

# V. Oláh György

Országos Középiskolai  
Kémiaverseny

## Döntő

## I. kategória



2019. február 22-23.

Budapest

I. kategória  
Döntő



# V. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny

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./15

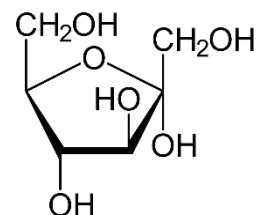
### Feleletválasztós (10p)

- 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?

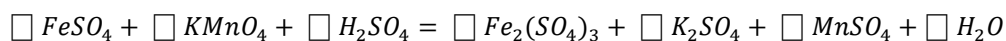
- $\beta$ -L-fruktóz
- $\alpha$ -D-fruktóz
- $\beta$ -D-glükóz
- $\alpha$ -L-glükóz



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.

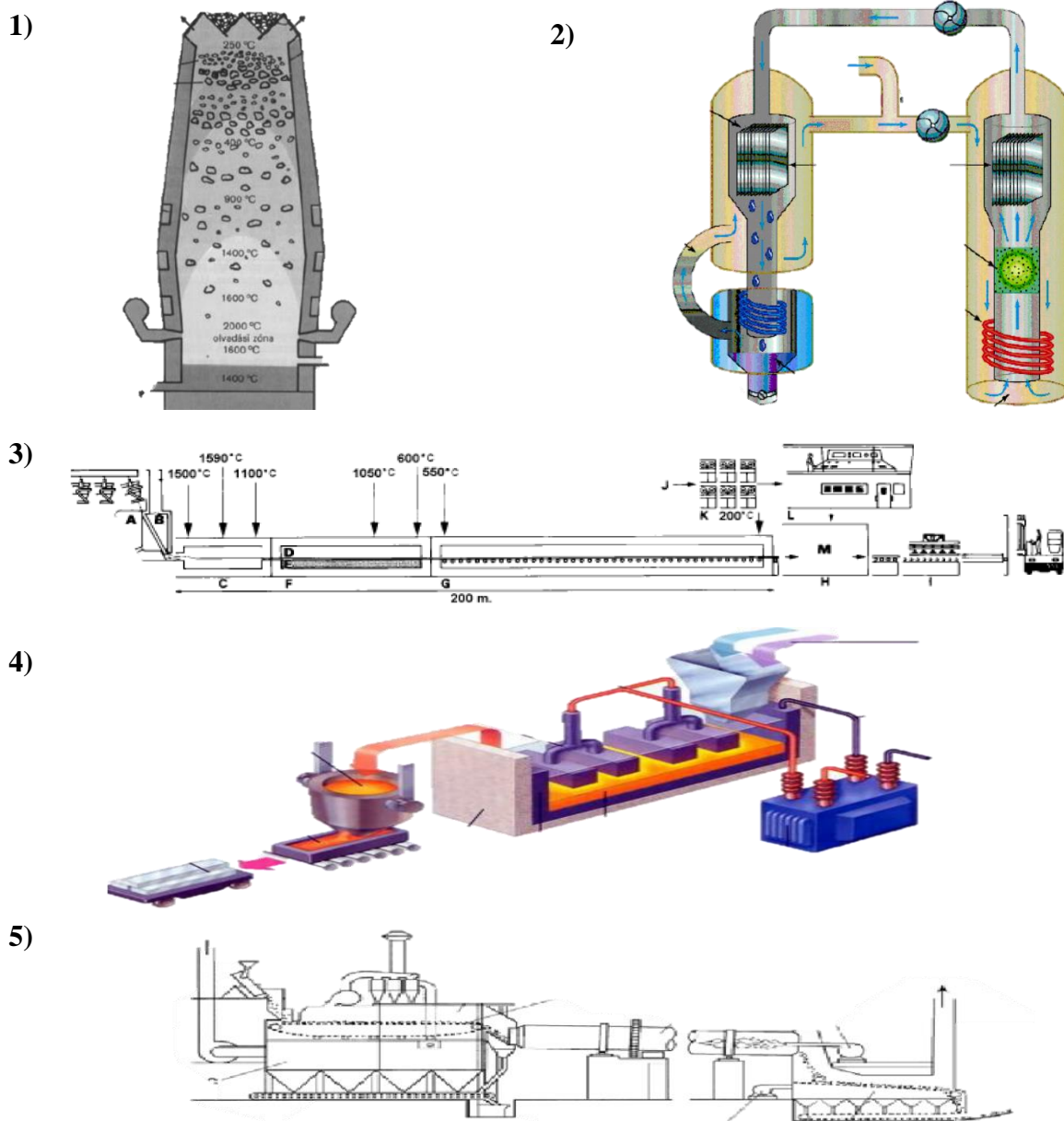
**B)** A kalcium-karbonát tartalmú alapanyagot (mészkő, dolomit, kréta, márga) vasoxid, homok és alumínium-oxid tartalmú anyagokkal keverik, őrlik össze, majd egy forgódobos kemencébe, ún. klinkerkemencébe vezetik. A kemencét a legkülönbözőbb fűtőanyagok égetésével tartják forrón, legjellemzőbb azonban 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. Ezeket 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 Fe/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hordozón K<sub>2</sub>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

