



BiC
LJUBLJANA

BIOTEHNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER LJUBLJANA
GIMNAZIJA IN VETERINARSKA ŠOLA

Univerza v Ljubljani
Pedagoška fakulteta



UNIVERZA V LJUBLJANI
PEDAGOŠKA FAKULTETA

PEKTINSKE MIKROSFERE INKAPSULIRANEGA ETERIČNEGA OLJA CITRUSOV

RAZISKOVALNA NALOGA

Zunanji mentor:

asist. Miha SLAPNIČAR, prof. kem., biol.

Avtorici:

Teja OKORN in

Brina MANFREDA GOLOB, 4. B

Šolska mentorica:

Darja RIZMAL, prof. kem., biol.

Ljubljana, april 2020

OBSEG NALOGE

Projektna naloga obsega 56 strani, 1 tabelo, 1 graf, 16 slik in 2 prilogi.

KLJUČNE BESEDE

- Pektin
- Eterično olje
- Mikrokapsuliranje
- Preizkus znanja
- Optimizacija metode dela
- Izvedba delavnice

ZAHVALA

V prvi vrsti se zahvaljujema najinima mentorjema, in sicer zunanjemu mentorju asist. Mihi Slapničarju, prof. kem., biol. ter šolski mentorici Darji Rizmal, prof. kem., biol. Zahvala gre tudi Nastji Mihelčič, študentki dvopredmetnega študija kemije in biologije, za vso pomoč pri delu v laboratoriju, izvedbi delavnice in pisanju projektne naloge. Zahvaljujema se BIC-u – Gimnaziji in veterinarski šoli ter Pedagoški fakulteti, UL, da sva eksperimentalni del projektne naloge lahko opravili v laboratorijih. Zahvaljujema se šolski kuhinji za pomoč pri dobavi in zbiranju olupkov citrusov ter sošolcema Tilnu Gimplju in Bertu Kokovniku za pomoč pri delu v laboratoriju oziroma pisanju projektne naloge.

KAZALO VSEBINE

OBSEG NALOGE	2
KLJUČNE BESEDE.....	3
ZAHVALA.....	4
KAZALO SLIK.....	7
KAZALO TABEL	8
KAZALO GRAFOV.....	8
KAZALO PRILOG	8
IZVLEČEK IN SUMMARY	9
1 TEORETIČNI UVOD.....	11
1.1 Zelena kemija	11
1.1.1 Atomska ekonomičnost.....	11
1.2 Pektin	12
1.2.1 Struktura in odkritje pektina	13
1.2.2 Proces izolacije pektina iz olupkov citrusov	13
1.3 Ekstrakcija	15
1.4 Destilacija z vodno paro.....	15
1.5 Eterična olja	16
1.6 Ekstrakcija eteričnih olj s parno destilacijo.....	19
1.7 Mikrokapsuliranje	20
1.7.1 Razvoj in namen mikrokapsuliranja	21
1.7.2 Metode mikrokapsuliranja	22
1.7.3 Optimizacija metode mikrokapsuliranja za namene šolskega laboratorija	24
1.8 Preizkus znanja o razumevanju obravnavane učne vsebine	25
2 CILJI IN PROBLEMI PROJEKTNE NALOGE	28
3 HIPOTEZE.....	29

4	METODE DELA	30
4.1	Pridobivanje pektina iz pomarančnih olupkov	30
4.2	Izvedba delavnice.....	33
4.3	Ekstrakcija eteričnega olja iz citrusov s parno destilacijo.....	34
4.4	Dokazne reakcije na pridobljenem hidrolatu eteričnega olja	36
4.4.1	Dokazna reakcija nenasičenosti limonena	36
4.4.2	Dokazna reakcija za prisotnost karbonilne skupine (prisotnost aldehydov)	37
4.4.3	Dokazna reakcija za prisotnost hidroksilne skupine (prisotnost alkoholov)	38
4.5	Mikrokapsulacija eteričnega olja s pektinom	39
4.6	Opis inštrumenta	40
5	REZULTATI	42
5.1	Rezultati mikrokapsuliranja	42
5.2	Rezultati preizkusa znanja	46
6	DISKUSIJA	48
7	SKLEP	50
8	LITERATURA.....	51
9	VIRI SLIK.....	52
10	PRILOGE	55

KAZALO SLIK

Slika 1: citrusi	12
Slika 2: skeletne formule: a) skeletna formula makromolekule pektina, b) skeletna formula molekule monomerne enote s karboksilno funkcionalno skupino, c) skeletna formula molekule monomerne enote z estrsko funkcionalno skupino, d) skeletna formula molekule monomerne enote z amidno funkcionalno skupino	13
Slika 3: olupek pomaranče	14
Slika 4: naprava za ekstrakcijo z vodno paro	20
Slika 5: vrste mikrokapsul	21
Slika 6: nameni mikrokapsuliranja	22
Slika 7: enkapsulator Inotech IE-50 R	24
Slika 8: oborjen pektin v sol stanju (Manfreda Golob, Okorn, 2019)	31
Slika 9: nučiranje sola (Manfreda Golob, Okorn, 2019)	32
Slika 10: pektin v gel stanju (Manfreda Golob, Okorn, 2019)	32
Slika 11: izvedba delavnice (Rizmal, 2020)	33
Slika 12: naprava za destilacijo	35
Slika 13: mikrokapsule in mešalo (Manfreda Golob, Okorn, 2020)	43
Slika 14: mikrokapsule in mešalo v etanolu (Manfreda Golob, Okorn, 2020)	43
Slika 15: mikrokapsule v etanolu 1 (Manfreda Golob, Okorn, 2020)	44
Slika 16: mikrokapsule v etanolu 2 (Manfreda Golob, Okorn, 2020)	45

KAZALO TABEL

Tabela 1: kemikalije za pridobivanje pektina	30
Tabela 2: kemikalije za pridobivanje eteričnega olja	34
Tabela 3: kemikalije za dokazno reakcijo nenasičenosti limonena	36
Tabela 4: kemikalije za dokazno reakcijo za prisotnost aldehydov.....	37
Tabela 5: kemikalije za dokazno reakcijo za prisotnost alkoholov.....	38
Tabela 6: kemikalije za mikrokapsuliranje.....	39
Tabela 7: število doseženih točk na pred- in potestu za vsako vprašanje posebej.....	46

KAZALO GRAFOV

Graf 1: število doseženih točk na pred- in potestu za vsako vprašanje posebej	47
---	----

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Preizkus znanja	55
Priloga 2: PowerPoint predstavitev	62

IZVLEČEK IN SUMMARY

V modernem svetu se za potrebe človeštva vsakodnevno pridela ogromno odpadkov. Velik problem so tudi odpadki citrusov, saj se jih na dnevni ravni proizvede večje število, kot se jih lahko predela oziroma uniči. Zelena kemija temelji prav na preizkušanju novih metod, ki strmiijo k bolj čistemu okolju. S projektno nalogo sva poskušali izpopolniti načine mikrokapsuliranja eteričnega olja, izoliranega iz citrusov, z izoliranim pektinom iz odpadnih olupkov citrusov. Cilj projektne naloge je bil tudi izobraziti dijake o bistveni vsebini zelene kemije in jih poučiti o še ne tako znani metodi shranjevanja snovi v mikrokapsulah. Metodo mikrokapsulacije, prirejene za šolski laboratorij, smo izpopolnjevali tako, da smo v dveh skupinah naredili dve različni raztopini, ki smo ju nato uporabili za mikrokapsulacijo. Ugotovili smo, da so mikrokapsule lepše in bolj obstojne, če smo v raztopino, ki je sestavljala tekoče jedro mikrokapsul, dodali manj hidrolata. Pred in po delavnici smo dijakom razdelili enaka preizkusa znanja in merili, v kolikšnem odstotku se je njihovo znanje po delavnici izboljšalo. Rezultati so pokazali, da se je znanje izboljšalo pri vseh desetih vprašanjih, ki so sestavljala preizkus znanja. Pri nekaterih vprašanjih se je znanje bistveno izboljšalo, pri drugih malo manj. Izboljšanje praviilnih odgovorov pri vseh vprašanjih skupaj je bilo 24,6 %.

In the modern world, a lot of waste is produced everyday due to human needs. Citrus waste also represents a huge problem as on a daily basis we produce more of it than we can process or destroy. Green chemistry is a discipline, where we try to find new methods that strive for a cleaner environment. With our assignment, we tried to improve microencapsulation of essential oils isolated from citrus fruits with the help of pectin, which we also isolated from citrus peels. In addition, our goal was to educate students about green chemistry and teach them about the not so familiar method of storing substances in microcapsules. We improved the microencapsulation method adapted for the school laboratory by making two different solutions with two groups of students, which we then used for microencapsulation. The results show, that microcapsules were better formed and more robust, when less hydrolate was added to the solution that formed the liquid core of

the microcapsules. Before and after the laboratory work, the students got the same test, and after taking it, we measured, in percentage, how much their knowledge improved. The results show, that the students' knowledge had improved for all the ten questions that composed the test. For some of the questions, knowledge had improved more than for others. There was an 24.6 % improvement in solving the questions.

1 TEORETIČNI UVOD

1.1 Zelena kemija

Področje zelene kemije spodbuja ponovno uporabo odpadnih snovi. Pojem »zelena kemija« označuje uporabo kemikalij z namenom povzročanja minimalnega onesnaževanja okolja in ogrožanja zdravja ljudi. Raziskovalci pojem opredeljujejo v dvanajstih principih prizadevanja za preoblikovanje kemijskih procesov na način, s katerim bi zmanjšali uporabo nevarnih snovi in drugih škodljivih snovi za okolje in zdravje. Z upoštevanjem dvanajstih principov zelene kemije (P1-P12) lahko pri poučevanju in učenju vsebin iz kemije prispevamo k ozaveščanju glede odgovornega odnosa do snovi (povzeto po Duarte, Ribeiro in Machado, 2015, navedeno po S. Starešinič, 2018).

Principi zelene kemije:

- P1 - preprečevanje nastanka odpadnih snovi,
- P2 - povečanje atomske ekonomičnosti,
- P3 - manj nevarna kemijska sinteza,
- P4 - izbor sinteznih postopkov za zmanjšanje toksičnosti uporabljenih snovi,
- P5 - uporaba varnejših topil in reakcijskih pogojev,
- P6 - večja energetska učinkovitost,
- P7 - uporaba obnovljivih surovin in materialov,
- P8 - zmanjšanje dodatnih pretvorb,
- P9 - uporaba katalizatorjev,
- P10 - zasnova za razgradnjo,
- P11 - nenehno analiziranje za preprečevanje onesnaženosti in
- P12 - zmanjšanje možnosti nesreč

(povzeto po Bašek, 2016, navedeno po S. Starešinič, 2018).

1.1.1 Atomska ekonomičnost

Atomska ekonomičnost je načrtovanje sinteznih metod s ciljem maksimalne vgradnje vseh sestavin, ki smo jih uporabili med procesom v končni produkt. Atomska ekonomičnost se izraža v odstotkih in jo lahko izračunamo po formuli:

(molarna masa željenega produkta/molarna masa reaktantov) x 100.

Poznamo atomsko ekonomičnost pri eliminaciji in atomsko ekonomičnost pri adiciji (povzeto po Katedra za farmacevtsko kemijo). Ena izmed reakcij, ki jo lahko damo za primer reakcije, ki ima odlično atomsko ekonomičnost, je asimetrična sinteza varfarina. Varfarin je zaviralec vitamina K, ki se ga kot antikoagulcijsko zdravilo uporablja proti strjevanju krvi. Asimetrična sinteza varfarina je način sintetiziranja varfarina, ki se jo uporablja prav zato, ker je izkoristek vgradnih sestavin zelo velik (povzeto po Blinc, 2018).

1.2 Pektin

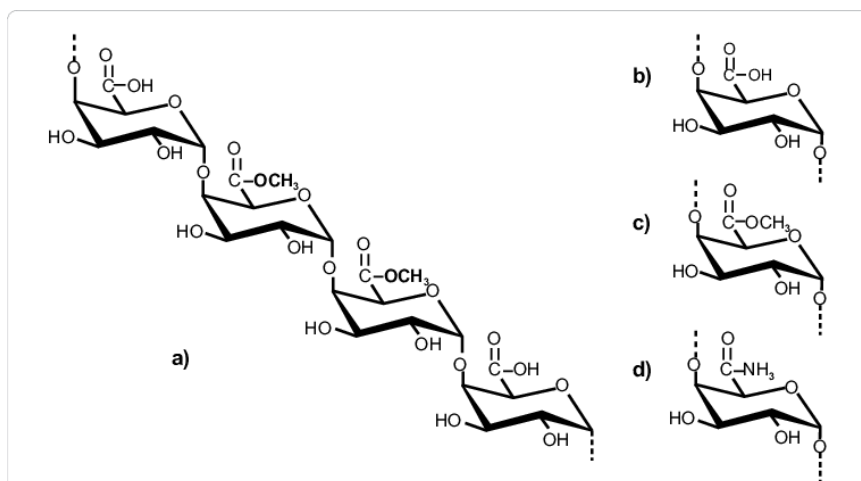
Pektin je ogljikov hidrat, ki ga kot strukturni heteropolisaharid, najdemo v celičnih stenah celic, ki gradijo jabolka in agrume. Sodeluje pri rasti rastlin, regulaciji prehodov ionov med rastlinskimi celicami, obrambnih mehanizmih rastline proti patogenom, zato je ena najbolj učinkovitih, v vodi dobro topnih, vlaknin. Znan je po svojih pozitivnih učinkih pri ohranjanju zdravja, saj se ga uporablja tudi kot probiotik. Znižuje krvni tlak in holesterol ter pomaga pri težavah z artritisom. Pri kuhanju na temperaturi 104 °C v kombinaciji s kislino in sladkorjem tvori gel, ki se uporablja kot sredstvo za zgoščevanje v prehranski, kozmetični in farmacevtski industriji. Velikokrat nadomesti želirno sredstvo živalskega izvora, zato mu nekateri pravijo tudi veganska želatina (povzeto po Voragen, Coenen, Verhoef in Schols, 2009).



Slika 1: citrusi

1.2.1 Struktura in odkritje pektina

Makromolekula pektina je sestavljena iz osnovnih gradbenih enot α -D-galaktopiranojske kisline, urejenih v α -1,4-verigo. Kislinke funkcionalne skupine vzdolž verige so v veliki meri esterificirane z metoksi skupinami. Makromolekula pektina lahko vsebuje do 17 različnih monosaharidov in se povezuje na več kot 20 različnih načinov, zato makromolekuli pektina natančne strukture ni mogoče določiti. Odseki galaktopiranojske kisline tvorijo razvejan (odseki z mnogo stranskimi verigami) in nerazvejan del (odseki z malo ali manjšimi stranskimi verigami) skeleta ogljikovih atomov. Molekula pektina v raztopini ne tvori ravne konformacije, ampak je zvita in prožna. Razvejani predeli makromolekule so še posebej prožni in imajo lahko nase vezane arabinogalaktane (vodotopne vlaknine) (povzeto po Chaplin, 2001).



