

ŠKODLJIVO ALI KORISTNO, ODVISNO JE OD KONCENTRACIJE ODMERKA



RAZISKOVALNA NALOGA

KEMIJA

9. razred

šolsko leto 2019/2020

ŠKODLJIVO ALI KORISTNO, ODVISNO JE OD KONCENTRACIJE ODMERKA

RAZISKOVALNA NALOGA

KEMIJA

Tevž Peče

9. razred

Mentorica: Mojca Vrlič, prof. ke.-bi.

Somentorica: doc. dr. Maja Ponikvar-Svet

Šolsko leto 2019/2020
OŠ Riharda Jakopiča
Ljubljana

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	8
2	TEORETIČNI DEL	10
2.1	ČAJ	10
2.1.1	VRSTE ČAJEVCA IN UPORABA.....	10
2.1.2	ZELENI ČAJ	11
2.1.3	ČRNI ČAJ	11
2.1.4	OOLONG ČAJ	12
2.1.5	PU' ERH ČAJ	12
2.1.6	KAJ JE OKSIDACIJA IN KAJ FERMENTACIJA ČAJA	13
2.1.7	KVALITETA ČAJA.....	14
2.1.8	OBDELAVA ČAJA	14
2.2	FLUOR.....	17
2.2.1	SPLOŠNO.....	17
2.2.2	VPLIV FLUORIDA NA ČLOVEKA	19
2.2.3	FLUORIRANJE VODE	21
2.2.4	FLUOR V HRANI.....	22
3	EKSPERIMENTALNI DEL.....	23
3.1	POTEK POSKUSA	23
3.1.1	PRIPRAVA INFUZIJ	23
3.1.2	PRIPRAVA ALKALNIH TALIN – POPOLN RAZKLOP VZORCA.....	25
3.1.3	MERJENJE	26
4	REZULTATI	27
5	RAZPRAVA	35
6	ZAKLJUČEK.....	38
7	VIRI IN LITERATURA	39
8	VIRI SLIK.....	41

KAZALO SLIK

Slika 1: Plantaža čaja.	10
Slika 2: Zeleni čaj.	11
Slika 3: Črni čaj.	11
Slika 4: Oolong čaj.	12
Slika 5: Pu' erh čaj.	12
Slika 6: Preverjanje oksidacije čaja.	13
Slika 7: Pridelava črnega čaja Laoshan.	14
Slika 8: Fluor v ampuli.	17
Slika 9: Ksenonov tetrafluorid.	17
Slika 10: Politetrafluoroeten ali teflon.	18
Slika 11: Uranov heksafluorid.	18
Slika 12: Fluoroza kosti noge pri govedu.	19
Slika 13: Hujša fluoroza zob.	20
Slika 14: Otroška zobna pasta.	20
Slika 15: Območja z naravno visoko koncentracijo fluora v površinski vodi.	21
Slika 16: Čaj.	22
Slika 17: Tehnica, ki smo jo uporabljali.	23
Slika 18: 5-minutni vzorci.	24
Slika 19: Kuhanje zaporednih vzorcev.	24
Slika 20: Taljenje alkalne taline.	25
Slika 21: Priprava alkalne taline.	25
Slika 22: Pipetiranje čaja v bučko.	26
Slika 23: Povprečne koncentracije fluorida za čaje (t = 5 min.).	28
Slika 24: Graf primerjave koncentracije fluorida v različnih oblikah čaja Earl Grey.	30
Slika 25: Povprečje mg/kg pri popolnem razklopu vzorca.	32
Slika 26: Koncentracija fluorida pri čajih.	33
Slika 27: Izločanje fluorida iz čaja v vodo skozi čas.	34

KAZALO TABEL

Tabela 1: Vsebnost fluorida v nekaterih živilih.	22
Tabela 2: Merjenje koncentracije fluorida v čaju ($t = 5$ min).....	27
Tabela 3: Merjenje koncentracije fluorida v čaju ($t = 3$ min).	29
Tabela 4: Merjenje koncentracije fluorida v listih čaja (popoln razklop vzorca).	31
Tabela 5: Meritve koncentracije fluorida v čaju (zaporedna infuzija).	33

POVZETEK

Pravi čaj je ena izmed najpogostejših pijač na svetu. Za čajevec je značilno, da iz zemlje prevzema fluor, ki ga kopiči v listih kot fluorid. Fluorid v manjših odmerkih ščiti naše zobe pred kariesom, v večjih količinah pa je lahko škodljiv za naše telo. V tej raziskovalni nalogi sem preverjal različne trditve, povezane z vsebnostjo fluorida v čaju. Eksperimentalni del naloge sem opravil na Odseku za anorgansko kemijo Instituta Jožefa Stefana. Z eksperimenti sem ugotovil, da so zaradi povišane vsebnosti fluorida nekateri čaji iz vrečk lahko škodljivi, če jih zaužijemo v večjih količinah daljše časovno obdobje. Ugotovil sem tudi, da večina čajev iz vrečke vsebuje večjo količino fluorida kot čaji v razsulu in da večina čajev velik delež fluorida izloči v vodo v prvih treh minutah.

Ključne besede: fluor, fluorid, pravi čaji, ionsko selektivna elektroda, oksidacija, fermentacija, fluorirana voda, fluoroza

ZAHVALA

Rad bi se zahvalil vsem, ki so mi pomagali pri izvedbi raziskovalne naloge. Še posebej bi se rad zahvalil doc. dr. Maji Ponikvar-Svet ter ge. Miri Zupančič, ki sta mi pomagali in omogočili izvedbo eksperimentalnega dela. Zahvalil bi se tudi svoji mentorici prof. Mojci Vrtnič, ker mi je pomagala skozi celoto raziskovalne naloge in vzpostavila stik z Institutom Jožefa Stefana.

1 UVOD

Za čajevec je značilno, da lahko iz zemlje prevzema fluor, ki ga kopiči v listih. Tako lahko pitje večjih količin pravega čaja bistveno pripomore k dnevni količini zaužitega fluora.

Ta je lahko koristen ali škodljiv za naše telo, vendar se zdi, da so ljudje bolj seznanjeni z njegovimi koristnimi vplivi. V primeru fluora se tako jasno vidi, da je določena snov lahko hkrati koristna in škodljiva, kar je seveda odvisno od višine odmerka.

Ta tema me je pritegnila, ker pogosto srečujem ljubitelje pravega čaja za katere lahko trdim, da o vsebnosti fluoridov v teh čajih ne vedo prav veliko. Zanimalo me je, v kolikšni meri lahko postane čaj škodljiv zaradi fluorida, koliko fluorida se nahaja v različnih pravih čajih v Sloveniji, kakšna je razlika v koncentraciji fluorida med čajem iz vrečk ter čajem v razsulu in kakšen delež fluorida se v posameznih časovnih obdobjih izloči v vodo med namakanjem čaja v vodi.

Pripravljaj sem različne prave čaje (zeleni – Banča, črni – Keemun, pu' erh) ter jim z ionsko selektivno elektrodo izmeril koncentracijo fluoridov.

Uporabil sem teoretične in eksperimentalne metode dela.

Teoretične metode so vključevale:

- Zbiranje podatkov v knjigah učbenikih in spletnih straneh.
- Zbiranje informacij s pomočjo strokovnjakov, zaposlenih na Inštitutu Jožef Stefan, oddelku za anorgansko kemijo.

