

### **Koliko boja skriva list? - Kromatografija biljnih pigmenata**



### **DOS naziva *Koliko boja skriva list? - Kromatografija biljnih pigmenata***

prati međupredmetne sadržaje biologije, kemije, matematike, fizike i informatike za učenike 7. razreda. Predviđene se aktivnosti mogu ostvariti u predviđenom slijedu, ali funkcionišaju i zasebno. Ukoliko se aktivnosti odvijaju prema predloženom scenariju za njih je potrebno 13 školskih sati.

#### **Cilj: Otkriti kako je moguće da lišće mijenja boju**

Ishodi:

BIO OŠ A.7.2.

Povezuje usložnjavanje građe s razvojem novih svojstava u različitim organizama

BIO OŠ B.7.1.

Uspoređuje osnovne životne funkcije pripadnika različitih skupina živoga svijeta

BIO OŠ B.7.3.

Stavlja u odnos prilagodbe živih bića i životne uvjete

BIO OŠ C.7.1.

Uspoređuje načine prehrane te procese vezanja i oslobađanja energije u različitim organizama

BIO OŠ D.7.1.

Primjenjuje osnovna načela znanstvene metodologije i objašnjava dobivene rezultate

BIO OŠ D.7.2.

Objašnjava važnost i utjecaj bioloških otkrića na svakodnevni život

KEM OŠ A.7.1. Istražuje svojstva i vrstu tvari.

KEM OŠ D.7.2. Primjenjuje matematička znanja i vještine.

MAT OŠ A.7.3.

Primjenjuje različite zapise racionalnih brojeva.

MAT OŠ A.7.4.

Primjenjuje uspoređivanje racionalnih brojeva.

MAT OŠ B.7.3.

Primjenjuje proporcionalnost i obrnutu proporcionalnost.

ikt A.3.2.

Učenik se samostalno koristi raznim uređajima i programima.

ikt B.3.1.

Učenik samostalno komunicira s poznatim osobama u sigurnome digitalnom okružju.

ikt B.3.2.

Učenik samostalno surađuje s poznatim osobama u sigurnome digitalnom okružju.

Aktivnosti učenika i učitelja

AKTIVNOSTI UČITELJA	AKTIVNOSTI UČENIKA
Vizualno predočuje učenicima i kroz heuristički razgovor ih upoznaje sa građom biljne stanice	Sudjeluju u razgovoru
Uz video animaciju objašnjava proces fotosinteze koji se događa u listu biljne stanice	Prate video animaciju o procesu fotosinteze
Učitelj daje upute za izradu 3D modela u nekom od programa za projektiranje: Cura, Auto cad...	Daroviti učenici mogu izraditi vlastiti 3D model nastavka za mikroskop u nekom od programa za projektiranje: Cura, Auto cad... te model isprintati na 3D printeru
Daje upute za rad sa 3D printerom	Printaju nastavak za mikroskop
Učitelj daje učenicima s teškoćama upute i predložak za sastavljanje nastavka za mikroskop	Učenici s teškoćama u razvoju sastavljaju nastavak za mikroskop prema zadanom predlošku
Daje upute za mikroskopiranje	Uz video upute ponavljaju protokol o mikroskopiranju
Daje upute za rješavanje kviza	Rješavaju kviz o mikroskopiranju u digitalnom alatu LearningApps
Daje upute za izradu mikroskopskog preparata	Izrađuju mikroskopski preparat
Daje upute za korištenje nastavka za mikroskop	Mikroskopiraju pomoću isprintanog nastavka za pametni telefon
Daje QR kod za objavu fotografija na online zidu Padleta	Objavljaju fotografije mikroskopiranih stanica na online zidu Padleta
Daje upute za izvođenje pokusa Kromatografija biljnih pigmenata u listu	Izvode pokus
Daje QR kod za rješavanje kviza u digitalnom alatu LearningApps	Rješavaju kviz u digitalnom alatu LearningApps
Daje upute za očitavanje kromatograma i računanje faktora zaostajanja svakog sastojka	Očitavaju kromatogram i računaju faktor zaostajanja svakog sastojka
Daje upute za rad s mobilnom aplikacijom Photomath	Rezultate provjeravaju pomoću mobilne aplikacije Photomath
Daje upute o prikazu rezultata	Rezultate prikažite tablično i grafički
Daje QR kod za rješavanje kviza u digitalnom alatu LearningApps	Rješavaju kviz u digitalnom alatu LearningApps
Kroz razgovor i vizualno predočavanje upoznaju vrste simetrije	Sudjeluju u razgovoru
Daje upute za rad u digitalnom alatu Pixlr	Rade simetriju lista u digitalnom alatu Pixlr
Daje QR kod za rješavanje kviza u digitalnom alatu LearningApps	Rješavaju kviz u digitalnom alatu LearningApps

