

# KÉMIA IDEGEN NYELVEN



## Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

*Chemie auf Deutsch* (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

----- 1. -----

### PFAS sollen EU-weit beschränkt werden

Unter die Gruppe der PFAS fallen inzwischen mehr als 4.700 **synthetischer** Chemikalien, die **seit den 1940ern** vielfältig und **in großem Maßstab in industriellen Prozessen und Produkten** zum Einsatz kommen.

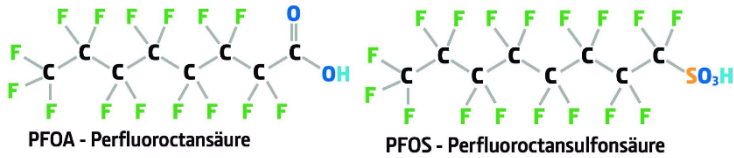
**In Zukunft sollen – mit Ausnahmen – die Herstellung, Verwendung und das Inverkehrbringen aller PFAS beschränkt werden.**

Die verschiedenen PFAS unterscheiden sich in der **Länge ihrer Kohlenstoffketten** und den im Molekül vorhandenen, weiteren Strukturen (**funktionelle Gruppen**), z. B. einer **Carboxygruppe** bei den Perfluoralkylcarbonsäuren (PFCA) oder einer **Sulfonatgruppe** bei den Perfluoralkylsulfonsäuren (PFSA).

Bislang sind **Perfluoroktansäure** (PFOA) und **Perfluoroktansulfonsäure** (PFOS) die **am besten untersuchten Verbindungen**. Diese beiden Verbindungen gehören (zusammen mit anderen verwandten Verbindungen) zur sogenannten „C8-Fluorchemie“.

Bei der Herstellung von **Teflon** wird **Perfluoroktansäure, PFOA**, verwendet, die **schwere gesundheitliche Schäden** verursachen kann. Wegen des früheren Einsatzes von PFOA wurde der **Teflonhersteller DuPont in den USA** zu hohen Schadensersatzsummen verurteilt.

Teflon wurde lange Zeit **bedenkenlos** produziert. **Durch den jahrzehntelangen Einsatz findet sich PFOA praktisch überall auf der Welt.**

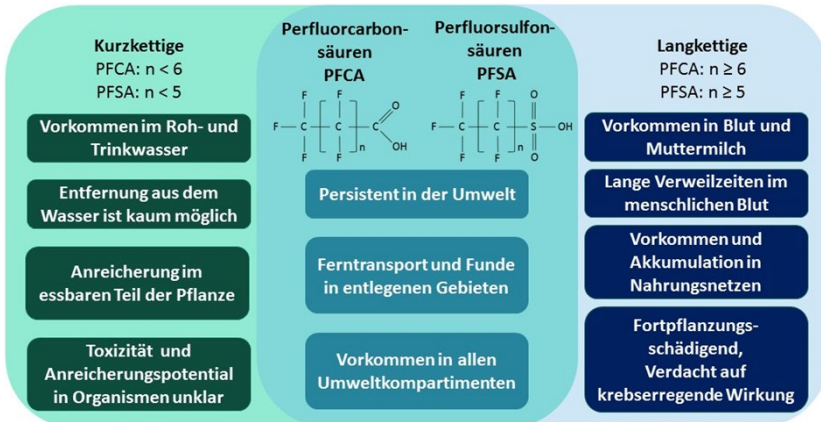


**Abb. 1: Chemische Struktur von PFOA und PFOS**

2.

### Was sind kurzkettige PFAS?

Entsprechend der Länge der fluorierten Kohlenstoffketten unterscheidet man **kurzkettige** und **langkettige** PFAS. **Kurzkettige PFAS** werden **nach der Aufnahme in den menschlichen und Säugetierorganismus schneller ausgeschieden** als diejenigen mit längeren Kohlenstoffketten.



**Abb. 2: Langkettige PFAS haben (sehr) persistente, (sehr) bioakkumulierende sowie toxische Eigenschaften, kurzkettige PFAS sind extrem persistent und mobil.**

3.

Bei den PFCA spricht man bei Verbindungen mit **kürzeren** Kohlenstoffketten **als Perfluoroktansäure (PFOA)** von „kurzkettig“. Zu

den **kurzkettigen PFCA** gehören also Perfluorbutansäure (PFBA), Perfluorpentansäure (PFPeA), Perfluorhexansäure (PFHxA) und Perfluorheptansäure (PFHpA). Bei PFOA, **Perfluorononansäure (PFNA)** und Verbindungen **mit längeren Kohlenstoffketten** spricht man von **langkettigen PFCA**.

