



Univerza v Ljubljani
Pedagoška fakulteta



Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.)

TEORETIČNO – RAZISKOVALNA NALOGA

Zunanji mentor:
asist. dr. Miha SLAPNIČAR, prof. kem., biol.

Zunanja mentorica:
Valerija TOMPA, mag. prof. pouč. kem., gosp.

Šolska mentorica:
Darja RIZMAL, prof. kem., biol.

Avtorice:
Tita PERC
Lea BILLA
Tajda ROŠER

Ljubljana, april 2022

POVZETEK

Ingver (*Zingiber officinale* Rosc.) je cvetoča trajnica, ki spada v družino ingverjev (Zingiberaceae). Rastlina se deli na liste, cvetove in podzemni del, izmed katerih se za uživanje uporablja korenika. Korenika vsebuje različne spojine, med katerimi je najpomembnejši gingerol, ki daje ingverju značilni pekoči vonj in okus. Za izolacijo ostalih spojin in eteričnih olj so potrebni različni eksperimentalni postopki, kot so različne vrste destilacije in ekstrakcije. Spojine, ki jih vsebuje ingver, delujejo protivnetno, protirakavo, analgetično, preprečujejo slabost in različne prebavne težave. Spojine, imenovane seskviterpeni, se nahajajo v eteričnem olju, med katerimi je najpomembnejši zingiberin. V teoretično-raziskovalni nalogi smo pregledale različne zdravilne učinke ingverja za pomoč pri raznovrstnih zdravstvenih težavah in le-te vključile v kontekst različnih primerov sob pobega. Sobe pobega se uporabljajo za izboljšanje učnih izkušenj in popestritev učnih ur kemije. Sobe pobega so priljubljene ravno zaradi vključevanja inovativnih in raznolikih atraktivnih miselnih problemov in različnih elementov za njihovo reševanje (kode, puzzle itd.). Raziskave, ki so bile opravljene v sklopu reševanja sob pobega v kemiji pri dijakih so pokazale, da sobe pobega pozitivno vplivajo na njihov interes za učenje kemije, izboljšanje kemijskega znanja in razvoj sodelovalnih veščin. Namen raziskave je bil med drugim tudi predstaviti različne možnosti izvedbe sobe pobega na temo zdravilnih učinkovin ingverja s spreminjanjem konteksta sob pobega in vključitvijo raznovrstnih nalog in čim bolj zanimivih pristopov za reševanje posamezne stopnje sobe pobega (puzzle, QR kode, labirinti, sestavljanje delov besedil). Glavni namen raziskave pa je bil ugotoviti, kakšni so zdravilni učinki ingverja in njegovih spojin ter na kakšen način si lahko pomagamo z njim pri premagovanju različnih zdravstvenih težav.

Ugotovitve kažejo, da ima ingver številne, raziskovalno potrjene zdravilne učinke, s katerimi si lahko pomagamo pri premagovanju različnih zdravstvenih težav in tako pripomoremo k izboljšanju našega zdravja. Poleg tega smo ugotovile, da bi bilo potrebno sobe pobega v večji meri vključevati v učne ure kemije, saj so dosedanje raziskave potrdile njihov vpliv na izboljšanje kemijskega znanja, motivacije za učenje kemije in razvijanja sodelovalnih veščin. V nadaljnje raziskave bi bilo potrebno vključiti sestavljene sobe pobega na temo zdravilnih učinkovin in preveriti uspešnost dijakov pri njihovem reševanju, ter ugotoviti vpliv reševanja sobe pobega na motivacijo za učenje kemije in mnenje dijakov o njihovi izkušnji z reševanjem sobe pobega (atraktivnost, inovativnost, skupinsko delo, želja po razrešitvi sobe pobega itd.).

Ključne besede: Zdravilne učinkovine, motivacija, soba pobega, seskviterpeni, ingver, gingerol.

ABSTRACT

Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) is a flowering perennial, belonging to the ginger family (*Zingiberaceae*). The plant divides into leaves, flowers and an underground part, of which the rhizome is used for consumption. The rhizome contains various compounds, among which the most important one is gingerol, which gives ginger its characteristic pungent odor and taste. Different experimental procedures, such as different types of distillation and extraction, are needed to isolate other compounds and essential oils. The compounds contained in ginger have anti-inflammatory, anti-cancer, analgesic effects, prevent nausea and various digestive problems. Compounds called sesquiterpenes are found in the essential oils, the most important of which is zingiberin. In our theoretical research project, we reviewed the various healing effects of ginger to help with a variety of health problems and included them in the context of different examples of escape rooms. Escape rooms are used to enhance the learning experience and enrich chemistry lessons. Escape rooms are popular precisely because of the inclusion of innovative and diverse attractive puzzles and various elements to solve them (codes, jigsaw puzzles, etc.). Researches conducted as part of solving escape rooms in chemistry among secondary school students have shown that escape rooms have a positive effect on their interest in learning chemistry, improving chemical knowledge and developing social skills. Purpose of the research was to present different types of escape rooms and the different ways of making them on the topic of healing substances of ginger by changing the context of escape rooms, including various tasks and finding the most interesting approaches to solve each level of an escape room (puzzles, QR codes, mazes, composing parts out of texts). The main purpose of the research, however, was to find out what the healing effects of ginger and its compounds are and how we can help ourselves in overcoming various health problems.

Findings show that ginger has many research-proven healing effects that can help you overcome a variety of health problems and thus help improve our health. In addition, we found that escape rooms should be included more in chemistry lessons, as previous researches have confirmed their impact on improving chemical knowledge, motivation of learning chemistry and developing social skills. Further research should include assembled escape rooms on the topic of healing effects and check the success of secondary school students in solving them, while determining the impact of solving escape rooms on motivation of learning chemistry and students' opinions about their experience with solving escape rooms (attractiveness, innovation, teamwork, desire to solve the escape room, etc.).

Keywords: Healing effects, motivation, escape room, sesquiterpenes, ginger, gingerol.

KAZALO

POVZETEK.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 RAZISKOVALNI PROBLEM IN NAMEN TEORETIČNO-RAZISKOVALNE NALOGE	1
2 ZGODOVINA INGVERJA	2
3 OPIS RASTLINE.....	2
3.1 Podzemni deli	2
3.2 Listi.....	2
3.3 Cvetovi	2
4 ZNANSTVENA KLASIFIKACIJA INGVERJA.....	4
5 SPOJINE INGVERJA	5
6 EKSPERIMENTALNI POSTOPKI IZOLACIJE SPOJIN INGVERJA.....	6
7 UPORABA INGVERJA V ZDRAVILNE NAMENE.....	8
7.1 Začetki uporabe ingverja	8
7.2 Zdravilne učinkovine ingverja in njihovo delovanje	8
7.3 Splošne antioksidativne lastnosti ingverja.....	9
7.4 Protivnetni in analgetični učinki ingverja.....	10
7.5 Ingver kot zaviralec slabosti	11
7.6 Preprečevanje črevesnih krčev in dispepsije	12
7.7 Preostali zdravilni učinki ingverja.....	13
8 SOBA POBEGA.....	13
8.1 Delitev sob pobega	14
8.1.1 DELITEV SOBE POBEGA GLEDE NA VRSTO REŠEVALNIH PROBLEMOV (PUZZLOV) 14	
8.1.2 DELITEV SOBE POBEGA GLEDE NA VRSTO NAMIGOV	17
8.1.3 DELITEV SOBE POBEGA GLEDE NA TEMO	17
8.1.4 DELITEV SOBE POBEGA GLEDE NA SPRETNOSTI IGRALCEV	17

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

8.2 Vpliv uporabe sobe pobega na človeka	18
8.3 Uporaba sobe pobega v kemiji	19
8.4 Vpliv sobe pobega na izboljšanje motivacije in interesa za učenje kemije	19
9 SKLEPI.....	20
10 PREDLOGI NADALJNJEGA DELA.....	21
11 1. PRIMER SOBE POBEGA: NOSEČNIŠKE TEGOBE.....	22
12 2. PRIMER SOBE POBEGA: ALI JE LAHKO INGVERJEVO PIVO TUDI ZDRAVO? 30	
13 3. PRIMER SOBE POBEGA: SKRIVNOST ZDRAVILNIH SPOJIN INGVERJA	35
11 LITERATURA	42
ZAHVALA	48

KAZALO SLIK

Slika 1: Cvetovi različnih vrst ingverja (Hills, 2022)	3
Slika 2: Cvet, steblo in koren ingverja (Hands on Life, 2015)	3
Slika 3: Zaprt cvet ingverja (Bharadwaj, 2015)	3
Slika 4: Koren ingverja (Danylchenko, 2021)	5
Slika 5: Strukturni formuli spojin gingerola in šogaola (Higashio, 2006).....	6
Slika 6: Koren ingverja in ingverjevo olje (Sharma, 2019)	7
Slika 7: Zdravilni učinki ingverja (Podnar, 2020)	9
Slika 8: Struktura različnih spojin gingerola (Dia idr., 2021).....	10
Slika 9: Izkopana ingverjeva korenina (Lawman, 2018)	11
Slika 10: Prisotnost vitamina B6 v živilih (Avguštin, 2020)	12
Slika 11: Real escape room v Asakusi (SCRAP, 2020).....	14
Slika 12: Skeletna formula molekule dopamina (Wikipedia, 2022).....	18

KAZALO TABEL IN SHEM

Tabela 1: Znanstvena klasifikacija ingverja (Wikipedia, 2020)	4
Tabela 2: Primerjava postopkov pridobivanja eteričnega olja ingverja (Kanadea in Bhatkhandeb, 2016)	7
Shema 1: Linearna pot reševanja (Perc, 2022)	16
Shema 2: Odprta pot reševanja (prav tam, 2022)	16
Shema 3: Multi-linearna pot reševanja (prav tam, 2022)	16

1 RAZISKOVALNI PROBLEM IN NAMEN TEORETIČNO-RAZISKOVALNE NALOGE

Ingver (*Zingiber officinale* Rosc.) je začimbna rastlina, ki raste v tropskem in subtropskem pasu. Zraste lahko do 50 cm visoko in oblikuje do 20 cm dolge korenine, ki jih največkrat uporabljamo v kulinariki in zdravstvu. Ingver predvidoma izvira iz jugovzhodne Azije in je ena izmed začimb, ki jih je človek spoznal med prvimi (pred več kot 2000 leti). Korenika ingverja ugodno vpliva na delovanje našega imunskega sistema, uporabljajo jo za zdravljenje simptomov slabosti, prebavnih težav, raka, različnih vnetnih stanj idr.

Ingver ima mnogo različnih vrst, ki se med seboj razlikujejo po dolžini stebela in debelosti listov ter barvi in količini snovi, ki jih vsebuje. Korenika vsebuje približno 1,5 do 3 % eteričnega olja, katerega sestava je močno odvisna od izvora rastline. Pomembne sestavine eteričnega olja so snovi gingeroli in šogaoli, ki jih najdemo v svežem oziroma posušenem ingverju in mu dajejo značilen okus. Prevladujoča sestavina ingverjevega olja je monociklični sesekviterpen zingiberin. Ingver vsebuje številne zdravilne spojine, s pomočjo katerih smo želele preko priprave različnih primerov sobe pobega predstaviti njihov zdravilni učinek. Soba pobega se je izkazala za učinkovito metodo pri reševanju problemov, pri čemer so v reševanje vključene različne uganke, kode, puzzle, problemi itd. Tovrstna metoda je bila s stališča raziskav zanimiva za dijake, saj je njihovo reševanje pozitivno vplivalo na izboljšanje interesa za učenje kemije, razvoj spretnosti dela v skupini, aktivnost posameznih članov skupine in najpomembnejše na raven usvojenega znanja. Pri samem reševanju sobe pobega, so udeleženci samostojni pri reševanju nalog, pri čemer imajo lahko na voljo tudi namige, ki jim pomagajo pri napredovanju v naslednjo stopnjo sobe pobega oz. njeni razrešitvi.

Namen raziskave je bil ugotoviti, kakšni so zdravilni učinki ingverja in njegovih spojin ter na kakšen način si lahko pomagamo z njim pri premagovanju različnih zdravstvenih težav. Prav tako je bil namen raziskave ugotoviti, kako vpliva način učenja s sobo pobega na udeležence in njihovo znanje. Raziskovalna naloga vključuje tudi primere sob pobeg, kjer preko različnih kontekstov (zgodb) pridemo do ugotovitev glede različnih zdravilnih učinkovin ingverja, uporabljeni so bili tudi različni elementi za primere sob pobega (puzzle, zrcaljeno besedilo, QR kode za dostop do spletnih strani, sestavljanje delov besedil, labirinti itd.).

V nadaljevanju so predstavljena teoretična poglavja, vezana na opis zgodovine ingverja, znanstveno klasifikacijo, zdravilne učinke ingverja, sobo pobega in primere sob pobega.

2 ZGODOVINA INGVERJA

Ingver je zdravilno sredstvo, ki se ga uporablja že več kot 2000 let pri premagovanju različnih zdravstvenih težav. Natančen izvor ingverja ni poznan. Domneva se, da izvira iz južne Kitajske, jugovzhodne Azije in Indije. V Sredozemlje so ga predvidoma prinesli trgovci v 1. stoletju. Na Japonsko so ga prenesli v 3. stoletju, v Anglijo v 11. stoletju in v Ameriko proti koncu 16. stoletja. Španci so ga kmalu po osvajanju Amerike prinesli tudi na zahod Indije in Mehike. Do leta 1547 so ingver izvažali v Španijo iz mesta Santiago (Encyclopaedia Britannica, 2012).

Ingver se v današnjem času pogosto goji v tropskih in subtropskih regijah sveta. Večina pridelka ingverja izhaja iz Azije in Afrike, pri čemer Indija velja za glavnega proizvajalca in izvoznika ingverja. Mesečni pridelek ingverja znaša več kot 21 000 ton, medtem ko letni pridelek več kot 200 000 ton (10 000 kg pridelka na osebo) (prav tam, 2012).

3 OPIS RASTLINE

Vse vrste ingverja so cvetoče trajnice. Nekatere vrste imajo dolga stebila in tanke liste, medtem ko imajo druge velike široke liste tropskega tipa z različnimi cvetovi (slika 1, poglavje 2.3 Cvetovi). Tudi ingver, ki ga gojijo zaradi svojih užitnih korenin, je vrsta cvetoče rastline. Vendar pa se užitna korenina ingverja običajno pobere še preden rastlina obrodi cvetove. Najbolj tipična vrsta ingverja je rumeni ingver, navadna rastlina ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) iz družine *Zingiberaceae*, ki je zgrajen iz različnih delov, t.j. podzemnega dela, listov in cvetov (LeafyPlace, 2022), ki so predstavljeni v nadaljevanju.

3.1 Podzemni deli

Za ingver je značilna odebeljena, razvejana korenika (podzemno steblo), ki je nepravilne oblike in velikosti. Korenika ima rjavo tanko zunanjo plast (običajno jo enostavno olupimo za uporabo) in blede rumeno sredico z vonjem po limoni (Plants of the World Online, 2021).

3.2 Listi

Ingverjevi poganjki, ki so visoki do 1,2 m, nastanejo vsako leto iz popkov na koreniki. Steblo je sestavljeno iz niza listnih osnov, ki so tesno ovite ena okoli druge z izmenično razporejenimi dolgimi (do 7 cm) in ozkimi (do 1,9 cm širokimi) srednje zelenimi listnimi ploščami (prav tam, 2021).

