KÉMIA IDEGEN NYELVEN

Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

A 2024/4. számban megjelent szakszöveg fordítása:

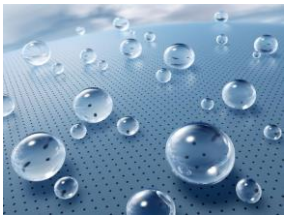
1.

A teflonserpenyő vége?

A PFA-k betiltását tervezik

A **per- és polifluorozott alkilvegyületek** (**PFA**-k)[1] az **ipari vegyszereknek** egy olyan csoportját jelentik, mely mintegy **10 000 anyagot** foglal magába.

A PFA-k olyan kémiai vegyületek, melyek a **víztaszító és szennyeződéstaszító tulajdonságaik** miatt sok ágazatban széleskörűen elterjedtek. Az elmúlt években minden esetre hangossá[2] váltak az aggodalmak a PFA-k lehetséges **kockázataira** vonatkozóan az **ember és környezet** számára.



1. ábra. A PFA legismertebb példája a Teflon™ és a Gore-Tex™.

Németország, Dánia, Norvégia, Hollandia és Svédország illetékes szakhatóságai a **PFA-k betiltását kérvényezték** az Európai Vegyianyag-ügynökségnél[3] (ECHA, European Chemical Agency). Amennyiben a kérvény sikerrel jár, azt követően az **Európai Unió Bizottsága,**

valamint a tagállamok döntenek az alattomos vegyszerek korlátozásáról. A legnagyobb aggodalmak közé az **idő és az alternatívák hiánya** számít: PFA-k nélkül számtalan **termelési ágazat felborulhat**. [4]

---------- 2. ----------

Mindezekben a termékekben megbújnak[5] a vegyületek

Az iparban a PFA-k az **extrém hőmérsékletekkel** és **agresszív vegyszerekkel szembeni ellenállóképességük**, a jó[6] **víz- és olajtaszító** tulajdonságaik, valamint az **elektromos szigetelőképességük** miatt keresettek. Viszont éppen a kimagasló[6] stabilitásuk vezet oda, hogy **jóformán nem lebonthatóak**, sem a környezetben, sem élőlények szervezetében. Emiatt „**örök vegyi anyagok**nak” [7] nevezzük őket.

2. ábra. Ezek a vegyszerek **rendkívül stabilak és hosszú élettartamúak**, ami miatt az ipar – most már évtizedek óta - **termékek sokaságában** használja őket

A 4.700 egyedi vegyületből **eddig** húsznál kevesebbnek a **törvényi szabályozása** történt meg. Más EU-s országok nemzeti hatáskörben hoztak intézkedéseket: **Dánia betiltotta a PFA-kat az élelmiszerek csomagolóanyagában**.

3. ábra. A túradzsekik gyakran PFA-kkal impregnáltak – PFA-k teszik zsírtaszítóvá az élelmiszerek csomagolóanyagát © iStockphoto

3.

Milyen gyorsan valósul meg a PFA-vegyületek betiltása?

Jó néhány termék gyártását át lehet állítani[8], pl. a teflonserpenyőket kerámiára.

Az **átmeneti időszak** hosszára vonatkozóan ágazattól és felhasználástól függően 18 hónap és 13 és fél év közötti időtartamokról tárgyalnak. Ezzel az **első korlátozások előreláthatóan 2025-re** várhatóak. Alapelvként érvényes: minél nélkülözhetetlenebb az alkalmazás, annál hosszabb türelmi idővel számolhatunk. A **gyógyszerek** lehet, hogy **időbeli korlát nélküli kivétel**ként mennek át.[9]

Mindezek ellenére az átállást nem lenne szabad nagyon elhúzni. A gyártósorok és a termékek **átállításához** részben **többéves fejlesztésre van szükség**. A **helyettesítő technológiákat** főként még a **piaci** követelményeknek megfelelő érettségi szintre[10] is **tovább kell fejleszteni**. **Mindez a PFA-mentes helyettesítő termékek szűkös kínálatát eredményezheti.**

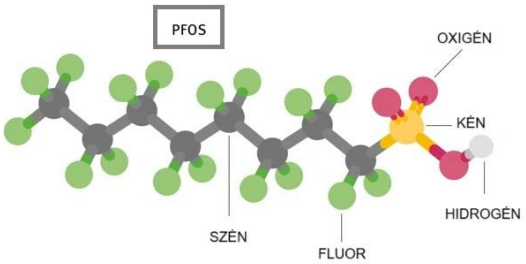
4.

PFA: definíció

A PFA (angolul: PFAS) a **per- és polifluorozott alkilvegyületek** rövidítése – korábban per- és polifluorozott tenzidekként[11] (PFT) is ismertek voltak. **Iparilag előállított vegyszerek** egy csoportjáról van szó.

Ezekben a különböző hosszúságú szénláncokból álló vegyületekben, melyek a **természetben** ilyen formában[12] **nem fordulnak elő**, a hid-

rogénatomokat **teljes mértékben (perfluorozott)** vagy **részben (polifluorozott)** fluoratomok helyettesítik.



4. ábra. A PFA egyik példája: **perfluoroktán-szulfonsav (PFOS).** A **fluoratomok**, melyek a hosszú **szénláncokon** lógnak, felelősek ennek a vegyületcsoportnak az ipari szempontból **érdekes tulajdonságaiért** ugyanúgy, mint az **egészségügyi és környezeti kockázatokért**.

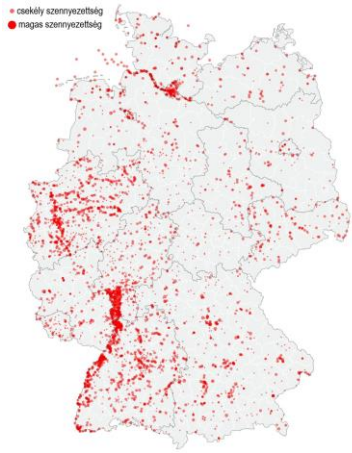
A **szén–fluor kötés a legerősebb egyszeres kötések közé sorolható**, és ez tehet[13] arról, hogy a PFA-k a környezetben – akár a vízben, a talajban, a levegőben vagy a szervezetekben – **extrém nehezen bonthatóak le**. Ahhoz, hogy szétromboljuk[14] őket, **1100 °C feletti** hőmérsékleten kellene őket **elégetni**.

---------- 5. ----------

Miért problémások a PFA-vegyületek?

A stabilitás[15] egyidejűleg átok és áldás: mivel a környezetben **alig bomlanak le** és **messzire szétterjednek**[16], „**örök vegyi anyagokként**" híresültek el. Még a legtávolabban fekvő régiókban, mint pl. a sarkkörök lakatlan területein is kimutathatók.

Mivel **nem bomlanak le**, idővel **felhalmozódnak** az **emberi szövetekben** és a **környezetben**. Egészségügyi problémákhoz, mint pl. **májkárosodáshoz, pajzsmirigy-megbetegedésekhez, elhízáshoz, termékenységi zavarokhoz** és **rákhoz** vezethetnek. Becslések szerint az **EU-ban évente több mint 12 000 ember** hal meg a magas PFA-terheléssel összefüggésben. A Német Környezetvédelmi Minisztérium szerint **szinte minden ember vérében kimutathatók PFA-k**, Németországban is.



5. ábra. Perfluorozott alkilvegyületek (PFA) Németországban. Helyek, ahol a kimutatott PFA-terhelés a 100 nanogramm per liter/kilogramm[17] határérték feletti

6.

Az ezidáig történt PFA-használat a **vizek és a talajok** széleskörű **kontaminációjához** vezetett. Például **majdnem az összes polgári és katonai repülőtéren** tetemes mennyiségű hátrahagyott hulladékot találunk, mivel a **tűzoltóhabok**ban[18] fluorvegyületeket[19] használtak a tűzoltási gyakorlatok és bevetések során. A következmény a talajvizek[20] szennyezettsége, mely gyakran az **ivóvízkinyerést**[21] **is veszélyezteti**. A **felszámolás**[22] rendkívül nehéz és gyakran **kevéssé hatékony**, mivel a PFA-vegyületeket csak **nehezen lehet a vizekből és a talajból újra eltávolítani**.

A PFA-vegyületek környezeti terhelésének mértékére ma gyakran csak becslést adhatunk. A monitorozáshoz[23] a **nagyon kis koncentrációtartományban** szükséges **analitikai**[24] **módszerek** még csak a **fejlesztési fázisban** tartanak, és nem alkalmasak a felhasznált PFA-k sokféleségét lefedni.[25]

6. ábra. A PFA-vegyületek a tűzoltóhabokban[18] hatékony tűzoltást tesznek lehetővé

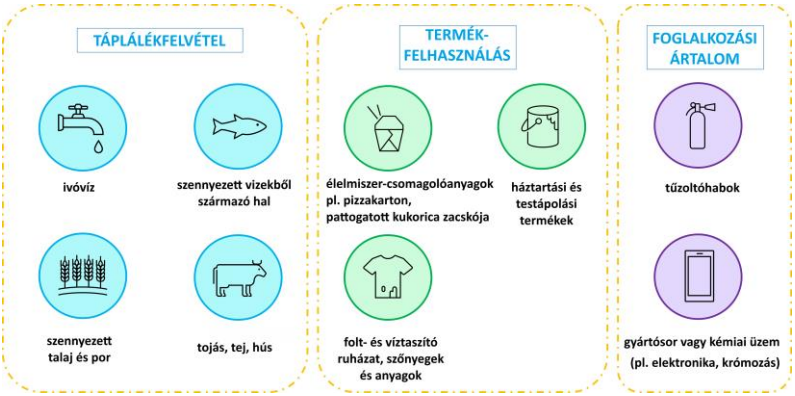
---------- 7. ----------

Bejutási[26] útvonalak az emberben

A PFA felvétele[26] **közvetlen** és **közvetett úton** egyaránt történhet.

Ha pl. **szennyezett ivóvizet** fogyasztunk, abban PFA-maradványok is benne vannak. A **belélegzett levegővel** szintén közvetlenül bejuthatnak a vegyszerek a szervezetbe, pl. ha **impregnáló spray**-t, ami PFA-t tartalmaz, beltéren[27] használunk.

Másfelől a PFA **felhalmozódhat a táplálékláncban**.[28] Ha olyan haszonállatok **húsát vagy tejét** fogyasztjuk, melyek takarmánya olyan **talajokról vagy vizekből** származik, ahol a **PFA összegyűlt**, akkor közvetett módon mi is felvesszük ezeket a vegyületeket.



7. ábra. A PFA-vegyületek fő expozíciós útja az általános lakosság[29] számára

8.

A következő óvintézkedések segítenek Önnek a mindennapi használati cikkekből származó PFA-terhelés csökkentésében:

Élelmiszerek: Kerülje a PFA-tartalmú bevonatos konyhai edényeket! Használjon ezek helyett **nem bevonatos, nemesacél (rozsdamentes) fazekakat és serpenyőket**! Fogyasszon minél kevesebb gyorsételt, melyek PFA-tartalmú **zsírálló papírral vagy kartonnal** kerülhetnek kontaktusba!

Textíliák: PFA-vegyületeket **felsőruházati cikkek és sátrak** impregnálására használnak. Léteznek azonban fluormentes alternatívák. Ellenőrizze a címkéken a PFAS és PFC hiányát! A **folttaszító** impregnáló bevonatok pl. **egyenruhákon, szőnyegeken és bútorokon** szintén gyakran tartalmaznak PFA-t. Legyen óvatos, ha a textília **szennytaszítóként van feltűntetve**!

Kozmetikai cikkek: A kozmetikai cikkek is tartalmazhatnak PFA-t. Nézze meg alaposan az összetevők listáját és kerülje el az olyan termékeket, melyek **„fluor(o)-" szórészt** tartalmazó nevű anyagot vagy **PTFE-t** tartalmaznak! **Kerülje a PTFE (teflon) -bevonatos fogselymet!**

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Anyagok:

	PFAS	PFA-anyag, PFA-vegyület
e	**Substanz, ~, ~en**	anyag, vegyület
e	**Chemikalie**	vegyszer, vegyi anyag
	Ewigkeitschemikalien (Pl.)	örök vegyi anyagok
s	**Tensid, ~(e)s, ~e**	tenzid, felületaktív anyag
r	**Kohlenstoff, ~(e)s, ~e**	szén (mint elem)
r	**Wasserstoff**	hidrogén
r	**Sauerstoff**	oxigén
r	**Schwefel**	kén

e	**Sulfonsäure**	szulfonsav
s	**Schaumlöschmittel, ~s, ~**	tűzoltó hab
e	**Fluorchemikalie**	fluorkémiai anyag
r	**Inhaltsstoff, ~(e)s, ~e**	összetevő

Fogalmak:

e	**Verbindung**	vegyület
	Europäische Chemikalienagentur	Európai Vegyianyag-ügynökség
s	**Risiko / die Risiken**	kockázat
e	**Beständigkeit**	ellenállóképesség valamivel szemben
	elektrische Isolierfähigkeit	elektromos szigetelőképesség
e	**Kohlenstoffkette**	szénlánc
s	**Atom, ~s, ~e**	atom
s	**Fluor-Atom**	fluoratom
s	**Wasserstoff-Atom**	hidrogénatom
e	**Bindung**	kötés
e	**Einfachbindung**	egyszeres kötés
e	**Kontamination**	kontamináció, szennyezés
e	**Gewinnung**	kinyerés(e vminek)
e	**Sanierung**	kármentesítés, helyreállítás
e	**Verunreinigung**	szennyező anyag
s	**Monitoring, ~s, ~s**	monitorozás
e	**Analytik**	analitika(i módszer)
	niedrige Konzentration	kis koncentráció
e	**Aufnahme**	felvétel, bejutás (pl. élő szervezetbe)
r	**Rückstand, ~(e)s, ~ ¨e**	maradvány
e	**Nahrungskette**	tápláléklánc

e Exposition	expozíció
e Aussetzung	expozíció
e Belastung	terhelés
e Beschichtung	bevonat
e Imprägnierung	impregnálás
e Verchromung	krómozás

Tulajdonságok:

wasserabweisend	víztaszító, vízlepergető
schmutzabweisend	szennytaszító
langlebiger Stoff	hosszú élettartamú anyag
perfluoriert	perfluorozott
polyfluoriert	polifluorozott
abbaubar	lebomló, lebontható
nachweisbar	kimutatható
effektiv	hatékony
kontaminiert	szennyezett
beruflich	foglalkozással kapcsolatos, szakmai
....haltig	... tartalmú / ...-t tartalmazó
fluorfrei	fluormentes

Folyamatok, műveletek:

ersetzen	helyettesít
sich ab|bauen	lebomlik
sich an|lagern	(el)raktározódik, lerakódik
nach|weisen	kimutat
sich an|reichern	(fel)dúsul
sich an|sammeln	összegyűlik

Nagyon köszönöm, hogy mindenki betartotta a betűméretre és a sorközre vonatkozó formai kérésemet és ezzel megkönnyítette a javítást!

Magyar helyesírás és nyelvtan:

egybeírjuk: *teflonserpenyő / ellenállóképesség / fluoratom*

A többszörösen összetett szavakat **hat szótagig** írjuk egybe:

pajzsmirigybetegség // élelmiszer-csomagolás

kötőjellel írjuk: *perflouroktán-szulfonsav / PFAS-vegyületek*

különírjuk: szén-fluor kötés / szén-szén kötés

https://mta.hu/data/11_Osztaly/Info/Fizikai%20helyesirasi%20szotar%202018.pdf

https://helyesiras.mta.hu/helyesiras/default/akh12#118

A fordításokról:

[1] „Az e rendelet hatálya alá tartozó fluortartalmú üvegházhatású gázok között vannak olyanok, amelyek **per- és polifluorozott alkil anyagok** (a továbbiakban: **PFA-k**), vagy bizonyítottan vagy gyaníthatóan PFA-kká bomlanak le. A **PFA-k olyan vegyi anyagok**, amelyek ellenállnak a bomlásnak, és potenciálisan negatív hatást gyakorolnak az egészségre és a környezetre."

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202400573

[2]**Bedenken wurden laut** – *hangossá váltak / egyre többen fejezték ki aggodalmukat* (Kenderesy Karina Anna) // nem ~~*felmerült*~~

[3] „Németország és Svédország 2017. október 6-án az 1907/2006/EK **rendelet** 69. cikkének (4) bekezdése **alapján dokumentációt** … **nyújtott be** az **Európai Vegyianyag-ügynökség**hez (a továbbiakban: Ügynökség), amelyben a C9–C14 PFCA-k és sóik … önálló anyagként történő **gyártásának és forgalomba hozatalának korlátozását**, valamint a szóban forgó anyagok más anyagok összetevőiként való **felhasználásának és forgalomba hozatalának** … **korlátozását javasolta**."

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021R1297&from=EN#d1e32-32-1

[4]**seien aufgeschmissen** – *felborul / ellehetetlenülne (Nyíri Réka) / nagyon súlyos problémákkal fog szembesülni (Molnár Alexandra)* // NEM: ~~*veszélybe kerülne / elveszne / pórul jár*~~

[5]**stecken** – *lapulnak / bújnak meg / rejtőzködnek* // Kicsit vicces akar lenni, tehát nem csak szigorúan ~~*találhatók.*~~

[6]**hohe Beständigkeit / hohe Stabilität** – *nagy / jó / kiemelkedő* // nem ~~*magas*~~

[7]**Ewigkeitschemikalien** – *„örök vegyi anyagok"*

https://qubit.hu/2023/05/18/rengeteg-orok-vegyi-anyagot-talaltak-a-legnepszerubb-kontaktlencsekben

https://tudatosvasarlo.hu/kozelebb-orok-vegyi-anyagok-betiltasa/

https://www.agroinform.hu/kornyezetvedelem/szinte-az-egesz-eu-ivovizeben-jelen-vannak-az-orok-vegyi-anyagok-74281-001

https://qubit.hu/2024/07/15/aggaszto-az-orok-vegyi-anyag-trifluorecetsav-koncentracioja-az-europai-ivovizekben

[8]**lasse sich umstellen** – *átállítható* (Nyíri Réka) // ~~*átalakítható*~~

[9]**durchgehen** – *átmegy / átjut (a tárgyalásokon)* // nem ~~*tekinthető*~~

[10]**zur Marktreife ... weiterentwickelt** – *hogy alkalmasak legyenek a piaci bevezetésre* (Nyíri Réka)

[11]**Tenside** – *tenzidek / felületaktív anyagok* (Sipos Zita)

[12]**als solche** – *ilyen formában (vagyis fluoratomokkal szubsztituáltan)* // Sokan kihagyták.

[13]**sorgt dafür** – *ez tehet róla / emiatt van* // nem: ~~*gondoskodik róla*~~

[14]**um sie zu zerstören** – *ahhoz, hogy szétromboljuk* / // nem: ~~*megsemmisíthessük*~~ (Hiszen az erős kovalens kötésekről van szó.)

[15]**Robustheit** – *stabilitás* (Kenderesy Karina) // nem: ~~*tartósság*~~

[16]**weit ausbreiten** – *messzire, nagy távolságokra szétterjednek* (Gondoljunk egy füstfelhőre!) // nem: ~~*széles körben terjednek*~~ (Mindenki ezt írta! Eszmék vagy tévhitek terjednek így.)

[17]**Nanogramm pro Liter/Kilogramm** – *ng/liter* ill. *ng/kg* // NEM: ~~*ng/liter/kg*~~ !!! (Vagyis literenként VAGY kilogrammonként hány ng szennyezést tartalmaz a minta. Víz esetében liter, talaj esetében kg-ra vonatkozik.)

[18]**Schaumlöschmittel** – *habbal oltó szerek* (Sipos Zita, Horvát Flóra) / *tűzoltó hab / hab oltóanyagok:*

https://www.fewe.hu/habkepzo-anyagok/

https://www.fewe.hu/blog/habkepzo-anyagok-a-tuzoltasban/12747/

[19]**Fluorchemikalien** – *fluorkémiai anyagok* (Kiss-Frankó Nóra) // nem: ~~*fluorvegyszerek*~~

[20]**Grundwasser** – szép: *felszín alatti vizek* (Sipos Zita, Horvát Flóra)

[21]**Trinkwassergewinnung** – *ivóvíz kinyerése* (Kiss-Frankó Nóra) // nem: ~~*ivóvíztermelés*~~

https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A0400065.FVM

[22]**Sanierung** – ITT: *kármentesítés* (Kiss-Frankó Nóra) // NEM: ~~*felújítás*~~

[23]**Monitoring** – ITT: *monitorozás* (mindenki tudta), tehát a koncentrációk időbeli nyomon követése.

[24]**Analytik** – ITT: *analitikai módszerek* (Kiss-Frankó Nóra, Molnár Alexandra) // nem: ~~*elemzés*~~

[25]**die Vielfalt der verwendeten PFAS zu erfassen** – ITT: az összes alkalmazott PFA-vegyületet / a használt PFA-vegyületek sokféleségét ITT: *lefedni, átfogni* // NEM: ~~*megragadni / rögzíteni*~~ // JÓ: *regisztrálni, felmérni, feltérképezni*

[26]**Aufnahme** – *felvétel, bejutás* (Nyíri Réka, Molnár Alexandra) // még NEM ~~*felszívódás*~~ (Absorption – az egy következő lépés lenne.)

[27]**in Innenräumen** – *beltérben használunk impregnáló spray-t* // NEM ~~*beltéri impregnáló spray-t használunk*~~ (Nincsen beltéri.) JÓ: (Kenderesy Karina, Molnár Alexandra)

[28]**Nahrungskette** – *táplálékl*ánc (Szegvölgyi Fanni, Nyíri Réka) // NEM ~~*élelmiszerlánc*~~

[29]**für die allgemeine Bevölkerung** – *az általános népesség körében* (Horvát Flóra) Statisztikákat valóban így adnak meg.

Láttam, hogy a végére mindenki elfáradt, de jórészt azért sikerült megérteni mindent.

Az első fordulóra beküldött fordításukért dicséret illeti az alábbi tanulókat:

	NÉV	Oszt.	ISKOLA	ÖSSZ. (max.100)
1.	**Molnár Alexandra Judit**	12.B	Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szki.	**80**
2.	**Nyíri Réka Fanni**	10.B	Városmajori Gimnázium	**78,5**
3.	**Horvát Flóra**	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	**69**
4.	**Nyaka Dóra**	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	**62**
5.	**Kiss-Frankó Nóra**	12.A	Városmajori Gimnázium	**53**
6.	**Szegvölgyi Fanni**	12.B	Debreceni SzC Vegyipari Techn.	**46,5**
7.	**Kenderesy Karina Anna**	10.B	Városmajori Gimnázium	**41**
8.	**Sipos Zita**	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	**38**

A 2025/1. számban megjelent szakszöveg fordítása:

A PFA-vegyületeket uniós szinten kellene korlátozni

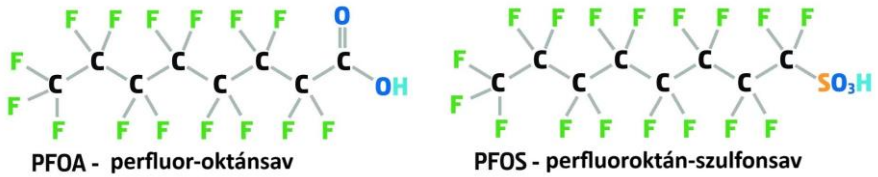
A PFA-vegyületek csoportjába időközben több mint 4.700 **szintetikus** kémiai anyag esik, melyek az **1940-es évektől** kezdve sok területen és **nagy mennyiségben** kerülnek felhasználásra **ipari folyamatokban és termékekben**.

A jövőben – kivételektől eltekintve – korlátozni kell az összes PFA előállítását, felhasználását és forgalomba hozatalát.

A különböző PFA-k a **szénláncuk hosszában** és a molekulában jelen lévő egyéb struktúrákban (**funkciós csoportok**) különböznek egymástól, pl. a **karboxilcsoport**ban[1] a perfluoralkil-karbonsavak (PFCA) vagy pedig a **szulfonátcsoport**ban a perfluoralkil-szulfonsavak (PFSA) esetében.

Mindeddig **perfluor-oktánsav** (PFOA) és a **perfluoroktán-szulfonsav** (PFOS) a **leginkább vizsgált** két vegyület. Ez a két vegyület (más rokon vegyületekkel együtt) az ún. „C8-fluorkémia" körébe tartozik.

A **Teflon** előállítása során **perfluor-oktánsavat,** PFOA-t használnak, mely súlyos egészségkárosodást képes okozni. A PFOA korábbi alkalmazása miatt a **DuPont teflongyártó céget az Egyesült Államokban** nagy összegű kártérítések kifizetésére ítélték. A **Teflont** hosszú időn keresztül meggondolatlanul[2] gyártották. **A PFOA az évtizedeken keresztül történő alkalmazása miatt a Földön gyakorlatilag mindenütt megtalálható.**



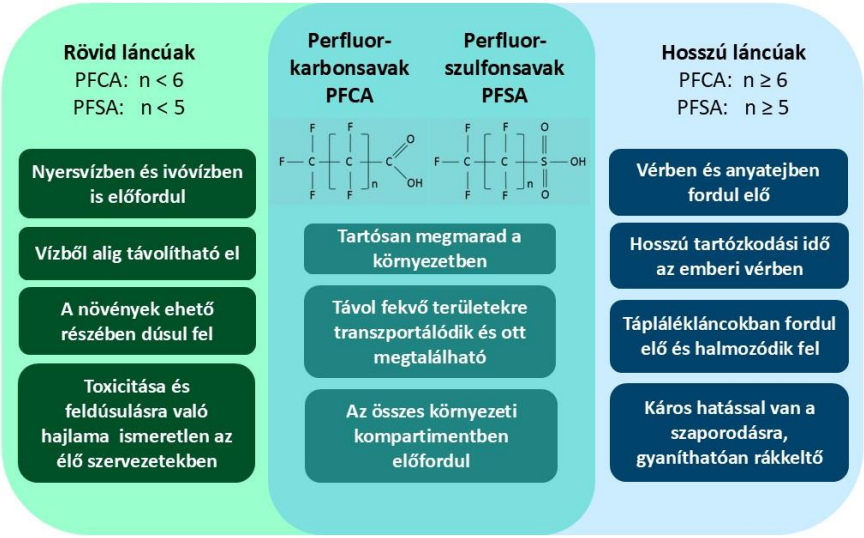
1. ábra. A PFOA és a PFOS kémiai szerkezete

2.

Mik azok a rövid láncú PFA-k?

A fluorozott szénlánc hossza alapján **rövid láncú és hosszú láncú PFA-kat** különböztetünk meg. Emlősállatokban a **rövid láncú PFA-k**

gyorsabban kiválasztódnak a felvételt követően, mint a hosszabb szénláncúak.



2. ábra.[3–6] A hosszú szénláncú PFA-knak (nagyon) perzisztens, (nagyon) bioakkumulatív[7], valamint mérgező tulajdonságaik vannak; a rövid láncú PFA-k rendkívül perzisztensek és mobilak

3.

A PFCA-k (perfluoralkil-karbonsavak) esetében[8] a **perfluor-oktánsavnál**[9] **(PFOA) rövidebb** szénláncú vegyületeketet hívjuk „rövid" láncúaknak. Vagyis a **rövid láncú PFCA-k** közé tartozik a perfluor-butánsav (PFBA), a perfluor-pentánsav (PFPeA), a perfluor-hexánsav (PFHxA) és a perfluor-heptánsav (PFHpA). A PFOA, a **perfluor-nonánsav**[10] (PFNA), valamint a náluk **hosszabb szénláncú** vegyületek esetében beszélünk **hosszú láncú PFCA-król**.

A PFSA-k (perfluoralkil-szulfonsavak) esetében[8] a **perfluorhexán-szulfonsavnál** (PFHxS) **rövidebb** szénláncú vegyületeketet hívjuk „rövid" láncúaknak. Vagyis a **rövid láncú PFSA-k** közé pl. a perfluorbután-szulfonsav (PFBS) tartozik. Így a PFHxS és a perfluoroktán-szulfonsav (PFOS) már hosszú láncú PFSA.

4.

Emberben a PFA-vegyületek, pl. a perfluor-oktánsav (PFOA) **fehérjékhez kötődnek** a vérben, a májban és a vesében. Különösen kritikusan értékelendő a PFA-k anya–gyermek közötti továbbadása a várandósság és szoptatás alatt, valamint a **hosszú láncú PFA-k lassú kiválasztódása az emberi szervezetből**.

A PFOA-hoz és a PFOS-hez képest a **rövidebb láncú származékok jellemzői kevésbé ismertek**.[11] Szubkrónikus és krónikus állatkísérletek pl. azt mutatták, hogy a PFHxA-nak vagy a PFBS-nek **hasonlóan káros hatásai vannak** – máj toxicitásra és reprodukciós toxicitásra vonatkozóan – mint a PFOA-nak és a PFOS-nek, azonban ehhez egyértelműen **nagyobb dózisok szükségesek**.

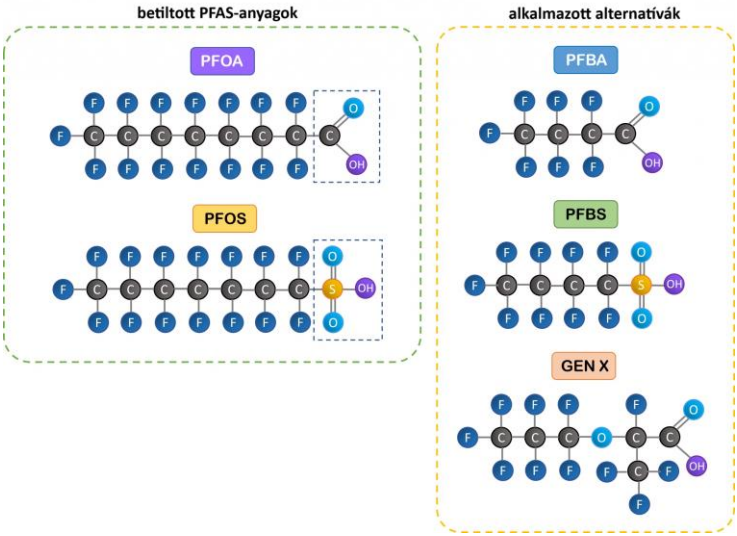
Hogyan változott az emberi vérszérumban ill. vérplazmában található PFA-k mennyisége az elmúlt években?

Németországban a négy **hosszú láncú PFA** (PFOA, PFNA, PFOS és PFHxS) vérszérumban ill. vérplazmában mért koncentrációja **1990 körül** volt a **legmagasabb**. Azóta ennek a négy anyagnak a vérszérumban mérhető koncentrációja a németországi lakosság körében **jelentősen csökkent**. Ma ez az érték a korábbinak a **10%-a PFOS esetében** és kb. 30%-a PFOA, PFNA és PFHxS esetében.

5.

A **PFOS** felhasználása messzemenően **tilos** már **2006 óta**, míg a **PFOA**-é **2020 júliusa óta**. **Összeurópai szinten jelenleg további PFA-k előállításának és felhasználásának korlátozásán ill. betiltásán dolgoznak.**

A **korlátozások** hatására az **ipar kénytelen** az alkalmazásai számára **alternatív vegyületekre** áttérni. Ezek többek között **rövidebb láncú homológok**, mint pl. a perfluor-hexánsav (PFHxA) vagy a perfluorbután-szulfonsav (PFBS), valamint **származékok,** mint pl. a **GenX** vagy az **Adona**, melyekben a fluorozott szénláncot **oxigénatomok szakítják meg**.



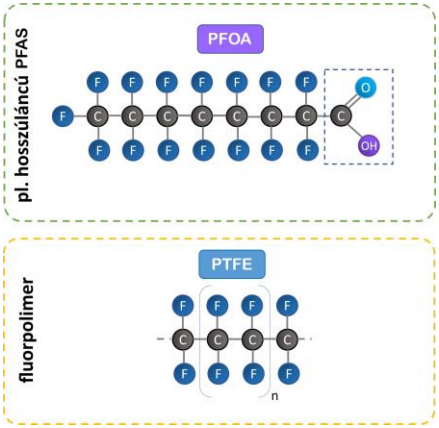
3. ábra. Két PFA-vegyület kémiai szerkezete, és az alternatív, rövidláncú PFA-k, melyeket helyettük használnak

A betiltott PFA-kat fokozatosan rövidebb láncú PFA-kkal, mint pl. **fluorozott éterek**kel (pl. GenX) helyettesítik, mivel ezek **gyorsabban haladnak keresztül**[12] **az emberi szervezeten**. Az ipar állításaival ellentétben, miszerint nem mérgezők, különböző független tanulmányok kimutatták, hogy **hasonló fizikai és kémiai tulajdonságokkal** és **hasonló egészségre gyakorolt hatásokkal** rendelkeznek, mint azok a PFA-k, amelyeket helyettesítenek. Egy teljes tilalom gyakorlatilag is megakadályozná a cégeket abban, hogy a hosszabb láncú PFA-kat kis mértékben eltérő kémiai anyaggal helyettesítsék, mely ugyanazokhoz az egészségügyi problémákhoz vezet.

6.

Mik azok a fluorpolimerek és miért kezelik őket külön a többi PFA-tól?

A fluorpolimerek csoportját a **poli(tetrafluor-etilén) (PTFE)**, ismertebb nevén a **Teflon** uralja; **a piac felét teszi ki** és olyan termékekben is használják mint pl. a sílécviasz, gépkocsibelső és a fogselyem.



4. ábra. A PFOA és a PTFE kémiai szerkezete

A **fluortartalmú műanyagok** esetében[13] összességében **csupán 38 anyag**ról van szó[14], mely a több mint 10.000 PFA-vegyület közé tartozik.

Sok vállalat azt állítja, hogy a **fluorpolimerek csekély kockázatot** jelentenek az emberi egészség és a környezet számára. A **nagy molekulaméret** és a fluorpolimerek **egyedi tulajdonságai megkülönböztetik őket a többi PFA-tól** (melyek legtöbb esetben 14-nél kevesebb szénatomot tartalmaznak). **Kémiailag** majdnem teljesen **inert**nek, nem nedvesíthetőnek[15], nem tapadónak, biokompatibilisnek, valamint hőállónak, tűzállónak és időjárásállónak (levegő, víz, napfény) számítanak.

Az aktuális tervezet azt vetíti előre[16], hogy a mérgező és illékony vegyületek mellett olyan termékeket is betiltanának, melyek nélkül a mindennapi élet és az ipar ma már elképzelhetetlen. **Ez a vegyipar jelenlegi szintjét 50 évvel vetné vissza.** [17]

7.

Milyen hatásai lennének a tilalomnak?

Példa erre ezeknek a polimereknek az alkalmazása a **vegyiparban** használt **csővezetékekhez és tartályokhoz,** melyek fluortartalmú műanyagok nélkül nem lennének képesek a **korrózióállóság** és a **vegyszerállóság**[18] magas követelményeinek megfelelni.

Az **orvostechnikát** sem lehet már elképzelni ezek nélkül a műanyagok nélkül. Felhasználási területük például **csövek, katéterek** és még **implantátumok** előállítása is.

Ezen kívül a fluortartalmú műanyagok a nagy tisztaságuk révén a **félvezetőgyártás**ban is nélkülözhetetlenek. A chipek előállításához **nagyon tiszta környezetre** van szükség, mely **minden jellegű**[19] **szennyeződéstől mentes**.

Azt is meg kell gondolni, hogy jelenleg nem minden olyan alkalmazás esetében létezik megfelelő alternatíva, ahol fluortartalmú műanyagokat használnak.

8.

Ez mindenesetre nagyon erősen vitatott téma. Egy anyag **toxicitásának a megítélése** során **nem csak a végterméket** kell tekinteni, hanem figyelembe kell venni az **előállítást** és a **megsemmisítést** is.

Sok fluorpolimer **gyártása** során évtizedek óta **kis molekulatömegű PFA-kat** alkalmaznak **segédanyagként**[20] a polimerek feldolgozásához. Ezen folyamatokhoz a múltban hosszú láncú PFA-kat mint pl. PFOA-t és PFNA-t használtak, melyek nagy **expozíciónak** tették ki a **termelésben dolgozó munkásokat** és a környezetet. Ez a **fő oka** a **ma a környezetben** található PFOA-nak és PFNA-nak.

A fluorpolimerek **hulladéklerakó**kban történő **elhelyezése** további kockázatokat rejt, mivel a fluorpolimer-részecskék időjárási és fizikai behatásokra[21] **mikroműanyagok**ká esnek szét[22].

Ezen felül a **PTFE 450 °C feletti** hőmérsékleten bomlani kezd, miközben veszélyes anyagok, mint pl. a **folysav (hidrogén-fluorid) szabadulnak fel**. Ezideig kevés ismeret áll a rendelkezésünkre arról, hogy a szilárd, települési hulladék megsemmisítésére szánt, hagyományos **hulladékégető**kben a fluorpolimerek bonthatóak-e anélkül, hogy **káros PFA-anyagok** keletkeznének.

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Anyagok:

s	**Protein, ~s, ~e**	fehérje
r	**Ether, ~s, ~**	éter
s	**Polytetrafluorethylen**	poli(tertafluor-etilén)
r	**Kunststoff, ~(e)s, ~e**	műanyag
s	**Fluorpolymer, ~s, ~e**	fluorpolimer
s	**Mikroplastik, ~s, ~**	mikroműanyag
e	**Flusssäure, ~, ~n**	folysav
r	**Fluorwasserstoff, ~(e)s, ~e**	hidrogén-fluorid

Fogalmak:

e	**Herstellung**	előállítás
e	**Carboxygruppe**	karboxilcsoport
e	**Carbonsäure**	karbonsav
	funktionelle Gruppe	funkciós csoport
	chemische Struktur	kémiai szerkezet
e	**Ausscheidung**	kiválasztás
s	**Derivat, ~(e)s, ~e**	származék
r (!)	**Gehalt, ~(e)s, ~e**	tartalom
	chemische Eigenschaften	kémiai tulajdonságok
s	**Molekül, ~s, ~e**	molekula
e	**Korrosionsbeständigkeit**	korrózióállóság
e	**Reinheit**	tisztaság, szennyeződésmentesség
e	**Verunreinigung**	szennyezés, szennyezőanyag
e	**Medizintechnik**	orvostechnika
r	**Toxizität**	toxicitás
s	**Endprodukt, ~(e)s, ~e**	végtermék

e Produktion	termelés, gyártás
e Entsorgung	ártalmatlanítás, hulladékkezelés
s Partikel, ~s, ~	részecske

Tulajdonságok:

synthetisch	szintetikus, mesterséges
kurzkettig	rövid láncú
langkettig	hosszú láncú
persistent	perzisztens, tartósan megmaradó
bioakkumulierend	bioakkumulatív, biológiailag felhalmozódó
mobil	mobilis, mozgékony
ungiftig	nem mérgező
inert	inert
benetzend	nedvesíthető
biokompatibel	biokompatibilis
leicht flüchtig	illékony
niedermolekular	kis molekulatömegű

Folyamatok, műveletek:

binden an etw.	köt, megköt, kötődik
zersetzen	szétesik
frei|setzen	felszabadít

Magyar helyesírás és nyelvtan:
A többszörösen összetett szavakat **hat szótagig** írjuk egybe:
mikroműanyagok / fluorpolimer-részecskék

Polimerek, műanyagok nevének kötőjeles írásakor a magyar nyelvben még zárójelet is használnunk kell:

poli(tetrafluor-etilén) = Teflon

https://quattroplast.hu/wp-content/uploads/2023/05/0313-5.pdf

hasonlóan: PVC = poli(vinil-klorid) / poli(vinil-acetát) ragasztó / PLEXI = poli(metil-metakrilát), de *polisztirol, polietilén, polipropilén*

Fluorvegyületek kötőjeles írása: Megbízható forrást keressünk, ne automata fordító által fordított honlapon szereplő neveket!

Az Európai Unió Hivatalos Lapja / A Bizottság közleménye

Technikai iránymutatások az emberi fogyasztásra szánt vízben a ***per- és polifluorozott alkil vegyületek (PFA-vegyületek)*** *monitorozására szolgáló elemzési módszerekről*

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=OJ:C_202404910

Rövidítések

PFA-vegyületek = Per- és polifluorozott alkil vegyületek

PFAA-k = **Perfluor-alkilsavak**

PFCA-k = **Perfluoralkil-karbonsavak**

PFBA = Perfluor-butánsav

PFPeA = Perfluor-pentánsav

PFHxA = Perfluor-hexánsav

PFHpA = Perfluor-heptánsav

PFOA = **Perfluor-oktánsav**

PFNA = Perfluor-nonánsav

PFSA-k **= Perfluoralkil-szulfonsavak**

PFBS = Perfluorbután-szulfonsav

PFHxS = Perfluorhexán-szulfonsav

PFOS = **Perfluor~~o~~oktán-szulfonsav**

Itt találunk egy hibát vagy elgépelést: magyarul nincs „fluoro-” előtag, csak „fluor-”. Helyesen: **Perfluoroktán-szulfonsav**

https://www.ksh.hu/docs/osztalyozasok/kn/kn2024_struktura.xlsx

A vegyületek nevét magyarul természetesen nem kell nagy kezdőbetűvel írnunk, mert köznevek.

A fordításokról:

[1]**Carboxygruppe –** karboxilcsoport. Ne felejtsük ki az l-et! (3 jó és 3 hibás volt.)

[2]**bedenkenlos** – *meggondolatlanul / gondolkodás nélkül* / esetleg: *kételyek nélkül* // NEM: ~~*gond nélkül*~~

[3]**Rohwasser** – *nyersvíz / természetes víz*

https://felelosen.nyirsegviz.hu/hirek-2/ivovizminoseg-jo-ha-tudod/

https://www.nnk.gov.hu/index.php/kozegeszsegugyi-laboratoriumi-foosztaly/kornyezetegeszsegugyi-laboratoriumi-osztaly/vizhigienes-laboratorium/ivoviz/ivovizben-vizsgalt-parameterek.html

[4]**Persistent in der Umwelt** – *tartósan megmarad a környezetben* // NEM: ~~*kitartás a környezetben*~~

[5]**Ferntransport** – *nagy távolságokra szállítódik* // NEM: ~~*távolsági szállítás*~~

[6]**Funde in entlegenen Gebieten** – *távol fekvő területeken is megtalálható* // NEM: ~~*leletek távoli területeken*~~

[7]**persistent, bioakkumulierend** – ***„perzisztens, bioakkumulatív”***

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021R1297&from=EN#d1e32-32-1

[8]**Bei den PFCA / Bei den PFSA** – *PFCA-k esetében / A PFCA-k közül…* // NEM: ~~*PFCA-ban / PFSA-ban*~~

[9]**Perfluoroktansäure** – *perfluor-oktánsav* (8 szénatomszámú karbonsav) Angolban van „fluoro- ” előtag. Magyarul MINDIG **fluor-** !

[10]**Perfluornonansäure** – *perfluor-nonánsav* (9 szénatomszámú karbonsav) // NEM: ~~*-nonosav*~~

[11]**sind weniger gut charakterisiert** – körül lehet írni: *jellemzőik kevésbé alaposan ismertek / jellemzőiket kevésbé tanulmányozták* // NEM: ~~*kevésbé jól jellemezhetők*~~ *(lassen sich charakterisieren / sind charakterisierbar)*

[12]**sich schneller durch den Körper bewegen** – *gyorsabban haladnak át / keresztül / gyorsabban távoznak az emberi szervezetből* // NEM: ~~*gyorsabban mozognak*~~

[13]**bei den Fluorkunststoffen** – *a fluorpolimerek esetében*

[14]**handelt es sich um** – *…-ról van szó / …-t jelent / foglalnak magukba* // ~~*…-ból állnak*~~

[15]**benetzend** – *nedvesíthető* // NEM: ~~*nedvesedő*~~ (pl. fal, pince)

A nedvesíthetőség arra vonatkozik, hogy mennyire terül szét egy folyadék az adott szilárd anyag felületén. A nedvesedés arra vonatkozna, hogy mennyi nedvességet szív magába az anyag.

https://hu.wikipedia.org/wiki/Fel%C3%BCleti_fesz%C3%BClts%C3%A9g

http://doktori.uni-sopron.hu/id/eprint/633/

(*Fafelületek attribútumainak elemzése a nedvesíthetőség vonatkozásában, különböző fafajokon*)

[16]**sieht vor** – *előirányozza / előre vetíti / célozza meg* (Molnár Alexandra) // NEM: ~~*előírja*~~

[17]**würde zurückgeworfen** – *viszavetné* (Sipos Zita, Kenderesy Karina, Molnár Alexandra) // NEM: ~~*visszaesne*~~

[18]**chemische Beständigkeit** – *vegyszerállóság* (jó: Nyíri Réka Fanni, Kenderesy Karina Anna, Molnár Alexandra Judit)

[19]**frei von jeglichen Verunreinigungen** – *minden féle / fajta szennyeződéstől mentes*

[20]**Polymerverarbeitungshilfsmittel** – szép: *polimertechnológiai segédanyagok* (Sipos Zita)

[21]**durch Verwitterung und physikalische Belastung** – *az időjárás és a fizikai igénybevétel hatására* (Nyíri Réka) */ fizikai terhelés* (Kenderesy Karina) */ mechanikai hatásokra* (Molnár Alexandra) // NEM: ~~*fizikai stressz*~~

[22]**in Mikroplastik zerfallen** – *mikroműanyaggá eshetnek szét* (Kenderesy Karina) // nem igazán: ~~*bomlanak,*~~ mert csak fizikai és nem kémiai változás történik!

A második fordulóra beküldött fordításukért dicséret illeti az alábbi tanulókat:

	NÉV	Oszt.	ISKOLA	ÖSSZ. (max.100)
1.	**Molnár Alexandra Judit**	12.B	Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szki.	**92,5**
2.	**Kenderesy Karina Anna**	10.B	Városmajori Gimnázium	**80,5**
2.	**Nyíri Réka Fanni**	10.B	Városmajori Gimnázium	**80,5**
3.	**Horvát Flóra**	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	**68,5**
4.	**Nyaka Dóra**	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	**64,5**
5.	**Sipos Zita**	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	**56**

A két fordulóban elért összesített eredményéért jutalomban részesül **Molnár Alexandra Judit** és **Nyíri Réka Fanni**.

Gratulálok a díjazottaknak!

****

Aki szeretné az itt tárgyalt problémákat angolul, film formájában megnézni, annak ajánlom az alábbi, vadonatúj videót!

How One Company Secretly Poisoned the Planet
Veritasium (17.9M subscribers) / Megjelent: 2025.05.14.

https://www.youtube.com/watch?v=SC2eSujzrUY

Az igényes és érdekfeszítő összeállítás történeti sorrendben mutatja be az „örök vegyi anyagok” ill. a fluorpolimerek problematikáit 1929-től kezdődően. A felfedezés körülményei és kapcsolódása a Manhattan-tervhez, majd a Teflon nagyüzemi gyártása során felmerült dilemmák valódi dokumentumok, riportok és kémiai animációk felhasználásával kerülnek elmagyarázásra. A hallás utáni szövegértés fejlesztésére is kiváló lehetőséget kínál!

Kémia angolul

Szerkesztő: Barabás Gergő

A 2025/1. számban megjelent szakszövegek helyes fordítása:

A(z) MAD útmutatója az ételek füstöléséhez

Az elmúlt évtizedben az élelmiszerek/ételek füstölése újjáéledt/újra népszerű lett a konyhákban világszerte. Első pillantásra ezek a technikák egyszerűnek és primitívnek tűnnek (és sok tekintetben azok is), de a rengeteg változó, a részlet és a tudományos felvetés miatt az ételek füstölése/az ételfüstölés témája zavaró lehet. Ezen kihívások leküzdésének/navigálásnak megtanulása új ízek világát nyithatja meg.

[…] A konfitálás évszázadokon át a kacsa, a sertés és más állatok húsa tartósításának a népszerű módja volt ezen a vidéken, de valamiért (még) senkinek sem jutott eszébe a lazac konfitálása. […] Skandinávia nyirkos és hideg vidékén a füstölés – a hő növelésével és a páratartalom csökkentésével – lehetővé tette az ételek gyorsabb kiszáradását. Ez a technika önmagában nem volt elegendő a romlás megelőzésére, de sózással együtt egész télen meg tudta védeni az ételeket.

A só és a füst közötti kölcsönös függés egyértelművé válik a különböző skandináv étkezési hagyományok felfedezésekor. Norvégia és Svédország egyes részein, ahol nem állt rendelkezésre só, a vízelvonást és a mikrobaszaporodást nem lehetett kellőképpen csökkenteni, ezért a halat füstölés helyett laktofermentálták – ez a mikrobiális átalakulási folyamat, amely számtalan más termék mellett kimchit és savanyú káposztát is előállít. Erről a vidékről/területről származott a szúrós/átható szagú *surströmming*, a *rakfisk* és az *ősi gravlax*. Ahol azonban rendelkezésre állt só, (ott) a füstölt termékeket részesítették előnyben.

Számtalan generáció óta/generáción keresztül az emberek és őseik közel 1500 különböző növényfajt égettek el kifejezetten az általuk termelt füst miatt. Sokukat – például a dohányt és a kannabiszt – használnak gyógyászati vagy rekreációs/élvezeti célokra. Mások füstjei hallucinogén anyagokat tartalmaznak, és vallási rituálékban/rituálék

alatt/során használják. Ezek a növényi eredetű füst legrégebbi ismert felhasználási módjai. Más növényeket azonban évszázadok óta/régóta elégettek, hogy megpróbálják elűzni a bosszantó kártevőket és a gonosz szellemeket, és/valamint, hogy megóvják az ételeket a bosszantó/károsító mikrobáktól.

A tűz évezredek során lehetővé tette számunkra, hogy új ételeket fedezzünk fel és bővítsük étrendünket, így alapvető szerepet játszott saját evolúciónkban és fejlődésünkben. Ez egy másik ok, amiért annyira szeretjük a füstölt ételeket: a nem tudatos/tudat alatti, de nagyon erős vonzódás a rendelkezésre álló tápanyagok illata iránt.

Manapság a szakácsok szerte a világon a füst segítségével új dimenziót adnak a főzés(ük)hez, ami egy izgalmas fejlemény. Az étel jó/megfelelő füstölése azonban sokkal többről szól, mint egy kis fadarab égéséről/egy kis fadarabot csak égni hagyni. Ahhoz, hogy a legtöbbet kihozzuk ebből a technikából a konyhában, többet kell tudnunk a füstről és annak működéséről/ jobban meg kell értenünk a füstöt és annak működését.

AZ ALAPOK

A füst nem egy egyszerű gáz. Három halmazállapot keveréke: szilárd, folyékony és gáznemű részecskék aeroszolja. Ezek a gáz-halmazállapotú részecskék – elpárolgott állapotban lévő vegyszerek – a füst teljes térfogatának csak 10%-át teszik ki, de a munka több mint 90%-át végzik. Ezek a molekulák befolyásolják a színt, az ízt, az állagot és a tartósságot, ezért fontos megismerni őket. Ehhez meg kell érteni a tüzelőanyag elégetésének természetét, a szükséges égési feltételeket és ezeknek a változóknak a(z) irányított/kontrollált szabályozását.

A fa a leggyakrabban használt füstölő/füsttermelő növény, amellyel megvédik az ételeket a romlástól. Hasznosságát elsősorban a szerkezetének köszönheti. A fa három fő anyagból áll. Egy fasejtben cellulózból (40-50%) és hemicellulózból (15-25%) álló, ligninnel (15-30%) impregnált mikrofibrillákat találunk. Az első két anyag nagyon hasonló: a cellulóz egy hosszú, lineáris glükózlánc, míg a hemicellulóz különféle cukrok – nem csak glükóz – rövidebb, elágazó lánca. A lignin ezzel szemben az egyik legösszetettebb természetes anyag, a füstölés szempontjából a fő tulajdonsága a fenolmolekulák bonyolult hálózata.

A tűz képes felszabadítani az e három anyagban rekedt illatos és terápiás vegyi anyagokat. Ezt a felszabadítási folyamatot pirolízisnek nevezik – a szerves anyagok termokémiai lebontása magas hőmérsékleten.

A cellulóz és a hemicellulóz lebontása Maillard-reakciót vált ki, amely a sárgától a sötétbarnáig terjedő színt hoz létre. Kisebb, illékony molekulák is keletkeznek, amelyek édes, kenyér-szerű, diós és virágos jegyeket adnak a terméknek. Ez a lebomlás olyan savakat is felszabadít, amelyek csökkentik az élelmiszer felületének pH-értékét és lassítja a baktériumok növekedését.

A lignin lebontása további tulajdonságokhoz járul hozzá. A ligninben lévő fenolok olyan antioxidánsok, amelyek késleltetik a zsírok avasodását – nagyon hasznosak a hús, a zsíros hal és más zsíros anyagok feldolgozásakor. A lignin pirolízise során alapvető ízvegyületek – karbonilok és fenolok – is keletkeznek, amelyek a termék felületéhez tapadnak és belediffundálnak, szegfűszegeS, tőzegeS, vaníliáS és fűszeres jegyeket hozva létre.

Ezeknek a kívánt füstölési hatásoknak elérése elsősorban a fa izzási hőmérsékletétől függ, amely közvetlenül összefügg az izzási/parázslási sebességgel/mértékkel. Az izzás mértékét – és ezzel a hőmérsékletet – elsősorban a légárammal tudjuk szabályozni. Ha az égés során lángok keletkeznek, a hőmérséklet túl magas, és a légáramlást csökkenteni kell. És ha az égő anyag nem izzik, növelni kell a légáramlást. Az izzási hőmérsékletet befolyásoló további fontos tényezők közé tartozik a páratartalom, a fa típusa, valamint a faforgács mérete és alakja.

Egy jó (étel)füstölőnek kulcsfontosságú tudása a pirolízis szabályozásának ismerete ezeken a változókon keresztül. Úgy tűnik, hogy a 400 °C/A 400°C tűnik a legjobb parázslási/izzási hőmérséklet/nek a cellulózból és hemicellulózból származó édes és savas molekulák, valamint a ligninből származó erősebb fenolok közötti egyensúly megteremtésére. Magasabb hőmérsékleten ezek az ízmolekulák egyszerűbb, keserű/fanyar és végül íztelen vegyületekké bomlanak le. Alacsonyabb hőmérsékleten, különösen 200 °C alatt a cellulóz és a hemicellulóz ecetsavra, hangyasavra és egyéb savakra bomlik. Ezek a savak fontos szerepet játszanak a tartósításban, de nagy mennyiségben fanyar/keserű ízt adnak a terméknek.

The aroma of cocoa

The two most important intermediate products from the seeds of the cocoa plant (*Theobroma cacao L.*), the cocoa bean, are cocoa butter and cocoa mass, from which cocoa powder and chocolate are made/which are used to produce cocoa powder and chocolate. Although the cocoa bean has significant physiological effects, the products made from it are consumed primarily for their enjoyment value. This means that the scent and aroma compounds of cocoa powder play an important/key role in the quality of these luxury foods. Cocoa powders with different fat contents are commercially available: those with higher fat content usually contain 20–22% (cocoa butter), while those with lower fat content contain 10–12%. The smell/scent of products with a higher cocoa butter content is noticeably more intense and aromatic, even for laic people/consumers. After the fermentation, the drying and the roasting of cocoa beans cocoa powder is produced by fine grinding, after/following/followed by crushing and peeling. Once the appropriate grain size has been reached, it is cooled, sieved and then packaged. The quantity and quality of the aroma substances present in cocoa beans are essentially/mainly/basically influenced by two things: the type of cocoa tree and the individual/certain steps of the processing process - in particular/particularly the fermentation time and roasting. During the processes aroma precursors (free amino acids, short-chain peptides, reducing sugars) are produced/formed first, and then the aroma components themselves during roasting. The characteristic cocoa aroma develops in/during the Maillard reaction mentioned above/during the aforementioned Maillard reaction.

When examining cocoa powders, we tried two methods for extracting aroma substances: solid-phase microextraction and steam distillation. Our samples were fatty and reduced-fat-content cocoa powder from various manufacturers. With/For both types of cocoa powder, we were able to extract more aroma components through the distillation process and the intensity of the components proved to be more meaningful. Each cocoa powder had a fragrant appearance/seemed to have a fragrant appearance/seemed fragrant, the number of identified aroma compounds was over 100 in each case. Fatty acids were the most prevalent in all cocoa powders/appeared with the highest/greatest intensity, with the practically odorless palmitic acid dominating. Some of the

fatty acids are originally contained in cocoa but are also formed during roasting. Despite their high intensity, these compounds - especially those with long carbon chains - have little scent, rather they are of mild, waxy, greasy-oily character. Characteristic components included heterocyclic (nitrogen and oxygen-containing) compounds that are formed during heat treatment, as a result of the Maillard reaction and various ring-closing reactions. Their presence in cocoa powder therefore only indicates that it is a heat-treated product/the product has undergone heat treatment that/,which contains amino acids and reducing sugars. These volatile compounds give no indication of the plant raw material from which the product was made. Within the heteroaromatic compounds mentioned (earlier/above), the number and area ratio of the various pyrazines were most significant; their aroma (characteristics) is mostly reminiscent of walnuts, hazelnuts, roasted oil seeds. With the distillation method used, a larger number of pyrazine compounds can be extracted from the samples compared to solid-phase microextraction - this observation is also supported by literature data. The striking aroma richness of the fattier cocoa powder compared to that of the lower-fat cocoa powders is partly due to the more volatile members of this group of compounds with lower molecular mass: as these pyrazine compounds appeared in greater numbers and (with greater) intensity in the chromatogram, together with various hydrocarbons and aldehydes in greater number and intensity. Due to their relatively high volatility, these aroma components are partially or completely removed from the product while the fat content is being reduced - when different amounts of cocoa butter are extracted/removed from cocoa mass by pressing, depending on the desired fat content of the cocoa powder - this may be the reason for the weaker smell/scent of low-fat cocoa powder(s). Terpene compounds are widespread in the plant world: they often play a characteristic role in fruits and spices. Although these components were not dominant in cocoa powders, they probably play an important role in the creation of the pleasant aroma: woody, plant-like α- and β-pinene; spicy β-myrcene; Citrusy δ-3-carene and DL-limonene, floral linalool and many other terpene compounds, mainly monoterpenes with floral-fruity characteristics appeared. Esters also contribute to the rich aroma of fatty cocoa powder: as we identified a significant proportion of these compounds, those with higher molecular mass, less volatile fatty, with a slightly

floral scent and the ones with smaller mass with a fruity, winey, sweet scent. The differences in the aromatic composition of cocoa powders with different fat contents therefore suggests that, in parallel with the removal of cocoa butter, many aroma components are also lost. As a result, the smell/scent of reduced-fat cocoa powder is significantly weaker, and its caramel-nutty-roasted character is milder.

A 2025/2. számban megjelent szakszövegek helyes fordítása:

Milyen a tavasz illata?/Mi (is) a tavasz illata?

Lehet, hogy rossz az elképzeléseid!

A tavasz férgek szagától bűzlik/férgektől bűzlik. Vagy inkább a maradványaiktól. És korhadt száraktól, levelektől, rovarrészektől és egyéb bomló szerves anyagoktól. Ez az egész borzasztóan romantikus, nem/ugye/nem igaz?

Amit tavaszszagnak nevezünk/a tavasz illatának nevezünk, az mindaz, ami a különböző felületekről elpárolgó (ki)olvadó vízből eléri a szaglóreceptorainkat. Vidéki területeken/Vidéken és külvárosokban ez főként az olvadó/felmelegedő föld illata teljes szerves pompájában/annak minden/teljes szerves pompájában.

Olvadó víz

A szerves anyagok bomlása a kémiai elemek átalakulása összetett szerves vegyületekből egyszerű ásványi anyagokká. Ezt a folyamatot mineralizációnak nevezik. A nappali hőmérséklet emelkedésével a hó alatt megfagyott lehullott levelek, az egyéves/egynyári növények, az elhullott rovarok és a férgek mineralizációja felgyorsul. A talajba szerves savak és sóik, valamint bomlástermékekből képződő szerves ásványi komplexek, továbbá/valamint nitrogén-, foszfor- és kénvegyületek kerülnek be. A levegőbe pedig illékony kén- és foszforvegyületek jutnak. Némelyikük meglehetősen szagos is/kellemetlen szagú. Például az aminok - szerves vegyületek, amelyek az ammónia származékai. Például a kadaverin és a putreszcin. Ezek a rothadó fehérje-bomlástermékekben találhatók, és erős rothadó hús szaguk van/rothadó hús szagot árasztanak.

Szerves anyagok bomlása

Ezt az aromakoktélt a geozmin anyag jelentősen felerősíti. Ezt/A geozmint föld felszínén élő cianobaktériumok és aktrinobaktériumok termelik. És a nedves földnek illata is ennek az anyagnak tudható be/a geozminnak tudható be.

Az emberi szaglás rendkívül érzékeny a geozminra. Ezt a szagot öt molekula/billió koncentrációban is meg tudjuk érezni/megérezzük. A harcsa és a ponty egyébként a 2-metil-izoborneollal kombinált geozmin miatt olyan sáros/sárra emlékeztető szagú. Ezek az anyagok felhalmozódnak a zsír- és izomszövetekben. A geozmin savas közegben lebomlik, ezért édesvízi halak készítésekor gyakran használunk ecetet és citromot.

A városban a "tavasz illata" megjelenésének fő oka a nappali hőmérséklet-emelkedés és a harmatos nedvesség elpárolgása. De a romantikus tavasz kémiai vegyületét itt jelentősen kiegészítik az útfelületek, az építőanyagok és a por mikroszkopikus részecskéi. Főleg/Főként nedves betonból származó, légköri nedvességgel átitatott karbonátok és kalcium-szilikátok, valamint gyári csövekből és autók kipufogógázaiból származó koromszemcsék (amorf szén, a tökéletlen égés egyik terméke).

Hóvirágok

A tavasz másik jellegzetes illata a fák /tél utáni újjászületéséből fakad a tél után. Törzsükben és kéregükben a fanedv elolvad/megolvad. Ennek (a) kémiai összetétele a különböző fák esetében eltérő. A tanninok például egyes fák kérgében találhatók. A fenolvegyületek ezen csoportja nagyszámú -OH csoportot tartalmaz. A tannin kellemetlen/csípős szagú, az élelmiszeriparban az italok fanyar ízét biztosítják/érik el vele. A tannint bőr és szőrme cserzésére is használják.

A fák gyakorlatilag a tavaszi aromák egyetlen tisztességes/tiszteletre méltó forrásai. De bármilyen furcsának is tűnik/tűnhet a nedves por és a bomló férgek szaga iránti örömünk/iránt érzett gyönyörünk, ezek (attól) még mindig a tavasz illatai. A tavasz pedig azt jelenti, hogy (most) vége (van) a hideg időnek, és valószínűleg/bizonyára minden rendben lesz.

Ozone depletion/The depletion of the ozone layer

Ozone does not even constitute even one millionth of the gases, but it plays an extremely important role in protecting life, primarily (in/)by filtering the most dangerous wavelengths of ultraviolet radiation (UV-C and UV-B) from the Sun that affect living organisms. Today, we are facing two problems at the same time: the depletion of/decrease in stratospheric ozone and the increase in ground-level ozone concentrations in industrialized and traffic-heavy environments. About 90% of the ozone content in the atmosphere is found in the stratosphere, but even in small concentrations the amount of ozone in the troposphere near the ground is dangerous for living organisms (Fodor 2006).

Ozone (O_3) is an unstable molecule consisting of 3 oxygen atoms, it decomposes into an ordinary oxygen molecule (O_2) and a highly reactive single-atom oxygen/single oxygen atom called nascent oxygen. A continuous cycle creates the ozone layer, which ensures/ensuring the constancy of the amount of ozone. In 1929, S. Chapman published the theory of ozone formation and decomposition (*Figure 11.1*) (Uherek 2003).

The ozone content of the atmosphere is given in Dobson Units (DU) – named after the British meteorologist G. M. B. Dobson, who measured the amount of ozone in the stratosphere with a simple spectrometer. 1 dobson is the amount of atmospheric ozone that would form a 0.01 mm thick layer at Earth's surface temperature and pressure. The long-term average value of stratospheric ozone is 300 dobson: it would form a 3 mm thick layer above the Earth's surface. Its average concentration depends on geographical latitude (260-280 dobson above the tropics, 380-400 dobson at (around) 60° latitude), there are also daily and seasonal rhythms - the natural change is on average 25% between the summer and winter extremes, it is influenced by solar flares, particle streams, supernova(e) explosions, and (there are) irregular changes, (too); therefore, it was not easy to decide clearly what could be considered natural variations and what was of anthropogenic origin.

Human activity affects the ozone cycle in both the stratosphere and the troposphere: it reduces the amount of ozone in the upper atmosphere (*"good ozone"*) that absorbs deadly ultraviolet (UV) rays and increases the amount of ground-level ozone (*"bad ozone"*) that is dangerous to

human health, vegetation, and artifacts (Mészáros 2005). Nobel-prize-winner/winning chemists (Paul) Crutzen, F. Sherwood Rowland, and Mario Molina have shown that halogenated hydrocarbons (which also contain a halogen atom - F, Cl, Br, I - in addition to carbon and hydrogen atoms) break down/up ozone molecules when they reach the stratosphere (Kerényi 2003a), so/confirming ozone depletion is a real phenomenon.

Ozone-depleting chemicals are generally various compounds consisting of combinations of chlorine, fluorine, bromine, carbon and hydrogen, known as halogenated hydrocarbons. These compounds, when they reach the stratosphere, decompose under the influence of ultraviolet rays, releasing elements that are dangerous to the ozone layer and accelerating the breakdown of ozone. Due to their harmful environmental impact/effect, CFCs (chlorofluorocarbons: commonly known as freons) and HCFCs (hydrochlorofluorocarbons) are subject to international and national restrictions. As a result of the 1985 Vienna Convention on the limitation and phase-out of emissions of substances that deplete the ozone layer, and the related Montreal Protocol signed in 1987, their use and atmospheric emissions had already decreased significantly in the 1990s and will be eliminated in the early 21st century. However, from a climate change perspective, it is important to note that the greenhouse effect of the "ozone-friendly" soft freons (unsaturated or hydrogenated freons) used to replace them is also significant (International Cooperation 2003).