

# Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

A 2022/1. számban megjelent szakszöveg mintafordítása:

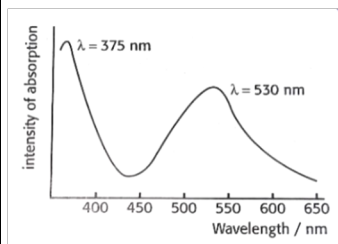
## Élelmiszerkémia

### Szín

Az élelmiszerek természetes vagy mesterséges úton színezhetőek. A pigment egy, a növényi és állati sejtekben megtalálható, természetesen előforduló színanyag. Élelmiszerkémiai vonatkozásban a színezék egy fogyasztásra alkalmas, szintetikus, vízoldható színezőanyag. Mind a pigmentek, mind pedig a színezékek azért színesek, mert képesek elnyelni az elektromágneses spektrumból a látható fény egy részét és a megmaradó, el nem nyelt látható fényt áttereszítik. Ezért nevezik az átteresztett fényt kiegészítő színnek. Ennek megfelelően a vörös fényt elnyelő színezék vagy pigment kékes-zöldes színt ereszt át.

#### Miért piros a pipacs?

A pipacs egy cianidin nevű antocianint tartalmaz. A pipacs nedve savas, és ilyen körülmények között a cianidin a 375 nm és 530 nm hullámhosszú fényt nyeli el. Az abszorpciós spektrum az alábbi ábrán látható.



(wavelength = hullámhossz,  
intensity of absorption =  
elnyelés intenzitása)

A 375 nm-es fény az elektromágneses spektrum ultraibolya tartományában van, így átteresztése nem befolyásolja a színt. Az 530 nm-nél mért abszorbanca a spektrum kék-zöld tartományába esik, és a pipacsok cianidinje a kékeszöld komplementer színét, azaz a vöröset bocsátja át.

## Pigmentek

A természetesen előforduló pigmentek közé az antociánok, a karotinoidok, a klorofill és a hem tartoznak. (Lásd.: 3. táblázat)

<b>Antociánok</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A növényekben leggyakrabban előforduló pigmentek</li> <li>• Ezek felelősek a gyümölcsök és zöldségek rózsaszín, piros, lila és kék színéért, beleértve a vörös és a kék áfonyát, epret és málnát.</li> </ul>	
<b>Karotinoidok</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A természetben legelterjedtebb pigmentek (döntő többségüket algák állítják elő)</li> <li>• Az A-vitamin-szintézis előanyagaként szolgálnak: a gyümölcsökben és zöldségekben található karotinoidok az ember A-vitamin-szükségletének 30-100%-át teszik ki.</li> <li>• Színük a sárgától a narancsvörösig terjed. Megtalálhatóak a banánban, a sárgarépában, a paradicsomban, a görögdinnyében, a paprikában és a sáfrányban.</li> <li>• A vörös asztaxantin (egy fehérjével komplexet képezve) felelős az élő homárok és rákok kék vagy zöld, valamint a lazacok és a flamingók rózsaszín színéért</li> </ul>	
<b>Klorofill</b>	<b>Hem</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A zöld növényekben található, a fotoszintézishez szükséges fő pigmentek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A mioglobin felelős a friss húsok lilás-vörös színéért</li> </ul>

*3. táblázat. Természetben előforduló pigmentek*

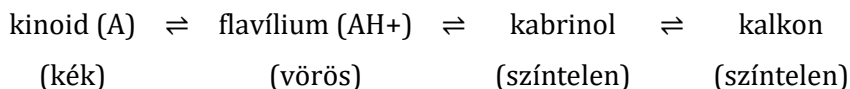
### A szín és a pigmentek stabilitását befolyásoló tényezők

Számos tényező befolyásolja a pigmentek színének stabilitását. Ezek alapvetően olyan tényezők, amelyek a molekula szerkezetét változtatják meg, mivel az befolyásolja a pigmentek által elnyelt látható fény pontos hullámhosszát, és ezáltal az áterezített komplementer színeket. Ezen

tényezők közé tartozik az oxidáció, a hőmérséklet-változás, a pH-változás és a fémionok jelenléte.

### Antociánok

Vizes oldatban az antociánok különböző formákban vannak jelen, amelyek egymással egyensúlyban vannak. A pH és a hőmérséklet megváltoztatása befolyásolja az egyensúlyi helyzetet és így a színért felelős meghatározó speieszeket is. Alacsony pH-n (savas oldatban) és alacsony hőmérsékleten a legszínesebbek. Hő hatására az egyensúly a jobbra mozdul el, és a vegyületek kevésbé lesznek termodinamikailag stabilak. Ez okozza a színvesztést és a barnulást.



Az antociánok olyan fémionokkal is komplexeket képeznek, például az alumínium- ( $\text{Al}^{3+}$ ) és vas(III) ( $\text{Fe}^{3+}$ ) ionokkal. Ezek az ionok a „bádög” konzervdobozokat alkotó fémekben is megtalálhatóak, így az ezekkel érintkezésbe kerülő gyümölcsbefőttek is, ez pedig elszíneződéshez vezethet.

### Karotinoidok

A karotinoidok nagyszámú váltakozó egyszeres és kétszeres szén-szén kötést tartalmaznak, amelyek együttesen felelősek a vegyületek színes voltáért.

A karotin szerkezetét és látható spektrumát az alábbi ábra szemlélteti. A látható spektrum ibolya-kék tartományában nyeli el a fényt, amely azt jelenti, hogy sárga fényt ereszt át.

A szén-szén kettős kötések telítetlensége miatt a karotinoidok érzékenyek az oxidációra. Ezt az oxidációs folyamatot a fény, egyes fémek és hidroperoxidok katalizálhatják. Ez megváltoztatja a kötés típusát, és a szín halványodásával, az A-vitamin aktivitásának elvesztésével és kellemetlen szagok keletkezésével jár.

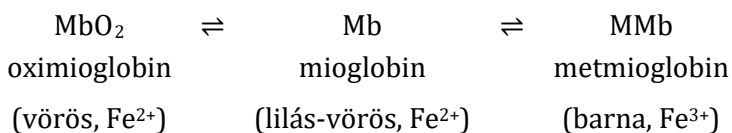
A karotinoidok 50 °C-ig, valamint a 2-7 közötti pH-tartományban stabilak, ezért az élelmiszer-feldolgozás legtöbb formája során nem bomlanak le. Melegítéskor a természetben előforduló transz-izomer átalakul cisz-izomerré.

## Klorofill

A klorofill egy porfin nevű csoportot tartalmaz, amelyet négy nitrogénatom alkot. A porfingyűrű nagyon stabil komplexet képez a magnéziumionnal (lásd az ábrát). A klorofill hővel szembeni stabilitása a pH függvénye. Megfelelően lúgos (pH = 9) közegben termodinamikailag stabil, viszont kellően savas (pH = 3) közegben instabil. Melegítés hatására a növény sejtmembránja károsodik, savak szabadulnak fel, amelyek csökkentik a pH-értéket. Ezen az alacsonyabb pH-értéken a magnéziumiont kiszorítja két hidrogénion, melynek következtében egy olajzöld-barna színű feofitin-komplex keletkezik. A sejtek melegítés hatására való bomlása szintén növeli a klorofill fény hatására való bomlásának esélyét.

## Hem

A hem csoport is porfingyűrűt tartalmaz, de egy vasionnal képez komplexet. Az oxidáció során az oxigén kötődik a lilásvörös mioglobinhoz (Mb), és vörös oximioglobin (MbO<sub>2</sub>) képződik. Mind a Mb-ban, mind az MbO<sub>2</sub>-ban a hem csoport vasa vas(II)-ion – Fe<sup>2+</sup> – formájában van jelen. A Mb és MbO<sub>2</sub> autooxidációja révén a vas oxidációs állapota vas(III)-ra – Fe<sup>3+</sup> – változik. Fe<sup>3+</sup> állapotban metmioglobinnak (MMb) nevezik. A metmioglobin élelemiszeripari szempontból nemkívánatos barnásvörös színű anyag. A három megjelenési forma közötti átalakulás könnyen végbemegy.



Az autooxidációból származó barna metmioglobin képződési sebességének minimalizálásához a húst oxigénmentesen tárolják. Alacsony gázáteresztő képességű csomagolófóliákat használnak. A levegőt eltávolítják, és védőgázt, általában tiszta szén-dioxidot juttatnak a csomagolásba.

## Mesterséges színezőanyagok (színezékek)

Ha egy bizonyos élelmiszerre vágyunk, érdemes lehet megvizsgálni a csomagolást. A legtöbb országban ma már minden élelmiszeren fel kell tüntetni az összetevőket. Például egy csomag málnaszelé lehet, hogy soha nem látott málnát. Ehelyett aromákat és színezékeket adnak hozzá, hogy az "étel" íze és kinézete a málnára hasonlítson. Az élelmiszer-adalékanyagokat számokkal látják el, hogy azonosítani lehessen őket. A világ egyes részein E-számoknak nevezik őket, máshol a Nemzetközi Számozási Rendszer (International Numbering System, röviden INS) van használatban. Sajnos sok mesterséges színezékről bebizonyosodott, hogy rákkeltő hatású. Például 1938-ig a 4-dimetil-amino-azobenzolt használták vaj színezéséhez. Ezt a „vajsárga” ételszínezéket mostanra kivonták a forgalomból, mivel rákkeltő hatású.

Az egyik gondot a különböző országok eltérő szabályozási rendszerei okozzák. Néhány színezéket, amely egyes országokban engedélyeznek, más országokban betiltottak. Sok élelmiszer lépi át a nemzetközi határokat, ezért ez a jelenség jogos aggodalomra ad okot: szükségessé vált egy színezékekre vonatkozó nemzetközi jogi szabályozás. A nemzetközi iskolák laboratóriumi gyakorlataihoz ez a témakör kiváló lehetőségeket ad: a diákok összehasonlíthatják az azonos termék-típusok különböző országokból származó eltérő márkájú minták összetételét. A termékekben található különböző színezékeket kromatográfiás módszerekkel azonosíthatják.

## Az élelmiszerek nemenzimes barnulása

A például az alma hámozását követő, ún. enzimés barnulás általában nemkívánatos – az ételek ízét és megjelenését azonban javítja az alapos főzés során bekövetkező természetes barnulás.

A magas szénhidrát tartalmú (különösen a szacharózt és a redukáló cukrokat, például glükózt tartalmazó) és a kevés nitrogént tartalmazó vegyületekből álló élelmiszerek karamellizálhatók. Bár ez egyszerűen melegítéssel megvalósítható, a kémiai folyamat korántsem ilyen egyszerű. Mind a szacharóz, mind a glükóz karamellizálásakor sokféle anyag keletkezik, köztük savak, édes és keserű származékok, karamellaromájú illékony molekulák és barna színű polimerek. A karamellizáció sebességét növelő tényezők közé tartozik a savas (pH = 3-nál alacsonyabb kémhatás) illetve a bázikus katalizátor (pH = 9-nél

magasabb kémhatás). A hőmérséklet is fontos. Főzés során nem történik karamellizáció, mivel 120 °C feletti hőmérsékletre van szükség, ami a magas cukortartalmú élelmiszerek sütése során fordul elő. A karamellizációt látjuk akkor is, amikor a tojást tartalmazó ételek teteje „barnára sül”.

A nitrogéntartalmú élelmiszerek esetében a Maillard-reakció során a szénhidrát – akár szabad, akár keményítőben kötött cukor – egy szabad vagy fehérjeláncot alkotó aminosav aminocsoportjával reagál. Alapvetően egy redukáló cukor és az aminocsoport közötti kondenzációs reakcióról van szó. A lizin aminosav jelenléte eredményezi a legnagyobb mértékű barnulást, a ciszteiné pedig a legkisebb mértékűt. Így a lizint tartalmazó élelmiszerek, mint például a tej, könnyen barnulnak. Mivel a nedvesség csökkenti a hőmérsékletet, a jó pörkölt elkészítéséhez célszerű a húst, a zöldségeket és a lisztet forró olajban jól megpirítani, hogy kihozza az ízelet, mielőtt folyadékot adnánk hozzá. A Maillard-féle barnulás történik a tejszokoládé készítésekor, illetve ha cukrot és tejszínt melegítünk vajkaramella, tej-karamella vagy karamell készítéséhez.

*A 2022/2. számban megjelent szakszöveg mintafordítása:*

## **Az ecetsav előállítási útjai**

### **1. Bevezetés**

[...] Az ecetsav átlátszó, szúrós szagú, csípős ízű folyadék, olvadáspontja 16,73 °C, forráspontja pedig 117,9 °C. A hagyományosan „ecetnek” nevezett ecetsavat széles körben használják élelmiszer-tartósítószerként. Első felfedezésre (i.e. 5000 körül) a felügyelet nélkül hagyott szőlőlé borrá változása során került sor. A híres orvos, II. Hippokratész (i.e. 420 körül) ecetsavat használt a sebek tisztítására. Az ecetsav közvetlen és közvetett felhasználása számos vegyipari ágazatra terjed ki, mint például az élelmiszeripar, a gyógyszeripar, a vegyipar, a textilgyártás, a polimergyártás, a gyógyászat, a kozmetikai ipar stb. Azóta az ecetsavról bebizonyosodott, hogy egy sokrétűen felhasználható kémiai építőelem, amelynek eredményeképp az iránta való kereslet

folyamatosan növekszik. Az ecetsavtermelés várhatóan eléri majd a 18 millió tonnát, évi átlagos 5%-os növekedéssel számolva.

## 2. Ecetsavgyártás

Az ecetsavat főként kémiai úton állítják elő, amely homogén és heterogén katalitikus módszereket is magában foglal. A metanol Monsanto-eljárás során történő karbonilezése a legelterjedtebb út, amely különféle katalizátorok alkalmazásával és a folyamat hatékonyságának fokozódásával a Cavita-eljárásként ismert úttá fejlődött tovább. Az elmúlt évtizedben egyre nagyobb érdeklődés övezi a fermentáción alapuló megoldásokat is; azonban a kereskedelmi vonatkozások szempontjából még további fejlődés szükséges. A fenntartható termelés aktuális tendenciái sürgős paradigmaváltást követelnek meg: olyan fenntartható előállítási utak kifejlesztésére és alkalmazására van szükség, amelyek csökkentik a környezeti terhelést. Létezik egy membrán alapú technológiákon alapuló megoldási lehetőség, amely nagyon egyszerű konstrukció mellett környezetbarát előállítást tesz lehetővé.

### 2.1 Hagyományos eljárások

#### 2.1.1 Metanol karbonilezése

A Monsanto-eljárásként is ismert karbonilezési eljárás az ecetsav nagyüzemi gyártása során leggyakrabban alkalmazott módszer (2. ábra). A metanolt és a szén-monoxidot folyadék fázisban reagáltatják egymással ródium (Rh) alapú katalizátor jelenlétében, 150-200 °C hőmérsékleten és 30-50 bar nyomáson, a folyamat a keletkezett ecetsavra nézve 95%-os szelektivitású, a maradék 5%-ban pedig olyan melléktermékek keletkeznek, mint a hangyasav és a formaldehid. A hidrogén-jodidot a folyamat során lúgos promóterként használják. A reakció folyadék fázisban megy végbe homogén katalizátor alkalmazása mellett, oldószerként metil-acetátot használnak. A reakcióhoz szabályozott mennyiségű víz szükséges, amelyet in situ (jelentése: eredeti helyén, vagyis a reakcióedényben) metanol és hidrogén-jodid reakciójával állítanak elő. A Monsanto-eljárás során a reakciósebesség a víz koncentrációjától függ. A reakció során melléktermékként CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> és metanol keletkezik. A reakcióban keletkezett metanolt újrahasznosítják. Az eljárás az idők során fejlődött, a tiszta ecetsav víz és melléktermékek

elégyletől való elválasztására különböző módszereket alkalmaztak. Ezt az eljárást a BP Chemicals nevű cég módosította: a ródium alapú katalizátort irídium (Ir) katalizátorra cserélték, ez Cavita-eljárásként lett ismert. Az irídium koordinációs fémként való használata gazdaságosabbá teszi a folyamatot, mint a ródiumé. Az irídium katalizátor használata növeli a bruttó reakció sebességét.

Komoly aggodalomra adnak okot a jelenleg használt eljárásokból származó biztonsági és környezeti kockázatok. Az ecetsav erősen korrozív, a gyártási folyamatoknak fenntarthatóbbá és környezetbarátabbá kell válniuk, ez pedig az előállítási és az azt követő elválasztási technológiák energiaigényének csökkentésével, valamint heterogén katalizátorok használatával érhető el. A japán Chiyodo cég kifejlesztett egy heterogén Rh-katalizátoros eljárást, amelyben fém ródiumot vinil-piridin gyantán rögzítettek. A heterogén katalizátor alkalmazása segít megelőzni a folyadékfázisban kialakuló katalizátorvesztéséget, valamint elősegíti a reakcióelegyletől való könnyebb elválasztást. A reakcióban felhasznált víz mennyisége nagyon alacsony, így a víz ecetsavtól való elválasztása energiahatékonyság szempontjából kedvezőbb a többi említett eljáráshoz képest.

### **2.1.2 Acetaldehid oxidációja**

Az ecetsav előállítására az acetaldehid oxidációja volt az elsődleges eljárás, amely során először az acetaldehidet etilén oxidációjával állítják elő palládium és réz-klorid felhasználása mellett, majd azt tovább oxidálják ecetsavvá (3. ábra). Ugyanez a folyamat megy végbe kobalt és króm alapú katalizátor alkalmazásával, 55 bar nyomáson és 150 °C-os hőmérsékleten. Az etilén egy lépésben történő ecetsavvá alakítása során ólom és ólom-platina alapú katalizátort alkalmaznak, amely reakció az acetaldehid-oxidációs eljáráshoz képest magas nyomáson megy végbe, ecethozama pedig alacsony.

### **2.1.3 Szénhidrogének oxidációja**

Az ásványolajból mint nyersanyagból származó szénhidrogéneket, például a butánt és a könnyűbenzint (naftát) is használnak ecetsav előállítására kobalt-acetát és króm-acetát katalizátor alkalmazásával (4. ábra). A reakció viszonylag magasabb hőmérséklettartományban (150-230 °C) és nyomáson (50-60 bar) megy végbe. Az eljárás kiindulási anyaga szénhidrogén-keveréket tartalmazó kőolaj, ez pedig az ecetsav



mellett egyéb melléktermékek, például aceton, hangyasav és propionsav képződéséhez vezet. Így ez a folyamat nem eredményez tiszta ecetsavat. Ez az eljárás inkább illékony zsírsavak keverékének előállítására alkalmas.

## 2.2 Fermentációs eljárások

Az erjesztésen, vagyis fermentáción alapuló módszerek leginkább az étkezési ecetsav, azaz ecet előállítására alkalmasak. Ez a folyamat főként megújuló szénforrások, például alma, szőlő, körte, méz, nád, kókuszdió, datolya, gabonaszirup, hidrolizált keményítő, sör és bor felhasználását foglalja magában. A fermentációs folyamat alapvetően két lépésből áll: első az élesztővel végzett kezelés, amelyet az ecetsavtermelő baktériumok (angolul elterjedten rövidítik az AAB betűszóval – Acetic Acid Bacteria) követnek. Az ecet kereskedelmi célú gyártása ecetsavtermelő baktériumok által végzett oxidatív fermentációval történik. Az *Acetobacter* és a *Gluconacetobacter* a leggyakrabban használt fajok a tíz osztályozott nemzetség közül. Az *Acetobacter pasteurianus*t hagyományosan a 6%-ot (V/V) meg nem haladó koncentrációjú ecet kereskedelmi célú előállítására használják, míg a *Gluconacetobacter europaeus*t magas koncentrációjú (10% V/V) ecet előállítására használják. Az ecet ára a felhasznált forrás típusától és a termelés helyétől függően változik.

### 2.2.1 Orleans eljárás

Ez egy jól bevált, hagyományos módszer, amelyet kis mennyiségű ecetsav előállítása során részesítenek előnyben. A francia Orléans szóból ered, ezen folyamat során a kiindulási anyagok fermentálására fahordókat használnak. Ezt a módszert követik a világ különböző régióiban az adott évszakban elérhető, meghatározott alapanyagokból történő egzotikus ecetfajták elkészítése során. A hagyományos balzsamecetet a világ különböző részein állítják elő, ezek közé soroljuk a spanyol sherryt, a görög oxost és az olasz modenai ecetet.

### 2.2.2 Csepegtetési eljárás

Ezt az eljárást az Orléans-eljárásban tapasztalható lassú ecetesedés megoldására fejlesztették ki. Az eljárás intenzitásának növelésének érdekében megerősítették az ecetsavbaktériumok és a szubsztrát közötti kölcsönhatásokat. Az alkoholos szubsztrátot folyamatosan

keringetve locsolják a fermentátumra, így biztosítják a kívánt ecetsav-koncentrációt. A reakcióhőt a rendszeren átvezetett levegő segítségével szabályozzák. Az eljárás hátránya, hogy a membrán felületén kocsonyás anyag halmozódik fel, amely az idő múlásával csökkenti a reakció sebességét.

### **2.2.3 A szubmerz eljárás**

Ezt a modern fermentációs módszert használják az ecet tömeggyártása során. Ez a legszelesebb körben elterjedt módszer, és az előző módszerhez képest nagy hozamot és gyors oxidációs sebességet biztosít. 30-szor gyorsabb, mint az Orléans-eljárás, és nagyobb határfokkal állítja elő az ecetsavat. Ez a folyamat nagyobb hozam mellett viszonylag kis helyet igényel. A folyamathoz az ecetképződés sebességének növelésére a Fringe-acetátor nevű berendezést használják. Az ecetsav hozama 98%. A magas minőségű ecetsav eléréséhez tiszta szubsztrátokra van szükség. Ez az erjesztési folyamat igen gazdaságos, felépítése egyszerű, a folyamatszabályozás pedig könnyű.

A fermentációs módszer viszonylag egyszerű műveletekkel gazdaságosan megvalósítható. Ezen eljárás azonban a jelenlegi globális igény kielégítésében csak korlátozott szerepet játszik. Jóllehet, a hagyományos eljárás több lépést foglal magában, például frakcionált desztillációt, kondenzációt és kristályosítást, amelyek növelik az egyébként is magas gépi költségeket. Az üzemi körülmények nehezek, figyelembe véve a folyamat hőmérsékletét és nyomását, valamint az ecetsav korrozív természetét. Az ecetsav víztől való megtisztítása egy többlépcsős folyamat, amely nagy mennyiségű energiát fogyaszt, ami az egész folyamatot bonyolulttá és kritikussá teszi. Ezen túlmenően a folyamat nagy munkaerőt igényel, szigorú biztonsági protokollokkal és szabályokkal.

## **3. Az új, fenntartható technológiák fejlesztésének szükségessége**

A globális felmelegedés egyre növekvő fenyegetését és az ecetsav iránti folyton növekvő globális keresletet tekintve, égető szükség van új technológiai megközelítés és fenntartható alapanyagok kifejlesztésére az ecetsavgyártáshoz. Annak ellenére, hogy a közelmúltban számos új folyamatról és technológiai fejlesztésről számoltak be, ezek magas termelési költségeikhez képest nem képesek elegendő hasznot termelni.

Az ecetsav elválasztása továbbra is kulcskérdés a gazdasági és energiafogyasztási akadályok leküzdésében. A különböző műveletek, mint például a desztilláció, a bepárlás, az abszorpció, a szűréssel történő kristályosítás és a lúgos semlegesítés idő- és energiaigényesek. Annak ellenére, hogy ezek a folyamatok több lépésből állnak, az egyre növekvő kereslet miatt kénytelenek vagyunk ezt az utat követni. Másrészt az fermentációs eljárások megbízhatóságuk mellett nem alkalmasak a jelenlegi kereslet kielégítésére. Így egy új előállítási módszer kidolgozása vagy az elválasztási eljárás hatékonyságának fokozása drasztikusan csökkenthetné az ecetsav teljes előállítási költségét. A CO és CO<sub>2</sub> mint földgázból előállított alapanyagok hasznosítása az ecetsavtermelés hosszú távú fenntarthatóságát kínálja. Ez a technológia nagy tisztaságú ecetsavat kínál környezetbarát termelés mellett. Ezenkívül a membrán alapú elválasztási eljárások az ecetsav előállításának hatékony módját jelenthetik. Az utakat röviden tárgyaljuk.

### 3.1 CO és CO<sub>2</sub> mint fontos nyersanyag

A CO<sub>2</sub> és a szintézisgáz hasznosítása fenntartható alternatívát kínálhat az ecetsav előállítására. A BP bejelentette az áttörést jelentő folyamatot, amely során szintézisgázból mint földgázból származó alapanyagból állítanak elő ecetsavat. Ez alternatívát nyújt a SaaBre eljárással szemben, amely során három integrált lépésben állítják elő az ecetsavat. Az ecetsav szintézisgázból történő előállításával elkerülhető a CO tisztítása és a metanol vásárlása. Bár a technológia még nem teljesen kiforrott, a fenntarthatóság tekintetében jobb alternatívát kínál. Hasonlóképpen az előzőhöz, az ecetsav előállítása történhet CO<sub>2</sub> és H<sub>2</sub> reagáltatása során keletkezett metanolból, amelyet egy további karbonilezési lépés követ.

### 3.2 Membrán alapú technológiák

A membrántechnológia szabályozott tömegátviteli sebesség mellett teszi lehetővé a folyadékok, gőzök és gázok szelektív szétválasztását. Ezek a folyamatok könnyen kezelhetőek és egyszerűen megtervezhetőek. A technológia fejlesztési lehetőséget kínál az energiafelhasználás területén. A különböző komponensek elválasztására többféle eljárás került leírásra a membrán pórusmérete alapján. Ezek név szerint a mikroszűrő, az ultraszűrő és a nanoszűrő membránok. A

rendszer üzemi nyomása (1-20 bar között változik) a használt membrán pórusméretétől függően változik. A fordított ozmózis egy másik membrántechnológia, amely nem porózus membránt használ. Ez a folyamat 20 bar feletti nyomáson működik. A membrántechnológiák az ecetsav kémiai úton történő elválasztására szolgáló feldolgozási folyamatok, valamint a fermentációs folyamatok során egyaránt alkalmazhatóak. Az erjesztő berendezés és egy ecetsav-áteresztő membrán kombinációja segítheti az ecetsav elválasztását, ezzel pedig kiküszöbölhető a folyamat öngátló hatása.

## Zárszóul

Az ecetsav ipari előállítási lehetőségei nem szerepelnek a kémia tankönyveinkben. Aki megpróbált a világhálón tájékozódni, gyorsan rájöhett, hogy a szokásos internetes források sem segítenek. Léteznek olyan interneten elérhető szótárak és fordításkereső, amelyek hivatalos fordításokat is összehasonlítanak. A legtöbb esetben nagyon hatékonyak, de ez nem az az eset.

Komoly utánajárást igényelt, hogy egyes eljárásokat helyesen fordítsunk (pls.: trickling method). Optimista alsó becsléseim szerint is minimum 3-5 forrást kellett találni egy igazán jó fordításhoz. Mint mindig, elsődlegesen a szöveg minőségi megértése adja a pontozás alapját. Hiszen nem azt várjuk a középiskolás korú versenyzőktől, hogy ismerjék a vegyipari technológiákat, hanem azt, hogy érzékeljék, hogy melyik szakszó igényel komolyabb utánaolvasást.

Szükségesnek érzem leírni, hogy egy meglehetősen aktuális cikk, ezért sok olyan információ is szerepel benne, amit még a vegyipari technológia alapjait tanulók sem tanulnak. Ez az fő oka, hogy jellemzően régebbi szövegek kerülnek kitűzésre.

**A 2021/22-es tanév angol fordítási versenyének végeredményei:**

NÉV	Oszt.	ISKOLA	Összpont (max. 400)
<b>Horváth Lilla</b>	12.	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	398,8
<b>Horváth Kata</b>	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	396,7
<b>Rácz Jázmin</b>	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	394,4
<b>Szemerády Zsanett</b>	11.	Verseggy Ferenc Gimnázium, Szolnok	393,2
<b>Huszár Krisztina</b>	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	392,7
<b>Kozma Bence</b>	10.	Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen	391,9
<b>Takács Noémi</b>	10.	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	390
<b>Csingi Zoltán</b>	12.	Szent Bazil Oktatási Központ, Hajdúdorog	388
<b>Szedlacsek Anna</b>	10.	Kölcsey Ferenc Gimnázium, Budapest	386,1
<b>Rabi Zoltán</b>	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	384

A táblázatban a legjobb 10 beküldő pontszámai szerepelnek.

**Mindenkinek gratulálunk a kiváló munkákhoz!**