

Mestna občina Celje
Komisija mladi za Celje



RAST KRISTALOV

RAZISKOVALNA NALOGA

AVTORJI

Jakob Ban

Jaka Samec

Kamil Wahibi

MENTOR

Rebeka Žagar, prof.

Celje, marec 2015.

Osnovna šola Vojnik

RAST KRISTALOV

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorji:

Jakob Ban, 7. a
Jaka Samec, 7.a
Kamil Wahibi, 7.a

Mentorica:

Rebeka Žagar, prof.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2015

ZAHVALA

Za pomoč in podporo pri izdelavi raziskovalne naloge se zahvaljujemo našim družinam in gospe Barbari Ojsteršek Bliznac, ki je nalogo lektorirala. Posebno zahvalo pa namenjamo tudi naši mentorici, gospe Rebeki Žagar, ki nas je usmerjala in vodila pri eksperimentalnem delu ter nam pomagala pri iskanju literature.

POVZETEK

Naslov naloge:	RAST KRISTALOV
Avtorji:	Jakob Ban, Jaka Samec, Kamil Wahibi
Mentorica:	Rebeka Žagar
Lektorica:	Barbara Ojsteršek Bliznac
Šola:	OŠ Vojnik

Z raziskovalno nalogo smo želeli raziskati, kako hitro, kako veliki in kakšnih oblik zrastejo kristali kuhinjske soli, grenke soli in sladkorja pri različnih temperaturah v enem tednu. Pridobljene rezultate smo primerjali z rezultati, ki so jih dobili pri podobnih raziskavah po svetu. Sestavili smo eksperimentalni delovni list z navodili za izvedbo eksperimenta Rast kristalov. Eksperiment smo izvajali od meseca decembra 2014 do meseca marca leta 2015 na OŠ Vojnik. Opazovanje je potekalo 1 teden. Priključili smo se tudi Globalnemu eksperimentu 2014 z naslovom »Kakšni so najboljši pogoji za rast največjih kristalov?«, ki ga organizira The Royal Society of Chemistry. Ugotovili smo, da so pri sobni temperaturi najbolj zrastle kristali grenke soli. Ti kristali so bili ortorombični. Kristali kuhinjskega sladkorja so bili manjši od kristalov grenke soli in nekoliko večji od kristalov kuhinjske soli ter monoklinske oblike. Najmanj pa so zrastle kristali kuhinjske soli. Ti so bili kubične oblike. Najhitreje so rastle kristali kuhinjske soli, kristali sladkorja in grenke soli pa so začeli rasti šele po tretjem dnevu. V hladilniku so po enem tednu zrastle samo kristali kuhinjske soli. V enem od vzorcev, kamor smo dodali nekaj rdečega barvila za živila, je na dnu čaše zrastle 5 večjih kristalov soli. Preostali kristali kuhinjske soli, ki so zrastle v čašah v hladilniku, pa so bili manjši od tistih pri sobni temperaturi. Naši kristali so bili po velikosti in obliki podobni kristalom, ki so zrastle drugod po svetu.

Ključne besede: kristali, rast, temperatura, nasičenost, raztopina.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	9
1.1 Namen	9
1.2 Hipoteze	9
2 TEORETIČNI DEL	10
2.1 Kristali	10
2.1.1 Ionski kristali	10
2.1.2 Kovalentni kristali	10
2.1.3 Molekulski kristali.....	10
2.1.4 Kovinski kristali	11
2.2 Kristalni sistemi	11
2.3 Kristalizacija	12
2.4 Mednarodno leto kristalografije	13
3 EKSPERIMENTALNI DEL	14
3.1 Potek in metode dela	14
3.2 Prikaz in analiza eksperimenta	15
3.2.1 Eksperimentalni delovni list: Rast kristalov posameznih vzorcev	15
3.2.2 Opazovalni list za beleženje rezultatov	16
3.2.3 Opazovalni list: Velikost in oblika kristalov	17
3.2.4 Opažanja in rezultati	19
3.2.4.1 Rast kristalov pri sobni temperaturi	19
3.2.4.2 Rast kristalov v hladilniku	20
3.2.4.3 Opazovanje pod mikroskopom in primerjava kristalov	22
3.2.5 Primerjava naših kristalov s kristali drugod po svetu.....	23
3.2.5.1 Rast kristalov grenke soli po svetu.....	23
3.2.5.2 Rast kristalov kuhinjske soli po svetu	24
3.2.5.3 Rast kristalov sladkorja po svetu.....	25
4 RAZPRAVA	26
5 ZAKLJUČEK	28
6 LITERATURA	29

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Kristalni sistemi	11
Preglednica 2: Eksperimentalni delovni list	15
Preglednica 3: Opazovalni list 1	16
Preglednica 4: Opazovalni list 2	16
Preglednica 5: Velikost kristalov	17
Preglednica 6: Oblike kristalov	18
Preglednica 7: Rast kristalov pri sobni temperaturi	19
Preglednica 8: Primerjava kristalov	19
Preglednica 9: Rast kristalov v hladilniku	20
Preglednica 10: Primerjava kristalov	20
Preglednica 11: Opazovanje pod mikroskopom	22

KAZALO SLIK

Slika 1: Potek dela	16
Slika 2: Potek dela	16
Slika 3: Jaka, Kamil in Jakob med raziskovanjem	17
Slika 4: Opazovanje rasti kristalov pri sobni temperaturi.....	18
Slika 5: Rast kristalov soli pri sobni temperaturi.....	21
Slika 6: Večji kristali soli v obarvani raztopini z barvilom za živila.....	21
Slika 7: Kristal grenke soli.....	21
Slika 8: Rast kristalov grenke soli	21

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Rast kristalov grenke soli po svetu.....	23
Graf 2: Rast kristalov kuhinjske soli po svetu	24
Graf 3: Rast kristalov sladkorja po svetu.....	25

1 UVOD

Za raziskovalno nalogo z naslovom Rast kristalov smo se odločili, ker je bilo ravno leto 2014 mednarodno leto kristalografije. O kristalih nismo vedeli kaj dosti, zato se nam je zdela tema zanimiva. Želeli smo spoznati in raziskati kristale, njihovo rast in zgradbo.