### Analitička rubrika za vrednovanje učeničkog pokusa

SASTAVNICE	RAZINE OSTVARENOSTI KRITERIJA		
	izvrsno	odgovarajuće	u razvoju
<b>urednost radnog stola</b>	Radni stol je uredan, odlično organiziran i pregledan.	Radni stol je uredan, no mogao bi biti bolje organiziran i pregledniji.	Radni stol je neuredan i/ili nedovoljno organiziran i pregledan.
<b>spretnost rada</b>	Spretnost rada s posuđem i aparaturom je velika.	Spretnost rada s posuđem i aparaturom je dobra.	Spretnost rada s posuđem i aparaturom mogla bi biti bolja.
<b>oprema</b>	Izabrani pribor i materijali prikladni su za izvođenje zadanog pokusa.	Izabrani pribor i materijali djelomično su prikladni za izvođenje zadanog pokusa.	Izabrani pribor i materijali nisu posve prikladni za izvođenje zadanog pokusa.
<b>obrada podataka i prikaz rezultata</b>	Rezultati su sistematično obrađeni te točno, jasno i kreativno prikazani (tablično, grafički i/ili slikovno).	Rezultati su dobro obrađeni, ali nisu jasno prikazani.	Rezultati nisu obrađeni, a prikaz je nejasan i/ili nepregledan i/ili nečitljiv.
<b>obrazloženje pokusa</b>	Obrazloženje pokusa je točno, jasno je napisano i proizlazi iz dobivenih rezultata.	Obrazloženje pokusa djelomično je točno. Ne proizlazi potpuno iz dobivenih rezultata.	Obrazloženje pokusa je netočno. Ne proizlazi iz dobivenih rezultata i/ili ih krivo tumači.

### Analitička rubrika za vrednovanje istraživačkog pristupa

SASTAVNICE	RAZINE OSTVARENOSTI KRITERIJA		
	izvrsno	djelomično	potrebno uvježbati
<b>opažanje i prikupljanje podataka</b>	U zadanom vremenskom razdoblju prikuplja potrebne podatke. Služi se različitim osjetilima. Koristi dva ili više izvora.	U zadanom vremenskom razdoblju djelomično prikuplja podatke. Služi se različitim osjetilima. Koristi jedan izvor.	U zadanom vremenu prikuplja premalo podataka. Služi se osjetilima. Koristi jedan izvor.
<b>prikazivanje dobivenih rezultata</b>	Prikupljeni podatci su prikazani jasno i pregledno pomoću tablice, grafikona i/ili crteža.	Prikupljeni podatci su prikazani pomoću tablice, grafikona i/ili crteža, ali nisu u potpunosti pregledni.	Prikupljeni podatci su prikazani na nejasan i nepregledan način pomoću tablice, grafikona i/ili crteža.
<b>donošenje zaključaka</b>	Zaključak je jasno izrečen i temelji se na prikupljenim i prikazanim rezultatima.	Zaključak nije izrečen potpuno jasno, ali se naslućuje.	Dolazi do zaključka uz pomoć.