Slika 2: skeletne formule: a) skeletna formula makromolekule pektina, b) skeletna formula molekule monomerne enote s karboksilno funkcionalno skupino, c) skeletna formula molekule monomerne enote z estrsko funkcionalno skupino, d) skeletna formula molekule monomerne enote z amidno funkcionalno skupino

1.2.2 Proces izolacije pektina iz olupkov citrusov

Olupek citrusa predstavlja okoli 50 % celotnega sadeža, pri katerem je 20 % suhe snovi, kot so sladkor, celuloza, hemiceluloza, pektin in limonen (sestavina eteričnega olja citrusov) in 80 % vode. Letno iz 31,2 milijonov ton citrusov pridelajo približno 15,6 milijonov ton olupkov, ki se jih pogosto odlaga v okolici obratov ali neposredno na odlagališče organskih

odpadkov, zato predstavljajo velik okoljski izziv, saj tako odlaganje vodi do onesnaževanja voda in nekontrolirane proizvodnje zelenega plina (povzeto po L. S. Mackenzie idr., 2019).



Slika 3: olupke pomaranče

V navezavi z uvodnim delom pojma »zelene kemije« obstaja velika težnja po ponovni uporabi odpadnega materiala in s tem zmanjšanje odpadkov, kar neposredno vpliva na okolje. V ta namen smo iskali čim več optimalnih rešitev za enostavno in priročno »reciklažo«, ki jo je enostavno izvesti, produkt pa je uporaben za širšo množico ljudi (povzeto po L. S. Mackenzie idr., 2019).

Izolacija pektina je dokaj enostaven postopek. Za približno 240 g izoliranega pektina potrebujemo 10 pomarančnih olupkov, ki jih je potrebno s škarjami narezati na majhne koščke (0,5 x 0,5 cm) in jih položiti v litrsko bučko z okroglim dnom ter postaviti na podstavek nad gorilnikom. V bučko dodamo 600 ml destilirane vode in 50 ml limoninega soka, saj je za izolacijo pektina potrebno kislo okolje z vrednostjo pH med 2 in 3. Mešanici priložimo še kondenzator, vse skupaj segrevamo 75 min na mehkem plamenu ter pustimo, da se ohladi na sobno temperaturo (za skrajšanje časa lahko ohlajamo bučko v hladni vodi). Ko se mešanica ohladi, jo precedimo skozi kuhinjsko cedilo, da odstranimo olupke. Te nato speremo s 100 ml vrele destilirane vode, nato pa filtratu dodamo 600 ml etanola in vse skupaj pustimo stati na sobni temperaturi za 30–40 min. Pektin v tem času tvori sol, ki jo

izoliramo skozi filtrirni papir z uporabo laboratorijskega sita s poroznostjo 75 μm (povzeto po L. S. Mackenzie idr., 2019).

1.3 Ekstrakcija

Ekstrakcija je termodifuzijski separacijski proces, pri katerem s topilom iz trdnih ali tekočih snovi odstranjujemo homogene zmesi sestavin, ki so v topilu dobro topne. Postopek je sestavljen iz štirih korakov:

1. mešanje topila in topljenca,
2. ločevanje nastale zmesi,
3. ločevanje topila in ekstrahirane komponente (destilacija/uparevanje) in
4. ločevanje ekstrahirane komponente od topila (sušenje).

Glede na agregatno stanje poznamo ekstrakcijo trdno-tekoče in ekstrakcijo tekoče-tekoče (povzeto po A. K. Dolinar, 2001).

1.4 Destilacija z vodno paro

Destilacija je termodifuzijski separacijski proces, pri katerem ločujemo zmes hlapnih komponent. Kot ločevalna metoda je poznana že 2000 let. Do 19. stoletja so poznali predvsem šaržno destilacijo v napravah z majhno kapaciteto. Destilacijske metode delimo na:

- diferencialno destilacijo,
- ravnotežno destilacijo,
- molekularno destilacijo,
- destilacijo z vodno paro in
- rektifikacijo.

Postopek destilacije z vodno paro (t. i. parna destilacija) se uporablja, kadar so hlapne komponente, ki jih želijo ločiti od nehlapnih komponent, težko hlapne in se z vodo ne mešajo. Postopek poteka pri normalnem tlaku in pri temperaturi, ki je nižja od vrelišča vode. Vodno paro uvajajo neposredno v zmes tekočine in vode v destilacijskem kotlu. Večino toplote, ki je potrebna za izparevanje, dovajajo posredno (npr. z grelci). Da znižajo temperaturo destilacije tekočini, ki se jo destilira, dovajajo paro neke druge tekočine.

Ta postopek temelji na dejstvu, da je vrelišče zmesi vode s kapljevino, ki se z njo meša, nižje od vrelišča vode same. Naprava za destilacijo z vodno paro je podobna napravi za diferencialno destilacijo. Imeti mora pripravo za neposredno uvajanje pare v kapljevino. Ima pa tudi pomanjkljivosti, ki omejujejo njeno uporabnost:

- velika poraba pare in s tem povezan velik strošek za hladilno vodo za kondenzacijo,
- vlažnost produkta,
- izguba produkta zaradi raztapljanja v vodi,
- kemijsko delovanje vodne pare na produkt,
- za mnoge produkte je temperatura destilacije z vodno paro pri normalnem zračnem tlaku še vedno previsoka. Uporaba vakuuma še podraži postopek.

Destilacija z vodno paro je uporabna za pridobivanje eteričnih olj iz rastlinskega materiala (A. Kapun Dolinar, 2001, str. 67, 68).

1.5 Eterična olja

Eterična olja so Egipčani, Judi, Asirci, Babilonci in druge kulture že pred našim štetjem uporabljale v verske in pogrebne namene. Dandanes je uporaba eteričnih olj bistveno bolj raznolika.

»Eterična olja so koncentrirani ekstrakti različnih delov rastlin, kot so cvetovi, listi, popki, stebela, veje, semena, skorje semen, debla, lubje, les, smola in korenine. Pridobimo jih lahko iz približno 700 različnih vrst rastlin. Rastline z vonjem eteričnih olj privlačijo žuželke zaradi opráševanja, varujejo rastline pred okužbami, s hlapi tvorijo okoli rastlin zasičeno atmosfero, ki preprečuje čezmerno izgubo vlage, rastline varujejo pred zajedavci in delujejo proti plevelom, saj je okoli rastlin območje, na katerem trdovratne rastline ne morejo uspevati. Kot drobne kapljice se nahajajo med celicami in delujejo kot hormoni, regulatorji in katalizatorji. Ker so eterična olja produkti rastlinske presnove, spadajo med naravne spojine, njihova bistvena lastnost je izrazit vonj. Rastline v splošnem vsebujejo zelo majhne količine eteričnih olj (od 0,02 do 1 %). Nekatere rastline vsebujejo veliko več eteričnega olja od drugih, zaradi česar se razlikujejo tudi cene eteričnih olj. Zaradi velike koncentracije se

eterična olja uporablja v zelo majhnih količinah. Čeprav jim v pogovornem jeziku pravimo olja, po svoji strukturi niso mastna kot prava olja, po viskoznosti pa se gibljejo od zelo tekočih do takih, ki so podobna sirupom ali celo medu z visokim lomnim količnikom« (Slapničar in Boh Pogornik, 2020, str. 60–98).

»Eterična olja so navadno brezbarvne, le redko obarvane tekočine, njihova gostota je v večini manjša od gostote vode (to ne velja za eterično olje cimeta in nageljnovih žbic), zato na njej plavajo. Definiramo jih lahko kot zmesi hlapnih, lipofilnih aromatičnih spojin« (Slapničar in Boh Pogornik, 2020).

»Eterična olja se kot sekundarni metaboliti sintetizirajo v žleznih celicah na površju rastlinskih organov, v oljnih celicah, v sekretornih votlinicah ali v sekretornih kanalčkih. Vsako eterično olje sestoji iz 80 do 150 različnih čistih snovi (karboksilne kisline, alkoholi, aldehidi, estri, etri, ketoni, fenoli in številni ogljikovodiki), ki jih z vidika kemijske sestave uvrščamo v dve veliki skupini:

1. terpeni in
2. njihovi derivati imenovani terpenoidi.

Terpeni so kemijsko monociklični, biciklični ali aciklični ogljikovodiki, njihova osnovna strukturna enota je izopren (*2-metilbuta-1,3-dien*).

Terpenoidi so derivati terpenov s heteroatomi, torej njihovi alkoholi, aldehidi, ketoni, estri, karboksilne kisline in ustrezni žveplovi analogi. V eno večjo skupino sodijo monoterpeni in monoterpenoidi, zgrajeni iz dveh izoprenskih enot, poleg teh pa v eteričnih oljih najdemo tudi seskviterpene in seskviterpenoide, ki so sestavljeni iz 3 izoprenskih enot.

Značilnost eteričnih olj je, da se od maščobnih olj razlikujejo po visoki hlapljivosti in izhlapevanju brez oljnega madeža. Eterična olja se v vodi ne topijo, topna pa so v alkoholu, kisu, mleku, smetani in medu ter se zlahka mešajo z naravnimi rastlinskimi olji, maščobami in voski.

Mnoga eterična olja imajo antiseptične, antioksidativne, antibakterijske, antiglivične, antivirusne, antitumorne, sedativne, insekticidne, protivnetne in vulnerarne (pospeševanje

celjenja ran) lastnosti. Zaradi različno širokega spektra čistih snovi, ki sestavljajo eterično olje, imajo olja različno širok spekter uporabe.

Eterična olja se pri aromaterapijah (zdravljenje z alternativno medicino) zlahka vpijajo skozi dihala, v kožo in sluznico. Posledično precej hitro pridejo v krvni obtok, vendar pa se iz njega tudi hitro izločijo in jih po štirih do šestih urah po absorpciji ni več v telesu. Eterična olja se uporabljajo kot topila, kot snovi, ki zmanjšujejo pojav krčev in vnetij tkiv, snovi, ki stimulirajo imunski sistem in imajo pomirjevalni učinek. Farmakološko delujejo na tkiva, organe ter na hormonski in živčni sistem. Pospešujejo regeneracijo tkiv in stimulirajo živčna vlakna. Uporabljajo se v kozmetični industriji, večinoma za odišavljanje in prekrivanje osnovnega, navadnega neprijetnega vonja kozmetičnih izdelkov. Vse večja je njihova uporaba tudi v prehranski industriji, parfumeriji in farmacevtski industriji.

Na shranjevanje eteričnih olj v veliki meri vpliva temperatura. V primeru nizke temperature postanejo olja citrusov motna; veliko olj pri nizkih temperaturah postane bolj viskoznih, nekatera olja se tudi popolnoma strdijo.

Lastnosti eteričnih olj iste rastline se lahko zaradi več razlogov razlikujejo. Med temi razlogi so najpomembnejši:

- različna nadmorska višina,
- način gnojenja rastline,
- način pridobivanja surovin,
- tehnika izdelave eteričnega olja,
- različna vrsta prsti in
- podnebne oziroma vremenske razmere.

Najpogostejša eterična olja so olja pridobljena iz nageljnovih žbic, skorje cimeta in semen janeža. Med zelo priljubljena eterična olja uvrščamo tudi eterično olje limone, pomaranče, rožmarina, timijana, smreke, bora, jelke, bazilike, kumine, majarona, lovorja, pehtrana, kamilice, sivke, mete, različnih vrst vrtnic, žajblja, jabolka in še bi lahko naštevali« (Slapničar in Boh Podgornik, 2020, str. 60–98).

1.6 Ekstrakcija eteričnih olj s parno destilacijo

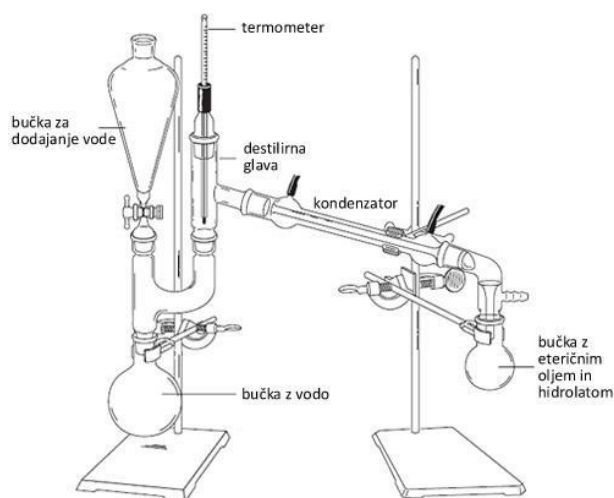
Metode izolacije eteričnega olja se razlikujejo glede na rastlino in del rastline, iz katerega želimo izolirati eterično olje. Pravilna izbira metode je pomembna, saj lahko v nasprotnem primeru dobimo eterično olje s spremenjenimi lastnostmi in kemijsko sestavo.

Največkrat naravna eterična olja izoliramo s klasično metodo parne destilacije. Metoda se izvaja v treh korakih:

1. izparevanje,
2. hlajenje in
3. separacija.

Postopek poteka tako, da vodna para prehaja skozi rastlinski material za destilacijo. Ker je izparevanje eteričnih olj mogoče le tam, kjer pride para v neposreden stik z »raztrganimi celicami«, je najbolje, da je rastlinski material dobro sesekljan. Ko para segreva rastlinski material, počijo stene celic, v katerih rastlina shranjuje eterično olje, eterično olje se izloči, izhlapi ter pomeša z vodno paro. Zaradi difuzije z vodo se olje izloči na površino maceriranega rastlinskega materiala in skupaj z vodno paro izpari. Ta mešanica nato teče skozi cev, ki jo hladi voda, tako da se mešanica vodne pare in eteričnega olja kondenzira in kaplja v posebno posodo, v kateri se zaradi razlike v relativni gostoti eterično olje loči od vode na naraven način. Eterično olje najpogosteje plava na vodi, le poredko se nabira na dnu. Rezultat destilacije sta čisto, naravno izvorno eterično olje in hidrolat (cvetna oziroma rožna voda, ki je vodotopna sestavina eteričnega olja).

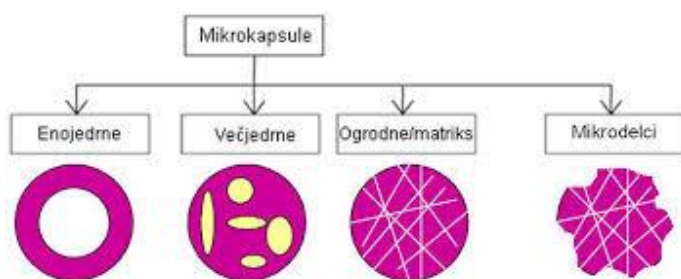
»Podvrsta parne destilacije je tudi hidrodestilacija, kjer sta rastlinska droga in vrelna voda v neposrednem stiku, tako da voda ščiti rastlinski material pred pregretjem. Hlapne komponente eteričnega olja nato potujejo skupaj z vodno paro v za to namenjen zbiralnik na napravi (npr. v zbiralno cevko destilacijske aparature Clevenger)« (Slapničar in Boh Podgornik, 2020, str. 64, 65).