3.3 Cvetovi

Cvetoči deli rastline se nahajajo na krajših steblih. Imajo stožčaste konice, sestavljene iz zelenkasto rumenkastih listov. Cvetovi, ki segajo tik čez zunanji rob listov, so na začetku blede rumene barve in na koncu vijolične. Za cvetove so značilne rumenkaste pike. Cvetoča stebila se v gojenih rastlinah nahajajo zelo redko, oz. so celo brez njih (prav tam, 2021).

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

Na sliki 1 so prikazani cvetovi različnih vrst tropskega ingverja, ki se med seboj razlikujejo v sami barvi in obliki.



Slika 1: Cvetovi različnih vrst ingverja (Hills, 2022)

Na sliki 2 sta prikazani cvet, steblo in koren ingverja. Slika 3 prikazuje zaprt cvet ingverja.



Slika 2: Cvet, steblo in koren ingverja (Hands on Life, 2015)



Slika 3: Zaprt cvet ingverja (Bharadwaj, 2015)

4 ZNANSTVENA KLASIFIKACIJA INGVERJA

Ingver, latinsko poimenovan *Zingiber officinale* Roscoe, sodi v družino ingverjev. Najbolj znan je kot vir ostre aromatične začimbe, ki se pridobiva iz korenike omenjene rastline (slika 4). Njegovo znanstveno ime (*Zingiber*) izhaja iz grške besede "zingiberis", ki je nastala iz srednjeindijskega jezika, v katerem so začimbo poimenovali kot "singabera". Druge začimbe iz družine ingverjev (lat. *Zingiberaceae*) vključujejo kardamom (lat. *Elettaria cardamomum*) in kurkumo (lat. *Curcuma longa*) (Flora & Fauna Web, 2022).

Družina ingverjev se zlahka razlikuje od drugih družin v redu ingverjevci, in sicer po svoji aromi. Omenjena družina je največja družina v tem redu s 53 rodovi in več kot 1200 vrstami (Kress idr., 2010). Od 1200 vrst jih večino najdemo v tropski Aziji (približno 1000 vrst). Red ingverjevcev zajema 8 družin, od katerih je družina ingverjev ena največjih. Kot zanimivost lahko navedemo, da so v Maleziji odkrili več kot 150 divjih in gojenih vrst, imenovanih *Zingiberaceous*. Med njimi jih je bilo 40 do 50 uporabljenih v različne namene (Larsen, 1999). *Zingiberaceae*, družina rastlin ingverja in največja družina reda *Zingiberales* vsebuje približno 56 rodov in 1300 vrst. Glavni rodovi so: *Alpinia* (200 vrst), *Etingera* (110 vrst), *Curcuma* (100 vrst), *Globba* (100 vrst), *Zingiber* (100), *Renalmia* (75), *Riedelia* (75), *Amomum* (65), *Aframomum* (60), *Boesenbergia* (60), *Hedychium* (50), *Hornstedia* (50) in *Meisteria* (42) (Petruzzello, 2020).

V tabeli 1 je navedena znanstvena klasifikacija ingverja s pripadajočimi slovenskimi in latinskimi poimenovanji posameznih izmed kategorij.

Tabela 1: Znanstvena klasifikacija ingverja (Wikipedia, 2020)

Znanstvena klasifikacija	Slovensko poimenovanje	Latinsko poimenovanje
Kraljestvo	Rastline	Plantae
Deblo	Kritosemenke	Magnoliophyta
Razred	Enokaličnice	Liliopsida
Red	Ingverjevci	Zingiberales
Družina	Ingverjevke	<i>Zingiberaceae</i>
Rod	Zingiber	<i>Zingiber</i>
Vrsta	Pravi ingver	<i>Z. officinale</i> Rosc.



Slika 4: Koren ingverja (Danylchenko, 2021)

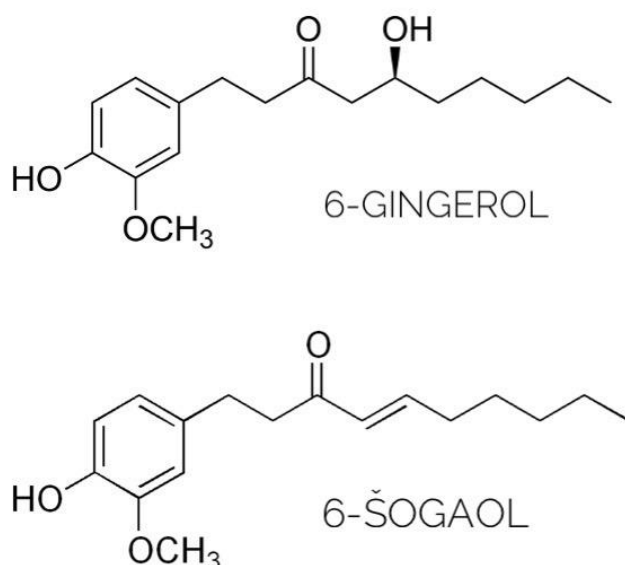
5 SPOJINE INGVERJA

Sveža ali posušena korenika ingverja se uporablja v obliki različnih pripravkov za zdravljenje raznovrstnih bolezni, eterično olje pa se uporablja lokalno kot analgetik.

Okus svežega ingverja je posledica različnih homolognih fenolnih ketonov, med katerimi je glavni gingerol. Gingeroli so glavne ostre spojine, ki se nahajajo v korenikah ingverja ter so toplotno nestabilni in jih je mogoče pretvoriti v ustrezne šogaole (Wang idr., 2014).

Gingerol (na sliki 5 poimenovan 6-gingerol) je glavna aktivna sestavina svežega ingverja. Navedena snov deluje protirakavo, protivnetno in antioksidativno. Protirakavo delovanje je posledica tega, da gingerol vpliva na različne biološke procese. Zavira apoptozo (celično smrt), regulira celični cikel, citotoksično aktivnost in inhibira angiogenezo (razvoj novega ožilja, ki med drugim povzroča razvoj metastaz) (Wohlmuth, 2005).

Spojina šogaol (na sliki 5 poimenovana 6-šogaol) ni sestavina svežega ingverja, temveč je prisotna samo v posušenem ingverju. Spojina 6-gingerola je prisotna v svežem ingverju, pri katerem lahko pod vplivom dovajanja toplote poteče proces dehidracije, ki privede do nastanka 6-šogaola (Wang idr., 2014). Spojini 6-gingerola in 6-šogaola se razlikujeta v tem, da ima 6-gingerol vezano eno hidroksilno skupino več, 6-šogaol pa vsebuje dvojno vez.



Slika 5: Strukturni formuli spojin gingerola in šogaola (Higashio, 2006)

6 EKSPERIMENTALNI POSTOPKI IZOLACIJE SPOJIN INGVERJA

Ingver uvrščamo med aromatične rastline, ki vsebujejo eterična olja. Eterično olje je koncentrat in hidrofobna tekočina hlapnih aromatskih spojin, kot so fenoli, polifenoli, terpenoidi, saponini, kinoni, estri, flavoni, flavonoidi, tanini in alkaloidi. Na podlagi spojin gingerol in šogaol, ki jih najdemo tudi v eteričnem olju ingverja, se ingverju pripisuje antimikrobno, antioksidativno, protiglivično, antiparazitsko, protivnetno in protivirusno delovanje (Wang, 2020).

Za pridobitev eteričnega olja iz ingverja je poznanih več metod, kot so destilacija, Soxhlet ekstrakcija in ekstrakcija s pomočjo ultrazvoka. Optimalni pogoji za ekstrakcijo so pri temperaturah med 60 in 80 °C (prav tam, 2020).

Ingverjevo olje pridobimo z metodo parne destilacije tako, da posušene korenike zmeljemo v grob prah, ki ga damo v destilator. Para prehaja skozi prah, pri čemer se ekstrahirajo hlapne spojine olja. Segreta vodna para omogoča prenos hlapnih spojin olja do vodno hlajenega hladilnika, kjer se eterično olje skupaj s paro utekočini in se izloča v zbirno posodo (prav tam, 2020).

V Indiji se odpadni material pri procesu destilacije uporabi za ponovno destilacijo z namenom pridobitve največjega možnega izkoristka eteričnega olja. Izkoristek eteričnega olja iz posušenih korenin ingverja je med 1,5 in 3,0 %. Preostali prah korenike vsebuje približno 50 % škroba, ki se lahko uporablja za krmo živali (prav tam, 2020).

Z eksperimentom so želeli ugotoviti katera metoda pridobivanja ingverjevega eteričnega olja (ekstrakcija, Soxhlet ekstrakcija, ekstrakcija z ultrazvokom, uporaba avtoklavskega mešalnika, mešalnik z ledom in soljo, mešalnik brez hlajenja) je najboljša. Pri eksperimentu so uporabili različne vrste ingverja, in sicer svež ter suh ingver. Obe vrsti ingverja sta bili kupljeni na lokalnem trgu. Uporabili so koščke narezanega ingverja v velikosti 1 do 2 mm. Tekom eksperimenta so bile proučevane različne metode pridobivanja olja (postopki), učinek topila, vpliv temperature in časa na količino ekstrahiranega ingverjevega olja. Tekom izvedbe eksperimenta je bil vzorec spremenjen z ustreznim spreminjanjem različnih spremenljivk

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

(temperatura, čas ekstrakcije, tlak in razmerje med ingverjem in topilom). Eksperiment je bil izveden pri temperaturah med 70 in 80 °C. Čas ekstrakcije je predstavljal čas, ki je bil potreben za izvedbo eksperimenta (1 ura do 1,5 ure). Razmerje med ingverjem in topilom je bilo 50 g vzorca ingverja na 200 ml topila (prav tam, 2020).

Iz eksperimentalnih rezultatov, predstavljenih v tabeli 2, je razvidno, da je bil za topilo izbran aceton, saj je imel le-ta največji izkoristek v primerjavi z drugimi topili. Sprememba tlaka in naraščajoče temperature je zmanjšala ekstrakcijsko količino. Ugotovljeno je bilo tudi, da je bila večina ingverjevega eteričnega olja destilirana v približno dveh urah. S podaljšanjem časa ekstrakcije je bila dosežena konstantna vrednost zbranega ingverjevega eteričnega olja. 80 °C je bila optimalna temperatura ekstrakcije. Največja količina olja (28,5 ml) je bila pridobljena s postopkom Soxhletove ekstrakcije s 57 % acetonom (Kanadea in Bhatkhandeb, 2016).

Tabela 2: Primerjava postopkov pridobivanja eteričnega olja ingverja (Kanadea in Bhatkhandeb, 2016)

Metode	Topilo	Količina ingverjevega olja (ml)
Soxhletova ekstrakcija	aceton	28,5
Ekstrakcija z ultrazvokom	aceton	27
Ekstrakcija z avtoklavom	aceton	16
Mešalnik z ledom in soljo	aceton	13
Mešalnik brez hlajenja	aceton	5

Na sliki 6 sta prikazana koren ingverja in pridobljeno eterično olje ingverja.



Slika 6: Koren ingverja in ingverjevo olje (Sharma, 2019)

7 UPORABA INGVERJA V ZDRAVILNE NAMENE

7.1 Začetki uporabe ingverja

Začetki uporabe ingverja so vezani predvsem na obdobje, v katerem je deloval sloviti kitajski filozof Konfucij (5. in 6. st. pr. n. št.), čeprav se je le-ta začel uporabljati že pred tem. Ingverjevo korenino omenjajo v zgodnjih sanskrtskih zapisih, pa tudi v grški, rimski in arabski zdravstveni literaturi starega veka. V srednjo Evropo so ingver prinesli križarji, ki so ga uporabljali predvsem kot začimbo. Stari Rimljani so ingver uporabljali tudi v lepotnih salonih. Skozi vsa leta je ingver postal najbolj priljubljen v Angliji in na skandinavskem polotoku, medtem, ko se je v ostalih delih Evrope pojavil dokaj pozno (Ryder in Leonie, 2010).

Ingver se je v Indiji in na Kitajskem že od antičnih časov dalje uporabljajal kot začimba in zdravilo. Po svojih zdravilnih lastnostih je bil znan tudi v Evropi od 9. stoletja dalje (v Angliji od 10. stoletja dalje). Tudi Indijanci so uporabljali koreniko divjega ingverja, in sicer za uravnavanje menstrualnega cikla in srčnega utripa (Young, 2005).

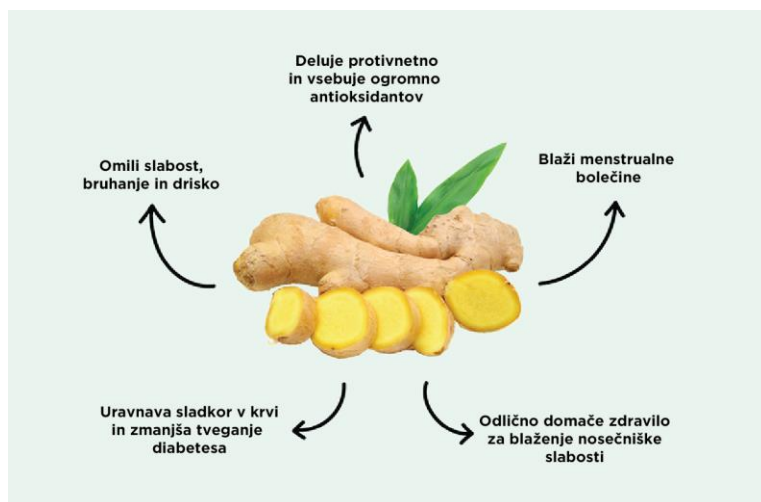
7.2 Zdravilne učinkovine ingverja in njihovo delovanje

Ingver se že od nekdaj tradicionalno uporablja za zdravljenje različnih bolezni na različnih delih sveta (za pomoč pri prebavi in pri zdravljenju želodčnih motenj, driske in slabosti). Nekatere ostre sestavine, ki so prisotne v ingverju, imajo močan antioksidativni in protivnetni učinek, nekatere izmed sestavin pa delujejo preventivno proti nastanku raka. Ingver vsebuje mnogo zdravilnih aromatičnih hlapnih olj, med njimi zlasti borneol, cineol, citral in felandren, ki mu dajejo značilen vonj in okus. Ingverjevo olje je bogato s seskviterpeni (najpomembnejši je zingiberin), ki blažijo vnetja. Poleg tega vsebuje tudi monoterpene in aldehide, ki delujejo na enega od najbolj razširjenih prehladnih virusov (Jeena idr., 2013).

Ingver na splošno velja za varno rastlino (Kaul in Joshi, 2001). Pomanjkanje popolnega razumevanja njegovih načinov delovanja vpliva na večjo previdnost pri njegovi terapevtski uporabi (Wilkinson, 2000).

Ingver naj bi deloval neposredno na prebavila, kar posledično zmanjša občutek slabosti, povzročene s kemoterapijo, potovalno slabostjo in operacijami. Najbolj znana pa je uporaba ingverja za preprečevanje nosečniške slabosti. Uporablja se tudi za zdravljenje različnih vrst drugih težav s prebavili, kot so zgaga, kolike, sindrom razdražljivega črevesja, plini, napenjanje, driska, izguba apetita in dispepsija (neugodje po jedi). Uporablja pa se tudi za zdravljenje migrene, prehladov in artritisa (Young, 2005).