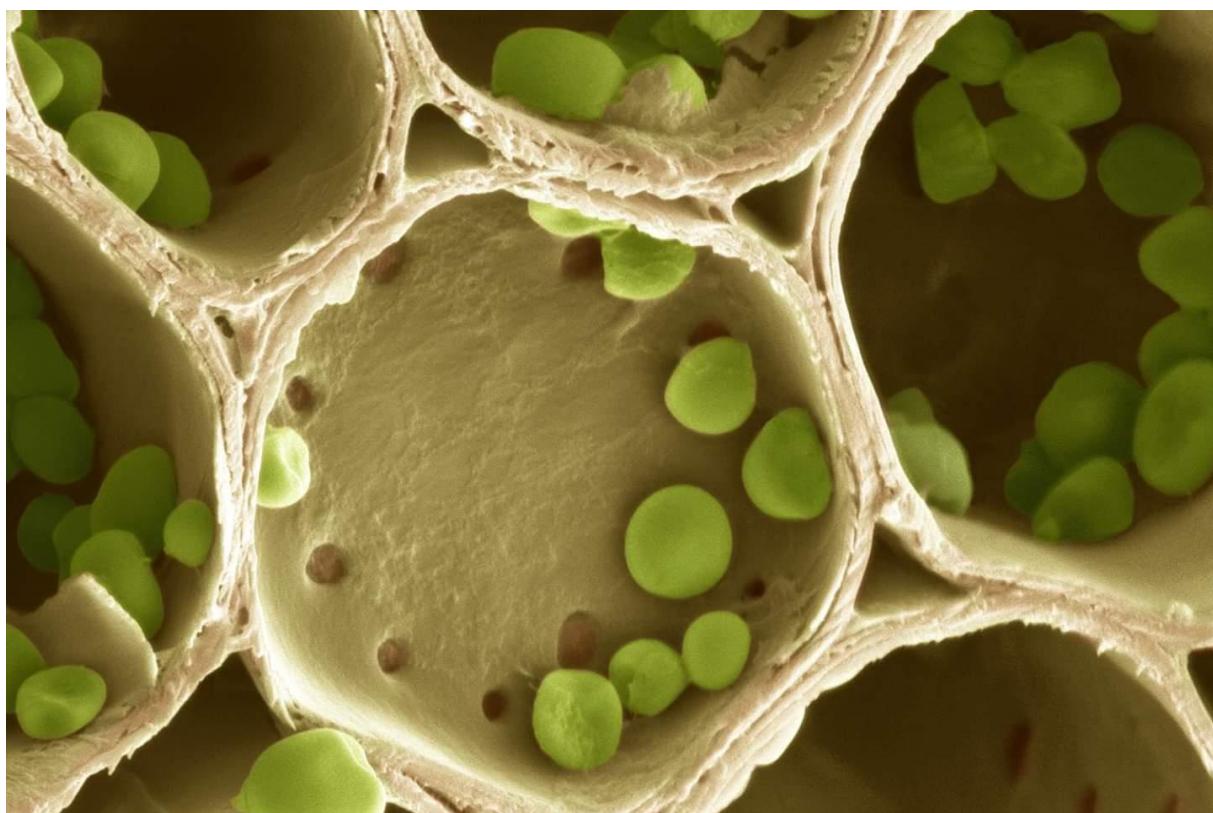
## Uvod

Jeste li se nekada zapitali kako je moguće da lišće drveća u jesen mijenjaju boju?  
Jeste li se zapitali koliko boja skriva list i zašto će se boja lista mijenjati?

Ako jeste, odgovore na ova pitanja možete saznati uz istraživački rad i informacijsko komunikacijsku tehnologiju kroz ovaj DOS.

## GRAĐA LISTA

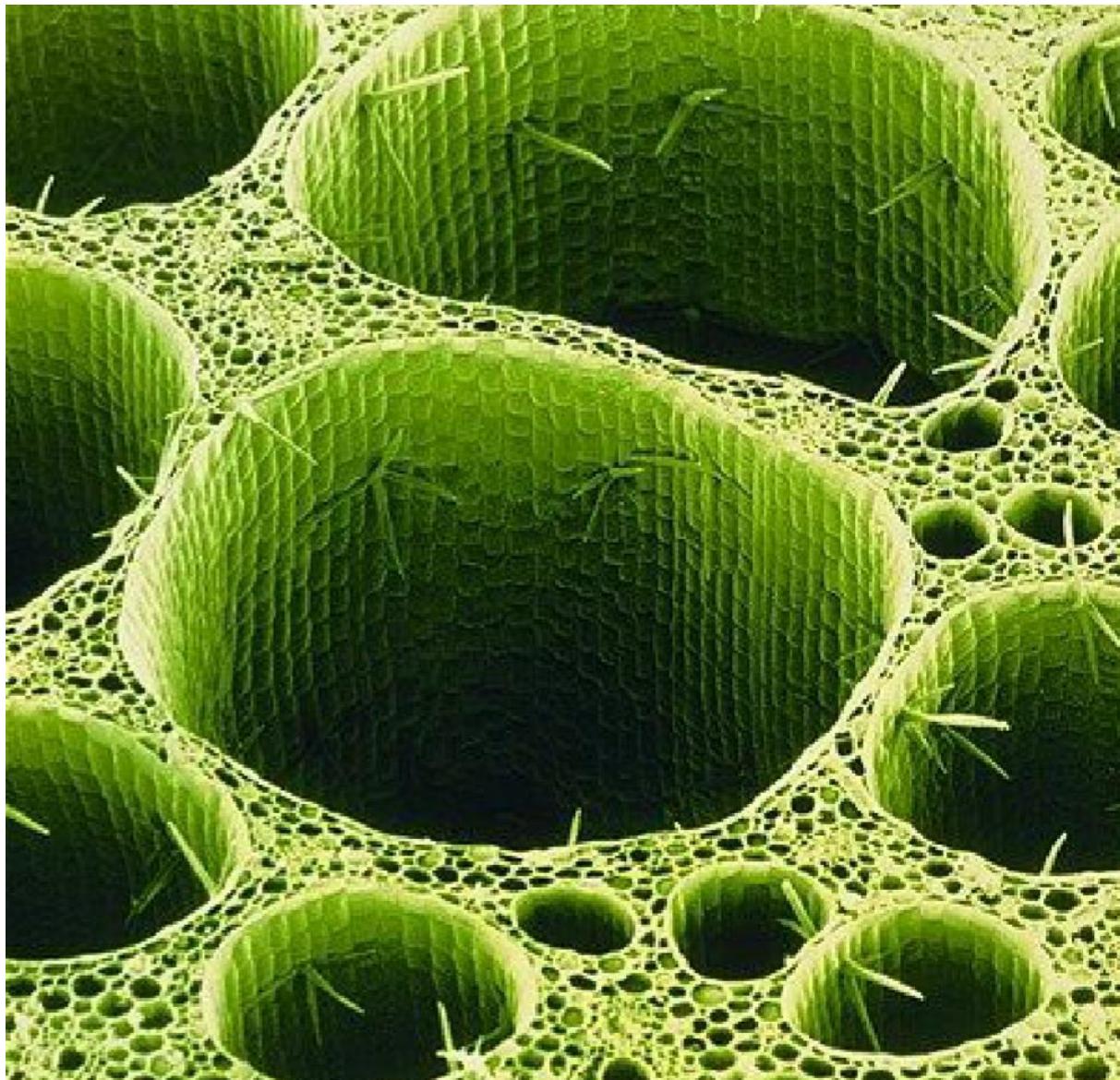
Sva živa bića građena su od stanica. U središtu svake stanice nalazi se jezgra. Stanica je ispunjena želatinoznom tekućinom citoplazmom. Oko stanice nalazi se opna koja se naziva stanična membrana. A oko membrane se nalazi još jedna ovojnica koja se naziva stanična stijenka, ona daje oblik i čvrstoću stanici. Biljna stanica sadrži zeleno tjelešce kloroplast.