Eksperimentalne metode so vključevale:

- Obisk Inštituta Jožef Stefan, oddelek za anorgansko kemijo.
- Tehtanje, izdelava in merjenje vzorcev čaja.

Pred eksperimentalnim delom sem si postavil naslednje hipoteze.

1. Od vseh čajev bo pu'erh čaj imel najmanjšo koncentracijo fluorida.
2. Čaji iz vrečk bodo imeli višjo koncentracijo fluorida kot čaji v razsulu.
3. Glede na rezultate, ki jih bom dobil s poskusom, bo vidno, da je zaradi vsebnosti fluorida za povprečnega odraslega človeka škodljivo piti več kot štiri skodelice pravega čaja na dan.
4. Čaji iz vrečke bodo hitreje izločali fluorid, ker so zdrobljeni v manjše delce in imajo posledično večjo površino, skozi katero se bo fluorid hitreje izluževal.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 ČAJ

2.1.1 VRSTE ČAJEVCA IN UPORABA

Poznamo več vrst rastlin čajevca, a se v veliki večini uporabljata le *Camellia sinensis sinensis* in *Camellia sinensis assamica*.

C. s. sinensis raste v obliki grma, ki zraste do 3 m visoko. Na plantažah jih obstrižejo do približno 1–1,5 m. Iz te vrste delajo večinoma zeleni čaj.

C. s. assamica raste v obliki drevesa, ki v divjini zraste od 10 do 15 m visoko. Liste te vrste se tradicionalno uporablja za izdelavo oksidiranih in fermentiranih čajev (črni, pu' erh ...).

Čajevcec lahko iz zemlje prevzema fluorid, ki ga kopiči v listih.



Slika 1: Plantaža čaja.

2.1.2 ZELENİ ČAJ

Zeleni čaji se pridobivajo iz čajevca *C. s. sinensis*. Nabrane liste se popari ali popeče ter posuši, da se prepreči nadaljnja oksidacija in ohrani svež okus. Ker so ti listi bolj sveži, imajo krajši rok uporabe kot črni in rdeči čaji.



Slika 2: Zeleni čaj.

2.1.3 ČRNI ČAJ

Črni čaj je najbolj priljubljen čaj na Zahodu. Tradicionalno se pridobiva iz listov čajevca *C. s. assamica*, a ga v nekaterih primerih pridobivajo tudi iz *C. s. sinensis*. Je popolnoma oksidiran, čeprav pogosto ljudje menijo, da je fermentiran, kar je napačno. Fermentacija in oksidacija sta dva različna procesa. Kot končni produkt izgleda črne barve. Zaradi višje stopnje oksidacije ima tudi močnejši okus. Oksidacija je tudi podaljšala rok uporabe čaja, kar je v preteklosti omogočilo izvoz v Evropo in druge dele sveta.



Slika 3: Črni čaj.

2.1.4 OOLONG ČAJ

Oolong čaji so delno oksidirani čaji. Reče se jim tudi rdeči čaji. Vrste oolong čajev se razlikujejo po stopnji oksidacije, ki je lahko od 8 % do 85 %, ter po izvoru čaja. Različne vrste imajo zato zelo različne arome in okuse. Ti čaji so zelo priljubljeni v južnem delu Kitajske ter nekaterih delih JV Azije.



Slika 4: Oolong čaj.

2.1.5 PU' ERH ČAJ

Pu' erh čaj se tradicionalno dela iz listov čajevca *C. s. assamica*. Izhaja iz kitajske province Yunnan. Obstaja več vrst pu' erh čaja, ki se razlikujejo po stopnji mikrobne fermentacije in oksidacije ter po postopku, s katerim so dosegli to fermentacijo in oksidacijo. Pu' erh čaj se »stara« podobno kot vino in dlje, kot je staran, bolje ga cenijo ljubitelji čaja.



Slika 5: Pu' erh čaj.

2.1.6 KAJ JE OKSIDACIJA IN KAJ FERMENTACIJA ČAJA

Oksidacija, ki poteka v črnem in oolong čaju, poteka v listih čajevca s pomočjo encimov, ki so že prisotni v čajnih listih. Ti encimi oksidirajo nekatere dele zgradbe čajnih listov, kar spremeni njihov okus in aromo. Ta proces v oolong čajih in zelenih čajih ustavijo s segrevanjem ali poparjenjem.



Slika 6: Preverjanje oksidacije čaja.

Fermentacijo opravijo mikrobi, ki se razvijejo na čajnih listih. Obstaja več načinov fermentiranja čaja. V nekaterih delih Kitajske liste čajevca položijo na kupe v relativno suhih pogojih, kjer se nato razvijejo kolonije gliv, ki fermentirajo čaj.

2.1.7 KVALITETA ČAJA

Za čaj se največkrat uporabijo mladi lističi. Če so v čaju stari lističi, ima čaj bolj grenak okus, ki je pri pivcih čaja manj zaželen. Pomembno je tudi, kako so bili listi nabrani. Če so listi strojno nabrani ali če jih nabira manj izkušen nabiralec, so lahko poškodovani ali pa so skupaj pobrani tudi premladi in prestari listi.

Za poznavalce čaja je pomemben tudi čas žetve, saj naj bi se okus spreminjal glede na sezono žetve. Visoka nadmorska višina naj bi tudi pozitivno vplivala na okus, saj so nižje temperature bolj primerne za ohranjanje svežosti čaja. Ker pa čaj hitreje raste v toplejših subtropskih krajih, je takšno okolje bolj primerno za pridobivanje velike količine čaja.

2.1.8 OBDELAVA ČAJA

Obdelava čaja se razlikuje glede na različne vrste čaja. Ker se je skozi zgodovino razvilo več načinov obdelave čaja zaradi različnih kultur pitja čaja ali potrebo po cenejšem in hitrejšem postopku, imamo veliko načinov obdelave. Vsi se razlikujejo po kvaliteti končnega izdelka, hitrosti in po ceni postopka. Vse to ima vpliv na končno ceno čaja. Bolj hitro in grobo obdelani čaji so primerni za čaje iz vrečk, saj je njihov namen, da se čim hitreje izločita aroma in okus.



Slika 7: Pridelava črnega čaja Laoshan.

Osnovni deli obdelave čaja so.

Nabiranje

Čaj se nabira dvakrat letno, začetek pomladi in začetek poletja ali konec pomladi. Včasih se nabira tudi jeseni ali pozimi.

Venenje

Po nabiranju čaj rahlo encimsko oksidira, kar odstrani vlago iz listov. Načini, s katerimi se to doseže, se razlikujejo od vremena, temperature, vlage in drugih dejavnikov. V tem procesu se tudi nekatere beljakovine razgradijo na proste aminokisliline, kar spremeni okus čaja.

Maceracija

Čaj se »poškoduje« z različnimi industrijskimi ali tradicionalnimi postopki, s tem se poškoduje notranja in zunanja struktura čaja. To omogoči proces mešanja encimov in začetek procesa oksidacije.

Oksidacija

Čaj se da v prostor, kjer sta vlaga in temperatura kontrolirana, da ne pride do gnitja. Čaj z oksidacijo temni, klorofili v listih se encimsko razgradijo in izpustijo se tanini. Oksidacija se ustavi, ko se doseže zaželeni nivo oksidacije.

