

**OSNOVNA ŠOLA LJUBEČNA**

**IZ KATEREGA LUBJA LAHKO  
PRIPRAVIMO NAJBOLJŠE ČRNILO**

**Avtorja:**

**SAMANTHA VEBER, 9. razred**

**MARK SLATINEK, 9. razred**

**Mentorica:**

Marjeta Gradišnik Mirt,  
predmetna učiteljica

**MESTNA OBČINA CELJE, MLADI ZA CELJE**

**CELJE, 2009**

# KAZALO

POVZETEK.....	4
1 UVOD.....	5
1.1 NAMEN NALOGE.....	5
1.2 HIPOTEZE.....	5
1.3 METODE DELA.....	6
2 TEORETIČNA IZHODIŠČA.....	7
2.1 KAKO NASTANE LUBJE.....	7
2.2 TANINI ALI ČRESLOVINE V LUBJU.....	8
2.3 ŽELEZOV(III) KLORID.....	9
2.4 NASTANEK ČRNILA IZ LUBJA.....	10
3 PRAKTIČNO DELO.....	11
3.1 OPIS POSTOPKA PRIDOBIVANJA ČRNILA.....	11
3.1.1 KEMIJSKI PRIBOR IN REAGENTI ZA IZVEDBO POSKUSA.....	11
3.1.2 IZBOR RAZLIČNIH VRST LUBJA.....	12
3.1.3 EKSTRAKCIJA TANINA IZ LUBJA.....	13
3.2 DOLOČITEV KONSTANT IN SPREMENLJIVK PRI EKSTRAKCIJI TANINA.....	14
3.3 VPLIV ČASA KUHANJA LUBJA NA EKSTRAKCIJO TANINA.....	14
3.3.1 REZULTATI PREUČEVANJA VPLIVA ČASA KUHANJA NA EKSTRAKCIJO ČRNILA.....	15
3.4 IZBOR NAJBOLJŠIH VRST LUBJA.....	17
3.5 UGOTAVLJANJE NAJBOLJŠE KONCENTRACIJE RAZTOPINE ŽELEZOVEGA(III) KLORIDA ZA PRIPRAVO ČRNILA.....	17
3.6 RAZLIKE V KVALITETI ČRNILA GLEDE NA VRSTO LUBJA.....	20
3.7 POTRDITEV HIPOTEZ.....	21
4 ZAKLJUČEK.....	22
5 LITERATURA.....	23

## SEZNAM SLIK IN TABEL

Slika 1: Prerez drevesnega debla. ....	7
Slika 2: Skeletna formula fenola. ....	8
Slika 3: Skeletna formula galne kisline ....	9
Slika 4: Primer kondenziranih taninov flavon. ....	9
Slika 5: Raztopina železovega (III) klorida.....	10
Slika 6: Lubja različnih dreves.....	10
Slika 7: Kuhanje drevesne skorja v vodi.....	11
Slika 8: Drevesne skorje .....	12
Slika 9: Ekstrakcija tanina iz lubja .....	13
Slika 10: Odvzem vzorcev ekstrakta.....	15
Slika 11: Barve ekstraktov tanina, odvzete v različnih časovnih intervalih .....	15
Slika 12: Brezovo lubje vsebuje najmanj tanina.....	16
Slika 13: Hrastovo lubje ima večje količine tanina .....	16
Slika 14:Primerjava tanina v drevesnih skorjah iglavcev.....	17
Slika 15: Najboljši ekstrakti tanina iz lubja .....	17
Slika 16: Različne koncentracije železovega (III) klorida.....	18
Slika 17: Barva črnila po dodatku različnih koncentracij železovega (III) klorida .....	19
Slika 18: Črnilo pred uporabo.....	20
Slika 19: Rezultati uporabe črnila .....	20
Slika 20: Črnila različnih vrst lubja in njihova uporaba.....	21
Tabela 1: Barve ekstraktov tanina iz različnih vrst drevesne skorje .....	16
Tabela 2: Priprava različnih koncentracij železovega (III) klorida .....	18
Tabela 3: Barva črnila pri uporabi različne koncentracije železovega (III) klorida .....	19

## POVZETEK

Na spletni strani sva zasledila opis poskusa, kako si lahko pripravimo domače črnilo iz drevesne skorje. Določen del navodil se nama je zdel pomanjkljiv, zato sva se odločila, da v raziskovalni nalogi raziščeva, iz katerih vrst lubja se da pripraviti najboljše črnilo. Predpostavljala sva, da so drevesne skorje listavcev primernejše kot skorje iglavcev. Domnevala sva, da je pri pridobivanju črnila pomemben čas kuhanja lubja in ustrezna koncentracija železovega (III) klorida, da nastane temno barvilo železovega (III) tanata. Zato sva eksperimentalno ugotavljala, koliko časa je potrebno kuhati lubje v vodi, da dobimo primerno koncentriran ekstrakt tanina. Najboljšim ekstraktom sva dodajala različne koncentracije železovega (III) klorida, da bi odkrila, katera je najprimernejša za najlepšo barvo črnila. Odkrila sva, da so najboljše lubja za pripravo črnila kostanjeva, hrastova, gabrova in smrekova. Kot sva predvidevala, je bil čas kuhanja lubja zelo pomemben. Najbolj goste ekstrakte tanina sva dobila, ko sva kuhala lubje v vodi vsaj 90 minut. Odkrila sva, da dodajanje prevelikih koncentracij in količin železovega (III) klorida pokvari temno barvo črnila, saj je raztopina te soli že sama intenzivne rumeno rjave barve.