Slika 1. Kloroplasti u biljnoj stanici

U kloroplastu se nalazi zeleni pigment klorofil. U kloroplastu se stvara hrana procesom fotosinteze.

U stanice korijena procesom osmoze voda. Voda prolazi kroz stabiljiku tankim cjevčicama kapilarama i lisnim žilama dolazi u list.



Slika 2. Provodne cjevčice u stabljikama

Kroz puči, otvore na listu ulazi ugljikov dioksid. I voda i ugljikov dioksid moraju doći u kloroplaste. Tu se pod utjecajem sunčeve svjetlosti stvara hrana (šećer) i kisik. Kisik će izaći kroz puči van.

[Video animacija procesa fotosinteze.](#)



Slika 3. Puči

Hrana lisnim žilama putuje u sve dijelove biljke.



Slika 4. Lisne žile

Svaka biljna stanica treba hranu i kisik iz kojih će se stvoriti energija za sve životne procese. Energija se stvara u staničnim tjelešcima mitohondrijima.

**3D printerom isprintajte držač pametnog telefona za mikroskop, te ga koristite pri mikroskopiranju u narednim zadatcima**

Na poveznici se nalazi model za printanje

<https://www.thingiverse.com/thing:2567141>

Daroviti učenici mogu izraditi vlastiti 3D model nastavka za mikroskop u nekom od programa za projektiranje: Cura, Auto cad... te model isprintati na 3D printeru

Učenici s teškoćama u razvoju sastavljaju nastavak za mikroskop prema zadanom predlošku

**Mikroskopiranje lista**

Uz video upute ponovite protokol pri mikroskopiranju.

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=4&v=b2PCJ5s-iyk&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=b2PCJ5s-iyk&feature=emb_logo)

[Kviz](#) za ponavljanje dijelova mikroskopa



### Izrada mikroskopskog preparata

Napravite mikroskopski preparat od listića tradeskancije.

Na predmetno stakalce kapnite kapljicu vode.

Listić tradeskancije razdvojite tako da se razdvoji tanka kožica. Taj tanki prozirni dio lista stavite u kapljicu vode na predmetno stakalce i pokrijte pokrovnim stakalcem. Promotrite pod mikroskopom koristeći pametni telefon pri mikroskopiranju.

Ono što uočite fotografirajte pametnim telefonom.



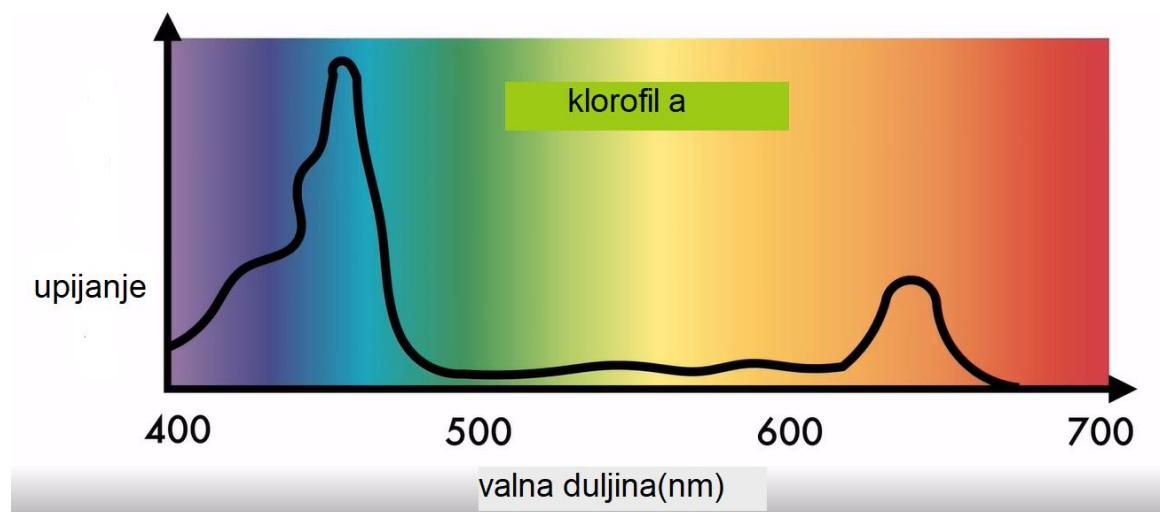
Slika 5. Mikroskopiranje pomoću pametnog telefona

Kako se zovu zelena tjelešca koja ste uočili u stanicama? Koliko puta je uvećana slika koju promatraste?