Honlap: olahverseny.ch.bme.hu

6./15

### Számítási feladatok (30p)

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 nettó 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 analitikai laborba egy szürkésbarna anyagot hoztak be, annak anyagi minőségének meghatározására. A minta elemanalízise alapján 13,79 tömegszázalék káliumot, 18,37 tömegszázalék krómot, 22,61 tömegszázalék kén és 45,23 tömegszázalék oxigént tartalmaz. A vegyület képletét meghatározva rájöttek, hogy átkristályosítással különleges színű kristályokat kaphatnak. Ezért 25°C-on 50 g anyagot oldottak 250 g vízben, majd 0°C-ra hűtötték le az oldatot. **(6p)**

- Mi a kérdéses vegyület képlete?
- Hány gramm kristályos anyagot kaptak, ha tudjuk, hogy a keresett vegyület 12 kristályvízzel kristályosodik ki?
- Milyen színűek lettek a kristályok?

0°C-on 4,0 g anyag oldódik 100 g vízben, 25°C-on a telített oldat 20 tömegszázalékos.

3. 5 g tömegű bárium-karbonátból, kálium-nitrátból és ezüst-kloridból álló porkeveréket vizsgáltunk. Először vízben próbáltuk meg feloldani, azonban a keverék egy része oldhatatlan volt, így azt kiszűrtük. A porkeverék oldhatatlan részéhez 1:1-es hígítású sósavat adva, a minta egy része gázfejlődés mellett feloldódott (1).  $245 \text{ cm}^3$  standard nyomású  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os gáz keletkezett mely a meszes vizet zavarossá teszi (2) (a gáz nagy fölöslege esetén a csapadék visszaoldódik (3)). A porkeverék azon része, mely továbbra is oldhatatlan, fehér színű. Ammóniában oldva (4) és az oldatot lúgosítva, majd formaldehiddel (HCHO) reagáltatva  $86,7 \text{ cm}^3$  standard állapotú  $\text{CO}_2$  gáz keletkezik (5).
- (8p)**

- Írd fel a számozott reakciók egyenleteit!
- Számítsd ki a porkeverék tömegszázalékos összetételét!
- Mekkora tömegű csapadék keletkezett a sósav által fejlesztett gáz meszes vízben történő elnyelődésekor?

4. Bandi a laborban a kísérletezés végén azt vette észre, hogy túl sok nátrium-hidroxid oldatot öntött ki az elvégzendő feladathoz. Ahelyett, hogy a maradék lúgot helytelenül a lefolyóba öntötte volna, kiszámolta, hogy mennyi 2-es pH-jú sósavval tudná semlegesíteni. Azonban a semlegesítéshez véletlenül a 2-es pH-jú sósav helyett ugyanilyen koncentrációjú kénsav oldatot használt. (A számolások során vegyük úgy, hogy a kénsav disszociációja során mind a két lépésben erős savként viselkedik.) **(7p)**

- Mennyi lett a keletkezett oldat pH-ja, ha 100 ml 10-es pH-jú nátrium-hidroxid oldatot szeretett volna semlegesíteni? (Az oldat térfogatváltozása elhanyagolható.)
- Mennyi nátrium-hidroxid oldatra lenne szükség, hogy ezt az oldatot semlegesítse?