1.1 Namen

Namen naše raziskovalne naloge je bil raziskati, kako hitro, kako veliki in kakšnih oblik zrastejo kristali kuhinjske soli, grenke soli in kuhinjskega sladkorja pri različnih temperaturah v enem tednu. Zanimalo nas je tudi, kakšne rezultate so dobili pri podobnih raziskavah po svetu.

Izvesti eksperiment po določenem postopku.

Opazovati potek rasti kristalov in beležiti rezultate.

Primerjati naše rezultate z rezultati, ki so jih dobili drugod po svetu.

1.2 Hipoteze

Pred raziskavo smo si postavili naslednje hipoteze:

1. Kristali bodo rastle hitreje pri sobni temperaturi kot v hladilniku.
2. Največji bodo zrastle kristali sladkorja pri sobni temperaturi.
3. Vsi kristali bodo v obliki kocke.
4. V primerjavi s kristali z drugih delov sveta, kjer so izvedli podobne raziskave, bodo naši kristali zrastle manjši.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Kristali

Kristali so trdne snovi, ki so točno določenih oblik. Ravne zunanje ploskve in pravilna oblika kristala so posledice urejenosti v notranjosti kristala. Razporejenost gradnikov kristala je periodična [1].

Beseda kristal izvira iz grške besede *krystallos*, ta pa iz besede *kryos*, kar pomeni ledeno mrzel. Nekoč so verjeli, da je kamena strela v resnici led, ki naj bi tako zmrznil, da se ne bo nikoli več stalil [7].

Kristalinične so snovi, ki tvorijo kristale. Trdne snovi nepravilnih oblik (npr. tiste, ki ne tvorijo kristalov) pa so amorfne [9].

Kristali so različnih oblik zaradi različnih razporeditev atomov, molekul ali ionov v kristalni mreži [1].

2.1.1 Ionski kristali

- Gradniki so ioni.
- Med ioni so ionske vezi, ki so močne.
- So obstojni in imajo visoko tališče.
- Ne prevajajo električnega toka.
- So drobljivi in razkolni.

2.1.2 Kovalentni kristali

- Gradniki kristala so atomi.
- Vezi med atomi so kovalentne.
- So zelo obstojni, imajo visoka tališča in visoko trdoto.

2.1.3 Molekulski kristali

- Gradniki so molekule.
- Vezi med molekulami so šibke molekulske.
- So drobljivi, imajo nizka tališča, nekateri sublimirajo.

2.1.4 Kovinski kristali

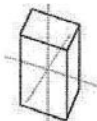
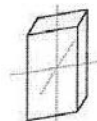
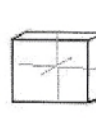
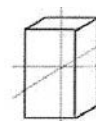
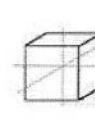
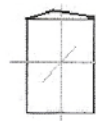
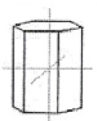
- Gradniki so ioni kovin.
- Povezani so z elektroni, ki jih oddajo atomi kovin.
- Vsem ionom kristala so skupni valenčni elektroni.
- Prevajajo električni tok.
- Kovine so kovne [1].

2.2 Kristalni sistemi

Kristale delimo v sedem kristalnih sistemov:

- kubični,
- trigonalni,
- tetragonalni,
- heksagonalni,
- ortorombični,
- monoklinski,
- triklinski.

Preglednica 1: Kristalni sistemi (vir: http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001379/global-experiment-instructions-2014?utm_)

						
Triklinski	Monoklinski	Otrorombični	Tetragonalni	Kubični	Trigonalni	Heksagonalni
Kot škatla kosmičev, stisnjena v dve smeri.	Kot škatla kosmičev, stisnjena v eno smer.	Kot škatla kosmičev, kristali so pogosto zelo dolgi, igličasti.	Kot dve kocki, ki se držita skupaj.	Pogosto kot kocka.	Kot Toblerone (čokolada), na videz so lahko igličasti.	Kot neošiljen svinčnik, lahko so igličasti.
6 ploskev	6 ploskev	6 ploskev	6 ploskev	6 ploskev	5 ploskev	8 ploskev
Iz enega kota so tri stranice različnih dolžin.	Iz enega kota so tri stranice različnih dolžin.	Iz enega kota so tri stranice različnih dolžin.	Iz enega kota sta dve stranici enako dolgi, tretja pa je približne dolžine kot prvi dve skupaj.	Iz enega kota so vse stranice enako dolge.	Iz enega kota sta dve stranici enako dolgi, tretja pa je daljša.	Iz enega kota sta dve stranici enako dolgi, tretja pa je daljša.
Noben kot ne meri 90°.	Nekateri koti merijo 90°, ampak ne vsi.	Vsi koti merijo 90°.	Vsi koti merijo 90°.	Vsi koti merijo 90°.	Nekateri koti merijo 90°, drugi pa ne.	Nekateri koti merijo 90°, drugi pa ne.

2.3 Kristalizacija

Kristalizacija je proces tvorbe kristalov. Poteka z ohlajevanjem taline trdnih snovi, s sublimacijo trdnih snovi, z namestitvijo kristalne krali v nasičeno raztopino, ki jo potem ohlajamo ali odparevamo topilo. S tem dosežemo, da se količina topnega topljenca zmanjšuje, tako se delci izločijo iz raztopine in vežejo na kal, ki je potopljena v raztopino. Kristalizacijo uporabljamo tudi za čiščenje snovi [9].

Pri procesu kristalizacije vsaka snov izpade v značilni kristalni obliki. Matična lužnica je raztopina, ki ostane po odločitvi kristalov [1].

Pri procesih kristalizacije v naravnih okoljih nastajajo kristali. Velika večina teh procesov je nam skrita, ker potekajo globoko pod površjem Zemlje ali pa so dolgo trajajoči. Takšnim je težko slediti. Kristalizacija v raztopinah ali talinah se začne z nastankom kristalizacijskih jeder. Okoli njih začne kristal rasti tako, da se osnovne celice kristala ponavljajo oziroma nadgrajujejo v vseh treh smereh prostora.

Za nastanek kristalov so ključni naslednji dejavniki:

- razpoložljivost kemijskih prvin,
- hitrost ohlajanja raztopine ali taline,
- izhlapevanje topila,
- ustrezna temperatura,
- ustrezen tlak,
- ustrezeni pH okolja,
- koncentracija in čistost raztopine,
- prostor,
- čas.

