

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

Technikai okokból a 2021/1. számba tervezett anyag nem jelenhet meg a jelen kiadásban. Őszintén elnézést kérünk a pontversenyben résztvevőktől. Reméljük, hogy a következő számban megjelenik az anyag.

Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

A tanév harmadik szövegének fordítása során az élelmiszerkémiaába, azon belül is a festékszerek és színezékek világába tekintünk bele. Az ábrák fordításához egy technikai tanács: elegendő az ábrák címét lefordítani és az ábrán szereplő információkat zárójelben megadni (Például: time elapsed – eltelt idő).

A megoldásokat **2022. február 28-ig** lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni.

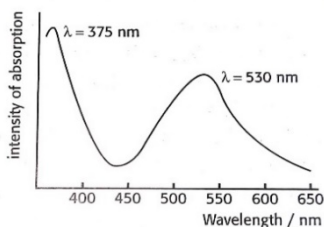
FOOD CHEMISTRY

Colour

Food can be coloured naturally or artificially. A **pigment** is a naturally occurring colour found in the cells of plants and animals. In the context of food chemistry, a **dye** is a food-grade, synthetic, water-soluble colour. Both pigments and dyes are coloured because of their ability to absorb light in the visible region of the electromagnetic spectrum and transmit the remaining light of the visible spectrum that has not been absorbed. The light that is transmitted is known as the **complementary colour**. Thus, a dye or pigment that absorbs red light will transmit a blue-green colour.

Why poppies are red

Red poppies contain an anthocyanin called cyanidin. The sap of poppies is acidic, and under these conditions the cyanidin absorbs light at 3785 nm and at 530nm. The absorbance spectrum is shown in the figure.



The absorbance at 375nm lies in the ultraviolet region of the electromagnetic spectrum, and so does not affect the colour. The absorbance at 530 nm lies in the blue-green region of the spectrum, and the cyanidin in poppies transmits the complementary colour of blue green, which is red.

Pigments

Naturally occurring pigments include anthocyanins, carotenoids, chlorophyll and haem.

Anthocyanins

- Most widely occurring pigments in plants
- Responsible for the pink, red, purple and blue colours in fruits and vegetables, including cranberries, blueberries, strawberries and raspberries

Carotenoids

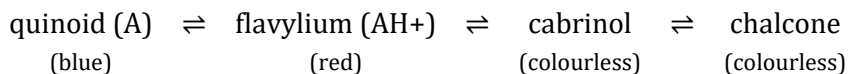
<ul style="list-style-type: none"> • Most wide-spread pigments in nature (the large majority are produced by algae) • Act as a precursor for vitamin A synthesis: those found in fruit and vegetables contribute 30-100% of the vitamin A requirement in humans • Colours range from yellow to red orange. Found in bananas, carrots, tomatoes, watermelon, peppers and saffron. • Red astaxanthin (complexed to a protein) is responsible for the blue or green colour of the live lobsters and crabs, and the pink colour of salmon and flamingos 	
Chlorophyll	Haem
<ul style="list-style-type: none"> • Major pigments necessary for photosynthesis found in green plants 	<ul style="list-style-type: none"> • Myoglobin is responsible for the purple-red colour of fresh meat

Factors affecting the colour and the stability of pigments

Many factors affect the colour stability of pigments. They are essentially factors that change the structure of the molecule, because this will affect the precise wavelength of the visible light that the pigments absorb and thus the complementary colours transmitted. These factors include oxidation, temperature changes, pH changes, and the presence of metal ions.

Anthocyanins

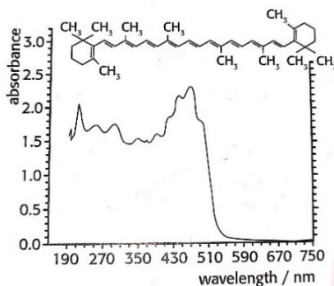
In aqueous solution anthocyanins exist in different forms, which are in equilibrium with each other. Changing the pH and temperature affects the position of equilibrium and thus the predominant species responsible for the colour. They are most highly coloured at low pH (in acidic solution) and at low temperatures. When exposed to heat the equilibrium moves to the right, and the compounds are less thermodynamically stable. This causes a loss of colour, and browning.