Ustavljanje oksidacije

Ko čaj doseže zaželeni nivo oksidacije, se ga segreje, kar ustavi encime, odgovorne za oksidacijo listov. Obstaja več načinov, s katerimi se to doseže (npr. poparjenje čaja ali pečenje listov v voku).

Oblikovanje

Vlažen čaj se lahko ročno ali mehanično oblikuje v različne oblike (npr. spirale, zaviti okoli sebe). Nato se ga lahko nadalje stisne v kepe.

Sušenje

Čaj se lahko posuši na več načinov: peka, sušenje na zraku, sušenje na soncu. Zelo pogosto se čaj popeče.

Staranje

Nekateri čaji potrebujejo staranje, da dosežejo zaželen okus. V ta proces spada fermentacija, ki lahko poteka v suhih ali vlažnih pogojih. V tej fazi obdelave z dodajanjem različnih arom, okusov ali snovi nastajajo tudi aromatizirani čaji.

Sortiranje

Potrebno je odstraniti poškodovane liste in odvečna stebila.

2.2 FLUOR

2.2.1 SPLOŠNO

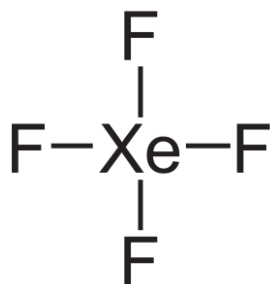
Fluor se nahaja v 17. skupini in je prvi halogeni element. Njegov simbol je F, atomsko število pa 9. Pri sobni temperaturi je bledorumen plin. Zelo hitro tvori ione, zato se v naravi ne nahaja v elementarni obliki. Je 13. najbolj pogost element v Zemljini skorji. Zelo hitro in burno reagira z drugimi snovmi.

Fluor se v ionski obliki imenuje fluorid. V naravi se nahaja v veliko mineralih (fluorit). Nekateri minerali, ki ga vsebujejo, so uporabni tudi v industriji (železarstvo, izdelava gnojil, steklena vlakna, opeka ...).



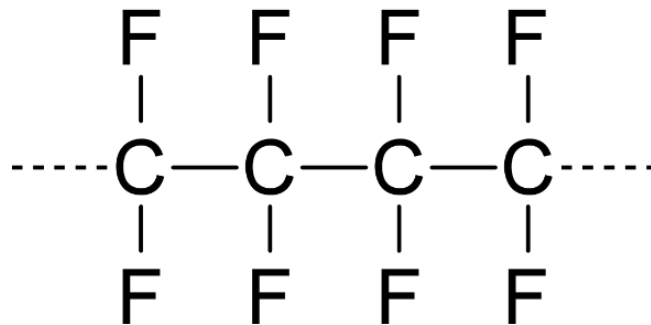
Slika 8: Fluor v ampuli.

Spojine lahko tvori tudi z nekaterimi žlahtnimi plini. Leta 1962 so bile narejene prve spojine ksenona s fluorom. Med prvimi so te spojine naredili tudi na Institutu Jožefa Stefana.



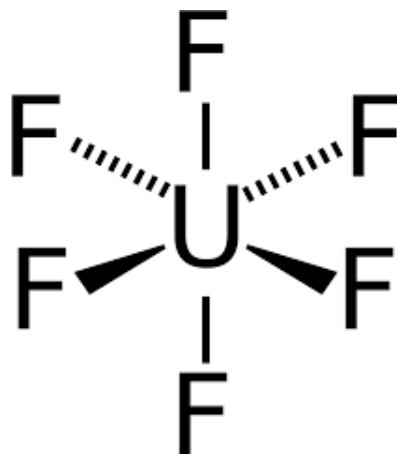
Slika 9: Ksenonov tetrafluorid.

Ker se pri vezanju fluora pogosto sprosti veliko energije, je veliko njegovih spojin zelo stabilnih. Različne spojine fluora so zelo razširjene po vsem svetu (npr. teflon ali politetrafluoroeten). Fluor lahko tvori fluorokloroogljikove, ki so zelo nevarni za ozon in so se uporabljali kot hladilne tekočine.



Slika 10: Politetrafluoroeten ali teflon.

Fluor se je začel industrijsko proizvajati z razvojem jedrske energije med drugo svetovno vojno. Uranov heksafluorid (UF_6) je bila edina plinasta uranova spojina, ki je omogočala izotopsko obogatitev naravnega urana.



Slika 11: Uranov heksafluorid.

Fluor, ki ga zaužijemo, se nahaja v vodi, v nekaterih živilih in fluoriranih izdelkih (npr. zobna pasta). Največkrat se nahaja v obliki monofluorofosfata, natrijevega monofluorofosfata, natrijevega fluorida, aminfluorida in cinkovega fluorida.

2.2.2 VPLIV FLUORIDA NA ČLOVEKA

Fluorid ima v majhnih količinah pozitivne lastnosti za naše zobe, ker pospeši proces remineralizacije naših zob ter tvori fluoroapatit, ki je bolj odporen proti kislini. Pomembno je vedeti, da fluoridi niso nujno potrebni pri remineralizaciji zob, saj se ta dogaja tudi brez njegove prisotnosti. Vpliv fluorida na remineralizacijo zob je odvisen od količine kalcija in magnezija v zobeh. Posameznikom, ki jim primanjkuje ta elementa, lahko fluorid škodi.

Če ga zauživamo v večjih količinah skozi daljše časovno obdobje, lahko povzroča zobno in/ali kostno fluorozo (prekomerno odlaganje fluorida v kosteh), ki povzroča kalcifikacijo veznih tkiv, okorelost in deformacijo kosti. Fluorid tudi zmanjša delovanje ledvic in zaustavlja proizvodnjo določenih hormonov (tiroksin in trijodotironin), ki vplivata na delovanje ščitnice. V določeni meri ima tudi vpliv na zobne bakterije. Škodljivo vpliva na njihovo sposobnost presnavljanja polisaharidov. Pri odraslih fluorid ne povzroča fluoroze zob, saj se ta zgodi le, ko zobje še rastejo. Fluorid naj ne bi povzročal raka ali vplival na genski material.



Slika 12: Fluoroza kosti noge pri govedu.

Fluorid se zelo dobro absorbira v telo (približno 50 %), preostanek, ki se ne absorbira, se izloči z urinom. Pri tem imajo pomembno vlogo ledvice. Če ima posameznik poškodovane ledvice, ima lahko težave z izločanjem fluorida. S starostjo ohranjamo v telesu manj fluorida. Približno 99 % fluoridov v našem telesu se nahaja v kalcificiranih tkivih. Primerna količina zaužitega fluora za osebe nad 6 mesecev starosti je 0,05 mg/kg/dan. Fluorid se lahko uporablja tudi za

zdravljenje osteoporoze, a je to nepriporočljivo, saj njegovi dolgotrajni učinki niso znani. Fluorid lahko prehaja v posteljico in se izloča z mlekom.

Fluorid se dobro veže s kalcijem, zato je prebivalcem, ki živijo na območjih z visoko koncentracijo fluoridov v vodi, priporočeno, da zauživajo veliko kalcija, kar posledično zmanjša količino fluorida, ki ga obdržijo v telesu.



