.</p> | <p>Nastala barva raztopin nanodelcev je odvisna od koncentracije čaja. Ker lahko velikost nanodelcev spreminjamo glede na spreminjanje količine dodanega sredstva, postane barva raztopine bolj intenzivno vijolično rdeča, ko se koncentracija čaja poveča. To pomeni, da kolikor večja je količina uporabljenega čaja, toliko manjša je velikost delcev. Ko se nanodelci razpršijo v tekočih medijih, kažejo močan absorpcijski pas UV-vis, ki ni prisoten v spektru »razsute« kovine.</p> |

REŠITEV PROBLEMA

Cilj pri zasnovi tega eksperimenta je bil dvojni. Želeli smo preučiti sintetično strategijo nanodelcev, pa tudi prednosti pristopa, ki uporablja bolj »zeleno« reagente, reakcijske pogoje in izdelke. Pri sintezi kovinskih nanodelcev z redukcijo ustreznih raztopin soli kovinskih ionov obstajajo tri potencialna področja, ki se lahko vključijo v zeleno kemijo: izbira topila, uporabljeno redukcijsko sredstvo in disperzno sredstvo. Številni trenutno uporabljeni procesi nanodelcev uporabljajo strupene kemikalije v obliki reducentov za zmanjšanje različnih kovinskih soli v ustrezne nanodelce ali kot stabilizatorji, ki preprečujejo strjevanje nanodelcev.

Z uporabo čajnih listov sinteza nanodelcev zlata je tako preprosta, da ni potrebna površinsko aktivna snov, fotosevanje ali toplota.

Ko se zlata ioni zmanjšajo, se atomi zlata začnejo agregirati in v prisotnosti čaja tvorijo dobro definirane nanodelce. Zato uporaba različnih koncentracij čaja v reakcijskem mediju omogoča spreminjanje velikosti nanodelcev zlata in posledično barv njihove disperzije.

Eksperiment izpolnjuje vsa merila, za uspešen eksperiment zelene kemije. Poleg primarnih ciljev poučevanja zelenih kemijskih konceptov in tehnik je bilo ugotovljeno, da vključitev zelenih eksperimentov v učni načrt predstavlja platformo za razpravo o okoljskih problemih v učilnici. Uporaba »zelenih« reagentov in topila (vode) v tem poskusu zmanjšuje uporabo nevarnih strupenih kemikalij. Eksperiment je primeren, ekonomičen in ga lahko učinkovito izvedemo v učnem laboratoriju, in tako prihranimo čas za druge dejavnosti, kot sta spektroskopija in analiza.

VIRI

Friedman, M. (2007). Overview of antibacterial, antitoxin, antiviral, and antifungal activities of tea flavonoids and teas. *Molecular Nutrition and Food Research*, 51(1):116-34. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17195249/>

Haiss, W., Thanh, N. T. K., Aveyard, J. in Fernig, D. G. (2007). Determination of Size and Concentration of Gold Nanoparticles from UV-Vis Spectra. *Analytical Chemistry*, 79 (11), 4215-4221. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ac0702084>

Katti, K., Chanda, N., Shukla, R., Zambre, A., Suibramanian, T., Kulkarni, R. R., Kannan, R. in Katti, K. V. (2009). Green Nanotechnology from Cumin Phytochemicals: Generation of Biocompatible Gold Nanoparticles. *International Journal of Green Nanotechnology: Biomedicine*, 1 (1): B39–B52. <https://europepmc.org/article/med/19890490>

Matlack, A. S. (2001). *Introduction to Green Chemistry*. Marcel Dekker: New York.

Nune, S. K., Chanda, N., Shukla, R., Katti, K., Kulkarni, R. R., Thilakavathy, S., Mekapothula, S., Kannan, R. in Katti, K. V. (2009). Green Nanotechnology from Tea: Phytochemicals in Tea as Building Blocks for Production of Biocompatible Gold Nanoparticles. *Journal of Materials Chemistry*, 19:2912–2920. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2737515/>

3.3 Izdelava in uporaba alternativnih goriv – Biodizel

Raziskovalni modul za učence v srednji šoli

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM

Dandanes je veliko govora o alternativnih gorivih iz obnovljivih virov, ki bi lahko zamenjala fosilna goriva. Ker je pomembno, da smo o njih osveščeni sem pripravil modul za srednješolce, ki preko raziskovalnega dela obravnava eno izmed takšnih goriv, biodizel. Biodizel je gorivko, ki je izdelano iz živalskih ali rastlinskih maščob, zato je biodizel štet med obnovljiva goriva. Različni dizelski motorji lahko uporabljajo širok nabor tekočih goriv. Biodizel pa je gorivo, ki ga lahko uporabljamo v navadnem motorju. Postopek izdelave biodizla je preprost in zato primeren za učencev v šoli, hkrati pa preko raziskovalnega dela uvedemo postopke raziskovalnega delovanja.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

- Kaj so obnovljivi viri goriva?
- Katera so alternativna goriva fosilnim?
- Kakšen je proces izdelave obnovljivih goriv?
- Ali obnovljiva goriva proizvedejo enako energije kot fosilna goriva?
- Kaj je biodizel?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

Ali biodizel ob gorenju proizvede primerljivo količino energije v primerjavi z bencinom.

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

Biodizel bo v primerjavi z bencinom ob gorenju proizvedel več energije kot bencin.

Teoretična izhodišča

Podajte bistvena teoretična izhodišča, na katerih bo temeljil načrt raziskovanja za potrditev hipotez(e). (Do tri strani z vključenimi viri. Vire navajajte po APA 7 standardu: <http://vodici.pef.uni-lj.si/subjects/guide.php?subject=apa7>)

Biodizel je alternativno gorivo fosilnim in dezelskim gorivom, kije narejeno iz rastlinskega olja ali živalske maščobe. Maščobe in olja niso topne v vodi in so sestavljene iz enega mola glicerola in treh molov maščobnih kislin, takšno sestavo imenujemo trigliceridi. Prisotne so različne maščobne kisline glede na izvor maščobe. Za izdelavo biodizla so primerna skoraj vsa rastlinska olja in nekatere živalske maščobe. Za uporabo kot gorivo je pri nekaterih oljih dovolj samo mešanje in direktna uporaba kot gorivo (seveda odvisna tudi od sestave motorja), pri drugih pa obdelava z različnimi postopki. Ti postopki so lahko mikroemulzija, ki razprši kapljice olja v topilu, navadno nekem alkoholu in tako reši problem viskoznosti olja, piroliza, ki preko visoke temperature velike molekule maščobnih kislin razgradi v manjše organske molekule in estrene, kjer maščobne kisline reagiramo z alkoholom glicerolom, da pridobimo trigliceride, ki so sestavni del biodizla (Ma in Hanna, 1999; Atadashi, Aroua, in Aziz, 2011).

Biodizel ob primerjavi ob dizlu pridobljenem iz nafte kaže kar nekaj prednosti, Zaradi sestave biodizla ima ta ob primerljivi porabi maj izpustov, ki so manj škodljivi okolju in je pridelan iz obnovljivih virov. Prav tako ima primerljivo in celo nekoliko boljšo porabo in za naše raziskovanje pomembno energijsko vrednost v primerjavi z bencinom (bencin E10 480-496 kJ/L; biodizel 510 kJ/L) (Alternative Fuels Data Center, 2014). Hkrati pa ima tudi nekaj slabosti, predvsem problematiko viskoznosti, ki se slabša ob nizki temperaturi goriva, problematika je rešena z mešanjem biodizla z drugimi gorivi. Največja problematika biodizla, ki je tudi njegova največja prednost je pridelava. Ker je pridelan iz obnovljivih virov je okolju prijazen, bi za porabo goriva sveta bila potrebna obdelava ogromnih površin samo za produkcijo goriva. Hkrati, bi to omejevalo produkcijo hrane in neposredno poslabšalo odnos do okolja zaradi ustvarjanja novih obdelovalnih površin (Ajala, Aberuagba, Odetoye, in Ajala, 2015).

Alternative Fuels Data Center, 2014. U. S. department of energy. Pridobljeno s: <https://afdc.energy.gov/>

Ajala, O. E., Aberuagba, F., Odetoye, T. E., & Ajala, A. M. (2015). Biodiesel: Sustainable Energy Replacement to Petroleum-Based Diesel Fuel - A Review. *ChemBioEng Reviews*, 2(3), 145–156.

Atadashi, I. M., Aroua, M. K., & Aziz, A. A. (2011). Biodiesel separation and purification: A review. *Renewable Energy*, 36(2), 437–443.

Ma, F., & Hanna, M. A. (1999). Biodiesel production: a review. *Journal Series 12109, Agricultural Research Division, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska–Lincoln*.1. *Bioresource Technology*, 70(1), 1–15.

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Poskus je enostavna izvedba merjenja energije pri gorenju snovi. V osnovi kalorimetrija.



1. Priprava preproste kalorimetrične aparature.
2. Merjenje količine v gramih vode v aparaturi in goriva (biodizel in bencin), ki bo vodo segrelo.
3. Vžig goriva in merjenje spremembe temperature vode. Posebej izvedba za vsako gorivo.
4. Analiza pridobljenih podatkov: Izračun energije sproščene pri gorenju goriva ($q = m \times C \times \Delta T$)
5. Primerjava sproščene energije.

Možne težave pri izvedbi eksperimenta:

- Slabo postavljena aparatura
- Vpliv zunanjih dejavnikov na gorenje goriva (veter, tresenje mize,...)
- Nenatančne meritve začetnih količin goriva ali vode
- Problemi pri izračunu energije

Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|--|
| Stojalo, prižema, epruveta, urno steklo, termometer. Napredna izvedba: Stojalo, prižema, epruveta, urno steklo, aluminijasta folija, termometer z računalniškim vmesnikom. |

| Uporabljene snovi | Stavki o nevarnosti |
|----------------------|--|
| Naftni bencin 80-110 |  H225 Lahko vnetljiva tekočina in hlapi H304 Pri zaužitju in vstopu v dihalne poti je lahko smrtno H315 Povzroča draženje kože H336 Lahko povzroči zaspanost ali omtico H411 Strupeno za vodne organizme, z dolgotrajnimi učinki |
| Biodizel |  H225 Lahko vnetljiva tekočina in hlapi |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Rezultati eksperimentalno-raziskovalnega dela naj bi odražali, da biodizel pri gorenju odda nekoliko več energije kot bencin. Vendar je relativno majhne razlike med njima zaradi izvedbe ali tipa biodizla možna tudi drugačna ugotovitev. V vsakem primeru bi rezultate z učenci pregledali, umestili v socio-naravoslovni kontekst in jih primerjali s teoretičnimi vrednostmi. Na osnovi tega razgovora in primerjavo dobljenih rezultatov in teoretičnih vrednosti, bi skupinsko potrdili ali ovrgli raziskovalno hipotezo.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Na osnovi potrjene ali ovržene hipoteze, bi z učenci imeli razgovor o uporabi bio-goriv in drugih obnovljivih virov energije v primerjavi s fosilnimi gorivi. Primerjali bi dobljene rezultate s teoretičnimi vrednosti in ustvarili sklepe o uporabi teh goriv. Osredotočili bi se tudi na proces pridobivanja goriv in njihovem vplivu na okolje ne samo ob izgorevanju ob uporabi, ampak tudi ob možnih nesrečah in izlivih v naravno okolje. Pri tem bi izpostavili, da je obnovljivost virov in zaščita okolja primarni pogoj za dolgoročno in vzajemno delovanje človeka z okoljem.

3.4 Ali z ekološkimi čistili manj osnažujemo vodo, kot z neekološkimi?

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Vsi se zavedamo, da je čiščenje opravilo, ki je nujno potrebno za vzdrževanje higiene, vprašanje pa je ali se zavedamo katerim zdravju škodljivim snovem smo pri tem izpostavljeni. Za čistila najpogosteje posežemo po površinsko aktivnih snoveh, ki pogosto vsebujejo številne dodatne kemikalije. Vplivi teh kemikalij pa so na naše zdravje številni, med drugim lahko povzročajo alergije, vnetja, opekline, zastrupitve, poškodbe organov... V mnogih gospodinjstvih čistilih najdemo belila na osnovi klora. Čeprav se velikokrat svetuje naj čistila ne mešamo, se na žalost nekateri tega še vedno poslužujejo. Če tako mešamo recimo hipokloritno belilo (natrijev hipoklorit) z anacidom ali amonijakom povzročimo nastanek klora. Dihanje že majhnih količin plina klora vpliva na človeški dihalni sistem (kašelj, bolečine v prsih...).

Čistila, ki smo jih uporabili, da se sedaj naše gospodinjstvo sveti končajo v odtoku in končajo v odpadnih vodah. Ampak ali pravzaprav vemo kaj to pomeni? Ali se zavedamo kako to vpliva na vodo?



RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

Ali čistila škodljivo vplivajo vodo?

Ali so razlike v sestavi neekološkega čistila in ekološkega čistila, ki je prejel certifikat ekoloških čistil?

Ali škodljiva čistila bolj vplivajo na spremembo pH vrednosti, kot naravna?

Ali škodljiva čistila povzročijo večjo trdoto vode, kot naravna?

Ali čistilo vpliva na vsebnost fosfatov v vodi.

Ali čistilo vpliva na vsebnost nitratov/nitritov v vodi?

Ali čistilo vpliva na vsebnost klora v vodi?

Izmed 5
zastavljeni
h vprašanj
izberite
tisto, ki ga
želite
raziskati.
Izbrano
vprašanje
oblikujte
oz.
razširite,
tako da
bo: 1)

jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

Ali se pojavljajo razlike pri vplivu ekološkega (Ecover) in neekološkega (Mr Muscle) čistila na trdoto vode, vrednost pH, vsebnost fosfatov, amonijevih ionov, nitratnih ionov, nitritnih ionov v vodi?

Za
zastavljen
o

raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

- Trdota vode bo večja pri uporabi Mr Muscle čistila, kot pri uporabi Ecover čistila.
- pH vrednost bo pri uporabi obeh čistil bolj bazična od kontrolne skupine.
- Vsebnost fosfatov bo višja pri uporabi Mr Muscle čistila, kot pri uporabi Ecover čistila.
- Vsebnost klora se je ob uporabi obeh čistil v vodi zvišala.
- Vsebnost amonijevih ionov, nitratnih ionov, nitritnih ionov se ob uporabi obeh čistila v vodi ni zvišala.

Trenutno je na trgu mnogo čistil sintetične in naravne sestave, ki zagotavljajo odstranjevanje prahu, umazanije, neprijetnega vonja in maščob s površin in s tem ohranjajo čistočo. Mnoga od čistil vsebujejo močne kemikalije, pri čemer nenehna izpostavljenost takim kemikalijam vodi do različnih akutnih in kroničnih bolezni, že od alergijskega prehlada, draženja kože do resnih bolezni, kot so bronhialna astma in rak. (Cetin-Dindar, 2016)

ONESNAŽENOST VODE

Onesnaženost vode se preverja z vsebnostjo fosfatov, ki jih vsebujejo detergenti in pralni praški. Preverja se tudi trdota vode, ki nam pove koncentracijo kovinskih ionov, predvsem magnezija in kalcija. Vrednost pH vode pa nam pove stopnjo alkalnosti ali kislosti vode. Preverja se tudi vsebnost nitratnega iona, nitritnega iona in amonijevega iona, ki se v vodi znajdejo zaradi kmetijskih, komunalnih ali industrijskih odpadkov.

Povečana vsebnost NO_3^- in PO_4^{3-} vodi v pojav cvetenje alg, kar vodi do pomankanja kisika v vodnem okolju. Med drugim lahko povečana koncentracija ovira rast, oslabi imunski sistem in povzroči stres nekaterim vrstam vodnih organizmov. (Ambrožič idr, 2008)

SESTAVA ČISTIL

Poleg površinsko aktivnih snovi se v čistilih nahajajo tudi kemikalije, ki imajo negativen vpliv na zdravje in naravo.

Kemikalije, ki se nahajajo v čistilih:

- Fosfari se nahajajo v pralnih praških in detergentih.
- Klorirani fenoli, ki so največkrat v čistilih za straniščne školjke in so strupena za dihala in obtočila.
- Etilen glikol najdemo v čistilih za okna, ki prizadenejo živčni sistem.
- Formaldehid se nahaja v gospodinjskih čistilih in razkužilih in je alergen, strupen in rakotvoren.
- Ftalati so motilci hormonov v delovanju ščitnice, ter vpiva na reproduktivni sistem.
- Fenoli, ki so sestavni del razkužil, so strupeni za dihala in obtočila.
- Naftna topila najdemo v čistilih za tla poškodujejo sluznico.
- Perkloroetilen je učinkovito sredstvo za odstranjevanje madežev in povzroča poškodbe jeter in ledvic.
- 2-butoksietanol se pogosto uporablja v večnamenskih čistilih in poškoduje kostni mozeg, živčni sistem, ledvica in jetra.
- HOS (hlapi organskih spojin) pogosto vključujejo butan, propan, etanol, ftalate in formaldehid, te spojine negativno vplivajo na živčni sistem, reproduktivni sistem, jetra in so rakotvorne. (Dubey idr., 2019)

Zaradi zgoraj navedenih škodljivih kemikalij, ki se lahko znajdejo v našem čistilu za kopalnico moramo biti pozorni pri izbiri le tega. Zanimiv je podatek da za večino zgoraj naštetih kemikalij ni potrebna nobena posebna oznaka na čistilih. (Cetin-Dindar, 2016)

Na trg pa je vedno več tudi naravnih in ekoloških čistil, ki težijo k temu da zagotovijo čistočo skladno z neškodljivimi okoljskimi kemikalijami. Da potrošnik lažje oceni katera čistila so bolj primerna za naše zdravje in okolje se podeljujejo certifikati. Standardi ki so potrebni za pridobitev ekološkega certifikata so predpisale evropske organizacije BDIH, ECOCERT, COMEBIO, AIAB, SOIL ASSOCIATION in BIOGARANTIE.

SESTAVA VODE

To je bila sestava čistil, če pa želimo raziskovati vpliv čistil na vodo potrebujemo tudi vedeti kakšna je sestava vode. Sestava vode je na različnih ozemljih sveta različna, odvisna je od geokemičnih in bioloških procesov. Vsebuje organske in anorganske primesi, ki ali bogatijo vodo ali tvorijo spojine, ki so škodljive. Raztopljene organske snovi predstavljajo pomembno vlogo v diagenezi, preperevanju, fotokemičnih reakcijah... in so antropogenega izvora ali naravnega. Med anorganskimi snovmi najdemo ione in spojine, ki so v vodi raztopljeni. Predstavniki le teh so: kalcij, kalij, magnezij, klor, bikarbonati, sulfat, raztopljen CO₂ in silikati. V manjši meri pa najdemo tudi železo, fluor, stroncij, karbonat in bor. (Leis idr, 2000).

ONESNAŽEVANJE VODA S ČISTILI

Vode vsakodnevno onesnažujemo z mnogimi dejavniki, k tem pripomoremo tudi z uporabo čistil. Nekatera čistila vsebujejo perfluorirane spojine, katera staperfluorooktan sulfat (PFOS) in perfluorooktanska kislina (PFOA). Te spojine se v vodi porazdelijo, bioakumulirajo in imajo toksične učinke. V raziskavi so našli te spojine v tkivih rib, ptic in morskih sesalcev. Njihove koncentracije so bile višje na razmeroma bolj industrializiranih območjih kot na manj poseljenih krajih. Te spojine so našli tudi v vzorcih krvi poklicno izpostavljenih ljudi, kar kaže na prenos teh spojin v ozračje. Prisotnost teh spojin v vodovodni vodi, površinski vodi ter živalskih in človeških tkivih kaže na njihovo globalno in bioakumulativne pojave v ekosistemih. (Pramanik idr, 2009)

EKOLOŠKA ČISTILA



Vse več upraviteljev gospodinjstev poskuša zmanjšati uporabo detergentov, čistil in razkužil, ter v zameno uporabiti okolju manj škodljive pripravke. Za zasebna gospodinjstva je zdaj na voljo cela vrsta publikacij in priporočil za vedenje, ki pa jih ni vedno mogoče prenesti v velika gospodinjstva ali pa ne zajemajo njihovih specifičnih težav.

ČISTILA KI JIH BOMO UPORABILI V EKSPERIMENTU

Mr MUSCULE čistilo za kopalnico, kot predstavnik nevarnega čistil za katerega praktično ne najdemo zapisane celotne sestave. Najdemo le varnostne H in P stavke ter pikogram, ki nas opozarjajo na vsebnost nevarnih kemikalij.

- Akutna strupenost

Stavki H/P:

H412 Škodljivo za vodne organizme, z dolgotrajnimi učinki.

P101 Če je potreben zdravniški nasvet, mora biti na voljo posoda ali etiketa proizvoda.

P102 Hraniti zunaj dosega otrok.

P260 Ne vdihavati razpršila.

P264 Po uporabi temeljito umiti roke.

Ekološko čistilo Ecover je prejelo B Crop certifikat ima naslednjo sestavo: Neionski surfaktant, anionski surfaktant, parfum limonene, phenoxyethanol; voda, citronska kislina, natrijev citrat, alcohol denat., xanthan gum (vse pod 5%).

ANALIZA VODE

Na trgu obstaja veliko različnih hitrih testov za analizo vode.

- **Macherey nagel – šolski kovček za analizo vode** – je zasnovan kot didaktični pripomoček in vsebuje 6 kalorimetričnih in titrametričnih reagentov (z enim reagentom lahko opravimo povprečno 80 analiz)
<https://market.mikro-polo.si/vsi-izdelki/izdelek.aspx/i977658>
- **Pro-Lab test** – z testiranje kvalitete vode
Vsebuje teste za analizo vsebnosti klorida, nitratov in nitritov, železa, kalcija in magnezija v vodi, ter pH vode.
<https://www.moja-lekarna.com/pro-lab-test-za-testiranje-kvalitete-vode-1-test>
- **Home water test kid** – testiranje pitne vode
Vsebuje analizo pH, trdote, vsebnost prostega klorida in prisotnost bakra.
<https://www.filtri-za-vodo.si/analiza-vode/kemijska-analiza-vode/set-za-analizo-vode>
- **Set za analizo Watersafe** – testiranje pitne vode
Vsebuje test za vsebnost bakterij, svineca/pesticidi, nitriti/nitriti, pH test, test trdote in test klorida
https://www.filtri-za-vodo.si/default.asp?mid=sl&pid=modul_it&wid=4117&detailid=2928
- **Set za mikrobiološko analizo vode** – omogoča testiranje prisotnosti Coliform in nekoliiformnih bakterij v vodi...

VIRI

- Ambrožič, Š., Cvitanich, I., Dobnikar Tehovnik, M., Gacin, M., Grbovič, J., Jesenovec, B., Kozak Legiša, Š., Krajc, M., Mihorko, P., Poje, M., Remec Rekar, Š., Rotar, B., Sodja, E. (2008). *Kakovost voda v Sloveniji*. Agencija RS za okolje. Ljubljana
- Cetin-Dindar, A. (2016). *Are you aware of the danger of household cleaners?* Bartin University: Department of Elementary Science Education.
- Dubey, R., Kaur, S., Sharma, P., Tiwari, D. (2019). *A study on popular floor cleaners and their potential health risks*. International Journal: The Pharma Innovation.
- Leis, A., Lobnik, A., Poberžnik, M., Roš M. (2000). *Optimiranje kakovostne pitne vode z uvajanjem CO₂*. Univerza v Mariboru; Fakulteta za strojništvo.
- Pramanik, B.K., Suja, F., Zain, S. (2009) *Contamination, bioaccumulation and toxic effects of perfluorinated chemicals (PFCs) in the water environment*. Water Sci Technol. 60(6):1533-1544.

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

p) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Za potrditev naših zastavljenih hipotez bomo pripravili tri vzorce vode.

1.vzorec

V 500ml čašo bomo odmerili 50ml Mr Muscle. V čašo bomo dodalo 400ml vodovodne vode.

2.vzorec

V 500ml čašo bomo odmerili 50ml Ecover. V čašo bomo dodalo 400ml vodovodne vode.

3.vzorec – slepi vzorec

V 500ml čašo bomo odmerili 450ml vodovodne vode

Z uporabo kovčka VISOCOLOR SCHOOL v katerem je 6 kolorimetričnih in titrametričnih reagentov s katerimi bomo preverili pH vrednost, trdoto vode, vsebnost fosfatov, amonijevih ionov, nitratnih ionov, nitritnih ionov v vseh treh vzorcih.