Bei den PFSA spricht man bei Verbindungen mit **kürzeren Kohlenstoffketten als Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)** von „kurzkettig“. Zu den **kurzkettigen PFSA** gehört also z.B. Perfluorbutansulfonsäure (PFBS). Somit sind PFHxS und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) langkettige PFSA.

----- 4. -----

Im Menschen **binden** PFAS wie zum Beispiel Perfluoroktansäure (PFOA) **an Proteine** in Blut, Leber und Niere. Besonders kritisch zu bewerten sind die Weitergabe der PFAS von der Mutter zum Kind während der Schwangerschaft und Stillzeit und die **langsame Ausscheidung langkettiger PFAS aus dem menschlichen Körper**.

Im Vergleich zu PFOA und PFOS sind deren **kürzerkettige Derivate weniger gut charakterisiert**. In subchronischen und chronischen Tierstudien zeigten zum Beispiel PFHxA oder PFBS **vergleichbare adverse Effekte** – in Bezug auf die **Hepatotoxizität** und die **Reproduktionstoxizität** – wie PFOA und PFOS, jedoch waren hierfür deutlich **höhere Dosen erforderlich**.

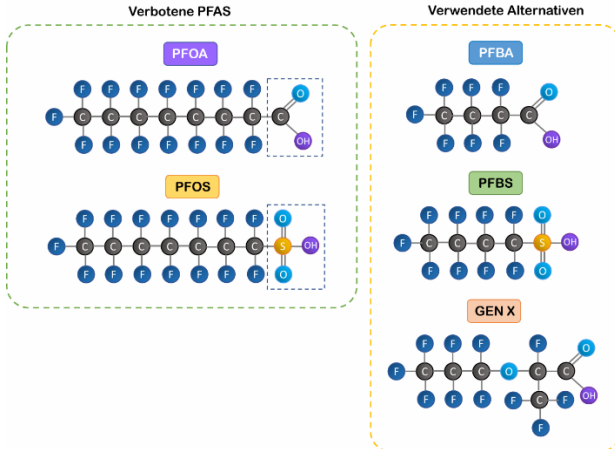
**Wie haben sich die PFAS-Gehalte im Blutserum bzw. -plasma beim Menschen in den vergangenen Jahren entwickelt?**

Die Gehalte der vier **langkettigen PFAS** (PFOA, PFNA, PFOS und PFHxS) im Blutserum bzw. -plasma waren in Deutschland **um das Jahr 1990 am höchsten**. Seitdem sind die Blutserumkonzentrationen dieser vier Verbindungen in der Bevölkerung in Deutschland **deutlich zurückgegangen**. Heute liegen die Werte für **PFOS bei etwa 10%** und für PFOA, PFNA und PFHxS jeweils bei etwa 30% im Vergleich zu den damaligen Gehalten.

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

Die Verwendung von **PFOS** ist bereits **seit 2006** und die von **PFOA** **seit Juli 2020** weitgehend **verboten**. Auf **europäischer Ebene** wird derzeit **an Beschränkungen bzw. Verboten zur Herstellung und Verwendung weiterer PFAS gearbeitet**.

Aufgrund der **Beschränkungen** ist die **Industrie gezwungen**, für ihre Anwendungen auf **alternative Verbindungen** auszuweichen. Dies sind unter anderem **kürzerkettige Homologe**, wie zum Beispiel **Perfluorhexansäure (PFHxA)** oder **Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)**, und **Derivate** wie zum Beispiel **GenX** oder **Adona**, bei denen die fluoridierte Kohlenstoffkette **durch Sauerstoffatome unterbrochen** ist.



**Abb. 3: Chemische Strukturen von zwei PFAS und die alternativen kürzerkettigen PFAS, die an ihrer Stelle verwendet werden.**

Verbotene PFAS wurden allmählich durch kürzerkettige PFAS wie **fluorierte Ether** (z. B. GenX) ersetzt, da sie sich **schneller durch den menschlichen Körper bewegen**. Trotz der Behauptungen der Industrie, sie seien ungiftig, haben verschiedene unabhängige Studien ergeben, dass sie **ähnliche physikalische und chemische Eigenschaften** und **ähnliche gesundheitliche Auswirkungen** haben wie die PFAS, die sie ersetzen. Ein **vollständiges Verbot** würde Unternehmen effektiv daran hindern, **längerkettige PFAS** durch eine **geringfügig andere** Chemikalie zu ersetzen, die zu **denselben Gesundheitsproblemen** führt.

