

VI. Oláh György

Országos Középiskolai
Kémiaverseny

Döntő

III. kategória



2020. február 28-29.

Budapest

III. kategória
Döntő



VI. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny

A feladatsorokat lektorálta:

Dóbiné Cserjés Edit

Együttműködő partnerek:



Támogatók:

Koplányi Krisztián



2020. február 28.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

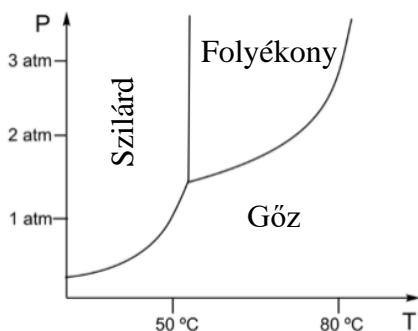
Honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

2/21

Feleletválasztós (10p)

- Hány atom található a sztearinsav molekulában?
 - 56
 - 50
 - 54
 - 58
- Az alábbi vegyületcsoportok közül melyik NEM az elemorganikus vegyületek csoportjába tartozik?
 - alkil-szilánok
 - alkil-cink-halogenidek
 - alkil-boránok
 - alkil-amidok
- Melyik elem oxidásványa a korund?
 - szilícium
 - kobalt
 - magnézium
 - alumínium
- Honnan ered a Paracetamol elnevezés?
 - a para-ketil-amino-etanol rövidítése
 - a para-acetil-amino-fenol rövidítése
 - egy latin kifejezés, jelentése fájdalommentesség
 - első előállítója vezetéknevének és az amino-diol rövidítésének összevonásából
- Melyik szénhidrogén tartalmaz 84,2 tömeg% szenet?
 - C_8H_{18}
 - C_4H_{10}
 - C_2H_6
 - CH_4

6. Melyik vegyület $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatából fejlődik szintelen gáz, ha 1 mol/dm^3 HBr-t adunk hozzá?
- KBrO_3
 - NaHSO_4
 - NaHSO_3
 - $\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$
7. Melyik a helyes sorrend, ha olvadáspont szerinti növekvő sorrendbe szeretnénk sorolni az alábbi ionrácsos anyagokat?
- $\text{MgO} < \text{NaF} < \text{KBr} < \text{NaCl}$
 - $\text{NaF} < \text{NaCl} < \text{MgO} < \text{KBr}$
 - $\text{KBr} < \text{NaCl} < \text{MgO} < \text{NaF}$
 - $\text{KBr} < \text{NaCl} < \text{NaF} < \text{MgO}$
8. Az uránium-hexafluorid (UF_6) fázisdiagramjának részlete látható a következő ábrán:



Melyik állítás helyes az alábbiak közül?

I. Az UF_6 atmoszférikus nyomáson szublimál.

II. 80 °C -on és $1,5 \text{ atm}$ nyomáson egyensúlyban csak gőzhalmazállapot van jelen.

- Egyik sem
- Mindkettő
- Csak az I.
- Csak a II.



9. Mit jelent a paraffin szó?
- e) Viasz
 - f) Kevésbé reakcióképes
 - g) Kevésbé illékony
 - h) Nem elágazó
10. Kinek a nevét viseli a gondolkodtató kérdésekből ismert Jutka?
- a) Oláh György felesége
 - b) Oláh György lánya
 - c) Oláh György édesanyja
 - d) Az egyik idei főszervező

Ipari feladat (9p)

A vegyipari művelettan a vegyészmérnöki tudományok egyik rendkívül nagy jelentőségű részterülete. Az alábbiakban 6, viszonylag fontos műveletről találtak 1-1 rövid leírást, illetve a jellemző berendezésről 1-1 vázlatos ábrát. Írd a művelet neve mellé a **leírás betűjelét** és az **ábra számát**!