---

### Gondolkodtató kérdések (5p)

1. Mivel magyarázható, hogy a vágott virág tovább eltartható rézedényben, mint üvegedényben? **(2p)**
2. Miért fontos a malmok megfelelő szellőztetése? Hogyan alakulhat ki robbanászerek nélkül robbanás? **(2p)**
3. Miért világít a szentjánosbogár, ha nincs is benne lámpa? **(1p)**

### Gondolatkísérlet (8p)

A gondolatkísérlet megoldása egy konkrét kémiai anyag. A feladat ennek a meghatározása egyértelmű módon. Ehhez szükséges a megfelelő reakcióegyenletek feltüntetése, melyeket számozással jeleztünk. A teljes értékű megoldáshoz szükséges a megoldás menetét is megadni. Ehhez feltüntetendők a számokkal jelölt reakcióegyenletek és ezek alapján a lehetséges ionok, továbbá a reakciók sorozatából jelölendő, hogy miként szűkül le a keresett ionokra a megoldás. A végleges megoldás az anyag képletéből, a kért egyenletekből és a megoldáshoz vezető logikusan leírt útból tevődik össze.

Egy fehér kristályos anyagot találtunk, mely vízben jól oldódik, vizes oldatának kémhatása enyhén savas. A vizes oldatban sósav és kénhidrogén víz hozzáadására sem keletkezik csapadék, azonban ammónium-szulfid oldat hatására fehér csapadék válik le (1). A csapadék sósavban oldódik (2). Az így keletkezett oldat egyik feléhez nátrium-hidroxidot adva fehér csapadék válik le (3), mely a reagens feleslegében feloldódik (4). A másik feléhez ammónia oldatot adva szintén fehér csapadék válik le (5), mely a reagens feleslegében feloldódik, és szintelen oldat keletkezik (6). Az eredeti oldathoz ezüst-nitrát oldatot adva sárga csapadék válik le (7), mely tömény salétromsavban sem oldódik. Klóros vízzel diklórmetán jelenlétében összerázva az alsó fázis lila színű lesz (8).

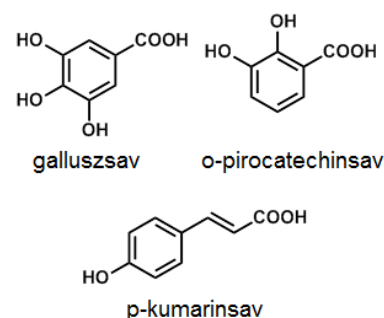
### Esettanulmány (12p)

## Fenolos vegyületek a borban

Hajós György

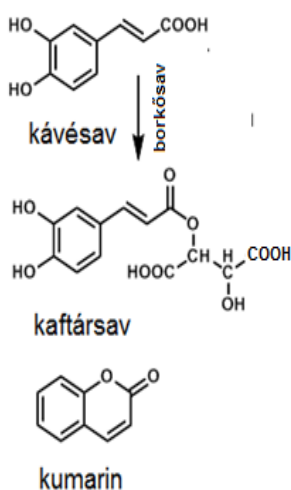
A borban levő fenolok és polifenolok lényegében 3 vegyületcsoportra oszthatók [1,2]:

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



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

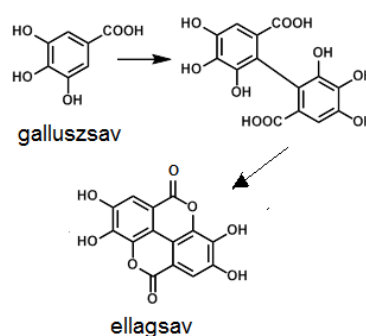
1. ábra: Nem flavonoid fenolos vegyületek a borban



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.

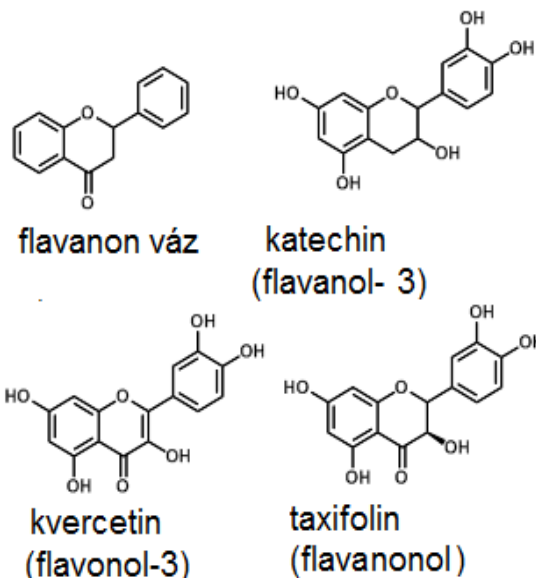
E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: olahverseny.ch.bme.hu