V opisu vsebnosti kovčka VISOCOLOR SCHOOL ni podrobneje opisanih reagentov, zato so označeni z oznakami. Zapisano je le da so odobreni za uporabo in kolju neškodljivi. V kovčku so poleg reagentov in inventarja podane tudi kolorimetrične skale za določanje vsebnosti.

Trdota vode

Ponoviš za vse tri vzorce in rezultate zapišeš v tabelo.

1. S kapalko dodaj 5 ml vzorca vode v kiveto.
2. Dodaj 2 kapljici reagenta za trdoto vode in zaprite s pokrovčkom.
3. Vsebinsko kivete nežno premešaj. Če se vzorec obarva zeleno, pomeni da ne vsebuje elementov, ki vplivajo na trdoto vode, v nasprotnem primeru se bo obarval rdeče.
4. S kapalko ob počasnem mešanju po kapljicah dodajaj reagent 2 v kiveto z vzorcem, dokler ne opaziš spremembe na zeleno.
5. Ob dodajanju reagenta 2 šteješ število kapljic, ki si jih dodal do spremembe barve in preračunaj rezultate po formuli: 1 kapljica = 1 d = 17,8 mg/L CaCO₃.

pH vrednost

Ponoviš za vse tri vzorce in rezultate zapišeš v tabelo.

1. S kapalko dodaj po 5 ml vzorca vode v 2 kiveti in ju postavi v primerjalnik. Označi ju z A in B.
2. V kiveto B dodaj pH reagent in jo zapri s pokrovčkom.
3. Kiveto premešaj.
4. Odpri pokrovček na obeh kivetah in s pomočjo barvne skale odčitaj rezultat.



Ponoviš za vse tri vzorce in rezultate zapišeš v tabelo.

1. S kapalko dodaj po 5 ml vzorca vode v 2 kivetih in ju postavi v primerjalnik. Označi ju z A in B.
2. V kiveto B dodaj 6 kapljic reagenta PO1 in jo zapri s pokrovčkom. Kiveto B premešaj.
3. V kiveto B dodaj 1 merilno žličko reagenta PO2. Kiveto B zapri in jo premešaj, da se reagent v vzorcu popolnoma raztopi.
4. Počakaj 10 minut.
5. Odpri pokrovčka na obeh kivetih in s pomočjo barvne skale odčitaj rezultate.

Vsebnost NH_4^+

Ponoviš za vse tri vzorce in rezultate zapišeš v tabelo.

1. S kapalko dodaj po 5 ml vzorca vode v 2 kivetih in ju postavi v primerjalnik. Označi ju z A in B.
2. V kiveto B dodaj 10 kapljic reagenta NH1 in jo zapri s pokrovčkom. Kiveto B premešaj.
3. V kiveto B dodaj 1 merilno žličko reagenta NH2. Kiveto B zapri in jo premešaj, da se reagent v vzorcu popolnoma raztopi.
4. Počakaj 5 minut.
5. Odpri kiveto B in dodaj 4 kapljice reagenta NH3 in jo zapri s pokrovčkom. Kiveto B dobro premešaj.
6. Počakaj 7 minut.
7. Odpri pokrovčka na obeh kivetih in s pomočjo barvne skale odčitaj rezultate.

Vsebnost NO_3^-

Ponoviš za vse tri vzorce in rezultate zapišeš v tabelo.

1. S kapalko dodaj po 5 ml vzorca vode v 2 kivetih in ju postavi v primerjalnik. Označi ju z A in B.
2. V kiveto B dodaj 6 kapljic reagenta NO1 in jo zapri s pokrovčkom. Kiveto B premešaj.
3. V kiveto B dodaj 1 merilno žličko reagenta NO2. Kiveto B zapri in jo konstantno premešaj 1 minuto.
4. Počakaj 5 minut.
5. Odpri pokrovčka na obeh kivetih in s pomočjo barvne skale odčitaj rezultate.

Vsebnost NO_2^-


Ponoviš za vse tri vzorce in rezultate zapišeš v tabelo.

1. S kapalko dodaj po 5 ml vzorca vode v 2 kivetih in ju postavi v primerjalnik. Označi ju z A in B.
2. V kiveto B dodaj 4 kapljice reagenta N1 in jo zapri s pokrovčkom. Kiveto B premešaj.
3. V kiveto B dodaj 1 merilno žličko reagenta N2. Kiveto B zapri in premešaj, da se reagent popolnoma raztopi.
4. Počakaj 10 minut.
5. Odpri pokrovčka na obeh kivetih in s pomočjo barvne skale odčitaj rezultate.

Uporabimo tudi Pro-Lab test za testiranje vsebnosti klora v vodi. Test ponovimo za vse tri vzorce.

Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - 3x 500ml čaše - Kovček VISOCOLOR SCHOOL - Pro-Lab test -test za klor |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Reagenti v kovčeku VISOCOLOR SCHOOL - Reagenti za test klora - Čistilo Mr Muscle - Čistilo Ecover |  |

REZULTATI

Rezultate načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela je težko ekvivalentno predvideti. Predvidevanja so takšna, kot smo postavili hipoteze, torej trdota vode bo večja pri uporabi Mr Muscle čistila, kot pri uporabi Ecover čistila. pH vrednost bo pri uporabi obeh čistil bolj bazična od kontrolne skupine. Vsebnost fosfatov bo višja pri uporabi Mr Muscle čistila, kot pri uporabi Ecover čistila. Vsebnost klora se je ob uporabi obeh čistil v vodi zvišala. Vsebnost amonijevih ionov, nitratnih ionov, nitritnih ionov se ob uporabi obeh čistila v vodi ni zvišala.

Da pa bi zares lahko govorili o rezultatih bi morali eksperiment izvesti.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela naj bi ugotovili, da čistilo Ecover manj onesnažuje vodo, ker je ekološko čistilo. Z nadomestitvijo neekoloških čistil z ekološkimi bi tako zmanjšali vsebnost onesnažil v vodi in s tem pripomogli k boljšemu zdravju in večji skrbi za okolje, poleg tega pa bi vseeno imeli čisto gospodinjstvo.

3.5 Remediacija onesnaženih tal

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Življenje na onesnaženih območjih ter obdelovanje onesnaženih zemljišč predstavlja veliko obremenitev za organizme. V tleh so pogosto prisotne težke kovine, ki so tja prišle zaradi naravnih ali antropogenih procesov. Težka industrija je v preteklosti pustila močne pečate na okolju. Tako se po različnih delih sveta in tudi pri nas soočamo z izgubo rodovitne zemlje, ki je nasičena s težkimi kovinami. Raziskovalci so pred kratkim ugotovili zanimiv in zelo uspešen način, s katerim lahko takšna tla »pozdravimo« - remediiramo in s tem omogočimo ponovno zdravo uporabo prsti.

Remediacija tal se izvaja na različne načine. V tej nalogi, se bomo natančneje posvetili remediaciji tal z ligandom EDTA. Spojina EDTA spada v skupino poliaminokarboksilnih kislin. Po vezavi na centralni kovinski ion dobi obliko oktaedra. Vendar je za organizme strupena, saj povzroča napake v razvoju in reprodukciji.

Čeprav je rezultat remediacije tal z ligandom EDTA precej uspešen, po procesu ostanejo določeni problemi. Po končani remediaciji imamo veliko količino odpadne vode, v kateri so EDTA kompleksi. Poleg tega tudi v tleh ostanejo manjše koncentracije teh kompleksov, ki bi jih bilo potrebno odstraniti. Ker je težko pričakovati, da bomo do zadnje molekule EDTA odstranili, je dobro preveriti tudi, ali obstaja ugodna zamenjava za ligand EDTA. To so vprašanja, s katerimi se strokovnjaki še ukvarjajo.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

- a) Ali ligand EDTA res učinkovito veže in odstrani ione težkih kovin?
- b) Ali lahko dodatno zmanjšamo količino EDTA kompleksov v tleh?
- c) Ali lahko dosežemo, da se odpadno vodo očisti kompleksov in reciklira?
- d) Ali lahko uporabimo drugo manj nevarno vrsto liganda, ki bi podobno učinkoval?
- e) Ali lahko dosežemo, da ligand EDTA recikliramo in spojino znova uporabimo?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati.

Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnat; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama. Vprašanje zapišite.

Ali EDTA učinkovito odstrani ione težkih kovin iz prsti? Ali lahko EDTA recikliramo za ponovno uporabo v procesu remediacije?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje

oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

RH 1: Ligand EDTA odstrani ione težkih kovin iz tal.

RH 2: EDTA lahko recikliramo z uporabo kovinskih oksidov.

NH 1: Ligand EDTA ne odstrani ionov težkih kovin iz tal.

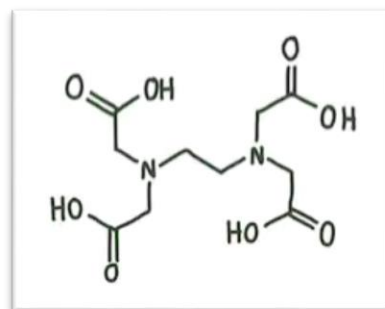
NH 2: Liganda EDTA ne moremo reciklirati.

Podajte bistvena teoretična izhodišča, na katerih bo temeljil načrt raziskovanja za potrditev hipotez(e). (Do tri strani z vključenimi viri. Vire navajajte po APA 7 standardu: <http://vodici.pef.uni-lj.si/subjects/guide.php?subject=apa7>)

Remediacija tal po ex-situ metodi ReSoil

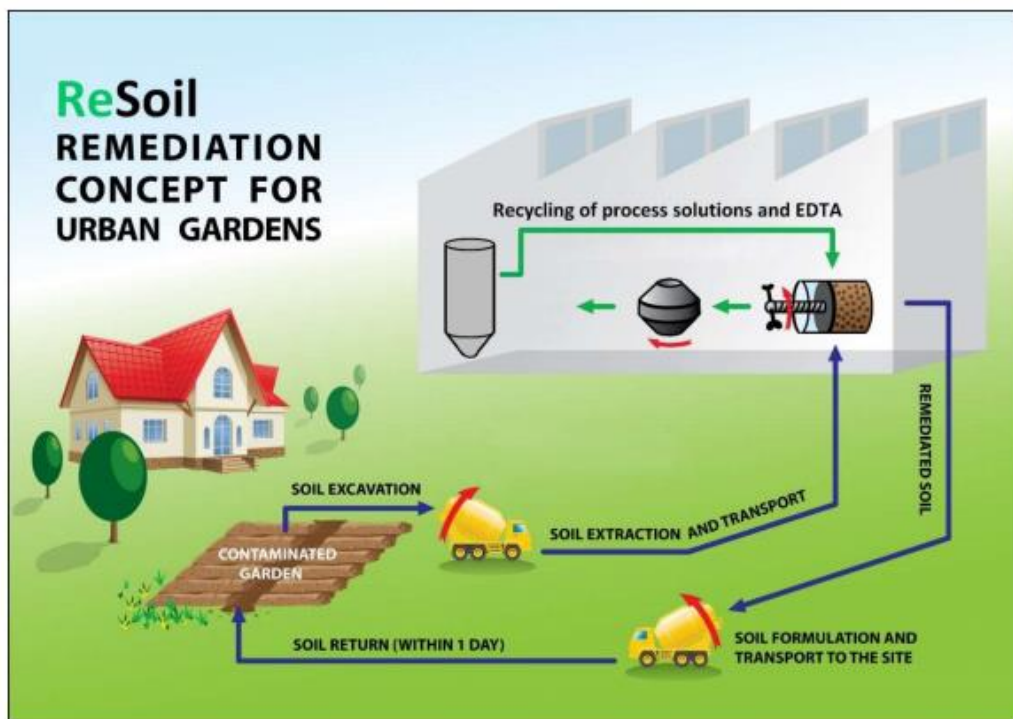
V tleh so pogosto prisotne težke kovine, ki so tja prišle zaradi naravnih ali antropogenih procesov. Ne glede na to, je potrebno taka zemljišča remediirati. Do sedaj poznamo več tehnologij remediacije, v tej nalogi pa se bomo natančneje ukvarjali s pranjem tal. Pranje tal je tehnologija, kjer z mehničnimi postopki po principu separacije odstranimo težke kovine. Poteka z raztopinami soli, ligandov ali kislin. Med najbolj učinkovite pristope uvrščamo pranje tal z ligandi, pri katerih težka kovina tvori z ligandom vodotopne komplekse. Pri tem dobimo veliko količino onesnažene raztopine (Envit Ltd., 2017).

Pri pranju tal je najpogosteje uporabljen ligand EDTA. Ta je zelo učinkovit pri odstranjevanju težkih kovin, vendar ima tudi slabo lastnost, saj lahko v okolju negativno vpliva na organizme (EDTA je za organizme strupen). Prav zato je potrebno tla predhodno spirati, da zmanjšamo njegovo koncentracijo v tleh. Odpadna voda, s katero smo iz tal izpirali ligand, se mora nato reciklirati. Za zmanjšanje negativnih vplivov na okolje so znanstveniki razvili tudi bioligande (npr. IDS), ki se v okolju hitreje razgradijo, vendar so zato tudi manj učinkoviti in je remediacija z njimi slabša v primerjavi z EDTA. Biološko razgradljiv ligand bi lahko uporabili pri remediacijah, kjer so tla nekoliko manj obremenjena s težkimi kovinami (Pinto, 2014).



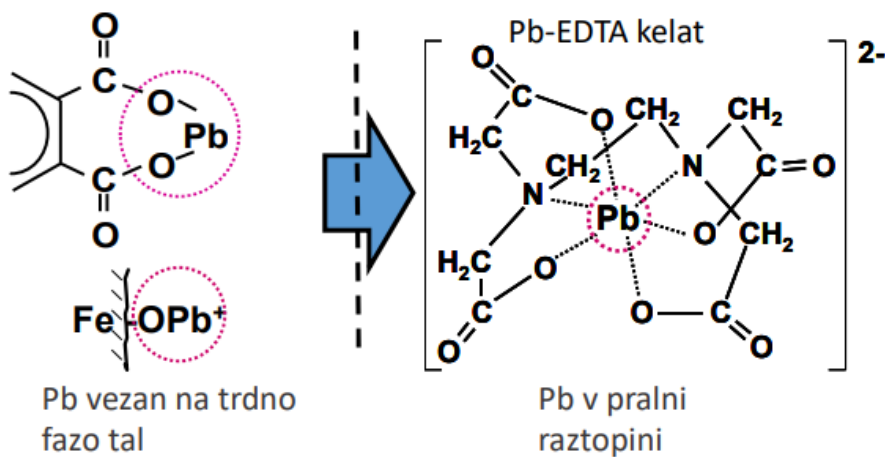
Slika 23: Molekula EDTA

ReSoil je nova tehnologija remediacije tal *ex-situ*. Vključuje 24 urni cikel, znotraj katerega poteka izkop tal, njeno remediacijo ter vračanje na mesto izkopa.

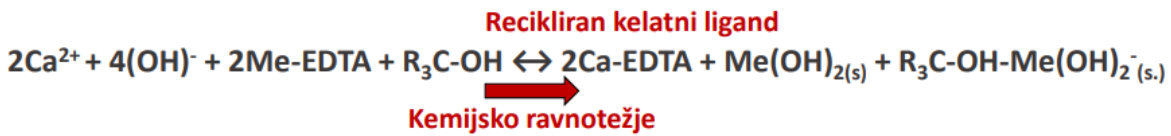


Slika 24: Shema ReSoil remediacije tal

Ligand EDTA je učinkovit, saj veže nase ione težkih kovin (npr. Pb^{2+}).



Samo odstranjevanje težkih kovin je relativno preprosto. Nekoliko bolj zapleteno pa je recikliranje EDTA kelatov in procesnih raztopin (vode) za ponovno uporabo pri remediaciji. Ker je ligand EDTA učinkovit znotraj pH intervala 2-11, hkrati pa se tudi kovinskim ionom s pH vrednostjo spreminja oksidacijsko stanje, se v nadaljevanju postopka spremeni pH raztopine kompleksa. Doda se CaO , da se pH poveča na vrednost 12. Kompleksi razpadejo, hkrati pa se na komplekse lahko veže Ca^{2+} ioni. Ligand EDTA je recikliran v pribl. 90 %. Raztopini se doda še žveplovo(VI) kislino, ki zniža pH na 2 in omogoči nastanek novih produktov: H_4EDTA in oborine $CaSO_4$. Sol se izloči z remediiranimi tlemi, zato ostanejo procesne vode enako kvalitetne, sol pa se ne nalaga po remediacijski liniji. Ligand EDTA je tako recikliran in zopet sposoben vezave na ione težkih kovin.



Če želimo preveriti, ali je EDTA uspešno odstranila kovinske ione iz prsti, moramo izvesti analizo prsti na težke ione – pred in po remediaciji. V pravem procesu remediacije tal se analizo izvede z napravo XRF, ki jo za šolske potrebe zelo težko zagotovimo, zato je v našem primeru zastavljena analiza na principu merjenja mase oborine PbI_2 . Do nje pridemo tako, da raztopini s Pb^{2+} ioni dodamo dušikovo(V) kislino, nato pa ione oborimo s KI. Ta postopek izvedemo z vodo iz remediirane in neremediirane prsti – torej 2x.

VIRI IN LITERATURA

Pinto, I.S.S, Neto, I.F.F., Soares, H.M.M. (2014). *Biodegradable chelating agents for industrial, domestic and agricultural applications – a review*. Environ Sci Pollut Res 21, 11893 – 11906. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-014-2592-6>

Envit Ltd. (2017). *Remediacija tal z inovativno tehnologijo pranja*. <http://www.envit.si/sl/resoil-tehnologija>

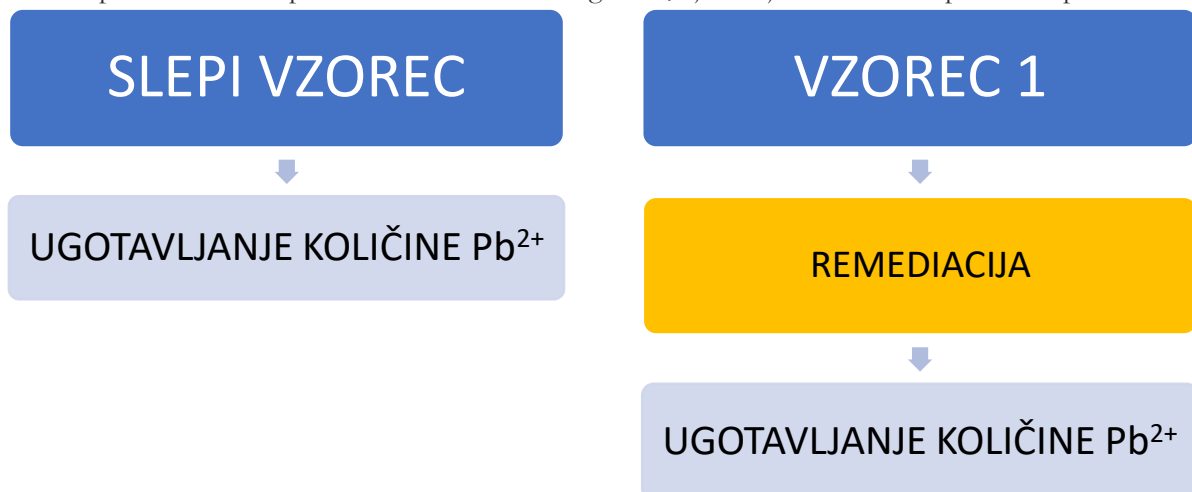
ENVIT Innovative soil washing technology (https://www.youtube.com/watch?v=r50LNFog-Hc&ab_channel=ENVITd.o.o.Okoljsketehnologijeinin%C5%BFeniring)

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih

raziskovalnih hipotez.

q) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.



Remediacija:

V vzorec prsti damo raztopino EDTA in mešamo. Iz prsti iztisnemo tekočino (raztopino) in po tem prst še trikrat speremo in iztisnemo destilirano vodo.

Raztopino EDTA in destilirano vodo recikliramo z dodatki različnih kovinskih oksidov (CaO , MgO). pH mora biti nad 12. Po tem dodamo še žveplovo(VI) kislino. pH se mora znižati pod 2. Nastane oborina CaSO_4 , ki jo posušimo in stehamo. Tako ugotovimo delež očiščene EDTA.







Ugotavljanje količine Pb^{2+} :

Prst dobro namočimo v vodi in mešamo. Vodo iztisnemo iz prsti in jo filtriramo. Dodamo dušikovo(V) kislino in kalijev jodid. Nastane oborina PbI_2 , ki jo posušimo in stehamo. Iz vsake vzorca pridobimo oborino PbI_2 , količine teh pa na koncu primerjamo. Tako ugotovimo delež Pb^{2+} ionov v posameznem vzorcu.

*V preiskovanih vzorcih opravimo poskus za ugotavljanje Pb^{2+} ionov po remediaciji.

- r) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|---|
| kadička 2x, posoda za vodo, čaša 9x, palčke, presesalna erlenmajerica, nuča, urno steklo, tehtnica, lij, filter papir, pH indikatorji |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|-------------------|---|
| onesnažena prst |  |
| EDTA |  |
| CaO |  |
| HNO_3 |  |
| KI |  |
| H_2SO_4 |  |
| destilirana voda | |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Po remediaciji nastane oborina $CaCO_3$, kar pomeni, da smo iz EDTA uspešno odstranili kovinske katione. Količina oborine nam pove, kolikšen delež EDTA smo uspešno reciklirali.

Količina oborine PbI_2 pa nam pove, koliko kovinskih kationov je bilo v prsti. Količina oborine iz remediirane prsti je manjša, kot količina oborine iz neremediirane prsti (slepega vzorca). Manj oborine kot nastane iz remediirane prsti, bolj učinkovito smo prst očistili z EDTA.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

EDTA učinkovito veže ione težkih kovin v komplekse, kar lahko vidimo po bistveno različni masi oborine PbI_2 , ki jo dobimo iz remediirane in neremdiirane prsti. Iz tega lahko sklepamo, da je odličen reagent za očiščevanje prsti v naravi. Ker poznamo tudi zanesljivo metodo odstranjevanja EDTA iz prsti in recikliranje le-te s kovinskimi oksidi, lahko rečemo, da smo tudi stranske produkte in pri procesu nastale težave odpravili. S tem smo proces remediacije izboljšali in omogočili uporabo »na veliko«. To lahko na veliko območjih oživi okolje, tako gospodarsko kot vizualno.

3.6 Plastika predstavlja problem

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM

Plastika je trpežna in kemično inertna, zato se [razgrajuje](#) zelo počasi. Odpadna plastika tako predstavlja velik delež odpadkov, ki jih producira človeštvo. V mnogih državah tako obstajajo programi za [recikliranje](#) plastike. Težava pri recikliranju plastike je, da različne snovi, ki jim s skupnim imenom pravimo »plastika«, zahtevajo ločevanje in različne postopke predelave. Ločevanje je drago, saj poteka večinoma ročno. V ta namen se plastične predmete označuje s standardnimi oznakami za tip plastike:

- Polietilentereftalat (PET/PETE)
- Polietilen visoke gostote (*high-density polyethylene terephthalate*, HDPE)
- Polivinilklorid (PVC)
- Polietilen nizke gostote (*low-density polyethylene terephthalate*, LDPE)
- Polipropilen (PP)
- Polistiren (PS)
- Drugo

Težava je tudi v tem, da so mnogi predmeti sestavljeni iz delov iz različnih tipov plastike. Odvisno od termostabilnosti se plastiko pri predelavi drobi ali topi. Nekaterih tipov plastike, npr. polistirena, se v glavnem ne reciklira, saj se reciklaža ne izplača. Plastični predmeti, odvrženi v naravi, zaradi stabilnosti predstavljajo grožnjo naravnemu okolju. Znanih je več primerov, ko so v prebavilu naplavljenih trupel morskih živali ali [ptic](#) našli kose plastike, ki so verjetno pripomogli k smrti. Zato raziskujejo biorazgradljivo plastiko, ki razpade ob delovanju [UV žarkov](#), mikroorganizmov, vode ali drugih dejavnikov okolja. Plastika brez dodatkov ob segrevanju razpade na ogljik in [vodik](#), ki reagira z atmosferskim [kisikom](#) in nastane [voda](#). Nekateri tipi plastik pa vsebujejo kemikalije za izboljšanje lastnosti, ki se sproščajo ob stiku s tekočinami (npr. pijačo) ali ob sežiganju kot plini. PVC tako vsebuje [ftalate](#), ki lahko predstavljajo nevarnost za zdravje ljudi.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Možna raziskovalna vprašanja:

Koliko časa se plastika razgrajuje?