Művelet neve	Leírás betűjele	Ábra száma
Rektifikálás		
Reverz ozmózis		
Szűrés		
Abszorpció		
Centrifugálás		
Extrakció		

A) Alapvetően az ülepítési műveletek csoportjába tartozik, de alkalmazzák szűréssel kombinálva is. Működési elve a centrifugális erőn alapszik, amely akár több 100-1000-szerese is lehet a gravitációs erőnek. A hagyományos ülepítéshez képest jelentős előnye, hogy sokkal gyorsabb annál, hátránya viszont hogy a berendezés nagy fordulatszámú mozgó alkatrészt tartalmaz, így kifejezetten hajlamos a meghibásodásra.

B) Ennek a műveletnek két fő típusát különböztetjük meg. Az első esetben két, egymásban nem elegyedő folyadékot érintkeztetünk intenzíven, melyek között megoszlik egy harmadik, jellemzően az előző kettőnél lényegesen kisebb mennyiségű, ám jelentősen drágább komponens. A második esetben egy alkalmas oldószer segítségével vonunk ki alacsony koncentrációjú, de értékes komponenst valamilyen szilárd szemcséből. Mindkét típus többféleképpen megvalósítható, pl.: töltött oszlopos, tányéros oszlopos, mixer-settler, rotocell, Podbielnak, Luwesta, stb...



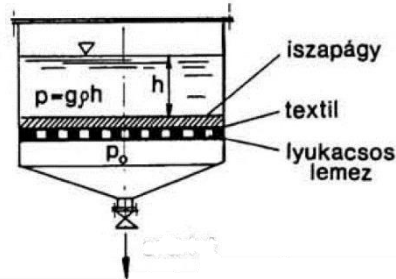
C) Ez a művelet a membránműveletek csoportjába tartozik. Jellemzően vízkezelési technológiában használják mind tiszta (ivó)víz előállítására, mind szennyvízkezelésre. A művelet hajtóereje a membrán két oldala között létrehozott nyomáskülönbség, amely elérheti a 80-160 bart is. Ezzel a beavatkozással akár desztillált vízzel megegyező minőségű tisztított vizet lehet elérni.

D) Az alapanyagokat előmelegítve egy jellemzően fémből vagy üvegből készült oszlopba vezetik, amelyben intenzív folyadék-gáz érintkeztetést biztosító töltetek vagy tányérok helyezkednek el. Két komponens esetén felfelé haladó gáz fázisú anyagáram az illékonyabb, míg a lefelé haladó, folyékony fázisú áram a kevésbé illékonyabb komponensben dúsul. Azeotrópok szétválasztása nehézkes lehet.

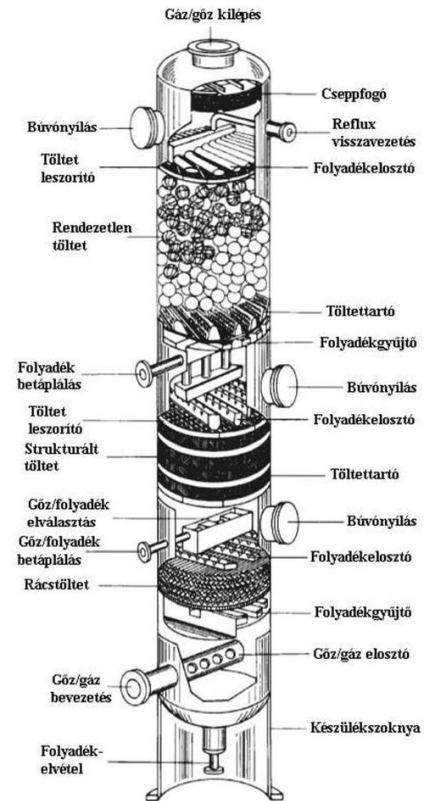
E) Egyensúlyi elválasztóművelet, melyben egy alkalmas oldószer segítségével vonunk ki egy gáz fázisú közegből értékes és/vagy mérgező komponenst. Jellemzően oldószerek visszanyerésénél, üzemek véggázkezelésénél vagy éppen kénsav- ill. salétromsavgyártás során használják.

F) Fizikai elválasztóművelet, melyben jellemzően (szilárd-folyadék) kétfázisú rendszereket választanak szét. Két fő típusa van: dead-end illetve a cross-flow elrendezés. A művelet nem tökéletesen választja el a fázisokat, a kapott szilárd fázis tartalmaz nedvességet, ahogyan a kapott folyadékfázis is tartalmaz valamennyi lebegő szilárd részecskét. Elterjedten használt művelet a háztartásokban is.