# 1 UVOD

Dandanes ljudje raje posegajo po umetnih snoveh, na naravne pa čisto pozabljajo. Tako si ne znajo pomagati, če med prazniki, ko so trgovine zaprte, česa zmanjka. V tej raziskovalni nalogi sva raziskala možnost pridobivanja črnila iz naravnega lubja. Ker sva raziskovalca prvič, sva za raziskovalno nalogo poiskala nekoliko preprostejšo temo.

Postopek za pridobivanje črnila iz lubja sva poiskala na Slovenskem kemijskem portalu, kjer so podane številne kemijske in znanstvene novice. V recepturi za pripravo črnila je navedeno nekaj primerov drevesnih skorij, ki so primerne za pridobivanje tanina. Pogrešala sva natančnejše napotke o času kuhanja lubja in o koncentraciji železovega (III) klorida, ki ga potrebujemo pri pripravi črnila.

## 1.1 NAMEN NALOGE

Namen najine naloge je bil:

- spoznati metodo pridobivanja črnila iz lubja;
- ugotoviti, katere vrste lubja so najprimernejše za pripravo črnila;
- ugotoviti, katera koncentracija železovega (III) klorida je najprimernejša za pripravo črnila iz lubja;
- ugotoviti, koliko časa je potrebno kuhati lubje, da dobimo najbolj kvalitetno črnilo.

## 1.2 HIPOTEZE

Ker metodo pridobivanja črnila iz lubja nisva poznala v podrobnostih, sva kar težko postavila kakšno pametno hipotezo. Po natančni preučitvi razpoložljivih informacij na spletnih straneh so se nama zdele najustreznejše naslednje hipoteze:

- za pripravo črnila iz lubja so drevesne skorje listavcev primernejše kot drevesne skorje iglavcev;
- s podaljševanjem časa kuhanja lubja v vodi se izboljša kvaliteta črnila, saj se lahko izloči več tanina;
- večja, kot je koncentracija železovega (III) klorida, boljše je črnilo.

### 1.3 METODE DE LA

Večina raziskovalne naloge je temeljila na eksperimentalnem delu. Ker pa je bila tema za naju povsem nova, sva najprej z brskanjem po spletu in iskanjem podatkov po strokovni literaturi poiskala teoretične temelje za razumevanje postopka pridobivanja črnila. Glavne izsledke in nova spoznanja sva predstavila v teoretičnih osnovah naloge. Teoretičnemu delu je sledil praktični del. V okviru tega sva uporabila metodo ekstrakcije tanina iz drevesnega lubja. Z vmesnim odvzemanjem vzorcev ekstrakta sva ugotavljala potreben čas kuhanja lubja, da se izloči čim večja količina tanina. S kuhanjem različnih vrst lubja sva preizkušala, katera med njimi vsebujejo največ tanina in so zato najprimernejša za pridobivanje črnila. Najboljšim ekstraktom tanina sva dodajala različne koncentracije železovega (III) klorida in na osnovi kvalitete črnila ugotavljala najprimernejšo koncentracijo. Za pripravo poročila sva določene rezultate poskusov in postopke dela tudi dokumentirala na fotografijah in na koncu izdelala pisno poročilo.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Da bi razumela postopek pridobivanja črnila iz drevesnega lubja, sva morala najprej odgovoriti na nekaj odprtih vprašanj.

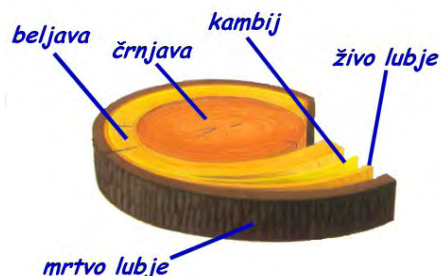
- Zakaj se črnilo pridobiva prav iz lubja?
- Kaj lubje je in kako nastaja?
- Kakšna snov je tanin?
- Kaj je železov (III) tanat?
- Kakšne lastnosti ima železov (III) klorid, ki ga potrebujemo za pridobivanje črnila iz lubja?

### 2.1 KAKO NASTANE LUBJE

Lubje je značilno za lesnate rastline. Nahaja se na površini drevesnih debel in vej. Njegova naloga je varovanje žive notranjosti drevesnega debla pred škodljivci in vremenskimi vplivi.

Ko iz semena poženeta stebelce in koreninica, sta sprva iz nežnih, mehkih tkiv. Že pred prvo zimo nastopi olesenitev. Pri tem imajo pomembno vlogo stebelne žile. Vsaka žila ima plast zarodnih celic ali kambij. Pri olesenitvi se kambiji vseh žil združi v kambijski obroč. Zarodna plast celic v kambijem obroču nenehno proizvaja nove celice. Navznoter nastajajo vodovodne cevi in tvorijo les, navzven nastajajo sitaste cevi, po katerih se pretakajo organske snovi, raztopljene v vodi. Ta plast je zelo tanka in se nahaja tik pod drevesno skorjo. Ker se obseg drevesnega debla nenehno povečuje, zunanja plast povrhnjice in starejših sitastih cevi razpoka. Skozi razpoke bi lahko v deblo vdrla mikroorganizmi. Deblo bi bilo nezaščiteno in bi lahko izgubljalo vodo, saj je povrhnjica poškodovana. Zato se nad sitastimi cevmi oblikuje plast plutovinastih celic, ki ne prepuščajo vode. Posledično zunanja tkiva odmrejo in se spremenijo v drevesno skorjo. Nekaterne vrste drevesnih skorij vsebujejo še tanine ali čreslovine .