Zdravilni učinki ingverja so zares vsestranski, kar prikazuje tudi slika 7, na kateri so navedeni nekateri izmed njih (zmanjšanje občutka slabosti, blaženje menstrualnih težav, protivnetno delovanje itd.) (prav tam, 2005).



Slika 7: Zdravilni učinki ingverja (Podnar, 2020)

Ingver vpliva tudi na izboljšanje krvnega obtoka in sproščanje perifernega ožilja, pomaga pri vnetem grlu, krepi izločanje slin, ugodno vpliva na delovanje jeter in zmanjšuje holesterol (Young, 2005).

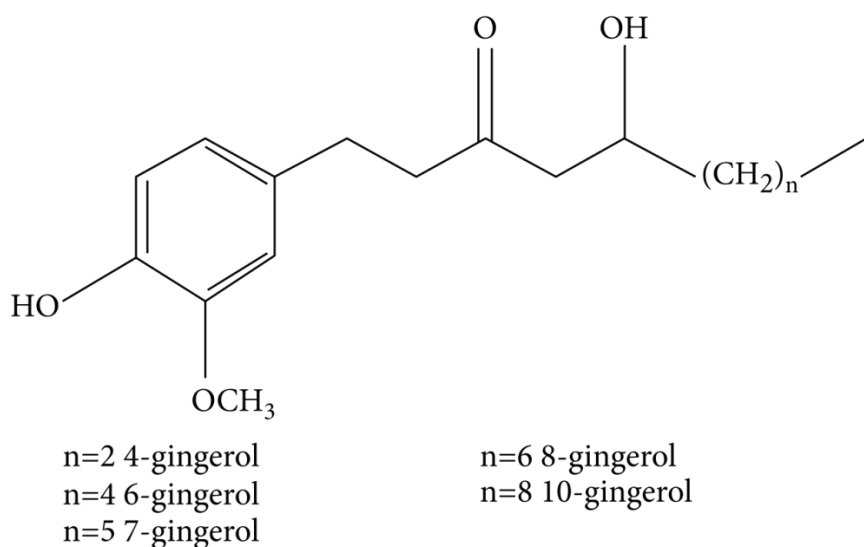
7.3 Splošne antioksidativne lastnosti ingverja

Prisotnost oksidativnega stresa v človeškem telesu (oblika celičnega staranja) je povezana s pojavnostjo številnih bolezni. Za zmanjšanje oksidativnega stresa so pomembni tudi antioksidanti, ki jih vsebuje ingver. Skupni mehanizem, ki je pogosto predstavljen za razlago delovanja in zdravstvenih koristi ingverja, je povezan ravno z njegovimi antioksidativnimi lastnostmi (Aeschbach, 1994; Ahmad idr., 2001). Ingver naj bi zmanjševal oksidativni stres pri starostnikih (Topic, 2002). Ščitil naj bi pred hepatotoksičnostjo, ki jo povzroča etanol (zatiranje posledic oksidativnega stresa v podganah, ki so prejemale etanol) (Mallikarjuna, 2008).

Ingverjeve korenine vsebujejo visoko vrednost skupnih antioksidantov, ki jo presegajo le granatno jabolko in nekatere vrste jagod (Halvorsen, 2002). Forbolni ester (TPA) spodbuja zmanjševanje oksidativnega stresa z aktiviranjem NADPH oksidaze. Dokazano je bilo, da je ingver zaviralec oksidativnega stresa, ki ga povzroča TPA, v celicah človeške promielocitne levkemije in v celicah jajčnikov kitajskega hrčka (Kim, 2002). Spojine ingverja zavirajo proizvodnjo superoksida, ki uravnava mnogo procesov v našem telesu (npr. uravnavanje krčenja krvnih žil) (Krishnakantha in Lokesh, 1993). Raziskave na podganah kažejo, da ingver zavira peroksidacijo lipidov v možganih in ščiti raven zmanjšane glutationa (najpomembnejši antioksidant v našem telesu) (Adedayo in Ayodele, 2010).

7.4 Protivnetni in analgetični učinki ingverja

Ena od številnih znanstvenih trditev, ki se pripisujejo gingerolu v ingverju (prikazan na sliki 8), je njegova domnevna sposobnost zmanjšanja vnetja, otekline in bolečine (Young, 2005). 6-gingerol, katerega zgradbo prikazuje slika 8, ima močne protivnetne in analgetične učinke. Raziskovani učinki manjših količin ingverja na telesno temperaturo podgan v mirovanju so potrdili, da so dobro prekrvavljene zadnje okončine podgan, zdravljenih s 6-gingerolom, povezane s povečano proizvodnjo toplote (višja temperatura), ki je posledica povečane porabe kisika in izločanja laktata (Eldershaw, 1992).



Slika 8: Struktura različnih spojin gingerola (Dia idr., 2021)

Večji odmerki sestavin ingverja (6-gingerola) so pokazali ravno nasproten učinek. Le-ta je zaviral porabo kisika, kar so pripisali motnji delovanja mitohondrija (Eldershaw, 1992). Ti rezultati so bili podprti v kasnejši raziskavi, v kateri so podgane, ki so dobile enkratno intraperitonealno injekcijo 6-gingerola, pokazale hiter, izrazit padec telesne temperature in znatno zmanjšanje hitrosti presnove (Ueki idr, 2008).

Ingver naj bi bil učinkovit pri zdravljenju vnetja, osteoartritisa (oziroma osteoporoze, ki je pogosta zdravstvena težava, pri kateri gre za degeneracijo sklepov v telesu, kar povzroča bolečine in okrnlost) in revmatizmu (Reginster, 2000). Pri bolnikih z osteoartritisom kolena se je v raziskavi (Altman in Marcussen, 2001) pokazal izrazito večji odziv na zdravljenje z izvlečkom ingverja v primerjavi s kontrolno skupino.

Raziskave, ki ocenjujejo učinkovitost ingverja pri bolnikih z osteoartritisom v kolenu, imajo sporne rezultate. Ena izmed raziskav (Altman in Marcussen, 2001) je pokazala, da ekstrakt ingverja učinkovito deluje na zmanjšanje simptomov in posledično manjšo uporabo protibolečinskih zdravil, druga raziskava pa je pokazala, da je bil učinek ingverja pri osteoartritisu pomemben le v prvem obdobju njegovega zdravljenja (Altman in Marcussen, 2001).

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

Bolniki z revmatoidnim artritisom oziroma splošnim nelagodjem v mišicah, ki so nekaj let uporabljali ingver v prahu kot prehransko dopolnilo, so poročali o lajšanju bolečine in otekline (Srivastava in Mustafa, 1992).

7.5 Ingver kot zaviralec slabosti

Ingver je bil od samega začetka uporabe verjetno največkrat uporabljen za lajšanje simptomov slabosti in bruhanja. Koristi in nevarnosti zeliščnega zdravljenja jeter in gastrointestinalnih težav so bile proučevane v raziskavah, v kateri so prišli do ugotovitev, da ingver pomaga pri razgradnji in izločanju črevesnih plinov (Langmead in Rampton, 2001; Wu, 2008). Več raziskav je pokazalo, da je ingver učinkovit kot antiemetik na splošno (Aikins in Murphy, 1998; Ernst in Pittler, 2000). Učinkovitost ingverja kot antiemetika je posledica njegovega karminativnega učinka, ki pomaga pri razgradnji in izločanju črevesnih plinov. To idejo so podprli rezultati naključnega preskušanja, v katerem so zdravi prostovoljci poročali, da ingver učinkovito pospešuje praznjenje želodca in spodbuja antralne kontrakcije (končna oblika kontrakcije želodca) (Wu idr., 2008).

Ingverjevo korenino, ki jo prikazuje slika 9, se običajno priporoča tudi za preprečevanje morske bolezni (Schmid, 1994). Ena izmed raziskav je namreč pokazala, da bi lahko 1g ingverja učinkovito zmanjšal subjektivno resnost morske bolezni pri mornarskih kadetih na odprtem morju (Grontved, 1988). Dodatne raziskave niso pokazale nobenih koristi uporabe ingverja za zdravljenje potovalne slabosti (Wood, 1988; Stewartidr, 1991).



Slika 9: Izkopana ingverjeva korenina (Lawman, 2018)

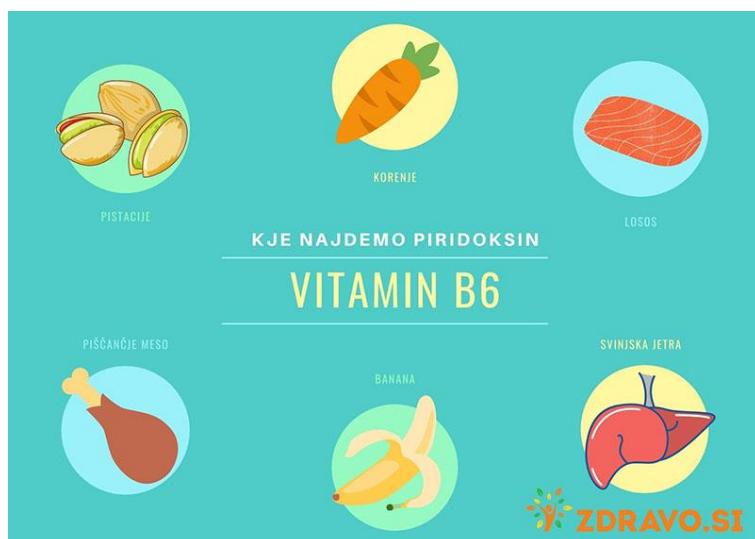
Raziskava je pokazala, da so imeli bolniki, ki so prejeli izvleček ingverja za zdravljenje osteoartritisa blage gastrointestinalne neželene učinke v primerjavi s skupino, ki je prejela placebo (Altman in Marcussen, 2001).

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

Natančen mehanizem delovanja ingverja namreč ni jasen, čeprav nekateri dokazi kažejo, da leta zavira serotoninse receptorje in ima svoje antiemetične učinke neposredno na prebavila in centralni živčni sistem (DerMarderosian in Beutler, 2006).

Naključna preskušanja kažejo, da čeprav ingver morda ni tako močan kot nekatera druga zdravila za lajšanje slabosti in bruhanja (Jewell in Young, 2000), ima njegova uporaba v zgodnji nosečnosti zelo malo neškodljivih stranskih učinkov (Niebyl, 1992; Jackson, 2001).

Učinkovitost ingverja so primerjali z učinkovitostjo vitamina B6, ki je prisoten v različnih živilih, kot je prikazano na sliki 10 (drugo priporočeno zdravljenje). V tem primeru se je dejansko izkazalo, da je ingver učinkovitejši od vitamina B6 (Rezaian, Sharifzadeh idr., 2018). Ti rezultati so bili še dodatno potrjeni v drugi raziskavi (Ensiyeh in Sakineh, 2009), v kateri so bile nosečnice s slabostjo in bruhanjem naključno razporejene v skupine, ki so prejemale 1g ingverja na dan ali 40 mg vitamina B6 na dan, zaporedoma 4 dni. Rezultati so pokazali, da sta bila v primerjavi z začetnim stanjem, slabost in bruhanje v skupini, ki je prejemale ingver, bistveno manjša od tistih, o katerih poroča skupina z vitaminom B6.



Slika 10: Prisotnost vitamina B6 v živilih (Avguštin, 2020)

7.6 Preprečevanje črevesnih krčev in dispepsije

Ingver je pomembno prehransko sredstvo, ki zmanjšuje črevesne krče in preprečuje dispepsijo (nelagodje po jedi v obliki bolečine v trebuhu) ter napenjanje (Ali, 2008). V raziskavi (Giacosa, Morazzoni idr., 2015) so proučevali učinke ekstrakta ingverja (100 mg na dan) na hitrost gibljivosti prebavil (praznjenje želodca itd.). Rezultati so pokazali, da ingver znatno poveča praznjenje želodca in spodbuja antralne kontrakcije v preiskovani skupini v primerjavi s placebom (Micklefield idr., 1999). Pri bolnikih s funkcionalno dispepsijo so v raziskavi (Hu, 2011) prišli do podobnih ugotovitev, saj ni prišlo do sprememb v dimenziji fundusa (zgornji del želodca), gastrointestinalnih simptomih ali serumski ravni črevesnih peptidov.

Ingver naj bi izboljšal tudi simptome, ki izhajajo iz zgornjih prebavil. Vendar pa obstaja premalo informacij o učinkih ingverja na motorično funkcijo želodca. Pri tem ima pomembno vlogo gingerol, ki spodbuja prebavo, lajša napenjanje in krče (Yang idr., 2016).

7.7 Preostali zdravilni učinki ingverja

Ingverjev čaj je odličen za poživitev in izboljšanje razpoloženja. Pomaga tudi pri hujšanju, saj izboljša izgorevanje maščob ter tako ohranja občutek sitosti. Poleg tega znižuje holesterol in krvni tlak (Gunathilake in Rupasinghe, 2015).

Eterično olje ingverja ogreje telo, saj izboljša cirkulacijo in pretok krvi. Uporablja se lahko tudi za zdravljenje okužb zgornjih dihalnih poti, kašlja in bronhitisa ter za preprečevanje pooperativne slabosti in bruhanja (Geiger, 2005).

Dokazano je, da svež ingverjev sok zdravi opekline na koži. Nekatere sestavine ingverja v svežem ingverjevem soku, kot so gingeroli, geranil, neral in druge, pomagajo pri različnih težavah, kot je prekomerno izpadanje las, glavobol, suh kašelj in prebavne motnje (Thampi, Menon idr., 2019).

8 SOBA POBEGA

Za sobe pobega je značilno, da temeljijo na ekipnih igrah z večjim številom igralcev. Igralci morajo pri tem odkrivati namige, reševati uganke in izpolnjevati različne naloge, da bi dosegli točno določen cilj. Ponavadi je cilj pobeg, včasih pa je bolj pomembna zgodba oziroma uganika. Za reševanje sobe pobega imajo na voljo omejen čas, med reševanjem pa imajo možnost pridobiti namige sestavljalca sobe pobega (Nicholson, 2015).

Sama izkušnja sobe pobega se začne že na samem začetku, ko sestavljalca sobe seznanijo igralce s pravili igre in jim razloži njen potek. V primeru, ko se soba pobega navezuje na zgodbo, si lahko igralci ogledajo videoposnetek, v katerem je ta predstavljena oziroma si jo preberejo. Ko so igralci seznanjeni s sobo pobega, se začne odšteti čas, predviden za njeno reševanje (prav tam, 2015).

Sobe pobega (angl. *escape room*) so šele pred kratkim doživele hitrejšo rast v njihovi popularnosti, kajti njihov prvi dokumentiran začetek je šele iz leta 2007. Najstarejša in najbolj dokumentirana dejavnost, ki bi jo lahko povezali s sobami pobega današnjega časa, se je imenovala igra pobega (angl. *escape game*). Le ta je bila v lasti podjetja SCRAP, pod drugim imenom poznano tudi kot Real Escape Game. Igra se je izvajala na Japonskem v Kyotu, julija 2007, kot enosobna igra za 5 do 6 igralcev. Z leti je SCRAP še naprej vodil sobe pobega, a je postal poznan tudi po dogodku Real Escape Game Event, kjer je v ogromni sobi vključenih tudi na tisoče ljudi (prav tam, 2015). Vhod v Real Escape Game prikazuje tudi slika 11.