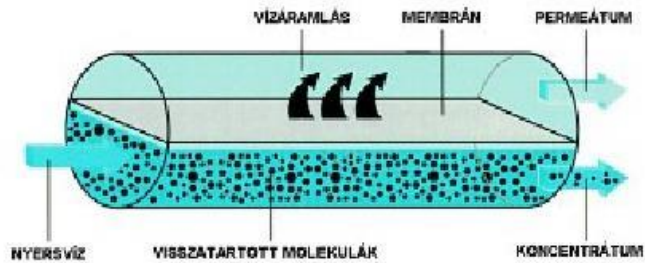
1)



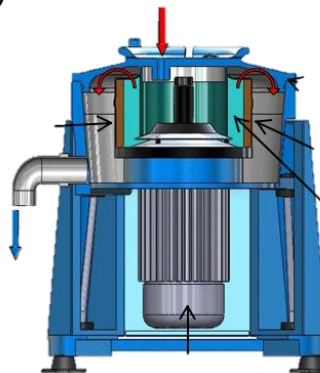
2)



3)



4)

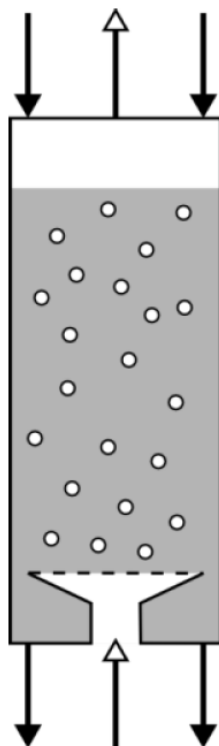


2020. február 28.

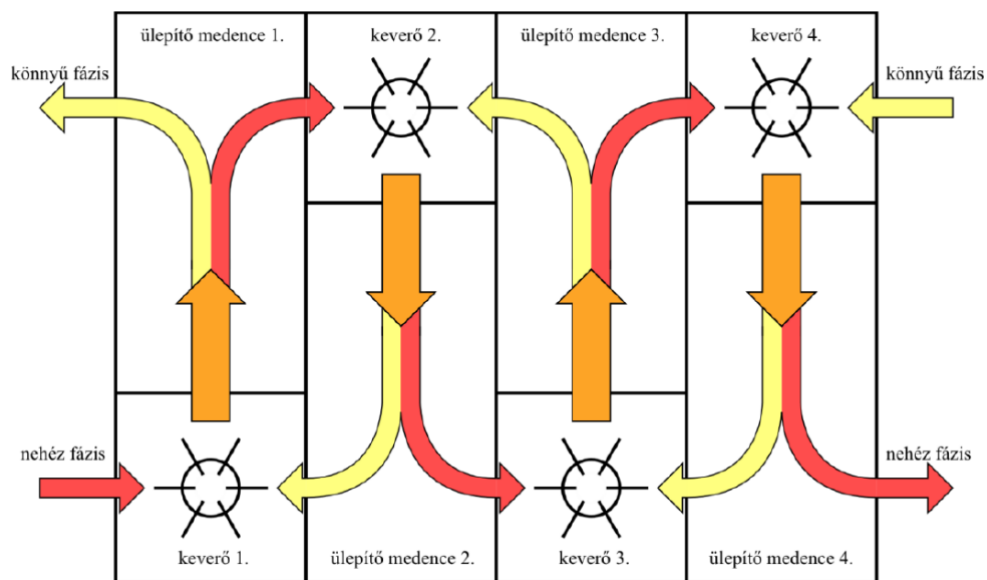
E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

5)



6)



2020. február 28.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

9/21

Számítási feladatok (39p)

1. A Fővárosi Vízművek egy vízminta vas(II)-ion tartalmának meghatározásával bízta meg a BME Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszékét.

