



# Hur kan vi veta ... om vi ser världen på samma sätt?

Hur lär vi oss tolka det vi ser? Ett litet barn får lära sig att associera bestämda våglängder av synligt ljus med ordet för en viss färg. Men "färgen" finns bara i vårt medvetande. Färgnyanserna är endast elektromagnetisk strålning av olika våglängder.

Vi kan få en föreställning om hur färgblinda personer upplever omvärlden genom att jämföra bilderna till vänster. Dessa är tagna med en app (CVSimulator) som har filter för olika typer av färgseende och är avsedd att underlätta färgval vid webbdesign.

## Evolutionen av tappar och stavar

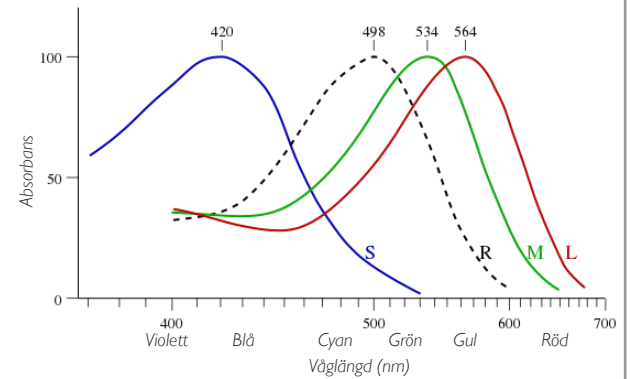
Kameraliknande ögon med lins och ljuskänsliga synceller uppstod tidigt i ryggradsdjurens utvecklingslinje och fanns troligen redan för 500 miljoner år sedan. Tapparna, som ger färgseende, utvecklades före de mer ljuskänsliga stavarna.

### Genomet dubbleras

Tidigt i evolutionen fanns endast två typer av tappar och två gener som styrde produktionen av opsiner, ämnen i tapparna som reagerar på olika våglängder. Senare under evolutionen, men innan uppkomsten av käkförsedda ryggradsdjur (det vill säga alla ryggradsdjur utom nejonögon och pirålar), inträffade två dubbleringar av hela genomet. Totalt fanns nu åtta (2 x 2 x 2) gener för bildning av opsiner, varav tre gick förlorade så att fem återstod. Antalet gener som finns bevarade hos nulevande djurgrupper varierar.

### Färgseende hos ryggradsdjur

Reptiler och fåglar har fyra typer av tappar, med opsiner känsliga för våglängder inom det blå, gröna, röda och ultravioletta området av spektrat. Däggdjur, som nötkreatur, katter och hundar, har endast två slags tappar, känsliga för grönt respektive blått. De har därmed sämre förmåga att särskilja röd-gröna nyanser, men kan skilja på rött och grönt om det är rena, klara färger. Vilket innebär att även tjurar kan se röd färg. Människan och våra närmaste släktingar har tre typer av tappar, som registrerar våglängder med maximum inom den blå, gröna och gula delen av spektrumet, se diagram ovan. Av tradition benämner vi tapparna som blå, gröna och röda.



Ljusabsorbans för ett normalt seende mänskligt öga vid olika våglängder. Lägg märke till hur nära absorbansmaximum för grönt och rött ligger.

## Färgblindhet hos människor

Att människor och många andra primater även kan registrera röd färg beror på att det inträffade en dubblering av genen för bildning av opsiner med känslighet för grönt färg för 30–40 miljoner år sedan. Genkopier förändrades sedan till att registrera våglängder inom den gul-röda delen av spektrumet, men gensekvenserna är fortfarande till cirka 96 % lika. Om någon av generna är förändrad, inverkar det på förmågan att se röd eller grönt färg. Båda generna finns på X-kromosomen. Det är betydligt vanligare att män har defekt färgseende inom den röda eller gröna delen av spektrat (8 %) jämfört med kvinnor (1 %). Det beror på att kvinnor har ytterligare en X-kromosom som kan kompensera för en förändring i en gen i den ena X-kromosomen. Att det är så vanligt med defekt färgseende beror på att gensekvenserna som styr bildningen av opsiner med känslighet för grönt respektive gröngulrött är så lika och det medför att det ofta inträffar överkorsningar som påverkar generna.

### Referenser

Davidoff, C. m.fl. (2016) Genetic Testing as a New Standard for Clinical Diagnosis of Color Vision Deficiencies. Transl Vis Sci Technol, Volume 5, Issue 5. Lunds universitet. Syn: färgseende och färgblinda ögon hos människan och andra djur [www.djur.cob.lu.se/Svar/Fargseende.html#fjfnns-farger-fargblindhet-vaglangder-tre-tappar](http://www.djur.cob.lu.se/Svar/Fargseende.html#fjfnns-farger-fargblindhet-vaglangder-tre-tappar)


Bowmaker J K & Dartnall H J (1980) Visual pigments of rods and cones in a human retina. The Journal of Physiology, 298, s. 501–511.

1. Normal syn med tre typer av tappar med opsiner som registrerar ljus av olika våglängd; korta våglängder (blått), medellånga våglängder (grönt) och längre våglängder (grön-gul-rött).

2. Protanopi ger nedsatt förmåga att se röd färg.

3. Deuteranopi ger nedsatt förmåga att se grön färg. Detta är den vanligaste typen av förändrat färgseende. Bilderna som visar deuteranopi och protanopi är mycket lika beroende på att känsligheten inte skiljer sig så mycket åt mellan tapparna som registrerar grön-gulrött respektive grönt ljus, se diagram till höger.

4. Personer med tritanopi har nedsatt förmåga att se blå färger.

 Bilderna är tagna med appen CVSimulator som har filter för olika typer av färgseende. Ladda hem den utan kostnad till iPhone eller Android och testa.



Närbild på en flod-  
flicksländas ögon






Foto: The eyes of a  
damselfly av Gilles San  
Martin, www.flickr.com,  
CC BY-SA

# Juni 2019

Nationellt resurscentrum för  
biologi och bioteknik



Måndag      Tisdag      Onsdag      torsdag      Fredag      Lördag      *Söndag*

v. 22	27	28	29	30	31	Gun, Gunnel 1	Rutger, Roger 2
v. 23	Ingemar, Gudmar 3	Solbritt, Solweig 4	Bo 5	Gustav, Gösta 6	Robert, Robin 7	Eivor, Majvor 8	Börje, Birger 9
			Sveriges Nationaldag Svenska flaggans dag 			Pingstafton 	Pingstdagen 
v. 24	Boris, Svante 10	Bertil, Berthold 11	Eskil 12	Aina, Aino 13	Håkan, Hakon 14	Margit, Margot 15	Axel, Axelina 16
	Anmandag pingst						
v. 25	Torborg, Torvald 17	Björn, Bjarne 18	Germund, Görel 19	Linda 20	Alf, Alvar 21	Paulina, Paula 22	Adolf, Alice 23
					Midsommarafton  Sommarsolståndet 	Midsommardagen 	
v. 26	Johannes Döparens dag 24	David, Salomon 25	Rakel, Lea 26	Selma, Fingal 27	Leo 28	Peter, Petra 29	Elof, Leif 30

## 👤 Ögon känsliga för UV

Fåglar och insekter är känsliga för våglängder i den ultravioletta delen av spektrumet som tillsammans med tappar känsliga för blått, grönt, och grön-gul-rött ljus ger en bild av omvärlden. Eftersom vi inte kan uppfatta UV-ljus kan vi inte heller förstå hur till exempel en fjäril ser.

I bilderna nedan ser man en tydlig kontrast mellan kronblad respektive blommans mitt med ståndare och pistiller, samt dessutom tydliga linjer i kronbladen hos midsommarblomster. Man tror att detta hjälper insekterna att hitta nektar och pollen.

Bilderna har tagits genom att belysa med UV-ljus från en enkel UV-lampa, som till exempel kan köpas från företaget som säljer skolmaterial.



Bild 1–2 vitsippa, bild 3–4 midsommarblomster,  
till vänster i UV-belysning och till höger i normalt solljus