Slika 1: Prerez drevesnega debla

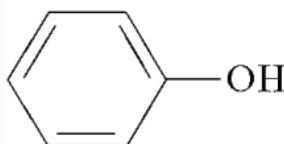


(Vir: [http://www2.arnes.si/~evelik1/les/slike\\_za\\_kako\\_nastane\\_les/kambij\\_lubje.jpg](http://www2.arnes.si/~evelik1/les/slike_za_kako_nastane_les/kambij_lubje.jpg))

## 2.2 TANINI ALI ČRESLOVINE V LUBJU

Hrastovo lubje vsebuje čreslovine, ki na površini kože in sluznic tvorijo zaščitni sloj. Varujejo pred draženjem in pospešijo celjenje vnete kože in sluznice. Čreslovinam pravimo tudi tanini. Rastlinski tanini spadajo med vodotopne polifenolne spojine z veliko molekulsko maso.

Slika 2: Skeletna formula fenola



Čist tanin, ki ga uporabljajo v usnjarski industriji, je bel prah trpkega okusa, ki je topen v vodi. Nekoč so imeli tanini iz hrastovega in kostanjevega lubja pomembno vlogo pri pridobivanju usnja, danes pa so jih nadomestile anorganske snovi, vendar njihova tovrstna uporaba še danes ni opuščena. Za pridobivanje usnja poleg hrastovega in kostanjevega lubja uporabljajo še lubje oktovca, akacije in lubja različnih iglavcev. Posebna lastnost taninov je, da delujejo adstringirajoče. To pomeni, da vlečejo beljakovine skupaj. Takšen občutek dobimo, če nam čreslovine iz lubja zaidejo v usta in povzročajo trpek okus. Tanini tvorijo s kalogenom in drugimi beljakovinami v živalski koži kemijske vezi ter tako spremenijo kožo, da postane odpornejša na vodo, temperaturne in mehanske vplive.

Drevesna skorja vsebuje tanine zaradi protimikrobnega delovanja, saj uničujejo viruse, bakterije in glive. V prehrani tanini niso zaželeni, ker zavirajo delovanje prebavnih encimov in vsrkavanje vitaminov in mineralov v kri. Delujejo kot naravni regulatorji mikrobnih populacij, zato se lahko uporabljajo pri prebavnih motnjah.

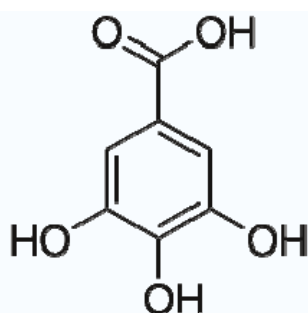
Z železovim kloridom tvorijo tanini obarvanje, ki je lahko modro, črno ali zeleno do zeleno črno, odvisno od vrste tanina. Tako lahko dobimo različno obarvana črnila, saj železov ion s tanini tvori zapletene obarvane spojine, imenovane tanati.

Poznane so tri glavne skupine čreslovin ali taninov:

- hidrolizirajoče čreslovine (galotanini, elagotanini), ki so estri sladkorja, največkrat glukoze, z večjim številom fenolnih kislin;

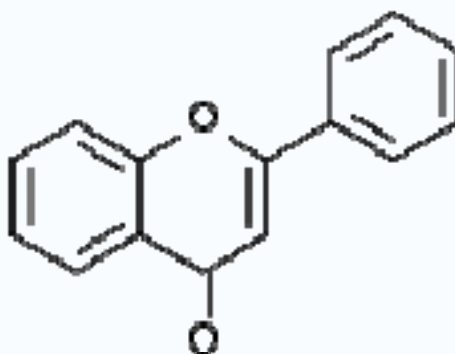


Slika 3: Skeletna formula galne kisline ([http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Gallic\\_acid.svg](http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Gallic_acid.svg))



- kondenzirane čreslovine (proantocianidini, katehinske čreslovine) so polimeri z zapleteno zgradbo;

Slika 4: Primer kondenziranih taninov flavon (<http://sl.wikipedia.org/wiki/Tanini>)



- mešane čreslovine (galokatehini) nastanejo, če se na kondenzirane čreslovine estersko vežejo fenolne kisline.

S to razdelitvijo sva spoznala, da tanin ni ena sama snov, ampak skupina spojin, ki imajo strojilni učinek na beljakovine in druge snovi.