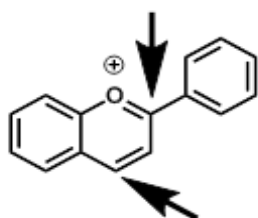
11./15

A flavonoid elnevezés a latin flavus (sárga) szóból ered. E vegyületcsoport képviselői sárga színűek. Közös jellemzőjük, hogy két benzolgyűrűn hidroxil 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).



4. ábra: A borban előforduló néhány fontos flavonoid vegyület



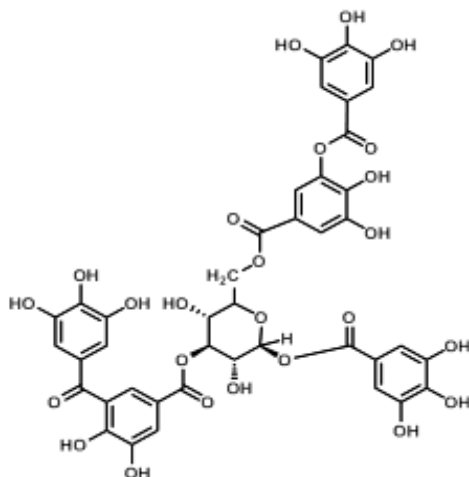
benzopirilium kation (antocianidin)

5. ábra A benzopirilium kation és érzékenysége nukleofil reagensekkel szemben

A polifenolok, beleértve az antocianinokat is, gyakorlatilag a szőlő héjában találhatók. 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 bőriparból 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.

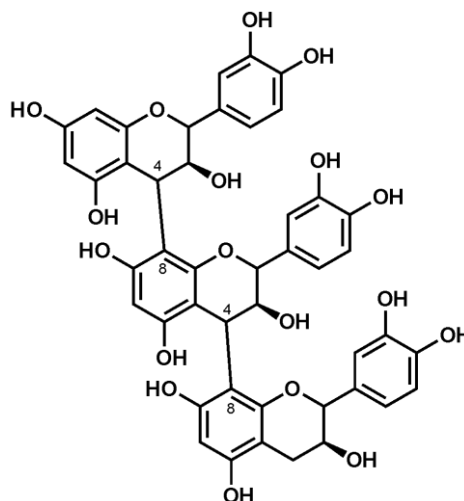


6. ábra. Az 1-galloil-3,6-digalloil-glükóz – egy hidrolizálható tannin

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.



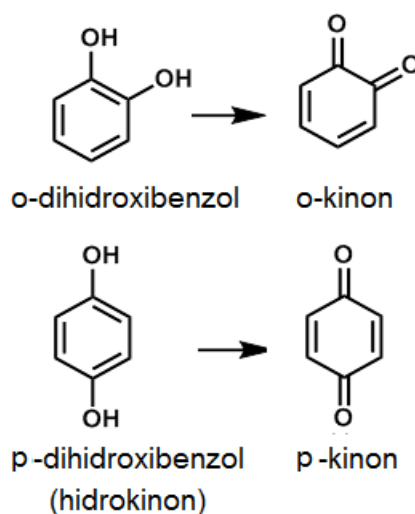
7. ábra. 4-8,4-8 trikatechin: egy kondenzált tannin

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 kifejtik 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 borkősav szerkezeti képletét!
2. Milyen szerkezeti tulajdonsággal indokolnád, hogy a flavonoidok színesek?
3. Mit jelent a szövegben található nukleofil kifejezés? Írj fel két nukleofil reagenst!
4. Mit nevezünk kopolimernek?
5. 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 sejtszervecske membránjában is jelen van. Melyik ez a sejtorganellum?
6. Mik a szabad gyökök? Milyen káros hatásuk ismert szervezetünkben?
7. 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)?
8. A csömöszölés a szőlőszemek sajtolás előtti összezúzása, vagy az erjedő must felszínén úszó törkölykalapnak a must felszíne alá való merítése. Miért szükséges ez a lépés?