6.

**Was sind Fluorpolymere und warum werden sie getrennt von anderen PFAS betrachtet?**

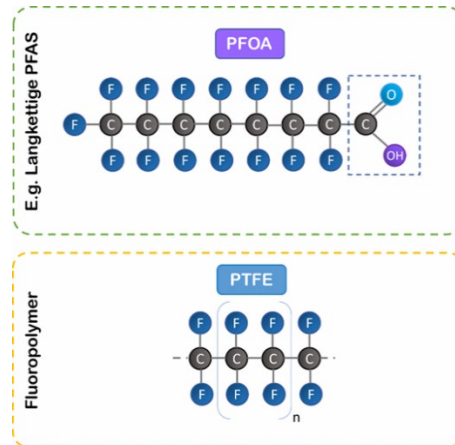
Die Gruppe der Fluorpolymere wird von **Polytetrafluorethylen (PTFE)**, besser bekannt als **Teflon**, dominiert; es macht die  **Hälfte des**

**Marktes** aus und wird auch in Produkten wie Skiwachs, Autoinnenausstattung und Zahnseide verwendet.

In Summe handelt es sich bei den **Fluorkunststoffen nur um 38 Substanzen**, welche zu den über 10.000 PFAS-Verbindungen gehören.

Viele Unternehmen behaupten, dass **Fluorpolymere ein geringes Risiko** für die menschliche Gesundheit und die Umwelt darstellen. Die **große Molekülgröße** und die **einzigartigen Eigenschaften** von Fluorpolymeren **unterscheiden sie von anderen PFAS** (die oft weniger als 14 Kohlenstoffatome haben). Sie werden als nahezu **chemisch inert**, nicht benetzend, nicht klebend, biokompatibel und temperatur-, feuer- und wetterbeständig (Luft, Wasser, Sonnenlicht) beschrieben.

Der aktuelle Entwurf sieht vor, neben den toxischen und leicht flüchtigen Substanzen auch Produkte zu verbieten, die aus dem täglichen Leben und der Industrie nicht mehr wegzudenken sind. **Der aktuelle Stand der chemischen Industrie würde um über 50 Jahre zurückgeworfen.**



**Abb. 4: Chemische Struktur von PFOA und PTFE**

7.

**Welche Auswirkungen hätte ein Verbot?**

Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung dieser Polymere für **Leitungen und Tanks in der Chemieindustrie**, die ohne Fluorkunststoffe nicht in

der Lage wären, die hohen Anforderungen an **Korrosionsbeständigkeit** und **chemische Beständigkeit** zu erfüllen.

Auch aus der **Medizintechnik** sind diese Kunststoffe nicht mehr wegzudenken. Anwendungsbereiche sind beispielsweise die Herstellung von **Schläuchen, Kathetern** oder auch **Implantaten**.

Darüber hinaus sind Fluorkunststoffe aufgrund ihrer hohen Reinheit auch unverzichtbar für die **Halbleiter-Industrie**. Für die Herstellung von Chips sind **sehr saubere Umstände** notwendig, welche **frei von jeglichen Verunreinigungen** sind.

Es ist auch zu beachten, dass es derzeit keine geeigneten Alternativen für alle Anwendungen gibt, bei denen Fluorkunststoffe eingesetzt werden.

----- 8. -----

**Dies ist jedoch ein sehr umstrittenes Thema.** Bei der **Beurteilung der Toxizität** eines Stoffes kann man jedoch **nicht nur das Endprodukt** betrachten, sondern muss auch die **Produktion** und die **Entsorgung** berücksichtigen.

**Niedermolekulare PFAS** werden seit Jahrzehnten als **Polymerverarbeitungshilfsmittel** zur **Herstellung** vieler Fluorpolymere verwendet. In der **Vergangenheit** wurden in diesen Prozessen vor allem **langkettige PFAS wie PFOA und PFNA** verwendet, was zu einer hohen **Exposition der Produktionsarbeiter** und der Umwelt führte. Dies ist die **Hauptursache** für PFOA und PFNA, die **heute weltweit in der Umwelt** gefunden werden.