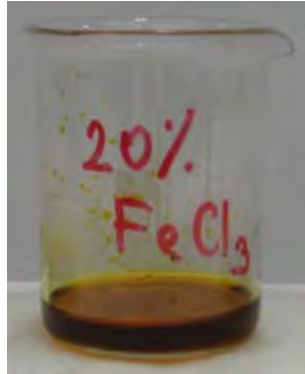
## 2.3 ŽELEZOV(III) KLORID

Železov (III) klorid je rumena trdna snov, ki je močno higroskopska. To pomeni, da veže vodo. Pri tem se rada spremeni v kristalohidrat, ki ima vezanih 6 molekul vode ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ). Pri delu z železovim (III) kloridom je potrebno poznati nevarnosti, ki so:

- da je zdravju škodljiva snov, ki v nobenem primeru ne sme zaiti v naše telo;
- da jo moramo v primeru, če nam zaide v oči, sprati z obilo vode in poiskati zdravniško pomoč,
- povzroča lahko razjede;
- rumeni madeži železovega (III) klorida se težko odstranijo s podlage.

Zaradi vseh navedenih lastnosti je potrebno pri eksperimentalnem delu uporabljati zaščitna sredstva. To so zaščitna očala, zaščitne rokavice in plašč, ki mora biti med delom zaprt.

Slika 5: Raztopina železovega (III) klorida



## 2.4 NASTANEK ČRNILA IZ LUBJA

Pri brskanju po spletnih straneh sva na Slovenskem kemijskem portalu odkrila navodilo za pridobivanje črnila iz drevesnega lubja. Eksperiment je bil objavljen 6. aprila 2006. Avtor je podpisan s **pseudonimom**.

V navodilu lahko preberemo, da moramo drevesno lubje, najbolje hrastovo, smrekovo ali kostanjevo, kuhati tako dolgo, da dobimo kar se da koncentrirano raztopino tanina. V raztopino tanina kanemo nekaj kapljic železovega (III) klorida. Zaradi nastanka železovega (III) tanata se raztopina obarva modro ali črno. Takšno raztopino lahko uporabimo kot črnilo.



Slika 6: Lubja različnih dreves

## 3 PRAKTIČNO DELO

Ko sva se oskrbela z vsemi potrebnimi informacijami in znanjem, sva začela z načrtovanjem eksperimentalnega dela naloge. V skupem navodilu s spletnih strani sva pogrešala:

- predloge za uporabo ustreznega kemijskega pribora,
- količine snovi,
- natančnejši čas kuhanja lubja,
- koncentracijo železovega (III) klorida in
- priporočila za varnost pri delu.

Poskuse sva opravljala ob sobotah dopoldne ali v popoldanskem času, saj je raziskovalni pristop izvedbe eksperimenta zahteval strnjeno izvedbo, opazovanje in beleženje rezultatov. Vse poskuse sva izvedla v dveh ponovitvah.

Slika 7: Kuhanje drevesne skorja v vodi



### 3.1 OPIS POSTOPKA PRIDOBIVANJA ČRNILA

#### 3.1.1 KEMIJSKI PRIBOR IN REAGENTI ZA IZVEDBO POSKUSA

Pomanjkljivo navodilo s spletne strani je bilo potrebno temeljito preučiti in dopolniti. Konec oktobra sva izvedla prvi sklop poskusnih ekstrakcij tanina iz lubja, preko katerih sva ugotovila, kakšen kemijski pribor bo najprimernejši za izvedbo raziskave.

Dognala sva, da bova potrebovala naslednji pribor:

- štiri kuhalnike,
- štiri 250 ml erlenmajerice,
- terilnice s pestili,

- tehniko,
- 25 ml pipete s pipetirnimi žogicami,
- epruvete,
- kapalke,
- gosja peresa,
- čaše,
- cedilo,
- gazo,
- 100 ml merilne valje.

Od reagentov sva potrebovala le železov (III) klorid in destilirano vodo.

### 3.1.2 IZBOR RAZLIČNIH VRST LUBJA

Izbrala oz. nabrala sva tiste vrste lubja, ki sva jih našla v bližjem gozdu. To so lubja:

- smreke,
- bora,
- hrasta,
- breze,
- kostanja,
- gabra,
- jelke in
- jelše.

Poiskala sva kakšno staro drevo, s katerega sva zlahka odstranila lubje. Vsako vrsto sva dala v svojo vrečko, ki sva jo opremila s podatki o vrsti lubja. Lubje sva vsaj mesec dni sušila, saj sva ga tako lažje razdrobila v terilnici. Opazila sva, da se nekatere vrste lubja v terilnici dobro drobijo, druge pa zelo težko. Najtežje je bilo tretji hrastovo in kostanjevo lubje. Zdrobljeno lubje sva lažje spravila v erlenmajerice. Prav tako sva pričakovala boljšo ekstrakcijo tanina, če sva lubje kar se da zdrobila.

Slika 8: Drevesne skorje



### 3.1.3 EKSTRAKCIJA TANINA IZ LUBJA

Ekstrakcijo tanina iz različnih vrst lubja in pripravo črnila sva opravljala trikrat. Prvič že v mesecu oktobru, ko sva zgolj poskusno preverila postopek, ki je opisan na internetni strani. V 250 ml čaši sva kuhala 10 gramov lubja v 100 ml vode 1 uro. Vmes sva odvzemala po 4 ml vzorca ekstrakta tanina. Pokazalo se je, da pri segrevanju lubja v čašah prihaja do pogostega kipenja in brizganja tekočine iz čaše ter do velikih izgub vode. Zaradi tega je zmanjkalo topila za odvzem vmesnih vzorcev, ki so nama pokazali, kako se v odvisnosti od časa kuhanja povečuje količina izločenega tanina.