Anthocyanins also forms complexes with metal ions such as aluminium (Al^{3+}) and iron(III) (Fe^{3+}) ions. These ions are present in the metal of “tin” cans to which canned fruit is exposed, which can lead to discoloration.

Carotenoids

Carotenoids contain many alternate carbon-to-carbon single and double bonds, which, when bonded together, account for the fact that they are coloured. The structure and visible spectrum of carotene is given below. It absorbs light in the violet-blue region of the visible spectrum, which means that it transmits yellow light.

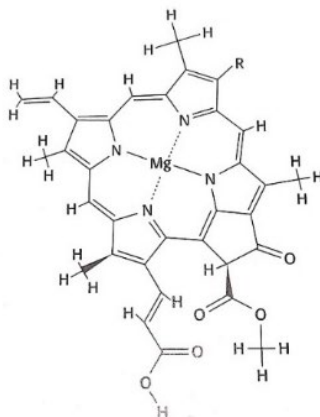


Because of the saturation due to the carbon-to-carbon double bonds carotenoids are susceptible to oxidation. This oxidation process can be catalysed by light, metals and hydroperoxides. This changes the type of the bonding, and results in the bleaching of colour, loss of vitamin A activity, and the bad smells formed.

Carotenoids are stable up to 50°C and in the pH range of 2-7 and are therefore not degraded by most forms of food processing. When heated, the naturally occurring *trans-isomer* rearranges to the *cis-isomer*.

Chlorophyll

Chlorophyll contains a group called a porphyrin, which contains four nitrogen atoms. The porphyrin ring forms a very stable complex with the magnesium ion (see figure). The stability of chlorophyll towards heat depends on the pH. In a basic solution with a pH of 9 it is thermodynamically stable, but in acidic solution with a pH of 3 it is unstable. When heated, the cell membrane of the plant

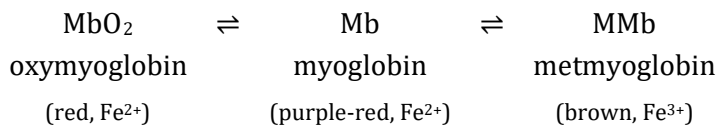


Basic structure of chlorophyll (the various forms of chlorophyll have different groups attached in the R-position).

deteriorates, releasing acids, which decrease the pH. At this lower pH the magnesium ion is displaced by two hydrogen ions, resulting in the formation of an olive-brown pheophytin complex. The breakdown of the cell during heating also increases the susceptibility of chlorophyll to decomposition by light.

Haem

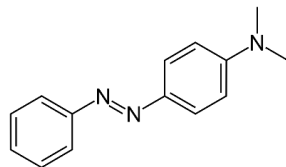
The haem group also contains a porphin ring, but it is complexed to an iron ion. During oxidation, oxygen binds to purple-red myoglobin (Mb) and red oxymyoglobin (MbO₂) forms. In both Mb and MbO₂ the iron in the haem group is in the form of iron(II), Fe²⁺. Through auto-oxidation of Mb and MbO₂ the oxidation state of the iron is changed to iron(III), Fe³⁺. In the Fe³⁺ state it is called metmyoglobin (MMb) and has an undesirable brown-red colour. Interconversion between these three forms occurs readily.



In order to minimize the rate of formation of brown metmyoglobin from auto-oxidation, meat can be stored free of oxygen. Packaging films with low gas permeability are used. Air is removed from the package and a storage gas, normally pure carbon dioxide, is injected.