A titrálás mellett a mennyiségi meghatározást atomabszorpciós spektroszkópia segítségével is elvégezték. A vizsgálat lényege, hogy a fémionokat egy magas hőmérsékletű lángba juttatják, majd olyan, az adott komponensre jellemző hullámhosszúságú fényvel világítják meg, melyet a mérendő komponens elnyel (abszorbeál). Az átmenő (transzmittált – tehát el nem nyelt fény) intenzitását mérik. A mennyiségi meghatározás kalibráció segítségével valósítható meg. Itt ismert koncentrációjú oldatok abszorbanciáját mérik meg, majd ezt ábrázolják a koncentráció függvényében. Így egy egyeneshez jutnak, melyből a mérendő komponens mennyisége kiszámítható.

A kalibráció során 5 ismert koncentrációjú oldat (0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 mmol/dm³) abszorbanciáját mérték meg, majd a következő kalibrációs egyeneshez jutottak:

$$A = 202c + 0,017$$

ahol A a mért abszorbancia, c pedig a koncentráció (mol/dm³ értékben kifejezve).

Ezt követően a vízminta 10,0 ml-éből 100,0 ml törzsoldatot készítettek, majd megmérték az így kapott oldat abszorbanciáját. Ez 0,3806-nak adódott.

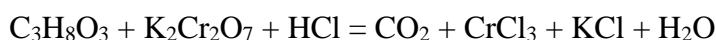
Számítsuk ki, hogy mekkora az eredeti vízminta Fe(II)-ion koncentrációja az atomspektroszkópiás mérés alapján! (4p)



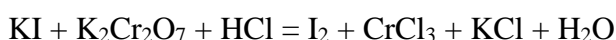
2. Különböző ionos karbidokban a szén oxidációs száma más és más lehet. Ettől függően a karbidok vízzel való reakciójában a hidroxid mellett többféle anyag is keletkezhet.
- Lítium-karbid 5,00 g-jának hidrolízisekor $3,232 \text{ dm}^3$ standardállapotú szénhidrogén keletkezik. A gáz eltávolítása után visszamaradó oldat semlegesítéséhez 64,6 g 20,0 tömeg%-os kénsavoldat szükséges. Mi a karbid és a keletkező szénhidrogén képlete? **(4p)**
 - Alumínium-karbid 5,00 g-jának hidrolízisekor a keletkező $2,552 \text{ dm}^3$ standardállapotú szénhidrogént tökéletesen elégetjük, a keletkező forró gázelegyet savas mosófolyadékban buborékolatjuk át. A savas mosó tömege 3,75 g-mal növekedett. Mi a karbid és a keletkező szénhidrogén képlete? **(5p)**
 - Magnézium-karbid 5,00 g-jának hidrolízisekor $1,448 \text{ dm}^3$ standardállapotú szénhidrogén keletkezik. A gáz eltávolítása után visszamaradó szilárd anyag 20,0 tömeg%-os kénsavoldat feleslegében oldjuk. Az oldatból 1000 cm^3 törzsoldatot készítünk, és $10,00 \text{ cm}^3$ -ét ammóniás puffer és eriokrómfekete-T indikátor jelenlétében 0,09946 M etilén-diamin-tetraacetát (EDTA) komplexképző oldatával titráljuk. Az EDTA 1:1 arányban reagál a magnéziumionokkal. Az átlagfogyás: $11,88 \text{ cm}^3$. Mi a karbid és a keletkező szénhidrogén képlete? **(4p)**



3. Etanol és glicerín ismeretlen arányú keverékéből kivett mintát $14,7 \text{ cm}^3$ 24 m/V%-os sósavas kálium-bikromát oldattal reagáltatunk az alábbi – kiegészítendő – reakcióegyenletek szerint:



A reakció lejátszódása után az elegyhez 20 cm^3 2 mol/dm^3 kálium-jodid oldatot adunk, amely elbontja a feleslegben maradt kálium-dikromátot az alábbi kiegészítendő egyenlet szerint:



A keletkezett jódot nátrium-tioszulfáttal titráljuk, ehhez 20 cm^3 17,38 tömegszázalékos nátrium-tioszulfát oldatra ($\rho: 1 \text{ g/cm}^3$) van szükség. A titrálás kiegészítendő egyenlete:



Ugyanabból az etanol-glicerín keverékből $0,368 \text{ g}$ -ot kimérve, és azt nátrium-hidriddel reagáltatva $2,663 \text{ dl}$ $0,101325 \text{ MPa}$ nyomású gáz képződik $22 \text{ }^\circ\text{C}$ -on. Milyen térfogatarányú az etanol és a glicerín keveréke? (10p)

R: $8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$; $\rho_{\text{etanol}}: 0,79 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{glicerín}}: 1,26 \text{ g/cm}^3$

4. Részlet egy jegyzőkönyvből:

Réz(II) és cink(II) mérése egymás mellett komplexometriás titrálással

Kísérlet:

CuSO₄ és ZnSO₄ 100 cm³-re hígított törzsoldatának 10,00 cm³-es részleteihez tömény ammóniaoldatot adtunk (1-2) addig, amíg a keletkező csapadék fel nem oldódik (3-4). Ezt követően murexid indikátor jelenlétében titráltuk 0,05 mol/dm³ koncentrációjú EDTA-mérőoldattal lila színig (1. fogyaszt).

A törzsoldat újabb 10,00 cm³-es részleteihez 0,05 g aszkorbinsavat (5), 10 cm³ 0,1 mol/dm³ koncentrációjú KSCN-oldatot (6) és 1 g urotropint adtunk, majd metiltimolkék indikátor mellett titráltuk 0,05 mol/dm³ koncentrációjú EDTA-val kék színből állandó sárgáig (2. fogyaszt).

Az EDTA-mérőoldat faktora: $f=1,039$.

1. fogyaszt [ml]	2. fogyaszt [ml]
10,25	7,02
10,32	7,06
10,33	7,05

Segítség:

- Az aszkorbinsavval csak a Cu²⁺ reagál egy redoxireakcióban, mely során réz(I)-ionok keletkeznek.
- Az aszkorbinsav egyértékű savként viselkedik. Erős redukálószer, redukció során maga az L-aszkorbinsav dehidro-L-aszkorbinsavvá oxudálódik.
- A KSCN-oldat hatására csak egyféle csapadék válik le.
- Az adott fémion és az EDTA 1:1 arányban képez komplexet egymással.



A feladatod befejezni a jegyzőkönyvet!

- Írd fel a számokkal jelölt kémiai reakciók rendezett egyenletét! Magyarázd meg a mérés elvét! Mi a szerepe az ammóniának és az urotropinnak? **(5p)**
- Az urotropin másik neve a hexametiléntetraamin. Rajzold le ennek a 4 tercier nitrogén atomot is tartalmazó szerves vegyület képletét! **(2p)**
- Számítsd ki hány g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ és hány g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ felhasználásával készült a törzsoldat! **(5p)**



Gondolkodtató kérdések (6p)

1. Jutka nagyon komolyan foglalkozik a környezetvédelemmel, ezért utánanézett a műanyagok kémiájának. Mi a különbség műanyagok esetén a monomer és az ismétlődő egység között? Szemléltesd a polietilén példáján! (3p)
2. Olvasmányai során Jutka érdekes szóval találkozott. Az egyik könyvben amfipatikus molekulákról olvasott. Mi jelent ez? (1p)
3. A sok tanulástól Jutka elfáradt, így kinézett az ablakon a kék égre. Miért látjuk kéknek az eget? Miért vörös a naplemente? (2p)

Gondolatkísérlet (7p)

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 színtelen, kristályos anyagot találtunk, mely vízben jól oldódik. A vizes oldatban sósav, kénhidrogénes víz és ammónium-szulfid oldat hozzáadására sem keletkezik csapadék, gázfejlődést sem tapasztalunk. Az oldathoz enyhén ammóniás közegben ammónium-karbonátot adva sem tapasztalunk változást. Az eredeti oldathoz kalcium-klorid oldatot adva fehér csapadék válik le (1), amely sósavban sem oldódik. Szintén az eredeti oldathoz tömény kénsavat adva, majd melegítve színtelen gáz fejlődése figyelhető meg (2), és azt tapasztaljuk, hogy a kémcsőben lévő kénsav nem nedvesíti a kémcső falát, hanem lepereg róla (3-4). A kiindulási anyag lángfestése fakóibolya színű. A kiindulási vizes oldathoz tömény perklórsavat adva fehér csapadék keletkezik (5). Az eredeti oldathoz nártium-[hexanitrito-kobaltát(III)] oldatot adva semleges közegben sárga csapadék leválását tapasztaljuk (6), mely ecetsavban nem oldódik, de ásványi savakban igen.