Zato sva v drugi in tretji ponovitvi poskusov naredila nekaj zamenjav. Čaše sva nadomestila z 250 ml erlenmajericami, količino dodane vode sva povečala za 50 ml in je znašala 150 ml. Količino odvzetega vzorca po 10, 20, 30 in 60 minutah sva povečala na 5 ml.

V drugi ponovitvi poskusov sva vse vrste lubja v vodi kuhala 60 minut. Ker se nama je barva taninskega izvlečka še vedno zdela premalo izrazita in ker črnilo po dodatku železovega (III) klorida ni bilo črno, sva v tretji ponovitvi poskusov čas kuhanja povečala na 90 minut.

Eksperimentalno delo sva izvedla po spodaj opisanih korakih.

1. Najprej sva zaradi omejene količine kemijskega pribora izbrala štiri vrste lubja. Nato sva lubje v terilnici temeljito strla in ga stehtala. Potrebovala sva ga 10 g.
2. Zdrobljeno lubje sva premestila v 250 ml erlenmajerice. Nanj sva nalila 150 ml destilirane vode. Nato sva vsebino kuhala na električnem kuhlalniku.
3. Ko je vsebina zavrela, sva začela meriti čas. Iz erlenmajerice sva po 10, 20, 30 in 60 minutah vzela po 5 ml vzorca tekočine. Rjavo obarvana tekočina je bila vodni ekstrakt tanina.
4. Po 90 minutah intenzivnega kuhanja lubja sva preostalo tekočino odcedila skozi gazo, ki sva jo namestila v cedilo, v podstavljeno čašo. Ta vzorec sva prihranila za pripravo črnila.
5. Črnilo iz lubja sva pripravila tako, da sva desetim ml ekstrakta tanina dodala 5 kapljic 30 % raztopine  $\text{FeCl}_3$ .
6. Nastala je temno obarvana raztopina, s katero sva poskusila pisati po papirju in primerjati kvaliteto in barvo črnila.

Po enakem postopku sva skuhalo lubje preostalih štirih dreves. Med vsemi osmimi ekstrakti tanina sva izbrala štiri najboljše za nadaljnje raziskovanje.



Slika 9: Ekstrakcija tanina iz lubja

### **3.2 DOLOČITEV KONSTANT IN SPREMENLJIVK PRI EKSTRAKCIJI TANINA**

Da bi lahko primerjala rezultate poskusov, sva morala določiti nekatere konstantne pogoje pri izvedbi poskusov. Kot je razvidno iz opisa postopka, sva izbrala naslednje konstantne pogoje:

- količina v terilnici zdrobljenega lubja: 10 g,
- volumen dodane destilirane vode: 150 ml,
- posoda za kuhanje: 250 ml erlenmajerica,
- kuhalnik: 400 W,
- celoten čas kuhanja: 90 min,
- čas odvzema vzorcev ekstrakta: po 10, 20, 30 in 60 minutah,
- količina odvzetega vzorca ekstrakta tanina: 5 ml.

Edina spremenljivka je bila vrsta drevesnega lubja.

### **3.3 VPLIV ČASA KUHANJA LUBJA NA EKSTRAKCIJO TANINA**

Kot sva že opisala zgoraj, sva po 5 ml vzorca vodne raztopine tanina odvezemala med kuhanjem lubja. Prvi vzorec sva odvezela po 10 minutah, drugi vzorec po 20 minutah, tretjega po 30 minutah in četrtega po 60 minutah. Tekočino sva iz erlenmajerice odvezela s pomočjo pipete in pipetirne žogice. Premestila sva jo v označene epruvete. To pomeni, da je bil na epruvetah napisan čas odvzema vzorca.

Opazila sva, da je pri nekaterih vrstah lubja raztopina odvzete raztopine tanina med kuhanjem postajala vedno bolj temno obarvana. To dokazuje, da je čas kuhanja za pripravo raztopine tanina zelo pomemben. Sprva sva predvidevala, da je za kuhanje lubja dovolj 1 ura. Zato sva vse vzorce lubja kuhala eno uro in med kuhanjem odvezemala po 5 ml raztopine tanina.

Zelo sva se namučila z reguliranjem dodane toplote električnih grelcev, da so raztopine ves čas enakomerno vrele. Električni kuhalniki, ki jih imamo v šoli na razpolago, se zelo hitro segrejejo. Toplota, ki se prenaša na raztopine v erlenmajericah, je občasno povzročila burno vrenje in penjenje, pri čemer bi lahko vsebina brizgnila iz posode. Pri tem bi lahko izgubili določen volumen vzorca in pogoji ne bi bili več konstantni in primerljivi. Pri nekaterih vrstah lubja se barva raztopine med kuhanjem ni bistveno spremenila. Zato sva domnevala, da je verjetno čas kuhanja prekratek.

V ponovitvenem poskusu sva vse vrste lubja kuhala pod enakimi pogoji 90 minut. Prav tako sva med kuhanjem odvezemala po 5 ml vzorca raztopine tanina in opazovala, kako se večja obarvanost raztopine. Ponovno sva opazila, da nekatere vrste lubja ne dajejo enako močnega temnega obarvanja kot druge.