Die **Entsorgung** von Fluorpolymeren auf **Mülldeponien** birgt weitere Risiken, da Fluorpolymerpartikel durch Verwitterung und physikalische Belastung in **Mikroplastik** zerfallen.

Darüber hinaus beginnt sich **PTFE** bei Temperaturen von **mehr als 450 °C** zu **zersetzen**, wobei gefährliche Stoffe wie **Flusssäure freigesetzt** werden. Derzeit ist jedoch wenig darüber bekannt, ob herkömmliche **Verbrennungsanlagen** für feste Siedlungsabfälle Fluorpolymere zerstören können, ohne **schädliche PFAS-Stoffe** freizusetzen.

**Forrás:**

<https://www.umweltbundesamt.de/besorgniserregende-eigenschaften-von-pfas?parent=74770>

<https://wasserdreinull.de/blog/chemikalien-fuer-die-ewigkeit-pfas-teil-2/>

<https://www.frank-gmbh.de/de/aktuelles/meldungen/pfas-verbot.php>

<https://www.eura-ag.com/blog/pfas-verbot-uebt-innovationsdruck>

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/360/publikationen/pfas\\_lebensmittelkette.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/360/publikationen/pfas_lebensmittelkette.pdf)

<https://www.bfr.bund.de/cm/343/fragen-und-antworten-zu-per-und-polyfluorierten-alkylsubstanzen-pfas.pdf>

**Formai követelmények:**

- betűméret: 14 pt
- **sorköz: 1,5**
- 8 külön oldalon a szövegben megjelölt 8 szakasz, benne:
  - ✓ **ábrakon/rajzokon szereplő összes szöveg fordítása**
  - ✓ **ábrák/képek alatti feliratok fordítása**
- ☒ A képeket ne másoljátok be a fordításba!
- **Minden lap tetején** szerepeljen a **beküldő neve, osztálya, valamint iskolájának neve**

**A nevezők számára sablont küldünk a fordításhoz!**

***Beküldési (beérkezési) határidő: 2025. márciusban a 2025/2. szám feladataival.***

A megoldásokat a **<http://kokel.mke.org.hu>** honlapon át küldhetitek be.

# Kémia angolul

*Szerkesztő: Barabás Gergő*

## Kedves Diákok!

A Kémia angol nyelven verseny következő fordulójában az eddigiekhez hasonlóan egy angol nyelvű szöveget magyarra, egy magyar szöveget pedig angolra fordítottunk le – ugyancsak egy program használatával. A témákat még a téli hangulat, a karácsony és az újév köré próbáltam keresni: télen szokták a húst füstölteni tartósítás céljából – ennek egy áttekintéséről olvashattok angolul, majd pedig magyarul.

A másik szöveg egy sokak által kedvelt téli ital, a kakaó aromája mögötti kémiába nyújt egy rövid betekintést. Javaslom a teljes cikket elolvasni, mert nagyon érdekes dolgokat tudhatunk meg kedvenc italainak (a kakaó mellett a kávé és a tea) aromáinak kémiájáról.

A szövegekben a program továbbra is a már megszokott, vagy talán új hibákat véti – ezeket keressétek meg és javítsátok ki!

Maximálisan továbbra is **100 pontot** lehet kapni. Ha valaki nem tudja befejezni a szövegek lektorálását, dolgozatát akkor is küldje be, hiszen a rész pontok is beleszámítanak a pontversenybe.

A pontverseny első három helyezettje jutalomban részesül.

A pontversenyre benevezni és a javításokat beküldeni a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon keresztül lehetséges.

A formai követelményekre és az instrukciókra ügyeljenek: **minden egyes lap bal felső sarkában, a fejlécben szerepeljen a beküldő teljes neve, iskolája és osztálya.** Csak a **névvel ellátott dolgozatok** kerülnek értékelésre! Javításaitokat szaktanároknak is érdemes elküldeni.

**Beküldési határidő: 2025. február 20.**

Jó hibakeresést, jó versenyzést kívánok!



A 2024/4. számban megjelent szakszövegek helyes fordítása:

## **Klór a medencékben: Hogyan teszi biztonságossá a klór a medencéket**

### **Válaszok a klórral és a medencebiztonsággal kapcsolatos gyakori kérdésekre**

A legtöbb ember valószínűleg nem szeretne/akarna egy óriási, kórokozókkal teli Petri-csészében úszni. De a modern kémia nélkül ilyen lehetne a medencékben való/történő úzás. Még egy gyors úzás is a nem fertőtlenített/fertőtlenítetlen vízben olyan betegségeknek teheti ki az embert, mint a hasmenés, az úszófül/külsőfül-gyulladás és a különböző típusú bőrfertőzések, köztük a láb gomba. A modern klóros medencék biztonságos és egészséges úzásélményt biztosítanak.

