

# V. Oláh György

Országos Középiskolai  
Kémiaverseny

## Döntő

## II. kategória



2019. február 22-23.

Budapest

II. kategória  
Döntő



# V. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaaverseny

A feladatsorokat lektorálta:

Dóbiné Cserjés Edit

Együttműködő partnerek:



Támogatók:



RICHTER GEDEON

bookline



2019. február 22.

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [olahverseny.ch.bme.hu](http://olahverseny.ch.bme.hu)

2./16

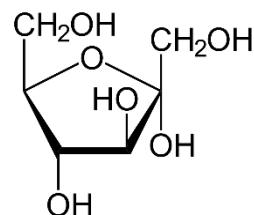
### Feleletválasztós (10p)

- Az alábbiak közül melyik a réz vegyértékelektron szerkezete?
  - [Ne]  $3s^2 3d^9$
  - [Ar]  $4s^1 3d^{10}$
  - K,L,M  $4s^2 3d^9$
  - [Kr]  $5s^1 4d^{10}$
- Melyik fém sója az alabástrom?
  - nátrium
  - réz
  - magnézium
  - kalcium
- A fehérjéket irreverzibilisen koagulálni (kicsapni) az alábbi módokon lehet:
  - erős sav/bázis, magas hőmérséklet, könnyűfémsók
  - gyenge sav/bázis, alacsony hőmérséklet, könnyűfémsók
  - erős sav/bázis, magas hőmérséklet, nehézfémsók
  - gyenge sav/bázis, alacsony hőmérséklet, nehézfémsók
- Két folyadék közül az az illékonyabb, amelyiknek
  - magasabb a forrpointja.
  - alacsonyabb a forrpointja.
  - az illékonyság független a forrpointtól.
  - magasabb az olvadáspontja.
- Az helyes sorrend növekvő ionátmérő alapján
  - $F^-$ ;  $Na^+$ ;  $Mg^+$ ;  $Mg^{2+}$ ;  $Al^{3+}$
  - $Al^{3+}$ ,  $Mg^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $F^-$
  - $F^-$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Mg^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$
  - $Al^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mg^+$ ,  $Na^+$ ,  $F^-$

6. A mikrohullámú sütőben 2 percig melegített kávé cukor hozzáadására hevesen forni kezd. Ennek a magyarázata az, hogy
- a cukor oldódása exoterm folyamat.
  - a kávé túlhevített folyadékként viselkedik.
  - a kávéből kioldódott aromák kémiai reakcióba léptek a cukorral.
  - a cukor a hő hatására bomlani kezd, mely során gáz képződik.

7. Melyik molekula látható az ábrán?

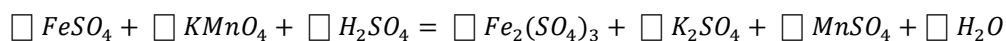
- $\beta$ -L-fruktóz
- $\alpha$ -D-fruktóz
- $\beta$ -D-glükóz
- $\alpha$ -L-glükóz



8. Egy elektron töltése egyenlő:

- $96\,485 \frac{C}{mol}$
- $6,63 \cdot 10^{-34} Js$
- $8,314 \frac{J}{mol \cdot K}$
- a Faraday-állandó és az Avogadro-szám hányadosával.

9. Rendezd az alábbi redox egyenletet:



- 5, 1, 4, 3, 1, 1, 4
  - 10, 2, 8, 5, 2, 2, 8
  - 20, 4, 16, 10, 4, 4, 16
  - 10, 2, 8, 5, 1, 2, 8
10. Melyik magyar tudós nem részesült Nobel-díjban az alábbiak közül?
- Békésy György
  - Szent-Györgyi Albert
  - Szilárd Leó
  - Oláh György

### Ipari feladat (10p)

Az alábbiakban 5 rendkívül fontos anyag gyártásáról találsz 1-1 rövid leírást, illetve 1-1 ábrát. Párosítsd a leírást a képpel és nevezd meg az előállított anyagot/gyártási technológiát!

**A)** Az alapanyagokat (fém-oxidok, fém-karbonátok, homok) aprítják, összekeverik, majd kemencében melegítik kb. 1500 °C-ig. Ezután az olvadékot inert gázzal töltött térben olvadt ón felületére vezetik, ahol megkezdődik annak lehülése. A lehülés után a kész terméket görgők segítségével szállítják el, illetve darabolják fel. Jelentős a rossz minőségű/újrahasznosítandó termék belekeverése az alapanyagok közé.