Slika 10: Odvzem vzorcev ekstrakta



Slika 11: Barve ekstraktov tanina, odvzete v različnih časovnih intervalih



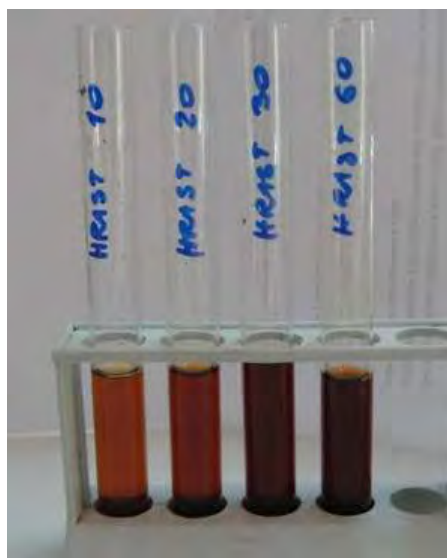
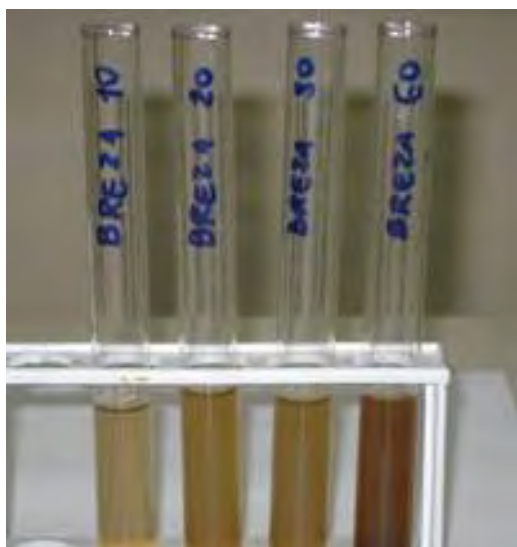
### 3.3.1 REZULTATI PREUČEVANJA VPLIVA ČASA KUHANJA NA EKSTRAKCIJO ČRNILA

Med vzorci, ki sva jih izbrala za kuhanje, so bili lubje smreke, bora, hrasta, breze, kostanja, gabra, jelke in jelše. Že med prvim kuhanjem se je tanin slabo ekstrahiralo iz lubja bora, breze, jelše in jelke. Dokaj temne raztopine tanina sva dobila pri kuhanju lubja hrasta, kostanja, smreke in gabra. Po drugem kuhanju lubja, kjer je čas kuhanja lubja bil podaljšan za 30 minut in je količina lubju dodane vode znašala 150 ml, sva dobila enake rezultate. Največ tanina se je izločilo iz lubja kostanja in hrasta, nekoliko manj iz lubja smreke in gabra, raztopine ostalih vrste lubja pa se kljub daljšemu času kuhanja niso bistveno bolj rjavo obarvale.

Tabela 1: Barve ekstraktov tanina iz različnih vrst drevesne skorje

Vrstni red	Čas odvzema ekstrakta:	10 min	20 min	30 min	60 min	90 min
	<b>VRSTE LUBJA:</b>		BARVA	EKSTRAKTA		
1.	<b>Pravi kostanj</b>	Svetlo rjava	Temno rjava	Temno rjava	Temno rjava	Črna rjava
2.	<b>Hrast graden</b>	Svetlo rjava	Temno rjava	Temno rjava	Temno rjava	Črna rjava
3.	<b>Navadna smreka</b>	Svetlo rjava	Rjava	Rjava	Temno rjava	Temno rjava
4.	<b>Beli gaber</b>	Svetlo rjava	Rjava	Rjava	Temno rjava	Temno rjava
5.	<b>Črna jelša</b>	Svetlo rumena	Rumeno rjava	Rumeno rjava	Rjava	Rjava
6.	<b>Jelka</b>	Svetlo rumena	Rumeno rjava	Rumeno rjava	Rjava	Rjava
7.	<b>Rdeči bor</b>	Svetlo rumena	Rumena	Temno rumena	Svetlo rjava	Svetlo rjava
8.	<b>Breza</b>	Svetlo rumena	Svetlo rumena	Rumena	Temno rumena	Svetlo rjava

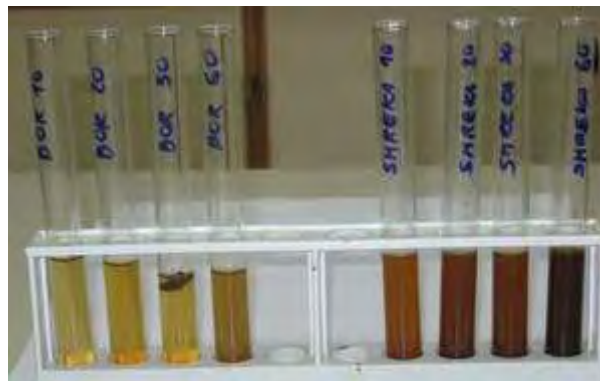
Slika 12: Brezovo lubje vsebuje najmanj tanina



Slika 13: Hrastovo lubje ima večje količine tanina



Slika 14: Primerjava tanina v drevesnih skorjah iglavcev



### 3.4 IZBOR NAJBOLJŠIH VRST LUBJA

Za nadaljnje delo, ki je zajemalo pripravo črnila iz ekstraktov tanina iz različnih vrst lubja, sva izbrala le štiri vrste lubja. Rezultati poskusov so pokazali, da po uri in pol kuhanja lubja največ tanina preide v vodo iz lubja kostanja, hrasta, smreke in gabra. Ekstrakte omenjenih štirih vrst lubja sva izbrala za pripravo črnila.