Kakšen vpliv ima plastika na okolje?

Kako vpliva plastika na organizme?

Ali obstajajo nadomestki plastike?

Kaj vpliva na razpad plastike?

Izbrano raziskovalno vprašanje:

Ali se biorazgradljiva plastika in umetna plastika drugače raztapljata v vodi?

Raziskovalne hipoteze:

Biorazgradljiva plastika se boljše raztopi v vodi.

Umetna plastika se v vodi ne raztopi.

Plastiko se množično uporablja v družbi. Zaradi tega ima velik vpliv na okolje, veliko teh vplivov se v začetni dobi uporabljanja plastike ni poznalo. Trenutno je velik okoljski problem odpadna plastika in kam z njo. Namreč predelava plastike je draga in tudi ne predeluje se vse plastike. Dolgo časa je odpadno plastiko prevzela Kitajska, vendar se je tudi Kitajska odločila, da prične zavračati odpadno plastiko. Tako je nastal svetovni problem, kam s plastiko. Ker ima dolgo dobo razgradnje predstavlja problem v vseh sferah Zemlje, največji vpliv ima na hidrosfero. Posebno se pozna vpliv na oceane, kamor se iztekajo reke, tako se v oceanih plastika nabira in vpliva na organizme. Organizmi se lahko v plastiko zapletejo, ali pojejo manjše delce plastike, ki se nato akumulira v prehranjevalni verigi. Preko tega vpliva tudi na človeško zdravje, saj preko morskih živali (npr. rib) tudi ljudje zaužijejo plastiko (Ritchie, 2018).

Biorazgradljiva in kompostirna plastika, zlasti tista, ki temelji na obnovljivih virih kmetijske industrije, je bistvena novost. Ta inovacija ponuja znatne impulze za prihodnje tehnologije. Bioplastika na osnovi škroba uporablja prednosti naravne polimerizacije in razpoložljivosti surovin in procesne tehnologije. Termoplastični škrob TPS® in mešanice TPS® s hidrofobnimi biorazgradljivimi polimeri so v raziskovalnem in proizvodnem programu BIOTEC®. Najnovejši razvojni rezultati so postopki mešanja reakcijskih tehnologij za proizvodnjo TPS® in škrobov v postopku neprekinjenega iztiskanja. Uporaba TPS® bioplastičnih granul BIOPLAST je ekstrudiranje filma in brizganje. Film BIOFLEX ima mehanske lastnosti, na primer PE folije so neprozorne do prozorne, stisljive, zatesinljive, krčljive in jih je mogoče barvati. BIOFLEX je prepusten za hlape in ima dobre pregradne lastnosti za kisik. BIOFLEX se lahko uporablja na enak način kot običajne folije, na primer za vreče za smeti, nakupovalne vrečke, embalažo, mreže za pakiranje živil, plenice, kmetijsko ali tehnično uporabo. Po DIN 54900 je bioplastika TPS® popolnoma biorazgradljiva in kompostirna. Inovacija te bioplastične tehnologije je odličen primer za trajnostni razvoj, kar pomeni odgovorno uporabo razpoložljivih naravnih virov in proizvodnih procesov, ki upoštevajo okoljske vidike in naravno kroženje (Lörcks, 1997).

Komercialna polistirenska pena je bila v vodi v bistvu netopna. Med tem ko je plastika na osnovi škroba takoj razpadla v vodi. Vse pene na osnovi škroba niso razpadle, ko so se raztopile v vodi, sčasoma pa se je voda vpila skozi pore in nekaj škroba se je izluščilo. Indeksi topnosti v vodi za različne vzorce kažejo širok razpon, od 2,1% do 18,6%. Ta topnost je precej nižja v primerjavi s topnostjo želatinastega koruznega škroba, ki jo navajajo v literaturi. Nižja topnost je običajno posledica dodajanja polistirena škrobu, prav tako na topnost vplivajo drugi dodatki, npr. magnezijev silikat. Pojavlja se tudi razlika v topnosti, če je pena v kosih ali zdrobljena. Te v kosu imajo na površini telo tanek film polistirena, ki preprečuje adsorpcijo vode in izpiranje topnega materiala (Bhatnagar, 1996).

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

1. Zastavitev raziskovalnega vprašanja in hipotez:

Ali se biorazgradljiva plastika in umetna plastika drugače raztapljata v vodi?

Biorazgradljiva plastika se raztopi v vodi.

Umetna plastika se v vodi ne raztopi.

2. Opredelitev spremenljivk:

Odvisna: Biorazgradljiva plastika in umetna plastika.

Neodvisna: topilo, količina topila, temperatura, tlak, dve enako veliki in oblikovani posodi.

3. Priprava na laboratorijsko delo:

Priprava laboratorijskih pripomočkov, kemikalij, priprava ustrezne varovalne opreme (halja, rokavice, očala).

4. Izvedba laboratorijskega dela:

V tri čaše se nalije enako količino vode. V prvo čašo nato dodamo na kose narezan stiropor. V drugo čašo dodamo kose biorazgradljive plastike na osnovi škroba. V tretjo čašo ne dodamo ničesar in predstavlja slepi vzorec.

5. Zapis opažanj in sklepov:

Učenci zapišejo opažanje in sklepe.

Ker je to modul za nadarjene, bi eksperimentalno delo potekalo odprto. Torej učencem bi bil predstavljen problem, nato bi sami postavili raziskovalno vprašanje in hipotezo. S svojim eksperimentom bi preverili hipoteze. Zastavljen problem, bi napisali tako, da bi nakazoval na to raziskovalno vprašanje, ki smo si ga zastavili mi. Učenci bi eksperimentirali samostojno, tudi pripomočke bi si pripravili sami. Nato bi po koncu eksperimentiranja skupaj šli skozi njihove ugotovitve.

Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|---|
| 3 500 mL čaše 10-15 kosov stiropora 10-15 kosov biorazgradljive plastike na osnovi škroba |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|-------------------|------------|
| Voda | |

REZULTATI

Z eksperimentalnim delom bi potrdili našo hipotezo, da se biorazgradljiva plastika v vodi raztaplja, saj bi se v celoti raztopila. Medtem ko se umetna plastika oz. stiropor v vodi ne bi raztopil in bi plaval na vodi.

Videoposnetek raztapljanja biorazgradljive plastike z vodo, ki potrdi našo hipotezo:

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=URroMK6juCo>

REŠITEV PROBLEMA

Problem, ki ga predstavlja plastika nima še dolgoročne rešitve. Dobra rešitev je biorazgradljiva plastika, vendar tudi ta vsebuje elemente, ki škodujejo zdravju (lepilo), prav tako se lahko pojavljajo kot dodatki polistiren in magnezijev silikat. Je pa korak v pravo smer, pojavljajo se tudi rešitve na način, da izumimo mikroorganizme, ki bodo sposobni predelati plastiko na manjše komponente, ki niso škodljive okolju in organizmom. Pomembno je, da se kot potrošniki zavedamo uporabe plastike in se uporabi le-te izogibamo, kadar je to mogoče.

VIRI

Bhatnagar, S. i. (1996). Starch-Based Plastic Foams From Various Starch Sources. Pridobljeno iz

https://www.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1996/Documents/73_601.pdf

Lörcks, J. (avgust 1997). Properties and applications of compostable starch-based plastic material. Pridobljeno iz <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391097001687>

Ritchie, H. i. (september 2018). Plastic pollution. Pridobljeno iz https://ourworldindata.org/plastic-pollution?utm_source=newsletter

3.7 Reaktivne kisikove spojine in katalaza

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM

Encimi igrajo pomembno vlogo v vseh živih sistemih oziroma organizmih. Ti proteinski kompleksi katalizirajo reakcije kot so npr. acetyl-CoA sintetaza, ki katalizira reakcijo karboksilacije, amilaza, ki pri človeku katalizira hidrolizo škroba v ustih, encim proteinaza, ki patogenim glivam omogoči razgradnjo kutikule členonožcem itd. Encim, ki ga bomo v tem raziskovalnem modulu bolj podrobno pogledali pa je katalaza. Ta encim igra eno izmed najpomembnejših vlog v človeškem telesu – med redoks reakcijami, ki se neprestano odvijajo v našem telesu, zaradi nastajanja e^- kot stranski produkt nastajajo ROS (reaktivne kisikove spojine), velika večina teh nastane med elektronsko transportno verigo v mitohondriju. Te reaktivne kisikove spojine, med katere uvrščamo vodikov peroksid, superoksid oz. superoksidni anionski radikal in hidroksilni radikal, so kot že samo ime pove zelo reaktivne in nezaželeno modificirajo in spreminjajo delovanje raznih proteinov, lipidov in drugih molekul. Ker je nastanek teh reaktivnih spojin v celici, kjer poteka oksidativna fosforilacija oz. aerobno celično dihanje neizbežno, so takšni organizmi razvili obrambni mehanizem – encim katalazo. Katalaza reaktiven vodikov peroksid katalizira do vode in kisika – obe molekuli, ki telesu ne škodita. V tej enoti se bomo podrobneje poglobili v samo delovanje katalaze, kaj nanjo vpliva, optimalno delovanje in kako je lahko to znanje koristno v prehranski industriji.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Možna raziskovalna vprašanja:

V katerih pH pogojih je delovanje katalaze najbolj optimalno (hitrost reakcije oz. količina/volumen nastale vode in kisika)?

Kako bi dokazali nastanek plina kisika?

Katere eksperimentalne pogoje bi še lahko spremenili in opazovali?

Ali se encim katalaza razlikuje pri različnih živalih (človek, piščanec, krava ...)?

Ali imajo tudi rastline encim katalazo?

Ali se katalaza uporablja v prehranski industriji?

Izbrano raziskovalno vprašanje:

Kako pH in koncentracija H_2O_2 vplivata na hitrost reakcije razpada vodikovega peroksida ob prisotnosti encima katalaze?

Raziskovalne hipoteze:

Optimalno delovanje katalaze je pri pHju 7.

Optimalno delovanje je pri H_2O_2 koncentraciji 30%..

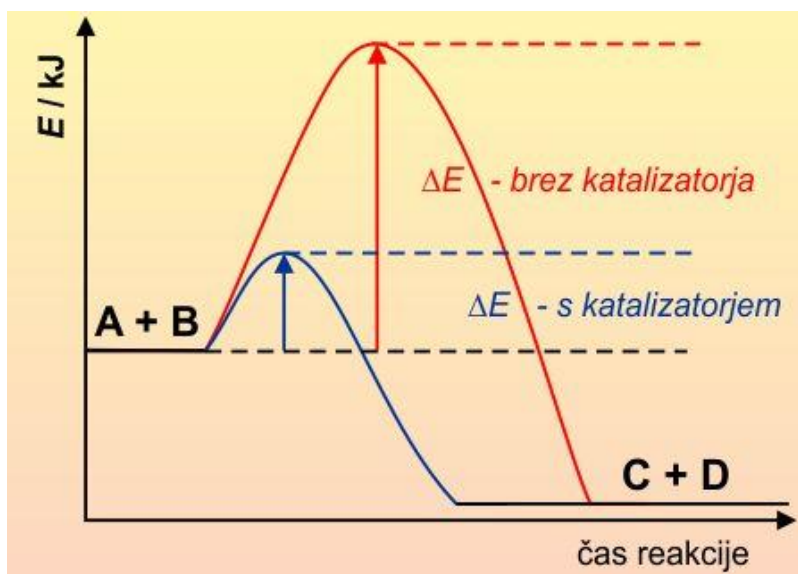
TEORETIČNA IZHODIŠČA

Encimi so posebni proteinski kompleksi, ki jih najdemo v vseh živih sistemih. Naloga encimov je kataliza kemijskih reakcij v bioloških sistemih, zato jim pravimo tudi biološki katalizatorji (Robinson, 2015). V organizmih kjer poteka

aerobno celično dihanje med oksidativno fosforilacijo v elektronski transportni verigi nastajajo t.i. reaktivne kisikove spojine. Med reaktivne kisikove spojine spada tudi vodikov peroksid, ki ima za takšne organizme negativne vplive na delovanje ostalih bioloških mehanizmov, molekul (Muller, 2020) ...

Encim, ki razgrajuje vodikov peroksid na vodo in kisik se imenuje katalaza. Ta encim spada med večjo skupino encimov oksidoreduktaze, ker vpliva na redoks reakcije. Na aktivno mesto encimov se priključi substrat, po principu ključa in ključavnice, nato pa pospešeno oz. katalizirano potече kemijska reakcija (Robinson, 2015). Delovanje katalaze je odvisno od večih dejavnikov: Koncentracije katalaze, koncentracije vodikovega peroksida, koncentracije vodikovih ionov in temperature (Williams, 1928) (Bartoszek in Sulkowski, 2006). Katalaza katalizira razpad vodikovega peroksida na kisik in vodo (Alfonso-Prieto, Biarnés, Vidossich in Rovira, 2009).

Katalizatorji pospešujejo kemijske reakcije tako, da zmanjšujejo aktivacijsko energijo (Zmazek, Smrdu, Savec, Glažar in Vrtačnik).



Encimi se uporabljajo v različnih industrijah, glede na potrebe le-te. Okoli 40-50 encimov je množično uporabljenih in proizvedenih, med katerimi so najbolj pogosti hidrolaze, amilaze, celulaze in lipaze (Robinson, 2015). Peroksidaze, med katere spada tudi katalaza, pa se uporabljajo v različne namene. Uporabljajo jo pri izdelavi papirja, kjer po poteku hidrolize lignina nastane kot produkt ogljikov dioksid in voda . Pri proizvodnji svile je katalaza vključena v eno izmed zadnjih stopenj, kjer nevtralizira ostanke beljenja z vodikovim peroksidom (Lima de Albuquerque in Valderez Ponte Rocha, 2019). Peroksidaze se tudi uporabljajo kot sredstva za detoksifikacijo zemlje in odpadnih vod, ki vsebujejo fenole (Regalado, García-Almendárez, in Duarte-Vázquez, 2004). Prav tako se uporabljajo za nastanek produktov oz. hrane, ki jih lahko uporabljamo v živilski industriji (Agarwal et.al., 2018).

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

1. Zastavitev raziskovalnega vprašanja in hipotez.
2. Opredelitev spremenljivk:

Neodvisna: temperatura, količina/volumen katalaze (enaki kosi krompirja oz. jeter), enak vir katalaze (krompir ali jetra).

Odvisna: pH medija, koncentracija vodikovega peroksida.

3. Priprava na laboratorijsko delo:

Priprava laboratorijskih pripomočkov, kemikalij, priprava ustrezne varovalne opreme (halja, rokavice, očala).

4. Izvedba laboratorijskega dela:

Krompir in jetra narežemo na enako velike kose z britvico. Za eksperimentalno delo potrebujemo 12 enakih kosov jeter in 12 enakih kosov krompirja.

Pripravimo si 7 epruvet in jih označimo: pH 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 in zraven vsake še oznaka J – jetra. V vsako epruveto damo s pinceto en kos jeter.

Nato pripravimo 7 epruvet in jih označimo: pH 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 in zraven vsake še oznaka K – krompir. V vsako epruveto damo s pinceto en kos krompirja.

V drugem delu eksperimenta pripravimo 5 epruvet in jih označimo: 10, 20, 30, 40 in 50 % in zraven vsake še oznaka J – jetra. V vsako epruveto damo s pinceto en kos jeter.


Nato pripravimo 5 epruvet in jih označimo: 10, 20, 30, 40 in 50 % in zraven vsake še oznaka K – krompir. V vsako epruveto damo s pinceto en kos krompirja.

5. Zapis opažanj in sklepov in odgovori na vprašanja

Učenci zapišejo opažanje in sklepe in odgovorijo na vprašanja.

Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|--|
| - stojalo za epruvete - epruvete - britvica - deska - alkoholni flumaster - Vernierjev senzor O ₂ - pinceta |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|--|--|
| - H ₂ O ₂ - svinjska jetra - krompir - pufri različnih pH vrednosti |  |

REZULTATI

1. Tabela rezultatov

| pH | Volumen O ₂ – jetra [mL] | Volumen O ₂ – krompir [mL] |
|----|--|--|
| | | |

| | | |
|----|--|--|
| 1 | | |
| 3 | | |
| 5 | | |
| 7 | | |
| 9 | | |
| 11 | | |
| 13 | | |

| Koncentracija H ₂ O ₂ | Volumen O ₂ – jetra [mL] | Volumen O ₂ – krompir [mL] |
|---|--|--|
| 10 % | | |
| 20 % | | |
| 30 % | | |
| 40 % | | |
| 50 % | | |

2. Nariši graf odvisnosti pH(V(O₂)) in graf odvisnosti koncentracije H₂O₂(V(O₂)) za jetra in za krompir.

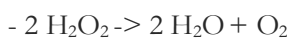
3. Pri katerem pH in pri kateri koncentraciji je volumen nastalega kisika največji? Zapiši za jetra in za krompir.

- Glede na podatke najdene v literaturi, je optimalno delovanje katalaze in posledično nastane največ volumna kisika pri pH 9 in 30 % koncentraciji H₂O₂ pri krompirju, pri jetrih pa pri pH 7 in 30 % koncentraciji.

4. Kako bi lahko dokazal nastanek plina kisika?

- Z tlečo trsko, ki bi ob prisotnosti kisika svetlo zasvetila oz. zagorela (ob ustju epruvete).

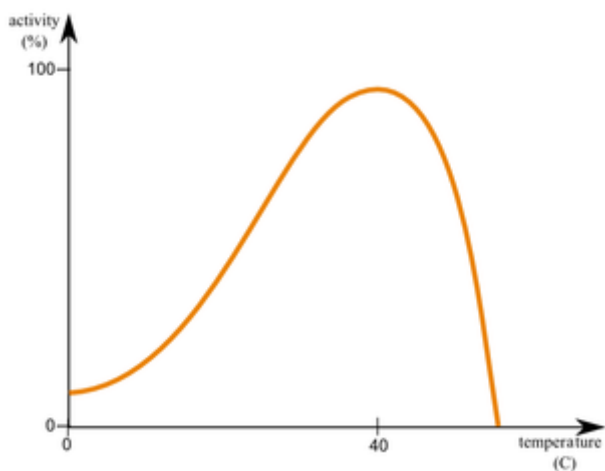
5. Katalaza je katalizator reakcije razpada vodikovega peroksida. Zapiši enačbo kemijske reakcije in nariši energijski diagram razpada vodikovega peroksida z in brez katalizatorja. Ali je reakcija eksotermna ali endotermna?



- Eksotermna (epruvete se med reakcijo segrejejo).



6. Tako kot na delovanje katalaze vplivata pH in koncentracija H_2O_2 , bi lahko v tej enoti preverjali odvisnost od še enega dejavnika oz. spremenljivke. Za katalazo v človeškem telesu oz. človeških jetrih premisli katerega in nariši graf z označenimi (približno) vrednostmi. Kaj se zgodi s katalazo, ko preseže optimalno vrednost?



- Katalaza denaturira.

REŠITEV PROBLEMA

Učenci preko eksperimenta ugotovijo kateri so optimalni pogoji za delovanje encima katalaze in mehanizem delovanja. Predhodno že povemo, da se ta encim uporablja tudi v prehranski industriji in je zaradi tega pomembno, da poznamo njegove meje delovanja, ker lahko to znanje nato optimalno apliciramo. Učenci še sami raziščejo načine kako lahko znanje o delovanju peroksidaze katalaze uporabimo v drugih industrijah.

VIRI

Robinson, P. K. (2015). Enzymes: principles and biotechnological applications. *Essays in biochemistry*, 59, 1–41. <https://doi.org/10.1042/bse0590001>

Muller, F. (2000). The nature and mechanism of superoxide production by the electron transport chain: Its relevance to aging. *AGE* 23, 227–253: <https://doi.org/10.1007/s11357-000-0022-9>

Williams, J. (1928). THE DECOMPOSITION OF HYDROGEN PEROXIDE BY LIVER CATALASE. *The Journal of general physiology*, 11(4), 309–337. <https://doi.org/10.1085/jgp.11.4.309>

Bartoszek, M., Sulkowski W. W. (2006). *The study of pH influence on bovine liver catalase by means of UV-VIS spectroscopy and spin labelling method*. Institute of Chemistry, Department of Chemistry and Environmental Technology, University of Silesia.

Alfonso-Prieto, M., Biarnés, X., Vidossich, P. in Rovira, C. (2009). *Journal of the American Chemical Society* 131 (33), 11751-11761. DOI: 10.1021/ja9018572

Zmazek, B., Smrdu, A., Ferik Savec, V., Glažar, S., Vrtačnik, M. (b.d). *Kemija 2. i-učbenik za kemijo v 2. letniku gimnazij*. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/kemija2/590/index3.html>

Lima de Albuquerque, T. In Valderez Ponte Rocha, M. (2019). *Biotechnological Strategies for the Lignin-Based Biorefinery Valorization*. Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering.

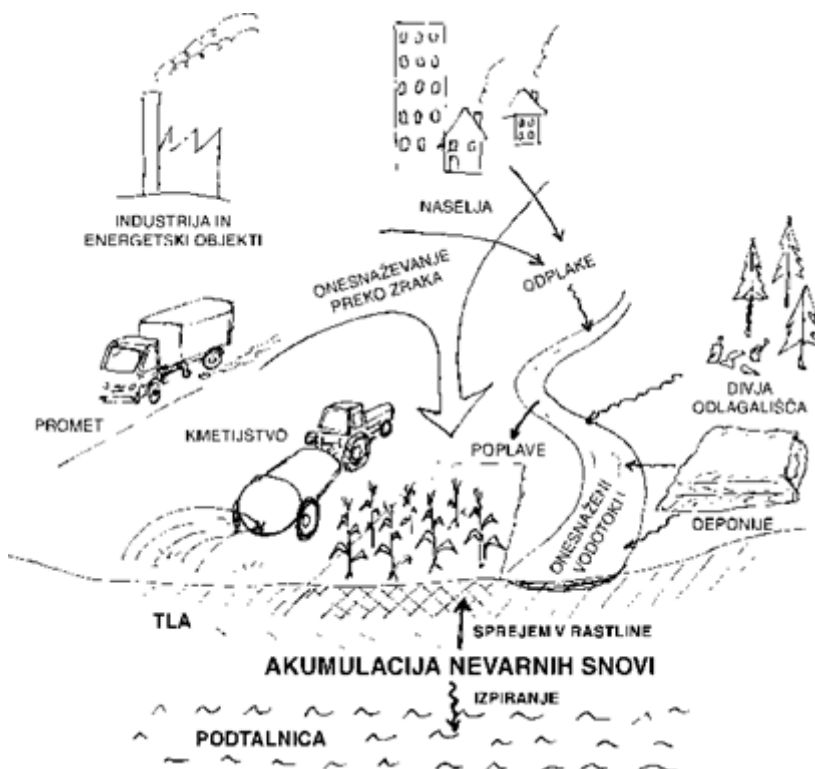
Regalado, C., García-Almendárez, B.E. in Duarte-Vázquez, M.A. (2004). Biotechnological applications of peroxidases. *Phytochemistry Reviews* 3, 243–256. <https://doi.org/10.1023/B:PHYT.0000047797.81958.69>

Agarwal, S., Gupta, K., Chaturvedi, V., Kushwaha, A., Chaurasia, Pankaj, K. in Singh, M. (2018). The Potential Application of Peroxidase Enzyme for the Treatment of Industry Wastes. 10.4018/978-1-5225-5237-6.ch012.