Če kristali nimajo na razpolago dovolj prostora, nastanejo samo kristalna zrna. V naravi rastejo kristali v skupinah. Lahko so zraščeni, se preraščajo in tako tvorijo prav zanimive oblike. Kristalom, ki rastejo v simetričnih oblikah, pravimo dvojčki. Lahko so več metrov veliki ali pa mikroskopsko majhni [3,4].

2.4 Mednarodno leto kristalografije

Organizatorja mednarodnega leta kristalografije 2014 sta bila Mednarodna zveza kristalografov (International Union of Crystallography – IUCr) in UNESCO.

Kristalografija je še vedno razmeroma neznana širši javnosti. Je eksperimentalna znanost, ki se ukvarja z razporeditvijo atomov, molekul ali ionov v trdnih snoveh. Predstavlja ključno področje znanstvenega in industrijskega razvoja.

Cilj mednarodnega leta je tudi izobraževanje in ozaveščanje javnosti prek različnih aktivnosti [5].

Nekaj primerov koristne uporabe kristalografije:

- Kristalografija lahko najde nove materiale, ki so lahko učinkoviti filtri za čiščenje pri pridobivanju pitne vode.
- Kristalografija se lahko uporablja tudi za analizo tal.
- Kristalografske študije bakterij so pomembne za proizvodnjo prehrabnih izdelkov, pridobljenih iz mleka, mesa, zelenjave in drugih rastlin.
- Kristalografija lahko pripomore k razvoju okoljskih rešitev za izboljšanje sanitarnih razmer.
- S pomočjo kristalografije lahko razvijemo nove proizvode, ki znižujejo porabo energije – različni izolacijski materiali [5].

3 EKSPERIMENTALNI DEL

3.1 Potek in metode dela

Naše raziskovalno delo se je začelo z zbiranjem podatkov in prebiranjem literature. Sledil je posvet z mentorico in zapis teoretičnega dela. Nato smo sestavili eksperimentalni delovni list z navodili za izvedbo eksperimenta Rast kristalov. Eksperiment smo izvajali od meseca decembra 2014 do meseca marca leta 2015 na OŠ Vojnik. Opazovanje je potekalo 1 teden. Za vsak vzorec smo pripravili tri nasičene raztopine, v primeru, če nam pri posameznih ne bi zrasli kristali ali zaradi kakršnihkoli drugih vzrokov. Prav tako je prednost tega tudi v tem, da lahko rezultate primerjamo med seboj. Delovni in opazovalni list smo priredili po delovnih in opazovalnih listih, ki smo jih pridobili na spletni strani [<http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001379/global-experiment-instructions-2014?utm>].

Podatke smo prikazali z grafi in s tabelami.

Priključili smo se tudi Globalnemu eksperimentu 2014 z naslovom »Kakšni so najboljši pogoji za rast največjih kristalov?«, ki ga organizira The Royal Society of Chemistry. Na njihovo spletno stran smo dodali dobljene rezultate pri našem eksperimentu ter jih primerjali z rezultati, ki so jih pridobili drugi raziskovalci po celem svetu [<http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001379/global-experiment-instructions-2014?utm>].

3.2 Prikaz in analiza eksperimenta

3.2.1 Eksperimentalni delovni list: Rast kristalov posameznih vzorcev

Pripravili smo nasičeno raztopino pri višji temperaturi in jo nato ohladili, tako da je nekaj raztopljenega vzorca prišlo iz raztopine v obliki kristalov.

Preglednica 2: Eksperimentalni delovni list

Potrebščine	Kemikalije
<ul style="list-style-type: none">➤ 12 čaš (150 ml)➤ 1 čaša (1000 ml)➤ žlička➤ gorilnik➤ stojalo➤ vžigalice➤ merilni valj➤ filtrirni papir➤ lij➤ termometer➤ tanka lesena nabodala➤ ščipalke➤ povečevalno steklo➤ mikroskop	<ul style="list-style-type: none">➤ kuhinjska sol (natrijev klorid), NaCl (s)➤ kuhinjski sladkor (saharoza), C₁₂H₂₂O₁₂ (s)➤ grenka sol (magnezijev sulfat), MgSO₄➤ vodovodna voda
Izvedba	
<ol style="list-style-type: none">1. Prosimo odraslega, da nam zavre vodovodno vodo.2. V čisto čašo dodamo ustrezno količino našega vzorca (kuhinjska sol, kuhinjski sladkor, grenka sol), ki je potrebna za pripravo nasičene raztopine.3. Prosimo odraslega, da izmeri 40 cm³ vroče vode (temperatura mora znašati 70 °C ali več) in jo prelije v čašo z vzorcem. Izhodno temperaturo izmerimo (delovni list, preglednica, točka F).4. Mešamo in če je potrebno, dodamo več vzorca, dokler se ne raztaplja več v vodi.5. Kvadratni filtrirni papir zložimo v trikotnik in ga odpremo tako, da oblikujemo stožec.6. Prelijemo toplo nasičeno raztopino skozi zložen filtrirni papir v čisto, prazno čašo.7. S pomočjo nabodala in ščipalke postavimo konico nabodala pod površino raztopine.8. Pripravljeno čašo z raztopino pustimo en teden na sobni temperaturi, da zrastejo kristali. Spremljamo rast kristalov.9. Postopek od 1. do 8. koraka ponovimo, vendar to raztopino postavimo za en teden v hladilnik.10. Čez en teden zabeležimo temperaturo preostale raztopine (delovni list, preglednica, točka G).11. Odstranimo nabodalo in določimo največji samostojni kristal.12. Primerjamo naše kristale s podano preglednico na opazovalnem listu »Velikosti in oblike kristalov« in zabeležimo podatke in rezultate (delovni list, preglednica, točki H, I).	
Varnost	
<ul style="list-style-type: none">➤ Pazljivost pri vreli vodi (prosimo odraslega za pomoč).➤ Nosimo haljo, zaščitna očala in rokavice (kadar je potrebno).	

3.2.2 Opazovalni list za beleženje rezultatov

Vzorec, ki ga uporabljam za rast kristalov, je _____.