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022



Slika 11: Real escape room v Asakusi (SCRAP, 2020)

Leta 2012 je popularnost sob pobega hitro narasla. Popularnost se je širila iz Azije v Evropo, kjer je bila večina sob pobega na Madžarskem. Iz Evrope se je soba pobega razširila v Avstralijo, Kanado in nazadnje še v ZDA. Poleg podjetja SCRAP na Japonskem so se kot dobre in unikatne sobe pobega uveljavile še: Parapark v Budimpešti, Hinthunt v Londonu in Escape the Room v New Yorku (Nicholson, 2015).

8.1 Delitev sob pobega

Sobe pobega se lahko razdeli na več različnih načinov. Vsaka soba pobega ima svojevrstne lastnosti, ki jo delajo unikatno, poleg tega pa vplivajo tudi na njeno težavnost in tip igralcev, katere bo le-to privlačilo.

Sobe pobega delimo glede na: 1) sestavo problemov, ki jih morajo igralci rešiti (puzzle), 2) vrsto namigov, 3) temo, 4) spretnosti igralcev in 5) glede na to, ali je soba pobega uporabljena v poučne namene ali ne (Wiemker idr., 2015).

8.1.1 DELITEV SOBE POBEGA GLEDE NA VRSTO REŠEVALNIH PROBLEMOV (PUZZLOV)

Reševalni problemi (puzzli) se v sobah pobega uporabljajo za postopno napredovanje. Njihova vrsta in oblika sta odvisni od sestavljalca sobe. Na splošno velja, da se morajo reševalni problemi povezovati s temo, biti medsebojno povezani in biti razumljivi igralcem na podlagi informacij in predmetov, ki so jim na voljo v sobi pobega. Zaradi skupinskega dela v sobah pobega, so puzzli ponavadi oblikovani tako, da je pri njihovem reševanju vključen vsak član. Na osnovni ravni se reševalni problemi (puzzli) delijo glede na samo zgradbo (problem, ki ga je treba rešiti; rešitev in nagrado za premagovanje omenjenega problema). Rešitev problema je skrita, preko nje pa morajo igralci rešiti problem, da pridejo do nagrade (prav tam, 2015).

Puzzli so ponavadi bolj dodelani in se med seboj prepletajo. Razlikujemo mentalne, fizične in meta puzzle. Za mentalni puzzle je značilna uporaba logike in sposobnosti mišljenja igralca.

Za rešitev takega problema je potrebno, da zna igralec smiselno sklepati, korelirati in dešifrirati namige. Za fizične puzzle je značilna uporaba fizičnih in resničnih predmetov za rešitev nekega problema. Uporablja se jih, ko želimo igralcem ponuditi izziv, ki je ponavadi časovno omejen in testira fizične sposobnosti igralcev. Mentalni in fizični puzzli se lahko med seboj prepletajo in se uporabljajo v kombinaciji. Obstaja še t.i. meta puzzle, ki pa se ne more šteti kot svoja vrsta puzzle in se ponavadi uporablja kot zadnji reševani problem sobe pobega. V meta puzzle končna rešitev izhaja iz rešitev prejšnjih puzzlov, potrebno pa je, da so problemi različni in da končni puzzle izhaja iz vsaj dveh drugih (prav tam, 2015).

Puzzli se delijo tudi glede na različne poti reševanja. Te poti se med seboj razlikujejo glede na težavnost puzzlov in glede na obliko. Obstajajo trije temeljni pristopi, po katerih lahko igralci rešujejo probleme (linearni, odprti in multi-linearni). Omenjeni pristopi so prikazani na shemah 1, 2 in 3. Na shemi 1 je predstavljena linearna pot, kjer so puzzli narejeni po vrstnem redu. En puzzle vodi do drugega, zadnji puzzle pa vedno vodi do rešitve (prav tam, 2015).

Linearna struktura je najlažja struktura za sestavljanje oz. za reševanje. Negativna plat navedene strukture je ta, da jo lahko rešuje zgolj ena oseba. To pomeni, da bodo ostali igralci medtem pasivni. Ravno zato je zelo pomembno, da med seboj mešamo različne strukture.

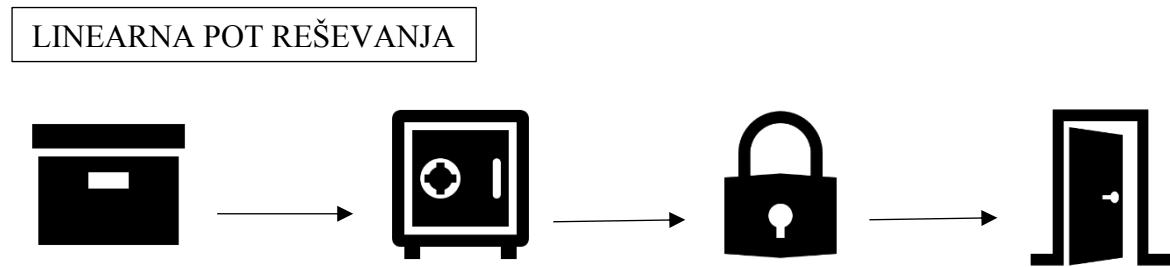
Na shemi 2 je predstavljena odprta struktura, pri kateri lahko probleme rešujemo v poljubnem vrstnem redu. To ne velja za končno uganko, ki je ponavadi meta puzzle. To pomeni, da je za rešitev končnega problema potrebno najprej rešiti vse ostale. Problemi, ki imajo odprto strukturo, so igralcem težji, saj ni jasno, kje začeti z njegovim reševanjem (prav tam, 2015).

Odrpta struktura je dobra izbira pri večjem številu igralcev, ker daje vsem udeležencem možnost za sodelovanje (prav tam, 2015).

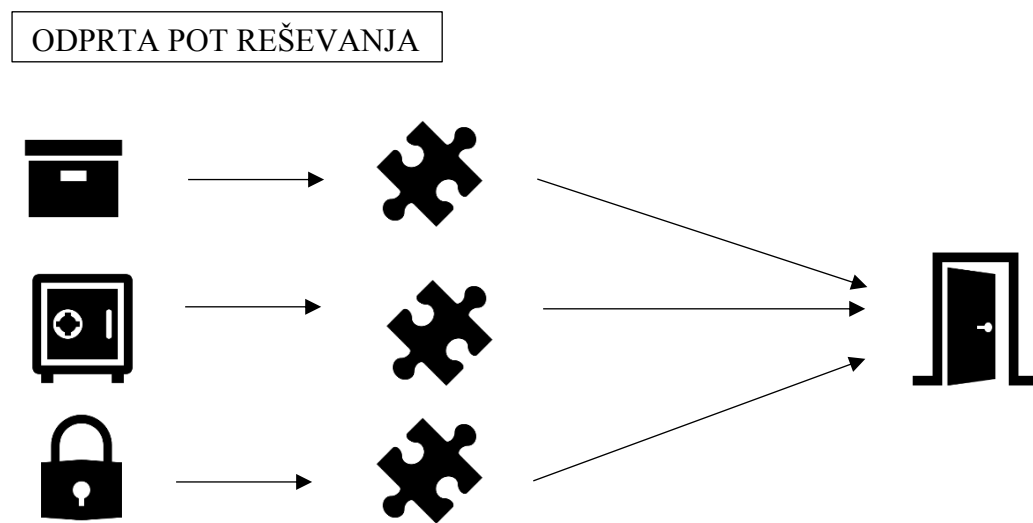
Zadnja vrsta strukture je predstavljena na shemi 3. Gre za multi-linearno strukturo, ki je sestavljena iz linearne in odprte strukture. Poti reševanja se med sabo prepletajo, sekajo in imajo lahko več končnih točk. Multi-linearna struktura je najtežja za rešiti ravno zaradi prepletanja poti (prav tam, 2015).

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

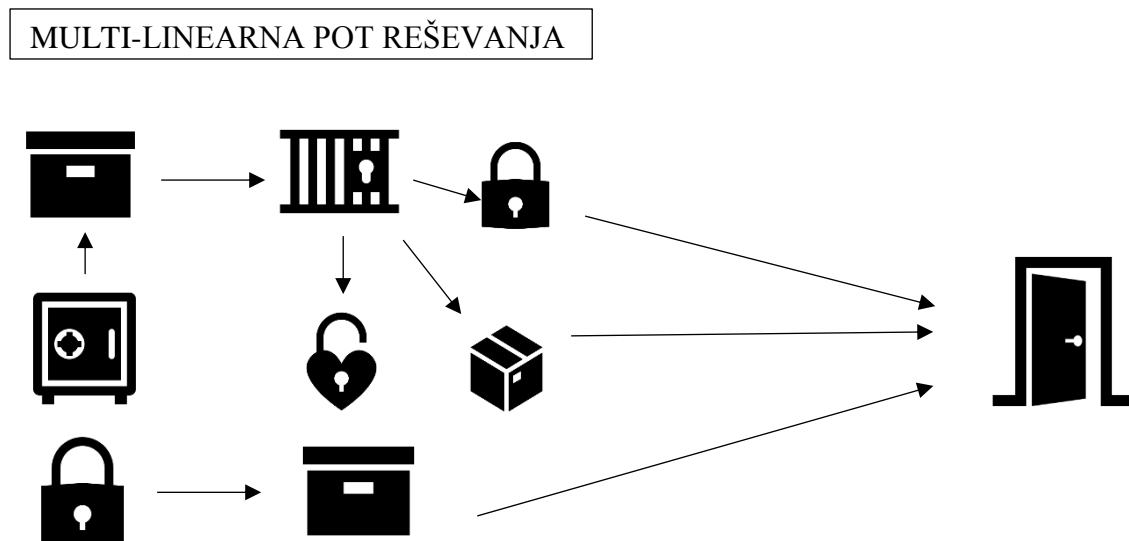
Shema 1: Linearna pot reševanja (Perc, 2022)



Shema 2: Odrpna pot reševanja (prav tam, 2022)



Shema 3: Multi-linearna pot reševanja (prav tam, 2022)



8.1.2 DELITEV SOBE POBEGA GLEDE NA VRSTO NAMIGOV

Vrsta namigov in njihovo število je odvisno od sestavljalca sobe pobega. Sestavljalca se lahko tudi odloči, da ne bo ponujal namigov, kar pa se ne zgodi pogosto. Namigi se delijo glede na način, kako jih igralci dobijo in glede na to, kdaj ter koliko jih dobijo. Namige lahko dobijo zvočno, to je preko telefona, videa, itd. Tak način je najbolj učinkovit in najpogostejši. Lahko pa jih dobijo tudi napisane na papirju ali osebno (sestavljalec je prisoten oz. pride, ko je poklican). Pri neomejenem številu namigov si lahko igralci pomagajo kadarkoli želijo, pri nastavljenem številu namigov pa imajo le-te omejene. Namige si lahko prislužijo z reševanjem ugank ali kupijo z denarjem. Sestavljalca lahko reševalcem ponudi namige tudi zaradi pomanjkanja časa (Wiemker idr, 2015).

8.1.3 DELITEV SOBE POBEGA GLEDE NA TEMO

Čeprav so dobri reševalni problemi pomembni za oblikovanje dobre sobe pobega, je ključnega pomena, da soba pobega vključuje čim bolj zanimivo temo. Vsi navedeni elementi dajejo sobi pobega zanimivost in privlačijo igralca, da se bolj zatopi v dejavnosti sobe pobega. Dejavniki, ki vplivajo na temo, so prisotni povesod (dekoracija sobe pobega in njena tematizacija, puzzli in njena zgodba). Vse omenjeno naj bi se med seboj povezovalo za najboljšo izkušnjo. Tema je lahko poljubna, ampak se običajno vrti okoli motiva pobega. Najbolj pogoste so teme, ki vključujejo zombije, vampirje, pobeg iz zapora, bolnišnice, itd. (prav tam, 2015).

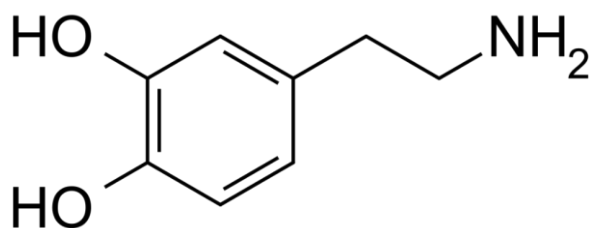
8.1.4 DELITEV SOBE POBEGA GLEDE NA SPRETNOSTI IGRALCEV

Soba pobega je mešanica mentalnih in fizičnih izzivov, pri katerih je le redko potrebno imeti veliko predznanja ali fizične moči. Igralci morajo pri reševanju sobe pobega večino časa razmišljati, pri čemer so del skupine, v katerije vsak izmed članov aktiven. To jim zagotavlja, da so bolj učinkoviti in da spretnost posameznika ni tako pomembna kakor skupinsko delo. Bolj unikatna in raznolika kot je skupina, večjo možnost imajo, da jim uspe pobegniti iz sobe pobega. Določene spretnosti, ki naj bi jih imela skupina pri reševanju sobe pobega so:

- Iskanje (skritih predmetov ali namigov),
- opazovanje in zaznavanje (vedeti morajo, kaj je nujno potrebno raziskati v sobi pobega),
- korelacija (sposobnost povezovanja pravih namigov s pravih puzzli; korelacija je dobra predvsem za reševanje meta puzzlov),
- spomin (sposobnost zapomniti si zaporedja števil ali simbolov),
- matematične sposobnosti (karkoli povezano s številkami ali matematiko na sploh),
- besedne spretnosti (anagrami, kriptogrami oz. karkoli povezano s črkami),
- prepoznavanje vzorcev (npr. zaporedja števil, itd.),
- razdeljevanje predmetov (sposobnost razdeliti sobe, predmete, itd. na različne dele) (prav tam, 2015).

8.2 Vpliv uporabe sobe pobega na človeka

Sobe pobega niso le zabavne, ampak pripomorejo tudi k izboljšanju našega zdravja (delovanje na možgane) in vsesplošnega delovanja (medsebojne odnose, uspeh v šoli in službi, itd.). Ko rešimo določen problem ali puzzle, se nam poveča količina dopamina v možganih. Dopamin (katerega struktura je vidna na sliki 12) je neurotransmitor in igra pomembno vlogo pri čustvovanju in občutku zadovoljstva. Predstavlja velik del našega mišljenja, načrtovanja, osredotočenosti, zanimanja in motivacije (Rajeevkaila, 2018).



Slika 12: Skeletna formula molekule dopamina (Wikipedia, 2022)

Dopamin pripomore k pozitivnem mišljenju, boljši koncentraciji, izboljšanju spomina in socialnih veščin. Ker se nam po rešitvi miselnega problema poveča količina dopamina v možganih, nas to spodbudi in motivira k temu, da najdemo vedno težje probleme, saj s tem pridobimo vedno več dopamina. Postopna rast dopamina v možganih pripomore k manjši utrujenosti, hkrati pa se počutimo bolj energično. Zaradi vseh naštetih pozitivnih lastnosti sobe pobega le-ta na splošno vpliva na izboljšanje našega počutja (prav tam, 2018).