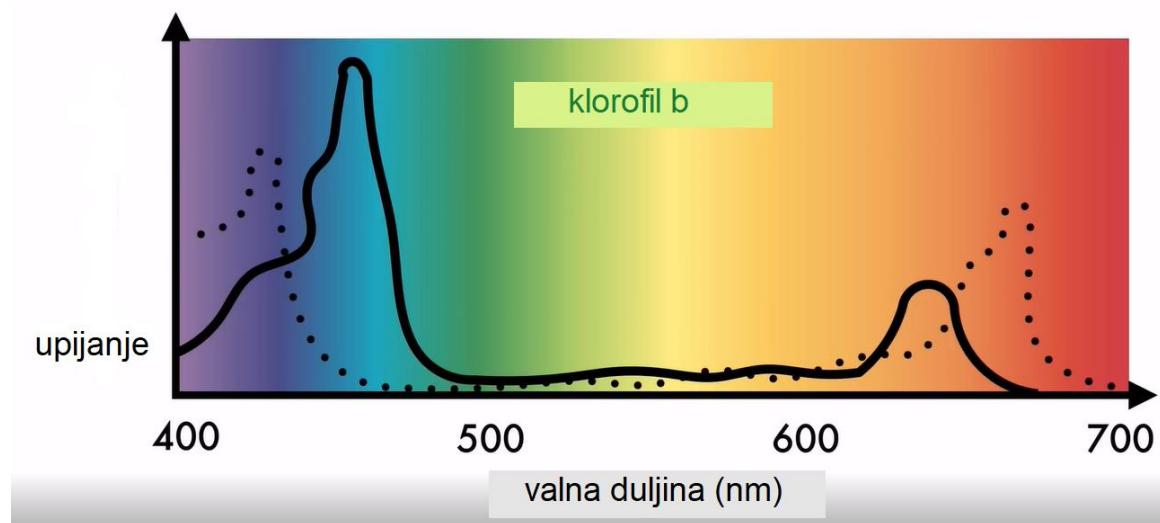
Svoj odgovor i fotografiju objavite na online zidu [Padleta](#)

U listu se nalaze i drugi pigmenti, narančasti (karoten), žuti (ksantofil) i crveni (antocijan).

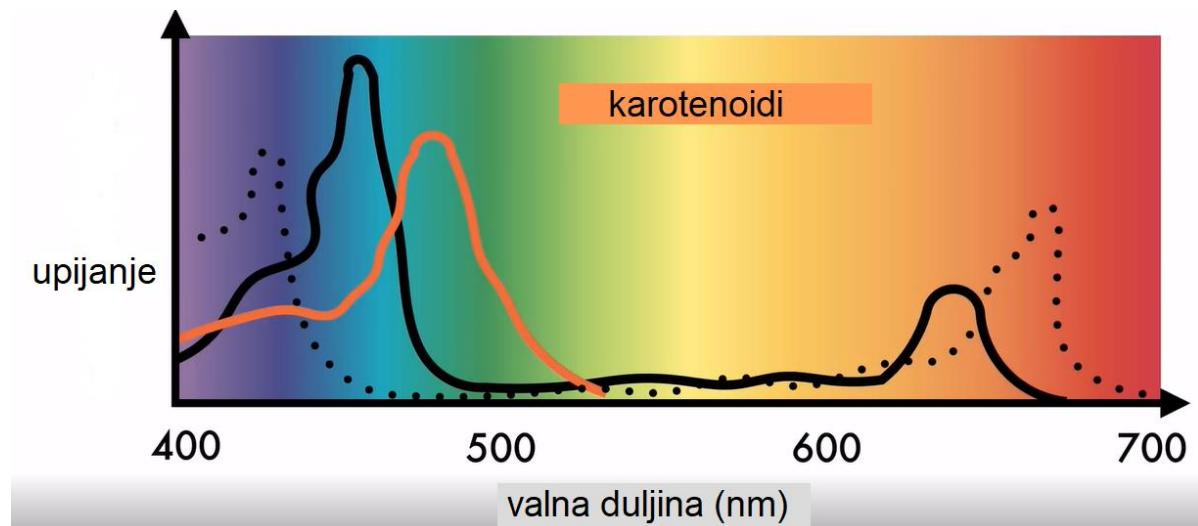
Pojedini pigmenti djelomično upijaju i odbijaju svjetlost određenih valnih duljina. Boja koju vidimo valna je duljina koju je sastojak odbio. Valne duljine koje sastojak upije ne možemo vidjeti.



Slika 6. Apsorpcija svjetlosti klorofila a



Slika 7. Apsorpcija svjetlosti klorofila b



Slika 8. Apsorpcija svjetlosti karotenoida



Slika 9. Biljni pigmenti u listu

## KROMATOGRAFIJA

Kromatografija je metoda razdvajanja tvari iz homogene smjese. Temelji se na različitoj brzini putovanja molekula nošenih otapalom po nepokretnoj fazi. Pojedini sastojci smjese putuju različitom brzinom i na taj način se odijele.

Pigmenti ili boje su tvari različitog kemijskog sastava koji daju boju.

Zeleni pigment se zove klorofil, žuti pigment se zove ksantofil, a narančasti pigment se zove karoten.