Slika 4: naprava za ekstrakcijo z vodno paro

1.7 Mikrokapsuliranje

Mikrokapsuliranje je proces, pri katerem zelo drobne kapljice, trdne delce ali zračne mehurčke obdamo oz. obložimo s kontinuiranim slojem polimera, lipida ali drugih ustreznih snovi. Če je velikost nastalih delcev v mikrometrskem nivoju, ti ustrezajo širši definiciji mikrokapsul, ki zajema s postopkom mikrokapsuliranja izdelane delce mikrometrskih velikosti. V literaturi lahko zasledimo nedoslednost v rabi termina »mikrokapsula«, saj obstaja tudi ožja definicija. Slednja zajema tudi morfološke lastnosti nastalih delcev in mikrokapsule definira kot majhne, trdne delce okroglih oblik, velikosti 1–1000 (2000) μm , ki so sestavljeni iz jedra in ovojnice. Jedro mikrokapsul je lahko trdno, tekoče ali plinasto, od česar so odvisne tudi ostale morfološke lastnosti mikrokapsul. Mikrokapsule so lahko nepravilnih oblik in jih delimo na enojedrne, večjedrne in ogrodne. Pri ogrodnih sta mikrokapsulirana snov in ogrodni material enakomerno razporejena po celotni prostornini delca – takšne mikrokapsule imenujemo tudi mikrosfere. Mikrodelci se od mikrosfer ločijo po tem, da so nepravilnih oblik. Za filmski tip mikrokapsul, kakor imenujemo eno- ali večjedrne pore, pa je značilno, da lahko jasno razločimo eno ali več jeder, ki jih obdaja ovojnica (povzeto po A. Zvonar in M. Gašperlin, 2012).



Slika 5: vrste mikrokapsul

1.7.1 Razvoj in namen mikrokapsuliranja

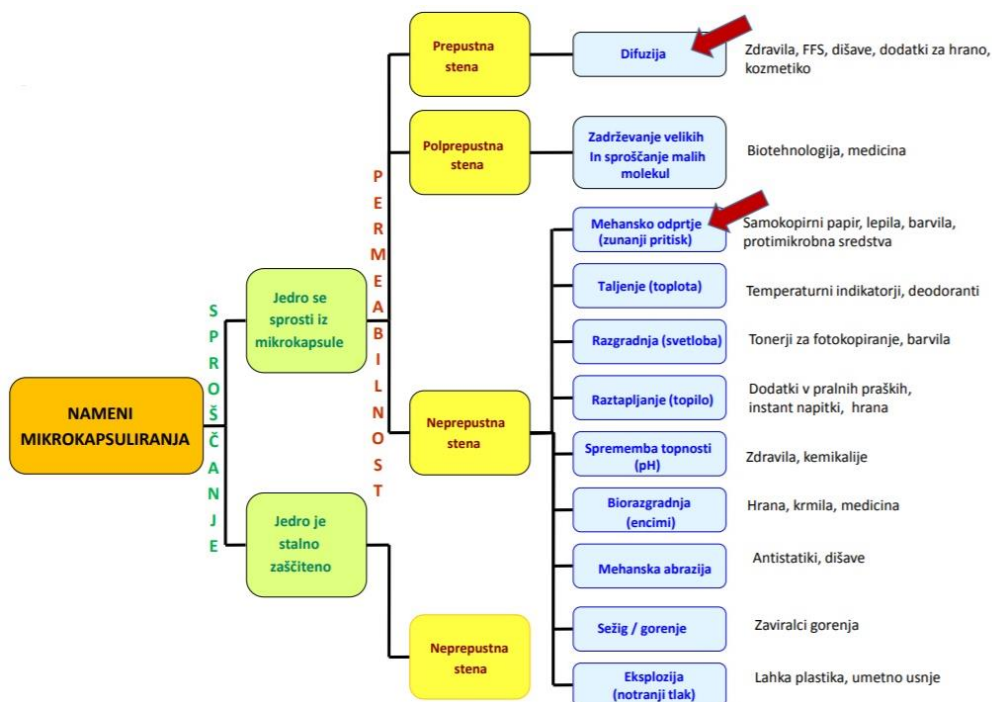
Mikrokapsuliranje je zelo podobno nekaterim naravnim procesom, zato se je njegov razvoj začel ravno s posnemanjem teh. Narava z ovojnico zaščiti obdani material pred zunanjimi vplivi okolja; dva izmed primerov na makroskopskem nivoju predstavljata jajce ptic in seme rastlin, na mikro- oz. nanometrskem nivoju pa celica s svojo vsebino. Razvoj mikrokapsuliranja se je začel v tridesetih letih prejšnjega stoletja in so ga sprva uporabljali v papirni industriji za pripravo brezsajnega kopirnega papirja.

Danes se mikrokapsuliranje uporablja tudi na drugih področjih, kot so prehrabena industrija, kozmetologija, biotehnologija, medicina, farmacija, dišave, pri dodatkih za hrano, pri samokopirnih papirjih, lepilih in protimikrobnih sredstvih, deodorantih, zaviralcih gorenja, lahki plastiki, umetnem usnju ipd.

Še posebej je mikrokapsuliranje uporabno v farmaciji, saj omogoča zaščito vgrajene učinkovine pred vplivi okolja in njeno nadzorovano sproščanje, prekrivanje neprijetnega okusa in vonja zdravilne učinkovine, fazni prehod (iz tekočega v trdno), ločitev reaktivnih sestavin zmesi, izboljšanje dispergiranja v vodnem mediju netopnih zdravilnih učinkovin in pripravo bioadhezivnih oblik. Ostale prednosti mikrokapsuliranja so tudi izboljšanje biološke uporabnosti peptidov in proteinov ter ciljana terapija. Kljub vsem prednostim pa je to draga tehnologija, zato moramo njeno uporabo dobro pretehtati (povzeto po A. Zvonar in M. Gašperlin, 2012).

Mikrokapsuliranje lahko glede na proces sproščanja delimo na sproščanje, pri katerem se jedro sprosti iz mikrokapsule in na sproščanje, pri katerem je jedro stalno zaščiteno. Glede

na permeabilnost ga lahko delimo na mikrokapsuliranje s prepustno steno, polprepustno in neprepustno steno (povzeto po B. Boh Podgornik idr., 2018).



Slika 6: nameni mikrokapsuliranja

1.7.2 Metode mikrokapsuliranja

Metode mikrokapsuliranja delimo na kemijske (medpovršinska polimerizacija, polimerizacija in situ in emulzijska polimerizacija), fizikalno-kemijske (koacervacija, oblaganje plast na plast, sol-gel oblaganje, tehnologije s superkritičnimi plini, ohlajevanje dispergirane taline ter metode odparevanja topila) in fizikalno-mehanske (sušenje z razprševanjem, oblaganje v zvrtničnih plasteh, centrifugalne tehnike, mikrokapsuliranje v vakumu, elektrostatično mikrokapsuliranje, mikrokapsuliranje v bobnih in metoda ekstruzije) (povzeto po R. Kozan, 2011).

Neglede na način izdelave lahko mikrokapsuliranje razdelimo na tri osnovne korake:

- Vgradnja sestavine, ki bo bodisi tvorila ovojo bodisi jedro, v sistem, ki je lahko v obliki raztopine, emulzije ali suspenzije. Ta korak vključuje mešanje, mletje, sejanje, sušenje in dispergiranje.

- Oblikovanje mikrokapsul. Način oblikovanja je odvisen od ogrodja, iz katerega izhajamo. Če je to tekoče, sledi v tej fazi dispergiranje v zraku, v drugi tekočini ali v superkritičnem fluidu. Kadar izhajamo iz trdnega ogrodja, pa na gibajoče delce razpršujemo raztopino za oblaganje.
- Zadnji korak je stabiliziranje izdelanih mikrokapsul s kemijskimi (polimerizacija), fizikalno-kemijskimi (geliranje/premreževanje, koacervacija) ali fizikalnimi postopki (sušenje, obarjanje in strjevanje), ki vodijo v nastanek trdne oblike (povzeto po A. Zvonar in M. Gašperlin, 2012).

Ena izmed metod, ki se uporablja za izdelavo mikrokapsul, je metoda z uporabo enkapsulatorja Inotech IE-50 R, ki za izdelavo mikrokapsul uporablja sistem koncentričnih šob. Na tej napravi lahko izvajamo izdelavo mikrokapsul ter kapsuliranje hidrofilnih in hidrofobnih učinkovin. Naprava je zelo produktivna in omogoča izdelavo mikrokapsul med 10 μm in 1000 μm (povzeto po R. Kozan, 2011).

Naprava deluje na način, da dve ločeni snovi (snov, ki jo kapsuliramo in material za ovojnico) v smeri koncentrične šobe potiskata tlačilki ali kompresor, nato pa tekočini potujeta skozi šobo in se ob izhodu s pomočjo nihanja membrane ločita na koncentrične in enako velike kapljice, ki padejo skozi električno polje med šobo in elektrodo. Tvori se površinski naboj, elektrostaticne odbojne sile pa preprečijo zlepljanje kapljic med seboj. Če kot polimer (snov, ki se uporablja za izdelavo ovojnic) uporabimo pektin, moramo mikrokapsule premreževati v raztopinah soli, saj vsebujejo večvalentne katione (povzeto po R. Kozan, 2011).



Slika 7: enkapsulator Inotech IE-50 R

1.7.3 Optimizacija metode mikrokapsuliranja za namene šolskega laboratorija

Mikrokapsuliranje je relativno enostaven postopek, ki ga je mogoče uspešno izvesti tudi v manj opremljenih kemijskih laboratorijih, kjer nimamo na voljo naprav, namenjenih posebnim vrstam mikrokapsuliranja. Optimizacije mikrokapsuliranja se je potrebno lotiti na način poenostavljanja opreme, ki jo potrebujemo. Namesto enkapsulatorja potrebujemo le steklene čaše, magnetno mešalo in magnetne kapsule ter kapalko. Za izvedbo mikrokapsulacije je potrebno pripraviti dve raztopini, in sicer eno, ki bo služila kot jedro za mikrokapsule (inkapsulirana tekočina) in drugo, ki jo bomo uporabili za izdelavo ovoja okoli tekočega jedra. Raztopina, ki bo služila kot jedro za mikrokapsule, mora vsebovati kalcijev glukonat, pektin in pridobljen hidrolat eteričnega olja. Druga raztopina, ki bo obdala tekoče jedro, mora vsebovati pektin in pufer pH 2. Sam proces mikrokapsuliranja poteka na način kapljanja kapljic prve raztopine v drugo, ki se medtem ves čas meša v čaši na magnetnem mešalu, vendar brez segrevanja. Ko kapljice nakapamo, krožijo skupaj s tokom druge raztopine v čaši. Pri tem nastanejo željene mikrokapsule z inkapsuliranim tekočim jedrom. Mikrokapsule lahko nato za boljšo obstojnost pri shranjevanju precedimo ter shranimo v etanolu (povzeto po Brilan, 2019).

1.8 Preizkus znanja o razumevanju obravnavane učne vsebine

Preizkus znanja je del vrednotenja, na podlagi katerega sprejemamo odločitve, ki nas usmerjajo k neprestanim izboljšavam v učnem procesu. Koristnih informacij o znanju sta deležna tako učitelj kot učenec. Poleg informativne vloge ima preverjanje znanja še eno pomembno lastnost – motiviranje učenca in potrjevanje njegovih sposobnosti.

Glede na namen izvajanja razlikujemo preverjanje znanja na diagnostično, formativno in sumativno (Žagar, 2009, navedeno po Hribar, V., 2018). Diagnostično ali začetno preverjanje znanja se izvaja na začetku pred obravnavanjem učne vsebine ali na začetku izvajanja predmeta (Marentič Požarnik, 2016). Namen diagnostičnega preverjanja je ugotoviti predznanje učencev. Že usvojeno znanje je pogoj za nadaljnje učenje (Žagar, 2009, navedeno po Hribar, V., 2018).

Formativno ali sprotno preverjanje poteka občasno, med samim učnim procesom (Marentič Požarnik in Peklaj, 2002, navedeno po Hribar, V., 2018).

Končno ali sumativno preverjanje znanja predstavlja vlogo ugotavljanja rezultatov zaključnega obdobja učenja. Torej na koncu obravnavane učne vsebine, na koncu obdobja učenja, predvsem na koncu šolanja na osnovni, srednji, visoki šoli ... (Marentič Požarnik in Peklaj, 2002, navedeno po Hribar, V., 2018).

Naloge v pisnih preizkusih znanja delimo v dve skupini, in sicer na naloge, pri katerih učenec oblikuje odgovor sam in na naloge, pri katerih učenec odgovore izbira. V skupino nalog, pri katerih učenec oblikuje odgovor sam, spadajo:

- naloge dopolnjevanja in kratkih odgovorov,
- strukturirane naloge,
- strukturirani in nestrukturirani eseji,
- praktične naloge, izvedbe dejavnosti, seminarske in raziskovalne naloge.

V skupino nalog, pri katerih učenec odgovore izbira, spadajo:

- naloge alternativnega tipa,
- naloge izbirnega tipa,

- naloge povezovanja in urejanja.

Pri sestavljanju vseh tipov nalog se morajo učitelji držati splošnih načel sestavljanja nalog. Ta so (Žagar, 2009, navedeno po Hribar, V., 2018):

- jezikovna ustreznost napisanih nalog,
- pri sestavljanju nalog učitelj ne sme uporabljati enakih nalog, kot so zastavljene v učbeniku, saj s tem preverja zgolj spominsko znanje učencev,
- vprašanja ne smejo napeljevati na pravilen ali napačen odgovor,
- vprašanja oziroma naloge ne smejo posegati v intimnost učencev,
- za vsak tip naloge mora biti dano jasno navodilo, iz katerega lahko učenec razbere, kaj točno naloga zahteva od njega (npr. če naloga zahteva več odgovorov, mora biti to napisano).