Sobe pobega so dobre tudi za izboljšanje sposobnosti komunikacije, veščin skupinskega dela in navezavo novih stikov. Zaradi skupinskega dela smo osredotočeni na delovanje skupine kot celote, namesto kot posameznik, kar na splošno velja za dobro in uporabno lastnost v življenju. Skupinsko delo nam omogoča izboljšanje sodelovanja in pridobivanja socialnih veščin v službi, v šoli in doma (prav tam, 2018).

Sobe pobega nam lahko omogočajo tudi zadostno količino dnevne fizične aktivnosti. Zaradi tega se nam zmanjša holesterol, krvni pritisk in tveganje za srčno kap. Možnost razvoja srčne bolezni se zmanjša za 50 %, zniža se nam tudi raven stresa. Zaradi manjše količine stresa se nam posledično zmanjša tudi tveganje za možgansko kap, astmo in razjede na želodcu (prav tam, 2018).

8.3 Uporaba sobe pobega v kemiji

Sobe pobega se pri kemiji največkrat uporabljajo v obliki izobraževalnega sredstva. Lahko bi se uporabljale tudi za grajenje medsebojnih odnosov in skupinskega dela, kar so ene izmed dobrih značilnosti, potrebnih za opravljanje laboratorijskega dela (Veldkamp idr., 2021).

Rezultati raziskav (Christophy, 2020; Mathieson in Duca, 2021; Veldkamp idr., 2021), ki so vključevale sobe pobega kažejo, da so učitelji učencem ponudili raznolike dejavnosti, ki zahtevajo več spretnosti in skupinskega dela. Učenci so uživali v zastavljenih problemih in njihovem reševanju, kar je zanimivo glede na sestavo in težavnost sobe pobega. Tako učenci kot učitelji so se strinjali, da so sobe pobega primerne za obdelavo snovi, vaj in ocenjevanja naravoslovnih veščin (Veldkamp idr., 2021).

Vpliv sobe pobega je bil proučevan tudi v okviru eksperimenta Escape Malta, ki ga je financiral Erasmus+. Cilj projekta je bil igralcem omogočiti prijetno izkušnjo in posledično bolj samozavestno interakcijo z naravoslovnimi vsebinami na dodiplomski ravni, ne glede na njihovo znanje. Poleg navedenega je bil eden izmed ciljev tudi ugotoviti, ali so se igralci udeležili sobe pobega zaradi teme (kemija) ali zaradi česa drugega ter kako eksperiment vpliva na znanje kemije (Mathieson in Duca, 2021). Vprašanja v sobi pobega so bila odprtega tipa. V raziskavi je sodelovala skupina 76 igralcev, ki so bili stari med 8 in 69 let. 55 % je bilo žensk, 45% pa moških. Odgovore so pridobili z anketo, v kateri so bila podana vprašanja glede starosti, spola, splošnih izkušenj ter predhodnega zanimanja za naravoslovje in udeležbo. Ankete so bile anonimne in so bile izvedene takoj po končani izvedbi sobe pobega. Rezultati so pokazali, da je bila več kot tretjina udeležencev udeleženi v sobi pobega zaradi kemije. Približno polovica udeležencev je odgovorila, da jih zgolj nekoliko zanima kemija, vsi pa so izrazili zanimanje za sodelovanje pri podobnih dogodkih. Četrtnina udeležencev je odgovorila, da se je naučila nekaj kemije, več udeležencev pa je potrdilo, da je to dober način učenja kemije. Le ena oseba je mislila, da soba pobega ni primerna za učenje, saj je imela težave z učenjem v okviru skupinskega dela.

Visoka udeležba nakazuje na to, da soba pobega pomaga razširiti zanimanje in znanje kemije oz. ostalih ved (prav tam, 2021).

8.4 Vpliv sobe pobega na izboljšanje motivacije in interesa za učenje kemije

Raziskavi (Christophy, 2020; Veldkamp idr., 2021) sta pokazali, da sobe pobega izboljšajo motivacijo in interes učenja na splošno in ne samo učenja kemije. Soba pobega dajejo učencem možnost razvijanja veščin skupinskega dela, kar pa pri samem pouku ni pogosto uporabljeno predvsem zaradi prevladujočega samostojnega dela. Pri reševanju sobe pobega člani skupine medsebojno sodelujejo in se spodbujajo pri reševanju problemov. Učitelji učence med reševanjem sobe pobega opazujejo, kako se obnašajo ter na kakšen način rešujejo probleme. Učencem so ponavadi ponujeni namigi, ki pa so odvisni od učitelja. Učitelj se lahko odloči, da bo sobo pobega uporabil za ocenjevanje in jim zmanjšal oz. zvišal oceno glede na hitrost reševanja problemov in količino namigov, ki jim jih ponudi (Christophy, 2020).

V raziskavi (Christophy, 2020) je bil narejen eksperiment v učilnici kemije in laboratoriju, kjer so imeli učenci 80 minut časa, da so rešili sobo pobega. Glede na njihovo predhodno pridobljeno znanje so morali z različnimi raztopinami (njihovo pripravo) rešiti določene probleme. Učenci so se bolj odrezali v eksperimentu kot na preizkusih znanja, saj so bili bolj sproščeni in manj pod vplivom stresa. Prav tako so imeli na voljo več časa. Ker so bili obdani z vrstniki, jih je to motiviralo, da probleme rešujejo skupaj ter čim hitreje. Reševali so 3 kemijske probleme, ki jih je večina opravila zelo dobro. Ocenjevani so bili še na podlagi varnosti in količine namigov.

Izboljšanje motivacije pri učenju kemije prav tako dokazuje eksperiment, ki je bil opravljen na Nizozemskem. V njem je sodelovalo 50 učiteljev in 270 dijakov, ki so bili izbrani iz 100-ih nizozemskih srednjih šol. Soba pobega je bila zasnovana na temo biologije in kemije. Pred začetkom igre so učitelji predvajali videoposnetek, ki je dijakom razložil pravila sobe pobega, predvsem pa so poudarili pomembnost skupinskega dela. Skupine v razredu so bile sestavljene iz 4 do 6 igralcev, ki so reševale enak sklop šestih vsebinsko povezanih kognitivnih puzzlov. Učitelji so ves čas nadzorovali dijake in preverjali njihove rešitve. Igra se je končala, ko je prva ekipa odprla zaklenjeni sef v 40 minutah. Podatki so bili pridobljeni preko opazovanj učiteljev in vprašalnika, ki je bil izdan dijakom in učiteljem takoj po opravljeni sobi pobega. Eksperiment in odgovori dijakov ter učiteljev so pokazali, da je bila soba pobega za njih prijetna izkušnja. Večina dijakov (88 %) je imela pozitivno izkušnjo s sobo pobega, 3 % dijakov so odgovorili, da so imeli negativno izkušnjo. Dijaki so najbolj cenili elemente igre, sledilo je delo in učenje v sobi pobega, nazadnje pa izkušnje. Manj pogosto so bili omenjeni elementi kot so zmaga, tekmovanje ali nagrade, najbolj pa so bili cenjeni raznoliki puzzli in odkrivanje novih snovi. Analiza opazovanj v razredu je potrdila, da so dijaki vedenjsko angažirani. Neprestano se ukvarjajo s predmeti in materiali, prav tako pa o puzzlih razpravljajo s člani skupine. Skozi igro je bilo pri dijakih opazno navdušenje, frustracija, napetost, ipd. (Veldkamp idr., 2021).

9 SKLEPI

Ingver (*Zingiber officinale* Rosc.) je cvetoča trajnica, ki spada v družino ingverjev (Zingiberaceae). Rastlina je sestavljena iz treh delov (listi, cvetovi in podzemni del).

Ingver se uporablja že več kot 2000 let v različne namene, v Evropi pa je po svojih zdravilnih lastnostih postal znan šele od 9. stoletja dalje. Zdravilni učinki ingverja so posledica vsebnosti številnih spojin. Najpomembnejša naravno prisotna spojina je gingerol, ki daje ingverju značilen pekoči vonj in okus. Za izolacijo nekaterih drugih spojin so potrebne različne vrste destilacije in ekstrakcije. Ingver vsebuje tudi seskviterpene, ki se nahajajo v eteričnih oljih. Najpomembnejši seskviterpen je zingiberin.

Spojine, ki jih vsebuje ingver najpogosteje delujejo protivnetno, protirakavo, analgetično in hkrati preprečujejo slabost in različne prebavne težave. Nekateri izmed navedenih učinkov so predstavljeni v primerih sob pobega, s katerimi smo želele poudariti delovanje nekaterih ingverjevih spojin in preko določene zgodbe udeležencem razkriti skrivnost zdravilnih spojin ingverja.

V zadnjem času se povečuje uporaba sob pobega v izobraževalne namene tudi na področju kemije, saj je mogoče z njihovo pomočjo izboljšati znanje, povečati motivacijo in spodbuditi razvoj sodelovalnih veščin preko skupinskega dela in aktivnost posameznih članov skupine. Pri tem je pomembno, da so v same sobe pobega vključeni različni miselni problemi in elementi sob pobega, s katerimi povečamo njihovo atraktivnost in željo po njihovi razrešitvi. Navsezadnje pa je pomembno tudi, da je kontekst sobe pobega čim bolj zanimiv in da se udeleženci pridobijo novo, uporabno in vseživljenjsko znanje.

10 PREDLOGI NADALJNJEGA DELA

Zaradi zanimivosti in učinkovitosti metode sobe pobega glede na rezultate raziskav, proučevanih v raziskovalni nalogi na temo naravoslovja oz. kemije, bi bilo smiselno tudi z našo raziskavo preizkusiti in preveriti veljavnost omenjenih dejstev. Nadaljnje delo (praktično oz. raziskovalno delo) bi bilo usmerjeno v izvedbo raziskave, ki bi bila vezana na reševanje sestavljenih sob pobega na temo zdravilnih učinkovin ingverja. Skupine bi imele 3 do 4 člane, pri čemer bi jih oblikovali tako, da bi bili v njih dijaki z različno stopnjo predznanja. V raziskavo bi lahko vključili različne letnike srednje šole, ter s tem omogočili primerjavo uspešnosti glede na starost, motivacijo in interes za učenje kemije pred in po opravljeni raziskavi. Poleg tega bi lahko pridobili njihovo mnenje o delu v skupinah, želji po razrešitvi sobe pobega in o sobah pobega na sploh.

Pri izvedbi omenjenih raziskav bi določili najdaljši čas za njihovo reševanje, število članov v določeni skupini, sam način izvedbe sobe pobega, glede na to, da pripravljene primeri vsebujejo tako fizične elemente (labirinte, kartice, puzzle itd.) kot tudi elemente v e-obliki (QR kode).

V vsaki izmed sob pobega je določeno število nalog, nekatere izmed njih vsebujejo namige, s pomočjo katerih lahko udeleženci rešijo določen težji problem. Celotna vsebina pa je vezana na zgodbo (kontekst) in raziskovalna vprašanja, ki so zastavljena v njej. Ko udeleženci rešijo sobo pobega, lahko odgovorijo na vsa zastavljena vprašanja.

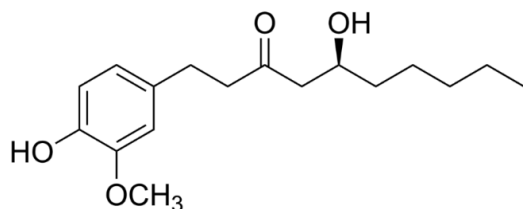
S tovrstno raziskavo bi torej lahko pridobile vpogled v: uporabnost metode sobe pobega v kemiji na področju Slovenije, njeno atraktivnost za udeležence (osredotočenost na določene elemente, vključene v sobo pobega), njihovo uspešnost pri reševanju sob pobega in opredelile možen vpliv na motivacijo in izboljšanje kemijskega znanja. Navsezadnje bi lahko s tovrstno raziskavo spodbudile večjo uporabo metode sobe pobega na področju kemije in širše tudi na področju naravoslovja, v kolikor bi bili rezultati raziskave v skladu s pričakovanji in bi bile soba pobega predstavljene kot metoda, s katero je mogoče izboljšati zanimanje, znanje in navsezadnje tudi sodelovalne veščine dijakov.

11 1. PRIMER SOBE POBEGA: NOSEČNIŠKE TEGOBE

Neža se je danes zjutraj počutila zelo slabo. Nenadno jo je obšla izrazita nosečniška slabost. Od začetka nosečnosti (6 tednov) teh težav ni imela, zato je bila zelo presenečena in ni vedela, kako bi si lahko pri tem pomagala. Poleg tega je imela tudi težave s pogostim uriniranjem in bolečinami v trebuhu, kar je nakazovalo na vnetje mehurja. Poskusila si je pomagati s čajem in pitjem večje količine vode, vendar ji to ni pomagalo pri preprečevanju slabosti in bolečin. Glede uporabe zdravil je bila skeptična, saj lahko le-ta negativno vplivajo na razvoj ploda. Kmalu zatem se je spomnila nasvetov svoje prijateljice glede ingverja, ki naj bi učinkovito odpravljala slabost in pomagal tudi pri težavah, povezanih z vnetjem mehurja. Pripravila si je ingverjev čaj in naribala svež ingver in mu dodala nekaj medu, kar je potem uživala čez celoten dan. Težave so se začele počasi izboljševati. Zanimalo jo je, zakaj je ingver učinkovit pri preprečevanju slabosti in lažšanju težav z vnetim mehurjem? Katere snovi vsebuje ingver in delujejo protivnetno in proti slabosti? Katera sestavina v ingverju je najbolj pomembna in kako je sestavljena?

Naloge

1. Na sliki je prikazana bioaktivna spojina, ki je odgovorna za večino zdravilnih lastnosti ingverja. S pomočjo slike odgovorite na zastavljena vprašanja pri podnalogah.



Slika 1: Struktura bioaktivne spojine (Wikipedia, 2007)

1.1 Obkroži črko pred pravilnim poimenovanjem spojine, prikazani na zgornji sliki.

- A) 6-gingerol
- B) fenil metil eter
- C) 1-fenildekan-1,3-dion
- D) 2-fenil-2,5-dihidroksinonannitril

1.2 Koliko različnih funkcionalnih skupin je prisotnih v zapisani skeletni formuli spojine?

- A) 3
- B) 4
- C) 5
- D) 1

Poimenuj vse funkcionalne skupine, ki so zapisane v skeletni formuli spojine.

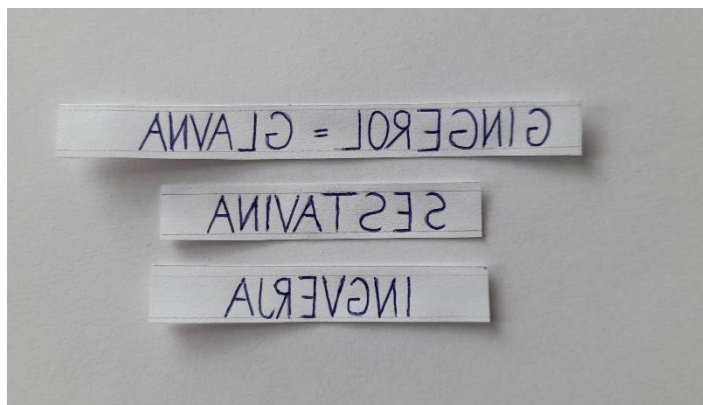
1.3 Zapišite molekulsko formulo spojine, ki je prikazana na sliki.