3.8 Vpliv prekomerne uporabe gnojil v kmetijstvu na okolje

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Dušik je v naravi splošno razširjen element. Je najpomembnejši plin Zemeljske atmosfere, zelo pomembno rastlinsko hranilo in kot sestavina beljakovin nujno potreben element za obstoj rastlinskega in živalskega sveta. V atmosferi se dušik nahaja pretežno v obliki molekul (N_2). V tej obliki je rastlinam in živalim nedostopen. Naravno pretvorbo molekul dušika v rastlinam dostopne oblike dušika imenujemo biološka vezava dušika, ki poteka v simbiozi med metuljnicami in koreninskimi bakterijami. Z izumom industrijske vezave dušika iz zraka in s širjenjem proizvodnje mineralnih gnojil se je po drugi svetovni vojni količina rastlinam dostopnega dušika znatno povečala. Dušiki z mineralnih gnojil ima tako pozitivne, kot tudi negativne vidike. Na eni strani omogoča približno polovico svetovne pridelave hrane, na drugi strani pa se je zaradi velikih količin dušika v mineralnih gnojilih zmanjšala potreba po učinkovitem izkoriščanju živinskih gnojil. Izpusti dušikovih spojin v okolje z njihovimi neugodnimi posledicami na kakovost podzemnih in površinskih voda, zraka in tal, so se povečali. Še posebej velja izpostaviti učinek dušikovih spojin na zdravje ljudi. Nitrati v pitni vodi so potencialno karcinogeni. Dušikovi oksidi so predhodniki prizemnega (troposferski) ozona, ki je še posebej nevaren kroničnim bolnikom z boleznimi srca in pljuč, ponavljajoča izpostavljenost velikim koncentracijam pa lahko povzroči trajne okvare pljuč. Zdravju škodljiv je tudi amonijak, ki je predhodnik drobnih prašnih delcev, ki so prepoznani kot eden najpomembnejših zdravju škodljivih onesnažil zraka v Evropi.



Slika 25: Načini onesnaževanja tal

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

Kakovost »pitne« vode:

- Kolikšna je koncentracija nitratnih ionov v vodovodni vodi oziroma v podtalnici?
- Kako bi lahko zmanjšali prisotnost nitratnih ionov v pitni vodi?
- V kateri vrsti vode, vodovodni vodi oziroma podtalnici, je večja koncentracija nitratnih ionov?
- Kakšen je vpliv nitratnih ionov na zdravje človeka?
- Koliko nitratnih ionov proizvede povprečna slovenska kmetija?
- Kakšna je toksičnost vode z uporabo čebulnega testa?

Izmed petih zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnat; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

- V kateri vrsti vode, vodovodni vodi oziroma podtalnici, je večja koncentracija nitratnih ionov?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

- Koncentracija nitratnih ionov je večja v podtalnici kot v vodovodni vodi.

Podajte bistvena teoretična izhodišča, na katerih bo temeljil načrt raziskovanja za potrditev hipotez(e). (Do tri strani z vključenimi viri. Vire navajajte po APA 7 standardu: <http://vodici.pef.uni-lj.si/subjects/guide.php?subject=apa7>)

Osnovana problemsko-raziskovalna naloga vsakega posameznika ozavešča o pomenu zmanjšanja onesnaževanja okolja.

TEORETIČNA IZHODIŠČA

Snovi, ki povzročajo onesnaženost tal, se po terminologiji Zakona o varstvu okolja (Ur. l. RS 41/04), imenujejo nevarne snovi, v strokovni in laični literaturi zasledimo tudi izraza onesnažila in onesnaževala.

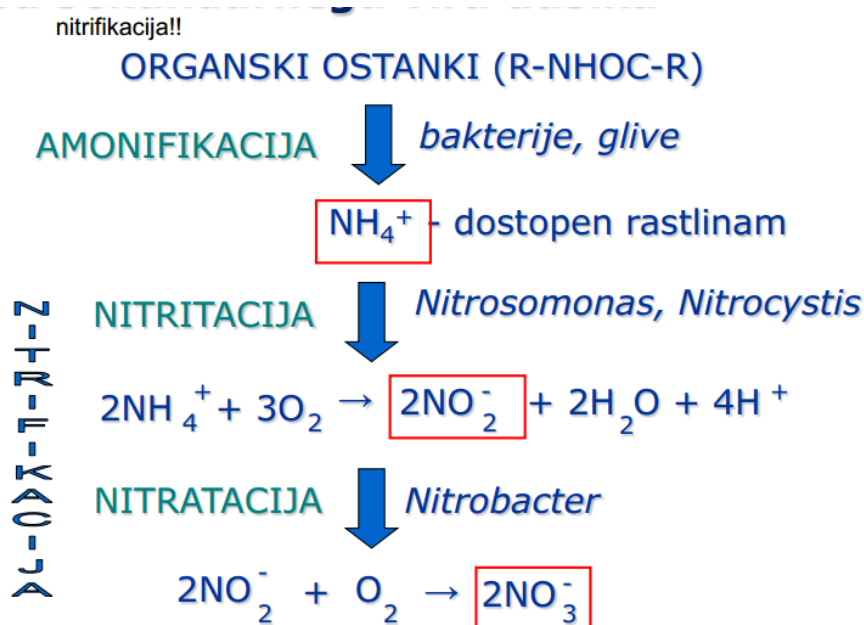
Glede na kemijsko sestavo jih delimo v anorganske in organske nevarne snovi. Kemijska oblika in lastnosti spojine pogojujejo razgradnjo, adsorpcijo in mobilnost oz. gibljivost snovi v sistemu tla - rastlina - talna voda. Od tega in od nekaterih lastnosti tal je odvisen negativen ali celo toksičen učinek nevarnih snovi in njihova usoda v tleh. Organske in anorganske spojine se razlikujejo predvsem v tem, da se večina organskih spojin v tleh razgradi, anorganske pa se v tleh kopičijo. Seveda so izjeme, tako pri organskih spojinah, saj so nekatere zelo obstojne, na primer klorirani in poliklorirani ogljikovodiki, ki ostanejo v tleh več let; kot tudi pri anorganskih spojinah, kjer poznamo zelo mobilne spojine, na primer nitrat, ki se lahko hitro izperejo iz tal.

Onesnaževanje zaradi kmetijske dejavnosti zajema namerne in nenamerne, neposredne in posredne vnose nevarnih snovi v tla. Izstopata predvsem uporaba fitofarmaceutvskih sredstev in mineralnih (rudninskih) gnojil. Onesnaženost tal in ostalih delov okolja zaradi kmetijstva je lahko tudi posledica nestrokovne rabe gnojevke, uporabe oporečnih kompostov in drugih dodatkov tlom, namakanje (zalivanje) z oporečno vodo in podobno (Svet tal, b. d.).

Hitri testi so največkrat namenjeni hitrim, preliminarnim analizam, namenjenim začetni oceni in pregledu kemijskega stanja nekega medija (Globačnik, 2019).

Nitrati ($-NO_3^-$) in nitriti ($-NO_2^-$)

Nitrati so soli dušikove kisline in sicer nitrati(V) so soli dušikove(V) kisline, nitriti(III) oziroma nitriti so soli dušikove(III) kisline, ki vzpodbujajo v vodi rast bakterij. Nitrati in nitriti se v okolju pojavljajo kot posledica človekove dejavnosti: uporaba umetnih in naravnih gnojil, nahajajo se v komunalnih odplakah, uporabljajo se v industriji. So dobro topni v vodi. Ljudje smo le-tem izpostavljeni preko zaužite hrane in vode. Najbolj znan škodljiv učinek na zdravje je pojav, kjer je moten prenos kisika po telesu (Skaza in Vivod, 2008). Nitrati so znak onesnaževanja vode s kanalizacijskimi odplakami ali pa jih padavine spirajo iz naravnim (gnoj) in umetnim (NPK, Nitrofoskal, Kan) gnojenjem tal. Vsebujejo jih tudi industrijske odpadne vode (Skaza, B. in Vivod, P., 2008).



Slika 26: Shema pretvorbe amonijevih ionov

Ugotavljanje toksičnosti vode z uporabo čebulnega testa

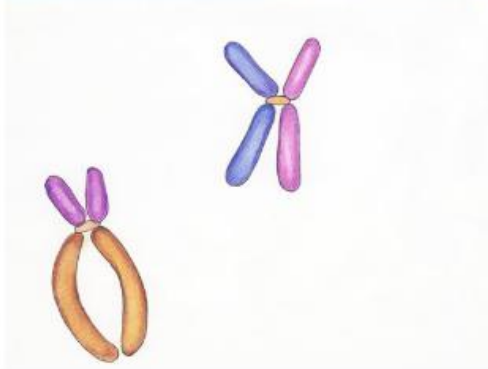
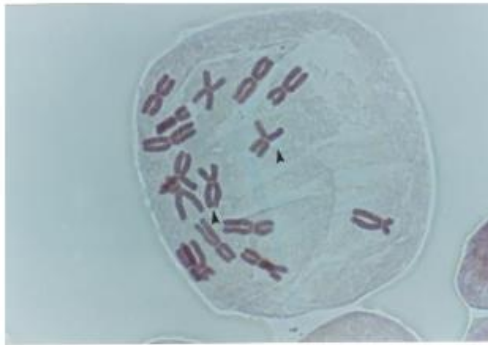
Test je osnovan na tako imenovanem biomonitoringu, to je opazovanju odzivov organizmov na okolje, v katerem živijo.

Eden izmed najzanesljivejših, najhitrejših in najcenejših pa je ravno test z navadno čebulo (*Allium cepa* L.). S čebulnim testom se ugotavlja toksičnost v vodnih, kopenskih in zračnih ekosistemih. V vodih ekosistemih test pokaže vpliv onesnaženosti vode s kemikalijami.

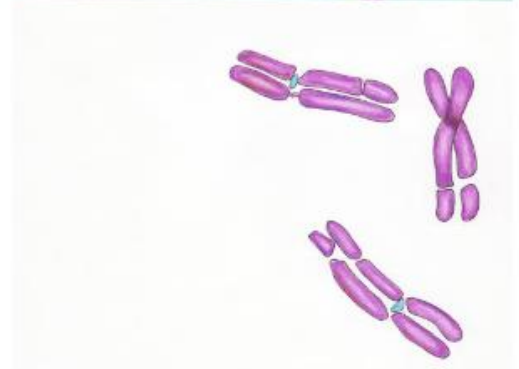
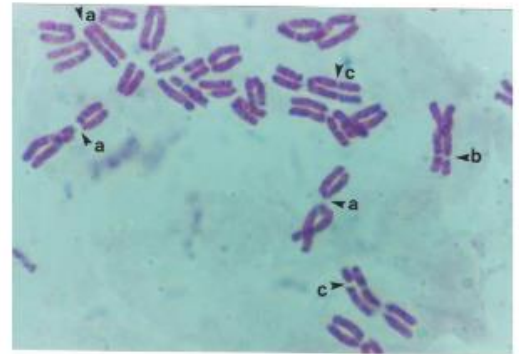
Postopek izvedbe čebulnega testa: vzorec vode, ki ga želimo analizirati vlijemo v epruveto, do vrha. Na vrh epruvete napolnjene z vodo postavimo mlado čebulo. Test poteka v dveh fazah. Po nekaj dneh, v prvi fazi opazujemo dolžine korenin mlade čebule. Ta informacija nam pokaže rezultate o splošni toksičnosti vode. Hitrost in dolžina rasti koreninic je odvisna od stopnje onesnaženosti. Čim daljše so koreninice, tem manjša je stopnja toksičnosti snovi v vodi in obratno. Druga faza čebulnega testa pa podaja raven genotoksičnosti¹, kjer v celicah rastline (mlade čebule) koreninskih vršičkov s pomočjo mikroskopov ugotavljamo morebitne poškodbe kromosomov. Le-tega učenci nebi izvedli. Skupaj bi si ogledali rezultate raziskave (Fibras, 2014). Čebulni test se uporablja kot pokazatelj, da so v okolju prisotne genotoksične snovi, ter za ocenjevanje vplivov na druge rastline. Nikakor pa ga ne moremo uporabiti za neposredno sklepanje o posledicah za ljudi. Med človekom in čebulo je namreč prevelika razlika v sestavi celic, saj ni dokazano, da voda povzroča pri človeku in čebuli iste vrste poškodb kromosomov (Skaza, B. in Vivod, P., 2008).

¹ **Genotoksičnost** - snov je genotoksična, kadar povzroča poškodbe genetskega materiala. To lahko privede do mutacij in posledično do nastanka raka in dednih bolezni

Rezultati druge faze izvedbe čebulnega testa:



*Slika 27: Nepoškodovani metafazni kromosomi mlade čebule (*Allium cepa*L.) – koreninskih vršičkov.*

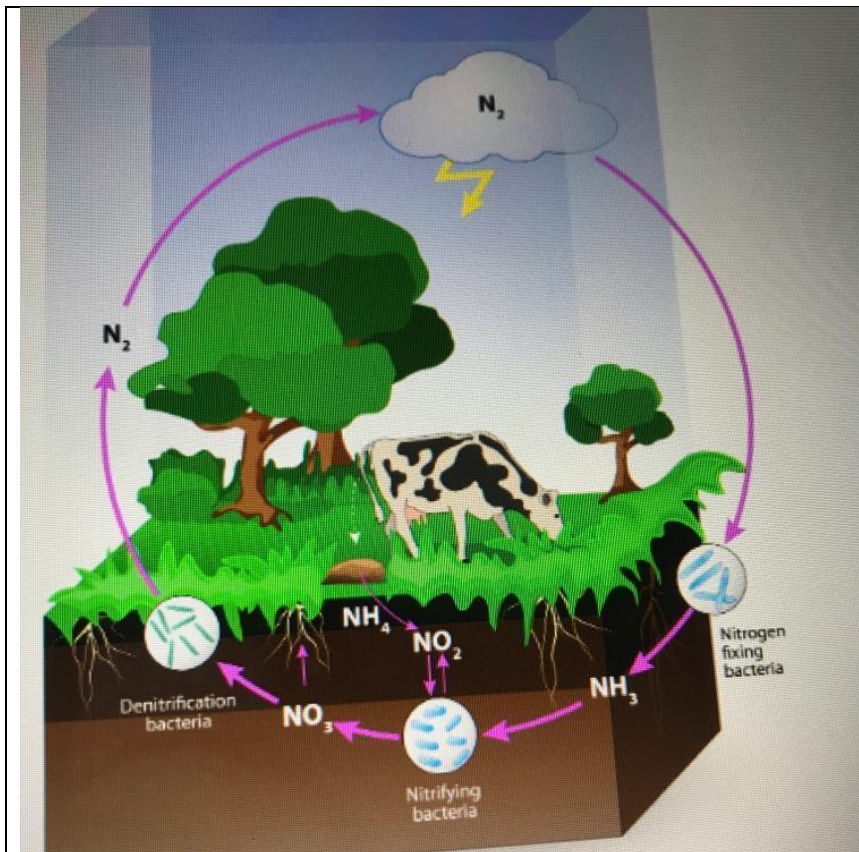


*Slika 28: Poškodovani kromosomiv v celicah metafaznih celicah koreninskih vršičkov mlade čebule (*Allium cepa*L.)*

SMERNICE ZA IZVAJANJE ZAHTEV VARSTVA VODA PRED ONESNAŽEVANJEM Z NITRATI IZ KMETIJSKIH VIROV

Na ravni kmetijskega gospodarstva letni vnos dušika iz živinskih gnojil ne sme presegati 170 kilogramov dušika na hektar (kg N/ha) kmetijskih zemljišč v uporabi (Sušin, Verbič in Matoz, 2017).

Na osnovi smernic, ki jih je izdalo Ministrstvo za okolje in prostor RS lahko izračunamo letni vnos dušika v tla z živilskimi gnojili na podlagi podatkov o številu žival na kmetijskem gospodarstvu in letne količine dušika v živinskih gnojilih, ki ga prispevajo posamezne vrste in kategorije rajnih živali (Sušin idr., 2017).



Slika 29: Shema kroženja dušika

Tabela 2: Letne količine dušika v živalskih gnojilih, ki ga prispevajo posamezne vrste in kategorije rejnih živali (Sušin idr., 2017).

| Rejna žival | Letna količine dušika v živalskih gnojilih (kg N) |
|--|---|
| GOVEDO | |
| Teleta do šest mesecev | 10,5 |
| Mlado govedo od šest mesecev do enega leta | 21 |
| Mlado govedo od enega do dveh let | 42 |
| Govedo nad dve leti | 70 |
| Pritlikavi zebu do dveh let | 14 |
| Pritlikavi zebu nad dve leti | 28 |
| DROBNICA | |
| Jagnjeta | 0,0 |
| Ovce, starejše od enega leta, in ovce, ki so že jagnjile | 10,5 |
| Ovni, starejši od enega leta | 10,5 |
| Kozlički | 0,0 |
| Koze, starejše od enega leta, in koze, ki so že jarile | 10,5 |
| Kozli, starejši od enega leta | 10,5 |
| KONJI | |
| Žrebeta do enega leta | 30 |
| Poniji | 30 |
| Konji, starejši od enega leta | 60 |
| Oslji, mezgi in mule | 30 |
| PRAŠIČI | |
| Sesni pujski | 0,0 |
| Tekači do 30 kg | 3,2 |

| | |
|--|-------|
| Prašiči pitanci in plemenski prašiči od 30 do 110 kg | 11,2 |
| Prašiči pitanci od 30 do 150 kg | 14,4 |
| Plemenski merjasci | 27,2 |
| Breje mladice | 18,4 |
| Plemenske svinje | 25,6 |
| PERUTNINA | |
| Kokoši nesnice | 0,420 |
| Jarkice | 0,136 |
| Pitovni piščanci | 0,170 |
| Druge kokoši (težke, petelini, ...) | 0,340 |
| Purani | 1,700 |
| Purice | 0,765 |
| Noji | 21,3 |
| KUNCI | |
| Plemenski kunci | 0,420 |
| Kunci v pitanju | 0,168 |
| JELENJAD | |
| Damjak | 7 |
| Navadna jelenjad | 9,8 |

Primer (uporabne) naloge:

Vprašanje: Na kmetiji redijo 20 krav molznic, 7 telic v starosti od enega do dveh let, 3 telice v starosti od šest mesecev do enega leta in 5 telet, ki so mlajša od šest mesecev. Kmetujejo na 20 ha kmetijskih zemljišč. Kolikšna je letna količina dušika v živinskih gnojilih? Ali kmetija izpolnjuje zahtevo o največji dovoljeni obremenitvi tal z dušikom iz živinskih gnojil?

Račun: $20 \text{ krav} \times 70 \text{ kg N/kravo} + 7 \text{ telic} \times 42 \text{ kg N/telico} + 3 \text{ telice} \times 21 \text{ kg N/telico} + 5 \text{ telet} \times 10,5 \text{ kg N/teleta}$
 $= 1809,5 \text{ kg N}$

Odgovor: Letna količina dušika v živinskih gnojilih je 1809,5 kg.

Račun: $1809,5 \text{ kg N} \div 20 \text{ ha} = 90,5 \text{ kg N/ha}$

Odgovor: Kmetija izpolnjuje zahtevo o največji dovoljeni obremenitvi tal z dušikom iz živinskih gnojil. Izračunana vrednost (90,5 kg N/ha) je precej pod največjo dovoljeno vrednostjo (170 kg N/ha).

Splošne prepovedi gnojenja

Med splošne prepovedi gnojenja Ministrstvo za okolje in prostor (2017) uvršča prepovedano gnojenje:

- v času neugodnih talnih razmer (poplavljen, zasnežen, zamrznjen ali z vodo nasičen tla),
- na kmetijskih zemljiščih, ki niso v uporabi,
- v bližini objektov za zajem pitne vode za javno oskrbo s pitno vodo, če vodni viri še niso zavarovani s predpisi,
- na vodnih ter priobalnih zemljiščih vodotokov ter
- na gozdnih zemljiščih.

Časovne prepovedi gnojenja

Namenjene so prepovedi uporabe gnojil v času, ko rastline hranil ne potrebujejo. Praviloma je to čas od spravila pridelka jeseni do začetka pomladanske rasti. To obdobje je v Sloveniji zaradi različnih klimatskih razmer različno dolgo (Sušin idr., 2017).

Viri:

Ferk Savec, V. (2020). *Zelena kemija (predavanja)*. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

Firbas, P. (2014). *Allium metoda za testiranje ekoloških vzorcev, pitne vode in kemikalij*. Občina Kranjska gora, Kranjska gora.

Globačnik, M. (2019). *Hitri testi za kemijsko analizo tal: optimizacija EcoLabBox metode in primerjava metode z drugimi testi na teren*. VŠVO, Velenje.

Skaza, B. in Vivod, P. (2008). *Kakovost vode v vojniških vodnjakih*. Osnovna šola Vojnik, Vojnik. <https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4200804543.pdf>

Sušin, J., Verbič, J. in Matoz, H. (2017). *Smernice za izvajanje zahtev varstva voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov*. Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana. <https://lj.kgzs.si/Portals/1/A-Splet2018/smernice%20-%20varstvo%20voda%20-%20NS%202017.pdf>

Svet tal. (b. d.). *Onesnaževanje*. <http://www.svet-tal.si/onesnazevanje-in-onesnazila/onesnazevanje>

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

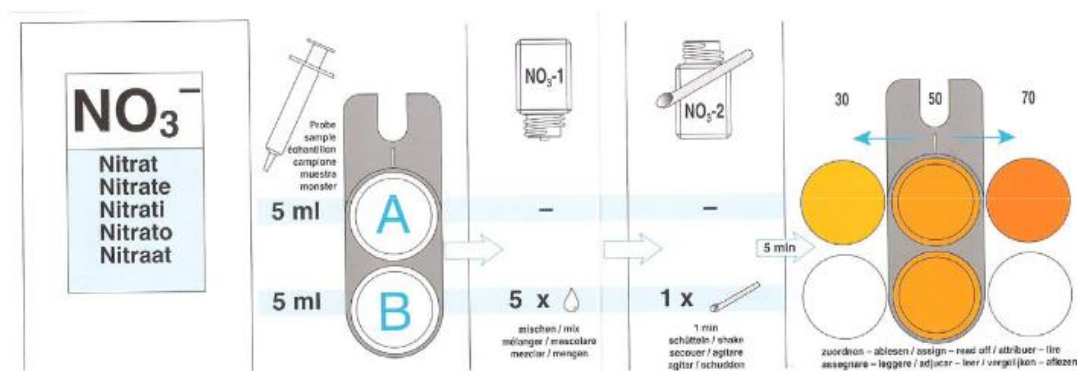
s) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Učenci bi na zastavljen socio-naravoslovni problem osnovali nadaljnjo raziskavo, ki bi temeljila na ugotavljanju kakovosti pitne vode z uporabo hitrih testov. Po končanem eksperimentiranju bi premislili o načinih, s katerimi bi lahko zmanjšali samo onesnaženost pitne vode ter o postopkih s katerimi bi lahko pitno vodo očistili (na primer: uporaba aktivnega oglja; le-ta ima veliko specifično površino ter je dober adsorbent. Je naravnega izvora, kar posledično pomeni, da ne posegamo v okolje z nevarnimi kemikalijami) (Ferk Savec, V. 2020).

Določitev vsebnosti nitratov

Nitratni(V) ioni:

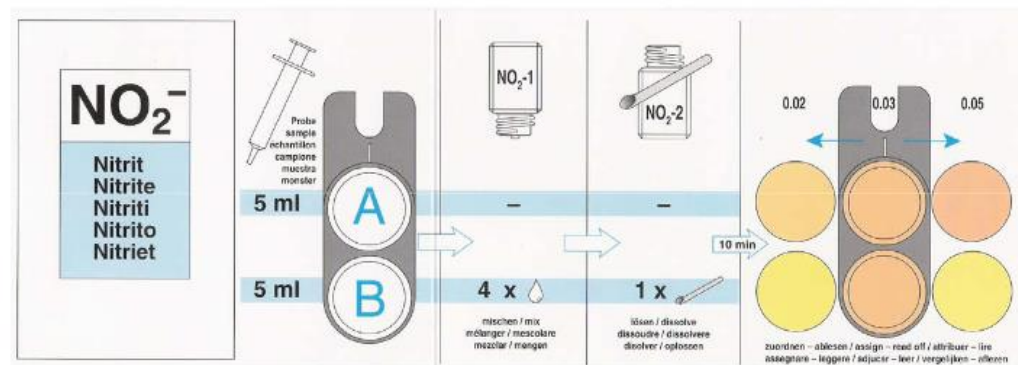
V vzorčno stekleničko z brizgo odmerimo 5 mL vzorca vode, ki ga želimo analizirati. S kapalko vanjo dodamo 5 kapljic reagenta NO₃-1, zapremo posodico in pretresemo. Dodamo še 1 žličko reagenta NO₃-2. Po petih minutah položimo stekleničko na barvno lestvico, primerjamo barvo ter razberemo množinsko koncentracijo nitrata v talni raztopini v mg/L).