Synthetic colourants (dyes)

If you have a yearning for a particular food, it may be worth examining the package. Most countries now require the ingredients of all foods to be stated. For example, a package of raspberry jelly may never have seen a raspberry. Instead, flavourings and colourants are added to make the “food” look and taste like raspberry. Food additives are given numbers so they can be identified. In some parts of the world there are called E numbers; elsewhere in International Numbering System (INS) is used. Unfortunately, many artificial dyes have been shown to be carcinogenic. For example, until 1938, 4-dimethylaminoazobenzene (figure) was used to dye butter. This “butter



yellow” has now been withdrawn as a food dye because it is carcinogenic.

One of the problems is that the various countries have different regulations. Some dyes that are permitted in some countries are banned in others. With much food crossing international borders this is now of real concern, and there is a need for international legislation on colourant legislation. This topic provides good scope for practical work in international schools, where students can bring different brands of a similar product from different countries. The different brands of a similar product from different countries. The different dyes in the products can then be identified using chromatography.

Non-enzymatic browning of food

Enzymatic browning such as that caused when an apple is peeled is normally undesirable- However, natural browning thorough cooking enhances both the flavour and the appearance of food.

Food high in carbohydrate content, especially sucrose and reducing sugars such as glucose, and lacking nitrogen-containing compounds can be caramelized. Although this can be achieved simply by heating, the chemical process is far from simple. Both sucrose and glucose when caramelized from many different products, among them acids, sweet and bitter derivatives, volatile molecules with a caramel aroma, and brown-coloured polymers. Factors that increase the rate of caramelization include acid catalyst at pH values below 3 or base catalysis at pH greater than 9. The temperature is import too. Boiling will not cause caramelization, because a temperature above 120°C is required, which occurs during the baking and roasting of foods with a high sugar content. An example of caramelization is the browning on the top of baked egg dishes.

For foods that contain nitrogen, the **Maillard reaction** involves the reaction of the carbohydrate, either a free sugar or one bound up in starch, with the amine group on an amino acid, which may also be free or part of a protein chain. Basically, it involves a condensation reaction between a reducing sugar and the amine group. The presence of the amino acid lysine results in the most browning colour and cysteine the least. Thus, foods that contain lysine, such as milk, brown readily. Because moisture lowers the temperature, in order to make a good stew

it is sensible to brown the meat, vegetables and flour well in hot oil to bring out the flavour before adding any liquid. Other examples of Maillard browning include making milk chocolate, and heating sugar and cream to make fudge, toffees and caramels.

Neuss, G. (2007). *IB diploma course companion: Chemistry*. Oxford University Press. Chapter: Option f: food chemistry (material selected from p360-364.)

A következőkben a szeptemberi számban megjelent szöveg magyar mintafordítását közöljük. Bár alapvetően sok magas minőségű munka érkezett, nagyszámú pontatlanság is előfordult. Ezek ugyan a megértést nem akadályozó hibák, de a tanulás levonásának megkönnyítéséhez a gyakran nehézséget, okozó szakszavakat ill. kifejezéseket **vastagon szedve** szerepelnek.

A létfontosságú bór

A bór a növények számára nélkülözhetetlen **mikrotápanyag**. A feltételezések szerint az elem fontos szerepet játszik az **RNS egyik bázisának** szintézisében és olyan sejtszintű folyamatokban, mint például a szénhidrátszintézis. **A talajban a cink után a bór hiánya a leggyakoribb elemhiány világszerte**. A kétszikűek osztályába tartozó növényeknek sokkal nagyobb a bórszükséglete, mint az egyszikűek osztályába tartozóknak. A bórhiányra leginkább érzékeny, és ezért gyakran bór-pótlást igénylő **haszonnövények** a lucerna, a sárgarépa, a kávé, a gyapot, a földimogyoró, a cukorrépa, a napraforgó, a karórépa és a tarlórépa.

Növekvő számú bizonyíték támasztja alá, hogy a bór az emlősök számára is nélkülözhetetlen elem, **valószínűleg** a csontképzésben játszott szerepe miatt.