Slika 15: Najboljši ekstrakti tanina iz lubja



### 3.5 UGOTAVLJANJE NAJBOLJŠE KONCENTRACIJE RAZTOPINE ŽELEZOVEGA(III) KLORIDA ZA PRIPRAVO ČRNILA

V navodilu s spletne strani naju je najbolj skrbel podatek o potrebni količini in koncentraciji železovega (III) klorida. Železov (III) klorid, ki ga imamo v šolskem laboratoriju, je rjava trdna snov in se dobro raztaplja v vodi. Iskala sva podatke

o topnosti te soli v vodi pri sobnih pogojih. Žal podatka nisva našla, zato sva topnost preizkusila s poskusi.

Pripravila sva si večje število epruvet, stojalo za epruvete, pipeto s pipetirno žogico, destilirano vodo, tehtnico in železov (III) klorid. V različnih epruvetah sva pripravila različne koncentracije železovega (III) klorida na ta način, da sva vedno pripravila 10 g raztopine, pri čemer sva spreminjala maso vode in maso soli. Pripravo raztopin prikazuje tabela št. 2.

Slika 16: Različne koncentracije železovega (III) klorida

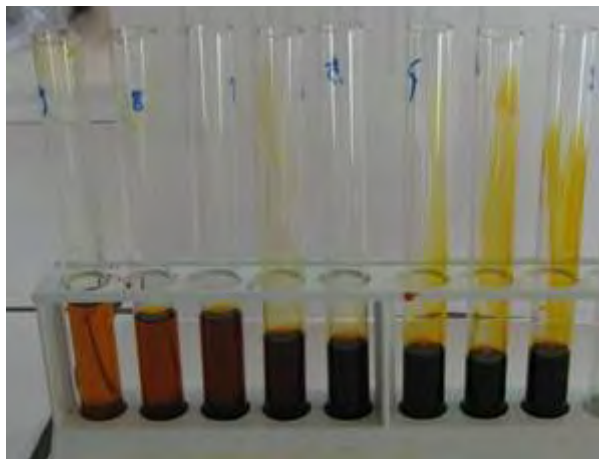


Tabela 2: Priprava različnih koncentracij železovega (III) klorida

Masa vode	Masa železovega (III) klorida	Koncentracija raztopine
9 g	1 g	10 %
8 g	2 g	20 %
7 g	3 g	30 %
6 g	4 g	40 %
5 g	5 g	50 %
4 g	6 g	60 %
3 g	7 g	70 %
2 g	8 g	80 %

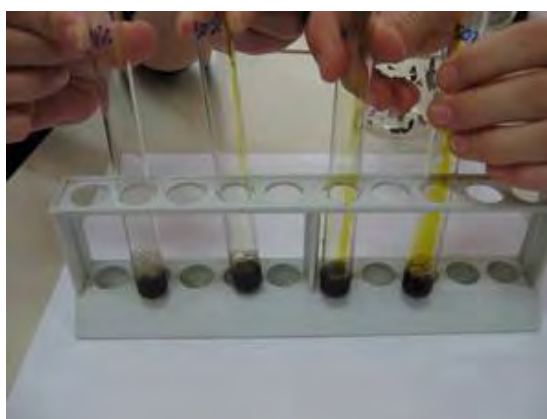
Iz tabele je razvidno, da je železov (III) klorid zelo dobro topen v vodi, saj sva lahko pripravila celo 80 % raztopino, ki pa je bila nasičena.

Nato sva izbrala najboljši ekstrakt tanina iz lubja. Odločila sva se za ekstrakt hrastovega lubja, ki je bil temno rjave barve. Tri ml ekstrakta sva razdelila v 8 epruvet in v vsako dodala tri kapljice železovega (III) klorida različnih koncentracij.

Tabela 3: Barva črnila pri uporabi različne koncentracije železovega (III) klorida

Koncentracija železovega (III) klorida	Barva črnila
Ekstrakt črnila (referenca)	Slabo vidna rjavkasta sled.
10 %	Rjava barva črnila, sled dobro vidna
20 %	Temno rjava barva črnila, sled dobro vidna
30 %	Temno rjava, skoraj črna barva črnila, sled dobro vidna
40 %	Zelenkasto rjava barva črnila, sled dobro vidna
50 %	Olivno zelena barva črnila, sled dobro vidna
60 %	Olivno zelena barva črnila, sled dobro vidna
70 %	Olivno zelena barva črnila, sled dobro vidna
80 %	Olivno zelena barva črnila, sled dobro vidna
železov (III) klorid (referenca)	Rumeno rjava sled

Slika 17: Barva črnila po dodatku različnih koncentracij železovega (III) klorida



Pri pripravi črnila ni smiselno uporabiti previsoke koncentracije železovega (III) klorida, ker ima tudi sam močno rjavo barvo in lahko kvari barvo črnila. Če uporabimo preveliko količino ali preveliko koncentracijo železovega (III) klorida, postane črnilo olivno zelene barve z mnogo rumenimi odtenki. Najboljše črnilo dobimo, če uporabimo od 10 do 30 % koncentracijo železovega (III) klorida.