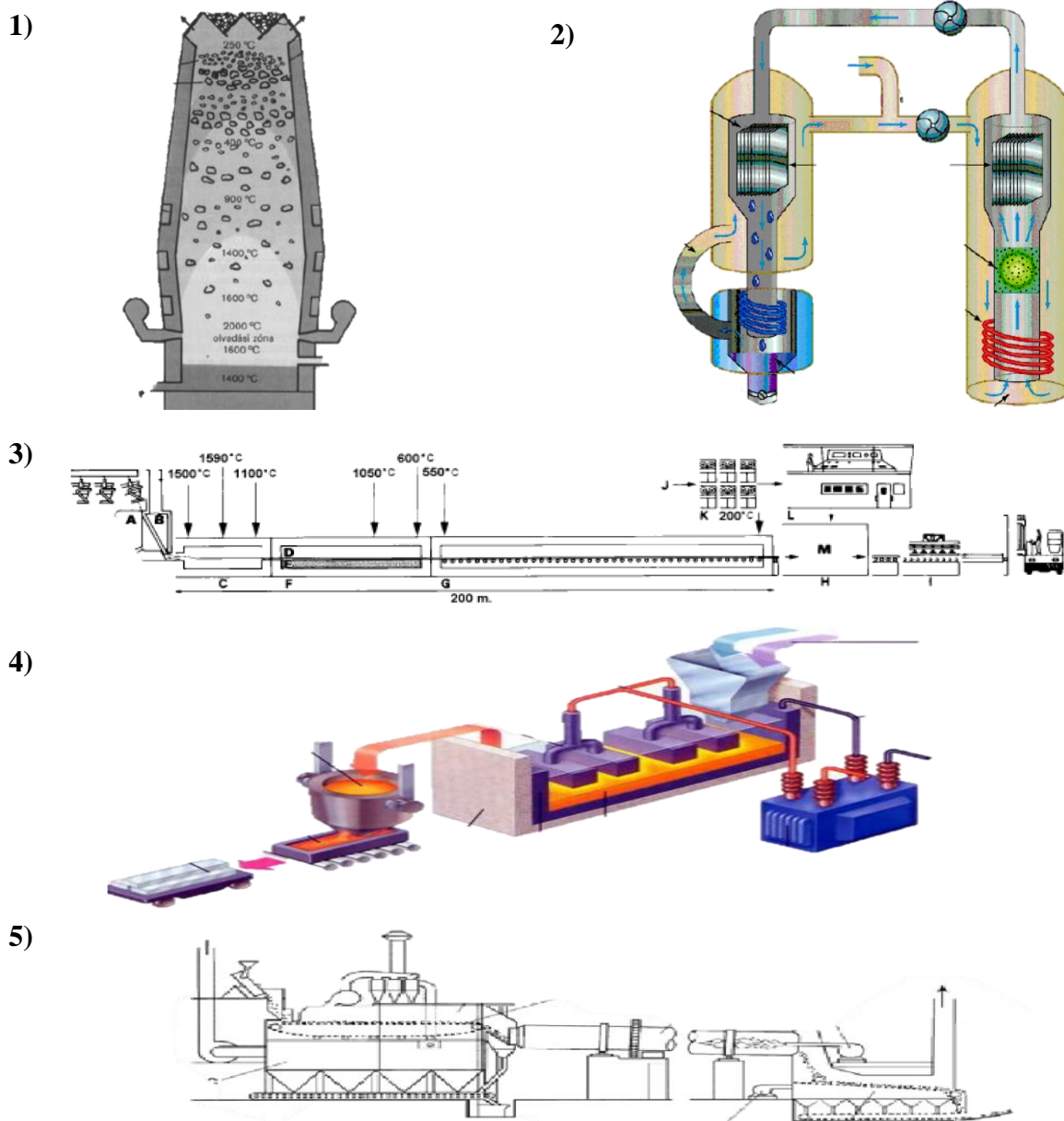
**B)** A kalcium-karbonát tartalmú alapanyagot (mészkő, dolomit, kréta, márga) vasoxid, homok és alumínium-oxid tartalmú anyagokkal keverik, őrlik össze, majd egy forgódobos kemencébe, ún. klinkerkemencébe vezetik. A kemencét a legkülönbözőbb fűtőanyagok égetésével tartják forrón, legjellemzőbb azonban a szén és a petrolkoks. A kész terméket úgy kapják, hogy a klinkerkemence termékét gipsszel őrlik össze.