Preglednica 3: Opazovalni list 1

Izhodna temperatura (°C) F	Temperatura preostale raztopine (°C) G	Velikost največjega samostojnega kristala (v razponu od 8 do 28 – glej opazovalni list) H	Oblika največjega samostojnega kristala (v razponu od T do Z – glej opazovalni list) I

Preglednica 4: Opazovalni list 2

	Kuhinjska sol	Grenka sol	Kuhinjski sladkor
Velikost največjega samostojnega kristala (v razponu od 8 do 28) H			
Oblika največjega samostojnega kristala (v razponu od T do Z) I			




















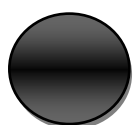

Slika 1: Potek dela (avtor: Rebeka Žagar)



Slika 2: Potek dela (avtor: Rebeka Žagar)

3.2.3 Opazovalni list: Velikost in oblika kristalov

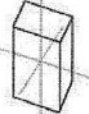
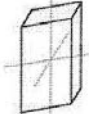

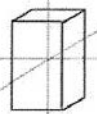

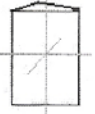
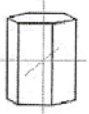
Preglednica 5: Velikost kristalov

Velikost kristala Izberi število, ki je najbližje velikosti opazovanega kristala (8 = manjši, 28 = večji). [H]		
9 	10 	11 
12 	13 	14 
15 	16 	17 
18 	19 	20 
21 	22 	23 
24 	25 	26 
27 		



Slika 3: Jaka, Kamil in Jakob med raziskovanjem (avtor: Rebeka Žagar)

Preglednica 6: Oblike kristalov

Oblika kristala						
Izberi črko sistema, ki je najbližje opazovanemu kristalu. [I]						
						
Triklinški (T)	Monoklinski (U)	Otrorombični (V)	Tetragonalni (W)	Kubični (X)	Trigonalni (Y)	Heksagonalni (Z)
Kot škatla kosmičev, stisnjena v dve smeri.	Kot škatla kosmičev, stisnjena v eno smer.	Kot škatla kosmičev, kristali so pogosto zelo dolgi, igličasti.	Kot dve kocki, ki se držita skupaj.	Pogosto kot kocka.	Kot Toblerone (čokolada), na videz so lahko igličasti.	Kot neošiljen svinčnik, lahko so igličasti.
6 ploskev	6 ploskev	6 ploskev	6 ploskev	6 ploskev	5 ploskev	8 ploskev
Iz enega kota so tri stranice različnih dolžin.	Iz enega kota so tri stranice različnih dolžin.	Iz enega kota so tri stranice različnih dolžin.	Iz enega kota sta dve stranici enako dolgi, tretja pa je približne dolžine kot prvi dve skupaj.	Iz enega kota so vse stranice enako dolge.	Iz enega kota sta dve stranici enako dolgi, tretja pa je daljša.	Iz enega kota sta dve stranici enako dolgi, tretja pa je daljša.
Noben kot ne meri 90°.	Nekateri koti merijo 90°, ampak ne vsi.	Vsi koti merijo 90°.	Vsi koti merijo 90°.	Vsi koti merijo 90°.	Nekateri koti merijo 90°, drugi pa ne.	Nekateri koti merijo 90°, drugi pa ne.



Slika 4: Opazovanje rasti kristalov pri sobni temperaturi (avtor: Rebeka Žagar)

3.2.4 Opažanja in rezultati

3.2.4.1 Rast kristalov pri sobni temperaturi

Preglednica 7: Rast kristalov pri sobni temperaturi

	Izhodna temperatura (°C) F	Temperatura preostale raztopine (°C) G	Velikost največjega samostojnega kristala (v razponu od 8 do 28 – glej opazovalni list) H	Oblika največjega samostojnega kristala (v razponu od T do Z – glej opazovalni list) I
Kuhinjska sol	46	21	15	X
Grenka sol	46	22,5	27	V
Kuhinjski sladkor	36	21	16	U

Preglednica 8: Primerjava kristalov (avtor slik: Rebeka Žagar)

	Kuhinjska sol	Grenka sol	Kuhinjski sladkor
Velikost največjega samostojnega kristala (v razponu od 8 do 28) H	15	27	16
Oblika največjega samostojnega kristala (v razponu od T do Z) I			

Rezultati so pokazali, da so zrastle kristali različnih oblik in velikosti ter da so končne temperature raztopin različne. Najbolj so zrastle kristali grenke soli. Ti kristali so bili ortorombični. Bili so značilne igličaste oblike. Kristali kuhinjskega sladkorja so bili manjši od kristalov grenke soli in nekoliko večji od kristalov kuhinjske soli ter monoklinske oblike. Če smo jih na hitro pogledali, so bili zelo podobni kristalom kuhinjske soli. Slednji so zrastle najmanj. Bili pa so kubične oblike.


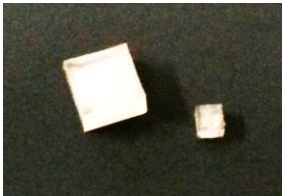
Najhitreje so rastle kristali kuhinjske soli, kristali sladkorja in grenke soli pa so začeli rasti šele po tretjem dnevu.

3.2.4.2 Rast kristalov v hladilniku

Preglednica 9: Rast kristalov v hladilniku

	Izhodna temperatura (°C) F	Temperatura preostale raztopine (°C) G	Velikost največjega samostojnega kristala (v razponu od 8 do 28 – glej opazovalni list) H	Oblika največjega samostojnega kristala (v razponu od T do Z – glej opazovalni list) I
Kuhinjska sol	46	8,5	22	X
Grenka sol	46	8,5	/	/
Kuhinjski sladkor	36	8,5	/	/

Preglednica 10: Primerjava kristalov (avtor slik: Rebeka Žagar)

	Kuhinjska sol	Grenka sol	Kuhinjski sladkor
Velikost največjega samostojnega kristala (v razponu od 8 do 28) H	22	/	/
Oblika največjega samostojnega kristala (v razponu od T do Z) I	X  	/	/

Rezultati so pokazali, da so v hladilniku po enem tednu zrastle samo kristali kuhinjske soli. Tudi ti kristali so bili kubične oblike. Presenetljivo se nam je zdelo to, da je v enem od vzorcev, kamor smo dodali nekaj rdečega barvila za živila, na dnu čaše zrastle 5 večjih kristalov soli. Ti kristali so se pojavili po treh dneh. Zrastle so posamično in bili zelo lepih oblik. Kristali grenke soli in sladkorja se po enem tednu niso pojavili.