Pigmenti djelomično upijaju i odbijaju svjetlost određenih valnih duljina.

Boja koju vidimo valna je duljina koju je sastojak odbio, dok valne duljine koje sastojak upije ne možemo vidjeti.

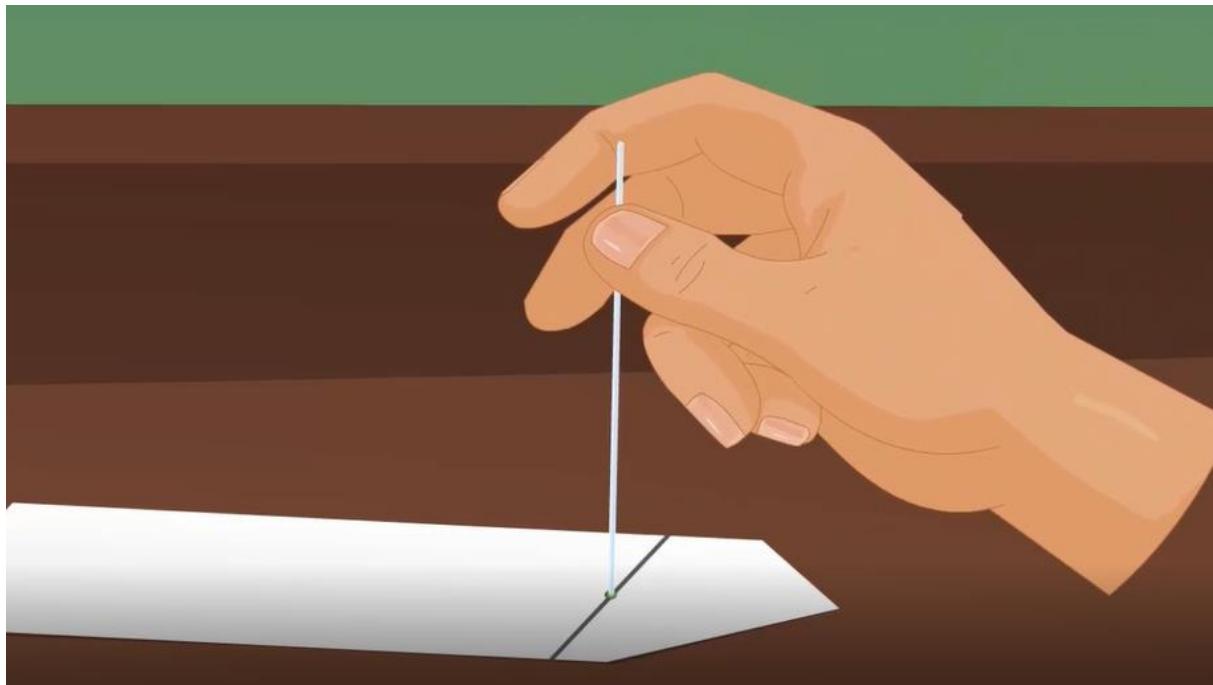
### Kromatografija biljnih pigmenata u listu - pokus

Narežite lišće i stavite ga u tarionik, dodajte 10 ml etanola te smjesu čvrsto miješajući usitnite.

Smjesu ostavite na mirovanju 5 minuta.



Na papirnoj traci, dva centimetra od donjeg ruba, olovkom povucite startnu liniju.



Na startnu liniju kapnite alkoholnu otopinu smjese biljnih pigmenata i pričekajte da se kapljica osuši.



U epruvetu ulijte malo etanola i pažljivo uronite traku papira tako da se uzorak nalazi 1 cm iznad otapala. Pratite promjene na papiru.

Koje boje uočavate na svom filter papiru?

[Ponavljanje – vrste pigmenata u listu](#)



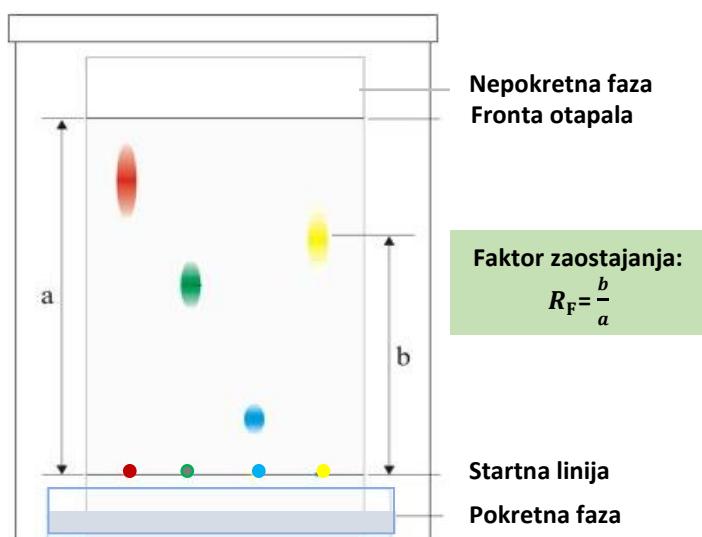
### Očitavanje kromatograma i računanje faktora zaostajanja svakog sastojka.