A kémia segít a kórokozók elleni küzdelemben a klórozott medencevíz fertőtlenítésével, hogy az úszók ne legyenek kitéve a betegségeket okozó káros mikrobák hatásának. / A kémia segít a kórokozók elleni küzdelemben, hogy a klórozott medencevíz fertőtleníve maradjon, így az úszók nincsenek kitéve a betegségeket okozó káros mikrobák hatásának/mikrobaszintnek. Honnan tudjuk, hogy a medencefertőtlenítő vegyszerek biztonságosan használhatók?

### **A klórozott úszómedencék kémiája – Mit csinál a klór a medencében?**

A klórnak számos előnye van, ha medencékbe, pezsgőfürdőkbe és gyógyvizetekhez adják. Fertőtlenítőszerként működik, elpusztítja a baktériumokat, vírusokat és egyéb/más káros mikroorganizmusokat, ami segít megelőzni a betegségek terjedését.

A klór segít megőrizni a víz tisztaságát azzal, hogy megakadályozza az algák növekedését, / A klór segít tisztán tartani a vizet az algák növekedésének megakadályozásával, valamint segít lebontani a szennyeződések, koszt/maradványokat és egyéb anyagokat a vízben, így a medence biztonságosan élvezhető. Bár biztonságos az úzás, / Bár benne biztonságos az úzás, kerülje a medencevíz lenyelését vagy fogyasztását. / a medencevíz lenyelése és fogyasztása kerülendő.

[...]

**Miért tesznek klórt az úszómedencékbe?**

A kórokozók elpusztításához klórt adnak a vízhez. Amikor a klór egy medencében van, egy hipoklórossav nevű, gyenge savat képez, amely elpusztítja a baktériumokat, például a szalmonellát és az E. colit, valamint a hasmenést és az úszófület/külsőfülgyulladást okozó vírusos kórokozókat/valamint a hasmenés és az úszófül vírusokat okozó kórokozókat. A medencékben lévő klór szagtalan és egészséges úszási feltételeket eredményez.

### **Hogyan készül a klór és honnan származik?**

A medencékben lévő klór a/egy természetben előforduló kémiai elem és az anyagok egyik alapvető építőköve. A klórt közönséges sóból állítják elő úgy, hogy elektromos áramot vezetnek át (telített) sóoldaton (vízben oldott konyhasó) egy elektrolízisnek nevezett folyamat során. / Ezt a folyamatot elektrolízisnek nevezik.

### **Hogyan történik a medence vízének klórozása?**

A medencékhez való klór különféle formákban és koncentrációkban kapható, mindegyik a medence méretére és típusára optimalizálva. A medencéket különféle klór alapú vegyületekkel fertőtlenítik, beleértve a klórgázt, a nátrium-hipokloritot (folyékony fehérítőt/hipó), a kalcium-hipokloritot, a lítium-hipokloritot és a klórozott izocianurátokat. Ha ezek a vegyületek vízzel érintkeznek/Ha bármelyik fenti vegyület vízzel érintkezik, hipoklórossav (HOCl) szabadul fel belőlük, amely az aktív fertőtlenítőszer.

### **Sósvizes vs./kontra klóros medencék: miben különböznek a sósvizes medencék a klórozott medencéktől?**

Mindkét típusú medence valójában klórt használ. A sósvizes medencék olyan klórmedencék, amelyekben a klórt a helyszínen állítják elő nátrium-kloridból. Más típusú klóros medencék klórt használnak a víz fertőtlenítésére klórtablettákkal vagy -rudacsakkal. / a víz fertőtlenítésére klórtablettákat vagy -rudacsákat használnak.

### **Miért van néha vegyszer- vagy klórszaga a medencéknek?**

A megfelelően/jól kezelt medencéknek nincs vegyszerszaga. A medence vizét gyakran klórszagúként írják le, de a/egy jól kezelt/karbantartott medencének nem szabad, hoggy szaga legyen. A medencevíz szaga nem magából a klórból származik, hanem a klóraminoknak nevezett kémiai vegyületekből, amelyek felhalmozódnak a medencevízben, ha nem megfelelően kezelik, és „medenceszagot/uszodaszagot” keltenek.