A mérgező alumínium

Az alumínium a kőzetburok harmadik legnagyobb mennyiségben előforduló eleme. Annak ellenére, hogy a környezetben mindenütt jelen van, rendkívül mérgező fém. Szerencsére **közel semleges körülmények** között az alumíniumion oldhatatlan vegyületeket képez, ennek köszönhetően minimálisra csökken a biológiai hozzáférhetősége. Az alumínium toxicitása kifejezetten veszélyes a halakra. Kutatások

kimutatták, hogy a savanyú vizű tavakban a halállomány károsodása nem az alacsonyabb pH-értéknek, hanem a vízben az alacsonyabb pH miatt kialakuló magasabb alumíniumion-koncentrációnak köszönhető. Valójában már az 5 mikromol/dm³-es alumíniumion-koncentráció elegendő a halpusztulás kiváltásához.

Bár az emberi szervezet nagyobb mértékben képes tolerálni az alumíniumot, ennek ellenére különösen óvatosnak kell lennünk az alumíniumbevitellel. A **táplálékkal bevitt alumínium** egy része az **alumíniumot tartalmazó** savlekötőkből (antacidumokból) származik. A tea sok alumíniumionot tartalmaz, de az alumíniumionok tej vagy citrom hozzáadásakor **inert vegyületeket** képeznek. Nem ajánlott belélegezni az alumíniumtartalmú izzadásgátló spray permetét, mivel az orrjáratokból a fémion valószínűsíthetően könnyen felszívódik és közvetlenül a véráramba jut.

Az alumínium a talajban található leggyakoribb fémion, ennél fogva **egyre többet foglalkozunk világ művelhető földterületek azon 30-40 százalékával**, ahol a savas talajban alumíniumionok szabadulnak fel. **Egyes termények, mint például a kukorica esetében a szárazság után a második helyen áll a termés hozamot csökkentő tényezők között, esetenként akár 80 százalékos hozamcsökkenést okozva.** Az alumíniumion bejut a növény gyökérsejtjeibe és gátolja azok **anyagcseréjét**. A szegényebb országokban élő földművesek anyagi lehetősége nem teszi lehetővé a **porított mészkő** rendszeres alkalmazását, hogy ezáltal növeljék a talaj pH-értékét és **megkössék** az alumíniumot oldhatatlan hidroxidok formájában. Néhány növény természetesen ellenálló az alumíniummal szemben, mert a gyökerei citrom- illetve almasavat választanak ki a környező talajba. Ezek a savak komplexeket képeznek az alumíniumionnal, és így megakadályozzák a gyökereken keresztüli felszívódást. A **génésebészek** jelenleg azon dolgoznak, hogy a citromsav termeléséért felelős géneket átültethessék fontos **takarmánynövény-fajokba**, ami reményeink szerint magasabb termés hozamhoz vezet.

A létfontosságú szilícium

A szilícium a második legnagyobb mennyiségben előforduló elem a földkéregben, ennek ellenére biológiai szerepét korlátozza az, hogy gyakori megjelenési formáiban: **szilícium-dioxidként** és **kovasavként**

– H_4SiO_4 – alacsony a vízdoldhatósága. Megközelítőleg semleges pH-értéken a kovasav **nem rendelkezik töltéssel**, oldhatósága körülbelül 2 millimol/dm³. A pH emelkedésével előbb a polikovasavak, majd a **hidratált szilícium-dioxid** kolloid részecskéi válnak dominánssá. Bár a kovasav oldhatósága alacsony, **világviszonylatban** mégis óriási, hiszen évente mintegy 2×10^{11} tonna kovasav kerül a tengerekbe. A folyamatosan a tengerekbe kerülő kovasav-utánpótlás teszi lehetővé **egyes tengeri élőlények**, így a **kovamoszatok** és a **sugárállatkák** hidratált szilícium-dioxidból építhessék fel **külső vázukat**.

