

## Orgaanilise keemia töötoa juhendid (05.01.23)

Koostatud TÜ orgaanilise keemia õppetoolis: Anu Ploom (PhD), Meeli Arujõe (Msc), Henry Vider (MSc)

### a) Biokütus endale ja autole (bioetanooli saamine erinevatest maiustustest pärmiseente abil)

Bioetanool on kas biomassist ja/või jäätmete bioloogiliselt lagunevast fraktsioonist toodetud etanool, mida kasutatakse biokütusena (nt mootorikütusena bioetanool E85) või toiduainetetööstuse toorainena, näiteks alkoholsete jookide tootmisel.

Pärmiseen on üks looduslikest abivahenditest, mis aitab glükoosi lagundada, tootes sellest bioetanooli ning süsihappegaasi.

**Töö eesmärk:** Teostada koduste vahenditega bioetanooli süntees kasutades lähteainetena kahte erinevat maiustust.

**Vajalikud ained ja katsevahendid:** Erinevad maiustused (Rimi vahukommid, Kalevi „Tõmmu“ komm, Kalevi „Maiuspala“ komm, Säätu teraviljarõngad), kuivpärm, käesoe vesi, 100 ml Erlenmayeri kolvid, õhupallid, lusikad (vajadusel uhmer ja uhmrinui või lõikamiseks nuga/skalpell), pliit

**Töö käik:** Vali 2 erinevat maiustust ning kaalu võrdne kogus kumbagi maiustust (~ 5 g) kahte Erlenmayeri kolbi (vajadusel peenestada uhmrinui või lõigata väiksemateks tükkideks). Lisa igasse kolbi võrdne kogus (~ 1 tl) kuivpärmist ning 50 ml käesooja vett (vee temperatuur ei tohiks ületada 40 °C ega olla ka liiga jahe). Seejärel aseta kolvi suule õhupall ning jälgi ~ 20 min jooksul reaktsioonisegus toimuvat. Kolbi on soovitatav aeg-ajalt loksutada ja soojendada madalal kuumusel pliidi plaadil. Kummast maiustusest saadi rohkem bioetanooli? Põhjenda, millest seda järeldada. Kirjuta bioetanooli saamise kohta reaktsioonivõrrand.

## b) Lõhnaained - lihtsalt ja kiiresti (estrite süntees)

Alkoholide ja karboksüülhapete vahel toimub happelises keskkonnas mõlemale ühendiklassile iseloomulik reaktsioon, mille tulemusena saadakse ester. Sõltuvalt sünteesiks võetud alkoholist ja karboksüülhapest on tekkiv ester paljudel juhtudel (mitte alati) iseloomuliku essentsi lõhnaga.

**Töö eesmärk:** Sünteesida katsetes alkoholi ja karboksüülhappe omavahelises reaktsioonis ester

**Vajalikud vahendid:** katseklaasid, katseklaasi statiiv, vesivann, pliit, Pasteuri pipetid, katseklaasi hoidjad, spaatel

**Vajalikud reagentid:** etanool, sipelghape, bensoehape, äädikhape, isoamüülalkohol, butanool, konts.  $H_2SO_4$

**Töö käik:** Vali allolevast tabelist kaks reagentide paari (alkohol+karboksüülhape) ning soorita nendega katsed. Kahte katseklaasi pipeteeritakse 1 ml valitud alkoholi, millele lisatakse 1 ml (tahke aine korral spaatli otsatäis) karboksüülhapet, seejärel mõni tilk konts.  $H_2SO_4$ , loksutatakse ning soojendatakse 10 min jooksul vesivannis. Seejärel valatakse segu katseklaasi, milles on mõni ml vett. Ester eraldub vee pinnale kihina (iga kord ei pruugi kahte kihti tekkida).

Tutvuge tekkinud essentside lõhnadega ning hinnake, kas teie meelest tekkisid vastava lõhnaga essentsid (vahel võib kasutatud karboksüülhappe, nt äädikhappe lõhn pärast estri sünteesi domineerima jääda. Happe neutraliseerimiseks võib estri kihti pipeteerida ~5%  $NaHCO_3$  vesilahusesse). Seejärel võrrelge neid kaubanduses kättesaadavate essentsidega. Kas teie saadud estrid lõhnavad samamoodi nende estritega? Millise ühendi lõhna peate kõige sarnasemaks reaalsele lõhnale?

Täida tabel, kirjuta tekkinud estri nimetus ja lihtsustatud struktuurivalem.

Essents	Alkohol+ karboksüülhape	Ester	Estri lihtsustatud struktuurivalem
jasmiin	etanool + bensoehape		
rumm	etanool + sipelghape		
pirn	isoamüülalkohol+ äädikhape		
banaan	butanool + äädikhape		

**c) Millest koosnevad roheliste taimede lehed?  
(Taimsete pigmentide planaarkromatograafiline lahutamine)**

Planaarkromatograafia on ainete segu lahutamise meetod, mis viiakse läbi tasapinnalisel alusel. Tasapinnaliseks õhukeseks aluseks võib olla näiteks paber või silikageelplaat. Ainete erinevad liikumiskiirused alusel sõltuvad ainete omadustest.