- A) $C_{18}H_{29}O_2$
- B) $C_{19}H_{30}O_4$
- C) $C_{17}H_{26}O_4$
- D) $C_{17}H_{30}O_4$

Besedilo za zrcaljenje in vstop v naslednjo stopnjo sobe pobega:

GINGEROL = GLAVNA SESTAVINA INGVERJA – stavek, ki ga bodo udeleženci s pomočjo ogledala prezrcalili in tako dobili ključ za vstop v naslednjo stopnjo sobe pobega. Dele besedila, prikazanega na spodnji sliki, bodo nalepili na list papirja in jih prezrcalili z ogledalom.

Besedilo za zrcaljenje



2. Ingverjevo olje je bogato s seskviterpeni. (1. namig: "Poglej gor!")

2.1 Kateri seskviterpen je najbolj pomemben?

2.2 Na kaj bo ta spojina najbolj vplivala pri Neži?

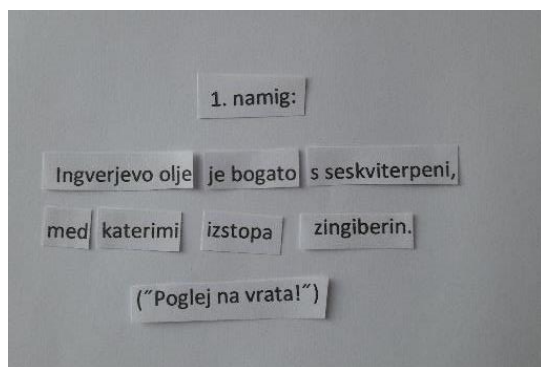
2.3 Seskviterpeni so pogosto sestavni del nekaterih spojin. Navedi, za katere spojine gre.

2.4 Opredeli izraz eterično olje.

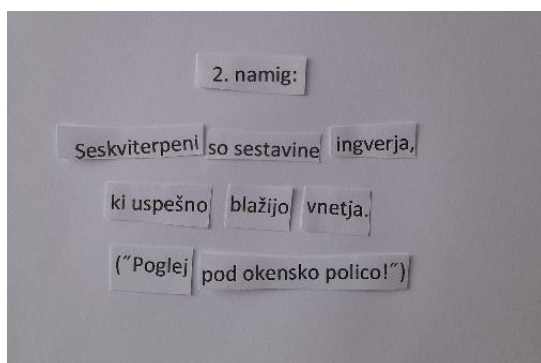
Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

Pomoč: Najprej dobijo list z nalogo, na kateri piše, naj pogledajo gor. Pogledajo gor, kjer se na luči skriva besedilo za 1. vprašanje (morajo ga sestaviti v smiselno poved) in tudi namig kje se skriva naslednji odgovor. Naslednji namig se skriva na vratih, na istem listku je besedilo in naslednji namig. Ti namigi jih pripeljejo do rešitev nalog. Naslednji namigi so na okenski polici oziroma pod nalogo.

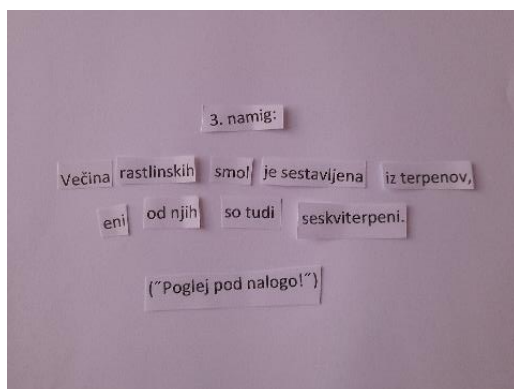
Besedilo in namig pri reševanju podnaloge 2.1



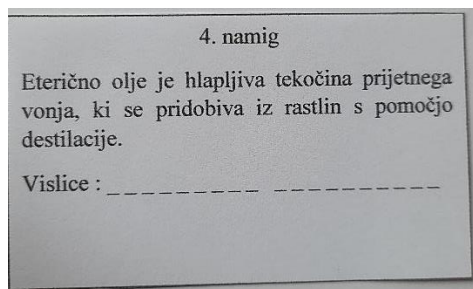
Besedilo in namig pri reševanju podnaloge 2.2



Besedilo in namig pri reševanju podnaloge 2.3



Besedilo in namig pri reševanju podnaloge 2.4 z vislicami



Vislice (pod nalogo): _____

Do rešitve vislic jim pomaga učitelj. Dijaki ugibajo črke. Če uganemo pravo črko, jo zapišejo na listek, učitelj pa na tablo.

3. Sodobne raziskave ingverjevih zdravilnih sestavin potrjujejo njihovo učinkovitost. Odgovori na vprašanja s pomočjo kartice, labirinta, uganke in besedila.

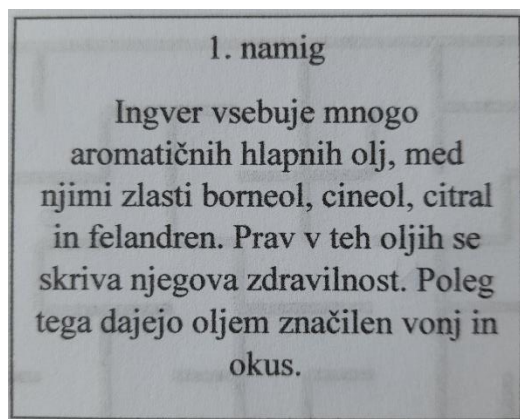
3.1 Katera olja vsebuje ingverjeva korenina? Naštej jih.

3.2 Kako se imenujejo pekoče sestavine ingverja? Na vprašanje odgovorite s pomočjo rešitve priloženega labirinta.

3.3 Kako bi lahko Neži eterična olja pomagala pri olajšanju njenih težav ?

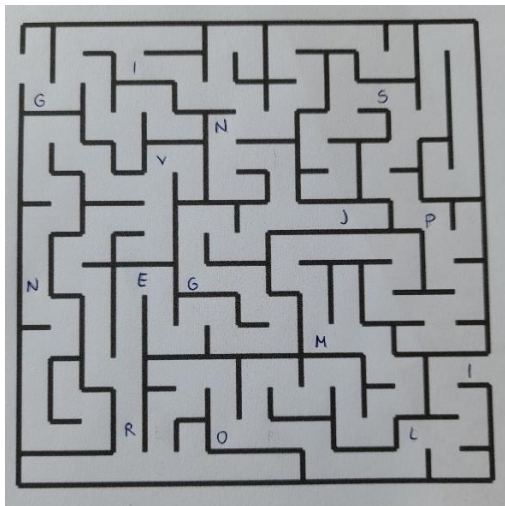
3.1. Pred začetkom reševanja dobijo spodnjo kartico za pomoč pri reševanju podnaloge.

Kartica za pomoč pri reševanju podnaloge 3.1



3.2 Pri podajanju odgovora na vprašanje jim bo v pomoč spodnji labirint. Na koncu rešijo še uganko, katere rešitev jih pripelje do mesta, kjer se skriva zadnji namig.

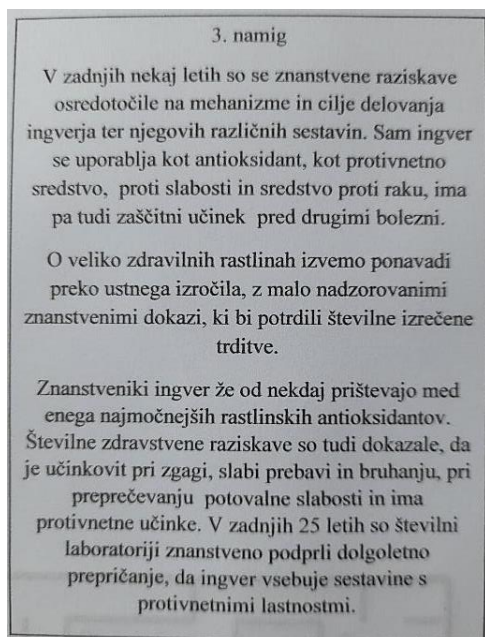
Labirint za pomoč pri iskanju odgovora pri podnalogi 3.2



Uganka: Po tabli hodi sem in tja, a pisati ne zna. (Rešitev je goba za tablo. .)

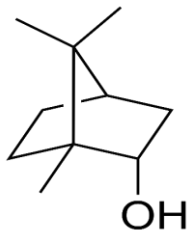
3.3 Besedilo za pomoč pri odgovarjanju na vprašanje pri podnalogi je zapisano na spodnji kartici.

Kartica z besedilom za odgovor pri nalogi 3.3



Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

4. Sveži ingver vsebuje 80 % vode in več kot 160 različnih spojin. Ena od najpomembnejših spojin je **borneol**, ki **preprečuje vnetja in znižuje telesno temperaturo**. Struktura borneola je prikazana na spodnji sliki, s katero si pomagajte pri odgovarjanju na vprašanja.



Slika 2: Strukturna formula borneola (Wikipedia, 2011)

4.1 Med katere snovi uvrščamo borneol?

4.2 Na zgornji sliki je prikazana strukturna formula borneola. Napiši njegovo molekulsko formulo.

4.3 Zapiši, derivat česa je borneol.

4.4 Kdo je poimenoval spojino borneol?

V pomoč pri reševanju naloge jim bo na voljo kartica, na kateri je zapisano besedilo, ki se ga bere od leve proti desni, pri čemer se začne z branjem čisto na koncu besedila.

Zasnovana kartica z besedilom za pomoč pri reševanju 4. naloge

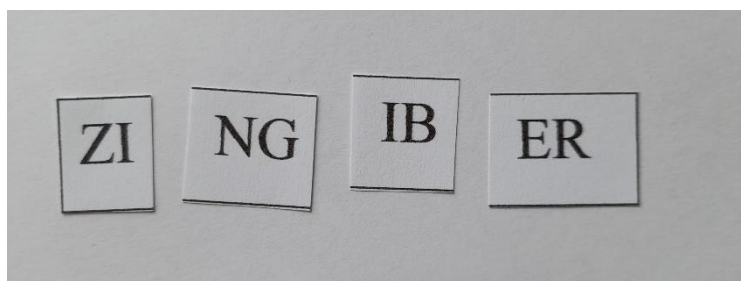
.anepret tavired ni anijops aksnagro ančilkicib ej loenroB .tdrahreG
 cirederF selrahC kimek iksoconarf lavonemiop 2481 atel ej onijopS
 .votnadisko hiksniltsar hišjenčomjan demzi nede tok nanz nivatses
 hijovs idaraz ej revgnl .dti ,iloregnig ,idihedla ,inepretonom ,(...,lartic
 ,loenic ,loenrob) jlo hinčitamora ogonm ajahan es ujrevgni V
 .orutarepmet ejužinz ni ajtenv ejučerperp ik ,anijops aksjimek ,loenrob
 ej ajrevgni nivatses hišjenbmemopjan do anE

Prezrcaljeno besedilo za reševanje 4. naloge

Ena od najpomembnejših sestavin ingverja je borneol, kemijska spojina, ki preprečuje vnetja in znižuje temperaturo. V ingverju se nahaja mnogo aromatičnih olj (borneol, cineol, citral, felandren,...), monoterpeni, aldehidi, gingeroli, itd. Ingver je zaradi svojih sestavin znan kot eden izmed najmočnejših rastlinskih oksidantov. Spojino je leta 1842 poimenoval francoski kemik Charles Frédéric Gerhardt. Borneol je biciklična organska spojina (alkohol) in derivat terpena.

Za vsak pravilni odgovor pri posamezni podnalogi dobijo košček besede zingiber (zingiber = ingver), in sicer po dve črki.

Razrezana beseda zingiber na posamezne dele



Rešitve

1. naloga

- 1.1 A.
- 1.2 A (hidroksilna, etrska in karbonilna skupina).
- 1.3 C.

2. naloga

- 2.1 Zingiberin.
- 2.2 Vnetje.
- 2.3 Smole.
- 2.4 Hlapljiva tekočina prijetnega vonja, ki se pridobiva iz rastlin z destilacijo.

Rešitev vislic: Zdravilna učinkovina.

3. naloga

- 3.1 Borneol, cineol, felandren in citral.
- 3.2 Gingeroli.
- 3.3 Za lajšanje težav z vnetjem mehurja in slabosti.

4. naloga

- 4.1 Med alkohole.
- 4.2 $C_{10}H_{18}O$.
- 4.3 Terpena.
- 4.4 Charles Frederic Gerhardt.

Končne ugotovitve v povezavi z raziskovalnimi vprašanji

Neža je ugotovila, da ingver vsebuje pomembno spojino, imenovano gingerol s formulo $C_{17}H_{26}O_4$, ki daje ingverju pekoč okus. Gingeroli so spojine, ki dajejo ingverju večino njegovih zdravilnih lastnosti. Ugotovila je, da je ingverjevo olje bogato s seskviterpeni, med katerimi najbolj izstopajo borneol, cineol, citral in felandren, ki delujejo protivnetno in pripomorejo tudi k olajšanju težav z vnetjem mehurja. V eni izmed nalog je bila omenjena spojina borneol, ki preprečuje vnetja in znižuje telesno temperaturo.

Ingver je rastlina, ki je znanstveno potrjeno učinkovita tudi proti slabosti in bruhanju.

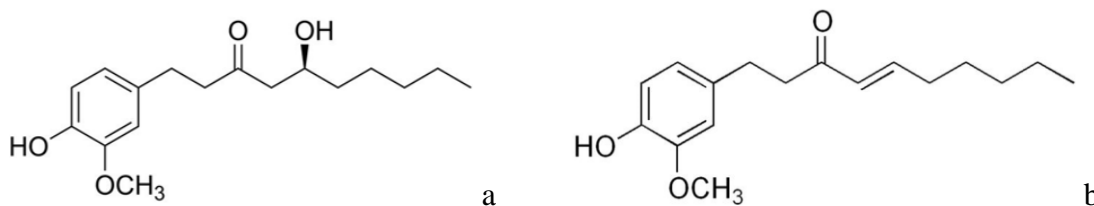
12 2. PRIMER SOBE POBEGA: ALI JE LAHKO INGVERJEVO PIVO TUDI ZDRAVO?

Nika redno spremlja Klaro na socialnih omrežjih. Pred kratkim je začela pogosto objavljati zanimive informacije, povezane s pozitivnimi učinki uživanja ingverja in ingverjevim pivom. Nika se je kmalu za tem navdušila nad takšnimi učinki ingverja in ingverjevim pivom. Kmalu zatem je Niki sodelavec sporočil, da mu je zdravnik svetoval naj preneha s prekomernim pitjem piva in da se posledično zaradi tega ne bo udeležil njenega piknika. Takoj zatem se je lotila raziskave o varnosti uživanja ingverjevega piva, saj je želela, da bi se njen sodelavec udeležil piknika. Zanimalo jo je predvsem, če je ingverjevo pivo lahko zdravo za uživanje in če ga je mogoče nadomestiti z navadnim pivom.

Odločila se je, da bo natančno preiskala vse sestavine in spojine ingverja in preverila njegove zdravilne učinke.