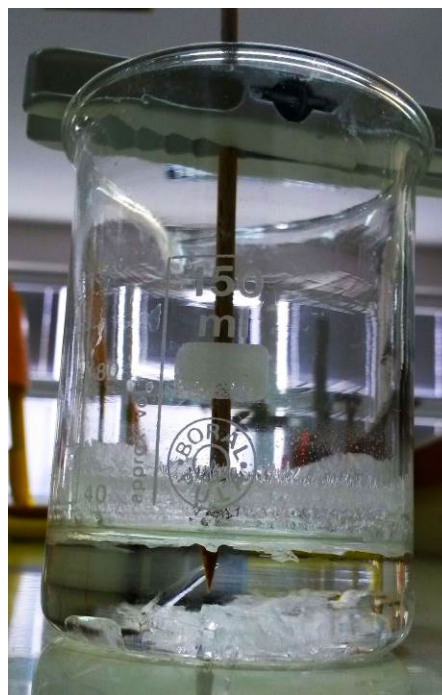
Slika 5: Rast kristalov soli pri sobni temperaturi (avtor: Rebeka Žagar)



Slika 6: Večji kristali soli v obarvani raztopini z barvilom za živila (avtor: Rebeka Žagar)



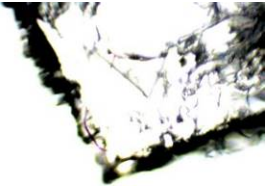
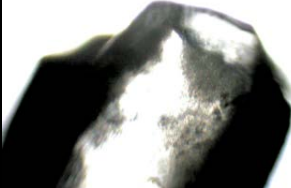
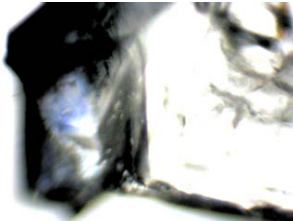
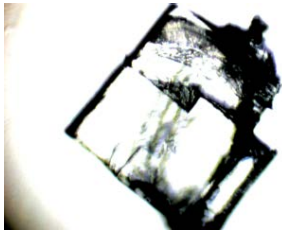
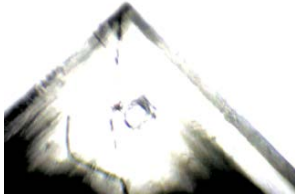
Slika 7: Kristal grenke soli (avtor: Rebeka Žagar)



Slika 8: Rast kristalov grenke soli (avtor: Rebeka Žagar)

3.2.4.3 Opazovanje pod mikroskopom in primerjava kristalov

Preglednica 11: Opazovanje pod mikroskopom (avtor slik: Rebeka Žagar)

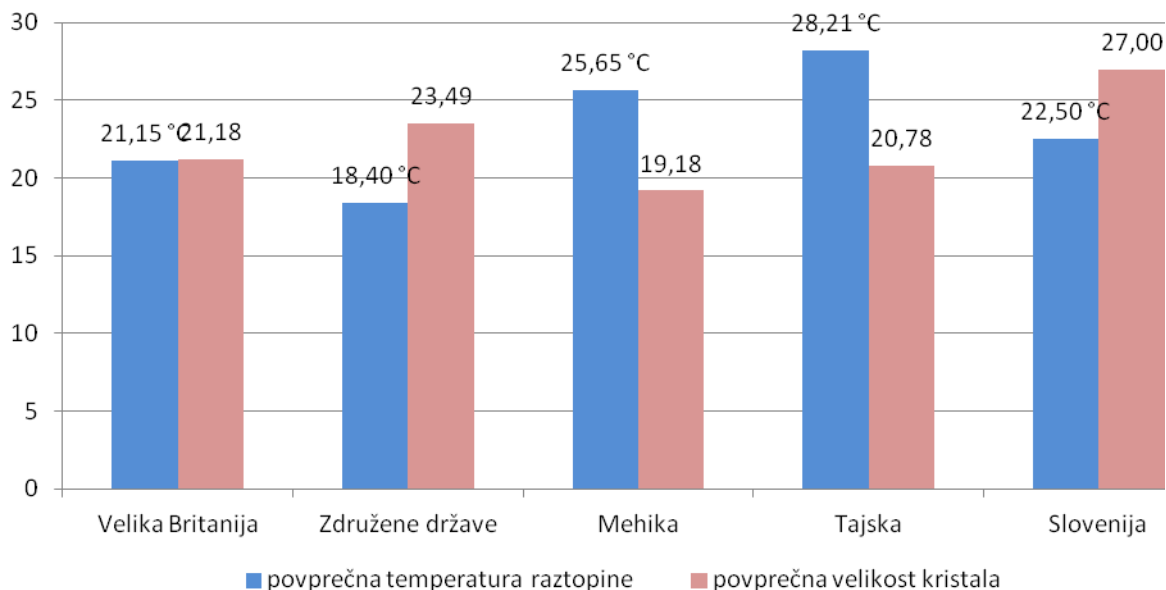
	Kuhinjska sol	Grenka sol	Kuhinjski sladkor
Sobna temperatura			
Hladilnik	 	/	/

Kristale smo si ogledali tudi pod svetlobnim mikroskopom. Zelo lepe in ostre robove smo opazili pri kristalih kuhinjske soli. Predvsem bi tu izpostavili kristal, ki je zrastel v čaši pri nižji temperaturi v hladilniku. Bil je veliko večji in zelo lepe oblike. Ostali kristali kuhinjske soli v čašah v hladilniku so rastle počasneje v primerjavi s tistimi, ki so rastle v čašah pri sobni temperaturi. Prav tako so bili kristali kuhinjske soli, ki so rastle v čašah v hladilniku, manjši od tistih pri sobni temperaturi. Kristali grenke soli in sladkorja so pri sobni temperaturi zrastle po treh dneh, v hladilniku pa tudi po enem tednu nismo opazili nobenega kristala grenke soli in sladkorja.