**C)** A technológia „lelke” egy 10-30 méter magas tűzálló téglával bélelt acéltorony, melybe felülről táplálják be az alapanyagot és a segédanyagokat. Az alapanyag rendszerint magnetit, hematit, limonit vagy sziderit. A torony alján forró, előhevített levegőt táplálnak be nagy térfogatárammal. A termék elvétele olvadt állapotban történik a kemence alján, és általában további feldolgozást igényel.

**D)** Az alapanyagul szolgáló vörös színű érc az értékes komponens mellett jelentős mennyiségű egyéb anyagot is tartalmaz. Ezeketől lúgos mosással, komplexképzéssel, szűréssel és lecsapatással választják el a feldolgozni kívánt anyagot. Ezután hevítéssel kezelik tovább, majd az így kapott fehér, porszerű anyagot kriolitban oldják fel 1000°C-on, és elektrolíziskemencében, elektromos áram segítségével nyerik ki a célterméket.

**E)** Heterogén katalízisű, gázfázisú egyensúlyi reakció. Az egyik kiindulási anyagát a levegőből nyerik nyomásvaltoztatásos adszorpció vagy hűtött-kompressziós technológiával.

A másik alapanyagot legtöbbször a metán vízgőzös reakciójával állítják elő és általában szintén nyomásváltoztatásos adszorpcióval tisztítják. A gázelegy reakciója 400-450°C-on zajlik le kb. 20 MPa nyomáson, a katalizátor  $\text{Fe}/\text{Fe}_2\text{O}_3$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  hordozón  $\text{K}_2\text{O}$  promótor jelenlétében. A terméket lekondenzáltatják a gázelegyből, az el nem reagált gázokat recirkuláltatják. A világon legnagyobb mólyszámban előállított vegyipari termék.



2019. február 22.

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [olahverseny.ch.bme.hu](http://olahverseny.ch.bme.hu)

6./16

### Számítási feladatok (36p)

1. Egy hétköznapi forgalomban is kapható szabványos PB gázpalackban 11,5 kg tömegű gázelegy van, melynek átlagos moláris tömege 52,4 g/mol.

Ma Magyarországon a vezetékes gáz ára bruttó 2,865 Ft/MJ, míg egy 11,5 kg-os gázpalack ára 5000 Ft, az üres palackot pedig 1000 Ft-ért válthatjuk vissza. **(9p)**

- Milyen a gázelegy térfogatszázalékos összetétele?
- Mekkora hő fejlődik a palack teljes tartalmának elégetése során?
- Melyik alternatíva a gazdaságosabb? Válaszodat számítással indokold!

$$\Delta_k H (\text{propán}_{(g)}) = -104 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H (\text{bután}_{(g)}) = -126 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H (\text{CO}_{2(g)}) = -394 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H (\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = -242 \text{ kJ/mol}$$

2. Egy szénből, hidrogénből és oxigénből álló vegyületet réz-szulfát és bázikus kálium-nátrium-tartarát oldatával melegítve nem történik változás. Az anyagból 2,8 g-ot tiszta oxigénben, zárt edényben tökéletesen elégetünk. Ekkor a zárt edényben elhelyezett, foszfor-pentoxidot tartalmazó kristályosító csésze tömege 2,16 g-mal növekszik. A kiindulási szerves vegyületet száraz hidrogén-bromid gázzal reagáltattuk. A reakció előtt meggyőződünk vízmentességéről, mégpedig úgy, hogy a frissen desztillált vegyületbe kis darabka nátriumot dobtunk. Ennek hatására nem történt látható változás. Ezután kimértünk 4,2 g-ot a kiindulási anyagból, amely 1,345 dm<sup>3</sup> 0 °C-os, 1 atm nyomású HBr gázzal 1:1 arányban maradéktalanul elreagált. Az így nyert terméket szalicilsavval (2-hidroxibenzoésav) bázis jelenlétében egy újabb származékká alakítottuk, amelyet LiAlH<sub>4</sub>-del (mely karbonsavak és karbonilvegyületek redukciójára alkalmas) redukálva a móltömege 12 g/mol értékkel csökkent. Ezután a kapott vegyületet feleslegben alkalmazott propionsavval reagáltatva kaptuk meg a végterméket. Mi lehetett a kiindulási anyag? Írd fel, milyen termékek keletkeztek a kémiai átalakítások során! **(11p)**

3. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vegyészmérnöki és Biomérnöki karán az Analitikai Kémia laborban  $10 \text{ cm}^3$  nátrium-hidroxid oldatot titrálsz  $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -os sósavval. A mérések eredményeképpen az ismeretlen nátrium-hidroxid oldat koncentrációja  $0,12 \text{ mol/dm}^3$ -nek adódott. **(10p)**
- Számítsd ki az oldat aktuális pH-ját, amennyiben a titrálás során a hozzáadott sósav mennyisége rendre 0; 5; 10; 12, valamint  $20 \text{ cm}^3$ . (Az oldatok összeöntése során fellépő térfogati kontrakció elhanyagolható, a térfogatok összeadódnak.)
  - Rajzold fel a pH változását a hozzáadott sósav mennyiségének függvényében (titrálási görbe)! Nevezd meg mi van az egyes tengelyeken, illetve jelöld az egyenértékpontot!
4. Egy ismeretlen, egyetlen heteroatomot (O, S, N, P) tartalmazó, színtelen, jellegtelen szagú telített szerves vegyület  $200 \text{ °C}$ -on réz (vagy ezüst) katalizátor jelenlétében levegős oxidációval egyetlen, szobahőfokon (és  $0 \text{ °C}$ -on is) gáz halmazállapotú terméké oxidálható. **(6p)**
- Mi lehet ez az ismeretlen vegyület?
  - Ha az ismeretlen vegyület oxidációjával kapott  $200 \text{ °C}$ -os,  $1 \text{ MPa}$  nyomású termékből  $1,573 \text{ dm}^3$ -t nagy mennyiségű vizes ammóniás ezüst-nitrát oldatban elnyeletünk, mennyi fémezüst válik le?



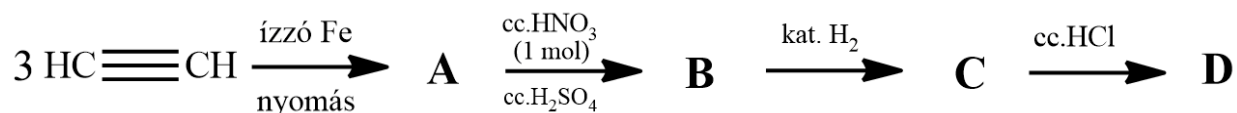
---

### Gondolkodtató kérdések (8p)

1. Miért használnak a síelők polárszűrős napszemüveget? (3p)
2. Célszerű mosószeres ruhával letörölni az autó szélvédőjét belül, főleg hideg, párás időben. Így a szélvédő akkor sem párasodik, ha az ablakot zárva tartjuk. Miért? (2p)
3. A globális felmelegedés sokunk életét befolyásolta az elmúlt évtizedben, de vajon a vas rozsdásodásra is lehet hatása? Vázold fel a rozsdásodás folyamatát 2-3 mondatban (reakcióegyenletek is szerepeljenek)! Mely termodinamikai reakciócsoportba sorolható a rozsdásodás? A globális felmelegedés lassítja vagy gyorsítja a reakciót? (3p)

### Gondolatkísérlet (5p)

Rajzold fel az A, B, C, D vegyületek képletét! Milyen katalizátor használható a B→C lépésben?



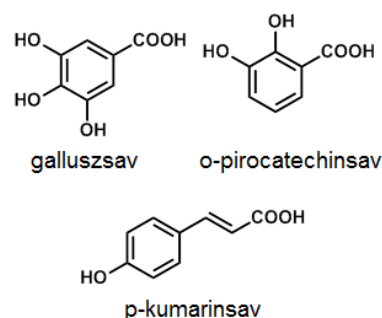
## Esettanulmány (16p)

### Fenolos vegyületek a borban

Hajós György

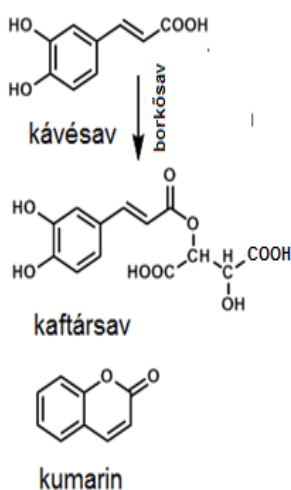
A borban levő fenolok és polifenolok lényegében 3 vegyületcsoportra oszthatók [1,2]:

- nem flavonoid hidroxibenzoésav és fahéjsav származékok;
- flavonoid vegyületek;
- tanninok.