Naloge alternativnega tipa so časovno ekonomične, omogočajo objektivno vrednotenje odgovorov ter so enostavne za sestavljanje (Zorman, 1974, navedeno po Hribar, V., 2018). Pri nalogah alternativnega tipa je podana trditev, učenec pa ugotovi, ali je ta pravilna ali ne (Žagar, 2009). Naloge alternativnega tipa preverjajo nižje taksonomske cilje. Slaba stran nalog alternativnega tipa je, da omogočajo največjo verjetnost ugibanja (Marentič Požarnik in Peklaj, 2002, navedeno po Hribar, V., 2018). Izboljšamo jih lahko tako, da je sama trditev enostavna, ne napeljuje na odgovor, preverja zgolj eno zakonitost ter obsega približno enako število pravih in napačnih trditev (Žagar, 2009, navedeno po Hribar, V., 2018). Naloge izbirnega tipa so najpogosteje uporabljene v pisnem preizkusu znanja (Zorman, 1974, navedeno po Hribar, V., 2018). Poznamo več različnih nalog izbirnega tipa. To so (Žagar, 2009, navedeno po Hribar, V., 2018):

- naloge z enim pravilnim odgovorom,
- naloge z več pravih odgovori in
- naloge z najboljšim odgovorom.

Naloge z enim pravilnim odgovorom imajo več možnih odgovorov, a le eden je pravilen (Žagar, 2009, navedeno po Hribar, V., 2018). Zorman (1974) loči posebej naloge z enim pravilnim odgovorom in z negativnim odgovorom. Pri obeh nalogah iščemo pravilni

odgovor glede na vprašanje, razlika je zgolj v načinu postavljanja vprašanja. Pri vprašanju z negativnim odgovorom dodamo v vprašalnico še nikalnico, ki jo moramo posebej poudariti s krepkim tiskom, lahko pa tudi s podčrtanim tiskom (Devetak, 2018, navedeno po Hribar, V., 2018).

2 CILJI IN PROBLEMI PROJEKTNE NALOGE

Dandanes se pojavlja veliko problemov, ki so posredno ali neposredno povezani s preveliko količino odpadkov. S projektno nalogo bi radi pokazali, kako lahko snovi, ki jih sicer uvrščamo med organske odpadke, predelamo in jih v praktične namene ponovno uporabimo, in sicer na enostaven in šolskim razmeram primeren način. Skozi projektno nalogo ugotavljava, v kolikšni meri so o zeleni kemiji, pektinu in njegovi izolaciji ter mikrokapsuliranju izoliranega eteričnega olja ozaveščeni dijaki 3. letnika Gimnazije in veterinarske šole in kako na njihovo znanje vpliva izvedba delavnice na temo izoliranja pektina ter eteričnega olja in mikrokapsuliranja.

3 HIPOTEZE

H1: Pektinske mikrokapsule se lepše oblikujejo, če je zmes, ki predstavlja tekoče jedro, bolj viskozna oziroma je dodanega manj hidrolata.


H2: Udeleženci delavnice bodo na potestu dosegli večje število skupno doseženih točk kot na predtestu.

4 METODE DELA

4.1 Pridobivanje pektina iz pomarančnih olupkov

Kemikalije:

Tabela 1: kemikalije za pridobivanje pektina

Snov	Piktogram
96% etanol	
Sok limone	/
Pomarančni olupki	/
Led	/

Laboratorijski inventar:

- Steklena bučka
- Povratni hladilnik
- Stojalo
- Mufa
- Prižema
- Univerzalni pH lističi
- 250 ml merilni valj
- Cedilo
- Trinožno stojalo
- 50 ml merilni valj
- Presalna nuča
- Štirinožno stojalo
- Steklokeramična plošča
- Bunsenov gorilnik

Postopek:

- Stekleno bučko z okroglim dnom vpneemo v trinožno stojalo. Vanjo prenesemo narezane pomarančne olupke, tako da ne presegajo polovice bučke (masa je odvisna od velikosti bučke), z merilnim valjem odmerimo 200 ml destilirane vode ter 20 ml soka limone.
- Z univerzalnim lakmusovim papirjem preverimo kislost raztopine. Vrednost pH raztopine naj bi znašala od 2 do 3.
- Na bučko vpneemo povratni hladilnik, zmes z mehkim plamenom segrevamo 75 min, nato pa pustimo, da se ohladi na sobno temperaturo. (Bučko lahko obdamo z ledeno kopeljo, da se zmes hitreje ohlaja).
- Zmes precedimo skozi kuhinjsko cedilo v 500 ml čašo, tako da odstranimo pomarančne olupke, v čaši pa dobimo filtrat.
- Filtratu dodamo 150 ml 96 % etanola (po potrebi tudi več) ter pustimo stati 30 min. Pri tem se obori pektin, ki formira sol stanje.



Slika 8: oborjen pektin v sol stanju (Manfreda Golob, Okorn, 2019)

- Sol, formiran iz pektina, precedimo skozi cedilo s čim bolj gosto mrežo. Priporočljiva je uporaba presesalne nuče, kjer uporabimo manj fini kavni filtrirni papir.



Slika 9: nučiranje sola (Manfreda Golob, Okorn, 2019)



Slika 10: pektin v gel stanju (Manfreda Golob, Okorn, 2019)

4.2 Izvedba delavnice

Čas trajanja: 90 min

Število dijakov: 15

Potek delavnice:

- Dijaki en teden pred delavnico pri pouku rešijo predtest.
- Pred delavnico jim vodja delavnice predstavi teoretična izhodišča s PowerPoint predstavitevjo.
- Dijake razdelimo v pet skupin po tri.
- Ena skupina dijakov izvede pridobivanje eteričnega olja, 3 skupine dijakov medtem mikrokapsulirajo z že vnaprej pripravljenim hidrolatom, preostala skupina pa z že vnaprej pripravljenim hidrolatom izvaja dokazne reakcije.
- Po končani delavnici dijaki pospravijo za seboj in rešijo potest.



Slika 11: izvedba delavnice (Rizmal, 2020)

4.3 Ekstrakcija eteričnega olja iz citrusov s parno destilacijo

Kemikalije:

Tabela 2: kemikalije za pridobivanje eteričnega olja

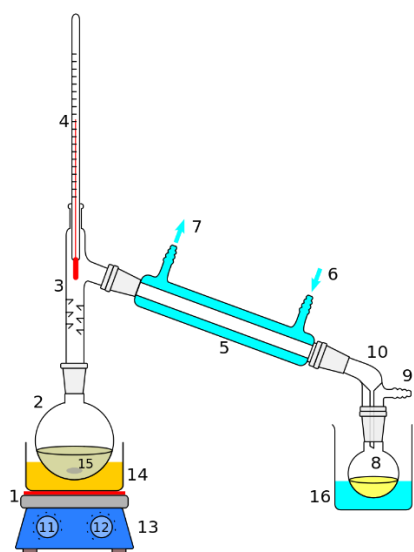
Snov	Piktogram
Pomarančni olupki/olupki limon	/
Destilirana voda	/

Laboratorijski inventar:

- Trinožna kovinska stojala
- Mufe
- Prižeme
- Hladilnik, cevke za hladilnik
- Bunsenov gorilnik
- Termometer z zamaškom
- Bučka z obrusom
- Koleno
- Strgalo

Postopek:

- Olupke dveh pomaranč nastrgamo na najbolj finem rezilu strgalnika.
- Sestavimo aparaturo za destilacijo, ki je prikazana na spodnji sliki. Ta mora vključevati 250 ml bučko z obrusom (15), koleno s tremi nastavki (eden za bučko, eden za hladilnik ter eden za priključitev termometra), (3) zamašek z vgrajenim termometrom, (4) mufo in prižemo, 2 trinožni stojali, čašo za zbiranje eteričnega olja (8 prilagojeno), (5) destilacijski hladilnik ter gumijasti cevki za hladilnik (6 in 7) – pazimo, da vstopa vodni tok v hladilnik na spodnjem delu hladilnika (6), voda pa izteka na zgornjem delu hladilnika (7).



Slika 12: naprava za destilacijo

- V destilacijsko bučko (15) prenesemo 100 g nastrganih pomarančnih/limoninih olupkov ter dolijemo 100 ml destilirane vode. Dodamo par vrelnih kamenčkov.
- Pod destilacijsko bučko podstavimo Bunsenov gorilnik ter stojalo s steklokeramično ploščo (nadomestek številke 14 ter 13). Pazimo, da se destilacijska bučka ne dotika steklokeramične plošče direktno.
- Prižgemo gorilnik ter pričnemo segrevati heterogeno zmes v bučki. Plamen iz gorilnika naj bo oksidativen. Pazimo, da temperatura na termometru ne naraste nad 110 °C.
- Odpremo pipo, tako da se voda vodoravno pretaka skozi destilacijski hladilnik. Vodni tok mora potovati od najnižje (6) do najvišje točke (7) destilacijskega hladilnika.

Nastali destilat (hidrolat eteričnega olja, ki vsebuje limonen) zbiramo v čašo.

4.4 Dokazne reakcije na pridobljenem hidrolatu eteričnega olja

Vse dokazne reakcije izvajamo v digestoriju.

4.4.1 Dokazna reakcija nenasičenosti limonena




Glede na literaturo vsebuje hidrolat, pridobljen iz olupkov citrusov (limone), kar 96 % limonena. Gre za derivat izoprena, molekule z dvojno vezjo, zato tudi v molekuli limonena zasledimo dvojno vez. Z reakcijo adicije broma na dvojno vez (razbarvanje bromovice) dokažemo prisotnost multiple vezi, posredno pa tudi limonena.

Laboratorijski inventar:

- Stojalo za epruvete
- 3 kapalke
- 3 epruvete

Kemikalije:

Tabela 3: kemikalije za dokazno reakcijo nenasičenosti limonena

Snov	Piktogram
Bromovica	
Hidrolat eteričnega olja	/
Heksan	
Heks-1-en	

Postopek:

- 1 ml pridobljenega hidrolata eteričnega olja (pomaranče/limone) s kapalko prenesemo v epruveto, ki jo označimo s črko A. 1 ml heksana prenesemo v epruveto, ki jo označimo s črko B. 1 ml heks-1-ena prenesemo v epruveto, ki jo označimo s črko C.
- V vsako od epruvet po kapljicah dodajamo bromovico. Po dodatku vsake kapljice bromovice zmes dobro premešamo tako, da epruveto dobro tresemo.





- Štejemo število kapljic bromovice, ki smo jih dodali, dokler se bromovica ne razbarva več.
- Epruveto A, ki vsebuje hidrolat eteričnega olja, primerjamo z epruveto B (vsebuje heksan, reakcija ne poteče) ter epruveto C (vsebuje heks-1-en, reakcija poteče).

4.4.2 Dokazna reakcija za prisotnost karbonilne skupine (prisotnost aldehydov)

Z dokazno reakcijo ugotavljamo, ali so v pridobljenem hidrolatu eteričnega olja prisotne spojine s karbonilno funkcionalno skupino $-CHO$ (aldehidi).

Kemikalije:

Tabela 4: kemikalije za dokazno reakcijo za prisotnost aldehydov

Snov	Piktogram
Fehling I	
Hidrolat eteričnega olja	/
Fehling II	
Propanon	
Propanal	

Laboratorijski inventar:

- 3 epruvete
- Stojalo za epruvete
- 250 ml čaša
- Bunsenov gorilnik
- Vžigalnik
- Štirinožno stojalo
- Steklokeramična plošča

Postopek:

- V epruveto A odmerimo 2 ml propanala, 1 ml Fehlinga I in 1 ml Fehlinga II.
- V epruveto B odmerimo 2 ml propanona, 1 ml Fehlinga I in 1 ml Fehlinga II.
- V epruveto C odmerimo 2 ml pridobljenega hidrolata, 1 ml Fehlinga I in 1 ml Fehlinga II.
- Epruvete pretresemo tako, da postane raztopina bistra.
- Epruvete postavimo v vodno kopel ter segrevamo toliko časa, dokler ne opazimo prve barvne spremembe raztopine.
- Rezultate epruvete C (hidrolat eteričnega olja) primerjamo z rezultati epruvete A (propanal, reakcija poteče) ter rezultati epruvete B (propanon, reakcija ne poteče).



4.4.3 Dokazna reakcija za prisotnost hidroksilne skupine (prisotnost alkoholov)

Laboratorijski inventar:

- Bunsenov gorilnik
- Štirinožno stojalo
- Steklokeramična plošča
- Vžigalnik
- 3 epruvete
- 250 ml čaša
- Kapalke

Kemikalije:

Tabela 5: kemikalije za dokazno reakcijo za prisotnost alkoholov

Snov	Piktogram
Kalijev dikromat(VI) v kislem	
Hidrolat eteričnega olja	/
96 % etanol	
Destilirana voda	/



Postopek:

- V epruveto A damo 1 ml destilirane vode in 2 kapljici kalijevega dikromata(VI) v kislem.
- V epruveto B damo 1 ml etanola in 2 kapljici kalijevega dikromata(VI) v kislem.
- V epruveto C damo 1 ml pridobljenega hidrolata in 2 kapljici kalijevega dikromata(VI) v kislem.
- V 250 ml čašo nalijemo vodo in pripravimo vodno kopel. Epruvete postavimo v vodno kopel in opazujemo, v katerih epruvetah pride do barvne spremembe.
- Epruveto C, v kateri je hidrolat eteričnega olja, primerjamo z rezultati epruвет A (voda, reakcija ne poteče) ter B (etanol, reakcija poteče).

4.5 Mikrokapsulacija eteričnega olja s pektinom

Kemikalije:

Tabela 6: kemikalije za mikrokapsuliranje

Snov	Piktogram
Pufer pH 2	
Hidrolat eteričnega olja	/
Pektin	/
Kalcijev glukonat	

Laboratorijski inventar:

- Magnetne kapsule, magnetno mešalo
- Dve 100 ml čaši
- Kapalka
- 50 ml merilni valj

Postopek:

Mikrokapsuliranje smo izvedli v dveh različnih skupinah. 1. skupina je zmešala 3 ml pridobljenega hidrolata, 2. skupina pa 2 ml pridobljenega hidrolata v prvo raztopino.

- **Priprava prve raztopine (tekoče jedro mikrokapsule):** v 100 ml čaši zmešamo 1 g kalcijevega glukonata, 1 g pektina ter 3 ali 2 ml pridobljenega hidrolata eteričnega olja. Nastala zmes je zelo viskozna.
- **Priprava druge raztopine (pektinske kapsule):** v 100 ml čašo zatehtamo 1,5 g pektina ter s 50 ml merilnim valjem odmerimo 25 ml pufru s pH 2. Nato v čašo dodamo magnetno kapsulo ter čašo postavimo na magnetno mešalo. Čašo s pomočjo magnetnega mešala segrevamo, vklopimo tudi funkcijo za obračanje magneteta. Po 5 minutah prenehamo segrevati ter čašo postavimo za nekaj časa v čašo z ledom, da se zmes ohladi.
- **Izdelava pektinskih kapsul:** v drugo raztopino, ki jo konstantno mešamo na magnetnem mešalu (vendar ne vklopimo funkcije segrevanja), s kapalko nakapamo prvo raztopino. Nastale pektinske kapsule precedimo preko cedila.