Slika 30: Navodila za analizo nitratov(V) v vodi.

Nitratni(III) ioni:

Vodo, ki jo želimo analizirati nalijemo v stekleničko do oznake. Dodamo 4 kapljice reagenta NO₂-1, zapremo posodico in pretresemo. Dodamo 1 žličko reagenta NO₂-2 ter stresamo, dokler se prašek ne raztopi. Po 10 min položimo stekleničko na barvno lestvico, primerjamo barvo ter razberemo koncentracijo nitrita v talni raztopini v mg/L.



Slika 31 Navodilo za analizo nitritov v vodi.

Čebulni test



Slika 32: Čebulni test.

Vodo nalijemo do vrha epruvete, na vrh pa položimo mlado čebulo ter opazujemo (5 dni), kaj se dogaja z dolžino čebulnih koreninic.

Čebula, ki požene najdaljše korenine pomeni, da je voda v kateri se nahaja, naimani toksična.

- t) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.


Laboratorijski inventar/pripomočki



Slika 33: Kovček za analizo vode.

- mlada čebula

- reagent NO_3-1
- reagent NO_3-2

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|-------------------|---|
| Nitratni reagenti |  |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Glede na pregledano literaturo predvidevamo, da bo podtalnica imela večjo prisotnost nitratnih in nitritnih ionov, kar bi ugotovili z izvedbo čebulnega testa ter z uporabo nitratnih in nitritnih reagentov. Razlog za to je predvsem povečana uporaba gnojilnih sredstev v kmetijstvu. Nitrati so znak onesnaževanja vode s kanalizacijskimi odplakami ali pa jih padavine spirajo iz naravnim (gnoj) in umetnim (NPK, Nitrofoskal, Kan) gnojenjem tal. Vsebujejo jih tudi industrijske odpadne vode (Skaza, B. in Vivod, P., 2008).

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Glede na pridobljene rezultate bi ugotovili onesnaženost slovenskih voda in sicer z nitratskimi in nitritnimi ioni, ki so posledica pretirane uporabe kmetijskih gnojil. V nadaljevanju bi sledil pogovor o zmanjšani uporabi le-teh ter ozaveščanje slovenskih kmetov k odgovornemu gnojenju površin. Na tem mestu bi premislili tudi o alternativah, s katerimi bi lahko očistili onesnažene vode. Z reševanjem problema bi razvijali kemijsko pismenost posameznika.

3.9 Rešimo svet pred plastiko!

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Zaradi sodobnega načina življenja, smo obkroženi s plastiko skoraj na vsakem koraku. Čeprav je z različnimi raziskavami dokazano škodljiva za zdravje in ena največjih groženj sveta, si še vedno ne predstavljamo nakupa v trgovini brez da bi prinesli domov ogromno nepotrebne embalaže, ki jo potem v gospodinjstvih vsak dan v velikanskih količinah mečemo stran. Poskusite razmisliti, kako bi lahko z vašim kemijskim znanjem v laboratoriju vsaj malo omilili njen škodljiv vpliv na okolje.



(Vir slike)

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

1. Ali lahko v kemijskem laboratoriju naredimo biorazgradljivo plastiko, ki za okolje ne bi bila tako nevarna in bi s tem njeno nalaganje v okolju zmanjšali, saj bi bila hitro razgradljiva?
2. Ali je mogoče v kemijskem laboratoriju plastiko ponovno uporabiti ali reciklirati tako, da jo stalimo in preoblikujemo v nekaj drugega ponovno uporabnega?
3. Ali je mogoče v kemijskem laboratoriju iz odpadne plastike narediti kakšno drugo uporabno snov, na primer gorivo?
4. Ali bi lahko v kemijskem laboratoriju odpadno plastiko raztopili s pomočjo različnih topil in na tak način plastiko iz okolja tudi odstranili?
5. Ali bi lahko v kemijskem laboratoriju odpadno plastiko sežgali in bi lahko na tak način plastiko iz okolja tudi odstranili?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte

oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

Katero odpadno plastiko različnih vrst (PET, PVC, LDPE, HDPE, PP, PS, PC) lahko v kemijskem laboratoriju raztopimo in s katerimi topili (benzen, kloroform, dietiler, heksan, aceton, klorovodikova kislina, butanol in žveplova kislina), da bi jo na tak način iz okolja tudi odstranili. Zakaj ravno s temi topili?

Za zastavljen o raziskovalno

vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

Plastiki PVC in PC imata polarni značaj in se zato bolje topita v polarnih topilih (aceton, klorovodikova kislina, butanol, žveplova kislina).

PET, LDPE, HDPE, PP, PS imajo nepolarni značaj in se zato bolje topijo v nepolarnih topilih (benzen, kloroform, dietileter, heksan).

Najhitreje se raztopi PC, saj je najmanj odporna plastika, najpočasneje pa PVC, saj je njena odpornost največja v najbolj učinkovitih topilih.

Vse vrste plastik se raztapljajo več kot 20 ur tudi v najbolj učinkovitih topilih.

Najbolj univerzalno topilo je aceton (topi največ različnih vrst plastike).

Na hitrejšo topljenje vpliva tudi površina in temperatura (dodatno).

Vse vrste plastike lahko v laboratoriju raztopimo in bi jih lahko tako tudi odstranili iz okolja.

PLASTIKA

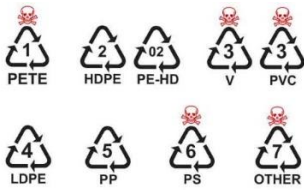
Plastika je polimer, ki nastane s polimerizacijo tako naravnih kot sintetičnih smol. Smolo iz kavčukovca so uporabljali že Azteki za pridelavo športnih pripomočkov (žoge). Prvi namerno ustvarjeni plastični polimeri so bila lepila iz živalskih kosti in kož v 17. stoletju, nato pa so jih začeli pridelovati iz rastlin (celuloza, agar, želatina...). Plastiko iz rastlin lahko razgradi že vlaga, UV svetloba in prisotnost bakterij, poleg tega ne vsebuje škodljivih kemikalij, tako da je zelo prijazna za okolje. Na žalost za njeno proizvodnjo porabimo več denarja, energije, vode in virov, zato se jih tudi ne uporablja tako pogosto (American Chemistry Council, Inc.; n.d.).

Plastika je izjemno uporaben material na vseh področjih in je svoje ime dobila prav zaradi svoje lastnosti (plastičnost), kar pomeni da lahko spreminja svojo obliko pod pritiskom ali vročino. Sintetično plastiko se dobiva s pomočjo polimerizacije iz fosilnih goriv, njena proizvodnja pa je poceni in hitra, posledično se jo uporablja vse povsod in je zelo razširjena. Problem nastane, ker je material izjemno obstojen, saj se nikoli ne razgradi, temveč lahko le razpade na posamezne komponente, zato se lahko kopiči v morju in prehaja s hrano in vodo tudi v naše telo. Od leta 1950 do 2019 smo proizvedli kar 9,2 milijonov ton plastike, od česar jo zelo malo recikliramo, saj je več vrst plastike nemogoče reciklirati (vrečke čipsov, bonbonov in čokolad, embalaža za meso, plastika za enkratno uporabo itd.) (American Chemistry Council, Inc.; n.d.).

NASTANEK PLASTIKE

Najprej surovo nafto in zemeljski plin prečrpajo na površje in iz nafte izoliramo etan, iz plina pa propan. Po izolaciji spojin razbijemo te molekule z katalizatorji v etilen in propalen. Sledi polimerizacija, kjer se spojinama doda katalizator, ki pospešuje tvorjenje verig, produkta pa sta polietilen in polipropalen, ki sta osnova za večino plastičnih mas. Na koncu se doda še mehčalce (ftalati), ki določijo lastnost končnemu produktu (prožnost/trdnost). Ftalati so zelo strupene, rakotvorne snovi, ki povzročajo tudi neplodnost in hormonske motnje, zato te snovi ne bi smele biti prisotne v okolju, hrani in pijači, pa vendar jih uporabljamo tudi za shranjevanje živil. So estri ftalne kisline ali ftalnih alkoholov (Kotnik; n.d.).

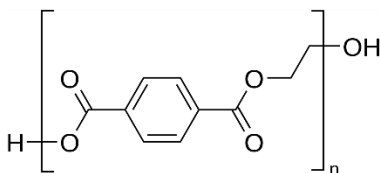
Plastiko označijo z posebno oznako in sicer trikotnikom s številom na sredini po navadi na spodnji strani embalaže, ki nam pove ali plastika vsebuje škodljive snovi ali ne (Kotnik; n.d.).



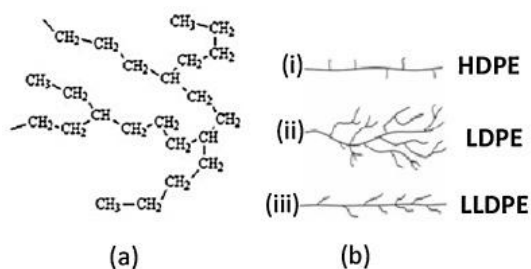
(Kotnik; n.d.).

Različne oznake:

- **R:** pomeni reciklirana plastika pridobljena iz ostalih plastičnih mas. Že uporabljena embalaža se obdela z različnimi kemikalijami in fizičnimi postopki dokler ta ne ustreza standardu.
- **1 PET/PETE (polietilen tereftalat):** je plastika namenjena za shranjevanje živil za enkratno uporabo, ki pa lahko spušča težko kovino antimon, acetaldehid, DEHA ali BPA, ki so rakotvorni in motijo delovanje hormonov. Izločanje je večje pri UV svetlobi. BPA je topen v maščobah, zato je nevarno v njem skladiščiti olje. Veliko plastik vsebuje snovi za katere stranskih učinkov sploh še ne vemo.

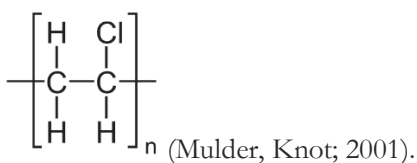


- **2 HDP/HDPE (polietilen visoke gostote):** je delno prozorna ali povsem bela, vendar najčistejša živilska plastika, za pakiranje otroške hrane in laboratorijsko opremo. Ne izloča strupenih snovi v okolje, zato jo lahko uporabljamo večkrat brez skrbi, vendar je neobstojna pri visokih ali nizkih temperaturah.



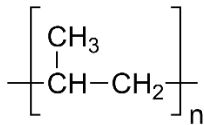
(Vir slike)

- **3 PVC/3V (polivinilklorid):** je 3. najpogostejši sintetični polimer, ki se uporablja za izdelavo cevi, gradbenih konstrukcij, oblačil, igrač in obutve, najpogosteje pa kar za platenke. Vsebuje veliko kemikalij (DEHP, BPA), ki so nevarni motilci hormonov in prehajata v okolje z pranjem oblačil in se nalaga v vodi (ribe)

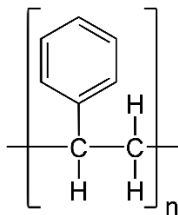


- **4 LDPE / PE LD (polietilen z nizko gostoto):** uporablja se za plastiko za večkratno uporabo, saj je zelo čista, ne nevarna plastika (brez nevarnih kemikalij), vendar ne prenese mikrovalovnih valov. Uporaba predvsem za platenke in živilske vrečke.

- **5 PP (polipropilen):** navadno bele ali pol prozorne barve. Je ena izmed "dobrih plastik", nenevarnih in se uporablja predvsem za jogurtne lončke.



- **6 PS (polistren):** naj se ne bi uporabljal v stiku z živili, saj sprošča rakotvorno snov stiren, vendar ga zasledimo v restavraciji z hitro prehrano, kavnih skodelicah za enkratno uporabo in v jogurtnih lončkih, saj naj bi se stiren sproščal le pri višjih temperaturah (je za hrano v hladilniku dovoljen). Uporaba tudi za izdelavo igrač. Stiren povzroča glavobole, omotičnost, utrujenost in zmedenost.



- **7 OTHER/O/PC/PLA (Akrl, najlon, polikarbonat, poliester in kombinirani plastični materiali):** te plastike so nekontroliranega porekla in posledično najslabše, saj vsebujejo različne nevarne kemikalije in se težko reciklirajo. Izločajo kemikalijo BPA, ki povzroča tveganje za sladkorno bolezen, hibe pri rojstvu, raka itd. Uporabljajo se v pisarniških aparatih, bidonih pa tudi v platenkah za dojenčke (American Chemistry Council, Inc.; n.d. in Kotnik; n.d.).

Plastika je sestavljena iz ogljikovih, vodikovih ter kisikovih atomov. Surova plastika je zelo nestabilna, krhka in hitro razpade, še posebej če je izpostavljena delovanju bakterij in UV žarkom. To da se plastika ne razgradi je torej posledica kemikalij, ki določajo fizične in kemične lastnosti plastik – ftalatov. Snovi se z razgradnjo sproščajo v okolju in se skladiščijo v celulozi pri rastlinah, v maščobnih celicah pri živalih. Posledično toksini prehajajo po prehranjevalni verigi in pridejo vse do nas. Sledi ftalatov so našli v ribah, mleku in celo v medu, kar je problematično ker jih povezujejo s hormonskimi motnjami, neplodnostjo in rakom. Poleg dolge dobe razgradnje plastike, ta slabo vpliva na videz pokrajine in ogroža naravo (Columbia University Press; 2017).

Treba je poudariti da tako imenovana biološka plastika ni vedno tudi biološko razgradljiva, vendar je njen vpliv na okolje manjši kot vpliv sintetičnih plastik.

Plastika se lahko razgradi na tri načine:

1. Večji deli plastike se razgradijo na manjše, kamor spada večina sintetične plastike. Pri tem pomaga UV svetloba. Problem je ker se plastika ne razgradi dokončno, temveč nastane glavni onesnaževalec okolja s plastiko tako imenovana mikroplastika.
2. Delna biološka razgradnja, ki potrebuje posebne pogoje kompostiranja. Plastika, ki spada v to skupino ima dodane encime, ki se ob posebnih pogojih aktivirajo in razgradijo plastiko s pomočjo bakterij pa tudi s pomočjo UV in sile.
3. Popolna biološka razgradnja poteka s pomočjo bakterij v zemlji. Sem spada prava bio plastika iz celuloze ali drugih oligosaharidov, ki razpade na elemente (ogljik, kisik in vodik). Ne izloča toksinov in mikroplastike (Freudenrich; 2007).

Različne plastike imajo različne lastnosti in so tako različno odporne na različna topila. Stabilnost in odpornost proti raztapljanju je torej posledica kemijskih lastnosti polimera in narave interakcij med trdno in tekočo fazo (med topilom in polimerom). Zelo pomembna je sama površina polimera, saj lahko ob mikrostrukturnih defektih (pore, prostori, razmiki) topilo lažje predre in s tem poveča površino na katero vpliva in je tako odpornost polimera manjša. Največjo resistenco na organska topila imajo PP in PE, manjšo pa PLA, vendar tudi ta potrebuje eno uro za razgradnjo ali več (do 20 ur). Topilo je najprej absorbirano na polimer in penetrira med njegove verige, hitrost tega koraka je odvisna od mikrostrukture in kemijske lastnosti. V naslednji fazi se začnejo polimerske verige delno raztapljati, postanejo fleksibilne kar vidimo kot nekakšno otekanje (se napihne, velikost se navidezno poveča). Večja kot je afiniteta polimera do topila večje je otekanje (Erokhin idr.; 2019).

Nekatere vrst plastik kot so na primer: PVC, PC (tudi najlon in PMMA) so polarne in absorbirajo vodo iz atmosfere. Nepolarne plastike imajo popolnoma kovalentne vezi in so zelo simetričnih oblik. Za razliko od polarnih plastik torej ne vsebujejo dipolov, primeri le teh pa so PET, HDPE, LDPE, PP, PS in PTFE in težijo k visoki rezistenci. Velja da se podobno topi v podobnem zato se polarne plastike lažje topijo v polarnih topilih, nepolarne pa v nepolarnih, vendar so izjeme zaradi same strukture in kvalitete plastike (gostote, mikrostruktur, čistoče). Uspešnejša so topila z večjo koncentracijo, saj so tako tudi agresivnejša (Boyd, 2005).

- PET je torej nepolaren polimer zato ga po večini dobro oziroma srednje dobro topijo nepolarna topila kot so: heksan, eterično olje, benzen, kloroform, bromobenzen, eter, dietil eter, etilbenzen, bencin, nitrobenzen itd.
- PVC plastika je polarna predvsem zaradi dipolov ustvarjenih zaradi klora. Je zelo obstojna plastika, zato jo tudi nekatera polarna topila slabo raztapljajo. Dobro jo raztaplja žveplova(VI) kislina visoke koncentracije, malo pa jo tudi butanol, fenol, klorovodikova in nitratna kislina ter različni ketoni (metil etil in metil propil keton...), pa tudi nekaj nepolarnih topil kot so benzen, kloroform, benzenaldehid, eterično olje...
- LDPE je nepolaren polimer, zato se načeloma bolje topi v nepolarnih topilih kot so: benzen, kloroform, heksan, cikloheksan, dietil eter. Slabše se topi tudi v acetonu, nitratni kislini, fenolu in etru. Enako je pri polimeru LDPE, le da je ta zaradi večje gostote bolj odporen in posledično slabše topen.
- PP je nepolaren polimer, ki pa se dobro topi v močnejših kislinah (klorovodikova, fluorovodikova in nitritna kislina) in različnih etrih (dietil eter, metil eter in izopropil eter).
- PS je nepolaren polimer, ki je zelo slabo obstojen dobro se topi v skoraj vsej nepolarnih topilih (benzen, kloroform, heksan, dietileter...), pa tudi v kakšnem bolj polarnem topilu (acetone), očitno slabše pa v bolj polarnih topilih (kislina).
- PC je polaren polimer, zato je popolnoma razumljivo da se bolje topi v polarnih topilih kot so: acetone, klorovodikova kislina, pa vendar se topi tudi v nepolarnih topilih kot je benzen, dietil eter in kloroform (Jensen Inert Products, Inc.; n.d.).

V spodnji tabeli sem zapisala ali različna topila raztapljajo plastiko oziroma kako dobro. Izbrala sem predvsem bolj dostopna topila, s katerimi lahko tudi nadarjeni dijaki eksperimentirajo.

| | topila | benzen | kloroform | eter | dietileter | heksan | acetone | klorovodikova kislina | butanol | žveplova kislina |
|--------------|-----------|-----------|-----------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------------------|---------------|------------------|
| tipi plastik | polarnost | nepolarna | delno nepolarna | nepolarna | nepolarna | nepolarna | delno polarna | polarna | delno polarna | polarna |
| PET | nepolarna | slabo | slabo | da | slabo | da | ne | ne | ne | ne |
| PVC | polarna | da | da | slabo | slabo | zelo | ne | slabo | slabo | da |

| | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|---------------|---------------|-------|----|---------------|-------|-------|-------|---------------|
| | | | | | | slabo | | | | |
| LDP E | nepolarna | da | slabo | da | ne | da | slabo | ne | ne | zelo slabo |
| HDP E | nepolarna | da | slabo | slabo | da | zelo slabo | slabo | ne | ne | ne |
| PP | nepolarna | zelo slabo | zelo slabo | da | da | zelo slabo | ne | ne | ne | ne |
| PS | nepolarna | da | da | da | da | da | da | slabo | ne | slabo |
| PC | polarna | da | da | slabo | da | slabo | da | da | slabo | slabo |

VIRI:

Boyd, R. (2005). Dielectric properties of polymers. *Concise Encyclopedia of Semiconducting Materials & Related Technologies*, 97-102. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-034724-0.50029-9>. Pridobljeno dne 10.11.2020, s strani: http://www.appstate.edu/~clementsjs/journalarticles/zeus_dielectric.pdf

Freudenrich, C. (2007). How plastics work. *HowStuffWorks*. Pridobljeno dne 11.11.2020, s strani: <https://science.howstuffworks.com/plastic5.htm>

Columbia University Press. (2017). Plastic. *InfoPlease*. Pridobljeno dne 10.11.2020, s strani: <https://www.infoplease.com/encyclopedia/science/chemistry/organic/plastic>

Erokhin, K.S., Gordeev, E.G. in Ananikov, V.P. (2019). Revealing interactions of layered polymeric materials at solid-liquid interface for building solvent compatibility charts for 3D printing applications. *Sci Rep* 9, 20177 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56350-w>

Jensen Inert Products, Inc. (n.d.). Chemical resistance chart. *V&P Scientific, Inc.* Pridobljeno dne 11.11.2020, s strani: https://www.vp-scientific.com/Chemical_Resistance_Chart.htm

Kotnik, T. (n.d.). Plastika. *Alfa in Beta*. Pridobljeno dne 11.11.2020, s strani: <https://www.alfa-in-betta.com/443632725>

Mulder K., Knot M. (2001). PVC plastic: a history of systems development and entrenchment, *Technology in Society*, Volume 23, Issue 2, Pages 265-286, ISSN 0160-791X, [https://doi.org/10.1016/S0160-791X\(01\)00013-6](https://doi.org/10.1016/S0160-791X(01)00013-6).

American Chemistry Council, Inc. (n.d.). Plastics division : Life cycle of a plastic product. *Wayback Machine*. Pridobljeno dne 05.11.2020, s strani: https://web.archive.org/web/20100317004747/www.americanchemistry.com/s_plastics/doc.asp?CID=1571&DID=5972

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

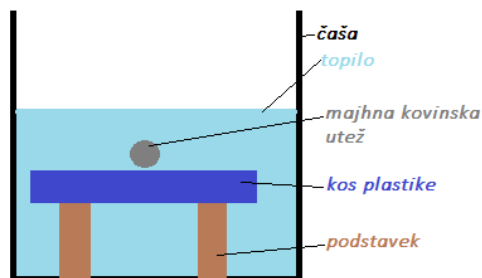
Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

u) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Delo poteka v obliki delno odprtega raziskovalnega dela, pri čemer učencem v branje ponudimo socio-naravoslovni problem, ki je zapisan zgoraj. Sami nato oblikujejo raziskovalna vprašanja in hipoteze, če imajo pri le teh težave jih ustrezno usmerjamo. Opozorimo jih na poštenost eksperimenta (kontrolni poskus) in na nevarnost kemikalij s katerimi eksperimentirajo.









1. Iz odpadne embalaže najdemo plastike različnih vrst, ki jih prepoznamo po oznakah.

2. Plastike različnih vrst narežemo na približno enako velike in debele kose.
3. Pripravimo tudi kontrolni poskus.
4. Vsak kos damo v svojo čašo tako, da je na vsaki strani podstavljen.
5. Na kos plastike v čaši damo za lažje opazovanje manjšo utež (kovinska kroglica).
6. Na plastiko v čaši prelijemo ustrezno topilo, tako da kos plastike popolnoma prekrit s topilom.
7. Lahko preverimo tudi kako vpliva različna temperatura (imamo čašo na mestih z različno temperaturo) in koncentracija topil na raztapljanje.
8. Štopamo in nastavimo kamero.
9. Zapisujemo si opažanja.



