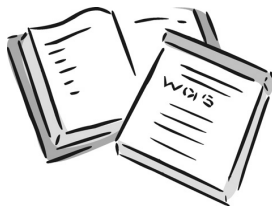


KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

A 2021/5. számban megjelent szakszöveg fordítása:

Elsőgenerációs¹ bioüzemanyagok: a repcedízel

A **biodízel** említésekor a legtöbb embernek **virágzó repceföldek** jutnak az eszébe. És valóban², Németországban elsősorban repceből nyerik a biodízelt. Kiindulási anyagként azonban más **növényi olajok**, továbbá **használt étolaj**³ és **állati zsiradékok** is lehetségesek. Míg Közép-Európában éghajlati okok miatt a **repce** az uralkodó a biodízel előállításánál, addig Ázsiában rendszerint **kókuszolajból**, Amerikában pedig **szójaolajból** történik a gyártása. A maradékokból (**állati zsírok, faggyú, disznózsír**) gyártott biodízel is egyre nagyobb jelentőséget kap. A termesztett biomasszából nyert biodízelhez képest elsősorban a csekélyebb mértékű kibocsátása az üvegházhatást okozó gázoknak az, amit a használt élelmi zsiradékokból nyert biodízel előnyeként hoznak fel.

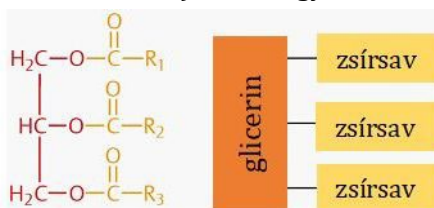
Történet

Az 1900-ban rendezett párizsi világkiállításon **Rudolf Diesel** egy **tisztán növényi olajból álló üzemanyag** alkalmazását tesztelte. Ezen a kiállításon bemutatták az Otto⁴ gyártó cég egy kis dízelmotorját, melybe mogyoróból kinyert olajat töltek. A motor kifogástalanul működött, holott csak **ásványi olajra** tervezték. G. Chavanne-nak a növényi olajok metanollal történő átészterezéséről szóló 1937-es szabadalmának bejelentésével fellendült a biodízel használata.

A biodízel a kémikus számára valamely **növényi olaj metilészterét*** ill. **zsírsav-metilésztert** jelent, melyet Fatty Acid Methyl Ester-ként⁵ (FAME-ként) is emlegetnek. Ezen kívül a **repceolaj-metilészterre** az **RME** rövidítés is használatos. Tehát a biodízel nem tévesztendő össze magával a növényi olajjal, hanem⁶ abból kerül előállításra.

*Az észterek alkoholból és savból álló vegyületek⁷.

Az adott zsírsav-metilésztert a zsírok és olajok metanollal történő **átészterezési reakciójában állítják elő**. A **zsírok** különálló⁸ alkotórészekből tevődnek össze⁹. Ezek az építőelemek **mindig¹⁰ négy komponensből** állnak: **glicerinnél és 3 zsírsavnél**. A triglicerid **glicerinjét metanolra cserélik**, ezáltal a **molekula** csak **egyharmad¹¹ akkora** lesz, mint a triglicerid. A **trigliceridek** önmagukban **alkalmatlanok** a közvetlen felhasználásra, mert a **viszkozitásuk** (folyással szembeni ellenállásuk)¹² túl nagy.



Egy triglicerid

Az ásványolaj-nagyvállalatok **7%-nyi mértékig (B7) kevernek** biodízelt a hagyományos dízelbe anélkül, hogy a gépjármű-tulajdonosoknak különös műszaki feltételekre kellene ügyelniük. A biodízel a fosszilis dízel alternatívája, és B5 és B7 bekeverési arányban forgalmazzák. Ezen kívül különösen¹³ **teherautókba** lehet **tiszta biodízelt (B100)** tankolni. Tiszta üzemanyagként jelenleg csak csekély mennyiségben használnak biodízelt.

A repceolaj-metilészternek a dízelüzemanyagba történő bekeverése csekély mértékben hozzájárul ahhoz, hogy mérsékeljük a fosszilis forrásból származó szén-dioxid-kibocsátást. Az RME életciklusát teljeskörűen szemlélve¹⁴ az ásványi dízel helyettesítése 37% körüli csökkenést¹⁵ eredményez¹⁶ a CO₂-kibocsátásban. Ez a viszonylag csekély csökkenés egyfelől a repce mint nyersanyag előállítása során alkalmazott intenzív mezőgazdaság környezeti hatásaira vezethető vissza. Másfelől a fosszilis forrásból származó metanol eredménye,

melyet az **átészterezés** során felhasználnak. Ezáltal a repceolaj-metilészter nem olyan¹⁷ energiahordozó, melyet tisztán megújuló forrásokból állítanak elő.

Mivel a szántóföldről¹⁸ származó **olaj előállításán** során végső soron a **termést** (gyümölcsöt) használjuk fel, és ezáltal a **kitermelés**¹⁹ (**hatásfok**) ennek megfelelően **rossz**, ezért a repcedízelt a növényi üzemanyagok első generációjához soroljuk. Az is negatív, hogy a repce termesztésekor a földek **trágyázásához**, valamint az **olaj kipréseléséhez** sok **energiára** van szükség, így az elvben elérhető megtakarítás²⁰ egy része elvész.

A repceolaj-metilészter **biológiailag lebomló**, ezáltal²¹ **csekélyebb ökototoxicitást** mutat a **fosszilis dízelüzemanyaghoz képest**. A repceolaj-metilészter alkalmazását épp ezért előnyben kell részesíteni az ásványi dízelhez képest olyan területeken, ahol érzékeny a természet, mint pl. belvizes területeken, vizes természetvédelmi területeken²², hegyvidéki régiókban, valamint a földművelésben.

A biodízel a legmagasabb minőségi elvárásokat teljesíti, és a **fosszilis dízelhez hasonló energiatartalommal** rendelkezik. Ezeknél a biodízelnél olyan természetes **tulajdonságokkal** is rendelkezik, melyek fosszilis üzemanyagok esetében csak számos **adalékanyag** hozzáadásával vagy bonyolult gyártási folyamatok során érhetők el:

- A biodízel az eredetéből kifolyólag²³ közel **kénmentes**.
- A biodízelnél nagyszerű a **kenőképessége**.
- A biodízel különösen jó gyulladási készséggel rendelkezik a magas **cetánszáma** miatt. A motor enyhébb mértékű kopását okozza és nyugodtabb járáshoz vezet.
- A **magas**, 11%-os **oxigéntartalom** az égési folyamatok jobb lefolyását teszi lehetővé, ezáltal jelentősen **kevesebb kormot** termel. Így a motorban visszamaradó anyagok mennyisége csökken.

** A **cetánszám** az **üzemanyag gyulladási készségének mértéke**, amikor összenyomással szándékozunk öngyulladást előidézni. (A cetán egy 16 szénatomos, egyenes szénhidrogénlánc.)

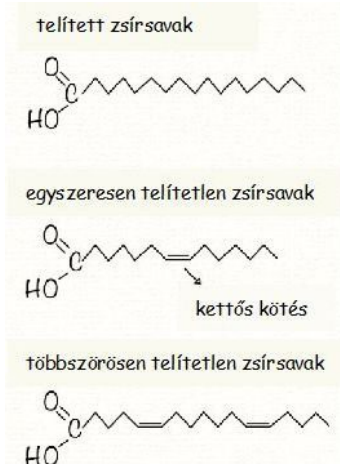
Biodízelt télen is lehet használni. Természetes formában²³ kb. mínusz 12 °C-ig alkalmazható. Adalékanyagok hatására a **hidegtűrése**²⁴ – a közönséges dízelüzemanyaggal megegyezően – mínusz 20 °C-ra javul.

Előállítás

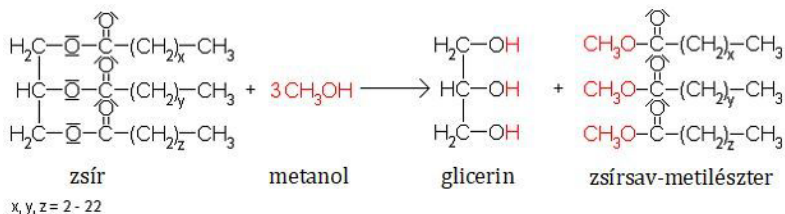
A biodízel **gyártására** szolgáló első **üzemeket az 1990-es években** létesítették Németországban. Előállítása növényi olajok metanollal történő **átészterezésével** történik. Ehhez a **növényi olajat 9 : 1 arányban elegyítik metanollal**. A folyamat gyorsítására 0,5–1%-nyi **katalizátort (nátrium- vagy kálium-hidroxidot)** adnak hozzá, és az **elegyet 50–80 °C-on több órán keresztül keverik**. Az ekkor²⁵ lejátszódó kémiai reakció során a **növényi olaj** glicerinnél és három zsírsavláncból álló **molekuláinak felhasadása**²⁶ következik be.

A **zsírsavak a karbonsavak** csoportjába tartoznak. Egy **apoláris alkilcsoportból** (egy hosszabb, **egyenes szénhidrogénláncból**) és egy végállású (terminális) **poláris karboxilcsoportból (-COOH)** tevődnek össze.

Megkülönböztetünk **telített** és **telítetlen** zsírsavakat. A biodízel számára fontos zsírsavak a **telítetlen** zsírsavak, melyek a telített zsírsavakkal ellentétben **egy vagy több kettős kötést** tartalmaznak. Amennyiben a zsírsav telített, inkább szilárd halmazállapotú, ha pedig telítetlen, akkor inkább **folyékony halmazállapotban fordul elő** szobahőmérsékleten. Minden olajnak saját, rá jellemző zsírsavösszetétele van, vagyis minden olajban bizonyos **arányban** fordulnak elő egymáshoz képest az egyes zsírsavak. A magas telítetlenzsírsav-tartalmú zsírok (olajok) szobahőmérsékleten folyékonyak.



Az **átészterezés** során a repceolaj metanollal történő reakciója megy végbe repceolaj-metilészterré és glicerinné. A **háromértékű alkoholt**, a **glicerint egyértékű alkoholra**, **metanolra** cseréljük úgy, hogy a **zsírsavak metanollal** létesítenek kötést, biodízelt eredményezve. Az átészterezés következtében a **viszkozitás nagymértékben csökken**.



Az átészterezési reakció

A reakció végén a nyers biodízelt és a nyers glicerint **két, egymástól könnyen elválasztható fázisban** található. A megfelelő termékminőség elérése céljából a nyers biodízelnél **több feldolgozási lépésen** kell keresztül mennie. Ugyanez érvényes a glicerinre, egy olyan alkoholra, melyet a **gyógyszer- és élelmiszeriparban**, valamint a **petrolkémiaiában**²⁷ használnak, és **általános esetben mesterségesen állítanak elő**.

Melléktermékek

A repcének bioüzemanyag-gyártáshoz történő felhasználása során egyidejűleg nagyon értékes²⁸ **takarmány** is keletkezik sertések, szárnyasok, húsmarhák és tejelő²⁹ tehének számára. A repceszemek **kipréselése** során a repceolajon kívül ún. **extrahált repcedara**³⁰ keletkezik. Az energiaforrásként szolgáló növénynek³¹ rendszerint³² mintegy 60%-át használják **takarmánnyként**, míg kb. csak 40% – a benne **tartalmazott olaj** – megy a **bioüzemanyag-gyártásba**. A belföldi bioüzemanyag-gyártásból származó ezen **fehérjetakarmány**³³ nélkül a **szója** jelenlegi importját 50%-kal³⁴ **kellene emelni** ahhoz, hogy a német állattenyésztők szükségletét fedezze. Vagyis a **hazai bioüzemanyag-gyártással történő összekapcsolás nagy léptékben helyettesíteni tudja a szójatakaromány** külföldről történő behozatálát.

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Anyagok:

r Kraftstoff, ~(e)s, ~e	üzemanyag
s Pflanzenöl, ~(e)s, ~e	növényi olaj
s Speiseöl, ~(e)s, ~e	étolaj
tierische Fette / Tierfette <i>Pl.</i>	állati zsiradékok
r Talg, ~(e)s, ~e	faggyú
THG = Treibhausgase <i>Pl.</i>	ÜHG üvegházhatású gázok
s Mineralöl, ~(e)s, ~e	ásványi olaj / ásványolaj
s Methanol, ~s,	metanol
r Ester, ~s, ~	észter
r Alkohol, ~s, ~e	alkohol
e Säure, ~, ~n	sav
e Fettsäure, ~, ~n	zsírsav
s Glycerin / Glyzerin, ~s, ~e	glicerín
s Kohlenstoffdioxid	szén-dioxid
s Additiv, ~(e)s, ~e	adalékanyag
r Schwefel, ~s, ~	kén
r Sauerstoff, ~(e)s	oxigén
r Ruß, ~es, ~e	korom
r Kohlenwasserstoff, ~(e)s, ~e	szénhidrogén
e Carbonsäure	karbonsav
r Katalysator, ~s, ~en	katalizátor
s Natriumhydroxid	nátrium-hidroxid
s Kaliumhydroxid	kálium-hidroxid
s Eiweiß, ~es, ~e	fehérje
s Futtermittel, ~s, ~	takarmány

Fogalmak:

e Herstellung	előállítás
rein	tiszta
s Patent, ~s, ~e	szabadalom
e Umesterung	átészterezés
r Bestandteil, ~(e)s, ~e	alkotórész / összetevő
s Molekül, ~s, ~e	molekula

e	Viskosität	viszkozitás
r	Ausstoß, ~(e)s, ~" e	kibocsátás, emisszió
e	Substitution fossil	helyettesítés fosszilis / ásványi
r	Rohstoff, ~(e)s, ~e	nyersanyag
r	Energieträger, ~s, ~ nachwachsende Quellen / Rohstoffe <i>Pl.</i>	energiahordozó megújuló források/nyersanyagok
e	Ausbeute	kitermelés (hatékonyság)
	biologisch abbaubar	biológiailag lebomló
r	Gehalt, ~(e)s, ~e	tartalom
e	Zündwilligkeit	gyulladás hajlandóság
e	Selbstentzündung	öngyulladás
	unverzweigte Kette	nem elágazó lánc / egyenes lánc
s	C-Atom, ~(e)s, ~e	szénatom
e	Tauglichkeit	alkalmasság
s	Gemisch, ~(e)s, ~e	keverék
e	Aufspaltung	felhasadás
	unpolar	apoláris / nem poláris
	Alkyl	alkil
	gesättigt	telített
	ungesättigt	telítetlen
e	Doppelbindung, ~, ~en	kettős kötés
	im flüssigen Zustand	folyékony
	fest / im festen Zustand	halmazállapotban szilárd
	dreiwertig	halmazállapotban háromértékű
	einwertig	egyértékű
e	Phase, ~, ~n	fázis
	leicht trennbar	könnyen elválasztható
 <u>Egyéb:</u>		
	(etw. aus etw.) gewinnen	kinyerni (vmt vmiből)
	aus etw. bestehen	áll vmiből
	ersetzen	kicserél, helyettesít

mischen	elegyít
rühren	kever
als etw. vorliegen	vmiként van jelen
verbinden	vegyül, kötést létesít
koppeln	csatol, összekapcsol

Magyar helyesírás és nyelvtan:

A határozatlan névelőt elhagyjuk: *egy földimogyoróból kinyert olajat / egy különösen jó gyulladási képességgel rendelkezik / egy jobb égési folyamatot tesz lehetővé / egy katalizátort adnak hozzá*

egybeírjuk: *repcedízel / ásványolaj / dízelüzemanyag / zsírsavmintázat / zsírsavösszetétel*

kötőjellel írjuk: *zsírsav-metilészter / repceolaj-metilészter / ásványolaj-nagyvállalat / gépjármű-tulajdonos / szén-dioxid-kibocsátás / bioüzemanyag-gyártás*

Ld.: <https://helyesiras.mta.hu/helyesiras/default/akh12#139>

különírjuk: *kettős kötés / 80 °C*

A fordításokról:

A szenvedő szerkezeteket lehetőség szerint többes szám első vagy harmadik személyel fordítsuk! Pl.

wird/wurde gezeigt / konstruiert / hergestellt / verwendet / getauscht
esetében ~~lett bemutatva / kitalálva / lesz hasznosítva / kicserélve~~
helyett: bemutatattak / fejlesztették ki / alkalmazzák/ lecseréljük stb.

Ha mennyiségek változásáról van szó, nagyon nem mindegy, hogy valami 37%-kal vagy 37%-ra csökken, vagy pedig valamit a felével növelni vagy a felére csökkenteni kell! Sokan elnézték ezeket.

¹Biokraftstoffe erster Generation – *elsőgenerációs bioüzemanyagok / a bioüzemanyagok első generációja*

²und in der Tat – *és valóban! Nem valójában / sőt / a gyakorlatban*

³Altspeisefette – *használt étolaj(ok) / konyhai maradék olajok, zsíradékok. Nem fáradt olaj, mert ez használt motorolajat jelent, ami ásványi vagy szintetikus olaj, tehát biztosan nem észter.*

4ein kleiner Dieselmotor des Herstellers Otto wurde gezeigt – a gyártó, [Nikolaus August] Otto egy kis dízelmotorján mutatták be / az Otto gyártó kis dízelmotorját mutatták be / az Otto gyártó kis dízelmotorja volt látható. Vigyázat: amit név szerint Otto-motornak hívunk, az viszont típusra nem dízelmotor, hanem benzines!

5Fatty Acid Methyl Ester (FAME) – Változatlanul hagyjuk, nem fordítjuk le, hiszen a német szövegben is idegen nyelvű idézet.

6sondern – hanem ≠ ~~hiszen~~

„Tehát a biodízel nem keverendő össze a növényi olajokkal, hanem abból állítják elő.” (Kis Aletta)

„Tehát nem növényi olajokat használnak biodízelnaként, csupán azokból állítják elő.” (Török Dóra)

„A biodízelt tehát ne tévesszük össze a növényi olajjal, hiszen nem az, csak abból készül.” (Horváth Lilla)

Frappáns: „A biodízelt növényi olajból állítják elő, de a kettő nem összetévesztendő egymással.” (Kiss Loretta)

7Verbindung – vegyület ≠ ~~kapcsolat~~

8aus einzelnen Bestandteilen – különálló alkotóelemekből. ≠ bizonyos összetevőkből / egyedi összetevőkből / egyes részekből / kevés alkotóelemből / különböző alkotórészekből Nem az egyediségen vagy a sokféleségen van a hangsúly (hiszen csak két ilyen elem van), hanem hogy külön-külön beazonosíthatók ezek a részek a molekulában. Másrészt „összetevője” többkomponensű rendszereknek van, tehát ezt a szót használva inkább keverékre, és nem egy molekulára fog gondolni az olvasó.

9setzen sich zusammen – állnak össze (Baltás Benedek – Sánta Regina, Horváth Lilla, Viczkó Csaba Péter) / tevődnek össze (Kiss Aletta, Mokánszki Nóra)

10stets – mindig ≠ általában

11nur ein Drittel so groß – csak (egy)harmad akkora. Többen az ellenkezőjét írták, hogy háromszor akkora lesz, vagy éppen hogy harmadával nagyobb lesz.

12Fließwiderstand – áramlási ellenállás / folyással szembeni ellenállás, de nem ≠ folyásállóság

13insbesondere – kiváltképpen (Kiss Loretta)

¹⁴**bei einer ganzheitlichen Betrachtung des Lebeszyklus** –Többen ~~holisztikus szemléletet~~ (?) írtak. „A repcedízelt életciklusának teljeskörű vizsgálata során....” (Balázs Dóra, Mokánszki Nóra) / „... életciklusának egészét tekintve...” (Kis Aletta) / „Amennyiben az RME életciklusát teljes egészében szemléljük...” (Horváth Lilla)

¹⁵**um etwa 37%** – mintegy 37%-~~ra~~ **kal** (és nem 37%-~~ra~~) [csökken]

¹⁶**resultiert** – Vigyázat: nem a ~~vizsgálat~~ **eredményezi** a 37%-os csökkenést, hanem a cseré! Az a mondat alanya – az ásványi (kőolajból előállított) dízel lecserélése biodízelle. Nem a vizsgálat következtében történik a csökkenés, tehát arra nem mondhatjuk, hogy „**eredményezi**”. Értelmezve: *a vizsgálat azt az eredményt adja / az derül ki* (Balázs Dóra, Mokánszki Nóra). Viszont csak egyetlen fordítás teljesen pontos: „Az RME életciklusának teljeskörű vizsgálata alapján az ásványi gázolaj helyettesítése körülbelül 37%-os csökkenést eredményez a CO₂-kibocsátásban.” (Kiss Loretta)

¹⁷**kein Energieträger der...** – *nem olyan energiahordozó, mely....* Páran arra jutottak, hogy „... a repceolaj-metilészter ~~nem energiahordozó~~”.

¹⁸**Ackeröl** – szántóföldi növényekből készült olaj (Balázs Dóra)

¹⁹**Ausbeute** – *hatásfok / kihasználás / kitermelés / hozam. De nem termés hozam / termés / haszon / kihasználtság /*

²⁰**Sparpotential** – *megtakarítási lehetőségek / potenciális megtakarítás ≠ nyereség / érték*

²¹**daher** – *emiatt / ennél fogva ≠ emellett*

²²**Wassernaturschutzgebiet** – *vízvédelmi terület / vizes természetvédelmi terület*

<https://www.tisztajovo.hu/kornyezetvedelem/2011/03/26/ot-oroszag-harom-folyoert>

²³**von Natur aus** – *itt: természetes formában / eredeténél fogva / természetes állapotában ≠ természetesen / természeténél fogva / a natúr biodízelt*

²⁴**Wintertauglichkeit** –*itt: hidegtűrő ≠ télálló* Az alma lehet télálló, ami az eltarthatóságára vonatkozik. Itt egy funkcióról, a hideg időben való alkalmasságról van szó: *téli v. télre való alkalmasság / téli alkalmazhatóság / téli felhasználhatóság.*

²⁵**dann** – *itt: ekkor ≠ azután*

²⁶**findet eine Aufspaltung des Moleküls statt** – a molekula felhasad / felszakad / felbomlása következik be ≠ ~~lebomlik~~

²⁷**Oleochemie** – olajkémia / petrolkémia. Vajon nem tévedésből szerepel? Én a kozmetikai ipar említését hiányolom: a glicerin kenőcsök, szappanok alapvető összetevője!

²⁸**hochwertige Futtermittel** – magas tápértékű / ≠ teljes-értékű / jó minőségű takarmány

²⁹**Milchkuh** – tejelő tehén

<https://www.rapool.hu/index.cfm/nav/327/article/4143.html>

³⁰**Rapsextraktionschrot** – extrahált repcedara / repceextrakciós dara / repceliszt

<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2014/04/takarmanyozas/a-repcetermekek-takarmanyozasi-celu-felhasznalasa-a-sertesek-es-baromfifajok-takarmanyozasaban>

³⁰**60% der Energiepflanze** – az energianövény(nek) a 60%-a. (Egyes szám! A repcéről van szó. Sokan általánosságban, többes számban írták.)

³¹**in der Regel** – rendszerint (Viczkó Csaba, Kiss Aletta, Mokánszki Nóra) / általában (Gál Zsanett, Balázs Dóra, Szabó Fanni) ≠ szabály szerint / szabvány szerint / általános szabály, hogy...

³²**Eiweißfuttermittel** – fehérjetakarmány

[http://www.ubm.hu/wp-](http://www.ubm.hu/wp-content/uploads/2019/09/UBM_Extrahalt_repcedara_A4_HU_v2_optimized.pdf)

[content/uploads/2019/09/UBM_Extrahalt_repcedara_A4_HU_v2_optimized.pdf](http://www.ubm.hu/wp-content/uploads/2019/09/UBM_Extrahalt_repcedara_A4_HU_v2_optimized.pdf)

³³**müsste ... um etwa die Hälfte gesteigert werden** – mintegy felével növelni kellene (Baltás Benedek-Sánta Regina, Balázs Dóra, Horváth Lilla, Viczkó Csaba) / másfélszeresére kellene nőnie (Mokánszki Nóra) ≠ felére kellene növelni / 50%-ra kellene emelni

Az első forduló eredménye:

NÉV	Oszt.	ISKOLA	Ford. max. 80	Magyar nyelvtan max. 20	ÖSSZ. max. 100
Horváth Lilla	12.	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	78,5	19,5	98
Balázs Dóra	9.D	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	80,5*	16,5	97
Szabó Fanni Mariann	10.	Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen	71*	18	89
Gál Zsanett	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	69	16	85
Viczko Csaba Péter	9.	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	70*	14	84
Mokánszki Nóra	11.	DSZC Vegyipari Technikum	67	13	80
Baltás Benedek, Sánta Regina Luca	12.	Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szki., Debrecen	60	17,5	77,5
Horváth Dávid	12.	DSZC Vegyipari Technikum	58*	12,5	70,5
Gál Viktória	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	56	14	70
Kiss Loretta	10.A	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	48,5	4,5	53
Kiss Aletta	12.	DSZC Vegyipari Technikum	42	11,5	52,5
Török Dóra Viktória	12.	Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szki., Debrecen	39,5*	11	50,5

*Ebből az ábrafeliratokért kapott pluszpontok: B.D. 5; H.D. 4,5; Sz.F.M. 4; T.D. 5; V.Cs.P. 5.

**Mindenki fordításában találtam ötletes és jó megoldásokat!
A 75 pont felett fordítók külön dicséretet érdemelnek!**

A 2022/2. számban megjelent szakszöveg fordítása:

Bioüzemanyagok 2

A második generáció küszöbén: az alkohol

Jelenleg az egyes bioüzemanyagok piaci részesedése főleg az előállítási módszer fejlettségétől függ. A második generáció küszöbén állnak az alkohol kinyeréséhez vezető eljárások.

Hogyan készül a bioetanol?

A bioetanol megújuló nyersanyagokból nyerik szeszes erjesztéssel, és az azt követő desztillációval és abszolútizálással¹. Ehhez alapvetően három növénytípus jön szóba:

- **keményítőtartalmú** növények: búza, rozs, kukorica, krumpli
- **cukortartalmú** növények: cukorrépa, cukornád
- **cellulóztartalmú** növények: fa, szalma

Minden esetre a cellulóztartalmú növényekből történő bioetanol-előállítás **technológiája** még a **fejlesztés fázisában** van. A német bioetanol-gyártók főleg gabonát és cukorrépát használnak.

A bioetanol kiindulási anyagai a növényekben található **szénhidrátok** (cukor), melyek **enzimek és élesztőgombák** segítségével alkohollá **erjednek**. Az erjedési folyamat vagy akkor ér véget, amikor a cukor elfogy, vagy amikor az alkohol koncentrációja egy² maximális értéket elér. A keletkező **etil-alkohol** (kémiai képlete: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) **desztillációval** választják el.

Ezt követően, hogy az alkoholt üzemanyagként lehessen használni, **abszolútizálás**¹ következik. Ennek során **vízet vonnak el az alkoholból**, így végül **99% feletti tisztasági fokú** bioetanol keletkezik.

Ezen előállítási folyamat során desztillációs maradékként³ egy fontos kapcsolt termék keletkezik: a szeszmoslék⁴ (kifőzött cefre)⁴. Száritott formában elsősorban **fehérjetartalmú**⁵ **takarmányként** használják, azonban biogázüzemekbe szubsztrátként közvetlenül is felhasználható, hogy belőle⁶ további energiát nyerjenek ki.

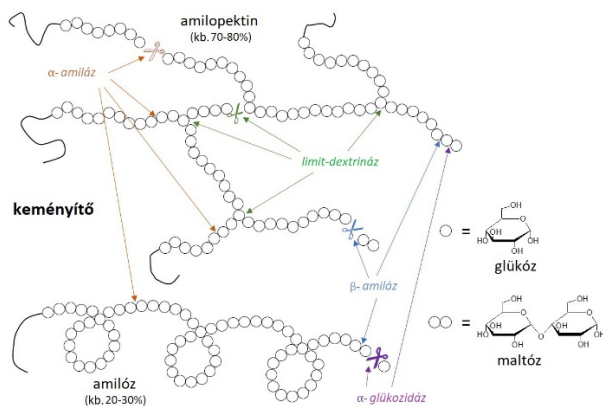
A folyamat

A gyártási folyamat eleje eltér keményítő- ill. cukortartalmú nyersanyagok esetében. A keményítőtartalmú gabonát először⁷ egy malom **felaprítja**. A következő lépésben ezáltal⁸ könnyebben végbemegy a keményítő **kémiai átalakítása** cukorra: a **cefrézés**⁹ során a felaprított nyersanyagokat víz és **cukrosító**¹⁰ **enzimek** hozzáadásával melegítik. Ezután már¹¹ lehet a cukortartalmú **cefrét** élesztő hozzáadásával erjeszteni a bioetanol-üzem fermentorában.

A cukorgyártás során melléktermékként cukortartalmú levek keletkeznek. A bioalkohol-gyártáshoz ezeket közvetlenül be lehet táplálni a bioetanol-üzem fermentorába.

1. A cukor kinyerése

- **gabonából**: a szemek mechanikai aprítása, víz és enzimek hozzáadása. **A keményítő enzimatikusan glükózzá bomlik**¹² **le**.
- **cukorrépából**: a felszeletelt répa áztatása forró vízben, a **cukortartalmú víz elválasztása a szilárd alkotórészekről**.
- **szalmából, biogén hulladékokból és maradékanyagokból**: a felaprított biomassza termikus előkezelése, optimalizált enzimek hozzáadása a **cellulóz és hemicellulóz cukoregységekre hasításához**.



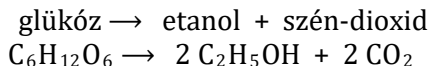
A keményítő lebontása¹²

A hőmérséklet optimuma 63 °C és 65 °C között van, a reakcióidő¹³ 30–60 perc.

2. Alkoholos erjesztés (fermentáció)

A cukortartalmú keverékeket élesztők vagy speciális mikroorganizmusok segítségével **etanollá és szén-dioxiddá** alakítják át.

Reakcióegyenlet:



3. Desztilláció, rektifikálás¹⁴, vízmentesítés¹⁵ – az etanol-víz elegy elválasztása

Az erjesztési folyamatot követően, egy elsődleges lepárlás során az egymástól nehezen elválasztható **(azeotróp) etanol-víz elegyet** és az alkoholtól mentes maradékot választják szét. Az alkohol töményítése és tisztítása céljából **további desztillációs lépések** következnek **(rektifikálás¹⁴)**. Utolsó lépésként szinte **teljesen kivonják** a biotenolból a **vizet**. Ehhez molekulaszűrőn szárítják, míg a **tisztasági foka** 99,5 és 99,9% közötti értéket ér el.

Így feldolgozva aztán öt- (E5) vagy **tízszázalékos (E10) arányban benzinbe bekeverve¹⁶** lehet forgalmazni a bioetanol. Arra alkalmas járművekben még E85-ös üzemanyagot is lehet használni, vagyis olyan üzemanyag-keveréket, mely 85% bioetanolból és 15% ásványi eredetű benzin üzemanyagból áll.

Visszatekintés

A finomszesz¹⁷ desztillációval történő előállítására nyersszeszből¹⁸ 1850 körül technikailag már kiforrott¹⁹ volt Németországban. 1860-ban Nikolaus August **Otto a belső égésű motorjának prototípusaiban etanol** használt **üzemanyagként**. **Henry Ford** is a jövő üzemanyagaként hitt az etanolban, és kereken 50 évvel később a legendás **T-modelljét etanolmeghajtással** alkotta meg. Etanol mindig is **keverték** különböző mennyiségben a **benzinhez**. 1925-től a „Monopolin” és az „Albizon” (E25) szokványos volt a kereskedelemben, 1932-től pedig az E10 volt a megengedett legkisebb alkoholtartalmú minőség. A II. világháborúban az ún. „Nordbenzin”²⁰ **ólommentes** E13 volt. 1968-ban az „Aral” márka az E15-öt kezdte reklámozni.

Az előállítási folyamat során melléktermékként keletkező **szén-dioxid tisztított és cseppfolyósított**²¹ formában az **üdítőital**-gyártásban és az **élelmiszeriparban** kerül felhasználásra. Az olyan nyersanyagokat, mint a kozmaolajok²² és **aldehidek** a **műanyagipar**, a **parfümgyártás** vagy a **gyógyszeripar** hasznosítja.

A **desztilláció végén fennmaradó** maradék, melyet szeszmosléknak (vagy kifőzött cefrének) is neveznek, **tápanyagban gazdag** kapcsolt termék és tovább feldolgozható. Ha a szeszmoslékot vízmentesítik, megszáritják és pelletálják, akkor értékes **takarmányként** használható fel. Alternatívaként a szeszmoslékot egy biogázüzem **fermentorában erjeszteni** is lehet. Az eközben keletkező **biogázt blokkfűtő-erőműben**²³ árammá és hővé lehet alakítani, vagy biometánná feldolgozva a földgázhálózatba lehet bevezetni.

Biológiai eredetű trágyázó anyagok²⁴

A növények **ásványi összetevői** megőrződnek²⁵ a bioetanol előállítása során, és **szerves trágyaként** visszaforgatásra kerülnek a földművelésbe. Ennek a **körfolyamatnak** köszönhetően a **szintetikus műtrágyák** felhasználása nagy mértékben **csökkenthető**.

Cukorrépvinasz²⁶:

A kémikus **Justus von Liebig** már 150 évvel ezelőtt javasolta az **alkoholgyártásból** származó vinasz²⁶ alkalmazását a földművelésben. A benne található ásványi anyagok, különösen a **nitrogén** és a **kálium** értékes növényi tápanyaggá teszik a cukorrépvinaszt.

Erjesztésből visszamaradó anyagok:

A **biometánnak** a bioetanolgyártás maradékaiból történő **kinyerése** után visszamarad az ún. **erjesztési maradék**. Különbféle, növények számára hasznosítható tápanyagok²⁷ keletkeznek: **ammónium-szulfát-oldat, foszfát és kálium**.

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Anyagok:

r	Biokraftstoff, ~(e)s, ~e	bioüzemanyag
r	Alkohol, ~s, ~e	alkohol
e	Stärke	keményítő
e	Zellulose, ~, ~e	cellulóz
s	Kohlenhydrat, ~(e)s, ~e	szénhidrát
s	Enzym, ~(e)s, ~e	enzim
r	Ethylalkohol, ~s, ~e	etil-alkohol
s	Eiweiß, ~es, ~e	fehérje
e	Schlempe	szeszmoslék / kifőzött cefre
e	Maische	cefre
	Verzuckerungsenzyme <i>Pl.</i>	cukrosító enzimek
e	Glucose	glükóz
e	Maltose	maltóz
e	Amylose	amilóz
s	Amylopektin, ~s, ~e	amilopektin
e	Amylase	amiláz (enzim)
e	Glucosidase	glükozidáz (enzim)
s	Ethanol	etanol
s	Kohlenstoffdioxid	szén-dioxid
r	Aldehyd, ~s, ~e	aldehid
r	Kunststoff, ~s, ~e	műanyag
	Mineralstoffe <i>Pl.</i>	ásványi anyagok (t.sz.)
r	Stickstoff, ~s, ~e	nitrogén
s	Kalium	kálium
s	Phosphat, ~(e)s, ~e	foszfát
s	Ammoniumsulfat	ammónium-szulfát

Fogalmak:

s	Verfahren, ~s, ~	eljárás
e	Gewinnung	kinyerés
	alkoholische Gärung	alkoholos erjedés
e	Destillation	desztilláció
e	Verfahrenstechnik, ~, ~en	kémiai technológia
e	Konzentration, ~, ~en	koncentráció (töménység)

e	chemische Formel / Formeln <i>Pl.</i>	(kémiai) képlet / képletek
e	Absolutierung	abszolútizálás
r	Reinheitsgrad, ~(e)s, ~e	tisztasági fok
s	Prozent	százalék
r	Destillationsrückstand, ~" e	desztillációs maradék / lepárlási maradék
e	Verzuckerung	cukrosítás
e	Zerkleinerung	aprítás
e	Einwirkzeit	hatóidő
s	Gemisch, ~(e)s, ~e	keverék
	Azeotrop	azeotróp
e	Rektifikation	rektifikálás
e	Trennung	elválasztás / szétválasztás
e	Konzentrierung	töményítés
e	Lösung, ~, ~en	oldat

Egyéb:

...haltig	vmilyen tartalmú
vergären	(meg)erjeszt
etw. entziehen (+D)	vmit kivon vmből
zerkleinern	felaprít
erhitzen	hevít, melegít
an fallen	(melléktermékként) keletkezik
ab bauen	lebont
verflüssigen	cseppfolyósít / elfolyósít
entwässern	vízmentesít

Magyar helyesírás és nyelvtan:

A határozatlan névelőt elhagyjuk: *egy* molekulaszűrőn szárítják / *egy* 99%-os bioetanol keletkezik / *egy* különösen értékes trágya
egybeírjuk: *háromféle* / 99,5% / *reakcióegyenlet* / *cukortartalmú* / *keményítőtartalmú* / *alkoholkoncentráció* / *etanolüzemű* [autó] / *öttszázalékos* / *tízszázalékos*

Utóbbiakat lásd 117. pontban:

<https://helyesiras.mta.hu/helyesiras/default/akh12#117>

Hat szótagig a többszörösen összetett szavakat is egybeírjuk:

biogázüzem / cukorrépvinasz / blokkfűtőmű

Bővebben lásd 139. pontban:

<https://helyesiras.mta.hu/helyesiras/default/akh12#139>

kötőjellel írjuk: *bioetanol-gyártók / bioetanol-üzem / szén-dioxid / bioalkohol-előállítás / üzemanyag-keverék / műtrágya-felhasználás*

Figyeljünk az eltérésre: *ammónium-szulfát-oldat*, de *etanol-víz elegy*

A fordításokról:

¹Absolutierung – *abszolutizálás* (Gál Viktória, Kiss Aletta, Kis Loretta, Viczkó Csaba Péter) / *vízmentesítés / vízlevonás* (Kiss Aletta, Mokánszki Nóra) ≠ *víztelenítés / bepárlás / dehidratálás / töményítés*. A víztelenítés nem ugyanazt jelenti, mint a vízmentesítés. Vízteleníteni a vízvezetékot, a vízcsőhálózatot lehet. (Vö.: a sótlan sem ugyanazt jelenti, mint a sómentes.) Bepárolni (**Eindämpfen**) oldatot lehet, amiből aztán az oldott (szilárd) anyag kiválik. Sokan dehidratálást írtak. A töményítés (**Konzentrierung**) a desztillációs lépések során következik be, a teljes vízlevonás azonban egyetlen utolsó lépés: ez az abszolutizálás – nem *abszolválás!*

²wenn eine maximale Alkoholkonzentration erreicht ist – *amikor egy (bizonyos) maximális alkoholkoncentrációt elérünk*. Milyen maximális koncentrációt? Hát nem mindig az a maximális alkoholtartalom, amikor az összes cukor alkohollá alakult? Nem bizony! Az enzimek bizonyos alkoholkoncentráció felett elvesztik aktivitásukat, és a fermentációs reakció leáll. Az érték attól függ, milyen enzimet vagy élesztőgombát használnak a rendszerben. Emiatt határozatlan a névelő (a németben és a magyarban is).

³Destillationsrückstand – *desztillációs maradék / lepárlási maradék, de nem ≠ hátrány*

⁴Schlempe – *szeszmoslék* (Viczkó Csaba Péter, Kiss Loretta) / *kifőzött cefre / cefremoslék* (Horváth Lilla) / *(seprű)*

<https://mokka.hu/en/node/757>

<https://pannoniabio.com/hu/hatasok/eljaras/>

http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/Whisky_201805.pdf

Nem hívhatjuk ezt is ~~cefrének~~, mert az a kiindulási anyag! Mások ~~lepárlási maradékot, eséplési hulladékot~~ ill. *szilázst* írtak. (A szilázs silózott, erjesztett takarmány: a fűvet nem szárítják meg, hanem fóliába becsomagolják, légmentesen tárolják, ahol anaerob körülmények között erjed.)

<https://www.agroinform.hu/tags/szilazs>

⁵**Eiweiß** – itt: *fehérje*, nem ~~tojásfehérje~~

⁶**daraus** – *abból / belőle*. Sokaknál kimaradt ez a vonatkozó névmás, ami visszautal a kifőzött cefrére, hogy abból lehet még energiát kivonni.

⁷**zunächst** – itt: *először ≠ elsősorban*

⁸**damit** – *ezáltal* (vagyis az aprítás által könnyebben megy a keményítő kémiai átalakítása)

⁹**Maischen** – *cefrézés*

¹⁰**Verzuckerungsenzyme** – *cukrosító enzimek*, esetleg *cukorképző enzimek* ≠ *szacharizáló* enzimek

[https://www.elsosor.hu/wp-](https://www.elsosor.hu/wp-content/uploads/2013/02/05_S%3%b6rfoz%3%a9s-halad%3%b3knak-III.pdf)

[content/uploads/2013/02/05_S%3%b6rfoz%3%a9s-halad%3%b3knak-III.pdf](https://www.elsosor.hu/wp-content/uploads/2013/02/05_S%3%b6rfoz%3%a9s-halad%3%b3knak-III.pdf)

¹¹**nun ≠ nur** – *ekkor már / most már / így aztán ≠ csak*

¹²**Abbau ≠ Aufbau** – *lebontás ≠ felépülés, felépítés, szerkezet*

¹³**Einwirkzeit** – *hatóidő* (Kiss Aletta) ≠ *expozíciós idő*

¹⁴**Rektifikation** – *rektifikálás ≠ kijavítás*

¹⁵**Entwässerung** – *vízmentesítés ≠ vízelvezetés / víztelenítés* (ld. fentebb abszolútizálásnál)

¹⁶**Beimischung** – *bekeverés (hosszakeverés / adalékolás) ≠ keverékként*. Használatát magyarul ld.:

<https://www.portfolio.hu/gazdasag/20220412/reagalt-a-magyar-biouzemanyag-szovetseg-a-felmerult-energiabiztonsagi-es-energiaar-kerdesekre-539043>

¹⁷**Neutralalkohol** – *finomszesz / neutrális alkohol, ENA*.

A mezőgazdasági eredetű etil-alkoholra használják. Ld.:

<https://sites.google.com/site/alcoholsystemkft/news>

Szerepelt még: *tiszta alkohol / semleges bázisalkohol*

18Rohspiritus – *nyersszesz / nyersalkohol*

<https://sites.google.com/site/coholsytemkft/news>

19war um 1850 technisch ausgereift – *„technikailag / a technológiája 1850 körül (már) kiforrott volt”* (Horváth Dávid, Horváth Lilla, Gál Viktória). Nem ~~eddigre érett be / vált lehetővé / éretté / mélyült el~~. Vegyük észre, hogy Zustandspassiv!

20Nordbenzin – Mivel márkanév, nem fordítjuk le, viszont nagyon jó ötlet beszúrni elé: *„az ún. Nordbenzin”* (Viczkó Csaba Péter, Horváth Lilla).

21verflüssigt – itt: *cseppfolyósított ≠ elfolyósított*. Egy higroszkópos szilárd anyag elfolyósodhat, ha nedvességet vesz fel a levegőből, ezzel szemben egy gázt cseppfolyósítani lehet.

22Fuselöl – *kozmaolaj* A szesz erjedés során keletkező magasabb forráspontú termékek elegye. Kémiailag nem olaj! Főleg amilalkohol izomerjeiből áll (2-metil-butanol és 3-metil-butanol), valamint izobutanolt, propanolt tartalmaz. Az erjedési amilalkohol oldószerként kerül forgalomba.

23Blockheizkraftwerk (BHKW) – *blokkfűtőerőmű*. Kisebb, helyi hőközpont és generátor, mely egyszerre legalább két hasznosítható energiafajtát állít elő: hőt és villamos energiát (kapcsolt energiatermelés). Olyan intézményekben éri meg (pl. kórházak), melyeknek egyszerre magas a hő (fűtés, használati melegvíz) és villamosenergia iránti igényük. Rugalmasabb, decentralizált energiaellátást tesz lehetővé a nagyerőművi termelés mellett. Hatásfoka ~90% (35% elektromos energia, 55% hőenergia, 10% veszteség). Részai: belső égésű motor (dízel/növényi olaj vagy gázmotoros: földgáz/biogáz) – generátor a villamos energia előállításához – hőcserélők a belső égésű motor hűtővíz-hőjének és a kipufogógázok hőjének hasznosítására.

<https://docplayer.hu/5646620-Megujulo-energiaforrasokon-alapulo-komplex-energiaellato-rendszerek-alkalmazasi-lehetoseg-mezogazdasagi-uzemekben.html>

A *blokkfűtőerőmű* megnevezést pontosan senki sem írta, de legtöbben vagy a kapcsolt energiatermelést, vagy a *fűtőerőmű* nevet jól gondolták: *fűtőerőmű* (3 fordítás), *kapcsolt erőmű* (1 fordítás), *kapcsolt hőerőmű*

(Wärmekraftwerk) (2 fordítás), *kapcsolt hő- és villamosenergia-erőmű* (1 fordítás).

²⁴**Biodünger** – *biotrágya* (6 fordítás) / *organikus trágya* (2 fordítás) / *szerves műtrágya* (1 fordítás) / *szerves trágya* (1 fordítás)

Biotrágyán azonban, úgy tűnik, élő mikroorganizmusokat tartalmazó készítményeket kell érteni, melyek a tápanyag felvételében segítenek, nem pedig többlettápanyagként szolgálnak. Lásd:

<http://hasznositsd.hu/fogalomtar/biotragya>

https://www.innoteka.hu/cikk/agararjovo_biotragya_es_biopeszticid.1400.html

²⁵**bleiben erhalten** – *megmaradnak / megőrződnek*. Többen tényleg úgy gondolták, hogy „*visszatartják*” ezeket az anyagokat a gyártás során?

²⁶**Vinasse** – *vinasz*. Melasz alapanyagból erjesztett cefréből nyert és besűrített szeszipari moslék. (A melasz a cukorgyártás maradéka, a cukor kikristályosítása után maradó massa. Tartalmaz még cukrokat, de azok már nem kristályosíthatók ki.)

<https://agararagazat.hu/hir/sokoldalutapanyag-a-vinasz/>

<http://www.gyoriszesz.hu/hu/vinasz>

<https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/287716/vinasz2013.pdf>

²⁷**verschiedene Düngemittel** – A körülírás sikerült legjobban: „*különféle, a trágyázás során hasznosítható anyagok*” (Viczkó Csaba Péter)

A második forduló eredménye:

NÉV	Oszt.	ISKOLA	Ford. max. 80	Magyar nyelvtan max. 20	ÖSSZ. max. 100
Horváth Lilla	12.	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	80	16	96
Viczkó Csaba Péter	9.	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	80	16	96
Balázs Dóra	9.D	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	76,5	14	90,5
Gál Zsanett	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	69	18	87
Szabó Fanni Mariann	10.	Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen	68	17	85
Gál Viktória	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	56,5	15,5	72
Horváth Dávid	12.	DSZC Vegyipari Technikum	54	13,5	67,5
Mokánszki Nóra	11.	DSZC Vegyipari Technikum	51,5	14,5	66
Kiss Aletta	12.	DSZC Vegyipari Technikum	49,5	13,5	63
Kiss Loretta	10.A	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	38	6	44

Mindenki fordításában olvastam ötletes és jó megoldásokat!

A 80 pont felett fordítók külön dicséretet érdemelnek!

A 2021/22-es tanév német fordítási versenyének végeredménye:

NÉV	Oszt.	ISKOLA	I. fordítás max. 100	II. fordítás max. 100	ÖSSZ. max. 200
Horváth Lilla	12.	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	98	96	194
Balázs Dóra	9.D	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	97	90,5	187,5
Viczkó Csaba Péter	9.	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	84	96	180
Szabó Fanni Mariann	10.	Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen	89	85	174
Gál Zsanett	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	85	87	172
Mokánszki Nóra	11.	DSZC Vegyipari Technikum	80	66	146
Gál Viktória	12.B	DSZC Vegyipari Technikum	70	72	142
Horváth Dávid	12.	DSZC Vegyipari Technikum	70,5	67,5	138
Kiss Aletta	12.	DSZC Vegyipari Technikum	52,5	63	115,5
Kiss Loretta	10.A	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	53	44	97

Mindenkinek gratulálok, akiben kellő kitartás és elszántság volt ahhoz, hogy végigverekedje magát a két fordításon!

Színvonalas munkájukért külön gratulálok a mindkét fordulóban 80 pont feletti eredményt elért versenyzőknek!

Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

A 2022/1. számban megjelent szakszöveg mintafordítása:

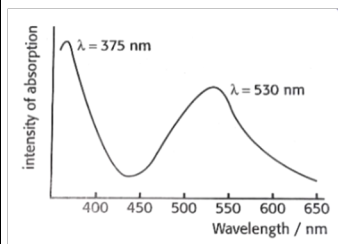
Élelmiszerkémia

Szín

Az élelmiszerek természetes vagy mesterséges úton színezhetők. 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 átteresztik. 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)

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

3. táblázat. Természetben előforduló pigmentek

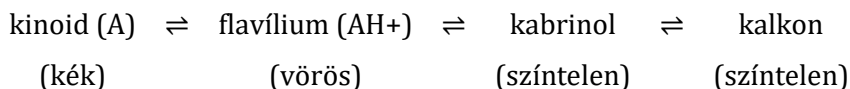
A szín és a pigmentek stabilitását befolyásoló tényezők

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 áteresztett 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- (Al^{3+}) és vas(III) (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.

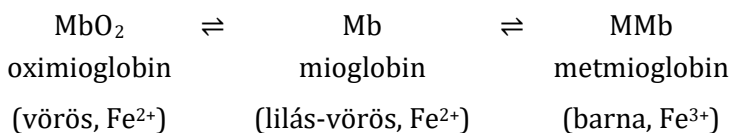
A karotinoidok 50 °C-ig, valamint a 2-7 közötti pH-tartományban stabilak, ezért az élelmiszer-feldolgozás legtöbb formája során nem bomlanak le. Melegítéskor a természetben előforduló transz-izomer átalakul cisz-izomerré.

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 (MbO₂) képződik. Mind a Mb-ban, mind az MbO₂-ban a hem csoport vasa vas(II)-ion – Fe²⁺ – formájában van jelen. A Mb és MbO₂ autooxidációja révén a vas oxidációs állapota vas(III)-ra – Fe³⁺ – változik. Fe³⁺ 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 ízeket, mielőtt folyadékot adnánk hozzá. A Maillard-féle barnulás történik a tejszokoládé készítésekor, illetve ha cukrot és tejszínt melegítünk vajkaramella, tejkaramella 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_2 , H_2 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 CO₂ 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 CO₂ mint fontos nyersanyag

A CO₂ 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 CO₂ és H₂ 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 fordításkeresők, 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)
Horváth Lilla	12.	Táncsics Mihály Gimnázium, Kaposvár	398,8
Horváth Kata	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	396,7
Rácz Jázmin	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	394,4
Szemerády Zsanett	11.	Verseggy Ferenc Gimnázium, Szolnok	393,2
Huszár Krisztina	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	392,7
Kozma Bence	10.	Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen	391,9
Takács Noémi	10.	Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	390
Csingi Zoltán	12.	Szent Bazil Oktatási Központ, Hajdúdorog	388
Szedlacsek Anna	10.	Kölcsey Ferenc Gimnázium, Budapest	386,1
Rabi Zoltán	10.	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	384

A táblázatban a legjobb 10 beküldő pontszámai szerepelnek.

Mindenkinek gratulálunk a kiváló munkákhoz!