### 3.6 RAZLIKE V KVALITETI ČRNILA GLEDE NA VRSTO LUBJA

Najboljše ekstrakcije tanina iz lubja sva dobila iz drevesnih skorij kostanja, gabra, hrasta in smreke. 5 ml ekstrakta tanina posamezne drevesne skorje sva razvrstila v tri epruvete. V vsako epruveto sva kanila 5 kapljic raztopine železovega (III) klorida treh različnih koncentracij. Prva raztopina je bila 10 %, druga 20 % in tretja 30 %. Pri tem je nastalo črnilo železovega (III) tanata. V literaturi sva naletela na podatke, da se lahko nastalo črnilo pojavlja v črnih, modrikastih ali zelenkastih odtenkih, kar je odvisno od vrste lubja.

Tanin, pridobljen iz lubja kostanja, je dajal črnilo temno rjavih do črnih odtenkov. Tanin, pridobljen iz drugih vrst lubja, je dajal barvilo bolj rjavih do zelenkastih odtenkov.

Slika 18: Črnilo pred uporabo



Slika 19: Rezultati uporabe črnila

	KOSTANJ	GABER	HRAST	SMREKA
10%	mm	SE	JA	NA
20%	mmmm	KA	TAL	OK
30%	mm	NA	NO	o

Slika 20: Črnila različnih vrst lubja in njihova uporaba



### 3.7 POTRDITEV HIPOTEZ

Domnevala sva, da so za pripravo črnila iz lubja drevesne skorje listavcev primernejše kot drevesne skorje iglavcev. Deloma lahko to hipotezo potrdiva, saj so bili med najboljšimi lubji listavci kostanj, hrast in gaber in le en iglavec - smreka. Ker sva med vsemi drevesnimi skorjami imela le tri vrste iglavcev, rezultatov ne moreva posplošiti. Pokazalo se je, da drevesna skorja bora in jelke vsebuje le majhne količine tanina, smreka pa večje.

Prav tako sva predpostavljala, da se s podaljševanjem časa kuhanja lubja v vodi izboljša kvaliteta črnila, saj se lahko izloči več tanina. To hipotezo lahko v celoti potrdiva.

Pričakovala sva, da večja, kot je koncentracija železovega (III) klorida, boljše je črnilo. Te hipoteze ne moreva potrditi in je zmotna. Poskusi so pokazali, da za nastanek železovega (III) tanata ni potrebna visoka koncentracija in velika količina železovega (III) klorida, saj lahko s svojo značilno rjavo barvo pokvari barvo črnila.

## 4 ZAKLJUČEK

»Teorija brez prakse je jalova, praksa brez teorije pa je slepa,« je nadvse modra misel, ki je bila vodilo tudi v najinem raziskovalnem delu. V njem sva se trudila, da bi razumela procese, ki so potekali in jih seveda tudi praktično preizkusila.

Zato sva najprej preučila mnoge spletne strani in pisne vire, ki so opisovali zgradbo lubja in nastanek lubja. Najzahtevnejši je bil študij taninov, ki so zapletene organske spojine. Žal nisva dognala kemizma procesov, ki potekajo pri pripravi črnila iz lubja. Lažje sva se posvetila pogojem, ki pripeljejo do tega. Tako sva spoznala, da priprava črnila iz lubja ni zahteven ali nevaren proces, zahteva le nekoliko več vztrajnosti in potrpežljivosti pri kuhanju lubja, črnilo pa nastane že, če ekstraktu dodamo nekaj kapljic razredčene raztopine železovega (III) klorida. Zelo primerna je 30 % koncentracija raztopine, ki se porablja v zelo malih količinah. Žal sva spregledala, da bi lahko 5 ml taninskega ekstrakta dodajala različno število kapljic raztopine  $\text{FeCl}_3$  iste koncentracije in opazovala vpliv na nastanek črnila.

Raziskovalno delo naju je zelo navdušilo in vesela sva svoje prve raziskovalne naloge. Upava, da bova lahko tudi na naslednji stopnji šolanja našla razumevanje za raziskovalno delo pri svojih novih profesorjih. Pri izbiri teme sploh nisva zahtevna, saj naju zanimajo vsa področja človekovega dela in ustvarjanja. Vesela sva, da je bilo v letošnjem letu to področje kemija. Ob tem sva spoznala velik pomen razumevanja teoretičnih zakonitosti, ki so predpogoj uspešnemu praktičnemu delu.

## 5 LITERATURA IN OSTALI VIRI

Gabrič, A., Glažar, S. A., Slatinek-Žigon, M., 2001: Kemija za 7. razred osnovne šole, učbenik, DZS

Schroter, .W., Lautenschlager, H., Bibrack, H., Schnabel,A., 1939: Kemija splošni priročnik, TZS

[http://www2.arnes.si/~evelik1/les/slike\\_za\\_kako\\_nastane\\_les/kambij.jpg](http://www2.arnes.si/~evelik1/les/slike_za_kako_nastane_les/kambij.jpg), 12. 1. 2009

[http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2002/di/zorman/SN/st\\_olesen.htm](http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2002/di/zorman/SN/st_olesen.htm), 12. 1. 2009

[http://web.bf.uni-lj.si/zt/bioteh/seminar\\_abstract/mikrobio/2004\\_05/MBH/Polifenoli.pdf](http://web.bf.uni-lj.si/zt/bioteh/seminar_abstract/mikrobio/2004_05/MBH/Polifenoli.pdf), 1. 2. 2009

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Tanini>