- v) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|---|
| Kamera, 50mL čaše, štoparica, škarje/klešče za rezanje plastike, utež, odpadna plastika (vrste: PET, PVC, LDPE, HDPE, PP, PS, PC vsako po 9 kosov) in (termometer). |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|-----------------------|--|
| Benzen |  |
| Kloroform |  |
| Dietileter |  |
| Heksan |  |
| Aceton |  |
| Klorovodikova kislina |  |
| Butanol |  |
| Žveplova kislina |  |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Tabela prikazuje kako dobro se določena plastika raztaplja v topilu:

| | topila | benzen | kloroform | dietileter | heksan | aceton | klorovodikova kislina | butanol | žveplova kislina |
|-----------------|-----------|---------------|--------------------|------------|---------------|------------------|--------------------------|------------------|---------------------|
| tipi plastik | polarnost | nepolaren | delno nepolaren | nepolaren | nepolaren | delno polaren | polarna | delno polaren | polarna |
| PET | nepolarna | slabo | slabo | slabo | da | ne | ne | ne | ne |
| PVC | polarna | da | da | slabo | zelo slabo | ne | slabo | slabo | da |
| LDPE | nepolarna | da | slabo | ne | da | slabo | ne | ne | zelo slabo |
| HDPE | nepolarna | da | slabo | da | zelo slabo | slabo | ne | ne | ne |
| PP | nepolarna | zelo slabo | zelo slabo | da | zelo slabo | ne | ne | ne | ne |
| PS | nepolarna | da | da | da | da | da | slabo | ne | slabo |
| PC | polarna | da | da | da | slabo | da | da | slabo | slabo |

Tabela prikazuje čas raztapljanja določene plastike v topilu (podatkov ne vem):

| | topila | benzen | kloroform | eter | dietileter | heksan | aceton | klorovodikova kislina | butanol | žveplova kislina |
|-----------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|------------|-----------|------------------|--------------------------|------------------|---------------------|
| tipi plastik | polarnost | nepolaren | delno nepolaren | nepolaren | nepolaren | nepolaren | delno polaren | polarna | delno polaren | polarna |
| PET | nepolarna | 60h + | 60h + | 20h + | 60h + | 20h + | / | / | / | / |
| PVC | polarna | 20h + | 20h + | 60h + | 60h + | / | / | 60h + | 60h + | da |
| LDPE | nepolarna | 20h + | 60h + | 20h + | / | 20h + | 60h + | / | / | / |
| HDPE | nepolarna | 20h + | 60h + | 60h + | 20h + | / | 60h + | / | / | / |
| PP | nepolarna | / | / | 20h + | 20h + | / | / | / | / | / |
| PS | nepolarna | 20h + | 20h + | 20h + | 20h + | 20h + | 20h + | 60h + | / | 60h + |
| PC | polarna | 20h + | 20h + | 60h + | 20h + | 60h + | 20h + | 20h + | 60h + | 60h + |

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Presežek odpadne plastike v okolju bi lahko odstranili v laboratoriju z različnimi topili. Raziskovanje lahko nadaljujemo tako, da bi preverili, če se nam tak postopek sploh splača, torej da ne naredimo tako le še več škode kot koristi (nevarna topila kot npr. benzen niso primerna). Preverili bi tudi lahko kolikokrat bi lahko neko topilo uporabili, da bi bilo tako zmanjšali odpadne snovi pri tem postopku.

Učenci bi s to eksperimentalno raziskovalno nalogo spoznali kaj plastika sploh je in kakšen je njen vpliv na okolje ter človeka (izločanje strupenih snovi, nalaganje v okolju) in bi posledično tudi vedeli kateri plastiki se pri vsakdanji uporabi raje izogibati. Ugotovili bi tudi, da plastika v današnjem času predstavlja velik problem, za katerega sploh ni optimalnih rešitev ter da se plastika nikoli ne more popolnoma dokončno razgraditi (nastane mikroplastika). Spoznali bi tudi v čem torej ni pametno shranjevati določena topila (tudi doma npr. aceton).

3.10 Škrob in sladkorji – uničevalci zob



(vir slike: <https://decardenasdmd.com/wp-content/uploads/2019/11/Tooth-Discoloration.jpg>)

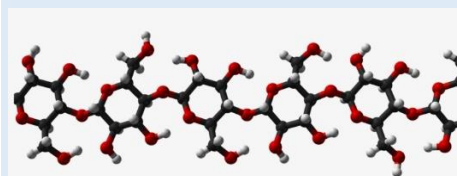
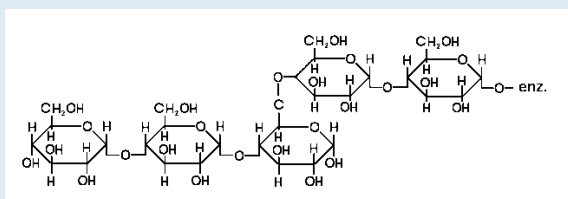
SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

V današnjem času se srečujemo s problemom prevelikega uživanja škroba in sladkorjev, kar pripomore k razvoju številnih bolezni, med njimi tudi kariesa. Zobni karies (zobna gniloba) je najpogostejša bolezen človeštva in prizadene vsaj 60-90% šolskih otrok ter veliko večino odraslih.

V ustni votlini imamo stalno prisotne mikroorganizme, ki na zobnih površinah tvorijo zobne obloge, sestavljene iz ostankov hrane, sline, bakterij in njihovih produktov. Bakterije pretvorijo sladkorje, ki so prisotni v ustni votlini, v kisline, ki zmanjšajo pH ustne votline. Kadar pH pade pod 5,5 pride do raztapljanja kristalov sklenine in tako nastane karies.

Sladkorje vnesemo s hrano: sladkarijami, sladkimi pijačami pa tudi s škrobom, saj ga encim amilaza v ustni votlini razgradi na enostavnejše sladkorje.

Škrob je naravni polisaharid, sestavljen iz amiloze in amilopektina. Pridobivajo ga iz žita, gomoljev in korenin. V prehrani so najpogosteje uporabljeni koruzni, krompirjev, rižev in pšenični škrob.



Prebava škroba se začne v ustni votlini. Grižljaji hrane se mešajo s slino, ki vsebuje encim amilazo, ki škrob razgradi na enostavne sladkorje. Prebava se nato nadaljuje v dvanajstniku. V tankem črevesu pa poteka absorpcija končnega produkta prebave škroba – glukoze.

R

AZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

Raziskovalna vprašanja:

1. Kateri pogoji omogočajo učinkovito razgradnjo škroba?
2. Ali razgradnja škroba poteka tudi v želodcu?
3. Ali na razgradnjo škroba vpliva čas stika amilaze in škroba?
4. Ali škrob in sladkorji enako slabo vplivajo na zobe?
5. Ali vse vrste mok vsebujejo enako vsebnost škroba?

Hipoteze:

1. Pogoji za učinkovito razgradnjo škroba so pH=7 in temperatura 37°C.
2. Ne, saj je v želodcu prenizek pH.
3. Da, dlje kot sta v stiku, nižji sladkorji nastanejo iz škroba.
4. Ne, sladkorji imajo hujše posledice.
5. Ne, različne vrste mok vsebujejo različno količino škroba.

o povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama.

Vprašanje zapišite.

Ali škrob in sladkorji enako slabo vplivajo na zobe?

Ali imajo različni ogljikovi hidrati (sladke pijače (coca-cola, fanta, ledeni čaj), pšenična bela moka, koruzna moka, ajdova moka, koščki krompirja, namizni sladkor, zdrobljeni keksi) enake vplive na zdravje zob?

vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

Ne, različni ogljikovi hidrati imajo različne vplive na zdravje zob.

Najbolj škodljiv vpliv imajo sladke pijače, najmanj škodljiv vpliv pa škrob.

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključeval

Za zastavljen o raziskovalno

Ogljikovi hidrati spadajo med makrohranila. To so hranila, ki jih zaužijemo največ in so pomembna, saj predstavljajo vir energije. V hrani uživamo predvsem polisaharide (škrob), pa tudi disaharide in monosaharide, katerih delež naj bi bil čim manjši. Ogljikove hidrate najdemo tudi v vlakninah, ki pa jih ne moremo prebaviti. Ogljikovi hidrati se absorbirajo v tankem črevesu le kot monosaharidi, zato se morajo polisaharidi in disaharidi v prebavnem procesu pretvoriti v monosaharide. Prebava se začne že v ustih, kamor se izloča α -amilaza, ki razgrajuje škrob na manjše verige saharidov. Nadaljuje se v tankem črevesu, kjer se škrob dokončno razgradi do glukoze pod delovanjem α -amilaze in encimov ščetkastega obročka (Pirkmajer, 2018).

Zelo velik problem današnje družbe je prevelik vnos sladkorjev v svoje telo, ki jih najdemo skoraj v vseh predelanih živilih in ima zelo slabe učinke na telo. Je tudi zasvojljiv. Veliko sladkorja zaužijemo s sladkimi pijačami, ne da bi se sploh zavedali. Sladkorji so večinoma monosaharidi in disaharidi, so topni v vodi in sladkega okusa. Najpogosteje uporabljamo glukozo in fruktozo, ki sta monosaharida in saharozo, ki je disaharid. V zadnjih letih pa uporabljamo tudi sladila, izdelana iz koruznega škroba. Saharoza je sestavljena iz glukoze in fruktoze, ki sta povezani z glikozidno vezjo. Fruktoza je monosaharid, ki se v jetrih pretvori v jetrni glikogen, trigliceride in holesterol in ne pride v krvni obtok (Brajkovič, 2018).

Vsaj 75% predelanih živih vsebuje dodane sladkorje, tudi če niso sladkega okusa. Hrani se dodajajo zato, ker so prijetnega okusa in ker so konzervansi (Brajkovič, 2018).

S povečano uporabo sladkorja v prehrani je začelo naraščati število prekomerno težkih ljudi, prišlo je do porasta sladkorne bolezni tipa 2, srčno-žilnih bolezni in rakavih obolenj. Sladkor naj bi povzročal debelost, prispeval k zamaščenosti jeter, povečal možnost nastanka kariesa, sladkorne bolezni tipa 2 in srčno žilnih bolezni (Maček, 2018).

Zobje so najtrši organ v človeškem telesu, nanje pa pomislimo šele takrat, ko nas pričnejo boleti. Za nastanek zobne gnilobe obstaja že več kot 400 različnih teorij, vendar nobena ne pojasnjuje nastanka v celoti. Edina zadovoljljiva razlaga je ta, da zobna gniloba nastane kot rezultat medsebojnega vpliva več vzrokov. Zob je zgrajen iz zobne krone, vratu in korenine. Sestoji iz dentinskega jedra ali zobovine, ki jo pokriva sklenina, v korenini pa cement. V plašču je votlina z mehkim tkivom ali pulpo, v njej se nahajajo arterije, vene in živec. Če zobna gniloba zajame le sklenino, tega ponavadi ne čutimo, bolečino občutimo, ko se razširi v dentin ali pa celo šele takrat, ko se približuje pulpi. Bolečino začutimo, kadar mikroorganizmi, njihovi izločki in razkrojki razdražijo živčne končiče (Unterlechner, 1999).

Zobna gniloba najpogosteje nastane ravno zaradi uživanja živil, ki vsebujejo sladkor. Mikroorganizmi sladkor razkrajajo v kisline, ki načenjajo zobno sklenino. Industrijsko predelan sladkor zobem odteguje rudninske snovi in se hrana bakterijam. Sladkor škoduje zobem tako od zunaj, kot tudi od znotraj. Od zunaj s kislinami, ki jih proizvajajo bakterije z razkrajanjem, od znotraj pa zato, ker telo porabi za njegovo presnavljanje veliko rudnin in vitaminov skupine B, ki bi jih telo potrebovalo kje drugje, med drugim tudi za vzdrževanje zob (Primar, 2018).

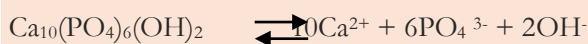
Za tvorbo zobne gnilobe ali kariesa so odgovorne bakterije iz rodu *Streptococcus* in *Lactobacillus*. Streptokoki izločajo kisline, so acidotolerantni in tvorijo netopne glukane iz saharoze. Laktobacili ne kolonizirajo površine zob, ampak jih najdemo v ustni votlini že preden zobje izrastejo. Živijo na jeziku in v slini. Njihova količina v slini je odvisna od količine zaužitih enostavnih ogljikovih hidratov. Te bakterije so zelo acidogene v prisotnosti ogljikovih hidratov, so acidotolerantne in jih velikokrat najdemo v kariesu. Streptokoki igrajo pomembno vlogo pri nastanku kariesa, medtem ko so laktobacili bolj prisotni pri že razvitem kariesu (Nishikawara et al., 2006).

Glavni vir energije bakterijam v ustni votlini so ogljikovi hidrati. Če imajo na voljo več različnih sladkorjev, bodo najprej v celico prenesli tiste, za katere že imajo encime. Sicer pa se bakterije zelo hitro prilagodijo na uporabo novih sladkorjev in sintetizirajo nove encime. Ogljikovi hidrati se v celici razgradijo do piruvata. Piruvat pa se presnavlja do karboksilne kisline (mlečne, mravljične ali očetne), ali/in do etanola (Črešnar,

Plemenitaš, Zorko, & Žakelj-Mavrič, 2011).

Slina je (v vsakdanji rabi) zmes sekreta žlez slinavk, dodatka drugih tekočin, celic mikroorganizmov, levkocitov in odluščenih celic ustne sluznice. Natančnejša definicija pa slino opisuje le kot sekret posameznih žlez slinavk. Ima pomembno vlogo pri vzdrževanju normalnih fizioloških razmer v ustih, ob motnjah izločanja pa se lahko močno poveča nevarnost zobne gnilobe. Ima nižji pH od krvi in deluje kot puferska raztopina (preprečuje pretirano znižanje pH). Anorganske komponente v slini sodelujejo pri remineralizaciji, obrambi pred mikroorganizmi, encimski aktivaciji, vzdrževanju stabilnosti encimov in pri primerni osmolarnosti. Slina prekriva mehka in trda tkiva, preprečuje njihovo izsušitev, omoči in prekrije hrano. Hrana se v slini delno raztopi in na ta način jo lahko okušamo (Črešnar et al., 2011).

Slina pufru kisline, ki nastajajo kot produkti bakterijskega metabolizma ogljikovih hidratov. To je pomembno zato, ker se z znižanjem pH poveča demineralizacija sklenine. Pri pH 5 se topnost sklenine poveča za 50x. Sklenina je zgrajena iz kalcijevega hidroksiapatita, ki je v ravnotežju z ustreznimi ioni v slini. Pri povišani koncentraciji H⁺ ionov, se PO₄³⁻ ioni pretvarjajo v HPO₄²⁻ in H₂PO₄⁻, kar povzroča, da se OH⁻ ioni pretvarjajo v vodo in to ravnotežje spodnje reakcije premakne v desno:



Pri nižjem pH raztopina ni več nasičena z ionskimi produkti Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂ in to povzroči postopno sproščanje kalcijevih ionov in fosfata iz kompleksno vezanih oblik. Pri močnem znižanju pH se porabijo vse zaloge kompleksno vezanega kalcija, slina ni več nasičena in hidroksiapatit se začne raztapljati. Ob zvišanju pH pa poteka remineralizacija. Sklenina se začne raztapljati pri vrednostih pH med 5,2 in 5,7 (Črešnar et al., 2011)

Za ohranitev zdravih zob je pomembno, da otroci razvijejo pozitiven odnos do zdrave prehrane, katere temelj je uživanje raznovrstne in uravnotežene hrane. Pomembno je izogibanje različnim sladkim pijačam in slaščicam (Šmit, M., Kvas, A., Vrbovšek, S., 2018). Za ugotavljanje, kateri ogljikovi hidrati so manj škodljivi od drugih, lahko uporabljamo določitev glikemičnega indeksa. Priporočljiva so tista živila, ki imajo nizek glikemični indeks (Pečko, 2016).

VIRI:

Brajkovič, B. (2018). SLADKOR - TIHI UBIJALEC. In *PROGRAM EKOŠOLA PRIMERI DOBRIH PRAKS SŠ V ŠOLSKEM LETU 2017/2018* (pp. 44–48). Retrieved from <http://ekosola.si/gradiva/>

Črešnar, B., Plemenitaš, A., Zorko, M., & Žakelj-Mavrič, M. (2011). *BIOKEMIJA ustne votline*. Ljubljana: Študentska založba.

Maček, K. (2018). *VPLIVI PROSTIH SLADKORJEV V HRANI NA ZDRAVJE - DIPLOMSKO DELO* (Univerza v Ljubljani). Retrieved from <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=113006&lang=slv>

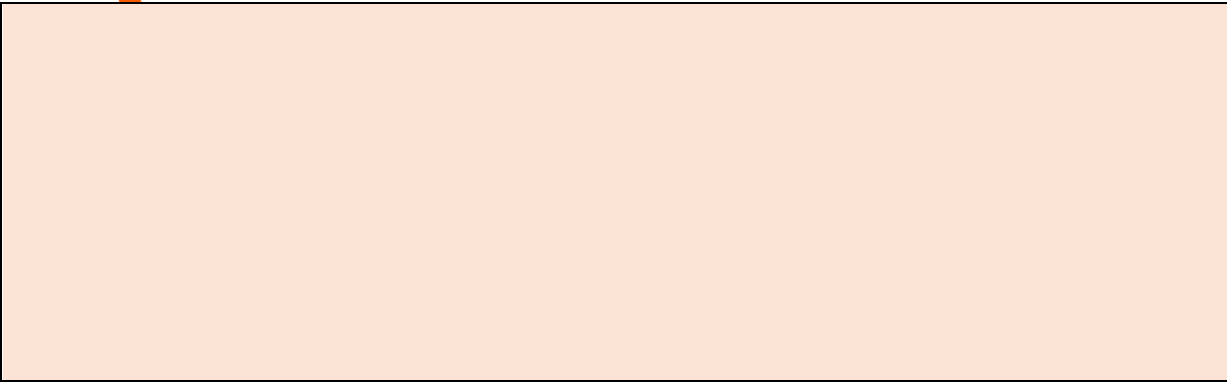
Nishikawara, F., Katsumura, S., Ando, A., Tamaki, Y., Nakamura, Y., Sato, K., ... Hanada, N. (2006). Correlation of cariogenic bacteria and dental caries in adults. *Journal of Oral Science*, 48(4), 245–251. <https://doi.org/10.2334/josnurd.48.245>

Pečko, T. (2016). *Glikemični indeks kruha iz tatarske ajde v povezavi s sladkorno boleznijo tipa 2 [zaključna projektna naloga]*. Univerza na Primorskem.

Pirkmajer, S. (2018). Malabsorpcija po posegih v bariatrični kirurgiji. *Gastroenterolog*, 22(March), 6–8.

Primar, Š. (2018). *ODNOS STARŠEV IN VZGOJITELJEV DO VKLJUČEVANJA ŽIVIL Z VEČ SLADKORJA V PREHRANO OTROK* (Univerza v Ljubljani). Retrieved from http://pefprints.pef.uni-lj.si/5285/1/ŠPELA_PRIMAR_diplomska_naloga.pdf

Unterlechner, S. (1999). *Zdravje zob in zdravje ustne votline*. 275–277.



NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

w) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

Delo poteka v obliki delno odprtega eksperimentalnega dela, pri čemer učencem ponudimo, da si preberejo besedilo, zapisano pod točko socio-naravoslovni problem in raziskovalno vprašanje: Ali imajo različni ogljikovi hidrati enake vplive na zdravje zob? Hipoteze naj zapišejo sami. Učenci dobijo učni list, na katerem so zapisani laboratorijski pripomočki, ki naj bodo v eksperimentu uporabljeni in snovi ter tabelo, v katero zapisujejo meritve. Opozorimo jih na to, da mora biti izvedba eksperimenta poštena in da naj bodo pozorni, da bodo pri poskusu zagotovili okolje ustne votline, saj sicer ne bomo dobili ustreznih rezultatov.

Učencem ponudimo različne prehrabene izdelke, ki vsebujejo ogljikove hidrate (sladke pijače, moke, krompir, sladkor, sladkarije, itd.), in jim podamo nalogo, da ugotovijo, kateri od teh izdelkov imajo najslabše vplive na zdravje zob. Učenci morajo vedeti, da morajo najprej narediti raztopine vseh suhih izdelkov, ki morajo vsebovati enako koncentracijo (recimo v 3 mL vode dodamo 1g snovi). Učenci vzamejo epruvete in v vsako epruveto dajo po eno snov, raztopljeno v vodi, v prvo epruveto pa dajo samo 3mL vode. V eprugetah morajo ustvariti okolje ustne votline tako, da dodajo svojo slino in epruvete postavijo v vodno kopel pri 37°C. Ker se bojo sladkorji pretvarjali v kisline, nas zanima, v kateri epruveti se bo pH najbolj znižal (če pH pade na ali pod 5,5, je to živilo slabo za naše zobe) in v kateri najmanj. Da bi to videli, lahko uporabimo pH senzorje, ki jih priključimo v računalnik, ki nam izrisuje graf. Učenci spremljajo, kaj se dogaja v eprugetah in določijo, katera živila so najbolj škodljiva za zobe. Najprej preverijo pH pred dodatkom sline, potem po 1 min, po 10 min, po 1 uri in 24 urah, saj zobne obloge lahko ostanejo na zobeh tudi 24 ur.

Pomanjkljivost poskusa: zaradi majhnih koncentracij živila in bakterij (ki jih bodo vnesli v epruvete s svojo slino) padec pH verjetno ne bo tako nizek, vseeno pa bi se morala videti razlika pri različnih živilih.

- x) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.

| Laboratorijski inventar/pripomočki |
|---|
| Epruvete pH senzorji računalnik tehtnica urno steklo žlička steklena palčka grelna plošča 0,5l čaša |

| Uporabljene snovi | Piktogrami |
|---|------------|
| Voda Slina Sladke pijače (coca-cola, fanta, ledeni čaj) Pšenična bela moka Koruzna moka Ajdova moka Koščki krompirja Namizni sladkor Zdrobljeni keksi | |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Učenci naj bi dobili različne pH krivulje pri različnih raztopinah. Najnižji pH bi naj dobili pri sladkih pijačah (ki poleg sladkorja vsebujejo še kisline), potem pri namiznem sladkorju, keksih, pšenični beli moki, koruzni moki, krompirju, najmanj škodljiva pa bi naj bila ajdova moka. Takšne rezultate pričakujem glede na glikemični indeks živil.

Učenci rezultate predstavijo v tabeli in sicer tako, da za posamezno živilo zapišejo pH na začetku (pred dodatkom sline), po 1 min, 10 min, po 1 uri in po 24 urah.

EKSPERIMENTALNA SKUPINA

| ŽIVILO z dodatkom sline | pH pred poskusom | pH po 1 min | pH po 10 min | pH po 1 uri | pH po 24 urah |
|-------------------------|------------------|-------------|--------------|-------------|---------------|
| Voda | | | | | |
| Sladka pijača | | | | | |
| Pšenična bela moka | | | | | |
| Koruzna moka | | | | | |
| Ajdova | | | | | |

| | | | | | |
|---------------------|--|--|--|--|--|
| moka | | | | | |
| Koščki krompirja | | | | | |
| Namizni sladkor | | | | | |
| Zdrobljeni keksi | | | | | |

KONTROLNA SKUPINA

| ŽIVILO brez sline | pH pred poskusom | pH po 1 min | pH po 10 min | pH po 1 uri | pH po 24 urah |
|-----------------------|------------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|
| Voda | | | | | |
| Sladka pijača | | | | | |
| Pšenična bela moka | | | | | |
| Koruzna moka | | | | | |
| Ajdova moka | | | | | |
| Koščki krompirja | | | | | |
| Namizni sladkor | | | | | |
| Zdrobljeni keksi | | | | | |

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Glede na dobljene rezultate, bodo učenci spoznali, katera živila so največji povzročitelji zobne gnilobe. Na ta način bodo učenci lahko naredili premisleke o tem, koliko ta živila uživajo in katerih živil/pijač bi se bilo zelo pametno izogibati, če želijo ohraniti zdravje svojih zob.

3.11 Delovanje naravnih antibiotikov

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM (do 250 besed)

Aleš je med pisanjem seminarske naloge na internetu zasledil znanstveni prispevek o zdravilnih učinkovinah česna. Ker ga je ta tematika zanimala se je odločil na kratko preleteti omenjen prispevek. Med branjem je ugotovil, da česen spada med pomembne naravne antibiotike, ki uničuje bakterije, viruse in glive. Naslednji dan so pri pouku biologije imeli učno uro iz biotehnologije v kateri so med drugim govorili tudi o antibiotikih in predstavili penicilin kot enega izmed bolj znanih naravnih antibiotikov. Ker je Aleša zanimalo ali bi lahko tudi česen omenili kot primer naravnega antibiotika, se je odločil, da bo po koncu učne ure pristopil do učiteljice in ji zastavil omenjeno vprašanje. Učiteljica je bila presenečena nad razmišljanjem svojega učenca in mu je zato svetovala naj pripravi raziskovalno nalogo v kateri bo preveril svoje raziskovalno vprašanje. Ker je ta tematika dokaj zahtevna mu je bila učiteljica pripravljena pomagati pri izvedbi eksperimenta in mu je obljubila, da bo lahko v kolikor se bo odločil za izvedbo eksperimenta, le tega izvedel v šolskem laboratoriju. Aleš je bil nad učiteljičinim nasvetom navdušen, zato se je odločil, da bo izvedel eksperiment v katerem pa ne bo uporabil samo česna, ampak tudi nekaj drugih vsakodnevnih živil in zanje preveril ali imajo morda tudi ona tako kot česen kakšen antibiotičen učinek.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

- Ali imajo vsi naravni antibiotiki podobne učinke delovanja?
- Kateri dejavniki vplivajo na delovanje naravnih antibiotikov?
- Ali lahko prekomerna uporaba naravnih antibiotikov negativno vpliva na zdravje ljudi?
- Ali so naravni antibiotiki bolj učinkoviti pri lažanju istih tegob kot sintetično pridobljeni antibiotiki?
- Ali je ista vrsta doma narejenega naravnega antibiotika enako učinkovita kot tista, ki jo lahko kupimo v lekarni?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama. Vprašanje zapišite.