Slika 13: Hujša fluoroza zob.

Fluorid dokazano preprečujejo karies pri otrocih, a je seveda težko zagotoviti, da otroci ne bodo zaužili več fluorida, kot je primerna količina.



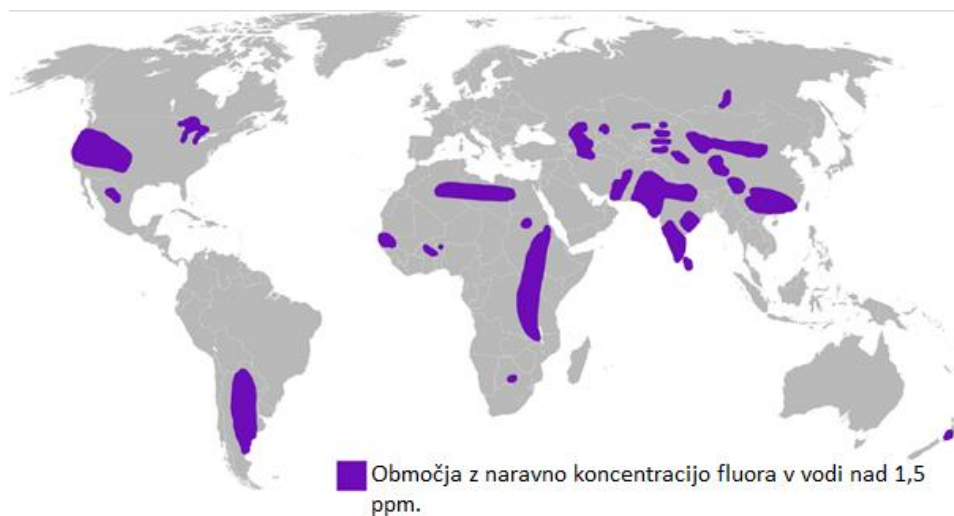
Slika 14: Otroška zobna pasta.

V naše zobe se fluorid vpija iz sline ali snovi, kot je zobna pasta.

2.2.3 FLUORIRANJE VODE

V ZDA so začeli fluorirati vodo že leta 1945. V večini ostalih držav pa so se pojavili pomisleki glede fluoriranja vode. Leta 2003 je bila objavljena študija, ki je ugotovila, da fluoriranje vode zmanjša možnost kariesa za približno 15 %, za razliko od prejšnjih trditev. Te so omenjale, da se zmanjša za približno 60 %. Je pa opazna razlika v pogostosti zobne in kostne fluoroze. Več, predvsem kitajskih študij, je opazilo manjši negativen vpliv visoke koncentracije fluora v vodi na povprečno inteligenco otrok. V letu 2014 je fluorirano vodo pilo okoli 5 % svetovne populacije, in sicer v državah, kot so ZDA, Avstralija, Nova Zelandija, Irska, Malezija in Singapur.

Nekatera območja imajo naravne visoke koncentracije fluorida v vodi, npr. del Azije. Lahko pa ima voda tudi višjo koncentracijo fluorida zaradi različnih industrijskih dejavnikov (izdelava gnojil).



Slika 15: Območja z naravno visoko koncentracijo fluora v površinski vodi.

V Sloveniji voda ni fluorirana in nimamo naravno velike koncentracije fluorida v vodi. Mejna vrednost fluorida v vodi v Sloveniji je 1,5 mg/l.

Obstaja tudi fluorirana kuhinjska sol, ki v območjih z nizko koncentracijo fluorida v vodi, lahko nadomesti fluoriranje vode in s tem omogoča, da imajo ljudje izbiro. V Sloveniji take soli ni mogoče kupiti.

2.2.4 FLUOR V HRANI

Ker v Sloveniji voda ni fluorirana in ima nizke koncentracije fluorida, predstavljajo večino vnosa fluora hrana ter dodatki, ki vsebujejo fluorid.



Slika 16: Čaj.

Glede na raziskavo iz leta 2005 (USDA National Fluoride Database of Selected Beverages and Foods), ki jo je naredila zveza inštitutov v ZDA, ima večina izbrane hrane vsebnost fluorida manjšo od 1 mg/g, z izjemami, kot so nekatere gazirane pijače, vino, rozine ter seveda pravi čaj.

Tabela 1: Vsebnost fluorida v nekaterih živilih.

Hrana	Vsebnost fluorida (mg/kg)
kruh (bel in polnozrnat)	0,49
svetlo pivo	0,45
rdeče vino	1,05
belo vino	2,02
ingverjevo pivo	0,69
mineralna voda s sadnim okusom	1,05
čedar sir	0,35
nizkokalorični jogurt	0,12
McDonalds piščančji medaljoni	0,16
rozine	2,34
pečena slanina	0,34
kuhan krompir	0,49
zeleni čaj	1,15
črni čaj	3,22

3 EKSPERIMENTALNI DEL

Eksperimente sem izvedel na Odseku za anorgansko kemijo Instituta Jožefa Stefana, kjer sem delal pod mentorstvom doc. dr. Maje Ponikvar-Svet in s pomočjo ge. Mire Zupančič. S poskusom sem hotel ugotoviti, kolikšna količina fluora je v čaju (alkalna raztalina) in kolikšna količina fluoridov se izloči v čaj, ko pripravimo infuzijo. Za zeleni čaj sem uporabil čaj Bancha, za črni Keemun. Ta čaja ter pu' erh čaj sem kupil v razsulu v Čajni hiši. Čaje iz vrečke ter Earl Grey v razsulu sem kupil v supermarketu.

3.1 POTEK POSKUSA

3.1.1 PRIPRAVA INFUZIJ

Čaj smo odtehtali v filter vrečko, ki se uporablja za pripravo čaja (Tee-Filter Grösse 3, DM drogerie markt).



Slika 17: Tehnica, ki smo jo uporabljali.

Vrečko s čajem smo prelili s 100 ml vrele destilirane vode in jo namakali različno dolgo – 3 min in 5 min. Pri zaporednih infuzijah smo isto vrečko čaja z vodo prelili trikrat, in sicer v časovnih periodah: dve sekundi, pet minut in en dan.



Slika 18: 5-minutni vzorci.



Slika 19: Kuhanje zaporednih vzorcev.

3.1.2 PRIPRAVA ALKALNIH TALIN – POPOLN RAZKLOP VZORCA

Približno 1 g vzorca čaja smo razklopili s pripravo alkalne taline z Na_2CO_3 (natrij kalijev karbonat). Talino smo prenesli v 100 ml merilno bučko, raztopili smo jo dodatkom koncentrirane H_2SO_4 (žveplova(VI) kislina), nato smo nakisali do pH približno 3 in napolnili z vodo do značke. Ta del je pomemben, da smo lahko ugotovili, koliko celotnega fluora vsebuje čaj (lističi).



Slika 20: Taljenje alkalne taline.



Slika 21: Priprava alkalne taline.