A nem flavonoid hidroxibenzoésav és fahéjsav származékok néhány képviselőjének (galluszsav, o-pirocatechinsav és p-kumarinsav) szerkezeti képlete látható a 1. ábrán.

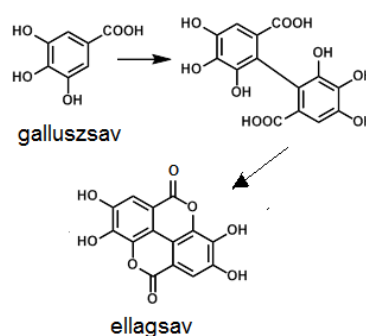
1. ábra: Nem flavonoid fenolos vegyületek a borban



2. ábra: Fahéjsav alapú fenolszármazékok észtereződése és gyűrűzáródása kumarinná.

A karbonsavak nagyon sok esetben észtert képeznek a borkósav hidroxil csoportjával, és így fordulnak elő a borban. Így pl. a kávésavból kaftársav jön létre. Szintén jellegzetes átalakulást szenvednek a fahéjsav származékok: a karboxi csoport belső gyűrűzárását hajtja végre és kumarin származékok keletkeznek (2. ábra).

A hidroxibenzoésavak egy másik fontos kémiai átalakulása a galluszsav dimerizációja ellagsavvá. E folyamatnak főként a hidrolizálható tanninok kialakulásánál van lényeges szerepe (3. ábra)



3. ábra: A galluszsav dimerizációja és átalakulása ellagsavvá

2019. február 22.

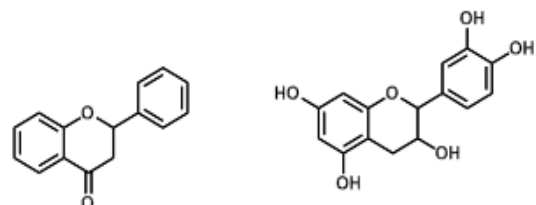
E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: olahverseny.ch.bme.hu

11./16

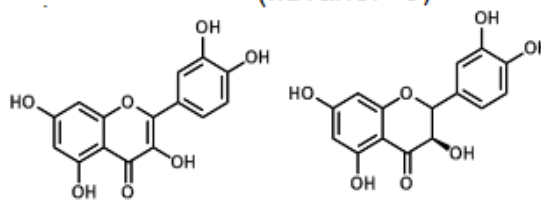
A flavonoid elnevezés a latin flavus (sárga) szóból ered. E vegyületcsoport képviselői sárga színűek. Közös jellemzőjük, hogy két benzolgyűrűn hidroxi csoportokat tartalmaznak, ezért a polifenolokhoz soroljuk őket. Néhány jellegzetes képviselőjük a katechin, kvercetin, taxifolin (4. ábra).

Szintén a fenolos vegyületekhez tartoznak a pozitív töltésű antocianinok. A borban egyik legfontosabb ilyen származék a malvidin. Az antocianinok érdekes sajátossága a vörös színük. E vegyületek a vörösbor legfontosabb pigmentjei. A stabil benzopirilium gyűrűt tartalmazó vegyületekben a pozitív töltés delokalizációban vesz részt, ezért a nyíllal jelzett szénatomok parciális pozitív töltéssel rendelkeznek, nukleofil reagensek ezekben a pozíciókban intézhetnek támadást (pl. hidrogénszulfid anion, ld. az előbbi, „A bor élete” c. közleményben a kénezésről szóló alfejezetet) (5. ábra).



flavanon váz

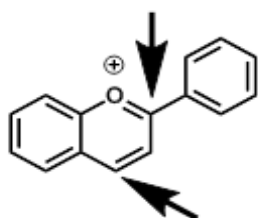
katechin  
(flavanol- 3)



kvercetin  
(flavonol-3)

taxifolin  
(flavanonol)