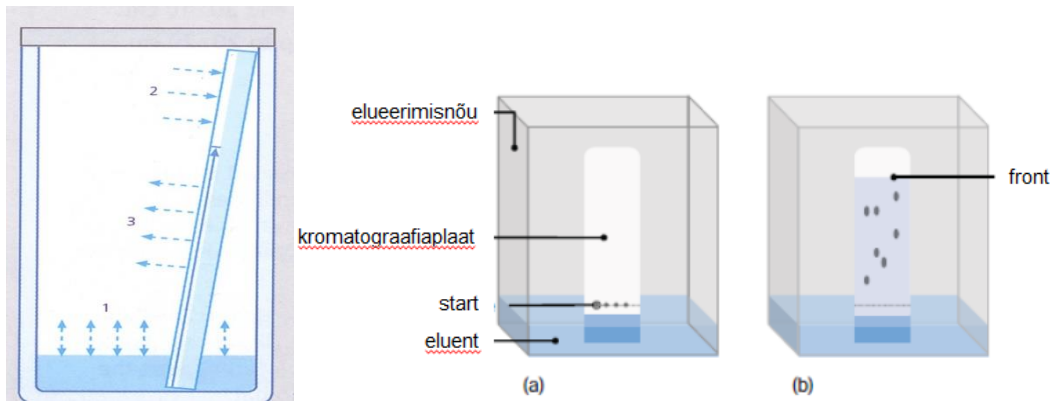
**Töö eesmärk:** Lahutada taimsed pigmendid planaarkromatograafilisel meetodil

**Vajalikud vahendid:** harilik pliiaats, joonlaud, planaarkromatograafia (TLC) plaat (silikageeliga kaetud alumiiniumfoolium), voolutusnõu, Petri tass, katsutid (epsid), katseklaasid, katseklaasi statiiv, uhmer, uhmrinui, käärid, Pasteuri pipetid, klaaskapillaarid, pintsetid

**Vajalikud ained:** roheliste taimede lehed, atsetoon, heksaan, petrooleeter, etanool

**Töö käik:** Sooritage katse kahe erineva taime lehega.

- Tükeldage uhmrise 1-2 rohelist lehte ja lisage 9 ml 2:1 petrooleetri ja etanooli segu.
- Hõõruge lehed uhmrinuiaga ühtlaseks massiks.
- Vedel ekstrakt viige pipetiga katseklaasi ja lisage ligikaudu sama kogus vett (u 2 ml).
- Loksutage õrnalt, muidu võib tekkida emulsioon (petrooleeter on kergesti lenduv ja võib uhmrise aurustada. Kui katseklaasis ei teki orgaanilist kihti, tuleb uhmrise petrooleetrit juurde lisada).
- Eraldage katseklaasist pealmine kiht pipetiga 1,5 ml katsutisse (epsi).  
Veega pesemisel eemalduvad ekstraktist etanool ja muud vees lahustuvad komponendid (vajadusel võib korrata ekstrakti veega pesemist). Ekstrakt peab olema tumeroheline, vastasel korral võib lahusest läbi puhuda õrna õhuvoolu, et kiirendada petrooleetri aurustumist (ekstrakti võib täiendavalt kuivatada ka veevaba MgSO<sub>4</sub>-ga).
- Saadud orgaanilisele ekstraktile teostada planaarkromatograafiline (TLC) analüüs.
  - Selleks valmista voolutusnõusse u 10 ml Heksaan : Atsetoon = 7 : 3 segu ning kata nõu Petri tassiga.
  - Valmista ette silikageeliga kaetud TLC plaat. Selleks tõmmatakse plaadile harilikuga stardijoon (u 1 cm plaadi alumisest servast) ja finišijoon (u 1 cm plaadi ülemisest servast). 0,5 cm vahega kantakse stardijoonele erinevate klaaskapillaaridega mõlema taime ekstrakti laigud.
  - Seejärel võetakse voolutusnõult kaas maha ja asetatakse plaat lahusesse, stardijoon allpool (vt allolevat joonist) ning kaas asetatakse peale tagasi. Jälgitakse vedeliku liikumist. Plaat võetakse pintsettidega välja, kui vedeliku nivoo on jõudnud finišisse (fronti).



- **Mõõtk**e joonlauaga kromatograafiaplaadil stardijoone ja fronti vaheline kaugus  $l_0$  ja laigu tsentri kaugus stardijoonest  $l_r$ . Arvutage laikude liikuvust iseloomustavad retensioonifaktorid  $R_f = l_r/l_0$
- Saadud tulemuste põhjal võrrelge erinevatest taimedest saadud pigmentide esinemist (erinevate taimsete pigmentide  $R_f$  väärtused on toodud tabelis).