3.1.3 MERJENJE

V primeru infuzij smo s pipeto odmerili 20 ml ohlajenega čaja in v primeru alkalnih talin 10 ml raztopine. Raztopino smo prenesli v 50 ml merilno bučko iz polipropilena. Dodali smo 25 ml CBS pufra* in dopolnili z vodo do značke. Tako pripravljeno raztopino smo prenesli v čašo iz polipropilena. Vsako infuzijo ter alkalno talino smo na ta način pripravili najmanj dvakrat, da bi zaznali morebitna odstopanja. Koncentracijo fluorida smo določili s fluoridno ionsko selektivno elektrodo (Thermo Orion, model 96-06) na analizatorju Orion 960 autochemistry system z metodo umeritvene krivulje. Krivuljo smo pripravili z dvema standardoma s koncentracijama 0,2 µg/ml in 1 µg/ml fluorida.

* Za uravnavanje pH raztopine, maskiranje motečih ionov, predvsem aluminija, in uravnavanje ionske jakosti smo dodali citratni pufer.



Slika 22: Pipetiranje čaja v bučko.

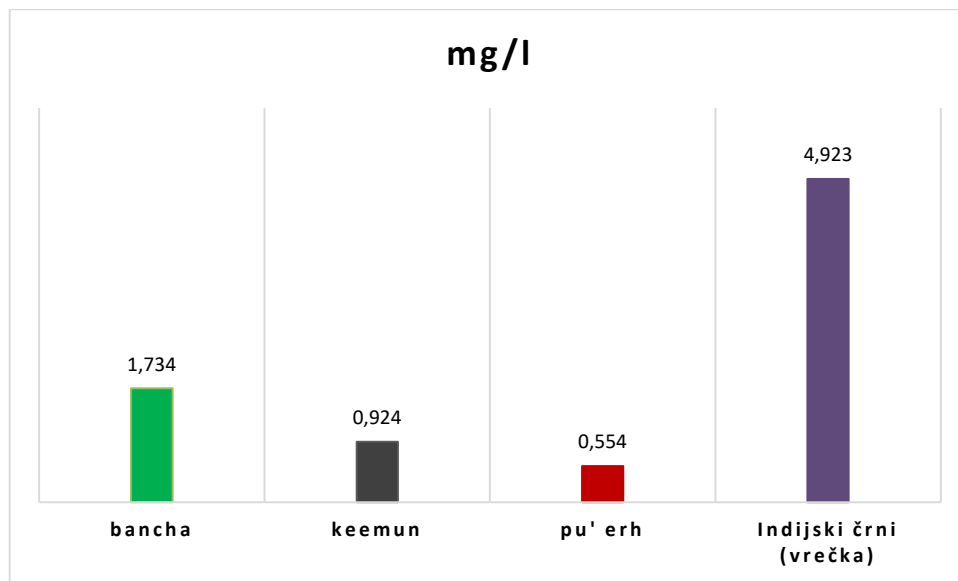
4 REZULTATI

V tabeli 2 so predstavljene meritve, pri katerih smo čaj namakali 5 minut. Odstopanje med prvo in drugo infuzijo Bancha čaja lahko razložimo s heterogenostjo vzorca. Čaj v razsulo je mešanica lističev in stebel in je mogoče, da vsebuje tudi liste ali stebela z večjo količino fluorida. Iz podatkov lahko razberemo, da pu' erh čaj izloči manjšo količino fluorida, črni čaj iz vrečke pa večjo količino fluorida kot ostali. Pričakovano je bilo, da bo imel črni čaj višjo koncentracijo fluorida od zelenega, saj so take rezultate poročale druge študije.

Tabela 2: Merjenje koncentracije fluorida v čaju ($t = 5$ min).

čaj	Masa (g)	(odč.) ppm	mg/l	oblika
Bancha	1,0119	38,032	1,879	razsulo
		38,493	1,902	
		38,339	1,894	
Bancha	1,0381	32,639	1,572	razsulo
		32,771	1,578	
		32,771	1,578	
Keemun	1,0273	18,657	0,911	razsulo
		18,733	0,915	
Keemun	1,0034	18,808	0,937	razsulo
		18,733	0,933	
pu' erh	1,0315	12,21	0,592	razsulo
		12,21	0,592	
pu' erh	1,0057	10,366	0,515	razsulo
		10,366	0,515	
indijski črni	1,0068	98,921	4,913	vrečka
		99,319	4,932	

V grafu je prikazana povprečna koncentracija fluorida v preiskovanih čajih.



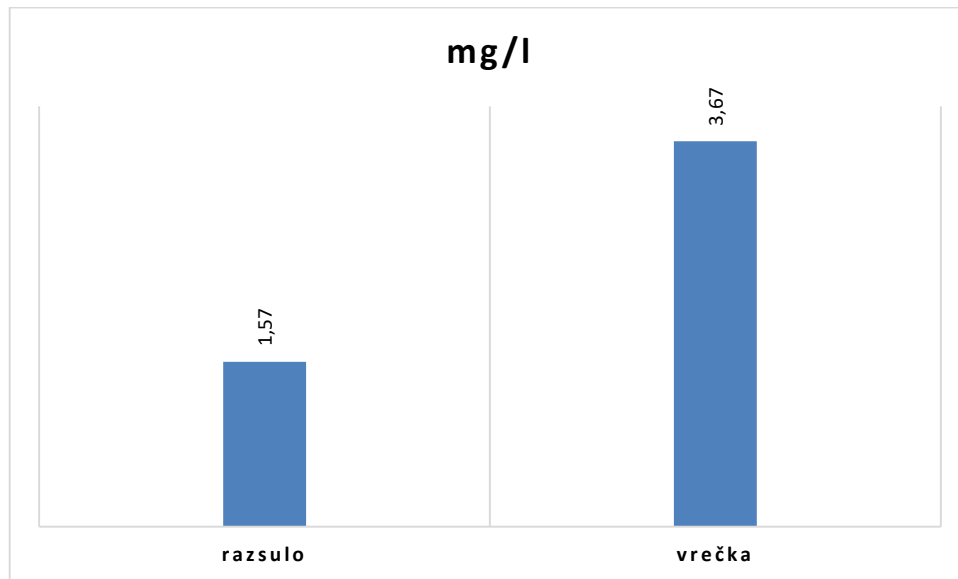
Slika 23: Povprečne koncentracije fluorida za čaje (t = 5 min.).

V tabeli 3 so prikazane meritve triminutne infuzije, vzorec koncentracije fluorida v prvih štirih čajih ohranil podoben kot pri petih minutah. Črni čaj iz vrečke ima približno enako koncentracijo fluoridov kot pri petih minutah. To si lahko razložimo z velikostjo čajnih delcev, saj imajo manjši delci čaja v vrečkah večjo površino in s tem hitreje izločajo fluoride. Opazi se tudi, da nimajo vsi čaji v vrečkah visoke koncentracije fluoridov.

Tabela 3: Merjenje koncentracije fluorida v čaju ($t = 3$ min).

čaj	Masa (g)	(odč.) ppm	mg/l	Oblika
Bancha	1,0061	27,495	1,217	razsulo
		27,605	1,372	
Keemun	1,0008	15,865	0,793	razsulo
		15,802	0,79	
pu'erh	1,0094	10,578	0,524	razsulo
		10,536	0,522	
indijski črni	1,0225	99,604	4,871	vrečka
		99,604	4,813	
Earl Grey	1,0097	31,442	1,557	razsulo
		31,825	1,576	
Earl Grey	1,0002	73,348	3,66	vrečka
		73,644	3,675	
Ceylon tea	1,0071	27,917	1,386	vrečka
		28,084	1,394	
Vanilla tea	1,0006	79,832	3,989	vrečka
		79,51	3,973	
Orange Cinnamon	1,003	27,523	1,376	vrečka
		27,523	1,376	

V grafu je prikazana koncentracija fluorida v čaju Earl grey v dveh različnih oblikah, vrečkah in razsulo.