4.6 Opis inštrumenta

Dijakom smo pred delavnico razdelili predtest, ki je bil anonimen in sestavljen iz treh začetnih vprašanj, kjer smo od dijakov pridobili željene demografske podatke (spol, starost in ocene pri kemiji). Začetni del je vseboval še predstavitev raziskave in prošnjo za sodelovanje. Opisanemu uvodnemu delu je sledilo deset vprašanj o: obarjanju, destilaciji, ločevanju etanola in vode, gel in sol stanju raztopine pektina, mikrokapsuliranju, mikrosferah, dokaznih reakcijah za prisotnost dvojnih vezi, pektinu in sestavinah eteričnega olja. Vsako vprašanje je imelo 4 možne odgovore (alternative) z enim pravilnim odgovorom. Vprašanju so sledila še tri podvprašanja, pri katerih je moral dijak odgovoriti, koliko (od 1 do 6, kjer 1 predstavlja: »samo ugibam« in 6 »popolnoma sem prepričan«) je prepričan v svoj odgovor v prvem delu vprašanja ter zakaj je izbral ta odgovor (utemeljitev dogovora). Tudi pri utemeljitvi odgovora so bili na voljo štiri možni odgovori z enim pravilnim ter koliko (od 1 do 6) je dijak prepričan, da je utemeljitev odgovora rešil pravilno. Pomembno je poudariti, da so bile podane alternative odgovorov distrakcija, ki jo je podalo 30

študentov različnih izobraževalnih smeri Pedagoške fakultete, UL. Takšen način priprave štiridelnih preizkusov znanja narekuje tudi relevantna literatura iz tega področja. Preizkus znanja zadostuje karakteristikam ekonomičnosti, veljavnosti in zanesljivosti.

Po izvedeni delavnici so dijaki rešili še potest, ki je bil enak predtestu, saj smo preverjali razlike v znanju pred in po delavnici. Znanje smo preverjali med 70 srednješolci iz BIC Ljubljana, Gimnazija in veterinarska šola. Dijaki, vključeni v raziskavo, obiskujejo tretji letnik veterinarskega programa. 58 dijakov je bilo ženskega, 12 dijakov pa moškega spola. Dijaki so preizkus reševali samostojno. Preizkus znanja je bil sestavljen v sodelovanju z Nastjo Mihelčič, magistrsko študentko Pedagoške fakultete, UL, na dvopredmetnem študiju kemije in biologije ter njenima mentorjema, prof. dr. Iztokom Devetakom in asist. Miho Slapničarjem. Pridobljeni podatki so bili zbrani, urejeni in analizirani v programu Excel 2013.

5 REZULTATI

5.1 Rezultati mikrokapsuliranja

Prva skupina:

Prva raztopina (tekoče jedro mikrokapsule):

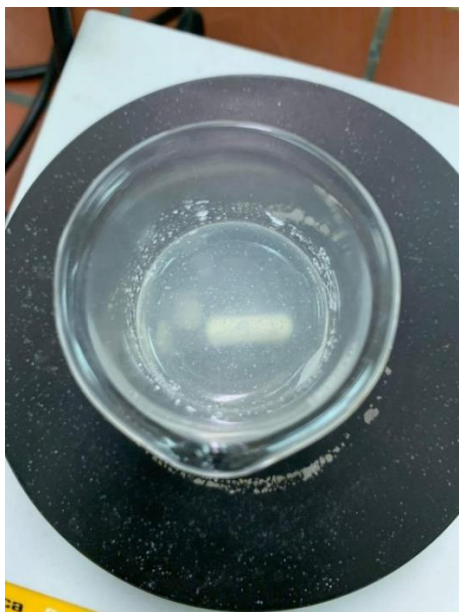
- 1 g kalcijevega glukonata,
- 1 g pektina,
- 3 ml pridobljenega hidrolata eteričnega olja.

Druga raztopina (pektinske kapsule):

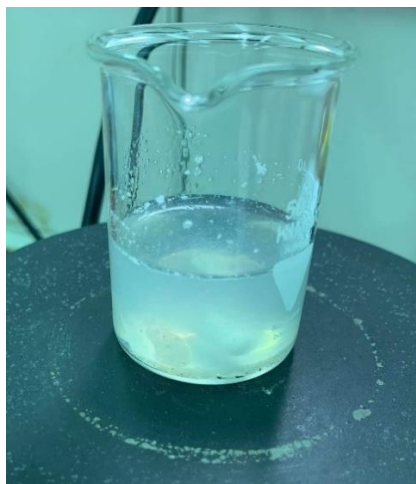
- 1,5 g pektina,
- 25 ml pufru s pH 2.

Lastnosti pripravljenih mikrokapsul:

Mikrokapsule smo po njihovi izdelavi na magnetnem mešalu precedili in prestavili v raztopino 96 % etanola, da so se dlje časa obdržale. Viskoznost raztopine tekočega jedra prve skupine je bila podobna viskoznosti tekočega medu in smo jo z lahkoto nakapali v drugo raztopino. Pri uporabi kapalke in odmerjanju prostornine raztopine nismo imeli težav. Narejene mikrokapsule so bile mehke, majhne in zelo svetle oziroma skoraj prozorne. V etanolu so se mikrokapsule deloma raztopile, zato je tudi na slikah njihova oblika težko vidna.



Slika 13: mikrokapsule in mešalo (Manfreda Golob, Okorn, 2020)



Slika 14: mikrokapsule in mešalo v etanolu (Manfreda Golob, Okorn, 2020)

Druga skupina:

Prva raztopina (tekoče jedro mikrokapsule):

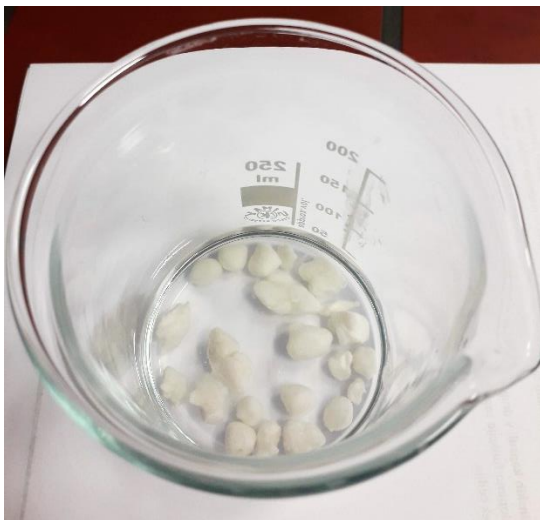
- 1 g kalcijevega glukonata,
- 1 g pektina,
- 2 ml pridobljenega hidrolata eteričnega olja.

Druga raztopina (pektinske kapsule):

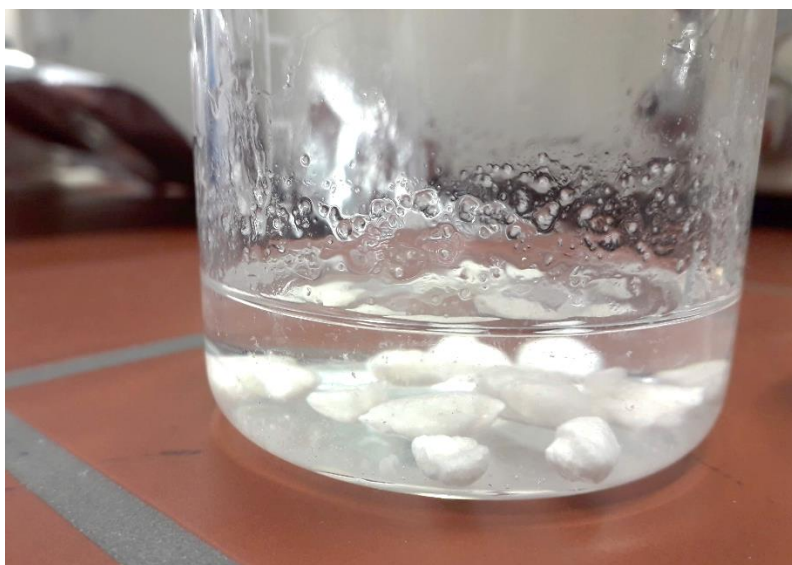
- 1,5 g pektina,
- 5 ml pufra s pH 2.

Lastnosti pripravljenih mikrokapsul:

Mikrokapsule smo po njihovi izdelavi na magnetnem mešalu precedili in prestavili v raztopino 96 % etanola, da so se dlje časa obdržale. Tekoče jedro druge skupine je bilo precej bolj viskozno od tekočega jedra prve skupine. Pri delu s kapalko smo imeli težave pri kapljanju tekočega jedra v drugo raztopino, zato smo si, namesto s kapalko, pomagali s stekleno palčko in kovinsko žlico. Pri tem smo pazili, da je bila prostornina tekočega jedra vedno enaka. Narejene mikrokapsule so bile na cedilu trdne, lahko smo jih prijeli v roke, ne da bi se razdrle. Mikrokapsule s tekočim in viskoznim jedrom so bile večje kot pri prvi skupini in bele barve. V etanolu se niso raztopile in so ostale trdne še tedne po izdelavi.



Slika 15: mikrokapsule v etanolu 1 (Manfreda Golob, Okorn, 2020)



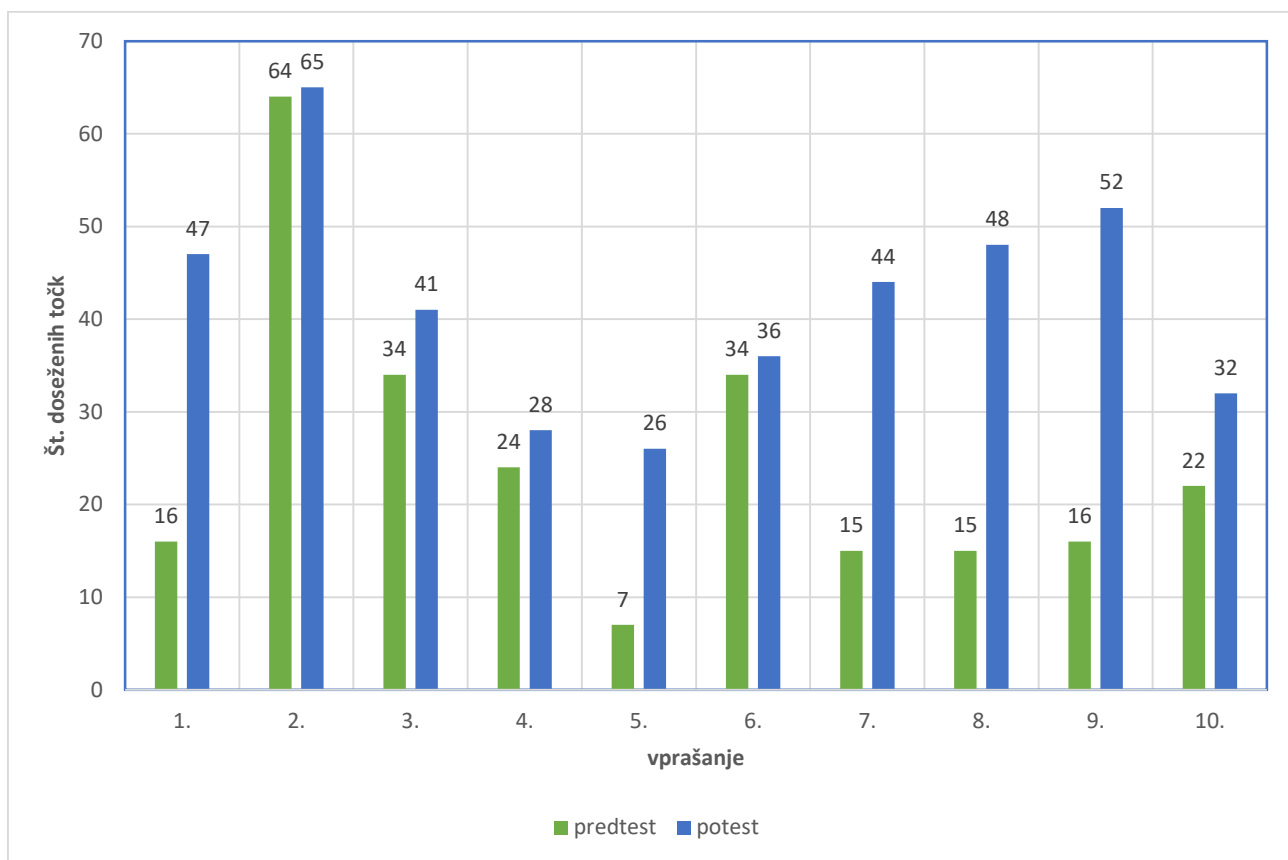
Slika 16: mikrokapsule v etanolu 2 (Manfreda Golob, Okorn, 2020)

5.2 Rezultati preizkusa znanja

Dijaki so pred začetkom izvajanja eksperimentalne delavnice rešili preizkus znanja (predtest), prav tako pa tudi po koncu delavnice (potest). Preizkus znanja je rešilo 70 srednješolcev iz BIC Ljubljana, Gimnazija in veterinarska šola. Dijaki so obiskovali tretji letnik veterinarskega programa. 58 udeležencev raziskave je bilo ženskega, 12 pa moškega spola. Preizkus znanja je bil sestavljen tako, da je bilo mogoče doseči največ 20 točk. Največje število doseženih točk je bilo 16, toliko točk je doseglo 5 dijakov. Najmanjše število doseženih točk je bilo 4.

Tabela 7: število doseženih točk na pred- in potestu za vsako vprašanje posebej

	<i>Predtest (skupno število pravilnih odgovorov)</i>	<i>Potest (skupno število pravilnih odgovorov)</i>	<i>Razlika</i>
1. vprašanje	16 (22,9 %)	47 (67,1 %)	31 (44,3 %)
2. vprašanje	64 (91,4 %)	65 (92,9 %)	1 (1,4 %)
3. vprašanje	34 (48,6 %)	41 (58,6 %)	7 (10,0 %)
4. vprašanje	24 (34,3 %)	28 (40,0 %)	4 (5,7 %)
5. vprašanje	7 (10,0 %)	26 (37,1 %)	19 (27,1 %)
6. vprašanje	34 (48,6 %)	36 (51,4 %)	2 (2,9 %)
7. vprašanje	15 (21,4 %)	44 (62,9 %)	29 (41,4 %)
8. vprašanje	15 (21,4 %)	48 (68,6 %)	33 (47,1 %)
9. vprašanje	16 (22,9 %)	52 (74,3 %)	36 (51,4 %)
10. vprašanje	22 (31,4 %)	32 (45,7 %)	10 (14,3 %)
Skupaj	247 (35,3 %)	419 (59,9 %)	172 (24,6 %)



Graf 1: število doseženih točk na pred- in potestu za vsako vprašanje posebej

6 DISKUSIJA

Pri projektni nalogi sta bila zastavljena dva cilja, in sicer: (1) ugotoviti, kako izdelati čim bolj obstojne mikrokapsule in (2) preveriti učinkovitost izvedene eksperimentalne delavnice glede znanja dijakov pred in po izvedbi delavnice.