Otapalo prolazi kroz pore papira. Otapalo putuje, tj. uspinje se po papiru i povlači za sobom pojedine pigmente iz ekstrakta lista. Pigmenti putuju različitim brzinama i zaustavljaju se na različitim mjestima.

Tamo gdje se zaustave, ostaju obojene zone („mrlje“) na papiru. Tako nastaje kromatogram. Različite obojene zone, dokazuju prisutnost pojedinih pigmenata u ekstraktu lista.

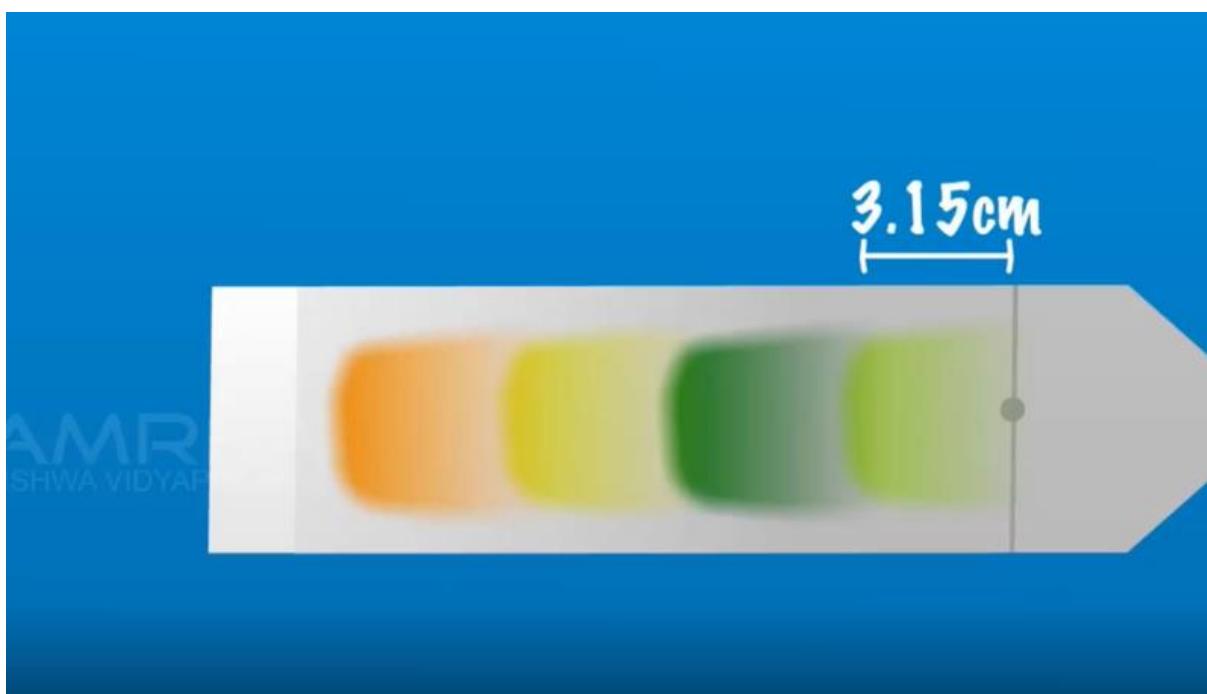
Omjer udaljenosti koju dosegne sastojak ( $b$ ) i udaljenosti koju postigne otapalo – fronta otapala ( $a$ ) u određenom vremenu naziva se faktor zaostajanja  $R_F$ .

$$R_F = \frac{b \text{ (udaljenost koju je dosegao pigment)}}{a \text{ (udaljenost koju je postiglo otapalo)}}$$



Slika 10. Očitavanje faktora zaostajanja

Ravnalom očitajte koliko iznosi udaljenost koju je doseglo otapalo, a koliko svaki pigment.



Izračunajte faktor zaostajanja za svoje pigmente. Rezultate provjerite pomoću mobilne aplikacije [Photomat](#).

Rezultate prikažite tablično i grafički.

Pigment	Udaljenost koju su postigli pigmenti	Udaljenost koju je postiglo otapalo	Rf faktor
Karoten	6.65cm	7 cm	0.95
Ksantofil	5.25cm	7 cm	0.71
Klorofil a	4.55cm	7 cm	0.65
Klorofil b	3.15cm	7 cm	0.45

Slika 11. Tablični prikaz podataka

[Ponavljanje laboratorijskog posuđa](#)



## SIMETRIJA

Simetrija podrazumijeva dvije mogućnosti percepcije stvarnosti: prva nije uvijek dosljedno precizna ali podrazumijeva skladnost, estetsku ugodu, proporcionalnost i ravnotežu; kao takav da ona odražava ljepotu i savršenstvo. Drugo značenje je precizno i dobro definiran koncept ravnoteže u matematici, biologiji, fizici, umjetnosti...