- Ali je učinkovitost delovanja različnih naravnih antibiotikov, ki zavirajo rast in razvoj bakterije *Staphylococcus aureus* na mikrobioloških gojiščih, odvisna od pH-vrednosti okolja v katerem učinkujejo?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

- Posamezni naravni antibiotiki bodo optimalno učinkovali samo pri določeni pH vrednosti, medtem ko bo z višanjem oziroma nižanjem pH-vrednosti okolja njihova učinkovitost pričela upadati.

TEORETIČNA IZHODIŠČA

Antibiotiki so kemijske spojine, ki jih proizvajajo mikroorganizmi, ali podobne snovi, pridobljene z delno ali popolno sintezo, ki v majhnih koncentracijah zavirajo rast bakterij ali uničujejo druge mikroorganizme. Glede na način delovanja jih lahko razdelimo med antibiotike širokega spektra in antibiotike ozkega spektra. Za antibiotike širokega spektra je značilno, da delujejo na širok nabor različnih vrst bakterij in drugih različnih mikroorganizmov, medtem ko so

antibiotiki ozkega spektra osredotočeni predvsem na zdravljenje ene ali zgolj nekaj specifičnih vrst bakterij. Glede na način

pridobivanja lahko antibiotike razdelimo na naravne (pridobimo z biosintezo oziroma izolacijo iz različnih vrst gliv, bakterij, lišajev ali višjih rastlin), polsintetične (modifikacije naravnih antibiotikov) in sintetične (kemijska sinteza v laboratoriju).

Prvi opisan antibiotik naravnega izvora je bil penicilin, ki ga je leta 1928 odkril škotski bakteriolog Alexander Fleming. Sprva je njegovo odkritje in objava članka leta 1929 ostalo dokaj neopaženo, kasneje pa je bilo osnova na pričetek množične industrijske proizvodnje antibiotikov. Prva proizvodnja antibiotikov se je pričela leta 1940 s pilotno proizvodnjo penicilina, njegov masovna proizvodnja pa se je pričela po koncu druge svetovne vojne.

Današnja proizvodnja antibiotikov naravnega izvora poteka s submerzno kultivacijo mikroorganizmov v tekočem mediju bioreaktorjev, z volumnom tudi več 100.000 litrov. Omenjenemu postopku sledijo postopku izolacije in čiščenja. V kolikor želimo pripraviti polsintetični antibiotik, kjer bi izboljšali delovanje naravnega antibiotika ali zmanjšali število stranskih učinkov lahko na tem mestu z dodatnimi kemijskimi modifikacijami spremenimo njegove lastnosti. Tako pripravljen antibiotik je potrebno samo še oblikovati v končno formulacijo in je pripravljen za nadaljnjo uporabo.

Sodobni antibiotiki imajo vrsto različnih načinov delovanja. Spodnja tabela prikazuje nekaj glavnih mehanizmov delovanja današnjih antibiotikov, ter primer antibiotika, ki učinkujejo na omenjen način.

| <u>MEHANIZEM DELOVANJA</u> | <u>PRIMER ANTIBIOTIKA</u> |
|--|----------------------------------|
| Inhibicija sinteze lipidov | Mikonazol |
| Inhibicija transporta encimov | Oligomicin |
| Tvorjenje por v celični membrani | Polieni |
| Inhibicija sinteze proteinov | Penicilin |
| Vezava na transportne molekule | Bacitracin |
| Vezava na substrat | Vankomicin |
| Poseg v sintezo manjše podenote ribosoma | Streptomycin |
| Poseg v sintezo večje podenote ribosoma | Kloramfenikol |
| Motnje nukleinskega metabolizma | Azaserin |
| Poškodba funkcij nukleinskih kislin | Antraciklin |
| Blokada encimskih reakcij | Rifamicin |

Ena izmed glavnih težav, ki je vezana na uporabo antibiotikov in je vse pogostejša v sodobnem svetu je pojav rezistence na antibiotike. Gre za pojav pri katerem postanejo mikrobi imuni na uporabo določene vrste antibiotika. To problematiko velja jemati zelo resno, saj lahko povzroči pomanjkanje zdravljenja nekaterih nevarnejših bolezni (McIntosh, 2018).

Pojav rezistence so prvič zaznali po množični uporabi penicilina med drugo svetovno vojno. Sprva je penicilin zelo uspešno preprečeval različne bakterijske okužbe na bojišču in je bil zato med vojaki izjemno priljubljen (Sengupta et al., 2013). Kljub temu pa se je okrog leta 1947, pojavila prva znana rezistenca bakterij na penicilin. Rezistenco so prvič zaznali pri bakteriji *Staphylococcus aureus*, ki je sicer normalno prisotna v našem respiratornem traktu, prebavilih in na

površju naše kože. Omenjena rezistenca je močno spodbudila raziskave na področju razvoja in izolacije drugih antibiotikov, kar se je odražalo v številnih novih odkritjih (Spellberg & Gilbert, 2014).

Poleg že omenjene rezistence bakterije *Staphylococcus aureus* na penicilin bi veljalo omeniti še njeno rezistenco na meticilin, ki je ljudem nekoliko bolj poznana pod kratico MRSA. Gre za obliko nalezljive bakterijske okužbe, ki so jo

nekateri okuženi poimenovali tudi »Superbug«. Poimenovanje se navezuje predvsem na njeno rezistenco na številne poznane vrste antibiotikov, ker predstavlja zdravnikom pravi izziv in močno otežuje zdravljenje (Nichols, 2020). Prvi pojavi MRSA so se zgodili leta 1960, šele dobro leto po množični uporabi meticilina (Sengupta et al., 2013). Okuženi z MRSA navadno sprva ne prepoznajo vrste okužbe, saj so prvi simptomi enaki kot pri rahlih okužbah kože. Iz tega lahko torej sklepamo, da okužba z MRSA sama po sebi ni nevarna in jo ob pravilni diagnozi, upoštevanju zdravnikovih nasvetov in redni higieni rok lahko prebolimo brez večjih težav. Do večjih težav pa lahko pride na primer pri bolnikih v bolnišnicah, ki imajo odprte rane, v telesu invazivne pripomočke ali pa imajo samo oslabilen imunski sistem. Tu lahko ta vrsta okužbe privede do hujših oblik gnojnih vnetij respiratornega trakta, različnih oblik gnojenja po že opravljenih kirurških posegih ali celo sepse (sindrom sistemskega vnetnega odziva), ki se lahko brez ustreznega zdravljenja stopnjuje do septičnega šoka in na koncu konča z smrtnim izidom.

VIRI IN LITERATURA:

McIntosh, J. (2018). *Antibiotic resistance: What you need to know*. Retrieved from: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/283963>

Nichols, H. (2020). *All you need to know about MRSA*. Retrieved from: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/10634>

Sengupta, S. et al. (2013). *The multifaceted roles of antibiotics and antibiotic resistance in nature*. *Frontiers of microbiology*. 4:47. doi: 10.3389/fmicb.2013.00047.

Spellberg, B. & Gilbert, DN. (2014). *The future of antibiotics and resistance: a tribute to a career of leadership by John Bartlett*. *Clinical Infectious Diseases*. 59 (Suppl 2):S71-5. doi: 10.1093/cid/ciu392.

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

a) **Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.**

1. Priprava mikrobioloških gojišč, ki bi se med seboj razlikovala samo po pH vrednosti.

2. Priprava raztopin iz različnih naravnih antibiotikov, ki jih bomo uporabili v našem eksperimentu.

3. Nanos bakterijske kulture stafilokokov (MRSA) na posamezna mikrobiološka gojišča.

4. Nanos enake količine pripravljene antibiotika na posamezna mikrobiološka gojišča (Po nanosu antibiotika je potrebno gojišča ustrezno označiti. To lahko storimo s pomočjo alkoholnega flomastra.)

5. Analiza dobljenih rezultatov (Učenci bi s pomočjo kljunastega merila izmerili premer zaviralne cone-del gojišča, kjer se bakterije zaradi delovanja antibiotika niso uspele namnožiti in si rezultate zapisali v tabelo. Na koncu eksperimenta bi sledila še kratka diskusija kjer bi preverili pravilnost dobljenih rezultatov in poskušali pridobljeno znanje uporabiti tudi na drugih konkretnih primerih).

Težave, ki lahko nastopijo pri sami izvedbi: Sama izvedba omenjenega poskusa zna biti otežena iz več različnih načinov. Kljub temu, da smo pri samem delu z bakterijami izjemno previdni se lahko na končnih vzorcih pojavijo različne nečistoče v obliki drugih bakterij, ki bi lahko vplivale na relevantnost dobljenih rezultatov. Druga večja težava pa je v sami izbiri kisljih ali bazičnih raztopin (nisem jih jasno določil med uporabljenimi snovmi), saj le te ne smejo zatreti rasti bakterij na mikrobioloških gojiščih ampak samo vplivati na delovanje posameznega naravnega antibiotika. Poleg tega moramo izbrati tudi takšne vrste raztopin, ki nebi škodljivo vplivala na naše zdravje oziroma na zdravje učencev, ki bodo sam eksperiment izvajali.

b) **Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.**

➤ **Laboratorijski inventar/pripomočki:**

- mikrobiološka gojišča z stafilokoki (bakterija MRSA)
- pH senzorji
- računalnik
- kapalke
- alkoholni flomaster
- kljunasto merilo

➤ **Uporabljene snovi:**

- Izvleček grenivkinih pešk
- Sok iz stisnjene česna
- Žajbljev čaj

➤ **Piktogrami:**

Uporabljene snovi niso imele nobenih piktogramov. Te bi bilo smiselno dodati takrat, ko bi našli ustrezne raztopine s pomočjo katerih bi lahko znižali oziroma zvišali pH vrednost v samih mikrobioloških gojiščih.

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Učenci bi na koncu samega poskusa dobiti različne velikosti zaviralne cone (območje kjer bakterije niso uspevale), ki jo je povzročilo delovanje izbranega naravnega antibiotika pri posameznih pH vrednostih. Na podlagi rezultatov bi ugotovili, da ima pH zelo pomembno vlogo pri delovanju posameznih antibiotikov. Takšne rezultate pričakujem predvsem na podlagi različnih literatur, ki navajajo, da ima pH pomembno vlogo pri delovanju posameznih antibiotikov.

Rezultate raziskovalnega dela bi lahko predstavili s pomočjo spodnje tabele v katero bi učenci vnesi meritve, ki bi jih izmerili s pomočjo kljunastega merila.

| Vrsta naravnega antibiotika | Gojišče brez dodatka raztopine | Gojišče z dodatkom kisle raztopine | Gojišče z dodatkom bazične raztopine |
|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Izvleček grenivkinih pešk | | | |
| Česen | | | |
| Žajbelj | | | |

Tabela 3 prikazuje meritve premera zaviralne cone na različnih mikrobioloških gojiščih, ki se je pojavila zaradi delovanja različnih naravnih antibiotikov.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Učenci bi na podlagi tega eksperimenta ugotovili, da ima pH vrednost okolja zelo pomemben vpliv na samo delovanje antibiotikov. Te ugotovitve bi lahko v nadaljevanju v diskusiji uporabili pri razlagi zakaj lahko različne vrste antibiotikov

uporabljammo za številnih telesnih tegob. Tako kot na prikazanem eksperimentu se tudi v našem telesu pH vrednosti močno spreminjajo. Če prepoznamo bakterijsko okužbo na črevesu bomo zato uporabili drugačno vrsto antibiotika,

kakor v primeru, če bi isto vrsto bakterijske okužbe zaznali v katerem drugem delu telesa, kjer bi bila pH vrednost nekoliko nižja (npr. želodec). Na podlagi tega lahko zaključimo, da za zdravljenje posamezne bakterijske okužbe ni dovolj, da uporabimo katerikoli antibiotik, ki uničuje prepoznano vrsto bakterije ampak je potrebno upoštevati tudi pH vrednost okolja v katerem je prišlo do okužbe in se na podlagi tega odločiti za najustreznejše zdravilo.

3.12 Pozor, smrtno nevarno!

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM

Za devetimi občinami in desetimi šolami in enajstimi bloki je živela družina Novak. Živeli so v majhnem in prikupnem stanovanju na obrobju mesta. Tako kot vsakega Zemljana je tudi njih prizadela pandemija strašnega virusa COVID-19. Prišla je deževna sobota, ki je tako kot vsak teden namenjena generalnemu čiščenju stanovanja. Otroci Špela, Oskar in Ana so bili zadolženi za čiščenje svoje sobe in kopalnice. V omari, kjer shranjujejo čistila za različne površine, so našli varikino in čistilo za stranišče. Najmlajša sestra Ana je želela pomagati sestri Špeli. Ko je vzela čistila iz omare, so ji ta padla na tla in se polila. Ana je hitro zavonjala zelo neprijeten vonj, ki jo je spominjal na vonj po bazenu, in poklicala mamico. Mamica je videla, katera čistila so se razlila, zato je takoj odprla okno in zaprla vrata kopalnice. Ukazala je otrokom, da ne smejo v kopalnico, dokler se ta ne prezračí. Ko je Špela čez čas želela pomoti kopalnico, je ugotovila, da je Ana polila še zadnje kapljice čistila. Zaradi krutih ukrepov so omejen izhod iz stanovanja, zato so se odločili, da bodo sami izdelali naravno čistilo.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Oblikujte okoli 5 različnih vprašanj, ki izhajajo iz socio-naravoslovnega konteksta tematike in bi jih želeli raziskati.

1. Katere in koliko nevarnih spojin vsebujeta varekina in čistilo za wc-školjko?
2. Kateri produkti nastanejo pri mešanju varekine in čistila za wc školjko?
3. *Ali je domače čistilo manj učinkovito, kot kupljeno čistilo za kopalnico?*
4. Kakšne vpliv ima varekina na zdravje človeka?
5. Kakšen vpliv ima varekina na okolje?

Izmed 5 zastavljenih vprašanj izberite tisto, ki ga želite raziskati. Izbrano vprašanje oblikujte oz. razširite, tako da bo: 1) jasno; 2) jedrnato; 3) raziskovalno; 4) vključevalo povezavo oz. odnos med dvema spremenljivkama. Vprašanje zapišite.

Ali je učinkovitost čistila za kopalnico z enako pH-vrednostjo odvisna od vrste čistila?

Za zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikujte jasne raziskovalne hipoteze.

Učinkovitost čistila za kopalnico z enako koncentracijo je odvisna od vrste čistila.

Pri enaki koncentraciji čistila za kopalnico je kupljeno čistilo bolj učinkovito kot domače.

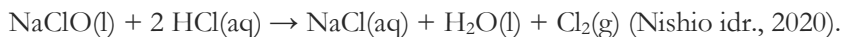
TEORETIČNA IZHODIŠČA

Različni detergenti in čistila se pogosto uporabljajo v gospodinjstvih za vzdrževanje in čiščenje notranjega okolja. Imajo širok spekter uporabe in običajno vsebujejo abrazivne delce, ki olajšajo celoten postopek čiščenja (Wolkoff idr., 1998). Poleg teh delcev pa vsebujejo tudi kemikalije, kot so jedke snovi, alergeni ter rakotvorne snovi. Le-te pripomorejo k razgradnji različnih trdovratnih madežev ali pa uničijo prisotne bakterije. Zaradi prisotnih kemikalij v posameznem čistilu je potrebno odgovorno in pravilno uporabljati čistila, hkrati pa upoštevati varnostne ukrepe v primeru daljše izpostavljenosti kot tudi v primeru nesreče ali poškodbe (Habib, El-Masri in Heath, 2006).

Od razglasitve pandemije koronavirusne bolezni do danes je bilo prijavljenih veliko več nesreč in poškodb kot tudi zastrupitev, ki so posledica prekomerne uporabe čistil, razkužil in drugih čistilnih sredstev za preprečevanje širjenja okužbe z virusom. Mešanje različnih čistil ali samo stik le-teh lahko privede do kemijskih reakcij med samimi kemikalijami,

ki so prisotne v čistilih in razkužilih. Produkti teh kemijskih reakcij pa so različni strupeni plini, ki zastrupljajo naša telesa (Gharpure idr., 2020).

Eden izmed strupenih plinov je klor, ki nastane pri mešanju čistila, ki vsebuje natrijev hipoklorit, s čistilom, v katerem je prisotna močna kislina. Gre za kombinacijo čistila za kopalnico, ki vsebuje klorovodikovo kislino, ter belila ali varikine, pri kateri poteče naslednja kemijska reakcija:



Daljša izpostavljenost plinu kot tudi večja koncentracija plina v prostoru lahko privedeta do zastrupitve, katere znaki so kašljanje, dražče grlo in oči, opekline ust in žrela ter bolečine v prsnem košu (Nishio idr., 2020).

Čeprav lahko pride do zastrupitve, so gospodinje prepričane, da takšna mešanica čistil hitreje ter bolj učinkovito odstranjuje trdovratne madeže, zato jo uporabljajo pri čiščenju kopalnice. Kopalnica je eden izmed posebnih prostorov v našem domu, ki zahteva takšno uporabo in kombinacijo čistil, ki uničujejo številne plesni, glivice, bakterije in viruse, ki se lahko razvijejo zaradi vlage. Poleg tega pa s kombinacijo belila in čistila za kopalnico dosežejo hitro odstranjevanje madežev in vodnega kamna ter sijaj površine (Habib, El-Masri in Heath, 2006).

Zaradi prisotnih strupenih snovi v posameznih čistilih, ki negativno vplivajo na zdravje, se čedalje več gospodinj odloča za naravna čistila kot tudi alternativne snovi, kot so kis, limona, soda bikarbona ali kombinacija le-teh (Habib, El-Masri in Heath, 2006).

Naravna čistila so narejena na rastlinski osnovi in ne vsebujejo zdravju škodljivih snovi, kot so formaldehid, fosfati, klor in amonijak. Čistila vsebujejo biorazgradljive snovi, ki so okolju prijazne ter ne predstavljajo nevarnosti za zdravje ljudi (Bearth, Miesler in Siegrist, 2017).

Najpreprostejše naravno čistilo, ki ga lahko naredimo kar sami, vsebuje sodo bikarbono in kis ali limono, ki sta prikazana v tabeli 1.

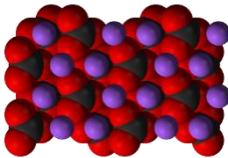
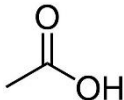
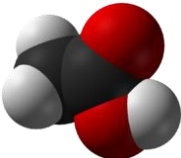
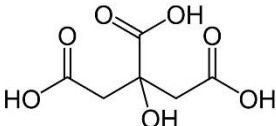
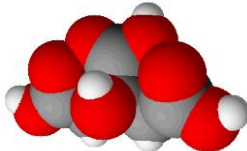
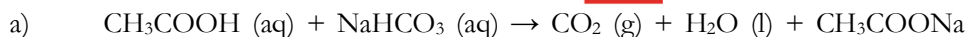
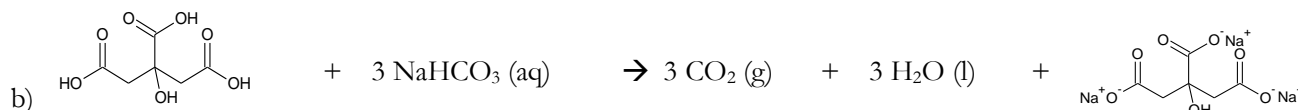
| IME SNOVI | SKELETNA FORMULA | SLIKA MODELA |
|---------------------------|--|---|
| natrijev hidrogenkarbonat | $\text{Na}^+ \quad \begin{array}{c} \text{O}^- \quad \text{OH} \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{O} \end{array}$ |  |
| očetna kislina |  |  |
| citronska kislina |  |  |

Tabela 4: Kemijska formula sode bikarbone in očetne kisline ter njuna slika kalotnega modela. Siv krog predstavlja sliko modela atoma ogljika, bel krog predstavlja sliko modela atoma vodika, rdeč krog predstavlja sliko modela atoma kisika in vijolični krog predstavlja sliko modela atoma natrija.

Soda bikarbona oz. natrijev hidrogenkarbonat je prah bele barve in brez vonja, ki je topen v vodi in ima alkalne lastnosti. Zaradi bazičnih lastnosti reagira s kisljinami, kot je npr. etanojska kislina, prisotna v kislu, ali citronska kislina v soku limone (Fadzli, Suffi Irni in Firuz, 2020). Med spojinama poteče tako imenovana reakcija nevtralizacije, ki ju prikazujeta enačbi. Enačba kemijske reakcije a prikazuje reakcijo nevtralizacije med natrijevim hidrogenkarbonatom in očetno kislino. Enačba kemijske reakcije b prikazuje reakcijo nevtralizacije med natrijevim hidrogenkarbonatom in citrnsko kislino.



(aq)



LITERATURA

- Bearth, A., Miesler, L. in Siegrist, M. (2017). Consumers' Risk Perception of Household Cleaning and Washing Products. *Risk Analysis*, 37(4), 647-660. <https://doi.org/10.1111/risa.12635>
- Fadzli, S.N., Suffi Irni, A. in Firuz, Z. (2020). Effect of Sodium Bicarbonate Additions on the Physical, Mechanical and Bioactive Property of Sol-Gel Bioglass. *International Conference on Sustainable Materials*, 957(1), 1-7. [10.1088/1757-899X/957/1/012024](https://doi.org/10.1088/1757-899X/957/1/012024)
- Gharpure, R., Hunter, C.M., Schnall, A.H., Barrett, C.E., Kirby, A.E., Kunz, J., Berling, K., Mercante, J.W., Murphy, J.L. in Garcia-Williams, A.G. (2020). Knowledge and Practices Regarding Safe Household Cleaning and Disinfection for COVID-19 Prevention – United States, May 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 69(23), 705-709. [10.15585/mmwr.mm6923e2](https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6923e2)
- Habib, R.R., El-Masri, A. in Heath, R.L. (2006). Women's strategies for handling household detergents. *Environmental Research*, 101(2), 184-194. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2006.02.001>
- Nishio, T., Toukairin, Y., Hoshi, T., Arai, T. in Nogami, M. (2020). Determination of 3-chloro-L-tyrosine as novel indicator of chlorine poisoning utilizing gas chromatography-mass spectrometric analysis. *Legal Medicine*, 47, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2020.101782>
- Vrtačnik, M., Wissiak Grm, K.S., Glažar, S.A. in Godec, A. (2014). *Moja prva kemija*. Modrijan.
- Wolkoff, P., Schneider, T., Kildeso, J., Degerth, R., Jaroszewski, M. in Schunk, H. (1998). Risk in cleaning: chemical and physical exposure. *Science of The Total Environment*, 215(1-2), 135-156. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(98\)00110-7](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(98)00110-7)

NAČRT EKSPERIMENTALNO-RAZISKOVALNEGA DELA

Načrtujte eksperimentalno-raziskovalno delo, s katerim boste preverili veljavnost vaših zastavljenih raziskovalnih hipotez.

a) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.

- Pripravimo domače čistilo iz alkoholnega kisa ali limoninega soka in sode bikarbone
- Pripravimo raztopine čistil (varekina, domače čistilo) z enako pH-vrednostjo
- Izvedemo eksperiment, v katerem primerjamo učinkovitost čistil (varekina, domače čistilo), kontrola je voda
 - topnost v vodi
 - topnost v maščobi
 - reakcije z vodnim kamnom
 - odstranjevanje alkoholnega flomastra iz plastične folije

b) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.