Ko smo si ogledali obliko posameznih kristalov pod lupo in mikroskopom, smo opazili, kakšnih oblik so posamezni kristali. Kubični so bili kristali soli, ortorombični so bili kristali grenke soli, kristali sladkorja pa so bili monoklinski.

3.2.5 Primerjava naših kristalov s kristali drugod po svetu

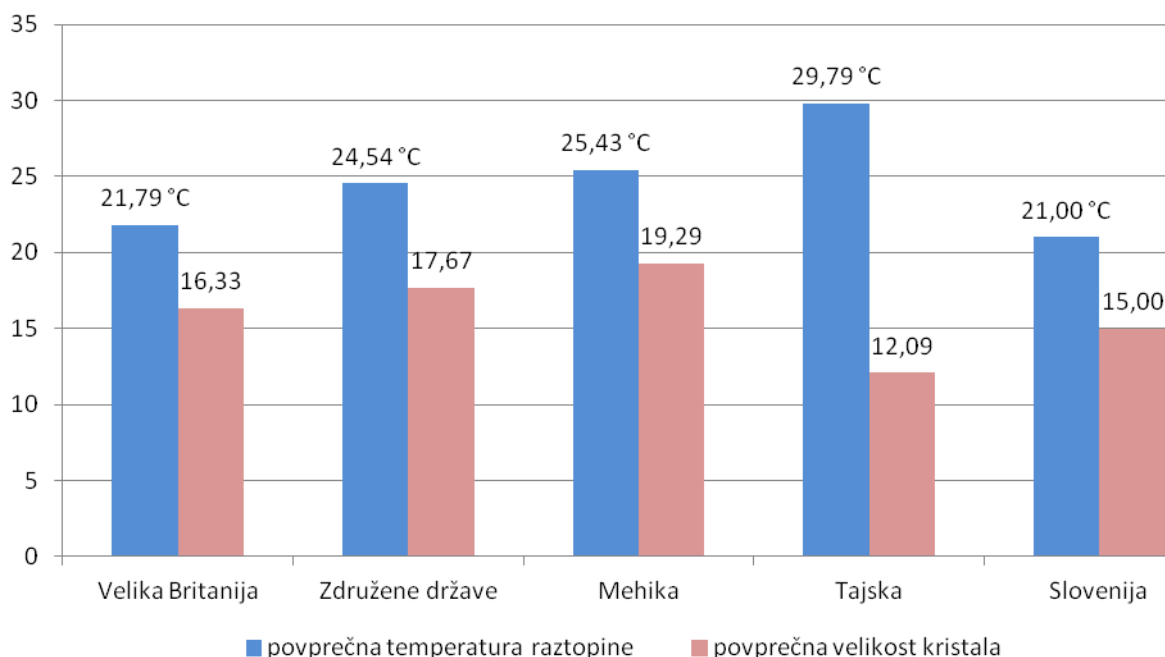
3.2.5.1 Rast kristalov grenke soli po svetu



Graf 1: Rast kristalov grenke soli po svetu

Kot je razvidno iz povprečnih rezultatov, so pri našem eksperimentu zrastle največji kristali grenke soli (27,00). Drugod po svetu so velikosti zelo podobne, mogoče izstopajo še Združene države, kjer povprečna velikost kristala znaša 23,49. Povprečna temperatura preostale raztopine po koncu kristalizacije pa je zelo velika na Tajskem (28,21 °C), nato ji sledi Mehika (25,65 °C). Najnižja povprečna temperatura preostale raztopine pa je v Združenih državah (18,40 °C). Potrebno je seveda upoštevati, da je v izračunana povprečja posameznih delov sveta vzeti več različnih krajev v določeni državi, saj je sodelovalo več udeležencev kot iz Slovenije. Mi smo dodali samo povprečno velikost kristalov, ki so zrastle v okviru naše raziskave. Zanimiv je tudi podatek, da so po svetu določili drugačne oblike kristalov grenke soli kot mi. V Veliki Britaniji in Združenih državah so enako kot mi prišli do ugotovitve, da so kristali ortorombični. V Mehiki so bili ti kristali kubični, na Tajskem pa monoklinski. [<http://www.rsc.org/learn-chemistry/collections/experimentation/collaborative-chemistry/global-experiment-2014>]

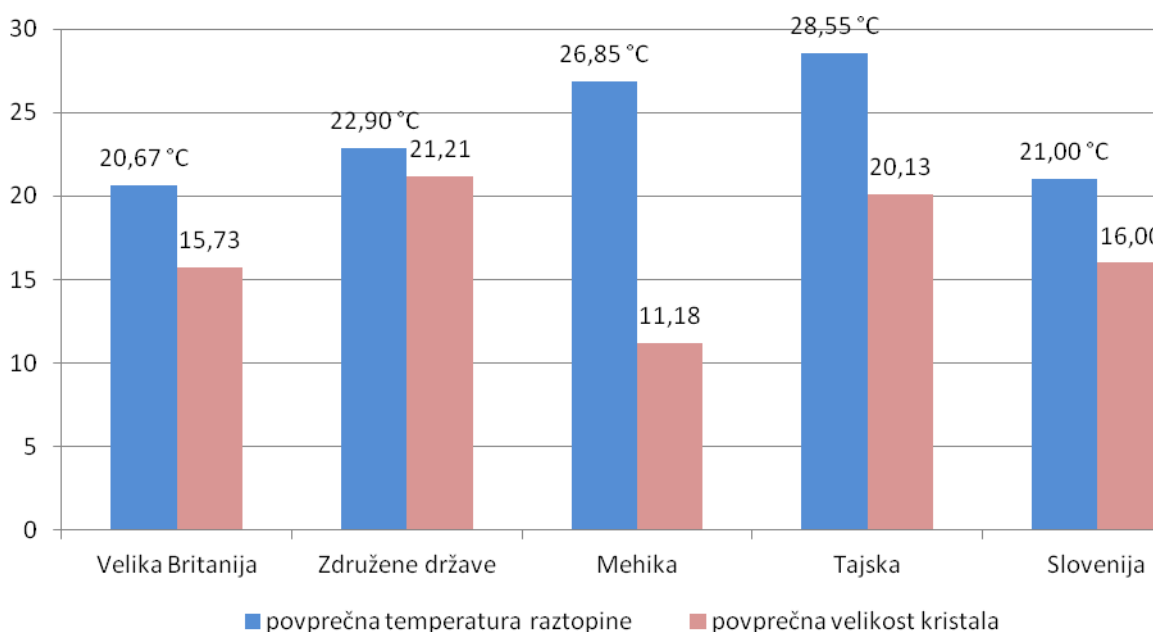
3.2.5.2 Rast kristalov kuhinjske soli po svetu