A klóraminok két összetevő egyesüléséből származnak: (1) az úszómedencék fertőtlenítésére hozzáadott klóros fertőtlenítőszeres és (2) az úszók testéből/testéről a medencékbe kerülő izzadság, olajok és vizelet. A klóraminok a medencékben használt klórral eltávolíthatók. A „sokk kezelés” vagy „szuperklórozás” az a gyakorlat, amely során extra klórt adnak a medencékhez az ammóniával és klórral egyesülve klóraminokat képző szerves vegyületek elroncsolására.

### **A klór irritálja az úszók szemét?**

Az úszók amiatt aggódhatnak/ esetleg attól tarthatnak, hogy „túl sok klór van a medencében”, ha úszás után a szemük kipirosodott vagy irritált. Ha azonban a medence vize irritáló, az általában annak a jele, hogy nincs elég klór az úszómedence vizében! A klóraminok az irritáció valódi okai./Az irritáció valódi okai a klóraminok.

A/Egy medence, pezsgőfürdő vagy gyógyfürdő biztonságának megőrzése érdekében a vizet naponta ellenőrizni kell, különösen, ha sokat használgják (őket). A medencékben lévő klór minimálisra csökkenti/minimalizálja a szem vörösségét és irritációját. Tudjon meg többet az egészséges medencék karbantartásáról az alábbi videóban.

### **A medencevíz lenyelése megbetegíthet?/Megbetegíthet-e a medencevíz lenyelése?**

Kis mennyiségű medencevíz véletlen lenyelése rendben van, de kerülni kell a medencevíz túlzott ivását/fogyasztását/ de a medencevíz túlzott fogyasztása kerülendő. A medencevíz lenyelése vagy az orrba jutása baktériumoknak és vírusoknak teheti ki, például E. colinak, norovírusnak, és még olyan parazitáknak is, mint a Giardia, a Cryptosporidium és a Shigella.

Ha túl sok erősen klórozott vizet fogyasztunk, az számos egészségügyi szövődményhez is vezethet, mint például gyomorgörcs, égő érzés a szájban, duzzadt vagy fájdalmas torok, hányinger, hányás és hasmenés.

### **Hogyan pusztítja el a klór a tetveket?**

A CDC jelentése szerint a tetvek képesek túlélni a klórozott vízben történő úszást, így az nem pusztítja el őket. Nem valószínű, hogy a fejtetvek az úszómedence használatával terjednének, mivel a fejtetvek hajlamosak erősen megkapaszkodni az emberi hajban, vízbe merüléskor is, megakadályozva a terjedést. A fejtetvek azonban elterjedhetnek strand-

törölközők vagy más, olyan közös tárgyak használatával, amelyek érintkezésbe kerültek a fertőzött személy hajával, mint például fésűk, kefék, sapkák és hajgumik.

### **They (have) invented ice cream that doesn't melt**

Adam Dippold

After melted ice cream can finally come/finally comes warm ice cream: Cameron Wicks, a food engineer at/of the University of Wisconsin, has figured out how to prevent ice cream from melting. Wicks added polyphenols to the ice cream, which in addition to preserving the texture/consistency of the scoop are also healthy – among other things, these substances are (also) attributed to/responsible for the positive physiological effects/benefits of tea.

Polyphenols do not prevent the melting of ice cream but (rather) form/create a net(work) between the fat and protein particles/molecules it contains, which helps to maintain the shape of the scoop. This also means that the ice (found) in the ice cream still melts - and although the ice cream does not flow, it heats/warms up.

Wicks achieved the best results when he added a significant amount of polyphenol to the ice cream: in this case, the scoop of ice cream left at room temperature retained its shape for four hours, but with/even in the case of smaller amounts, melting could be delayed.

### **It's not in ice cream parlo(u)rs/shops yet**

It is just the/The exact amount that still needs to be experimented with/tested: the goal would be to make the ice cream resist melting longer, but also to keep the/its flavor unchanged. Most ice creams already contain stabilizers/texture enhancers, but according to Wicks, polyphenols could be a healthier alternative, especially if they come from natural sources like green tea or blueberries.