Mikrokapsule prve skupine so bile, kot je prikazano na sliki 13 in 14, slabo oblikovane, neizrazite barve ter neobstoje. Pri tej skupini je bilo v raztopini jedra mikrokapsul 3 ml hidrolata. Pri drugi skupini smo v raztopino jedra mikrokapsul zmešali le 2 ml hidrolata. Mikrokapsule so bile, kot je prikazano na sliki 15 in 16, bistveno bolj kompaktne strukture in trajne oblike, bile so izrazito bele barve in obstojnejše. **Hipotezo 1, ki pravi, da se bodo mikrokapsule lepše oblikovale, če bomo dodali manj hidrolata, lahko zato potrdimo.** Rezultati so bili predvideni, saj smo sklepali, da se bodo ob večji vsebnosti hidrolata, ki je viskoznejši od pektina, mikrokapsule tvorile slabše, saj bo sama prva raztopina (torej tekoče jedro) bolj viskozna in bo v raztopini pufra in pektina razpadla. Predvidevanje se je, glede na rezultate mikrokapsuliranja, izkazalo za pravilno. Prav tako večja količina hidrolata razredči kalcijev glukonat in pektin, ki povzročita zamreženje in tvorbo gela. Večja gostota prve raztopine vpliva tudi na barvo mikrokapsul, saj je bilo pri drugi skupini več kalcijevega glukonata in pektina, ki sta v trdnem stanju bela.

Hipotezo 2, ki pravi, da bodo udeleženci delavnice na potestu dosegali večje število točk kot na predtestu, lahko potrdimo, saj so udeleženci raziskave na vsa vprašanja, kot je razvidno iz grafa 1, odgovarjali boljše po izvedbi eksperimentalne delavnice. Dijaki so po eksperimentalni delavnici na potestu v skupnem seštevku točk dosegli 59,9 % (na predtestu 35,3 %), iz česar sklepamo, da je izvedba eksperimentalne delavnice zvišala raven usvojenega znanja iz prej omenjenih specifičnih vsebinskih sklopov za 24,6 %. Dijaki so na predtestu najbolje odgovarjali na drugo vprašanje (91,4 % pravilnih odgovorov), ki se je nanašalo na destilacijo, kar lahko pojasnimo z dejstvom, da se dijaki o destilaciji učijo v šoli pri kemiji, zato so pri tem vprašanju tudi na predtestu dosegali visoko število točk. Najmanjše število točk so na predtestu dosegli pri petem vprašanju (10,0 % pravilnih odgovorov), ki se je nanašalo na pojem mikrokapsuliranja. Ker je sama metoda mikrokapsulacije dokaj nova, je razumljivo, da se o tem dijaki v šoli ne učijo oziroma o tem

še niso slišali veliko. Po izvedeni delavnici se je število pravih odgovorov na to vprašanje dvignilo za 27 %, kar pa je še vedno relativno malo, glede na to, da je bil poudarek delavnice na mikrokapsuliranju. Do takih rezultatov je lahko prišlo, ker sta pri petem vprašanju o mikrokapsuliranju na videz pravilna dva odgovora, in sicer A in Č (glej priloge – preizkus znanja), kar je lahko dijake zavedlo. Sklepati je mogoče, da je bil preizkus znanja glede na atraktivnost možnih odgovorov zastavljen v redu. Trditev dokazuje dejstvo, da je število odgovorov Č (napačni odgovor) zelo blizu števila odgovorov A (pravilni odgovor). Največja razlika v pravih odgovorih pred in po eksperimentalni delavnici znaša 51,4 %, in sicer pri devetem vprašanju, ki se nanaša na pektin. Ker je bil pektin ena glavnih komponent mikrokapsuliranja, je porast pravih odgovorov pričakovan, prav tako je bil pektin tudi podrobno predstavljen pred delavnico na PowerPointu (glej priloge – PowerPoint predstavitev). Vprašanje z najmanjšim porastom pravih odgovorov je drugo vprašanje, saj je bilo že na predtestu več kot 90 % pravih odgovorov. Velik porast pravih odgovorov je tudi pri osmem vprašanju, ki se navezuje na destilacijo lupin citrusov, ki je bila točka pri izvedbi delavnice, s čimer lahko pojasnimo porast znanja.

Zaključiti je mogoče, da so bili cilji projektne naloge doseženi. Metoda optimizacije mikrokapsuliranja eteričnega olja s pektinom je bila uspešno izpopolnjena. Eksperimentalna delavnica, katere namen je bil izboljšati teoretično in praktično znanje o zgoraj izpostavljenih vsebinah, je bila uspešno načrtovana in izvedena.

V prihodnje bi bilo potrebno raziskati uporabo pridobljenih mikrokapsul in izboljšati nekatere dele eksperimentalne delavnice, da bi bila količina usvojenega znanja še večja.

7 SKLEP

Sklep raziskovalnega problema je, da se mikrokapsule lepše oblikujejo in so bolj obstojne, če v raztopino, ki tvori tekoče jedro mikrokapsul, dodamo manj hidrolata, raztopina je posledično bolj gosta.

Prva hipoteza je bila zastavljena pravilno in smo jo lahko potrdili. Celotno raziskavo oziroma laboratorijsko delo izdelave mikrokapsul bi lahko nadgradili tako, da bi naredili še več različnih raztopin z različnimi deleži hidrolata, pektina ali kalcijevega glukonata. Prav tako bi lahko prirejali gostoto raztopine, ki tvori zunanji ovoj mikrokapsul in spreminjali delež pektina ter pufra pH 2. Za izboljšanje postopka bi lahko spremenili hitrost mešanja oziroma oblike mešala in opazovali, kako to vpliva na izdelavo mikrokapsul.

Druga hipoteza, ki pravi, da bo znanje dijakov po izvedeni delavnici boljše, je bila prav tako zastavljena pravilno, zato jo lahko potrdimo. Drugi cilj projektne naloge bi lahko izboljšali z večjim številom dijakov ter dijaki z drugih smeri na BIC-u ali dijaki z drugih srednjih šol, da bi dobili bolj posplošljive rezultate. Izboljšali bi lahko tudi potek eksperimentalne delavnice, saj smo ugotovili, da imajo dijaki tudi po izvedeni delavnici, ki je vključevala tako teoretični kot praktični del, še vedno pomanjkljivo znanje.

Iz projektne naloge bo v spletno revijo *Kemija v šoli in družbi* (<https://www.kemija.net/>), ki je namenjena slovenskim učiteljem kemije v osnovnih in srednjih šolah ter širši strokovni javnosti, do zagovora projektne naloge poslan znanstveni članek, v katerem bodo predstavljeni relevantni rezultati raziskave.

Ugotovili smo, da je bila projektna naloga kljub možnim popravkom, uspešna in z realnimi cilji, ki smo jih tudi dosegli.

8 LITERATURA

1. ALPHONS G. J. VORAGEN, GERD-JAN COENEN, RENE P. VERHOEF, HENK A. SCHOLS: *Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cell walls*. SpringerLink. Pridobljeno z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11224-009-9442-z> . 13. 3. 2009. povzeto/citirano 15. 12. 2019
2. BLINC, Anže: *Samomeritve antikoagulacijskega učinka varfarina*. Zasrce. Pridobljeno z: <https://zasrce.si/clanek/samomeritve-antikoagulacijskega-ucinka-varfarina/>. 11. 9. 2018. povzeto/citirano 2. 3. 2020
3. BOH, Anže: *Napredni spletni sistem za preverjanje znanja pri pouku Tehnike in tehnologije*. Izpis gradiva. Pridobljeno z: <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=61994> 2016.povzeto/citirano 10. 2. 2020
4. BRLAN, Nastja: *Pridobivanje pektina iz pomarančnih olupkov, ekstrakcija eteričnega olja s pomočjo destilacije z vodno paro, dokazne reakcije v zvezi s pridobljenim hidrolatom, mikrokapsulacija eteričnega olja s pomočjo pektina*. Pridobljeno v obliki učnega lista z navodili za delo od Nastja Brlan pri praktičnem delu v laboratoriju. 2019
5. CHAPLIN, Martin: *Pectin. Water structure and function*. Pridobljeno z: <http://www1.lsbu.ac.uk/water/pectin.html?fbclid=IwAR2I9mbM4Qvvl6zVpHnph0TxEtQJGHV0gMpmogGjmBBkTAHmQigC6yZLf54#mol> . 2001. 16.12.2019.povzeto/citirano 16. 2. 2020
6. D.A. SMITH: *James and preserves / Methodes of manufacture*. ScienceDirect. Pridobljeno z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012227055X00660X>. 2003. 2003. povzeto/citirano 15. 12. 2019
7. HRIBAR, Vesna: *Razvoj kriterijev analize pisnih preizkusov znanja iz kemije*. Diplomsko delo. 2018. povzeto/citirano 12. 2. 2020
8. KAPUN DOLINAR, Alma: *Biotehnologija: Zavod Republike Slovenije za šolstvo*. Ljubljana, 2001. povzeto/citirano 16. 12. 2019
9. KATEDRA ZA FARMACEVTSKO KEMIJO: *Varfarin*. PowerPoint prezentacija. Pridobljeno z: http://www.ffa.uni-lj.si/fileadmin/datoteke/FK/Gradiva_FK/2012-13/Vaje_ppt_nove/17.vaja-VARFARIN_JM.pdf. 16. 5. 2013. povzeto/citirano 6. 2. 2020
10. KOZAN, Renata: *Vpliv sestave ovojnice na lastnosti mikrokapsul s samomikroemulgirajočim jedrom*. Pdf. Pridobljeno z: http://www.ffa.uni-lj.si/fileadmin/datoteke/Knjiznica/diplome/2011/Kozan_Renata_dipl_nal_2011.pdf . 2011. povzeto/citirano 20. 9. 2019
11. LUCY MACKENZIE IDR.: *Valorization of Waste Orange Peel to Produce Shear-Thinning Gels*. Journal of Chemical Education. (2019) 96(12), str. 3025-3029. povzeto/citirano 15. 11. 2019
12. PAULO, Filipa; SANTOS Lúcia : *Design of experiments for microencapsulation applications: A review*. ScienceDirect. Pridobljeno z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0928493116321439> . 1. 8. 2017. povzeto/citirano 5. 1. 2020.

13. PODGORNIK BOH, Bojana idr.: *Izdelava mikrokapsul za protimikrobne premaze na papirju*. LinkClick. Pridobljeno z: <https://www.gzs.si/LinkClick.aspx?fileticket=BYZmnxGMCjE%3D&portalid=183> . 2018. povzeto/citirano 16. 12. 2019
14. SLAPNIČAR, Miha in PODGORNIK BOH, Bojana: *Naravne spojine v živih sistemih*: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, 2020. povzeto/citirano 11. 11. 2019
15. STAREŠINIČ, Sandra: *Vrednotenje upoštevanja principov zelene kemije pri eksperimentalnem delu v osnovni šoli z metodo zelene zvezde*. Magistrsko delo. Pridobljeno z: http://pefprints.pef.uni-lj.si/5239/1/MAG_Zelena_zvezda_in_zeleni_krog_StaresinicSandra.pdf. 2018. 16. 12. 2019. povzeto/citirano 5. 12. 2019
16. YULIARTIA, Oni, idr.,: *Influence of pH, pectin and Ca concentration on gelation properties of low-methoxyl pectin extracted from Cyclea barbata Miers*. ScienceDirect. Pridobljeno z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213329116300442> . 11. 1. 2017. povzeto/citirano 5. 1. 2020.
17. ZHANGA, Bangheng: *Modulation of calcium-induced gelation of pectin by oligoguluronate as compared to alginate*. ScienceDirect. Pridobljeno z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996918306264>. 6. 2. 2019. povzeto/citirano 5. 1. 2020.
18. ZVONAR, Alenka; GAŠPERLIN, Mirjana; *Pregled metod izdelave mikrokapsul za farmacevtsko uporabo*. Digitalna knjižnica Slovenije. Pridobljeno z: <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-RNUN5BWK>. 30. 7. 2012. povzeto/citirano 16. 12. 2019

9 VIRI SLIK

Slika 1: ADMIN. 2020. Citrusi. Zdravje in priroda (pridobljeno december 2019). Dostopno na : https://www.google.com/search?q=citrusi&rlz=1C1NHXL_sISI731SI731&sxsrf=ALeKk007Q_sdtccL4JVkS-Zh4naoHWY64Rw:1582569080720&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwih0o2f6ernAhVSuqQKHRpVCFMQ_AUoAXoECBUQAw&biw=1920&bih=888#imgrc=1jtt8yY79jxqzM

Slika 2: ALLWYN SUNNDARAJ A, RUBILA S, JAYABALAN R, RANGANATHAN T.V. 2012. Skeletne formule. Open Access Scientific Reports (pridobljeno december 2019). Dostopno na: <https://www.omicsonline.org/scientific-reports/srep550.php>

Slika 3: LOGAR Petra. 2019. Olupek pomaranče. Verstnik (pridobljeno december 2019). Dostopno na: https://www.google.com/search?q=olupek+pomaran%C4%8De&rlz=1C1NHXL_sISI731SI731&sxsrf=ALeKk03B6eexD6eiaJq7WxlfiSepokePw:1582569494706&source=Inms&tbm=is

[ch&sa=X&ved=2ahUKEwiGusHk6urnAhVRXsAKHZGuC90Q_AUoAnoECAwQBA&biw=1920&bih=937#imgsrc=IJXhJuvRd1joOM](https://www.google.com/search?sa=X&ved=2ahUKEwiGusHk6urnAhVRXsAKHZGuC90Q_AUoAnoECAwQBA&biw=1920&bih=937#imgsrc=IJXhJuvRd1joOM)