Graf 2: Rast kristalov kuhinjske soli po svetu

Povprečni rezultati kažejo, da so pri našem eksperimentu v primerjavi z ostalimi deli sveta zrastle podobno veliki kristali kuhinjske soli (15,00). Nekoliko izstopa Mehika, kjer povprečna velikost kristala znaša 19,29, ter v nasprotnem primeru Tajska, kjer je povprečna velikost kristala najmanjša (12,09). Povprečna temperatura preostale raztopine po koncu kristalizacije pa je zelo velika na Tajskem (29,79 °C), nato ji sledijo Mehika (25,43 °C) in Združene države (24,54 °C). Najnižja povprečna temperatura preostale raztopine pa je pri nas ter v Veliki Britaniji in znaša okoli 21 °C. Potrebno je seveda upoštevati, da je v izračunana povprečja posameznih delov sveta vzeti več različnih krajev v določeni državi, saj je sodelovalo več udeležencev kot iz Slovenije. Mi smo dodali samo povprečno velikost kristalov, ki so zrastle v okviru naše raziskave. Po svetu so določili iste oblike kristalov kuhinjske soli kot mi. V Mehiki pa so prišli do ugotovitev, da so kristali kuhinjske soli tetragonalni. [<http://www.rsc.org/learn-chemistry/collections/experimentation/collaborative-chemistry/global-experiment-2014>]

3.2.5.3 Rast kristalov sladkorja po svetu



Graf 3: Rast kristalov sladkorja po svetu

V primerjavi z ostalimi deli sveta so pri našem eksperimentu zrastle srednje veliki kristali sladkorja (16,00). Največji so zrastle v Združenih državah, kjer povprečna velikost kristala znaša 21,21, najmanj pa so zrastle kristali sladkorja v Mehiki (11,18). Povprečna temperatura preostale raztopine po koncu kristalizacije je zelo velika na Tajskem (28,55 °C), nato ji sledi Mehika (26,85 °C). Ostala povprečja temperatur so si podobna. Potrebno je seveda upoštevati, da je v izračunana povprečja posameznih delov sveta vzeti več različnih krajev v določeni državi, saj je sodelovalo več udeležencev kot iz Slovenije. Mi smo dodali samo povprečno velikost kristalov, ki so zrastle v okviru naše raziskave. Zanimiv je tudi podatek, da so po svetu določili drugačne oblike kristalov sladkorja kot mi. V Veliki Britaniji in Združenih državah so enako kot mi prišli do ugotovitve, da so kristali monoklinski. V Mehiki so bili ti kristali triklinski, na Tajskem pa ortorombični. [<http://www.rsc.org/learn-chemistry/collections/experimentation/collaborative-chemistry/global-experiment-2014>]

4 RAZPRAVA

Ugotovitve, s katerimi smo potrdili ali ovrgli hipoteze, ki smo jih postavili na začetku raziskovanja.

1. Kristali bodo rastle hitreje pri sobni temperaturi kot v hladilniku.

Hipotezo, da bodo hitreje rastle kristali pri sobni temperaturi kot v hladilniku, smo delno potrdili ter delno ovrgli, saj so kristali hitreje rastle pri sobni temperaturi kot v hladilniku, vendar nas je presenetil rezultat rasti posameznih kristalov kuhinjske soli v hladilniku. Ti kristali so namreč zrastle dokaj hitro in veliko bolj kot kristali pri sobni temperaturi. Ker smo za vsak vzorec pripravili več nasičenih raztopin, smo nato primerjali razlike med posameznimi raztopinami. Edina razlika je bila ta, da smo v čašo, kjer so zrastle veliki kristali kuhinjske soli, dodali barvilo za živila. Želeli smo namreč dobiti obarvane kristale. Rezultat nas je v tem primeru presenetil zato, ker smo domnevali, da bodo vsi kristali v hladilniku rastle počasi, saj topilo ne izhlapeva tako hitro kot pri sobni temperaturi. Z izhlapevanjem topila izpade iz nasičene raztopine netopni del snovi. Na velikost kristalov vpliva hitrost ohlajevanja. Če ohlajujemo hitro, nastanejo drobni kristali, če pa ohlajujemo počasi, zrastejo večji kristali [1]. V eni izmed raziskav, ki smo jih zasledili na spletni strani, so podobno kot mi proučevali vpliv različnih temperatur na rast kristalov kuhinjske soli. Prišli so do ugotovitev, da rastejo kristali hitreje pri sobni temperaturi kot v hladilniku [10].

Bolj kot je topleje, hitreje topilo izhlapeva in kristali rastejo hitreje. Za rast pa kristali potrebujejo tudi svetlobo [6].

2. Najbolj bodo zrastle kristali sladkorja pri sobni temperaturi.

Hipotezo, da bodo najbolj zrastle kristali sladkorja pri sobni temperaturi, smo ovrgli, saj so kristali grenke soli zrastle še bolj. Kristali grenke soli so zrastle igličaste, podolgovate oblike. Ko smo pripravljali nasičene raztopine, smo sladkor kar dodajali in dodajali. V primerjavi z grenko soljo in kuhinjsko soljo smo za nasičenje potrebovali veliko več sladkorja. Raztopina je med dodajanjem postajala tudi vse bolj viskozna v primerjavi z ostalima dvema vzorcema. Tako smo pričakovali, da bodo najbolj zrastle kristali sladkorja. Vzrok za počasnejšo rast kristalov sladkorja bi bil lahko tudi ta, da se je med rastjo na površini topila naredila trdna plast, ki je lahko preprečila izhlapevanje. To plast smo previdno sproti odstranili.