Laboratorijski inventar/pripomočki:

- tehnica
- čaše
- pH-lističi
- merilni valj
- epruvete
- stojalo za epruvete
- kapalke
- flomaster
- plastična folija
- koščki vate

Uporabljene snovi:

- varekina
- etanojska kislina ali citronska kislina
- natrijev hidrogenkarbonat
- vodovodna voda
- rastlinsko olje
- apnenčasti kamenčki

Piktogrami:

| SNOV | PIKTOGRAMI |
|-------------------|---|
| varekina |  |
| etanojska kislina |  |
| citronska kislina |  |

REZULTATI

Zapišite predvidene rezultate načrtovanega eksperimentalno-raziskovalnega dela.

Volumen varekine je veliko manjši kot domače čistoilo z enako pH-vrednostjo.

Obe čistili se raztapljata v vodi in olju. Čistili reagirata z apnenčastimi kamenčki, vendar je reakcija bolj burna z raztopino varekine. Alkoholni flomaster odstrani le raztopina varekine, raztopina domačega čistila pa ne.

REŠITEV PROBLEMA

Na osnovi rezultatov eksperimentalno-raziskovalnega dela podajte možne rešitve problema podanega v socio-naravoslovnem kontekstu.

Z eksperimentalno-raziskovalnim delom smo ugotovili, da je varekina veliko bolj učinkovita, kot domače čistoilo. Vendar je glede na piktograme veliko bolj nevarna za človeka in okolje. Pri mešanju čistil namreč nastaja zelo strupen plin klor. Zaključimo lahko, da je za domačo uporabo veliko bolj primerno doma narejeno čistoilo, saj lahko kljub nekoliko manjši učinkovitosti še vedno očistimo kopalniške površine.

3.13 Rešitve pozor, smrtno nevarno!

1. UVOD

Za devetimi občinami in desetimi šolami in enajstimi bloki je živela družina Novak. Živeli so v majhnem in prikupnem stanovanju na obrobju mesta. Tako kot vsakega Zemljana je tudi njih prizadela pandemija strašnega virusa COVID-19. Prišla je deževna sobota, ki je tako kot vsak teden namenjena generalnemu čiščenju stanovanja. Otroci Špela, Oskar in Ana so bili zadolženi za čiščenje svoje sobe in kopalnice. V omari, kjer shranjujejo čistila za različne površine, so našli varikino in čistilo za stranišče. Najmlajša sestra Ana je želela pomagati sestri Špeli. Ko je vzela čistila iz omare, so ji ta padla na tla in se polila. Ana je hitro zavonjala zelo neprijeten vonj, ki jo je spominjal na vonj po bazenu, in poklicala mamico. Mamica je videla, katera čistila so se razlila, zato je takoj odprla okno in zaprla vrata kopalnice. Ukazala je otrokom, da ne smejo v kopalnico, dokler se ta ne prezračí. Ko je Špela čez čas želela pomoti kopalnico, je ugotovila, da je Ana polila še zadnje kapljice čistila. Zaradi krutih ukrepov so omejen izhod iz stanovanja, zato so se odločili, da bodo sami izdelali naravno čistilo.

RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

Ali je učinkovitost čistila za kopalnico z enako pH-vrednostjo odvisna od vrste čistila?

HIPOTEZA

Zapiši, kaj se vam zdi, da je odgovor na raziskovalno vprašanje.

Učinkovitost čistila za kopalnico z enako koncentracijo je odvisna od vrste čistila. Pri enaki koncentraciji čistila za kopalnico je kupljeno čistilo bolj učinkovito kot domače.

NAČRT DELA

Glede na zastavljeno raziskovalno vprašanje zapiši načrt dela. Načrt naj bo zapisan po stopnjah. Z delom začni, ko je načrt pregledan.

A PRIPRAVA DOMAČEGA ČISTILA

- 0,1 dL alkoholnega kisa in 2 g sode bikarbone zmešamo 200 mL vode.

B PRIPRAVA RAZTOPIN Z ENAKO pH-VREDNOSTJO

- V prvo 50 mL čašo nalijemo 5 mL varekine in dodamo 45 mL vodovodne vode.
- V drugo 50 mL čašo nalijemo 20 mL domačega čistila in dodamo 30 mL vodovodne vode.
- Preverimo pH-vrednost obeh raztopin.
- Če je pH-vrednost raztopin različna, raztopine ustrezno razredčimo, da dobimo enako pH-vrednost v obeh čašah.

C PREVERJANJE UČINKOVITOSTI ČISTIL




- Epruvete označimo z A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2 in C3.
- V epruvete označene s črko A nakapamo 1 mL vodovodne vode. V epruvete označene s črko B nakapamo 1 mL rastlinskega olja. V epruvete označene s črko C natresemo polovico žličke apnenčastih kamenčkov.
- V epruvete označene s številom 1 nakapamo 1 mL vodovodne vode. V epruvete označene s številom 2 nakapamo 1 mL raztopine varekine. V epruvete označene s številom 3 nakapamo 1 mL domačega čistila.
- Na plastično folijo narišemo 3 črte z alkoholnim flomastrom. Na prvi kos vate nakapamo nekaj kapljic vode, na drugo kos raztopino varekine, na tretji kos pa raztopino domačega čistila.
- Z vato 10x enakomerno podrgnemo po črti narisani s flomastrom na plastično folijo.
- Opazujemo spremembe. Zapišemo opažanja in sklepe.

POTREBŠČINE

| pribor | kemikalije |
|---------------------|---------------------|
| tehnica | varekina |
| 2x 100 mL čaše | soda bikarbona |
| pH-lističi | alkoholni kis |
| 20 mL merilni valj | vodovodna voda |
| 9x epruvete | rastlinsko olje |
| stojalo za epruvete | apnenčasti kamenčki |

| | |
|---------------------|--|
| kapalke | |
| alkoholni flomaster | |
| plastična folija | |
| vata | |

PIKTOGRAMI

| SNOV | PIKTOGRAMI |
|-------------------|--|
| varekina |  |
| etanojska kislina |  |
| citronska kislina |  |

REZULTATI

Oblikuj tabelo za beleženje rezultatov. Tabela mora vsebovati opažanja in sklepe z razlago na delčni/simbolni ravni.

| EPRUVETA/ČRTA | OPAŽANJA | SKLEPI IN RAZLAGA |
|----------------------|-----------------|--------------------------|
| A1 | | |
| A2 | | |
| A3 | | |
| B1 | | |
| B2 | | |
| B3 | | |
| C1 | | |
| C2 | | |
| C3 | | |
| 1. ČRTA | | |
| 2. ČRTA | | |
| 3. ČRTA | | |

ZAKLJUČEK

Dobljene rezultate analizirajte in jih ustrezno interpretirajte na podlagi zgodbe.

Z eksperimentalno-raziskovalnim delom smo ugotovili, da je varekina veliko bolj učinkovita, kot domače čisto. Vendar je glede na piktograme veliko bolj nevarna za človeka in okolje. Pri mešanju čistil namreč nastaja zelo strupen plin klor. Zaključimo lahko, da je za domačo uporabo veliko bolj primerno doma narejeno čisto, saj lahko kljub nekoliko manjši učinkovitosti še vedno očistimo kopalniške površine.

DISKUSIJA

Na podlagi izvedbe eksperimentalno-raziskovalnega dela predlagaj možne izboljšave.

3.14 Mavrični bonboni

SOCIO-NARAVOSLOVNI PROBLEM

Manca je v soboto zvečer z družino gledala film. Med oglasi jo je pritegnila reklama o slastnih za oči vabljivih bonbonih brez barvil. V ponedeljek je Manca šla v šolo, kjer so imeli naravoslovni dan na temo barvil. Ugotovila je, da lahko barvila v flomastru loči s papirno kromatografijo in s tem izve barvno sestavo flomastra. Začela se je spraševati, ali lahko preveri, če so bonboni iz reklame res brez barvil. Učiteljici je povedala svojo dilemo. Učiteljica je bila navdušena nad idejo ter jo spodbudila, da samostojno izvede eksperiment pri izbirnem predmetu. Manca se je odločila, da bo nadgradila eksperiment še z drugimi barvnimi bonboni z naravnimi barvili ter jih med seboj primerjala.

RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Raziskovalna vprašanja:

1. Kako izločimo barvila iz različnih bonbonov?
2. Katera barvila so prisotna v različnih bonbonih?
3. Kako polarnost topila vpliva na izločanje barvil iz bonbonov?
4. Kako polarnost topila vpliva na topnost barvil?
5. Koliko barvnih komponent vsebujejo barvila v bonbonih?

Izbrano raziskovalno vprašanje:

Kako polarnost topila vpliva na izločanje barvil in barvnih komponent iz rdečih bonbonov?

Hipoteze za izbrano raziskovalno vprašanje:

Polarnost topila vpliva na količino izločenih barvil.



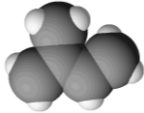
Čim bolj kot so barvila polarna, tem bolje se bodo izločila v polarnih topilih.

Na izločanje barvnih komponent vpliva polarnost topila in velikost delcev.

TEORETIČNA IZHODIŠČA

BARVA

Barvo delimo na fizikalno in kemijsko barvo. Fizikalna barva je posledica fizikalnih pojavov kot je disperzija, interferenca in uklon svetlobe. Kemijska barva pa je posledica prisotnosti snovi z kromofornimi skupinami. To so mesta v spojini z nakopičenimi π -elektroni. Zaradi mnogih prehodov elektronov med orbitalami, se sprošča energija, ki jo zaznamo kot svetlobo. V tabeli 1 so naštetih osnovni skeleti spojin, ki povzročajo obarvanje. (Boh in Slapničar, 2020).

| IME | KALOTNI MODEL |
|---------------------|---|
| derivati pirina |  |
| derivati pirimidina |  |
| derivati izoprena |  |



| | |
|-----------------|---|
| derivati kinona |  |
| derivati pirola |  |

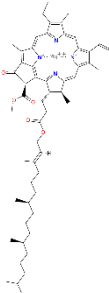
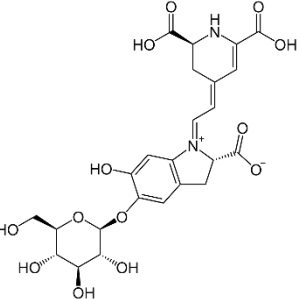
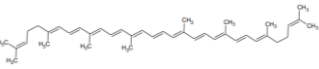
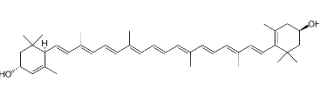
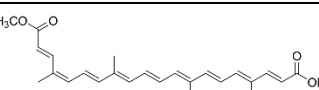
Tabela 5: Osnovni skeleti spojin, ki dajejo obarvanje in njihovi kalotni modeli. Siv krog predstavlja sliko modela atoma ogljika, bel krog predstavlja sliko modela atoma vodika, rdeč krog predstavlja sliko modela atoma kisika in moder krog predstavlja sliko modela atoma dušika.

Barvilne snovi, ki obarvajo predmete, delimo na barvila in pigmente. Barvila so raztopljena v raztopinah ali vezivih topna barvilna snov in so izključno organskega izvora, ki s kemijsko reakcijo, adsorbicijo ali difuzijo obarva druge materiale. Iz podlage ne se izpirajo. Pigmenti so netopni praški, ki so dispergirani v barvilni zmesi. Za ustrezno vezavo pigmenta na podlago je potrebno še dodatno vezivo. (Boh in Slapničar, 2020).

Barvila pridobivamo na dva načina, z ekstrakcijo ali kromatografijo. Ekstrakcija je metoda ločevanja na podlagi različnih topnosti. Iz trdne (ekstrakcija trdno – tekoče) ali tekoče zmesi (ekstrakcija tekoče – tekoče) izvlečemo želene spojine v drugo tekočo fazo s pomočjo ustreznega topila. Pri izbiri topila moramo biti pozorni, da topilo ne reagira s snovjo, ki jo želimo izločiti, vendar tvori vezi z njim. Pozorni moramo biti tudi, da se topilo enostavno izloči po končani ekstrakciji. Kromatografija je podrobneje opisana v nadaljevanju. (Boh in Slapničar, 2020).

NARAVNA BARVILA V HRANI

Barvila v hrani imajo pomembno vlogo, saj privabijo potrošnika, da izdelke kupijo. Prijetna barva hrane namreč kupca asociira na dober okus živila. V tabeli 2 je naštetih nekaj naravnih barvil, ki se jih uporablja v živilstvu. (Kotar, 2014).

| IME | DERIVAT | SKELETNA FORMULA | IZVOR | BARVA | UPORABA |
|----------|------------------|---|--|---------|--|
| krolofil | derivat pirola |  | kopriva, trava, lucerin | zelena | prelivi in okrasni pekarski izdelki, topljen sir, sadni jogurti, sladoledi ... |
| betanina | derivat pirola |  | rdeča pesa, morski organizmi | rdeča | sadni želeji, jogurti, žvečilni gumiji, bonboni, pekarski izdelki ... |
| likopen | derivat izoprena |  | rdeč paradižnik | rdeča | desertna živila, začimba ... |
| lutein | derivat izoprena |  | oranžni in rumeni listi, plodovi, cvetje, jajčni rumenjaki ... | rumena | deserti, prehranska dopolnila, aromatizirane omake, gorčica ... |
| anato | derivat izoprena |  | seme drevesa Bixa orellana | oranžna | margarina, maščobne emulzije, deserti, alkoholne pijače ... |

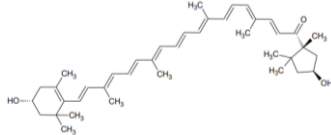
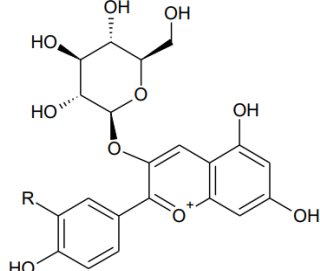
| | | | | | |
|-------------|------------------|---|---|-------|---|
| kapsantin | derivat izoprena |  | paprika | rdeča | siri, marmelade, kozmetični preparati ... |
| antocianidi | derivat pirana |  | tropine grozdja, rdečega zelja, češnje in črnega ribeza | bordo | marmelade, deserti, bonboni, kreme ... |

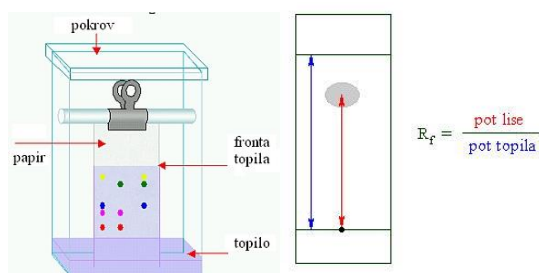
Tabela 6: Našteta so naravna barvila, podana je njihova skeletna formula ter izvor in uporaba. (Kotar, 2014).

KROMATOGRAFIJA

Kromatografija je metoda za ločevanje snovi, ki temelji na različni porazdelitvi sestavin zmesi med dvema fazama. Poznamo stacionarno in mobilno fazo. Stacionarna faza miruje in je navadno trdna ali tekoča. Mobilna faza, plinasta ali tekoča, je topilo, ki se giblje po stacionarni fazi. Poznamo dve vrsti kromatografije, tankoplastno kromatografijo in kolonsko kromatografijo. Na hitrost ločevanja vpliva polarnost topila in čiste snovi v mobilni fazi, različno močna adsorpcija čiste komponente na stacionarno fazo in različna velikost delcev čistih snovi. (Boh in Slapničar, 2020).

TANKOPLASTNA KROMATOGRAFIJA

Pri tankoplastni kromatografiji je najpogosteje stacionarna faza filter papir, mobilna faza pa je odvisna od sestave vzorca. Mobilna faza potuje po stacionarni fazi navzgor zaradi kapilarnega vlaka. Pri tem se snovi v vzorcu, ki jih naneseemo na startno črto, topijo v mobilni fazi in potujejo po stacionarni fazi navzgor. Različne čiste snovi, ki se raztopljene nahajajo v topilu, po stacionarni fazi potujejo z različnimi hitrostmi. Z kromatografijo zaključimo, ko topilo prileže do frontne črte. Kot rezultat ločevalnega postopka dobimo kromatogram, na katerem nastanejo lise z različnimi barvami. Izračunamo lahko tudi retencijski faktor, ki je značilen za vsako snov. To je razmerje med prepotovano potjo snovi in prepotovano potjo topila. Na sliki 1 je prikazana postavitve tankoplastne papirne kromatografije in primer kromatograma. (Boh in Slapničar, 2020).



Slika 34: Postavitve tankoplastne papirne kromatografije (levo) in kromatogram (desno)

IZBIRA TOPILA

Izbira topila pri kromatografiji je zelo pomembna. Glede na topnost snovi (v vzorcu) in topilu je namreč odvisno, koliko madežev bo nastalo na kromatogramu. Bolj je snov topna v topilu, dlje od startne črte bo nastal madež. Omenjena barvila (betanin, florofil in ksantofili) so v večini slabo topna v vodi ali netopna (karoteni). Zato je izbira topila, ki ima bolj nepolarne lastnosti ustrežnejša. (Kotar, 2014)

VIRI

- Boh Podgornik B., Slapničar M. (2020). *Naravne spojine v živih sistemih*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

- Kotar, A. (2014). *Izdelava e-učne enote o prehranskih barvilih naravnega izvora za 9. razred osnovne šole*. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

- a) Shematski prikaz načrta eksperimentalno-raziskovalnega dela, kjer bo jasno nakazana poštenost poskusa.
- ekstrakcija barvila iz bonbonov
 - priprava topila za kromatografijo
 - izvedba tankoplastne papirne kromatografije
- b) Seznam laboratorijskega inventarja in uporabljenih snovi, potrebnih za izvedbo načrtovanega eksperimentalno raziskovalnega dela.




Laboratorijski inventar/pripomočki

- Terilnica in pestič
- Čaša
- Merilni valj
- Bučke
- Kovinsko stojalo
- Kovinski obroč
- Filter papir
- Lij
- Epruvete
- Stojalo za epruvete
- Steklena komora za kromatografijo
- Kapalke
- Steklene kapilare

Uporabljene snovi

- rdeči Haribo, Perger
- voda
- aceton
- etanol
- heksan

Piktogrami

| SNOV | PIKTOGRAMI |
|--------|--|
| aceton |  |
| heksan |  |
| etanol |  |

REZULTATI

Rezultatov ne moremo predvidevati, ker ne vemo, katera barvila so v bonbonih. Posledično ne moremo sklepati na njihovo polarnost. Zato tudi ne moremo zapisati primerne topila oz. razmerja med topili. Če bi izvedle eksperimentalno delo, bi rezultate zapisale.

Glede na zapisano teorijo sklepamo, da bi razmerje topil, ki je nekoliko bolj nepolarno, privedlo do ugodnih rezultatov (barvila v bonbonih bi se po izvedeni kromatografiji ločila).

REŠITEV PROBLEMA

Ker rezultatov nimamo, ne moremo zapisati rešitve problema.

3.15 Rešitve mavrični bonboni

1. UVOD

Manca je v soboto zvečer z družino gledala film. Med oglasi jo je pritegnila reklama o slastnih za oči vabljivih bonbonih brez barvil. V ponedeljek je Manca šla v šolo, kjer so imeli naravoslovni dan na temo barvil. Ugotovila je, da lahko barvila v flomastru loči s papirno kromatografijo in s tem izve barvno sestavo flomastra. Začela se je spraševati, ali lahko preveri, če so bonboni iz reklame res brez barvil. Učiteljici je povedala svojo dilemo. Učiteljica je bila navdušena nad idejo ter jo spodbudila, da samostojno izvede eksperiment pri izbirnem predmetu. Manca se je odločila, da bo nadgradila eksperiment še z drugimi barvnimi bonboni ter jih med seboj primerjala.

RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

Kako polarnost topila vpliva na izločanje barvil in barvnih komponent iz rdečih bonbonov?

HIPOTEZA

Zapiši, kaj se vam zdi, da je odgovor na raziskovalno vprašanje.

Polarnost topila vpliva na količino izločenih barvil. Čim bolj kot so barvila polarna, tem bolje se bodo izločila v polarnih topilih. Na izločanje barvnih komponent vpliva polarlost topila in velikost delcev.

NAČRT DELA

Glede na zastavljeno raziskovalno vprašanje zapiši načrt dela. Načrt naj bo zapisan po stopnjah. Z delom začni, ko je načrt pregledan.

A EKSTRAKCIJA BARVILA IZ BONBONOV

1. V terilnici stremo bonbone.
2. Postopoma v terilnico dodajamo etanol.
3. Ko se vse barvilo izloči iz bonbonov izvedemo filtracijo.

B PRIPRVA TOPILA ZA KROMATOGRAFIJO

1. Bučke označimo A, B, C, Č, D, E, F, G, H
2. V bučke zmešamo različno razmerje polarnih in nepolarnih topil.
3. V tabelo si zapišemo razmerje polarnih in nepolarnih topil.




C IZVEDBA TANKOPLASTNE PAPIRNE KROMATOGRAFIJE

1. Zmes pripravljenega topila (A, B, C, Č, D, E, F, G, H) previdno prelijemo v stekleno kadičko do višine 1 cm.
2. Kadičko zapremo, da se nasiti s hlapi mobilne faze, kar pripomore k boljši ločbi zmesi barvil.
3. Na primerno veliko kromatografsko ploščo (širina 12 cm, dolžina 15 cm) s svinčnikom rahlo narišemo startno črto 2 cm od spodnjega roba. Pazimo, da pri tem ne poškodujemo plasti silikagela.
4. S stekleno kapilaro nanesemo vsakega od ekstraktov barvil bonbonov na startno črto tako, da se kromatografske plošče pod pravim kotom večkrat dotaknemo s kapilaro. Lise naj bodo na istem mestu in koncentrirane, zato nanos zmesi barvil nanesemo vsaj petkrat.
5. Pri odvzemanju drugega vzorca homogene zmesi barvil, stekleno kapilaro dobro speremo z vodo in obrišemo s papirjem.
6. Med posameznimi nanosi, mesto na kromatografski plošči osušimo. Pri nanašanju zmesi barvil s kapilaro pazimo, da ne poškodujemo plasti silikagela. Na kromatografski plošči označimo, kateremu ekstraktu pripada posamezna lisa na startni črti.
7. Kromatografsko ploščo z nanešenimi vzorci zmesi barvil previdno postavimo v kadičko, ki je nasičena s hlapi topila.
8. Ko topilo pripotuje približno dva centimetra do zgornjega roba plošče in se barvila ločijo, vzamemo kromatografsko ploščo iz kadičke. S svinčnikom takoj rahlo označimo mejo, do katere je pripotovala mobilna faza.
9. Topila iz kromatografske komore zlijemo v posebej za to označeno posodo.
10. Zapišemo opažanja in iz njih ustrezne sklepe.

POTREBŠČINE

| pribor | kemikalije |
|-----------------------------------|------------|
| terilnica in pestič | bonboni |
| čša | voda |
| merilni valj | etanol |
| bučke | aceton |
| kovinsko stojalo | heksan |
| kovinski obroč | |
| filter papir | |
| lij | |
| epruvete | |
| stojalo za epruvete | |
| steklena komora za kromatografijo | |
| kapalke | |
| steklne kapilare | |

PIKTOGRAMI:

| SNOV | PIKTOGRAMI |
|--------|--|
| aceton |  |
| heksan |  |
| etanol |  |

REZULTATI

Oblikuj tabelo za beleženje rezultatov. Tabela mora vsebovati opažanja in sklepe z razlago na delčni/simbolni ravni.

| TOPILO | RAZMERJE TOPIL | KROMATOGRAM | OPAŽANJA IN SKLEPI |
|--------|----------------|-------------|--------------------|
| A | | | |
| B | | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| C | | | |
| D | | | |
| E | | | |
| F | | | |
| G | | | |
| H | | | |

ZAKLJUČEK

Dobljene rezultate analizirajte in jih ustrezno interpretirajte na podlagi zgodbice.

Glede na zapisano teorijo sklepamo, da bi razmerje topil, ki je nekoliko bolj nepolarno, privedlo do ugodnih rezultatov (barvila v bonbonih bi se po izvedeni kromatografiji ločila).

DISKUSIJA:

Na podlagi izvedbe eksperimentalno-raziskovalnega dela predlagaj možne izboljšave.