Naloge

1. Prikazani sta skeletni formuli molekul gingerola in šogaola. Odgovori na vprašanja.



Skeletna formula molekule 6-gingerola (a) in 6-šogaola (b)

1.1 Napiši molekulske formule spojin.

a) _____ b) _____

1.2 V čem se spojini razlikujeta?

1.3 Koliko dvojnih vezi vsebuje posamezna molekula spojine?

a) _____ b) _____

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

2. S pomočjo spleta dopolnite preglednico znanstvene klasifikacije ingverja tako, da v ustrezen stolpec vstavite pravilno besedo slovenskega oziroma latinskega poimenovanja.

Znanstvena klasifikacija	Slovensko poimenovanje	Latinsko poimenovanje
Kraljestvo		
<i>Deblo</i>		
Razred		
Red		
Družina		
Rod		
Vrsta		

rastline	ingverjevci	Zingiberaceae	Plantae	Zingiber
ingverjevke	Zingiberales	<i>Magnoliophyta</i>	<i>Zingiber officinale</i>	
kritosemenke	Monocotyledones	enokaličnice	ingver	
Zingiber				

Namig:

Vsak listek ima na drugi strani eno mavrično barvo: rdeča (kraljestvo), oranžna (deblo), rumena (razred), zelena (red), modra (družina), vijolična (rod) in rožnata (vrsta).

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

3. Skeniraj spodnjo QR kodo in reši naloge.



QR koda 1: Ingverjevo pivo (Ozimmica, 2021)

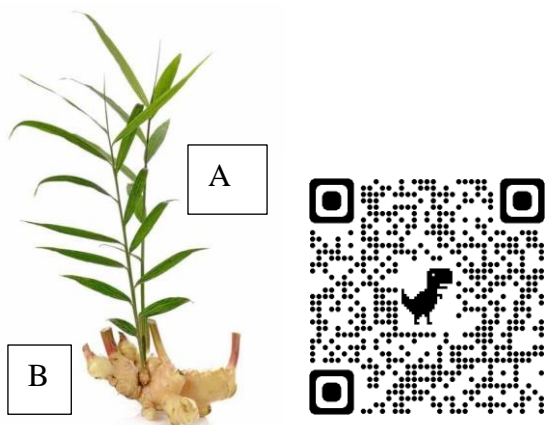
3.1 Katere so tri glavne sestavine za pripravo ingverjevega piva?

3.2 Ali lahko na podlagi glavnih sestavin sklepamo, če je ingverjevo pivo primerno za Nikinega sodelavca? Zakaj?

3.3 Ali lahko tri glavne sestavine uporabimo tudi za fermentacijo piva in koliko časa ta traja?

3.4 Ali lahko Nika nadomesti ingverjevo pivo z navadnim pivom? Svoj odgovor obrazloži.

4. Skeniraj QR kodo in odgovori na spodnja vprašanja.



Slika 1: Rastlina ingver (Patterson, 2021) QR koda 2: Ingver (Prevc, 10.2019)

4.1 Kateri del rastline na sliki vsebuje eterično olje?

4.2 Kakšne zdravilne učinke ima ingver v tradicionalni medicini uprašenega ingverja?

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

4.3 Zakaj je pomembno, da Nika opozori bolnike, ki jemljejo antikoagulate, oziroma bolnike z motnjami strjevanja krvi v primeru uživanja eteričnega olja ingverja?

4.4 Katere dejavnike potovalne slabosti je mogoče izboljšati z uživanjem ingverja?

S pomočjo spodnje tabele določite kodo in sicer tako, da za vsako podvprašanje določite v katerem odstavku besedila ste našli odgovor nanj. Pri tem upoštevaj vrstni red nalog (od naloge 4.1 do naloge 4.4).

uvod	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
B	A	P	M	K	O	I	L	E	R	V	D

Rešitve

1. naloga

1.1 a) $C_{17}H_{26}O_4$ b) $C_{17}H_{24}O_3$

1.2 V zgradbi molekule, v številu vodikovih in ogljikovih atomov, v funkcionalnih skupinah.

1.3 a) 4, b) 5

2. naloga

Znanstvena klasifikacija	Slovensko poimenovanje	Latinsko poimenovanje
Kraljestvo	Rastline	Plantae
<i>Deblo</i>	<i>Kritosemenke</i>	<i>Magnoliophyta</i>
Razred	Enokaličnice	Monocotyledones
Red	Ingverjevci	Zingiberales
Družina	Ingverjevke	Zingiberaceae
Rod	Zingiber	Zingiber
Vrsta	Ingver	Zingiber officinale

3. naloga

3.1. Voda, sladkor in ingver.

3.2 Da, saj med sestavinami ingverjevega piva ni alkohola.

3.3 Da, sestavine so enake, proces fermentacije traja 48h.

3.4 Da, saj je brezalkoholno in bolj zdravo kot navadno pivo.

4. naloga

4.1 Del rastline, označen s črko B.

4.2 V tradicionalna medicini se uprašen ingver uporablja za preprečevanje potovalne slabosti, za blaženje prebavnih težav kot so napenjanje in nabiranje plinov.

4.3 Eterično olje ingverja zavira tromboksan-sintetazo. Poleg tega deluje kot agonist prostaciklina, kar preprečuje zlepljanje trombocitov oz. strjevanje krvi.

4.4 Čas nastopa slabosti, motnje v ritmičnem krčenju želodca in koncentracijo vazopresina v serumu.

Koda iz tabele: PIVO.

Končne ugotovitve v povezavi z raziskovalnimi vprašanji

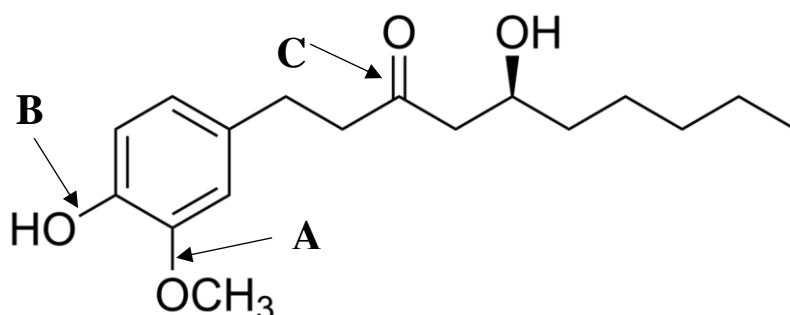
Nika je ugotovila, da je ingverjevo pivo pravzaprav brezalkoholno oziroma vsebuje zelo majhen delež alkohola (odvisno od načina priprave). Spoznala je, da ingver vsebuje dve glavni spojini gingerol in šogaol, ter da je več šogaola prisotnega v posušenem ingverju. Ugotovila je, da ima ingver številne zdravilne učinke (pomaga pri slabosti, prebavnih težavah itd.).

13 3. PRIMER SOBE POBEGA: SKRIVNOST ZDRAVILNIH SPOJIN INGVERJA

Gregor se je po dolgem dnevu, ki ga je preživel zunaj na mrazu, začel slabo počutiti. Občutil je simptome prehlada, med drugim ga je bolelo tudi grlo, zato je prosil svojo mater za pomoč. Mati mu je naredila napitek iz ingverja ter mu zagotovila, da mu bo le-ta pomagal tako pri simptomih prehlada kot tudi pri bolečem grlu. Ko je Gregor spil pripravljen napitek, ga je zapeklo v grlu in posledično ga ni želel več piti. Zanimalo ga je, katere spojine vsebuje ingver, kam jih uvrščamo in zakaj ga je zapeklo v grlu pri pitju ingverjevega napitka ter kakšen vpliv ima ingverjev napitek na izboljšanje njegovega zdravja.

Naloge

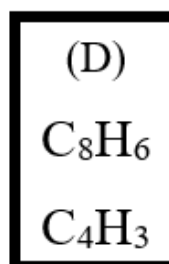
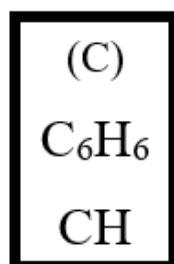
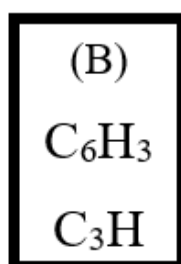
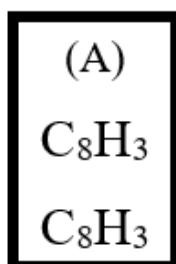
- Gregor je ugotovil, da ima ingver značilen pekoč okus in zdravilni učinek zaradi vsebnosti gingerola. Na sliki je prikazana skeletna formula gingerola, ki predstavlja glavno komponento ingverja.



Slika 1: Skeletna formula gingerola (Wikipedia, 2022)

- 1.1 Zapiši molekulsko formulo gingerola, prikazanega na zgornji sliki.
-

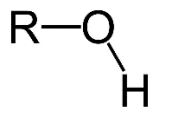
- 1.2 Sestavni del strukturne formule gingerola je tudi obroč benzena. Benzen uvrščamo med aromatske spojine. Izberi kartico, ki ima navedeno ustrezno molekulsko oziroma empirično formulo benzena.



Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

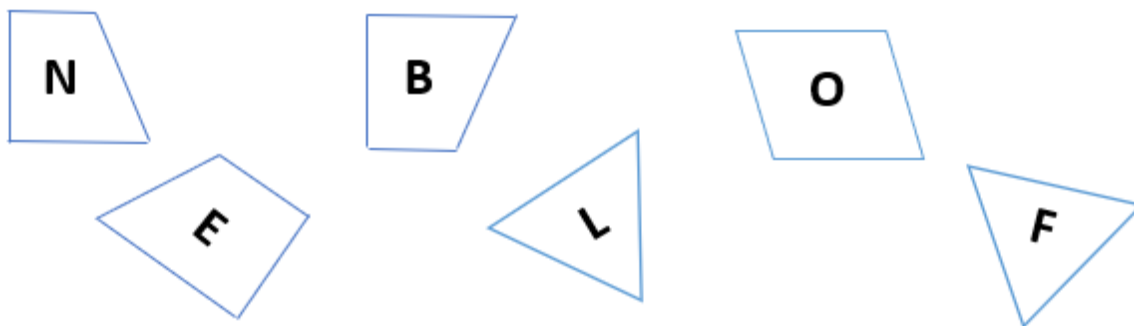
1.3 Katere funkcionalne skupine so na sliki označene s črkami B in C? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- A) Hidroksilna in karbonilna (aldehid)
- B) Karbonilni (keton in aldehid)
- C) Hidroksilna in karbonilna (keton)



NAMIG: Hidroksilna funkcionalna skupina =>

1.4 Iz podanih črk sestavite splošno ime spojine, pri kateri je -OH skupina vezana na benzenski obroč. Zapisanih je večje število črk kot jih vsebuje ime funkcionalne skupine.



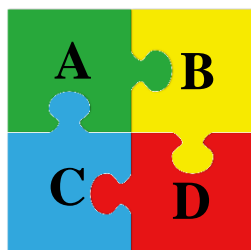
Slika 2: Črke, ki sestavijo ime funkcionalne skupine (Perc, 2022)

2. Ingverjevo eterično olje je učinkovito pri zdravljenju, saj vsebuje veliko različnih spojin, ki delujejo zdravilno. S pomočjo spodnje QR kode odgovori na zastavljena vprašanja.



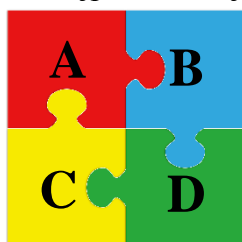
Slika 3: QR koda 1 - Zdravilne učinkovine ingverja (Hieng, 2021)

2.1 Katere od navedenih spojin vplivajo na učinkovitost eteričnega olja pri zdravljenju?



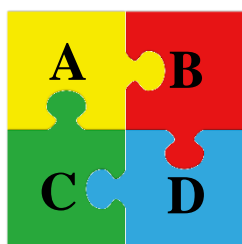
- A) Gingerol
- B) Zingeron
- C) Šogaol
- D) Gingerol, zingeron in shogaol

2.2 Ingverjevo olje je bogato s seskviterpeni. Katera izmed navedenih spojin predstavlja najpomembnejši seskviterpen?



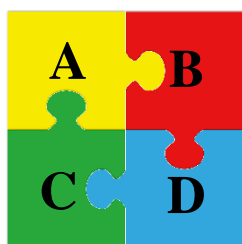
- A) Zingiberol
- B) Zingiberin
- C) Felandren
- D) Cineol

2.3 Za katero izmed spodaj navedenih zdravstvenih težav so najbolj učinkoviti monoterpeni, ki jih najdemo v ingverjevem eteričnem olju?



- A) Želodčne težave
- B) Povišan holesterol
- C) Prehlad
- D) Slabost

2.4 Za koga je v prvi vrsti priporočeno uživanje ingverja?



- A) Rakave bolnike.
- B) Nosečnice.
- C) Bolnike, ki imajo težavo s strjevanjem krvi.
- D) Rakave bolnike, nosečnice in bolnike, ki imajo težavo s strjevanjem krvi.

2.5 Iz pridobljenih odgovorov (pri nalogah 2.1 do 2.4) sestavite puzzle iz 4 delov. Barve puzzlov se morajo ujemati.

NAMIG: Vsak izmed puzzlov mora biti drugačne barve.

3. Ingver vsebuje tudi encime, ki sodelujejo pri prebavi beljakovin. Eden izmed pomembnejših encimov je proteaza oz. peptidaza. Peptidaza cepi peptidno vez, ki nastane pri vezavi karboksilne in amino skupine. Med potekom reakcije se odcepi voda. Pri odgovarjanju na vprašanja, si pomagaj s spodnjima QR kodama.



Slika 4: QR koda 2 - Peptidna vez (Wikipedia, 2017)



Slika 5: QR koda 3 – Dokazovanje peptidne vezi (Wikipedia, 2022)

3.1 Napišite enačbo kemijske reakcije, ki je značilna za nastanek peptidne vezi.

3.2 Kako imenujemo kemijsko reakcijo, s katero dokazujemo prisotnost peptidne vezi v vzorcih, ki vsebujejo beljakovine?

3.3 Kakšna obarvanost se pojavi, če je v vzorcu prisotna peptidna vez?

- A) Rdeča
- B) Rumena
- C) Oranžna
- D) Vijolična

3.4 Na kakšen način se določa koncentracija beljakovin v vzorcu?

NAMIG: Z bolj natančnimi analizami vzorcev s pomočjo različnih metod.

4. Ingver oziroma ingverjevo olje je zdravilno tudi zaradi vsebnosti večjih količin antioksidantov. Poleg gingerola je pomemben tudi šogaol, ki deluje močneje in bolj učinkovito.

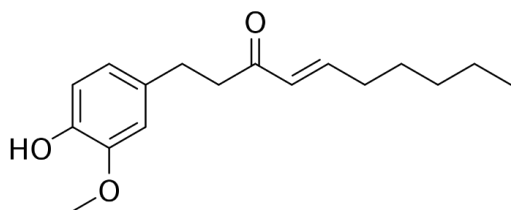
Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

4.1 Kaj ponazarja spodnji piktogram, ki je značilen za spojino šogaol?

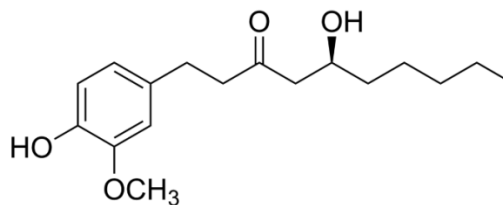


4.2 Kratica LD₅₀ je srednji smrtni odmerek in je najbolj uporabljen indikator smrtnosti. Oralna vrednost LD₅₀ za spojino šogaol za miši znaša 687 mg/kg. Obrazloži, kaj to pomeni.