3. Vsi kristali bodo v obliki kocke.

Hipotezo, da bodo kristali v obliki kocke oziroma kubični, smo ovrgli, saj so kristali v obliki kocke zrastle samo iz jedilne soli. Kristali, ki so zrastle iz grenke soli, so bili ortorombični, kristali, ki so zrastle iz kristalnega sladkorja, pa so bili monoklinske oblike. Po navadi oziroma večinoma so kristali kuhinjske soli kubični, grenke soli ortorombični in sladkorja monoklinski [2]. V nekaterih primerih pa lahko pride so drugačnih oblik. Nekatere snovi lahko kristalizirajo v več kristalnih oblikah, ki se razlikujejo po videzu in velikosti. Do sprememb po navadi pride pri določeni temperaturi [9]. Prav tako pa na rast in oblike kristalov vplivajo tudi drugi dejavniki.

Natrijev klorid je glavna sestavina kuhinjske soli. Natrijevi in kloridni ioni so stabilni ioni, ki se pravilno uredijo v ionski kristal in tvorijo kubično obliko. Kristali sladkorja pa izgledajo kot kakšni asimetrični heksagonalni stebri. Sladkor je snov, ki jo gradijo molekule saharoze, ki so zgrajene iz medsebojno povezanih atomov ogljika, vodika in kisika. Med seboj so molekule saharoze povezane s šibkimi vezmi [8].

4. V primerjavi s kristali iz drugih delov sveta, kjer so izvedli podobne raziskave, bodo naši kristali zrastle manjši.

Hipotezo, da bodo naši kristali v primerjavi s kristali iz drugih delov sveta, kjer so izvedli podobne raziskave, zrastle manjši, smo ovrgli, saj so v primeru grenke soli ravno pri nas zrastle največji kristali. Kristali kuhinjske soli in sladkorja pa so bili po velikosti podobni kristalom, ki so zrastle drugod po svetu. Potrebno je upoštevati, da je v izračunana povprečja posameznih delov sveta vzeti več različnih krajev v določeni državi, saj je sodelovalo več udeležencev kot iz Slovenije. Mi smo dodali povprečno velikost kristalov, ki so zrastle samo v okviru naše raziskave. Rezultati se niso ekstremno razlikovali. Edini, ki sta izstopali, sta bili Mehika in Tajsko. Prav pri slednji je bila povprečna temperatura preostale raztopine pri vseh vzorcih dosti večja kot pri ostalih državah, kristali pa so zrastle manjši. Vzrok za to bi lahko bila visoka zračna vlažnost, saj je za Tajsko značilno tipično tropsko podnebje. Zaradi vlage je izhlapevanje omejeno.

5 ZAKLJUČEK

Kristali rastejo povsod po svetu, kjer imajo ustrezne pogoje. Rastejo različnih barv, oblik in velikosti. Veliko ljudi meni, da so kristali samo tisti, ki so dragoceni in se svetijo. Ne predstavljajo si, da so kristali ves čas v njihovi bližini. Sami smo se med raziskavo veliko novega naučili. Uporabljali smo snovi, ki jih lahko najdemo v vsaki kuhinji ali v bližnji lekarni. S pomočjo teh snovi smo pripravljali raztopine, mešali, segrevali in hladili ter bili na koncu navdušeni nad tem, kako je »iz nečesa malega zrastle veliko«. Med drugim smo spoznali tudi pojem kristalografije, o katerem smo marsikaj prebrali. Tudi sami si nismo predstavljali, da je zelo pomembna na področju znanstvenega in industrijskega razvoja. Skozi druženje in delo pa se nam je utrnilo veliko novih idej, kaj bi lahko še dodali, spremenili, izboljšali ali na kakšen drugačen način pripravili. Lahko bi preverili tudi vpliv pH-ja na rast kristalov ali pa bi uporabili različne vrste voda. Predvsem pa nas zanima, kako kristalizirajo katere druge snovi. Zanimivo bi bilo izdelati seznam določenih snovi, pripraviti nasičene raztopine in opazovati rast kristalov, s takšnimi in drugačnimi lastnostmi. Na koncu bi lahko pripravili knjižico vseh teh kristaliničnih snovi.

6 LITERATURA

1. Kobal E. 1994. *Kemija za vedoželjne*. Ljubljana, DZS.
2. Learn Chemistry. The art of crystallisation - a global experiment. 2014. [Online.] Dostopno na spletnem naslovu: <<http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001379/global-experiment-instructions-2014?utm>> [Prebrano 21. 11. 2014.]
3. Nastanek kristala. [Online.] Dostopno na spletnem naslovu: <<http://old.gimvic.org/predmeti/gradiva/minerali/nastanek.html>> [Prebrano 21. 11. 2014.]
4. Prirodoslovni muzej Slovenije. Minerali in kamnine. 2014. [Online.] Dostopno na spletnem naslovu: <<http://www.pms-lj.si/si/o-naravi/minerali-in-kamnine>> [Prebrano 21. 11. 2014.]
5. Schneegans S. 2013. Kristalografija danes! [Online.] Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.iycr2014.org/_data/assets/pdf_file/0003/87663/Slovenian_translation_cropped.pdf> [Prebrano 21. 11. 2014.]
6. Shoop M. The Best Growing Conditions for Crystals. [Online.] Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.ehow.com/list_6621144_growing-conditions-crystals.html> [Prebrano 23. 2. 2015.]
7. Symes R.F., Harding R. R. 1996. *Kristali in dragulji*. Murska Sobota: Pomurska založba.
8. Urbano L. 2011. Montessori Muddle. Salt and Sugar Under the Microscope. [Online.] Dostopno na spletnem naslovu: <<http://montessorimuddle.org/2011/04/24/salt-and-sugar-under-the-microscope/>> [Prebrano 23. 2. 2015.]
9. Wertheim J., Oxlade C., Waterhouse J. 1991. *KEMIJA: Slikovni pojmovnik*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
10. Which Temperature Affects Crystal Growth the Most? 2000. [Online.] Dostopno na spletnem naslovu: <<http://www.selah.k12.wa.us/soar/sciproj2000/kaitlyns.html#Results>> [Prebrano 23. 2. 2015.]

Avtor slike na naslovni strani je Rebeka Žagar.