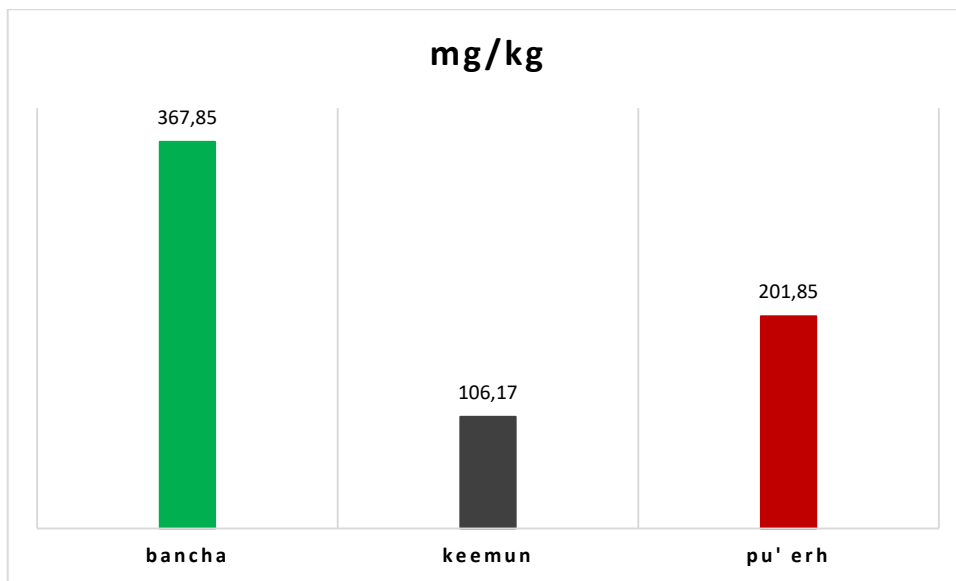
Slika 24: Graf primerjave koncentracije fluorida v različnih oblikah čaja Earl Grey.

V tabeli 4 so prikazani rezultati popolnega razklopa nekaterih čajev. Videti je, da pu' erh čaj vsebuje večjo količino fluorida kot Keemun, čeprav pri kuhanju izloči manjšo količino fluorida. Spet se opazi odstopanje med prvim in drugim vzorcem čaja Banča.

Tabela 4: Merjenje koncentracije fluorida v listih čaja (popoln razklop vzorca).

čaj	masa (g)	(odč.) ppm	mg/kg	oblika
Banča	1,0751	46,355	431,2	razsulo
		46,355	431,2	
Banča	1,0468	31,624	302,1	razsulo
		32,131	306,9	
Keemun	1,0612	11,405	107,5	razsulo
		11,36	107	
Keemun	1,0089	11,136	110,4	razsulo
		11,136	110,4	
pu' erh	1,0636	23,178	217,9	razsulo
		23,269	218,8	
pu' erh	1,0462	19,373	185,2	razsulo
		18,992	181,5	

Graf prikazuje povprečno koncentracijo fluorida v listu čaja.



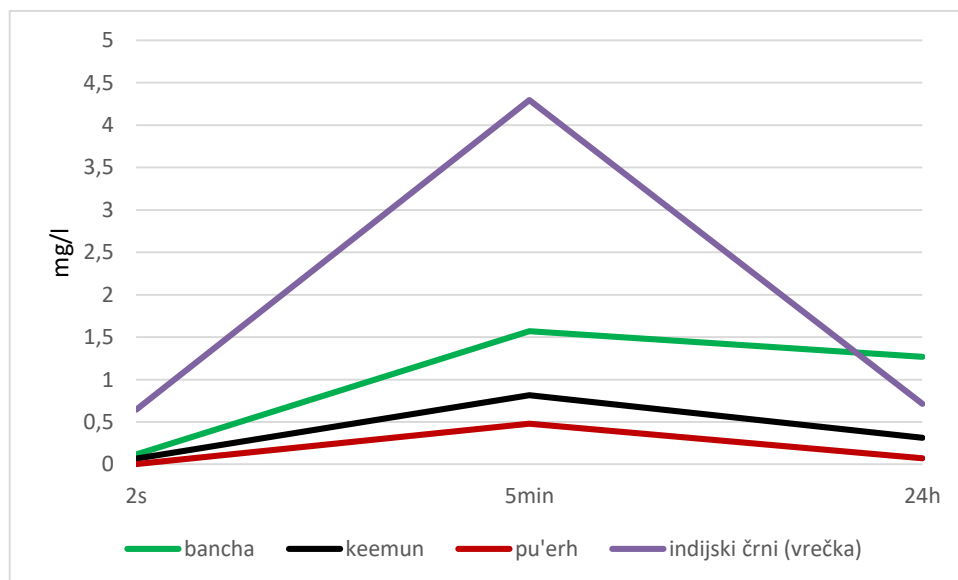
Slika 25: Povprečje mg/kg pri popolnem razklopu vzorca.

V tabeli 5 so prikazani rezultati zaporedne infuzije nekaterih čajev. Vidno je, da čaji v razsulo počasneje izločajo fluorid od čaja iz vrečke, ki je v prvih dveh sekundah oddal skoraj toliko fluorida, kot v zadnjih 24 urah. Bancha je od vseh čajev najpočasneje izločal fluorid, saj je v 24 urah imel koncentracijo fluorida skoraj tako kot po petih minutah.

Tabela 5: Meritve koncentracije fluorida v čaju (zaporedna infuzija).

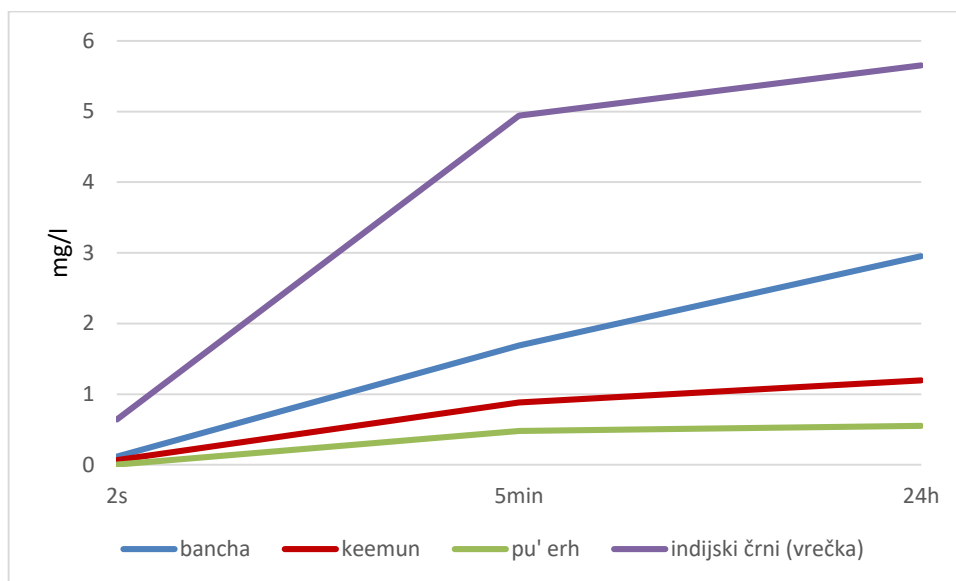
Čaj	masa (g)	t = 2 s.		t = 5 min.		t = 24 h.		oblika
		(odč.) ppm	mg/l	(odč.) ppm	mg/l	(odč.) ppm	mg/l	
Bancha	1,0072	2,387	0,118	31,606	1,56,9	25,536	1,268	razsulo
		2,139	0,106	31,352	1,556	25,639	1,273	
Keemun	1,0073	1,38	0,069	16,408	0,814	6,307	0,313	razsulo
		1,38	0,069	16,474	0,818	6,243	0,31	
pu'erh	1,015	0,461	0,0023	9,697	0,478	1,454	0,0716	razsulo
		0,418	0,0023	9,775	0,482	1,454	0,0716	
indijski črni	1,0085	12,981	0,644	86,65	4,296	14,351	0,712	vrečka
		12,929	0,641	86,998	4,313	14,236	0,706	