Rohelise lehe ekstrakti komponendid lahutatud heksaan: atsetoon = 7:3 segus

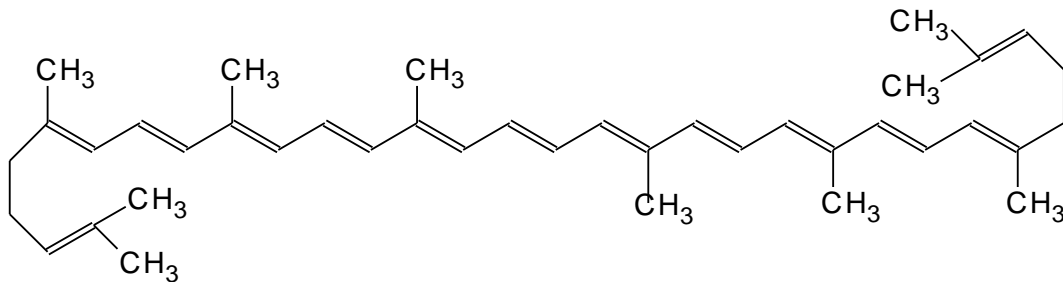
Pigment	Värvus	$R_f$ väärtus
Karoteen	Kollane-oranž (kollakas oranž)	0,93
Feofütiin a	Hall	0,55
Feofütiin b	Helehall (ei pruugi olla nähtav)	0,47-0,54
Klorofüll a	Sinine-roheline (sinakas roheline)	0,46
Klorofüll b	Roheline	0,42
Ksantofüll	Kollane	0,41
Ksantofüll	Kollane	0,31
Ksantofüll	Kollane	0,17

## Lisalugemist

### Taimsed pigmendid

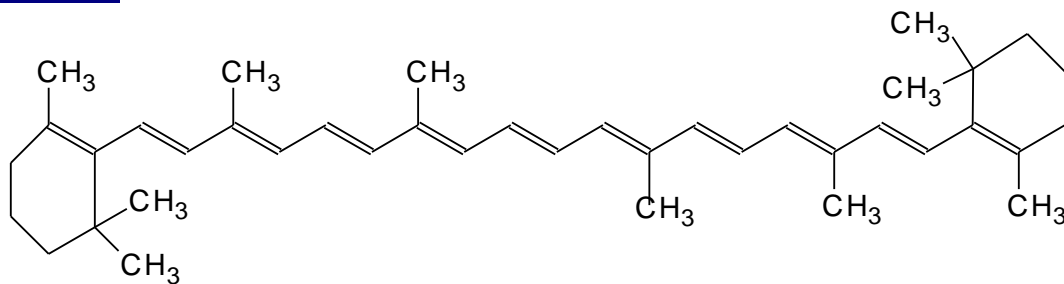
Rohelistest lehtedest võib eralduda kuni kaheksa pigmenti.  $R_f$  kahanemise järjekorras ilmuvad: karoteenid (kaks laiku, oranžid), klorofüll *a* (sinakas-roheline), klorofüll *b* (roheline), ksantofüllid (kuni neli laiku, kollased).

### Lükopeen.<sup>1</sup>



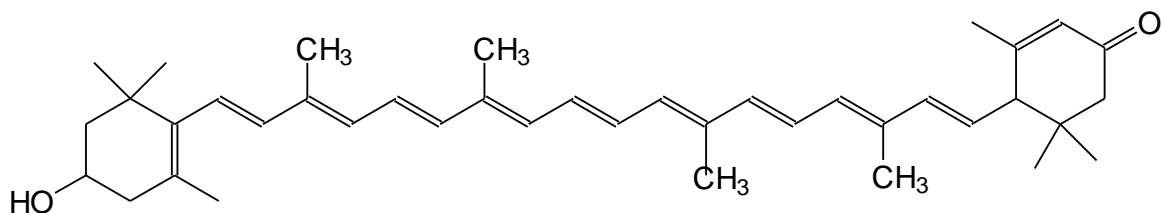
Erepunane karotenoidne pigment, mida leidub tomatites ja teiste punastes puuviljades. Lükopeen on efektiivne antioksidant ja on väga levinud inimorganismis. Oma nime sai tomati ladina keelsest nimetusest *Lycopersicon esculentum*.

### Karoteenid.<sup>2</sup>



Nimetus ühendab erinevaid isomereid vorme valemiga C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>. Karoteen on oranž fotosünteetiline pigment, mida leidub porgandis, puu- ja köögiviljades ja rohelistes lehtedes. Olulist rolli mängib fotosünteesis.

### Ksantofüllid.<sup>3</sup>



Kollased pigmendid karotenoidide rühmast. Nimi on tuletatud kreeka keelsest sõnast *xanthos* (ξανθός, "kollane") ja φύλλον *füllon* (leht). Neid leidub enamike rohelistes taimede lehtedes, kus see osaleb fotosünteesis klorofülliga koostöös.