Egy kisebb mérettartományban, a növényeknek körülbelül 600 liter vízre van szükségük megközelítőleg 1 kg szárazanyag előállításához; így a növények körülbelül 0,15 százalékban tartalmazznak szilíciumot. A növények a szilícium-dioxidot a leveleik és a száraik merevítésére használják. Egyes növények védekezésre is használják. A táplálékláncban magasabb szintjein, a növényevők jelentős mennyiségű szilícium-dioxidot fogyasztanak el. Egy birka körülbelül napi 30g szilíciumot fogyaszt, bár szinte a teljes mennyiség kiválasztódik. Becslések szerint az ember körülbelül 30mg-ot fogyaszt naponta, ennek körülbelül 60 százaléka a reggeli gabonapelyhekből, 20 százaléka pedig a vízből és egyéb italokból származik. Ez a vízben oldott kovasav az, amely **biológiailag hozzáférhető** a szervezetünk számára.

Egy elem **essenciális voltának** szemléltetésére az a **legmeggyőzőbb módszer** az, ha egy élő szervezetet az adott elem teljes hiányában nevelünk fel. Ez nagyon nehéz feladat, de nem lehetetlen. A patkányokon és csibéken végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy a szilíciummentes étrend mindkét állat növekedésének visszaesését eredményezte. Az étrendhez hozzáadott kovasav gyorsan helyreállította a növekedés természetes ütemét. Nyilvánvalóan felmerült a kérdés **a szilícium szerepével** kapcsolatban. Kémiai vizsgálatok kimutatták, hogy a kovasav nem reagál szerves molekulákkal, és nem is kötődik hozzájuk. Így nagyon valószínűtlennek tűnt, hogy szerepe lenne a **bioszintézis bármely alapvető útvonalában**. Úgy látszik, hogy a válasz a szervesetlen kémiai rejlik. Az alumínium mindenütt jelen van a környezetben, és rendkívül mérgező az élőlényekre. Az alumíniumion telített, semleges oldatához adott kovasav az alumínium szinte teljes, oldhatatlan hidratált alumínium-szilikátok formájában történő kicsapódását eredményezi.

A szilícium megelőző szerepét a **lazacivadékok** tanulmányozása igazolja. Az alumíniumionot tartalmazó vízben elhelyezett halak 48 órán belül elpusztultak. Azok viszont, amelyek az alumíniumot és kvasavat azonos koncentrációban tartalmazó vízben voltak, szépen fejlődtek. Ma már általánosan elfogadott tény, hogy a szilícium valóban elengedhetetlen részét képezi az **étrendünknek** annak köszönhetően, hogy gátolja az élelmiszereinkben természetesen előforduló alumínium toxikus hatásait.

Bár a szilícium létfontosságú elem, a tüdőbe kerülő szilícium-dioxid nagyon mérgező. Az azbeszt veszélyei jól ismertek. Két súlyos tüdőbetegséget okozhat: azbesztózist és **mezoteliómát** (mellhártyadaganat/ savóshártya daganat). Bármely szilikátokat tartalmazó kőzet pora szintén tüdőkárosodást, ebben az esetben szilikózist okoz. A tüdőproblémák alapvető oka a szilikátok teljes oldhatatlansága. Amint a részecskék megtapadnak a tüdőben, egy életen át ott is maradnak. Az általuk okozott irritáció hegesedést idéz elő, és olyan immunválaszt vált ki, amelyek a **betegségállapot kialakulásához** vezetnek.

A mérgező ón

Bár maga az elem és egyszerű szervetlen vegyületei meglehetősen alacsony toxicitásúak, fémorganikus vegyületei igen mérgezőek. Az olyan vegyületek, mint a **tributil-ón-hidroxid**, $(C_4H_9)_3SnOH$, hatékonyak a burgonyafélék, a szőlő és a rizs gombás fertőzéseivel szemben. Éveken át szerves ónvegyületeket keverték a hajótestekre használt festékekbe. Ezen vegyületek elpusztítják a puhatestűek lárváit, például a kacsakagylóét, amelyek hajlamosak a hajók testéhez tapadni és ezáltal jelentősen lelassítani azokat. A szerves ónvegyületek azonban lassan kimosódnak a környező vizekbe, ahol – különösen a kikötő határain belül – más tengeri élőlényeket is elpusztítanak. Emiatt az ón tengerészeti felhasználását korlátozták.