4. ábra: A borban előforduló néhány fontos flavonoid vegyület



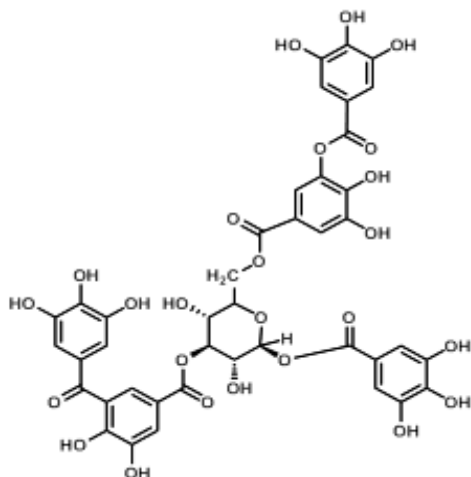
benzopirilium kation  
(antocianidin)

5. ábra A benzopirilium kation és érzékenysége nukleofil reagensekkel szemben

A polifenolok, beleértve az antocianinokat is, gyakorlatilag a szőlő héjában találhatóak. Emiatt van szükség a kékszőlő speciális feldolgozására, azaz a napokig tartó csömöszölésre. Ezalatt lehetővé válik, hogy a polifenolok bejussanak a mustba.

A tannin fontos szerepet tölt be a bor életében. A „tannin” kifejezés a bőrparból ered: a bőr cserzésénél használják, ilyenkor a fehérjével polimert képez, erős hidrogén-hidak jönnek létre, és a cserzett bőr így ellenáll a víznek, hőhatásnak, mikrobiális behatásnak. A borászatban a „tannin” a fenolos vegyületek egy csoportjára használatos, melyek közös tulajdonsága a vízdékonyság, az 500-3000 közötti molekulatömeg és kölcsönhatási készség fehérjékkel, poliamidokkal.

Két csoportba soroljuk a tanninokat: hidrolizálható és kondenzált tanninok. A hidrolizálható tanninok a galluszsav (vagy ellagsav) szénhidráttal képzett kopolimerjei. A 6. ábra ezt a szerkezeti lehetőséget mutatja be. A kereskedelemben kapható „tannin” ilyen típusú vegyületek elegye.

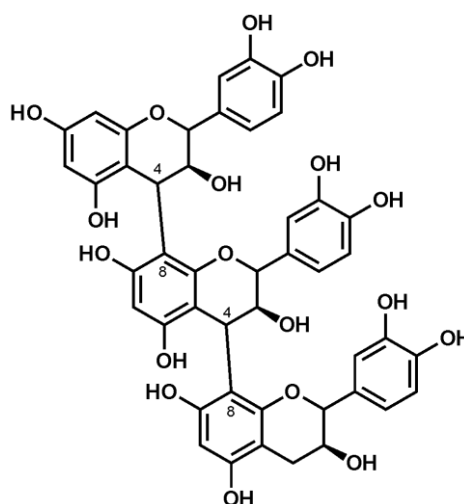


6. ábra. Az 1-galloil-3,6-digalloil-glükóz – egy hidrolizálható tannin

Meg kell jegyezni, hogy a tanninok felosztása „hidrolizálható tanninokra” és „kondenzált tanninokra” csupán történeti eredetű, mivel mindkét vegyületcsoport – bár különböző körülmények között – hidrolízist szenvedhet. A két kifejezéssel inkább a polimereket képező monomereket (galluszsav-ellagsav glükozidos konjugátumai, ill. flavánok) különböztetjük meg.

A kondenzált tanninok csoportjába olyan flavonoid polimerek tartoznak, melyben a gyűrűvázakat C-C kötés köti össze. A leggyakrabban katechin molekulák kapcsolódnak egymáshoz trimer, tetramer, vagy még magasabb tagszámú polimer formájában. A 7. ábra egy 4-8,4-8 trikatechin szerkezetét ábrázolja. Ezek a polimerek procianidineknek is tekinthetők: sav és oxigén hatására hidrolízist szenvedhetnek és a vörös színű

cianidinekké alakulhatnak.



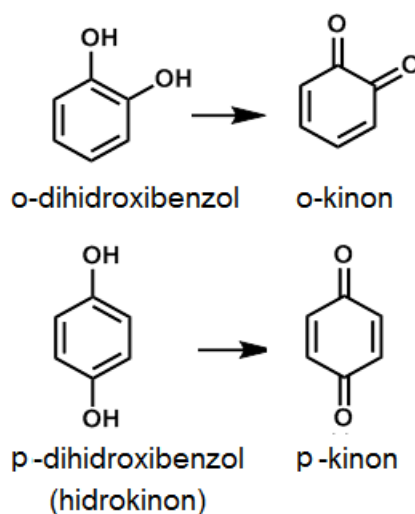
7. ábra. 4-8,4-8 trikatechin: egy kondenzált tannin

E helyen kell szólnunk a polifenolok antioxidáns hatásáról. Mindazon polifenolok, melyek *orto* vagy *para* helyzetben tartalmazznak hidroxil csoportot, könnyen reagálnak az oxigénnel és kinonokat eredményeznek. (8. ábra). Az *o*- és *p*-dihidroxi-fenil származékok kiemelt jelentőségűek azért, hogy redoxi rendszert képezhetnek.