4.3 V čem se razlikujeta spodaj prikazani strukturni formuli šogaola in gingerola?



Slika 6: Skeletna formula 6-šogaola (Wikipedia, 2022)



Slika 7: Skeletna formula gingerola (Wikipedia, 2022)

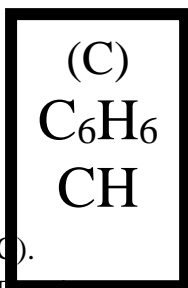
4.4 Napišite molekulsko formulo spojine šogaola.

Rešitve

1. naloga

1.1 C₁₇H₂₆O₄.

1.2



1.3 O).

1.4 Fenol.

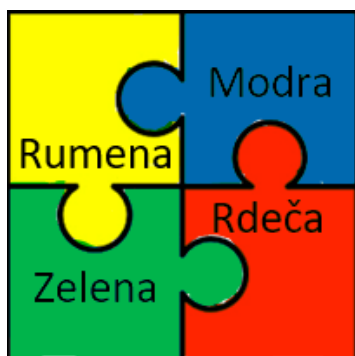
2. naloga

2.1 D

2.2 B

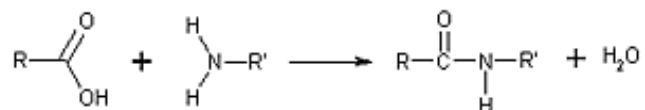
2.3 C

2.4 A



3. naloga

3.1



3.2 Biuretska reakcija.

3.3 D

3.4 S spektrofotometričnimi analizami.

4. naloga

4.1 Akutno strupenost.

4.2 50 % miši umre pri oralnem vnosu šogaola v vrednosti 687 mg/kg.

4.3 Spojina gingerol ima v verigi vezano eno hidroksilno funkcionalno skupino več, spojina šogaola pa eno dvojno vez več.

4.4 C₁₇H₂₄O₃.

Končne ugotovitve v povezavi z raziskovalnimi vprašanji

Gregor je ugotovil, da ingver vsebuje razne spojine, ki rastlini dajejo značilen pekoči vonj in okus ter zdravilne učinke. Med te spojine uvrščamo gingerol, zingeron in šogaol, med pomembnejše seskviterpene, ki jih najdemo v ingverjevem olju in mu prav tako dajejo značilne zdravilne učinkovine, pa uvrščamo zingiberin, zingiberol, felandren in cineol, izmed katerih je najpomembnejši zingiberin. Gregor je ugotovil, da vse te spojine vplivajo na pekoč okus in vonj ingverja. Razlog, zakaj je Gregorja zapeklo v grlu, je zato, ker je spil tekočino z ingverjem, ki ni bila toplotno obdelana in je zato imela v sebi prisoten gingerol. Če bi mati Gregorju ingver prej toplotno obdelala, bi bila prisotna le spojina zingeron, ki pa je manj pekoča od gingerola, a posledično tudi manj zdravilna.

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

11 LITERATURA

- Adamade, C. A., Bolarin, F. M., Adebija, J. A. in Opatotun, O. O. (2017). Ginger Oil Processing problems, challenges and economic prospects. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 8(5), 648-655.
- Adedayo, O. A. in Ayodele, J. A. (2010). Inhibition of acetylcholinesterase activities and some pro-oxidant induced lipid peroxidation in rat brain by two varieties of ginger (*Zingiber officinale*). *Experimental and Toxicologic Pathology*, 64(4), 315-319.
- A. Giacosa, P. Morazzoni, E. Bombardelli, A. Riva, G. Bianchi Porro, M. Rondanelli, (2015). *Can nausea and vomiting be treated with ginger extract?* Art. 1.1475/ringraziamenti (europeanreview.org)
- Bodagh, M. N. in Maleki, I. (2018). Ginger in gastrointestinal disorders: A systematic review of clinical trials. *Food Science & Nutrition*, 7(1), 96-108.
- Bode, A. M. in Dong, Z. (2011). The Amazing and Mighty Ginger. V Benzie, F. F. I. in Wachtel-Galor, S. (ur.), *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects. 2nd edition*. 7. poglavje. Taylor & Francis.
- Christophy, E. (2020). *Using Escape Rooms in the Chemistry Classroom*. American Association of Chemistry Teachers. <https://teachchemistry.org/periodical/issues/may-2020/using-escape-rooms-in-the-chemistry-classroom>
- Dr. Ramadasan Kuttan, Ph.D, Research Director, Amala Cancer Research Centre, Amala Nagar, Thrissur, Kerala, (2013). *Antioxidant, anti-inflammatory and antinociceptive activities of essential oil from ginger*. 1-jul (naturalingredient.org)
- Encyclopaedia Britannica, The Editors of Encyclopaedia. (11.12.2020). *Zingiberaceae*. Britannica.com
- Ensiyeh J. in Sakineh M. C., (2009). *Comparing ginger and vitamin B6 for the treatment of nausea and vomiting in pregnancy: a randomised controlled trial*. Comparing ginger and vitamin B6 for the treatment of nausea and vomiting in pregnancy: a randomised controlled trial - ScienceDirect
- Flora & Fauna Web, (7.4.2022). *Zingiber officinale Roscoe*. Nparks.gov.sg
- Grzanna, R., Lindmark, L. in Frondoza, C. G. (2005). Ginger-an herbal medicine product with broad anti-inflammatory actions. *Journal of Medicinal Food*, 8(2), 125-132.
- Gunathilake in Rupasinghe, (2015). *Recent perspectives on the medicinal potential og ginger*. BTAT-68099-recent-perspectives-on-the-medicinal-potential-and-chemistry (zellavie.ch)
- James, L. G. (2005). The essential oil of ginger, *Zingiber officinale*, and anaesthesia. *International Journal of Aromatherapy*, 15(1), 7-14.

- Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022
- James L. Geiger, (2005). *The essential oil of ginger, Zingiber Officinale, and anaesthesia. The essential oil of ginger, Zingiber officinale, and anaesthesia - ScienceDirect*
- Kress, W. J., Mood, J. D., Sabu, M., Prince, L. M., Dey, S. in Sanoj, E., (2010). *Larsenianthus, a new Asian genus of Gingers (Zingiberaceae) with four species*
- Larsen, K., Ujang, Z., Nordin, N. I., Subramaniam, T., (1999). *Ginger species and their traditional uses in modern applications*
- LeafyPlace, (2022). *Types of Ginger Root and Ornamental Ginger Plants*. Leafyplace.com
- Leech, J. (2016). *Proven health benefits of ginger*. <https://pierredieregesondheid.wordpress.com/2016/04/13/proven-health-benefits-of-ginger/>
- Mashhadi, N. S., Ghiasvand, R., Askari, G., Hariri, M., Darvishi, L. in Mofid, M. R. (2013). Anti-oxidative and anti-inflammatory effects of ginger in health and physical activity: Review of current evidence. *International Journal of Preventive Medicine*, 4(1), 36-42.
- Mathieson, A. in Duca, A. (2021). STEM escape rooms for public engagement. *Research for All*, 5(2), 347-355.
- M. N. Bodagh, I. Maleki, A. Hekmatdoost, (2018). *Ginger in gastrointestinal disorders: A systematic review of clinical trials. Ginger in gastrointestinal disorders: A systematic review of clinical trials - Nikkhah Bodagh - 2019 - Food Science & Nutrition - Wiley Online Library*
- Nicholson, S. (2015). *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*. <https://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- Petruzzello, M. (11.12.2020). *Zingiberaceae plant family*. Britannica.com
- Plants of the World Online, (2021). *Zingiber officinale* Roscoe. Powo.science.kew.org
- Prasad, S. in Tyagi, A. K. (2015). Ginger and its constituents: Role in prevention and treatment of gastrointestinal cancer. *Journal of Gastroenterology Research and Practice*, (7). <https://www.hindawi.com/journals/grp/2015/142979/#copyright>
- Ryder in Leonie A., (2010). *Incorrigible colonist: ginger in Australia. Adelaide Research & Scholarship: Incorporrigible colonist: ginger in Australia, 1788-1950*.
- Qian, W., Cai, X., Wang, Y., Zhang, X., Zhao, H., Qian, Q., Yang, Z., Liu, Z. in Hasegawa, J. (2016). Effect of gingerol on cisplatin-induced pica analogous to emesis via modulating expressions of dopamine 2 receptor, dopamine transporter and tyrosine hydroxylase in the vomiting model of rats. *Journal of Medical Sciences*, 59(2), 100-110.
- Rajeevkaila (2018). *12 remarkable reasons why escape rooms are good for your brain*. <https://www.bigescaperooms.com/12-reasons-escape-rooms-benefit-health/>

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

Suekawa, M., Ishige, A., Yuasa, K., Sudo, K., Aburada, M. in Hosoya, E. (1984). Pharmacological studies on ginger. I. Pharmacological actions of pungent constituents, (6)-gingerol and (6)-shogaol. *Journal of pharmacobio-dynamics*, 7(11), 836-848.

Sharifzadeh F., Kashanian M., Koohpayehzadeh J., Rezaian F., Sheikhsari N. in Eshraghi N., (2018). A comparison between the effects of ginger, pyridoxine (vitamin B6) and placebo for the treatment of the first trimester nausea and vomiting of pregnancy (NVP): The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine: Vol 31, No 19 (tandfonline.com)

Thampi, R., Mercykutty, M. J. in Menon, J. S. (2019). Traditional knowledge on use of medicinal plants grown in homesteads as home remedies. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 7(2), 1-4.

Ueki, S., Miyoshi, M., Shido, O., Hasegawa, J. in Watanabe, T. (2008). Systemic administration of [6]-gingerol, a pungent constituent of ginger, induces hypothermia in rats via an inhibitory effect on metabolic rate. *European Journal of Pharmacology*, 584(1), 87-92.

Veldkamp, A., Knippels, M., Joolingen, W. in Bolotin, M. M. (2021). Beyond the Early Adopters: Escape Rooms in Science Education. *Frontiers in Education*, (6). <https://doi.org/10.3389/educ.2021.622860>

Wang, H. (2020). Introductory Chapter: Studies on Ginger. V Wang, H. (ur.), *Ginger cultivation and its antimicrobial and pharmacological potentials*. IntechOpen.

Wang, S., Zhang, C., Yang, G. in Yang, Y. (2014). Biological properties of 6-gingerol: a brief review. *Natural Product Communications*, 9(7), 1027-1030.

Wiemker, M., Elumir, E. in Clare, A. (2015). *Escape Room Games: Can you transform an unpleasant situation into a pleasant one?*

Wohlmuth, H., Leach, D. N., Smith, M. K. in Myers, S. P. (2005). Gingerol content of diploid and tetraploid clones of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(14), 5772-5778.

Wu, L. K., Rayner, C., K., Chuah, S. K., Changchien, C. S., Lu, S. N., Chiu, Y. C., Chiu, K. W. in Lee, C. M. (2008). Effects of ginger on gastric emptying and motility in healthy humans. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 20(5), 436-440.

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

VIRI SLIK

Avguštin, L. (2020). *Vitaminski leksikon: Vitamin B6 piridoksin*. <https://www.zdravo.si/vitamin-b6-piridoksin/>

Bharadwaj, M. S. (2015). *Ginger flower bud from wild*. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ginger_flower_bud.jpg

Danylchenko, Y. (28. 11. 2021). *Ginger for skin: The complete guid*. <https://www.byrdie.com/benefits-of-ginger>

Hands on Life (2013). *Grow ginger as a house plant*. <https://www.instructables.com/Grow-Ginger-as-a-Houseplant/>

Herbana (2012). *Ingver, eterično olje (Zingiber officinalis)*. <http://www.herbana.si/naravna-etericna-olja/266-ingver-etericno-olje-zingiber-officinalis.html>

Higashio, S. (2006). *Phenolic components of ginger*. <https://www.gecosupplements.com/research/ginger/>

Hills, J. (2022). *Types of ginger root and ornamental ginger plants*. <https://www.pinterest.com/pin/83035186870214230/>

Patterson, S. (3.4.2021). *Repurpose your kitchen scraps to plants*. <https://gardenerspath.com/wp-content/uploads/2016/02/Transplant-Ginger-Seasonally-2.jpg>
<https://gardenerspath.com/wp-content/uploads/2016/02/Transplant-Ginger-Seasonally-2.jpg>

Podnar, P. (11. 2. 2020). *Ingver za lajšanje slabosti v nosečnosti*. <https://www.nosecka.net/ingver-za-lajsanje-slabosti-v-nosecnosti/>

SCRAP (2010). *Real escape room Asakusa*. <https://realescapegame.jp/shops-locations/real-escape-roomasakusa.html>

Sharma, A. (2019). *About ginger oil*. <https://www.healthline.com/health/ginger-oil#How-to-peel-ginger>

Wikipedia (2007). *Gingerol*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Gingerol>

Wikipedia (2011). *Borneol*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Borneol>

Wikipedia (2022). *Dopamine*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Dopamine>

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

Yongzhao, D., Yaozhong, Z. in Ke, N. (29. 8. 2021). *The antiemetic mechanisms of gingerols against chemotherapy-induced nausea and vomiting.*
<https://www.hindawi.com/journals/ecam/2022/1753430/>

Perc, T., Billa, L. in Rošer, T. Soba pobega: skrivnostna kemija naravnih spojin ingverja (*Zingiber officinale* Rosc.) Razisk. nal. Ljubljana, Biotehniški izobraževalni center, Gimnazija in veterinarska šola, 2022

VIRI TABEL

Kanadea, R. Bhatkhandeb, D. S. (2016). *Učinek različnih metod*. Dostopno na:
http://www.iraj.in/journal/journal_file/journal_pdf/6-291-1500461142240-243.pdf

Wikipedia (2020). *Znanstvena klasifikacija ingverja*. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Ingver>

ZAHVALA

Zahvaljujemo se našima zunanjima mentorjema, asist. dr. Mihi Slapničarju, prof. kem., biol. in Valeriji Tompa, mag. prof. pouč. kem. in gosp., ki sta nas skozi celotno projektno nalogo spodbujala in nam tako pomagala uspešno narediti projektno nalogo.

Prav tako se zahvaljujemo šolski mentorici Darji Rizmal, prof. kem., biol., ki nas je vzpodbujala in nam bila vedno na voljo za kakršnokoli pomoč, ki smo jo rabile.

Zahvalile bi se tudi Gimnaziji in veterinarski šoli BIC Ljubljana, ker nam je omogočila sodelovanje z zunanji mentorji in pridobitev nove izkušnje. Zaradi neugodnih situacij epidemije COVID-19 nam ni uspelo izvedli raziskave, ki bi vključevala sobe pobega. Uspešno smo spisale teoretični del, za kar se zahvaljujemo zunanjima mentorjema, ker sta bila strpna z nami in nas usmerjala skozi celotno projektno nalogo. Na podlagi teorije in zasnovanih nalog raziskave (sob pobega) se bo lahko veliko ljudi naučilo kar nekaj pomembnih informacij glede zdravilnih učinkovin ingverja in njegove vsestranske uporabe na bolj inovativen in predvsem atraktiven in zabaven način.

Teoretična raziskovalna naloga je bila opravljena v sodelovanju s Centrom *KemikUm* Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani.