

HIUSVÄRIEN KEMIAA

Julia Halonen

Kandidaatin tutkielma

Kemian opettajankoulutusyksikkö

Kemian laitos

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

4.5.2016

Työn ohjaajat:

prof. Maija Aksela

prof. Mikko Oivanen

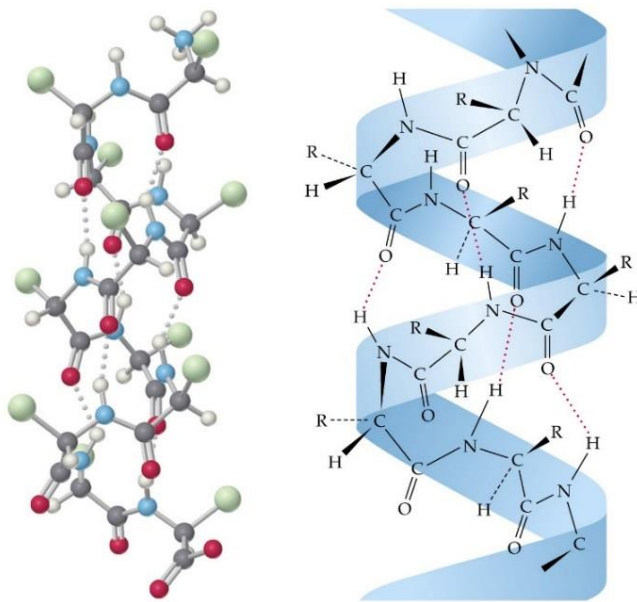
Sisällys

1. JOHDANTO	1
2. HAPETETTAVAT HIUSVÄRIT	3
2.1. KESTOVÄRIT	3
2.2. KEVYTVÄRIT	4
2.3. HAPETETTAVIEN VÄRIAINOIDEN KEMIAALINEN RAKENNE	4
2.4. HAPETETTAVIEN VÄRIAINOIDEN KEMIAALLISET REAKTIOT	8
2.4.1. Esimerkkinä p-Fenyleenidiamiinin (PPD) hapettuminen ja polykondensatio	9
3. VAALENNUSAINOIDET	11
3.1. VAALENNUSAINOIDEN KEMIA	11
3.2. HAPETIN	12
4. SUORAVÄRIT	13
4.1. KASVIVÄRIT	13
4.1.1. Henna	14
4.1.2. Kamomilla	15
4.1.3. Indigo	16
4.2. METALLIVÄRIT	16
4.3. TILAPÄISVÄRIT	16
4.4. SUORAVÄRIEN KEMIA	17
4.4.1. Nitrovärit	17
4.4.2. Liuotinvärit	19
4.4.3. Anioni-kationi –kompleksit	19
4.4.4. Itsestään hapettuvat värit	20
5. HIUSVÄRIEN TURVALLISUUS	21
6. YHTEENVETO	22
LÄHTEET	23

1. Johdanto

Usein kuulee puhuttavan siitä, miten hyväkuntoiset hiukset näyttävät eläviltä ja huonokuntoiset kuolleilta. Tällaiset puheet saattavat valitettavan helposti aiheuttaa virheellisen käsityksen siitä, että hius eläisi. Todellisuudessa hyväkuntoisinkin hius on kuollutta ainesta, joka koostuu suurimmaksi osaksi keratiini-nimisestä proteiinista. Keratiinin (kuva 1.) lisäksi hiukset koostuvat melaniinista, rasva-aineista, suoloista ja mineraaleista. Melaniini on hiuksen luonnollinen väriaine, joka pitää sisällään laajan kirjon erilaisia värejä ja vivahteita. Hiuksissa näkyvä väri määräytyy erilaisten väripigmenttien keskinäisen suhteen perusteella. ¹

Hiuksen niin sanottu elävä osa on ihon alla oleva karvatuppi, jonka ympärillä biologisen synteesin alueella tapahtuu proteiinisynteesiä ja muodostuu uusia soluja. Biologisen synteesin alueen yläpuolella sijaitsee solujen erilaistumisen alue ja sen yläpuolella keratinisaation alue, jossa hiuksen kestävyyttä parantavaa keratiinia liitetään hiuksen rakenteeseen kystiinisidosten avulla. Ihonpäällinen hius koostuu valmiista keratinisoidusta pintakerroksesta, hiuksen kuorisoluista ja joskus myös erillisistä ydinsoluista. Erityisen tärkeä osa valmiin hiuksen rakennetta on solukalvokompleksi, joka pitää erilaiset hiussolut tiiviisti kiinni toisissaan. ²



Kuva 1. Keratiini ³

Hiuksia käsitellään monilla tavoilla, joista yksi on värjääminen. Hiusvärikäsitteilyt ovat hiusalan yritysten merkittävimpiä palveluita, sillä naisista jopa kaksi kolmannesta ja miehistäkin yhä useampi värjää hiuksiaan. Hiustenvärjäyksen taustalla olevat syyt ovat yksilöllisiä. Yksi haluaa peittää harmaita, toinen erottua valtavirrasta ja kolmas seuraa median tarjoamia trendejä. Kemian teollisuus on tuottanut markkinoille useita erilaisia hiusvärivalmisteita, joista osa vaikuttaa syvemmälle muokaten hiuksen luonnollista pigmenttiä, kun taas osa vaikuttaa vain hiuksen pintaan. Suurin osa, eli noin 65 % kaikista hiusväreistä on kestäviä, 20 % kevyitä ja loput 15 % muita hiusvärejä. ⁴

Hiusten värjääminen oli yleistä jo muinaisilla persialaisilla, heprealaisilla, kreikkalaisilla ja roomalaisilla, ja luonnon kasveista saatavia hennavärejä käytettiin jo 4000 vuotta sitten Egyptissä. Muinaiset egyptiläiset sekoittivat Lawsonia-kasvia kuumaan veteen. Seosta laitettiin hiuksiin ja näin syntyi punertava hennaväri. Lyijyasetta sisältäviä metallivärejä saatiin aikaan kun kastettiin lyijykampa happamaan viiniin. Roomalaiset miehet käyttivät metallivärejä harmaiden peittämiseen, kun taas naiset yrittivät vaalentaa hiuksiaan natriumhydroksidin ja auringonvalon avulla. ⁵

Nykykaikaisen hiusten kestävävärjäämisen voidaan katsoa alkaneen vuonna 1883, kun Monnet patentoi turkisten värjäysprosessin, jossa käytettiin p-fenyleenidiamiinia ja vetyperoksidia. Höyheniä ja karvoja värjättiin vuonna 1888, ja ensimmäisen kerran ihmishiuksia värjättiin tällä menetelmällä Pariisissa 1890 ja St. Louisissa 1892. Väliaikaiset ja kevythiusvärit kehitettiin vasta 1950-luvulla, kun ne keksittiin siirtää tekstiiliteollisuudesta kosmetiikkateollisuuteen. Hiusten vaalennus vetyperoksidin avulla toteutettiin ensimmäisen kerran Pariisissa 1867. ⁵

Nykykaikaisiin hiusvärivalmisteisiin kuuluu hapetettavia hiusvärejä ja suoravärejä, jotka jaetaan toimintaperiaatteen ja ainesosien mukaan moniin erilaisiin ryhmiin. Ilman hapetinta käytettäviä värejä ovat muun muassa erilaiset tilapäisvärit, joita käytettäessä hiuksiin lisätään väriainetta, joka ei muokkaa hiuksessa jo olevaa luonnollista pigmenttiä. Hapetettaviin väreihin kuuluvat niin kutsutut kevytvärit ja kestävävärit. Hapetettavat värit voivat hapettimen kanssa sekä vaalentaa, että muuttaa hiuksessa jo olevaa väriä. Usein hiusväreihin luetaan kuuluvan myös hiusta vaalentavat valmisteet, vaikka kyse ei tällöin todellisuudessa ole hiuksen värjäämisestä. ⁶ Tässä tutkielmassa käsitellään kuitenkin myös

hiusta vaalentavia aineita, sillä vaikka ne eivät olekaan varsinaisia hiusvärejä, kuuluvat ne usein olennaisena osana hiustenvärjäysprosessiin.

2. Hapetettavat hiusvärit

Hapetettavat värit ovat hiusvärivalmisteista yleisimmin käytettyjä. Hapetettavilla väreillä voidaan värjätä harmaantunutta hiusta. Niillä voidaan myös vaalentaa sekä värjättyä, että värjäämätöntä, luonnollisen väristä hiusta. Ilman hapetetta käytettävillä väreillä tämä ei onnistu, mikä osaltaan selittää hapetettavien hiusvärien suurta suosiota. Hapetinvärit koostuvat värivalmisteesta ja hapetteesta. Värivalmiste koostuu hapettuvista väriainesosista, jotka ovat joko esiväriaineita tai kytkeytyviä aineita. Hapettavilla väreillä tarkoitetaan sekä kesto- että kevytvärejä. Näiden erona on se, että kevytvärejä käytetään alhaisen (1,5-3 %) vetyperoksidipitoisuuden omaavan hapettimen kanssa, kun taas kestovärien kanssa käytettävien hapettimien vetyperoksidipitoisuus on korkea (3-12 %).^{7,8}

Hiuksen värjäytymiseen hapettuvalla väriaineella värjättäessä vaikuttavat olennaisesti:

1. Hapettimen valinta – Hapettimena voidaan käyttää vetyperoksidin lisäksi myös esimerkiksi ferrisyanidia.
2. Väriseoksen pH ja pH:ta säättävät ainesosat – pH:ta säädellään muun muassa ammoniakin, etanoliamiinin ja kaliumkarbonaatin avulla.
3. Hiuslaatu – Hiuksen kunto ja luonnollinen hiuslaatu vaikuttavat siihen, miten väriaineet reagoivat.
4. Muut väriaineseokseen lisättävät aineet, kuten väriaineen liukoisuutta säätelevät tekijät.⁹

2.1. Kestovärit

Kestovärit (*permanent*) ovat hiusväreistä ylivoimaisesti eniten käytettyjä. Ne saavat nimensä siitä, että väriaine muodostaa hiuksen sisällä hapettuessaan suuria väriainemolekyylejä, jotka eivät poistu tavallisella shampoopesulla. Kestoväreillä voidaan peittää harmaa hiusväri täydellisesti ja muuttaa luonnollinen hiusväri täysin erilaiseksi. Kestovärit sisältävät värittömiä värien esiasteita, jotka vetyperoksidin kanssa reagoidessaan muodostavat värillisiä molekyylejä.⁵

Kestovärit vahingoittavat hiusta enemmän kuin muut hiusvärit, sillä ne muuttavat hiuskuidun sisäistä rakennetta ja heikentävät näin hiuskuidun vahvuutta. Kestovärit eivät

nimestään huolimatta pysy loputtomiin täysin muuttumattomina, sillä väriaineessa saattaa tapahtua hitaita kemiallisia muutoksia, jotka tuottavat punertavia tai kellertäviä vivahteita. Näitä ei-toivottuja vivahteita voidaan poistaa esimerkiksi erilaisilla suoraväreillä.⁵

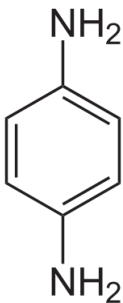
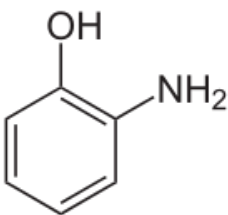
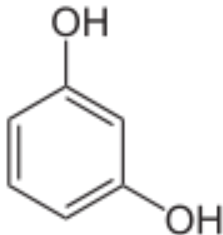
2.2. Kevytvärit

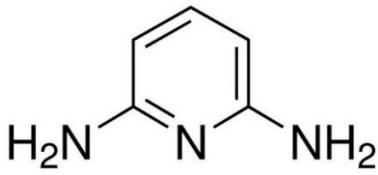
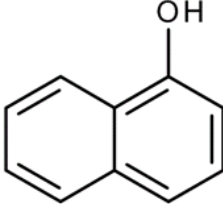
Kevytvärien (*demi-permanent, long lasting semi-permanent*) eroja kestäväreihin verrattuna ovat lyhyempi vaikutusaika ja se, että niiden vetyperoksidikonsentraatio on alhaisempi. Näin ollen niistä hiukselle aiheutuva kemiallinen vahinko on pienempi. Kevytväreihin on usein lisätty hapettuvien ainesosien lisäksi myös suoraväriaineesia, mistä johtuen useat kevytvärit ovat jo ennen hapetteen lisäämistä värillisiä, kun taas kestävärit ovat ennen hapettumistaan täysin värittömiä.^{10,6}

2.3. Hapetettavien väriaineiden kemiallinen rakenne

Useimmiten hapetettavat väriaineet ovat kemialliselta rakenteeltaan bentseenirenkaan johdannaisia, ja ne kuuluvat rakenteensa perusteella kolmeen ryhmään: diamiineihin, aminofenoleihin tai fenoleihin/naftoleihin.⁹ Useimmin käytetyt hapetettavat väriaineet on esitelty taulukossa 1.

Taulukko 1. Yleisimmät hapetettavat väriaineet¹¹

Diamiinit	Aminofenolit	Fenolit ja naftolit
1,4-Diaminobentseeni (p-Fenyleenidiamiini) 	1-Hydroksi-2-aminobentseeni (o-Aminofenoli) 	1,3-Dihydroksibentseeni 
2-Metyyli-1,4-diaminobentseeni	1-Hydroksi-3-aminobentseeni (m-aminofenoli)	1,3-Dihydroksi-2-metyylibentseeni
2-Kloori-1,4-diaminobentseeni	1-Hydroksi-5-metyyli-2-aminobentseeni	1,3-Dihydroksi-4-klooribentseeni

Diamiinit	Aminofenolit	Fenolit ja naftolit
4-Amino-difenyylimiini	2-Hydroksi-1-metyyli-4-(β -hydroksietyyliamino)-bentseeni	1,2,4-Trihydroksibentseeni
1- β -Hydroksietyyli-2,5-diaminobentseeni	1-Hydroksi-4-aminobentseeni (p-aminofenoli)	1,2,4-Trihydroksi-5-metyylibentseeni
1-Amino-4-bis-(β -hydroksietyyli)-aminobentseeni	1-Hydroksi-3-metyyli-4-aminobentseeni	1,5-Dihydroksinafteleeni
1,3-Diaminobentseeni (m-Fenyleenidiamiini)	1-Hydroksi-4-metyyliaminobentseeni	1,4-Dihydroksibentseeni
2,6-Diaminopyridiini 	1- β -Hydroksietyloksi-2,4-diaminobentseeni	1-Hydroksinafteleeni 
1-Metyyli-2,6-di-(β -hydroksietyyliamino)-bentseeni	2-Hydroksi-1-metyyli-4-aminobentseeni	1-Asetoksi-2-metyylinafteleeni
2,6-Dimetoksi-3,5-diaminopyridiini	1-Metoksi-2-amino-4-(β -hydroksietyyliamino)-bentseeni	

Taulukon 1. aineista vain ne, joissa kaksi aminoryhmää tai amino- ja hydroksyyli-ryhmä ovat toisiinsa nähden orto- tai para-asemassa, pystyvät aikaansaamaan syviä värisävyjä vaaleaan hiukseen. Tämä johtuu siitä, että vain sellaiset aineet, jotka hapettuaan muodostavat kinoni-monoimiinejä tai kinoni-diimiinejä, tuottavat tarpeeksi värikyläisiä pigmenttejä. On myös huomattu, että kopolymerisaatioreaktiolla ei saada tuotettua syviä värisävyjä, jos kinoni-monoimiinit tai kinoni-diimiinit eivät osallistu kondensaatioprosessiin.⁹

Värimuodostusreaktioon tarvitaan hapettimen lisäksi kahdenlaisia aineita.

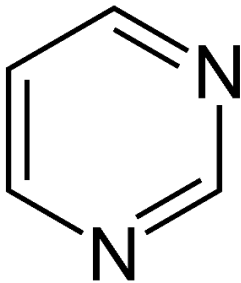
Englanninkielisissä lähteissä näitä aineita kutsutaan nimillä *base* ja *coupler*. Suomenkielistä materiaalia aiheesta löytyy hyvin vähän, mutta vapaasti käännettynä kyseisiä aineita voitaisiin nimittää pohjayhdisteeksi ja kytkeytyväksi yhdisteeksi. Pohjayhdisteet ovat värimuodostusreaktioiden primaarisia intermediaatteja, ja ne ovat kemialliselta rakenteeltaan aromaattisia diamiineja, diaminofenoleja tai aminofenoleja, joilla on joko amino- tai hydroksyyli ryhmä orto- tai para-asemassa aminoryhmään nähden. Kytkeytyvät yhdisteet taas ovat m-diamiineja, m-aminofenoleja tai polyfenoleja. Yksinään *base* tai *coupler*-yhdisteet tuottavat vain hyvin heikkoja värisävyjä, mutta reagoidessaan keskenään ne muodostavat kirkkaita värejä tuottavia väriaineita.⁹

Substituenttiryhmien keskinäisen sijainnin lisäksi värin luonnetta ja intensiivisyyttä voidaan yrittää arvioida sen perusteella, mitä substituentteja bentseenirenkaaseen on ylipäättään liittynyt.⁹

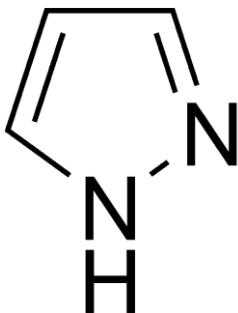
Substituenttien perusteella voidaan päätellä ainakin seuraavat asiat:

1. Nitroryhmät bentseenirenkaassa tuottavat keltaisia, punaisia ja purppuranvioletteja sävyjä.
2. Aminoryhmien määrän lisääminen kiihdyttää värjäysprosessia, mutta tämä ei suoraan tarkoita sitä, että värjäyksen tulos olisi intensiivisempi.
3. Triamiiniyhdisteet tuottavat punaisia ja ruskeita värisävyjä, kun taas vastaavat diamiinit tuottavat mustaa tai tummanruskeaa.
4. Hydroksyyli ryhmien lisääminen aminoryhmiin nähden heikentää värin intensiivisyyttä.
5. Jos yhdisteessä on useampi hydroksyyli ryhmä, vain ne yhdisteet soveltuvat värjäämiseen sellaisenaan, joissa hydroksyyli ryhmät ovat orto- tai para-asemassa toisiinsa nähden.
6. Hydroksyyli ryhmän korvaaminen metoksi-, etoksi- ja β -hydroksietyloksiryhmällä heikentää värin sävyä, mutta tekee väristä kestävämmän.
7. Metyyli-, etyyli- tai β -hydroksietyyliryhmä bentseenirenkaassa vähentää väriaineen värjäysvoimakkuutta.
8. Klooriatomi para-asemassa NH_2 - tai OH-ryhmän kanssa syventää värisävyä mutta orto- tai meta-asemassa klooriatomi vaimentaa sävyä.⁹

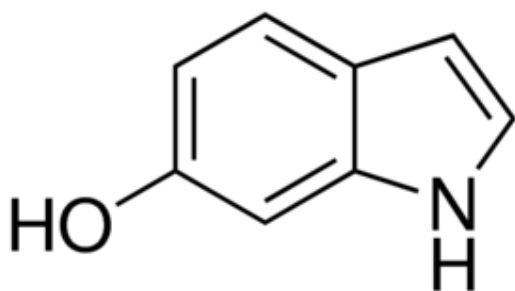
Bentseenijohdannaisten lisäksi primaarisiin intermediaatteihin kuuluu myös pyrimidiinin (kuva 2.) ja pyratsolin (kuva 3.) johdannaisia. Nämä johdannaiset käyttäytyvät hapettuvien pohjayhdisteiden tavoin ja niitä on käytetty erityisesti punaisten sävyjen kehittämisessä. Näiden heterosyklisten yhdisteiden johdannaisia käytetään myös kytkeytyvinä yhdisteinä tuottamaan raidallisia sävyjä, jotta ne kestäisivät paremmin useita shampoopesuja. Näistä esimerkkinä toimii kuvan 4. 6-hydroksi-indoli, jonka kemiallinen rakenne muistuttaa hiuksen luonnollisen pigmentin (kuva 5.) rakennetta. Rakenteiden samankaltaisuus on syy siihen, että väri kestää hiuksessa pitkään.⁹



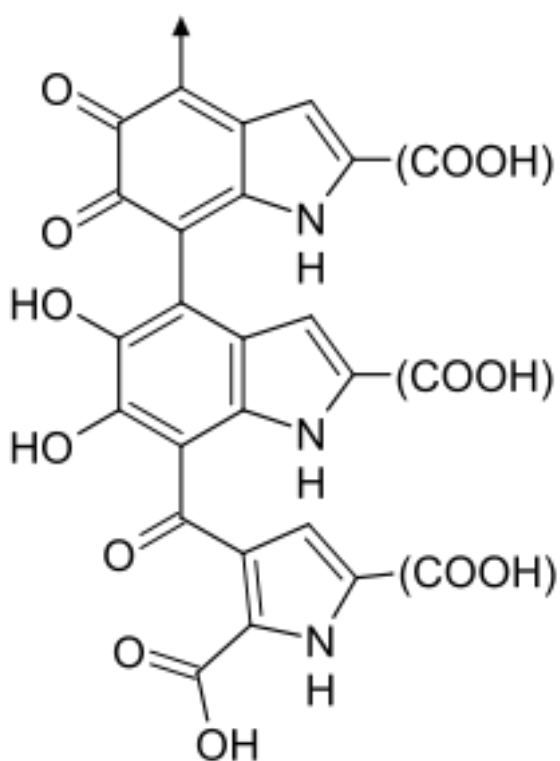
Kuva 2. Pyrimidiini



Kuva 3. Pyratsoli



Kuva 4. 6-hydroksi-indoli



Kuva 5. Melaniini ¹²

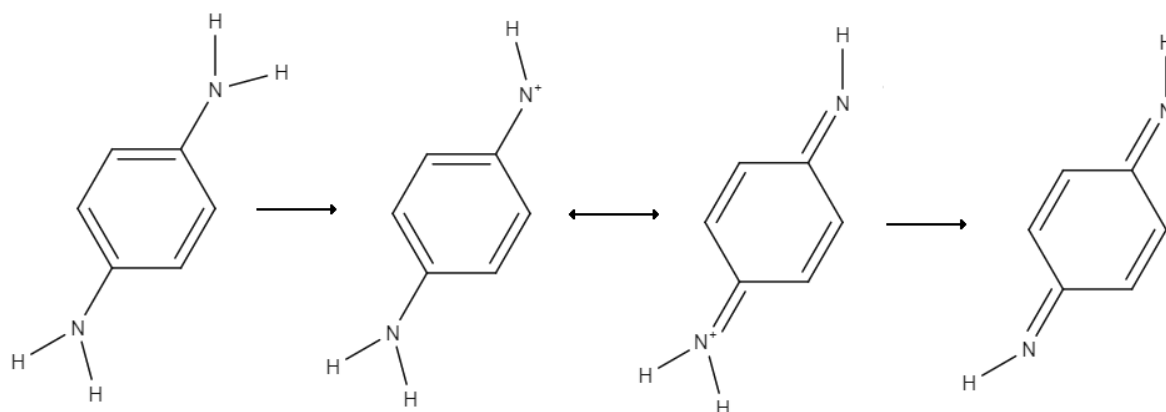
2.4. Hapetettavien väriaineiden kemialliset reaktiot

Hapetettavien värien toimintaperiaate perustuu nimensä mukaisesti hapettumiseen, sillä väriaineet tarvitsevat kehittyäkseen hapetinta. Hapettimen käyttö mahdollistaa hiuksen vaalentamisen ja värjäämisen samassa käsittelyssä. Hapetettava väri muodostuu hiuksen kuitukerroksessa väriainesosien reagoidessa vetyperoksidista vapautuneen hapen kanssa. Pienet hapettumattomat molekyylit pääsevät helposti kulkeutumaan hiuksen pintakerroksen läpi. Reaktion seurauksena hiuksen sisälle muodostuu suuria värimolekyyliä, jotka jäävät ikään kuin loukkuun hiuskuidun sisälle. ^{6,4}

Hapetettavien väriaineiden hapetusmekanismi on monimutkainen prosessi. Monivaiheisissa hapetuspelkistys- ja polymerisaatioreaktioissa värin esiasteet, eli edellisessä luvussa mainitut pohjayhdiste ja kytkeytyvä yhdiste, muodostavat väripigmentin, joka kiinnittyy hiukseen. Pohjayhdisteen hapettuminen ja sen reaktio kytkeytyvän yhdisteen kanssa ovat itsessään melko yksinkertaisia ja hyvin tunnettuja prosesseja. Ongelmalliseksi reaktion tekee se, että myös itse hius osallistuu reaktioon. Hius toimii reaktion katalyyttinä, ja suosii tiettyjen väriaineiden muodostumista. Koska värinmuodostusreaktioon osallistuu usein jopa viisi erilaista värin esiastetta, tarkan kopolymerisaatiotuotteen rakennetta on vaikea ennustaa.

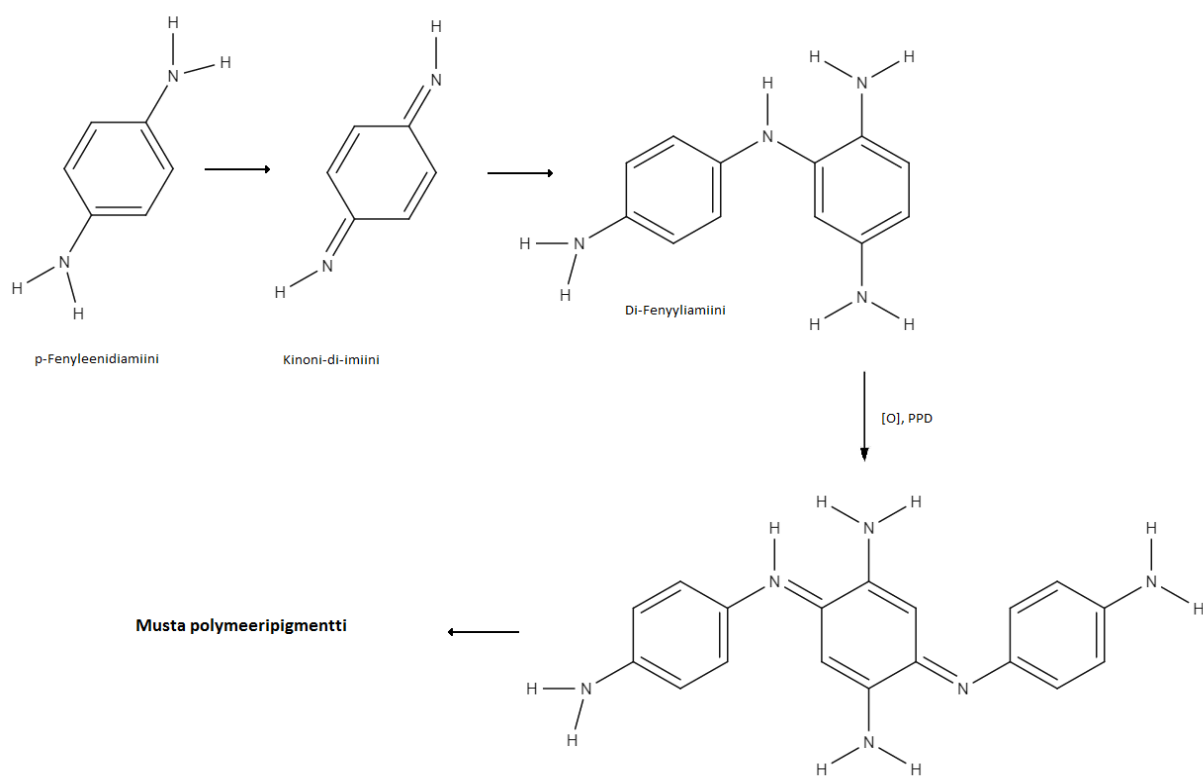
9,13

2.4.1. Esimerkkinä *p*-Fenyleenidiamiinin (PPD) hapettuminen ja polykondensaatio *p*-Fenyleenidiamiini eli PPD on mahdollisesti yleisin ja varmasti ainakin tunnetuin markkinoilla oleva esiväriaine. Hapettimen läsnäollessa PPD hapettuu kinoni-di-imiiniksi (kuva 6.), joka reagoi nopeasti nukleofiilisten kytkeytyvien yhdisteiden ja hieman hitaammin myös muiden pohjayhdisteiden kanssa. Vaikka monissa lähteissä puhutaan kinoni-di-imiinistä *p*-Fenyleenidiamiinin hapettumisreaktion keskeisenä reagenssinä, ei todellisuudessa kuitenkaan olla vielä täysin varmoja siitä, että kinoni-di-imiini on varsinainen reagoiva esiaste. On myös mahdollista, että kuvan 6. kolmas vaihe, eli kinoni-di-iminium onkin reaktion reagoiva ioni.¹⁴



Kuva 6. PPD:n hapettuminen¹⁵

Polymerisaatioreaktiossa kinoni-di-imiini (olettaen, että ko. reagenssi on reaktion aktiivinen intermediaatti) reagoi p-Fenyleenidiimiinin kanssa kuvan 7. mukaisesti muodostaen difenyyliamiinin, joka edelleen hapettuu. Hapettunut difenyyliamiini reagoi uudelleen PPD:n kanssa, jolloin muodostuu väriltään syväsininen, kolmirenkainen bentseenijohdannainen. Ketjureaktio jatkuu edelleen, ja muodostaa lopulta mustan polymeeripigmentin, jonka rakennetta ei täysin tunneta. Koska PPD:n reaktio itsensä kanssa ei tuota kovinkaan monenlaisia värejä, suositetaan enemmän PPD:n reaktiota muiden kytkeytyvien yhdisteiden kanssa.¹⁴



Kuva 7. PPD:n polykondensaatio¹⁶

3. Vaalennusaineet

Hiusta vaalentavat aineet vaalentavat sekä värjäämätöntä, että aiemmin värjättyä hiusta. Ne eivät poista hiuksesta melaniinia, vaan muokkaavat sen kemiallista rakennetta niin, ettei se enää taita valoa samalla tavalla. Vaalennus on hiukselle voimakkain mahdollinen kemiallinen käsittely, sillä se vaurioittaa hiuksen rikkisidoksia, jolloin hiuksen vetolujuus heikkenee. Terve hius palautuu venytyksestä, mutta vaalennetun hiuksen palautumiskyky heikkenee rikkisidosten vaurioituttua. Vaalennuskäsittelyjä tehdään usein esikäsittelyinä varsinaisille värjäyksille. Tällöin puhutaan värinpoistosta, mikä on nimityksenä harhaanjohtava, sillä väripigmentit eivät poistu hiuksen rakenteesta vaan niiden koostumus vain hajotetaan niin, että hius näyttää vaaleammalta.^{17,7}

Useat vaalennus- ja värjäyskäsittelyt rasittavat hiusta, ja niiden seurauksena hiukseen kertyy myös lukuisia erilaisia pigmenttejä, joiden vaikutus tuleviin värjäyksiin on käsittelykertojen lisääntyessä aina vain vaikeampaa ennustaa. Kun hiusta käsitellään toistuvien vaalennusten jälkeen, lopputulokseen vaikuttavat uusien hapettuvien pigmenttien lisäksi hiuksessa jo ennestään olevat värittömiksi käsitellyt pigmentit.^{17,8}

3.1. Vaalennusaineiden kemia

Emäksisten vaalennusaineiden vaikuttavia aineita ovat vetyperoksidi ja persulfaatit.

Toimiakseen tehokkaasti hapettavat aineet tarvitsevat emäksisen ympäristön. Jauhemaisten vaalennusvalmisteiden emäksenä käytetään useimmiten silikaatteja, karbonaatteja tai fosfaatteja. Voidemaisissa vaalennusaineissa voidaan käyttää joko ammoniakkia tai etanoliamiinia.⁶

Emäksisten värinpoistovalmisteiden lisäksi käytetään jonkin verran myös happamia vaalennusaineita. Happamien vaalennusaineiden vaikuttavana aineena on pelkistin, joka luovuttaa vetyä happamassa ympäristössä. Pelkistimenä näissä tuotteissa toimii useimmiten natriumhydroksimetaanisulfaatti. Emäksisen ja happaman värinpoistoaineen erona on se, että hapenvärinpoistossa suuret pigmenttimolekyylit vain pelkistyvät pienemmiksi, jolloin ne voivat hapettua uudestaan ilman hapen vaikutuksesta. Tällöin hius saattaa siis tummua uudelleen.⁹

3.2. Hapetin

Hiusväreissä useimmiten käytetty hapetin on vetyperoksidi. Vetyperoksidin lisäksi hapetinaineisiin on lisätty muun muassa erilaisia pehmentäviä, kelatoivia ja aineen pH:ta säättäviä aineita. ⁹ Taulukossa 2. on esitelty kahden markkinoilla olevan hapetinvalmisteen sisältävät aineet ja niiden tehtävät.

Taulukko 2. Kahden hapetinvalmisteen sisältämät ainesosat ja niiden tehtävät ¹⁸

Valmiste 1.		Valmiste 2.	
Ainesosa	Tehtävä	Ainesosa	Tehtävä
Aqua (Vesi)	Liuotin	Aqua (Vesi)	Liuotin
Hydrogen peroxide (Vetyperoksidi)	Hapettava aine	Paraffium Liquidium (Paraffiiniöljy)	Pehmentävä aine
Cetearyl Alcohol (Setearyylialkoholi)	Pehmentävä aine	Hydrogen peroxide (Vetyperoksidi)	Hapettava aine
Sodium Lauryl Sulfate (Natriumlauryylisulfaatti)	Pinta-aktiivinen aine	Cetearyl Alcohol (Setearyylialkoholi)	Pehmentävä aine
Phosphoric Acid (Fosforihappo)	pH:n säätäjä	PEG-40 Castor Oil (PEG-40-risiiniöljy)	Emulgaattori
Salicylic Acid (Salisyylihappo)	Ihoa hoitava, keratolyttinen aine	Sodium Cetearyl Sulfate (Natriumsetearyylisulfaatti)	Pinta-aktiivinen aine
Disodium Phosphate (Dinatriumfosfaatti)	pH:n säätäjä	Etidronic Acid (Etidronihappo)	Kelatoiva aine
Simethicone (Simetikoni)	Pehmentävä aine, hiuksia hoitava aine	Potassium hydrokside (Kaliumhydroksidi)	pH:n säätäjä
Etidronic Acid (Etidronihappo)	Kelatoiva aine	2,6-Dicarboxypyridine (2,6-dikarboksipyridiini)	Kelatoiva aine
Sodium Cocoyl Isethionate (Natriumkokoyyli-isetionaatti)	Hiuksia hoitava ja pinta-aktiivinen aine	Disodium Pyrophosphate (Dinatriumpyrofosfaatti)	Kelatoiva aine
Sodium Stearoyl Lactylate (Natriumstearoyylilaktylaatti)	Emulgaattori	Sodium Benzoate (Natriumbentsoaatti)	Säilöntäaine
Cellulose Gum (Selluloosakumi)	Viskositeetin säätäjä		

4. Suoravärit

Suoravärit ovat ilman hapetinta toimivia värivalmisteita, joita voidaan käyttää esimerkiksi kirkastamaan hiusten luonnollista väriä tai parantamaan jo värjätyn hiuksen väriä.

Suoraväreillä ei voida vaalentaa hiuksen luonnollista sävyä ja ne on suunniteltu kestämaan hiuksessa 5-10 pesun ajan. Suoraväreihin kuuluvat tilapäisvärit, värihuuhtelut, kasvivärit ja metallivärit. Ilman hapetinta toimivat värit ovat usein, kasvivärit pois lukien, käyttövalmiita sellaisenaan ja ne voivat olla joko nestemäisenä, vaahtona, geelinä tai spray-muodossa.^{5,7}

4.1. Kasvivärit

Kasvivärit ovat suoravärejä, joiden suosio on kasvanut huomattavasti viime vuosina, sillä kestävä kehitys, ympäristöystävällisyys ja terveelliset elämäntavat ovat olleet paljon esillä mediassa. Tämän lisäksi synteettisiin aineisiin kohdistuu yhä enemmän ennakkoluuloja, kun taas kasviperäiset raaka-aineet mielletään turvallisiksi. Luonnollisista väriaineista puhuminen saa kasvivärit kuulostamaan turvallisilta, mutta todellisuudessa kaikki luonnosta saatavat raaka-aineet eivät ole täysin harmittomia.¹⁹

Kasvivärien yleistymisen syynä on ekologisuuden lisäksi se, että ne mahdollistavat hiusten värjäämisen esimerkiksi henkilöille, jotka ovat allergisia p-fenyleenidiamiinille, joka on hapetettavissa hiusväreissä yleisesti käytetty ainesosa. Kasvivärjäyksellä on kuitenkin omat heikkoutensa, joihin lukeutuvat esimerkiksi prosessin pitkä kesto ja se, ettei värjäyksen lopullisesta tuloksesta voida olla täysin varmoja. Haluttuun lopputulokseen pääseminen voi vaatia useita käsittelykertoja ja silti lopullinen väri riippuu hiustyyppistä sekä hiuksen omista- ja aiemmin värjättyssä hiuksessa myös keinotekoisista pigmenteistä.²⁰

Kasviväreillä ei voida vaalentaa hiuksen luonnollista pigmenttiä, melaniinia, mutta niillä voidaan sävyttää ja tummentaa hiusta, sekä kirkastaa jo olemassa olevaa hiusväriä. Muiden jo mainittujen tekijöiden lisäksi myös väriseoksen pH vaikuttaa kasvivärjäyksen lopputulokseen. Väriseoksen pH:ta voidaan säädellä erilaisilla esikäsittelyillä ja raaka-aineiden valinnalla. Happamasta väriseoksesta saadaan helpommin lämpimiä värisävyjä, kun taas emäksiset olosuhteet edistävät kylmien sävyjen syntymistä.²⁰

Varsinainen kasvihiusväri saadaan valmistettua kasveista jauhetuista jauheista ja vedestä.

Vesi toimii väriseoksen liuottimena. Kasviaines jauhetaan mahdollisimman hienoksi

jauheeksi, jotta väriaineet saataisiin helposti liukenemaan veteen. Perusohje kasvivärin sekoittamiseen on 100 g kuivatusta kasveista jauhettua jauhetta ja 3-4 dl vettä. Veden lämpötilaksi suositellaan 50–80 °C riippuen käytettävistä kasveista. ^{20,1}

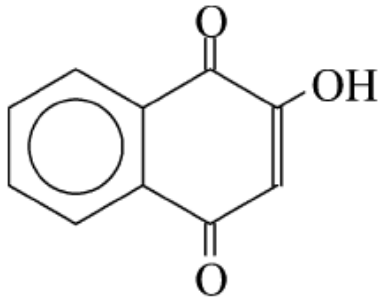
Ekologisten hiusvärien toimintaperiaatetta voidaan verrata luonnonmateriaalien, kuten villan, värjäämiseen. Kasvista irtoavan värin tarttumista värjättävään materiaaliin parannetaan kemiallisen esikäsittelyn, puretuksen, avulla. Käsittely syventää hiuksen väriä ja mahdollistaa väriaineen kiinnittymisen hiuksen pintaan. Hapetettavien hiusvärien yhteydessä puretusaineena käytetään asetaatteja. Kasvivärjäyksissä puretukseen käytetään muun muassa jäkäliä, kortteita ja havunneulasia. Myös viinietikkaa, viiniä ja sitruunaa voidaan käyttää, ja erilaisia puretusaineita voidaan sekoittaa yhteen. ^{20,21}

Hiusten värjäämiseen yleisimmin käytettyjä kasveja ovat henna, kamomilla ja indigo. Näistä hennapohjaiset kasvivärit ovat ylivoimaisesti suosituimpia, ja tällä hetkellä kampaamoissa myytävät kasvivärit ovat lähinnä hennapohjaisia. ⁸

4.1.1. Henna

Hennavärit ovat tuhansia vuosia vanha keksintö. Arabimaissa niitä käytetään yhä edelleen hiusten, kynsien, kämmenten ja jalkapohjien värjäämiseen. Hennakasvi, *Lawsonia Inermis*, kasvaa pienenä pensaana, jossa on valkoiset voimakkaan tuoksuiset kukat. Sitä viljellään eniten Intiassa, Tunisiassa, Arabiassa ja Iranissa. ⁹

Hennaväriä valmistettaessa kasvin lehdet kuivataan ja murskataan vihreänkeltaiseksi jauheeksi. Juuri ennen värin levittämistä hiuksiin, jauhe sekoitetaan kuumaan veteen. Seoksen annetaan vaikuttaa hiuksissa 30 - 40 minuuttia ennen kuin se huuhdellaan pois. Arabimaissa väri jätetään usein päähän koko yöksi mahdollisimman intensiivisen värjäystuloksen saavuttamiseksi. Hennavärin aktiivinen ainesosa on 2-hydroksi-1,4-naftokinoni, joka tunnetaan myös nimellä Lawsone (kuva 8.). Hennakasvin lehdet sisältävät myös tanniinia, mistä johtuen hiukset jäävät värjäyksen jälkeen hieman kankeiksi. ⁹



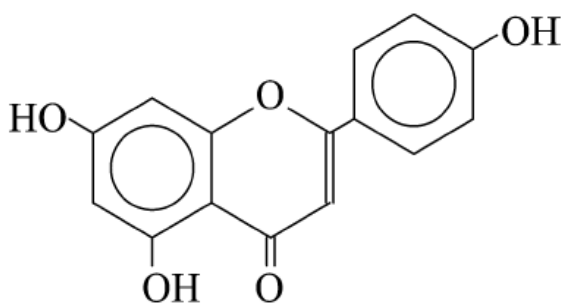
Kuva 8. Lawsone ²²

Hennavärit ovat luonnontuotteita, eikä niillä yleensä ole mainittavia sivuvaikutuksia, mutta niillä on siitä huolimatta muutamia suuria haittapuolia. Värin valmistus ja levittäminen on monimutkaista, sävyt eivät aina täsmälleen vastaa tavoitteita ja hiusten käsittely jatkossa saattaa olla vaikeaa, sillä henna saattaa reagoida muiden hiustenhoitotuotteiden kanssa ei-toivotuilla tavoilla. Nykypäivänä hennavärit onkin suurelta osin korvattu muilla suoraväreillä.

9

4.1.2. Kamomilla

Roomalainen kamomilla (*Anthemis nobilis*) ja saksalainen kamomilla (*Matriarcaria chamomilla*) tuottavat kukkia, joita voidaan käyttää hiusten sävyttämiseen. Nämä kukat sisältävät keltaiseksi värjäävää ainetta, 4,5,7-trihydroksiflavonia, jota kutsutaan apigeniiniksi. Yhdisteen rakenne näkyy kuvassa 9. ⁹



Kuva 9. Apigeniini ²³

Hiusten kamomillavärjämiseen voidaan käyttää kuumaa vettä, jossa kamomillan kukkia on keitetty, tai hennavärin kaltaista seosta. Seosta valmistettaessa kamomillan kukinnot

murskataan hienoksi jauheeksi ja sekoitetaan kuumaan veteen juuri ennen värjäystä. Kamomillan hiuksiin aiheuttama keltainen vivahde saa hiukset näyttämään vaalennetuilta.⁹

4.1.3. Indigo

Indigojauhetta saadaan indigofera-suvun kasveista, joita kasvaa Länsi-Intiassa ja Etelä-Amerikassa. Indigojauheella saadaan aikaan sinivihreitä sävyjä. Sitä yhdistetään joskus hennaväreihin, jolloin saadaan värejä kastanjanruskeasta mustaan.⁹

4.2. Metallivärit

Metallivärit saavat nimensä siitä, että niiden vaikuttavat aineet ovat metallien suoloja. Yleisimmin käytetty metalli on lyijy, mutta myös hopeaa, kuparia, vismuttia, nikkeliä, rautaa, mangaania ja kobolttia on käytetty. Metallivärit ovat poikkeuksellisia hiusvärejä, sillä värjäyksen lopullista tulosta ei nähdä heti, vaan väri muuttuu asteittain harmaasta ruskean kautta mustaan muutamien viikkojen aikana. Metallivärit sopivat siis lähinnä luonnostaan tummille hiuksille ja yleensä niitä myydäänkin päivittäistavarakaupoissa hiusvärin palauttajina harmaantuneille hiuksille.⁵

Metallivärit eivät ole kovin yleisiä johtuen metallien toksisuudesta ja siitä, ettei värjäyksen lopulliseen tulokseen voida tarkasti vaikuttaa. Kasvivärien tavoin metallivärejä ei voida poistaa hiuksesta, sillä metallit reagoivat hiusten rikkisidosten kanssa muodostaen tummaa valoa taittavia yhdisteitä, jotka eivät poistu hiuksesta. Metallivärien päälle värjääminen hapetettavilla hiusväreillä ei myöskään onnistu, sillä ne reagoivat esimerkiksi vetyperoksidin kanssa hiusta vahingoittavasti.^{7,8}

4.3. Tilapäisvärit

Tilapäisvärit on suunniteltu niin, että ne peseytyvät pois hiuksesta yhdessä shampooopesussa. Niitä käytetään useimmiten pienten vivahteiden aikaansaamiseen, luonnollisen värin kirkastamiseen tai olemassa olevan värjätyn värin parantamiseen. Tilapäisvärit koostuvat niin isoista molekyyleistä, etteivät ne pääse tunkeutumaan hiuksen pintakerroksen läpi, jolloin ne siis poistuvat hiuksen pinnalta helposti. Sen lisäksi, että tilapäisvärit poistuvat hiuksesta helposti yhdessä shampooopesussa, ne voivat myös irrota hiuksen pinnalta sateen vaikutuksesta. Tämä saattaa aiheuttaa vaatteiden värjäytymistä.⁵

Tilapäisvärien ongelmana saattaa joissain tapauksissa olla se, että jos niitä käytetään voimakkaasti käsiteltyyn hiukseen, saattavat väripigmentit koostaan huolimatta päästä hiuksen sisempiin kerroksiin. Tämä johtuu siitä, että voimakkaan käsittelyn seurauksena

hiuksen pintakerroksesta on saattanut irrota hiussuomuja, jolloin hiuksen pinta on vaurioitunut. Tällöin pigmentit eivät enää poistu hiuksesta toivotulla tavalla.⁵

Tilapäisvärejä käytetään paljon esimerkiksi värikäsiteltyjen hiusten välikäsittelyissä varsinaisten värjäysten välillä. Moniin shampoisiin ja hoitoaineisiin lisätään nykyään väriä säilyttäviä tilapäisväripigmenttejä niin, että hiusväriä on helppo ylläpitää kotikonstein.⁶

Tilapäisvärit sisältävät anionisia väripigmenttejä, jotka muistuttavat villakankaiden värjäämiseen käytettäviä pigmenttejä. Nämä väripigmentit luokitellaan kemiallisesti atsoväreihin, antrakinoneihin, trifenyylimetaaneihin, ksantiineihin ja bentsokinonimiineihin. Nämä värit tunnetaan myös FDC- ja DC-sinisinä, vihreinä, punaisina, oransseina, keltaisina ja violetteina. Tilapäisvärejä onkin olemassa sekä luonnollisina sävyinä, että niin kutsuttuina shokkiväreinä, kuten pinkkinä tai vihreänä.⁵

4.4. Suoravärien kemia

Suoravärit ovat valmiita käytettäväksi sellaisenaan, joten ne ovat helppokäyttöisiä ja nopeita. Useimmiten ne on tarkoitus laittaa märkään, vastapestyyn hiukseen ja huuhdella melko pian. Suoravärien nimitys tulee siitä, että väriaineet vaikuttavat suoraan hiukseen, toisin kuin hapettavat väriaineet, joissa värin esiasteiden täytyy reagoida hapettimen kanssa toimiakseen.⁶

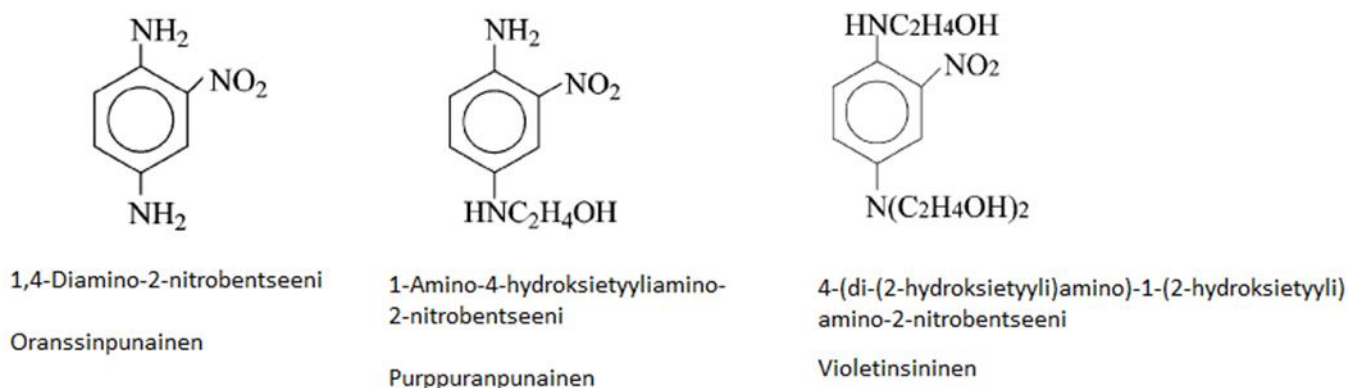
Suoravärien väriaineet kuuluvat kemiallisesti moneen erilaiseen luokkaan, ja niistä yleisimpiä ovat nitrovärit. Nitrovärien lisäksi suoraväreihin kuuluu muun muassa anioni-kationi – kompleksivärejä ja itsestään hapettuvia väriaineita.⁹

4.4.1. Nitrovärit

Nitroväreihin kuuluvat aromaattiset amiinit, aminofenolit ja nitrofenolit. Yhden tai useamman nitroryhmän lisääminen bentseenirenkaaseen lisää värjäyspotentiaalia jopa ilman hapetetta. Samanaikaisesti nämä lisätyt substituentit poistavat oksidatiivisen kondensaation mahdollisuuden. Nitrovärit ovat voimakkaita muihin suoraväreihin verrattuna. Nitroryhmän värejä saatetaan myös lisätä joihinkin kevytväreihin voimistamaan värin intensiivisyyttä.^{9,8}

Nitroväreihin kuuluvat muun muassa monet keltaiset, oranssit ja punaiset suoravärit. Aminoryhmiä lisäämällä saadaan aikaan myös monenlaisia pinkkejä, purppuraisia, violetteja ja sinisiä värejä. Aminoryhmien vetyatomeja korvaamalla saadaan aikaan muunnettuja ja

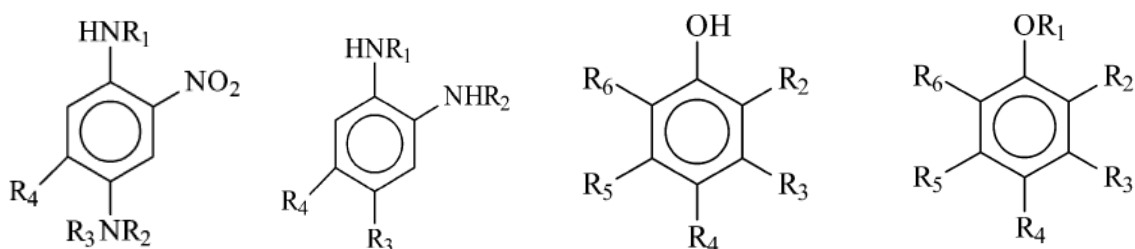
mahdollisesti syvempiä sävyjä. Kuvassa 10. nähdään, kuinka oranssinpunaisesta väriainemolekyylistä saadaan violetinsininen.



Kuva 10. Oranssinpunaisesta violetinsiniseen ²⁴

Syvämpiä sävyjä saadaan aikaan suurentamalla molekyylimassaa, mikä useimmiten johtaa siihen, etteivät molekyylit kiinnity hiuksen keratiiniin yhtä tiiviisti. Tästä johtuen intensiivinen väri saattaa näyttää erilaiselta hiuksen hyväkuntoisessa tyvessä ja vahingoittuneessa latvassa. Tätä eroa saadaan pienennettyä lisäämällä väriaineen konsentraatiota tai vaihtoehtoisesti seoksen pH:ta muokkaamalla. ⁹

Yleisimmin käytetyt nitrovärit ovat 1,4-Diaminobentseenin-, 1,2-Diaminobentseenin-, aminofenolien- tai aminofenyylieetterien nitro johdannaisia. Johdannaisten rakenteet on esitetty kuvassa 11. 1,4-Diaminobentseenin johdannaiset ovat väriltään sinipunaisia, 1,2-Diaminobentseenin johdannaiset keltaoransseja, aminofenolien oranssinpunaisia ja aminofenyylieetterien keltavihreitä. ⁹



Kuva 11. Järjestyksessä vasemmalta oikealle: 1,4-Diaminobentseenin-, 1,2-Diaminobentseenin-, aminofenolien- tai aminofenyylieetterien nitro johdannaisten rakenne. ²⁵

4.4.2. Liuotinvärit

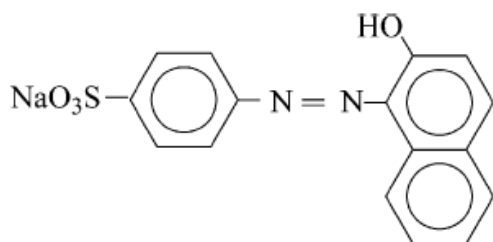
Alun perin liuotinvärit kehitettiin tekstiiliväreiksi, mutta nykyään niitä käytetään jonkin verran myös hiusten värjäämiseen. Väreissä käytettäviä liuottimia ovat muun muassa glykolieetterit, sykloheksanoli, furfuryylialkoholi, bentsyylialkoholi ja fenetyylialkoholi. Nämä liuottimet parantavat sellaisten väriaineiden kiinnittymistä keratiiniin, jotka eivät normaalisti kestäisi pitkään hiuksessa. Liuottimien käyttö on näin ollen mahdollistanut sellaisten väriaineiden käytön, joita muuten olisi ollut mahdotonta käyttää. Liuottimien toimintaperiaatetta värjäyksessä ei täysin ymmärretä mutta oletetaan, että ne helpottavat värien imeytymistä nimenomaan hiuskuidun pinnan läpi. ⁹

4.4.3. Anioni-kationi –kompleksit

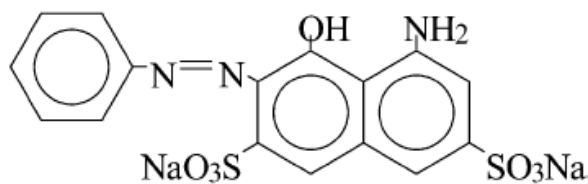
Sähkökemiallisesti kiinnittyvät suoraväriaineet ovat suosittuja siksi, että hiuksessa on luonnostaan sekä positiivisia, että negatiivisia varauksia, jolloin sekä anioniset, että kationiset väriaineet tarttuvat hiukseen hyvin. Suoraväreiksi ne soveltuvat siksi, että niiden poistaminen on suhteellisen helppoa, kun shampoooseen tai hoitoaineeseen on lisätty anionisia tai kationisia komponentteja. ⁶

Alun perin kationisia väriaineita yritettiin kehittää sellaisiksi, että värjäysprosessissa hiusta käsiteltäisiin ensin kationisella surfaktantilla, jonka jälkeen lisättäisiin hapan väriaine. Tämä osoittautui kuitenkin liian monimutkaiseksi, joten kyseisestä tavasta luovuttiin. Happamien väriaineiden ominaisuuksia voidaan kuitenkin muokata paremmiksi muodostamalla niistä kompleksiyhdiste kationisten surfaktanttien kanssa. Jos anioni-kationi –kompleksi muodostuu, se toimii täysin uudenaikaisena väriaineena. Kompleksi on kuitenkin tällöin liukenematon. Liukenematon väriaine ei poistu hiuksesta shampooesussa, vaan se täytyy hajottaa tai liuottaa erikseen ei-ionisella surfaktantilla. Parhaiten kompleksimuodostukseen soveltuvia väriaineita ovat happamat väriaineet, joilla on funktionaalisenä ryhmänä joko SO_3H tai COOH . ⁹

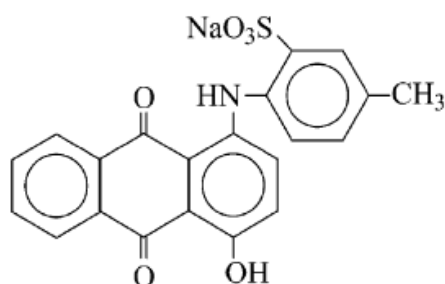
Yleisimmät anioni-kationi –kompleksivärit on esitelty kuvassa 12.



CI 15510 Oranssi 7



CI 17200 Punainen 33



CI 60730 Violetti 43

Kuva 12. Yleisimmät anioni-kationi –kompleksivärit ²⁶

4.4.4. Itsestään hapettuvat värit

Useat aromaattiset amiinit tai aminofenolin johdannaiset kykenevät hapettumaan itsestään ollessaan kosketuksissa ilmakehän hapen kanssa. Hapettuessaan ne tuottavat värillisiä polymeerejä ja väriaineita. Ongelmana näissä väreissä on se, että värin hapettuminen ilman vaikutuksesta tuottaa hankalasti ennustettavia lopputuloksia. Värin lopputuloksesta ei siis voida olla aivan varmoja, mistä johtuen itsestään hapettuvat väriaineet eivät ole kovin suosittuja. Esimerkkinä tällaisesta väriaineesta on triaminobentseeni, joka tuottaa hiukseen sinimustan värin huoneen lämpötilassa. Väri on kuitenkin niin epästabiili, että muutamien päivien kuluessa väri muuttuu punertavaksi. Toisena esimerkkinä m-diaminofenolin vaalean kastanjan sävy muuttuu vähitellen tummaksi kastanjanruskeaksi. ⁹

5. Hiusvärien turvallisuus

Hiusvärien turvallisuudesta puhutaan kokoajan enemmän ja enemmän, kun ihmiset tulevat yhä tietoisemmiksi erilaisten aineiden aiheuttamista mahdollisista haittavaikutuksista. Suurimpia ongelmia hiusvärien käytössä on se, että väriaineet vaikuttavat myös hiuspohjaan, josta mahdollisesti haitalliset ainesosat voivat imeytyä elimistöön. Kosketusallergian yleistyminen hiusvärien yhteydessä aiheuttaa myös huolta ja yleisimmät kosmetiikan käyttöhaitat ovatkin nimenomaan iho-oireita. Euroopan Unionin julkaisemat viranomaismääräyksiin laaditut listat antavat tietoa siitä, minkä aineiden käyttö kosmeettisissa valmisteissa on hyväksyttyä. Listoissa on sallittujen aineiden lisäksi ilmoitettu kyseisten aineiden mahdolliset pitoisuusrajoitukset.^{27,28}

Huolimatta siitä, että monet pitävät hiusvärejä haitallisina, ovat ihmiset käyttäneet niitä jo yli sata vuotta. Lisäksi hapetettavat hiusvärit ovat kyseenalaisesta mediahuomiostaan huolimatta jatkuvasti vaihtoehtoisia tuotteita suositumpia, mihin syynä on todennäköisesti se, että niillä saadaan aikaan mahdollisimman tarkasti se väri, johon pyritään. Vuosien varrella monien aineiden käytöstä hiusten värjäämisessä on luovuttu, mutta 1900-luvun alussa käytetyistä aineista käytetään yhä edelleen muun muassa p-fenyleenidiamiinia, resorsinolia ja m-fenyleenidiamiinia.⁸

Kasviperäisiä väriaineita pidetään usein vähemmän haitallisina, kuin täysin kemiallisia hapettavia värivalmisteita. Vaikka tämä olisikin totta, on myös kasviväreillä omat haittapuolensa, eivätkä nekaan ole täysin allergiavapaita. Esimerkkinä voidaan käyttää ehkä tunnetuinta hiusten värjäykseen ja ns. hennatatuointeihin käytettävää kasviväriä, Lawsonia Inermis – kasvista valmistettavaa hennauutetta. Hennauute on luonnonmukainen kasviperäinen hiusväri, jonka sisältämää 2-hydroksi-1,4-naftokinonia voidaan kuitenkin valmistaa myös synteettisesti.²⁹

Erityisesti mustien hennavärien sisältämä p-fenyleenidiamiini (PPD) voi aiheuttaa vakavan allergisen reaktion. Helsingin Allergia- ja Astmayhdistyksen mukaan henkilöillä, joilla on joskus ollut musta hennatatuointi, on muita suurempi riski saada allerginen ihoreaktio hiusten värjäämisen yhteydessä.³⁰ Euroopan Unionin kosmetiikka-asetuksen mukaan p-fenyleenidiamiinia ja sen suoloja saa tällä hetkellä käyttää ripsien ja kulmien värjäykseen ammattikäytössä. Hiustenvärjäyksessä sen käyttö on sallittu 2 %:n pitoisuusrajoituksella.²⁸

Synteettisiä hiusvärivalmisteita valvotaan tarkasti ja niiden käyttöturvallisuutta arvioidaan jatkuvasti. Lyhyen aikavälin haittavaikutukset tunnetaan hyvin. Niitä ovat muun muassa kosketusihottuma, kutina ja punoitus. Pelkästään lyhyen aikavälin haittavaikutukset aiheuttavat jo huolta mutta näiden lisäksi pitkällisen ja systemaattisen altistumisen aiheuttamat haittavaikutukset huolettavat. Näitä haittavaikutuksia ei vielä tunneta, mutta huolta aiheuttavat esimerkiksi useat aromaattiset diamiinit, jotka ovat esimerkiksi antaneet positiivisen tuloksen aineiden mutageenisyyttä tutkittaessa.^{8,4}

6. Yhteenveto

Hiusten värjäämiseen on tarjolla monta erilaista tuotetta yhtä moneen erilaiseen käyttötarkoitukseen. Väriaineen valintaan liittyviä tekijöitä on useita. Toiset eivät halua käyttää ollenkaan hapetetta sisältäviä värejä, kun taas toiset haluavat olla täysin varmoja siitä, että värjäyksen lopputulos vastaa täsmälleen valittua värisävyä. Toiset värit allergisoivat enemmän ja toiset vähemmän, mutta todellisuudessa hiusvärin vaikutukset ovat riippuvaisia käyttäjästä ja siitä, minkälaisia mahdollisia yliherkkyyksiä väriainetta käyttävällä henkilöllä on. Väriaine, joka ei yhdelle aiheuta minkäänlaisia oireita, voi toiselle aiheuttaa hengenvaarallisen allergisen reaktion. Tästä johtuen allergestien tekeminen aina ennen uudenlaisen väriaineen käyttöönottoa on tärkeää.

Hiusten värjäämiseen liittyy monia erilaisia kemiallisia prosesseja, joista suurin osa on niin monimutkaisia, ettei niitä voida ainakaan vielä täysin tarkasti selvittää. Prosessit ovat monivaiheisia ja niihin vaikuttaa monta kemialliselta rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan erilaista ainetta samaan aikaan. Värinmuodostukseen liittyy muun muassa elektrostaattisia vuorovaikutuksia ja hapetus-pelkistysreaktioita. Jokaiseen väriaineeseen liittyvästä kemiasta voisi kirjoittaa oman tutkielmansa, ja tämä tutkielma onkin vain yleiskatsaus hiusvärien kemiaan ja siihen, minkälaisia kemiallisia aineita ja kemiallisen reaktion tyyppisiä hiusten värjäämiseen liittyy.

Lähteet

1. Murphy, B. P. 2000. *Hair Colourants*. Edited by Butler, H. Teoksessa *Poucher's, Perfumes, Cosmetics and Soaps*. 10th Edition. London: Kluwer academic publishers.
2. Robbins, C. R. 1988. *Chemical and physical behaviour of human hair*, second edition. New York: Springer-Verlag.
3. <http://blogs.unimelb.edu.au/sciencecommunication/2013/10/21/chemistry-of-cosmetics-part-ii/>, katsottu 27.10.2015
4. Schueller, R., Romanowski, P. 2003. *Beginning Cosmetic Chemistry*. Second edition. USA: Allured Publishing Corporation
5. Draelos, Z. D. 2011. *Cosmetics and Dermatological problems and solutions: A problem based approach*, 3rd edition. USA: Informa healthcare, CRC press.
6. Marsh, J.M. 2012. *Hair Coloring*. Edited by Evans, T., Wickett, R. Teoksessa *Practical modern hair science*. USA: Allured Publishing Corporation.
7. Halal J. 2002. *Hair structure and chemistry simplified. Fourth edition*. Canada: Milady. Thomson learning.
8. Schrader & Domsch 2. 2005. *Cosmetology, theory & practice*. Volume 2. Germany: Kessler Druck.
9. Zviak, C. & Milléquent, J. 2005. *The science of hair care 2nd edition*, edited by Claude Bouillon and John Wilkinson, Informa Healthcare, CRC press, USA
10. Pande, C.M., Albrecht, L., Yang, B. 2001. *Hair photoprotection by dyes*. Journal of Cosmetic Science, 52, 377-389
11. Zviak, C. & Milléquent, J. 2005. *The science of hair care 2nd edition*, edited by Claude Bouillon and John Wilkinson, Informa Healthcare, CRC press, USA, pp. 296-298
12. <https://www.quora.com/Organic-Chemistry-Is-melanin-hydrophilic-or-hydrophobic-Why>, katsottu 30.3.2016
13. Corbett, J. F. 1984. *Chemistry of hair colorant process – Science as an aid to formulation and development*. J. Soc. Cosmet. Chem. (35), 297-310.
14. Dolinski, M., Wilson, C.H., Wisnski, H.H., Demers, F.X. 1968. *Oxidation products of p-phenylenediamine in hair dyes*. J. Soc. Cosmet. Chem. (19) pp.411–422.
15. Zviak, C. & Milléquent, J. 2005. *The science of hair care 2nd edition*, edited by Claude Bouillon and John Wilkinson, Informa Healthcare, CRC press, USA, pp. 303

16. Zviak, C. & Milléquent, J. 2005. *The science of hair care 2nd edition*, edited by Claude Bouillon and John Wilkinson, Informa Healthcare, CRC press, USA, pp. 303
17. Kingsley, P. 2003. *The hair bible. A complete guide to helth & care*. London: Aurum press.
18. Cosmetics-Cosing (7.1.2016)
<http://ec.europa.eu/consumers/cosmetics/cosing/>
19. Srinivasan, V. ja Antignac, E. 2011. *The safety assessment for plant-derived ingredients in cosmetics*. Teoksessa Dayan, N. ja Kromidas, L. *Formulating, packaking, and marketing of natural cosmetic products*. Yhdysvallat: John Wiley & Sons, Inc.
20. Immonen, P. & Rönkkönen, E. 2015. *Ekologisten kasvihiusvärien tuoteturvallisuus ja lainsäädäntö*, opinnäytetyö, Laurea-ammattikorkeakoulu.
21. Räisänen, R. Väitöskirja. Anthraquinones from the Fungus *Dermocybe sanguinea* as Textile Dyes. 2009.
<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/20041/anthraqu.pdf?sequence=2>
22. Zviak, C. & Milléquent, J. 2005. *The science of hair care 2nd edition*, edited by Claude Bouillon and John Wilkinson, Informa Healthcare, CRC press, USA, pp. 254
23. Zviak, C. & Milléquent, J. 2005. *The science of hair care 2nd edition*, edited by Claude Bouillon and John Wilkinson, Informa Healthcare, CRC press, USA, pp. 254
24. Zviak, C. & Milléquent, J. 2005. *The science of hair care 2nd edition*, edited by Claude Bouillon and John Wilkinson, Informa Healthcare, CRC press, USA, pp. 262
25. Zviak, C. & Milléquent, J. 2005. *The science of hair care 2nd edition*, edited by Claude Bouillon and John Wilkinson, Informa Healthcare, CRC press, USA, pp. 263-265
26. Zviak, C. & Milléquent, J. 2005. *The science of hair care 2nd edition*, edited by Claude Bouillon and John Wilkinson, Informa Healthcare, CRC press, USA, pp. 268
27. Haahtela, T., Hannuksela, M., Terho, E.O. 1999. *Allergologia*. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim. Gummerus Kirjapaino Oy.
28. Cosmetics-Cosing, viitattu 2.11.2015
<http://ec.europa.eu/consumers/cosmetics/cosing/>
29. Helsingin Allergia- ja Astmayhdistyksen tiedote 23.9.2014, viitattu 2.11.2015
https://www.kosmetiikka-allergia.fi/prime_15.aspx
30. Helsingin Allergia- ja Astmayhdistyksen tiedote 23.9.2014, viitattu 2.11.2015
<https://www.kosmetiikka-allergia.fi/artikkelit/hennajahiusvari.aspx>