Slika 4: 2008. Naprava za ekstrakcijo z vodno paro. Unguentarium (pridobljeno december 2019). Dostopno na:

https://www.google.com/search?q=naprava+za+ekstrakcijo+z+vodno+paro&rlz=1C1NHXL_sISi731SI731&sxsrf=AleKk01Z7rAXLivhBgChP7YVhIzGwzm2g:1582569732421&tbm=isch
https://www.google.com/search?sa=G&hl=sl&tbs=simg:CAQSggIJcN722E_15sb0a9gELELCMpwgaYgpgCAMSKKQK_1wmbFIKzRKHA5oU-gaDCp0Uyz3FPZk0tD3GPbE9wz2XPelznT0aMI6i7hnk1nJf4ku4nOP_1t7lLwkCnLRrE1RyqBmarXhwrDX4XNb7JOWeNX1PswxG_1TSAEDAsQjq7-CBoKCggIARIE0NAPhwwLEJ3twQkabwoYcGzjaXJjbGXapYj2AwoKCC9tLzAxdmtsChUKA2lua9qliPYDCgoIL20vMDN5aGsKHwoMY29sb3JmdWxuZNXz2qWI9gMLCgkvbS8wMzB6bGYKGwolcGFyYWxsZWzapYj2AwsKCS9tLzAzMHpmbgw&sxsrf=AleKk034uKcF6LNxk2tFDIDESXwrqsTw7w:1582573157734&q=circle&tbm=isch&ved=2ahUKEwiy_pa3-OrnAhXhAhAIHbjrBMYQwg4oAHoECAoQJw&biw=1163&bih=556#imgsrc=um7FgxagQOMoRM&source=iu&ictx=1&fir=s50cG6oFyajNKM%253A%252C1SMDSTbfX00m-M%252C_&vet=1&usg=AI4_-kQPFd1Fizh05OZxuPRR9zBsVbylaw&sa=X&ved=2ahUKEwipt-7V6-rnAhUCGuwKHQIOBjMQ9QEwAXoECAoQBw#imgsrc=s50cG6oFyajNKM:

Slika 5: Vrste mikrokapsul (pridobljeno januar 2020). Dostopno na:

https://www.google.com/search?sa=G&hl=sl&tbs=simg:CAQSggIJcN722E_15sb0a9gELELCMpwgaYgpgCAMSKKQK_1wmbFIKzRKHA5oU-gaDCp0Uyz3FPZk0tD3GPbE9wz2XPelznT0aMI6i7hnk1nJf4ku4nOP_1t7lLwkCnLRrE1RyqBmarXhwrDX4XNb7JOWeNX1PswxG_1TSAEDAsQjq7-CBoKCggIARIE0NAPhwwLEJ3twQkabwoYcGzjaXJjbGXapYj2AwoKCC9tLzAxdmtsChUKA2lua9qliPYDCgoIL20vMDN5aGsKHwoMY29sb3JmdWxuZNXz2qWI9gMLCgkvbS8wMzB6bGYKGwolcGFyYWxsZWzapYj2AwsKCS9tLzAzMHpmbgw&sxsrf=AleKk034uKcF6LNxk2tFDIDESXwrqsTw7w:1582573157734&q=circle&tbm=isch&ved=2ahUKEwiy_pa3-OrnAhXhAhAIHbjrBMYQwg4oAHoECAoQJw&biw=1163&bih=556#imgsrc=um7FgxagQOMoRM

Slika 6 : BOH PODGORNIK Bojan, GOLJA Barbara, HIBERNIK Silvo, LIKOZAR Blaž, PALATINUS Aleš, RAVNJAK David, ŠUMIGA Barbara in Boštjan, ŠUŠTARIČ Matej. 2016-2020 Nameni mikrokapsuliranja. CEL.KROG. (pridobljeno januar 2020). Dostopno na: <https://www.gzs.si/LinkClick.aspx?fileticket=BYZmnxGMCjE%3D&portalid=183>

Slika 7: HASSAN Mohamed. 2019. Enkapsulator Inotech IE-50 R. Researchgate (pridobljeno februar 2020). dostopno na:

https://www.google.com/search?q=Enkapsulator+Inotech+IE-50+R&rlz=1C1NHXL_sISi731SI731&sxsrf=AleKk03Gp9In6K65EsBFs1_aP3cWqnnH8w:1582570011681&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=zqTqUhwWcUBIoM%253A%252CukohgH47m7p_SM%252C_&vet=1&usg=AI4_-

[kTPqBAoiqlj8m6FjwPOwguKFKLVcw&sa=X&ved=2ahUKEwjcnPb7OrnAhWuRhUIHX4fCBgQ9QEwAnoECAoQBw#imgsrc=zqTqUhwWcUBIoM](https://www.google.com/search?q=kTPqBAoiqlj8m6FjwPOwguKFKLVcw&sa=X&ved=2ahUKEwjcnPb7OrnAhWuRhUIHX4fCBgQ9QEwAnoECAoQBw#imgsrc=zqTqUhwWcUBIoM)

Slika 8: OKORN Teja in MANFREDA GOLOB Brina. 2019. Oborjen pektin v sol stanju

Slika 9: OKORN Teja in MANFREDA GOLOB Brina. 2019. Nučiranje sola

Slika 10: OKORN Teja in MANFREDA GOLOB Brina. 2019. Pektin v gel stanju

Slika 11: RIZMAL Darja. 2019. Izvedba delavnice

Slika 12: EUCBENIK .2020. Aparatura za destilacijo (pridobljeno februar 2020) Dostopno na:

https://www.google.com/search?q=aparatura+za+destilacijo&rlz=1C1NHXL_sISI731SI731&sxsrf=ALeKk03fOgKtc1ok00za9f9M54E0diefCg:1582570442750&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiHwsmo7urnAhVDZcAKHao-ClwQ_AUoAXoECAsQAw&biw=1920&bih=937#imgsrc=nJI0RVGZ0IEqHM

Slika 13: OKORN Teja in MANFREDA GOLOB Brina. 2020. Mikrokapsule in mešalo

Slika 14: OKORN Teja in MANFREDA GOLOB Brina. 2020. Mikrokapsule in mešalo v etanolu

Slika 15: OKORN Teja in MANFREDA GOLOB Brina. 2020. Mikrokapsule v etanolu 1

Slika 16: OKORN Teja in MANFREDA GOLOB Brina. 2020. Mikrokapsule v etanolu 2

10 PRILOGE

Priloga 1: Preizkus znanja



PPRUOA©

Zakaj so odpadki agrumov uporabni?

NAVODILA: Na Univerzi v Ljubljani, Pedagoški fakulteti kot študentka magistrskega programa dvopredmetnega poučevanja biologije in kemije zbiram podatke o poznavanju izbranih laboratorijskih tehnik ter specifičnih snovi, ki jih lahko pridobimo iz olupkov agrumov. Dragi dijak/dijakinja, prosila bi te za sodelovanje. Zaradi večje preglednosti je za oba spola uporabljena le ena, moška slovnična oblika. Vsako vprašanje, pri katerem je pravilen le en odgovor, je sestavljeno iz štirih delov. V prvem ter tretjem delu vprašanja obkroži črko pred pravilnim odgovorom, v drugem ter četrtem delu vprašanja pa na lestvici od 1 do 6 ovrednoti prepričanje o pravilnosti svojega odgovora. Tvoje sodelovanje pri zbiranju teh podatkov je anonimno. Za sodelovanje se ti iskreno zahvaljujem.

Nastja Mihelčič, študentka smeri dvopredmetni učitelj biologije in kemije

Spol (obkroži): M Ž Datum rojstva: _____ Ocena pri kemiji: 1. letnik: ___ 2. letnik: ___ 3. letnik (pričakovana ocena): _____

1. Kaj predstavlja pojem "obarjanje"?

- A Kemijska reakcija, kjer poteče izločanje delcev v tekočem agregatnem stanju iz raztopine.
- B Kemijska reakcija, kjer se oblikuje trdnina iz raztopine.
- C Kemijska reakcija, kjer poteče raztapljanje ene snovi v drugi snovi.
- Č Kemijska reakcija, kjer se ob dodatku ene raztopine drugi tvorijo različne kovalentne spojine.

1.1. Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

1	2	3	4	5	6
Samo ugibam.	Neprepričan.	Dokaj prepričan.	Prepričan.	Zelo prepričan.	Popolnoma prepričan.

1.2. Zakaj si izbral ta odgovor?

- A Ker je raztapljanje je eksotermen ali endotermen proces, odvisen od vrednosti entalpije raztapljanja.
- B Ker oborino predstavljajo delci, ki so po kemijski reakciji v raztopini dispergirani.
- C Ker nastala oborina predstavlja kovalentno spojino kot produkt, ki nastane ob mešanju dveh raztopin.
- Č Ker nastali produkt predstavlja ionsko spojino, ki v raztopini ni topna.

1.3. Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

1	2	3	4	5	6
Samo ugibam.	Neprepričan.	Dokaj prepričan.	Prepričan.	Zelo prepričan.	Popolnoma prepričan.

2. Na podlagi katerih fizikalnih lastnosti temelji proces na sliki?

- A Na podlagi različnih temperatur vrelišč spojin.
 B Na podlagi različnih topnosti spojin.
 C Na podlagi različne vrednosti viskoznosti tekočin.
 Č Na podlagi različnih temperatur tališč spojin.



2.2 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

- 1 Samo ugibam. 2 Nепrepričan. 3 Dokaj prepričan. 4 Prepričan. 5 Zelo prepričan. 6 Popolnoma prepričan.

2.3 Zakaj si izbral ta odgovor?

- A Ker uporabimo vodno hlajeni stekleni hladilnik, ki omogoči kondenzacijo željenega produkta.
 B Ker uporabimo reometer - merilec hitrosti vodnega toka - za določanje pretočnosti (viskoznosti) produkta.
 C Ker uporabimo gorilnik, s pomočjo katerega dosežemo povišano temperaturo, ki jo lahko uravnavamo.
 Č Ker uporabimo povratni hladilnik, s katerim uravnavamo enakomerno vrenje ter hkrati topnost spojin.

2.4 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

- 1 Samo ugibam. 2 Nепrepričan. 3 Dokaj prepričan. 4 Prepričan. 5 Zelo prepričan. 6 Popolnoma prepričan.

3. Homogeno zmes etanola in vode želimo ločiti na posamične komponente. Kateri laboratorijski inventar bomo pri tem uporabili?

- A Termometer.
 B Povratni hladilnik.
 C Magnetno mešalo.
 Č Urno steklo.

3. Homogeno zmes etanola in vode želimo ločiti na posamične komponente. Kateri laboratorijski inventar bomo pri tem uporabili?

- A Termometer.
 B Povratni hladilnik.
 C Magnetno mešalo.
 Č Urno steklo.

3.2 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

- 1 Samo ugibam. 2 Nепrepričan. 3 Dokaj prepričan. 4 Prepričan. 5 Zelo prepričan. 6 Popolnoma prepričan.

3.3 Zakaj si izbral ta odgovor?

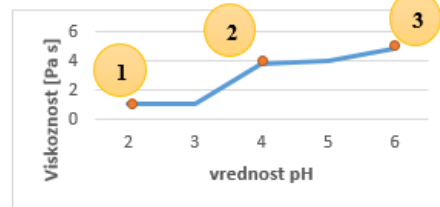
- A Ker je natančno uravnavanje temperature ključnega pomena.
 B Ker je enakomerno vrenje zmesi ključnega pomena za natančno ločbo.
 C Ker enakomerno mešanje zmesi zagotavlja natančnejšo ločbo.
 Č Ker je izbrani alkohol mnogo bolj hlapen od vode.

3.4 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

- 1 Samo ugibam. 2 Nепrepričan. 3 Dokaj prepričan. 4 Prepričan. 5 Zelo prepričan. 6 Popolnoma prepričan.

4. Graf prikazuje odvisnost vrednosti viskoznosti od različnega pH raztopine pektina. Katera točka predstavlja gel ter katera točka sol stanje raztopine?

- A Gel stanje - točka 1, sol stanje - točka 3.
 B Gel stanje - točka 2, sol stanje - točka 3.
 C Gel stanje - točka 2, sol stanje - točka 1.
 Č Gel stanje - točka 3, sol stanje - točka 1.



4.2 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

- | | | | | | |
|--------------|--------------|------------------|------------|-----------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Samo ugibam. | Neprepričan. | Dokaj prepričan. | Prepričan. | Zelo prepričan. | Popolnoma prepričan. |

4.3 Zakaj si izbral ta odgovor?

- A Ker je pektin v gel stanju nezamrežen ter ima nižjo viskoznost, v sol stanju pa je zamrežen in ima višjo viskoznost.
 B Ker je pektin pri vrednosti pH 4 v nezamreženem - sol stanju, pri pH vrednosti 2 pa je v zamreženem - gel stanju.
 C Ker je pektin v sol stanju nezamrežen ter ima nižjo viskoznost, v gel stanju pa je zamrežen in ima višjo viskoznost.
 Č Ker je pektin pri vrednosti pH 6 v zamreženemu - sol stanju, pri pH vrednosti 4 pa v nezamreženemu - gel stanju.

4.4 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

- | | | | | | |
|--------------|--------------|------------------|------------|-----------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Samo ugibam. | Neprepričan. | Dokaj prepričan. | Prepričan. | Zelo prepričan. | Popolnoma prepričan. |

5. Kaj predstavlja pojem "mikrokapsuliranje"?

- A Postopek ustvarjanja kapsul manjših velikosti za potrebe farmacije.
 B Postopek, s katerim iz rastlinskih izvlečkov pridobivamo eterična olja.
 C Postopek, s katerim pridobimo stabilno emulzijo eteričnega olja ter vode.
 Č Postopek ustvarjanja drobnih kapljic, obdanih s slojem polimera.

5.2 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

- | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------------|------------|-----------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Samo ugibam. | Neprepričan. | Dokaj neprepričan. | Prepričan. | Zelo prepričan. | Popolnoma prepričan. |

5.3 Zakaj si izbral ta odgovor?

- A Ker so učinkovito pridobljena eterična olja v obliki mikrokapsul.
 B Ker s pomočjo postopka ustvarimo emulzijo olja v vodi, kar se izrazi v obliki kapsul na mikroskopski ravni.
 C Ker s postopkom pridobimo kapsule mikro velikosti, v katerih lahko shranjujemo različne spojine.
 Č Ker manjše velikosti kapsul z zdravilnimi učinkovinami predstavljajo manjšo obremenitev za okolje.

5.4 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

- | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------------|------------|-----------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Samo ugibam. | Neprepričan. | Dokaj neprepričan. | Prepričan. | Zelo prepričan. | Popolnoma prepričan. |

6. Kaj so "mikrosfere"?

- A Mikrokapsule pravilnih oblik.
 B Makromolekule okrogle oblike ter mikrometerskih velikosti.
 C Deli plastidov rastlinskih celic, v katerih se nahajajo eterična olja.
 Č Izjemno majhni prostori v vakuolah rastlinskih celic, vidni le pod za to posebej prilagojenimi aparaturnami.

6.2 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

1	2	3	4	5	6
Samo ugibam.	Neprepričan.	Dokaj neprepričan.	Prepričan.	Zelo prepričan.	Popolnoma prepričan.

6.3 Zakaj si izbral ta odgovor?

- A Ker je sferična oblika pomeni okroglo obliko, predpona mikro pa označuje njeno velikost.
 B Ker se eterična olja nahajajo v posebnih delih rastlinskih celic, ki jih vidimo z elektronskim vrstičnim mikroskopom.
 C Ker takšne makromolekule tvorijo obroče, podobne fullerenu, ter zaradi tega dosežejo večje velikosti od običajnih molekul.
 Č Ker mikrosfere predstavljajo enakomerno razporejeno mikrokapsulirano snov v ogrodnem materialu.