Graf prikazuje, kolikšna količina fluorida se je izločila pri določenem koraku postopne infuzije.



Slika 26: Koncentracija fluorida pri čajih.

Graf prikazuje količino fluorida v čaju skozi zaporedno infuzijo (vsota celotnega izmerjenega fluorida).



Slika 27: Izločanje fluorida iz čaja v vodo skozi čas.

5 RAZPRAVA

Z rezultati, ki sem jih dobil v tej raziskovalni nalogi, sem potrdil večino zastavljenih trditev. Od vseh čajev je pri triminutni infuziji največjo količino fluorida vseboval indijski črni čaj (4,8 mg/l), od čajev v razsulu je največjo količino fluorida vseboval Earl Grey (1,6 mg/l). Za osebo, ki tehta 70 kg, je priporočeno okoli 3,5 mg zaužitega fluora na dan. Za takšno osebo so v 1 l zaradi vsebnosti fluoridov škodljivi samo trije čaji, ki sem jih preučeval (indijski črni, Vanilla tea in Earl Grey v vrečki). V prvih treh minutah so vsi čaji v razsulu izločili različne deleže fluorida, ki jih vsebujejo. Bancha ga je izločil približno $\frac{1}{3}$, Keemun približno $\frac{3}{4}$ in pu' erh približno $\frac{1}{4}$. Iz zaporedne infuzije je vidno, da hitrost izločanja fluorida v čaj ni odvisna samo od vrste čaja, temveč tudi od oblike čaja, ki ga namakamo v vodi.

Glede na rezultate, ki sem jih dobil, lahko moje hipoteze delno potrdim oz. ovržem.

1. Od vseh čajev bo pu'erh čaj imel najmanjšo koncentracijo fluorida.

POTRJENO

Hipotezo lahko potrdim.

Iz mojih meritev je vidno, da ima pu' erh čaj od vseh izmerjenih čajev najmanjšo koncentracijo fluorida po namakanju pri katerem koli časovnem obdobju. Čeprav sem s popolnim razklopom vzorca ugotovili, da pu' erh čaj vsebuje večjo količino fluoridov kot čaj Keemun. Ta rezultat je bil pričakovan, saj so tudi v drugih raziskavah, kjer so merili koncentracijo fluorida v čaju, opazili, da pu' erh čaj izloči manjšo količino fluoridov pri namakanju kot drugi čaji. S tem lahko trdim, da pu' erh čaj zadrži veliko količino fluorida v sebi, zaradi česar ima po namakanju manjšo koncentracijo fluorida kot drugi čaji.

2. Čaji iz vrečk bodo imeli višjo koncentracijo fluorida kot čaji v razsulu.

DELNO POTRJENO

Hipotezo lahko delno potrdim.

Čaji v vrečkah, ki naj bi veljali za čaje slabše kvalitete, so imeli najvišje in celo potencialno škodljive koncentracije fluorida. Hipotezo lahko samo delno potrdim, saj so imeli nekateri čaji iz vrečk koncentracije fluorida podobne čajem v razsulu. Mogoče je, da niso vsi čaji v vrečkah enake kvalitete, kar bi lahko bil vzrok za razlike v koncentraciji fluorida. Da bi to lahko zagotovo ugotovil, bi moral bolje poznati razlike v proizvodnji in sestavi različnih kvalitet čajev.

3. Glede na rezultate, ki jih bom dobil s poskusom, bo vidno, da je zaradi vsebnosti fluorida za povprečnega odraslega človeka škodljivo piti več kot štiri skodelice pravega čaja na dan.

DELNO POTRJENO

Hipotezo lahko delno potrdim.

Z meritvami sem ugotovil, da čaji v razsulu vsebujejo manj kot 2 miligrama fluorida na liter. Če popiješ 1 liter čaja s tako koncentracijo fluorida na dan in tehtaš okoli 70 kg, so samo fluoridi iz čaja še vedno relativno neškodljivi. Tako lahko trdim, da imajo čaji v razsulu, ki sem jih meril, neškodljive količine fluorida. Nekateri čaji iz vrečk so imeli veliko višje koncentracije fluorida, pri določenih so dosegle več kot 3 mg/l. To pomeni, da če popiješ 1 liter čaja s to koncentracijo fluorida na dan, lahko samo ta zadostuje ali celo presega dnevno količino zaužitega fluora za povprečnega odraslega človeka. Ker je torej čaj škodljiv in koristen hkrati, ne morem potrditi ali ovreči hipoteze.

- 4. Čaji iz vrečke bodo hitreje izločali fluorid, ker so zdrobljeni v manjše delce in imajo posledično večjo površino, skozi katero se bo fluorid hitreje izluževal.**

POTRJENO

Hipotezo lahko potrdim.

Ker je čaj v vrečkah zdrobljen, ima večjo površino, skozi katero lahko izloča fluorid in druge snovi v vodo. Kot sem pričakoval, je iz zaporedne infuzije razvidno, da indijski črni čaj iz vrečke veliko večino količine fluorida izloči v prvih petih minutah. Enako je vidno pri koncentraciji fluorida pri treh in pri petih minutah. V primerjavi z drugimi čaji sta si zelo podobni. S tem lahko trdim, da je hitrost izločanja fluorida odvisna tudi od oblike čaja.

6 ZAKLJUČEK

Rezultati, ki sem jih dobil, v večini primerov potrjujejo moje hipoteze in so skladni s teoretičnim delom naloge. Spoznal sem, v kolikšni meri postane čaj zaradi vsebnosti fluorida škodljiv, kakšna je razlika v koncentraciji fluorida med čajem iz vrečk in čajem v razsulu in kakšen delež fluorida se v posameznih časovnih obdobjih izloči pri namakanju v vodi.

Pri mojem eksperimentalnem delu, ki sem ga opravil na Institutu Jožef Stefan, sem pridobil veliko novih izkušenj, se naučil novih postopkov dela in spoznal novo laboratorijsko opremo.