U matematici se simetrija definira kao preslikavanje ravnine, pri kojem se svaka točka A preslika u točku A', simetričnu sa A u odnosu na pravac te ravnine, koju tada nazivamo osnom simetrijom u odnosu na pravac. Za dva geometrijska lika kažemo

da su osnosimetrični u odnosu na pravac te ravnine ako svakoj točki  $P$  prvoga lika odgovara simetrično pridružena točka  $P'$  drugoga lika. Vrijedi i obrnuto.

Osnu simetriju nazivamo i osnim zrcaljenjem.

Primjerice: jednakokračni trapez ima jednu os simetrije, jednakokračni trokut također jednu os simetrije, pravokutnik ima dvije osi simetrije, jednakostranični trokut tri osi simetrije, kvadrat četiri osi simetrije, krug beskonačno puno osi simetrije.

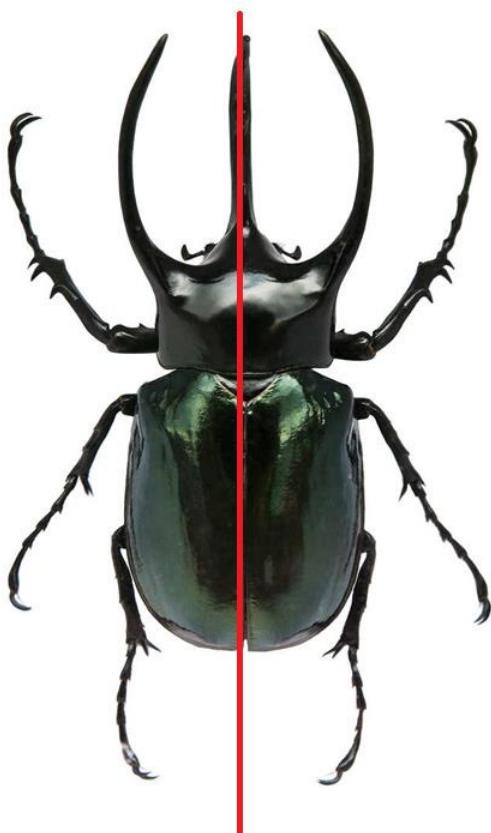
Veliki broj biljaka i životinja građeni su tako da su im iste lijeva i desna strana, u svojim oblicima i bojama. Kada, primjerice, orao poklopi krila jedno na drugo, poklope se i odgovarajuće boje na lijevom i desnom krilu. Boje i oblici su simetrično raspoređeni u odnosu prema zamisljenoj osi koja prolazi sredinom orlova tijela.

Neki organizmi, kao npr. spužve imaju tijelo nepravilnog oblika. Njihovo tijelo ne možemo podijeliti na jednake dijelove. Njihovo tijelo je asimetrično.



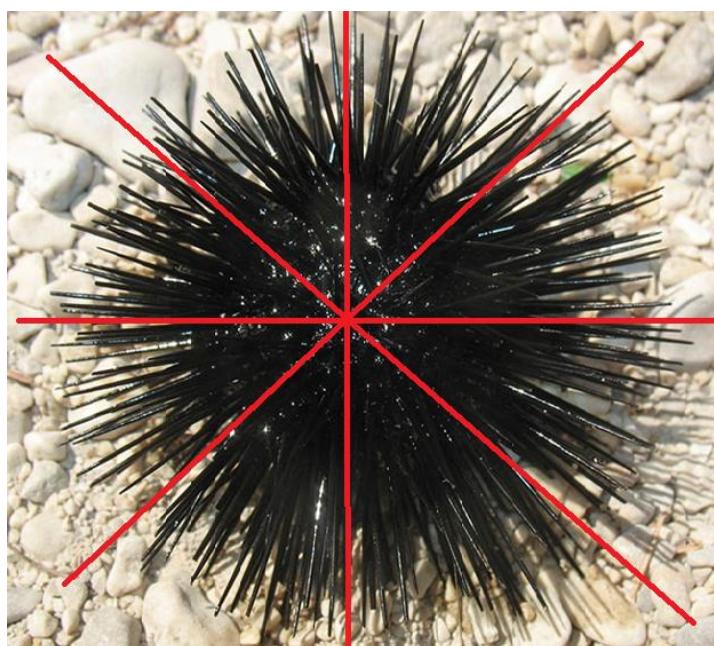
Slika 11. Asimetrična građa tijela kod spužve

Kada tijelo možemo podijeliti na dva jednaka dijela govorimo o dvobočnoj simetriji.



Slika 12. Dvobočna simetrija kod kukca

Ako tijelo možemo podijeliti na više jednakih dijelova, tada govorimo o zrakastoj simetriji.



Slika 13. Zrakasta simetrija tijela kod ježinca

### Osna simetrija lista

Fotografije listova razvrstaj u dvije kategorije: osnosimetrične i one koji to nisu.

Na osnosimetričnim listovima povući os simetrije.



Slika 14. List javora

Listove koji nisu osnosimetrični dopuniti do osnosimetričnih u digitalnom alatu [Pixlr](#).

[Ponavljanje kviz milijunaš](#)



Ovo djelo je ustupljeno pod Creative Commons licencom Imenovanje 4.0 međunarodna. Da biste vidjeli primjerak te licence, posjetite <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> ili pošaljite pismo na Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, SAD.