A polifenoloknak ez a redukáló képessége alapvető szerepet játszik a vörösbor életének alakulásában. A bor életéről szóló, előző cikkünkben – a kénezéssel kapcsolatban – már elemeztük, hogy az oxigén milyen sokrétűen alakítja át a borokat, legtöbbször esetében

előnytelenül. A vörösborban jelenlévő polifenolok azonban reakcióba léphetnek a levegő oxigénjével, és kifejezhetik redukáló hatásukat. Ez az oka annak, hogy a vörösboroknál csak kis mennyiségű kénezést alkalmazunk, hiszen a kén-dioxidnak a redukáló funkcióját a polifenol részben elláthatja. (Továbbra is szükség van azonban kis mennyiségű kén-dioxidra annak antimikrobiális hatása miatt.)

Az antioxidáns hatással kapcsolatban fontos kitérni a vörösbor egészségre gyakorolt hatására. Ismert a „francia paradoxon” jelenség, mely szerint annak ellenére, hogy a francia étrendben jelentős mértékben szerepelnek zsíros ételek, az érrendszeri betegségek kialakulása és a halálozás mértéke szignifikánsan kisebb, mint Európa északi felében. Ebben szerepet játszhat a vörösbor antioxidáns hatása: a polifenolok védik az ér falát, gátolják azokat a gyökös folyamatokat, melyek következtében a plakkok kialakulnak. A mértékletes vörösbor-fogyasztás (férfiaknál napi 200-300 ml, nőknél napi 100-200 ml) tehát egészséges. Az antioxidáns hatás mellett a vörösborban található vegyületek más hatásokat is kiváltanak. Az összkoleszterinszintet csökkentik, azonban a protektív, védő szerepű, a vérben megtalálható HDL szintjét növelik.



8. ábra Dihidroxibenzolok és kinonok oxidációs/redukációs egymásba alakulása

### Irodalom

[1] Y. Margalit: *Concepts in Wine Chemistry*, The wine appreciation Guild ed., San Francisco, 2004.

[2] Eperjesi Imre, Kállay Miklós, Magyar Ildikó: *Borászat*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1998.

### KÉRDÉSEK

1. Rajzold fel a fahéjsav szerkezeti képletét! Milyen sztereoizomerjei lehetnek a fahéjsavnak?
2. Rajzold fel a borkósav szerkezeti képletét! Jelöld a kiralitáscentrumokat!
3. Milyen szerkezeti tulajdonsággal indokolnád, hogy a flavonoidok színesek?
4. Mit jelent a szövegben található nukleofil kifejezés? Írj fel két nukleofil reagenst!
5. Mit nevezünk kopolimernek?
6. Mit jelent, hogy egy anyag sárga? (Milyen hullámhosszú fényt nyel el és milyen ver vissza?)
7. Ahogy a forrás is írja, a hidrokinon/kinon átalakulás redoxrendszer része lehet. Ez a redoxrendszer a szervezet sejtjeiben több helyen is, pl. az energiaháztartásért felelős sejt szervecske membránjában is jelen van. Melyik ez a sejtorganelum?
8. Mik a szabad gyökök? Milyen káros hatásuk ismert szervezetünkben?



- 
9. A kapszaicin, a paprikák csípősségét okozó vegyület, szintén fenolszármazékokból vezethető le. A paprikák csípősségének megállapítására a Scoville-skálát használják, mely mértékegysége a SHU (Scoville Heat Unit). Ha egy milliomod rész kapszaicin 15 SHU-nak felel meg, hány kilogramm Habanero paprika (350 000 SHU) kapszaicin tartalmának feleltethető meg 5 g könnygáz (amerikai szabvány szerint 5 300 000 SHU)?
10. A csömösölés a szőlőszemek sajtolás előtti összezúzása, vagy az erjedő must felszínén úszó törkölykalapnak a must felszíne alá való merítése. Miért szükséges ez a lépés?