Da bi ugotovili, ali ima kvaliteta čaja veliko vlogo v vsebnosti fluorida, bi morali primerjati več podobnih čajev iste vrste in različnih kvalitet. Dobro bi bilo primerjati koncentracije fluorida mladih in starejših listov iste rastline, saj bi tako videli, ali je starost listov pomemben dejavnik, ki vpliva na vsebnost fluorida v čaju. Glede na to, da je bil pu' erh čaj edini fermentiran čaj, ki sem ga uporabil, bi bilo zanimivo naprej raziskati, ali ima fermentacija čaja vpliv na izločanje fluorida iz čaja v vodo.

Zanimivo bi bilo tudi videti, kako se razlikuje koncentracija fluorida v tem kontroliranem postopku priprave čaja, ki sem ga uporabil, in koncentracijo fluorida v čaju, ki se pripravi po tradicionalnih regionalnih postopkih.

Glede na to, da sem dokazal, da so lahko določeni čaji zaradi njihove vsebnosti fluorida lahko škodljivi za ljudi, ki ga pijejo v velikih količinah, mislim, da bi morali kontrolirati čaje tudi glede na njihovo vsebnost fluorida, oziroma bi morali biti potencialno škodljivi čaji ustrezno označeni.

7 VIRI IN LITERATURA

CHALLONER, J. 2012. ELEMENTI: popolni ilustrirani vodič. Tehniška založba Slovenije.

GRAY, T. 2012. Elementi: slikovni pregled vseh znanih atomov v vesolju. Tehniška založba Slovenije.

HAAVISTO, A. idr. 1996. Čudežni svet elementov. DZS.

PARSONS, P. idr. 2014. PERIODNI SISTEM: terenski vodnik po elementih. Modrijan.

WEBER, M. 2011. Zobna profilaksa v tretjem tisočletju: smernice za zobno zdravje: osnovno znanje o preprečevanju kariesa in ustni higieni. Mohorjeva družba.

https://en.wikipedia.org/wiki/Camellia_sinensis (pridobljeno 5. 11. 2019)

<http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Camellia+sinensis+assamica> (pridobljeno 5. 11. 2019)

<https://fluoridealert.org/issues/sources/tea/> (pridobljeno 5. 11. 2019)

https://en.wikipedia.org/wiki/Black_tea (pridobljeno 5. 11. 2019)

https://en.wikipedia.org/wiki/Pu%27er_tea#Process_and_oxidation (pridobljeno 5. 11. 2019)

https://en.wikipedia.org/wiki/Fermented_tea (pridobljeno 8. 11. 2019)

<https://www.bruutea.co.uk/pages/different-levels-of-oxidation-for-different-teas> (pridobljeno 8. 11. 2019)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3956646/> (pridobljeno 15. 11. 2019)

<http://medical-clinical-reviews.imedpub.com/fluoride-fact-on-human-health-and-health-problems-a-review.php?aid=7968đ> (pridobljeno 15. 11. 2019)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7546135> (pridobljeno 2. 12. 2019)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2798610/> (pridobljeno 2. 12. 2019)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21287392> (pridobljeno 2. 12. 2019)

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/fluorosis> (pridobljeno 7. 1. 2020)

<https://data.nal.usda.gov/system/files/F02.pdf> (pridobljeno 7. 1. 2020)

https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/datoteke/kemijski_parametri.pdf (pridobljeno 7. 1. 2020)

<https://maunakeatea.com/what-determines-tea-quality/> (pridobljeno 18. 1. 2020)

<https://www.pureleaf.com/us/how-to-identify-quality-tea> (pridobljeno 18. 1. 2020)

https://en.wikipedia.org/wiki/Tea_processing (pridobljeno 19. 1. 2020)

8 VIRI SLIK

Začetna slika :

https://lh3.googleusercontent.com/proxy/-dZkX1fSPAjFEtVg6C_3WyXpSi4I0LSRI7thzFjGZBqtKZJpxW1sud0SWypbxPXCJgTaW25cJ3FI9RrwBUm5EDW3r6_23b5HIOeDTfexPia5j4jPztbYrgCT (pridobljeno 1. 3. 2020)

Slika 1:

https://res.cloudinary.com/agency404/image/upload/c_fill,g_auto,h_630,q_auto:eco,w_1200/v1494917452/Od-planta%C5%BEE-do-%C5%A1alice-%C4%8Daja_nqznln.png (pridobljeno 20. 1. 2020)

Slika 2:

<https://5.imimg.com/data5/TQ/RW/MY-3001431/organic-green-tea-500x500.jpg> (pridobljeno 21. 1. 2020)

Slika 3:

https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71n72GauXHL._SL1000_.jpg (pridobljeno 2. 2. 2020)

Slika 4:

<https://www.indiateas.com/4/special-oolong-tea.jpg> (pridobljeno 3. 2. 2020)

Slika 5:

https://dhh3yazwboecu.cloudfront.net/1007/fotosProducto/tes/11001_PuErhOriginal_1000x1000_l.jpg (pridobljeno 29. 2. 2020)

Slika 6:

https://qtradeteas.files.wordpress.com/2011/11/sam_2058.jpg (pridobljeno 24. 2. 2020)

Slika 7:

https://verdanttea.com/wp-content/uploads/2013/09/MG_8082.jpg
(pridobljeno 15. 2. 2020)

Slika 8:

[https://www.thoughtco.com/thmb/rt0-YEcTOFfKmttM805rtJvfdsw=/600x600/filters:fill\(auto,1\)/fluorinesimulant-56a12c323df78cf772681c61.jpg](https://www.thoughtco.com/thmb/rt0-YEcTOFfKmttM805rtJvfdsw=/600x600/filters:fill(auto,1)/fluorinesimulant-56a12c323df78cf772681c61.jpg) (pridobljeno 12. 2. 2020)

Slika 9:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b0/Xenontetrafluorid.svg/1200px-Xenontetrafluorid.svg.png> (pridobljeno 4. 2. 2020)

Slika 10:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/Fluorocarbon_backbone.png (pridobljeno 12. 2. 2020)

Slika 11:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fe/Uranium-hexafluoride-2D-V2.svg/1200px-Uranium-hexafluoride-2D-V2.svg.png>
(pridobljeno 15. 2. 2020)

Slika 12:

<https://ars.els-cdn.com/content/image/3-s2.0-B9780723436027000194-f013-032-9780723436027.jpg> (pridobljeno 1. 3. 2020)

Slika 13:

https://1.bp.blogspot.com/-IU4DGz5W9Ws/VeVKyU6_uyl/AAAAAAAAAI14/gZYhQaMbH0o/s1600/dental-fluorosis.jpg (pridobljeno 20. 2. 2020)

Slika 14:

https://target.scene7.com/is/image/Target/GUEST_5e4deca9-616a-401d-89b6-c5c7aa60c431?wid=488&hei=488&fmt=pjpeg (pridobljeno 20. 2. 2020)

Slika 15:

https://www.oralanswers.com/wp-content/uploads/2010/02/OralAnswers_Worldwide_Fluoride_Distribution_Chart.png (pridobljeno 20. 2. 2020)

Slika 16:

<https://images.theconversation.com/files/111932/original/image-20160218-1252-1gu3108.jpg?ixlib=rb-1.1.0&q=45&auto=format&w=496&fit=clip> (pridobljeno 20. 2. 2020)