6.4 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

1	2	3	4	5	6
Samo ugibam.	Neprepričan.	Dokaj neprepričan.	Prepričan.	Zelo prepričan.	Popolnoma prepričan.

7. Z izvedbo katere kemijske reakcije lahko dokazujemo v izbrani snovi prisotnost dvojnih vezi?

- A Z uporabo kisle raztopine kalijevega dikromata (VI) $K_2Cr_2O_7/H^+$
 B Z uporabo Tollensovega reagenta.
 C Z uporabo bromovice.
 Č Z izvedbo biuretske reakcije.

7.2 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

1	2	3	4	5	6
Samo ugibam.	Neprepričan.	Dokaj neprepričan.	Prepričan.	Zelo prepričan.	Popolnoma prepričan.

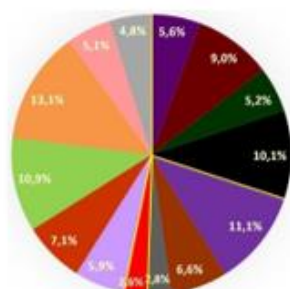
7.3 Zakaj si izbral ta odgovor?

- A Ker se v primeru prisotnosti dvojne vezi oborjeno srebro nalaga na stenah epruvete.
 B Ker se v primeru prisotnosti dvojne vezi barva raztopine spremeni iz svetlo oranžne barve v brezbarvno.
 C Ker se v primeru prisotnosti dvojne vezi v molekuli barva raztopine iz oranžne barve spremeni v zeleno.
 Č Ker se v primeru prisotnosti dvojne vezi barva raztopine spremeni iz modre barve v vijolično.

7.4 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

1	2	3	4	5	6
Samo ugibam.	Neprepričan.	Dokaj neprepričan.	Prepričan.	Zelo prepričan.	Popolnoma prepričan.

8. Podani diagram prikazuje snovi, ki se pojavljajo v sadežih družine *Citrus*, v tabeli pa je za posamične spojine podano nekaj njihovih fizikalnih lastnosti. Kateri laboratorijski postopek bi uporabil, da bi iz lupine pridobil najbolj zastopano spojino?



- Monoterpeni
- Monoterpenoidni alkoholi
- Monoterpenoidni estri
- Ostali oksigenirani monoterpeni
- Seskviterpeni
- Seskviterpenoidni alkoholi
- Ostali oksigenirani seskviterpeni
- Ostali terpenoidi
- Neterpenoidni ogljikovodiki
- Neterpenoidni alkoholi
- Neterpenoidni estri
- Neterpenoidni aldehidi
- Neterpenoidni ketoni
- Ostali ne-terpeni

Spojina	Molekulska formula	Topnost v vodi [mg/L vode] pri 20°C	Temperatura vrelišča [°C]	Temperatura tališča [°C]
Citronelal	$C_{10}H_{18}O$	70,2	204	147
Timol	$C_{10}H_{14}O$	900	233	51,5
Oktil acetat	$C_{10}H_{20}O_2$	18	210	-38,5

- A Tankoplastna kromatografija.
- B Destilacija.
- C Ločevanje z lijem ločnikom.
- Č Centrifugiranje.

8.2 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

1 2 3 4 5 6
Samo ugibam. *Neprepričan.* *Dokaj neprepričan.* *Prepričan.* *Zelo prepričan.* *Popolnoma prepričan.*

8.3 Zakaj si izbral ta odgovor?

- A Ker lahko ob natančnem uravnavanju temperature določimo poljubno snov, ki bo izparela.
- B Ker ima najpogosteje zastopana spojina višjo molsko maso ter je posledično mnogo težja od ostalih spojin.
- C Ker je najpogosteje zastopana spojina topna v nepolarnem topilu, ostali dve snovi pa sta bolj topni v polarnih topilih.
- Č Ker je najpogosteje zastopana spojina topna v polarnem topilu, ostali dve snovi pa sta bolj topni v nepolarnih topilih.

8.4 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

1 2 3 4 5 6
Samo ugibam. *Neprepričan.* *Dokaj neprepričan.* *Prepričan.* *Zelo prepričan.* *Popolnoma prepričan.*

9. Kaj je pektin?

- A Je nenasičen ogljikovodik z večjim številom ogljikovih atomov.
 B Je polisaharid.
 C Je nasičen ogljikovodik z večjim številom ogljikovih atomov.
 Č Je kompleksno zgrajen aldehyd.

**9.2 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?**

- | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Samo ugibam.</i> | <i>Neprepričan.</i> | <i>Dokaj prepričan.</i> | <i>Prepričan.</i> | <i>Zelo prepričan.</i> | <i>Popolnoma prepričan.</i> |

9.3 Zakaj si izbral ta odgovor?

- A Ker iz strukturne formule pektina vidimo, da je v molekuli pektina prisotna dvojna vez.
 B Ker iz strukturne formule pektina vidimo, da so v molekuli pektina prisotne zgolj enojne vezi.
 C Ker monomere pektina med seboj povezuje glikozidna vez.
 Č Ker ob dodatku Fehlingovega reagenta nastane oborina oranžnorjave barve.

9.4 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

- | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Samo ugibam.</i> | <i>Neprepričan.</i> | <i>Dokaj prepričan.</i> | <i>Prepričan.</i> | <i>Zelo prepričan.</i> | <i>Popolnoma prepričan.</i> |

10. Kaj so eterična olja?

- A So zmes različnih molekul z nizko molekularno maso.
 B So nasičene maščobne molekule, ki jih rastlinske celice skladiščijo v vakuolah.
 C So zmes različnih ogljikovodikov z višjo molekularno maso.
 Č So nenasičene maščobne molekule, ki jih rastlinske celice proizvedejo v plastidih.

10.2 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

- | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Samo ugibam.</i> | <i>Neprepričan.</i> | <i>Dokaj prepričan.</i> | <i>Prepričan.</i> | <i>Zelo prepričan.</i> | <i>Popolnoma prepričan.</i> |

10.3 Zakaj si izbral ta odgovor?

- A Ker imajo večje ter težje molekule v spojinah izrazitejši vonj.
 B Ker lahko ob izbiri primerne reagenta v rastlinskih celicah opazujemo obarvanost največjega organela.
 C Ker lahko ob izbiri primerne dokazne reakcije vidimo, da je v molekulah eteričnih olj prisotna dvojna vez.
 Č Ker so spojine v eteričnih oljih hlapne.

10.4 Kako prepričan si, da si nalogo rešil pravilno?

- | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Samo ugibam.</i> | <i>Neprepričan.</i> | <i>Dokaj prepričan.</i> | <i>Prepričan.</i> | <i>Zelo prepričan.</i> | <i>Popolnoma prepričan.</i> |

Ključ za vrednotenje vprašalnika o poznavanju laboratorijskih tehnik pridobivanja snovi ter kemijskih lastnosti snovi iz odpadkov agrumov.

Št. naloge	Rešitev	Točke	Raven po Bloomu	Vsebina
1.	1. B 1.3 C	2	1.	Razumevanje procesa obarjanja ali precipitacije ter da gre pri tem za ionske reakcije.
2.	2. A 2.3 C	2	2.	Razumevanje principov postopka destilacije.
3.	3. A 3.3 A	2	1.	Poznavanje osnovnega laboratorijskega inventarja, potrebnega za izvedbo destilacije.
4.	4. Č 4.3 C	2	3.	Razumevanje pomena gel ter sol stanja raztopine, ter odvisnosti viskoznosti od pH vrednosti raztopine.
5.	5. Č 5.3 C	2	2.	<u>Razumevanje principov mikrokapsuliranja.</u>
6.	6. A 6.3 Č	2	2.	<u>Poznavanje pojma mikrosfere.</u>
7.	7. C 7.3 B	2	1.	Spoznavanje ključnih dokaznih kemijskih reakcij za prisotnost dvojne vezi v molekulah preiskovane spojine.
8.	8. B 8.3 A	2	3.	Prepoznavanje osnovnih funkcionalnih skupin v kisikovih organskih spojinah ter pravilna izbira laboratorijske tehnike ločbe posamičnih spojin na podlagi podanih fizikalnih lastnosti spojin.
9.	9. B 9.3 C	2	2.	Prepoznavanje pektina kot (hetero)polisaharid ter poznavanje zgradbe pektina
10.	10. A 10.3 Č	2	1.	Opredeliti eterična olja kot zmes različnih hlapnih snovi rastlinskega izvora.

Σ 20

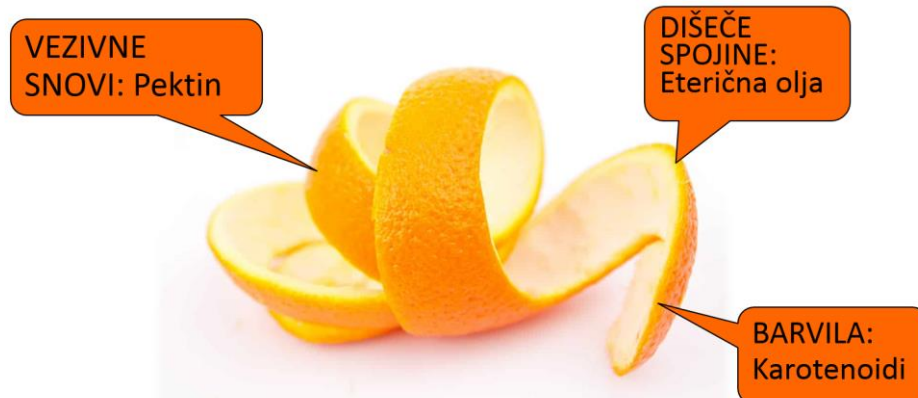
(pripravila Nastja Bršan, 2020)

Priloga 2: PowerPoint predstavitev

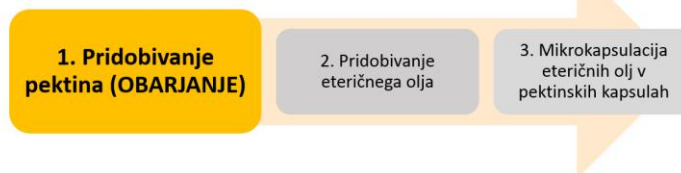
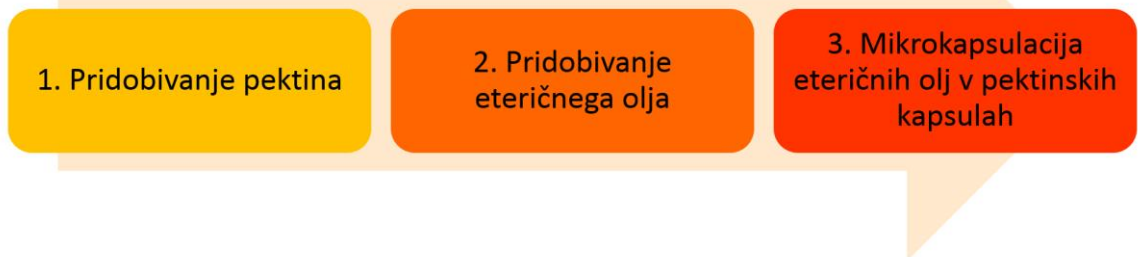
Zakaj so odpadki agrumov uporabni?

Brina Manfreda Golob, Teja Okorn, Nastja Mihelčič

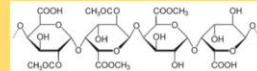
Kaj vsebuje "neuporabna" lupina citrusov?



Ponovna uporaba odpadnih olupkov



- **Pektin** = Polisaharid, glikozidna vez
- Pektin pridobimo s pomočjo OBARJANJA.
- **Obarjanje** = kemijska reakcija, kjer nastane trdnina iz raztopine.

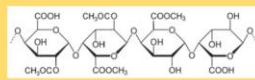


Oborina (pektin). Spojina, ki v raztopini ni topna.

1. Pridobivanje pektina (OBARJANJE)

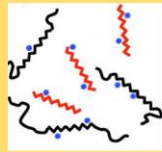
2. Pridobivanje eteričnega olja

3. Mikrokapsulacija eteričnih olj v pektinskih kapsulah



Pektin v obliki **sol** stanja:

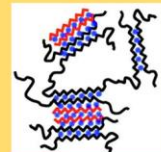
- **Nezamrežen**
- **Nižja gostota**
- **Tekoč izgled**



 Molekula kalcijevega laktata
 Molekula pektina
 Ca²⁺ ion

Pektin v obliki **gel** stanja:

- **Zamrežen**
- **Višja gostota**
- **Izgled želeja**



 Molekula kalcijevega laktata
 Molekula pektina
 Ca²⁺ ion

1. Pridobivanje pektina

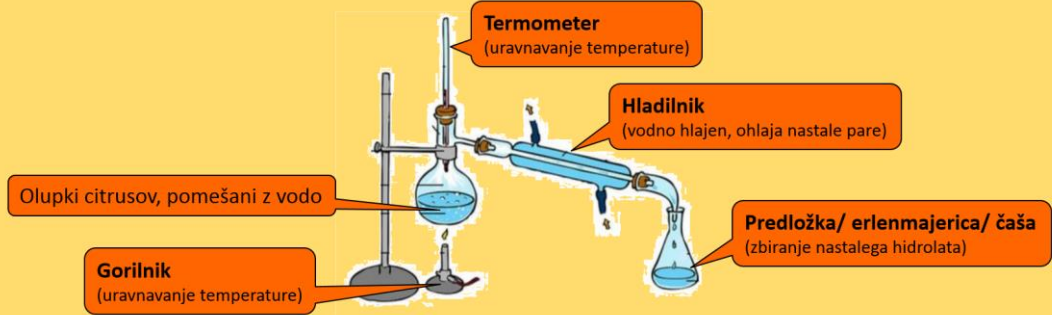
2. Pridobivanje eteričnega olja (DESTILACIJA)

3. Mikrokapsulacija eteričnih olj v pektinskih kapsulah

- **Eterično olje** = zmes različnih manjših molekul, med katerimi so šibke medmolekulske vezi. Zaradi šibkih medmolekulskih vezi ter prisotnih manjših molekul so eterična olja hlapna.
- Eterično olje pridobimo v obliki hidrolata s pomočjo DESTILACIJE.
- **Destilacija** = postopek ločevanja spojin na podlagi različnih vrelišč.



• **Destilacija** = postopek ločevanja spojin na podlagi različnih vrelišč.



• Katere spojine sestavljajo pridobljeni **hidrolat**?



1. Pridobivanje
pektina
(OBARJANJE)

2. Pridobivanje
eteričnega olja

3. Mikrokapsulacija
eteričnih olj v
pektinskih kapsulah

- **Mikrokapsuliranje** = postopek ustvarjanja drobnih kapljic, obdelanih s slojem polimera.

Mikrokapsuliranje → želatiniranje.

- **Mikrosfere**: mikrokapsule okrogle oblike.