Esettanulmány (12p)

Evolúció a kémcsőben

Kiricsi Mónika

2018. évi kémiai Nobel-díjat felerészben Frances H. Arnold kapta, a másik felén, egyenlő arányban, George P. Smith és Sir Gregory P. Winter osztozott. Az idei kémiai Nobel-díjak az evolúció erejének kémiai hasznosítását ismerték el. A három díjazott kutató munkája alapot teremtett az evolúciós folyamatok mechanizmusainak kiaknázásához és az emberiség szolgálatába állításához. Az irányított evolúció és a fágbemutatás olyan technikai lehetőségeket jelentenek, melyek révén enzimeket és antitesteket lehet egyrészt ipari célú alkalmazások, másrészt számos autoimmun- és egyes áttétes tumoros betegségek elleni küzdelem számára előállítani és optimalizálni.

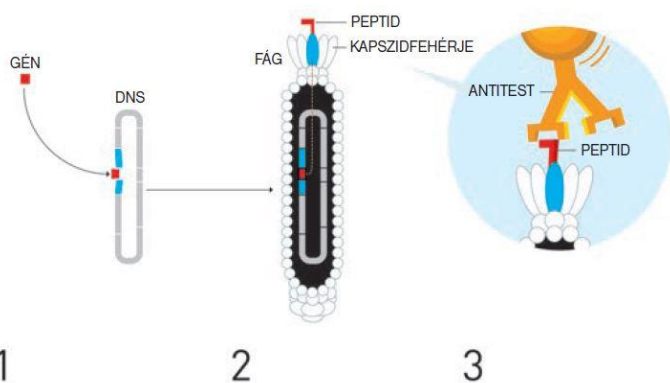
[...]

George Smith 1985-ben dolgozott ki egy bakteriofágokon, a baktériumokat fertőző vírusokon alapuló, innovatív módszert fehérjék irányított evolúciójának megvalósítására.

Sir Gregory Winter a fágbemutatást fejlesztette tovább, elsősorban gyógyszeripari alkalmazás céljából. Olyan antitesteket hozott létre, melyeket sikerrel alkalmaznak reumatoid arthritisz, pszoriázis és gyulladásgos bélbetegségek kezelésére, toxinok hatásának semlegesítésére vagy áttétes rákos megbetegedések terápiaja során.

A két utóbbi díjazott kutató technológiai innovációja a fágbemutatás módszerét használja antitestek és bizonyos molekulákat specifikusan megkötni képes fehérjék irányított evolúciójára. Az 1980-as években, amikor George Smith bakteriofágokkal kezdett dolgozni, a DNS-technológiák még gyerekcipőben jártak, és a humán genomról meglehetősen kevés tudás állt rendelkezésre. Az már ismert volt, hogy a genom géneket tartalmaz, melyek a test fehérjéinek előállításához szükséges információt rejtik, ám akkoriban egy adott fehérjét kódoló gén

azonosítása rendkívül nehéz feladatnak bizonyult. George Smith ötlete az volt, hogy a gének azonosításához bakteriofágokat alkalmazzanak. A fágok felépítése rendkívül egyszerű. Örökítőanyagukat, mely lehet RNS vagy DNS, fehérjékből álló kapszid borítja. A fág szaporodása során behatol a gazdasejtbe, virális genomja integrálódik a gazdasejt genomjába, annak segítségével sokszorozódik. A gazdaszervezetben felborul a nukleinsav-, és a fehérjeszintézis: a baktérium a virális fehérjék, többek között a kapszidot alkotó proteinek termelésére kényszerül. Smith ötlete az volt, hogy a fágok működését ki lehetne használni ismert fehérjét kódoló ismeretlen gén azonosítására. Ekkor már óriási méretű molekulakönyvtárak álltak rendelkezésre, tele ismeretlen gének milliónyi fragmentjével. Smith szerint ezeket a fragmenteket bele kell építeni a fág genomjába (**2. ábra, 1**), mégpedig a kapszidot alkotó egyik fehérje génjébe. Így ha a fágok szaporodnak, az ismeretlen gén fehérje- vagy peptidterméke a fág felszínén, a kapszid részeként kifejeződik (**2. ábra, 2**). Ez olyan fágkeveréket hoz majd létre, melynek mindegyik eleme különböző fehérjéket hordoz a felszínén. Ebből a keverékből specifikus antitestek segítségével kihorgászhatók az ismert fehérjéket hordozó egyedek (**2. ábra, 3**). A kihálászott fággal viszont hozzájuthatunk és azonosíthatjuk a fehérjét kódoló, eddig ismeretlen gént is. 1985-ben Smith egy restrikciós endonukleáz enzim 57 aminosavból álló peptidrészletét fág felszínén fejeztette ki, majd a fágkeverékből a peptidet hordozó fágot endonukleáz-specifikus antitest segítségével, affinitás-kromatográfiával kihálászta.



2. ábra. A fágbemutató lépései
(forrás: www.nobelprize.org)



1988-ban vetette fel, hogy ha a fágok felszínén nagyszámú, random szekvenciával rendelkező peptidet fejeztetünk ki, akkor azonosíthatjuk az antitestek által felismert epitópokat. Hiszen a legtöbb antitest csak egy rövid, 5-6 aminosavból álló szegmenst ismer fel az antigén szekvenciájából.

Gregory Winter érdeklődését éppen ez keltette fel. Olyan új antitesteket szeretett volna előállítani, melyeket az immunrendszer tolerál, és rendkívüli szelektivitásuknak köszönhetően képesek bizonyos kóros állapotok előrehaladását megállítani. Smith munkája alapján feltételezte, hogy a fágbemutató alkalmas módszer lehet a kérdés megoldására. Az antitestek epitóp-felismeréséért felelős szegmensét kódoló génfragmentet építette be a fág egyik kapszidfehérjéjének génjébe, így a fág felszínén kifejeződött az antitestnek ez a fehérjereszlete. Majd az antigént csaliként alkalmazva kihorgászta a keresett fagot 4 millió másik közül. Ezt követően Winter a fágbemutató technológiáját alkalmazta az antitestek direkt evolúciójára, optimalizálására. Ehhez olyan fágkönyvtárat hozott létre, melyben a fágok az antitest fehérjeszegmensek milliárdnyi variációját hordozták, majd kihorgászta azokat, amelyek a célfehérjéhez kötődtek. Ezután ezeket az első generációs antitesteket random módon tovább változtatta, és újabb fágkönyvtárat létesített. Ebben már olyan antitestek voltak, melyek még nagyobb affinitással kötődtek a célfehérjéhez.

Winter nevéhez fűződik például az adalimumab, a tumornekrózis faktor-alfa-elleni humán antitest kifejlesztése, mely elsősorban autoimmun betegségek kezelésére alkalmas. De hasonló innovatív folyamatok eredményeképpen előállítottak már antitesteket, melyek metasztatikus daganatos betegségek egyes típusainak, a lupus, a reumathoid arthritisz, a gyulladással járó bélbetegségek vagy az Alzheimer-kór kezelésére nyújtanak terápiás megoldást.

Forrás: MKL LXXIV. évfolyam 2. szám (2019. február)



KÉRDÉSEK

1. Mit nevezünk a molekuláris biológia centrális dogmájának? **(2p)**
2. Miből épülnek fel a fágok? **(1p)**
3. Mi a fágfertőzés lényege? **(1,5p)**
4. Mi a fágbemutató célja, és hogyan valósítható meg (röviden)? **(2p)**
5. Mit jelent az affinitás kromatográfia elnevezés? **(1,5p)**
6. Mi az antigén? **(1p)**
7. Mi az antitest és az epitóp? **(2p)**
8. Mit jelent a fágkönyvtár elnevezés? **(1p)**