Two labs at the university also participated in/contributed to the research: Brad Bolling, as an/the expert in polyphenols, helped develop the non-melting ice cream, and Richard Hartel, as an ice cream expert (who is also an expert in frozen foods and co-author of the (monumental) book about/related to the ice cream industry called Ice Cream). Wicks says/According to Wicks, the improved/perfected ice cream could work especially well/could make a great service in places where

it's harder to get (to) a refrigerator, but he is not certain that it will be a success/will succeed everywhere because, as he noted, people are already used/accustomed to the ice cream melting.

Az újonnan kitűzött szövegek:

## The MAD Guide to Smoking Foods

Over the past decade, smoking foods has experienced a resurgence in kitchens around the globe. At first blush, these techniques seem simple and primitive (and in many respects, they are), but a plethora of variables, details, and scientific concerns come together to make the matter of smoking foods a potentially confusing one. Learning to navigate these challenges can unlock a world of new flavors.

[...] For centuries, confit had been a popular method for preserving the meat of ducks, pork, and other animals in this region, yet for some reason, no one ever thought to confit salmon. [...] In the humid and cold land of Scandinavia, smoking — by increasing heat and lowering humidity — enabled food to dry up more quickly. This technique alone was not enough to avoid spoilage, but employed in conjunction with salting, it could keep food throughout the winter.

This interdependence between salt and smoke becomes evident while exploring different Scandinavian food traditions. In some parts of Norway and Sweden, where salt was not available, the water activity and microbial growth could not be reduced enough, and so fish was lacto-fermented — the transformative microbial process that makes kimchi and sauerkraut, among myriad other products — instead of smoked. Pungent *surstromming*, *rakfisk* and the more ancient *gravlax* emerged from this landscape. Where salt was available, however, smoked products were preferred.

For countless generations, humans and their ancestors have burned close to 1500 different species of plants specifically for the smoke they produce. Many — like tobacco and cannabis — are used for medicinal or pleasurable purposes. Others carry hallucinatory substances in their smoke and are used during religious rituals. These are among the oldest known uses for plant-derived smoke. But other plants have been burnt

for ages in an attempt to drive away annoying pests and evil spirits, as well as to preserve foods from annoying microbes.

Over millennia, fire has enabled us to explore new foods and expand our diets and has therefore played a fundamental role in our own evolution and development. That's another reason for our deep enjoyment of smoked food: the unconscious but very powerful love for the smell of available nutrients.

Nowadays, chefs all over the world are using smoke to add a new dimension to their cooking, which is an exciting development. But smoking food well is about a lot more than just letting a bit of wood burn. To get the most out of this technique in the kitchen, we need to understand more about smoke and how it works.

## **THE BASICS**

Smoke is not a simple gas. It is a mixture of three states of matter: an aerosol of solid, liquid, and gaseous particles. These gaseous particles — chemicals in a vaporized state — only account for 10% of the total volume of smoke but do more than 90% of the work. These molecules influence color, flavor, texture, and preservation, so one should familiarize themselves with them. In order to do that, one needs to understand the nature of burning fuel, the necessary conditions of combustion, and how to achieve a controlled regulation of these variables.

Wood has been the smoke-producing plant most used to protect food from spoilage. Its usefulness is mainly due to its structure. A tree is composed of three primary materials. In a wood cell, we find micro-fibrils of cellulose (40 to 50%) and hemicellulose (15 to 25%) impregnated with lignin (15 to 30%). The first two materials are very similar: cellulose is a long linear chain of glucose, while hemicellulose is a shorter, branched chain of various kinds of sugars, not just glucose. Lignin, on the other hand, is one of the most complex natural substances, and its main characteristic for smoking is its intricate network of phenolic molecules.

Fire possesses the ability to liberate many of the fragrant and therapeutic chemicals that are locked up in these three substances. This process of release is called pyrolysis – the thermochemical decomposition of organic matter brought about by high temperature.

Breaking down cellulose and hemicellulose creates a Maillard-type reaction that generates a yellow-to-dark-brown color. Smaller, volatile

molecules are also produced, and they give the product its sweet, bread-like, nutty, and flowery notes. This decomposition also unlocks acids that lower the pH of the food surface and slow bacterial growth.

Breaking down lignin contributes other characteristics. The phenols in lignin are a type of antioxidant that retards the rancidification of fats – very useful when dealing with meats, fatty fish, and other fatty substances. Pyrolysis of lignin also creates fundamental flavor compounds – carbonyls and phenols that adhere to the product’s surface and diffuse into it, bringing clove, peat, vanilla, and spicy notes.

Capturing these desired smoking effects depends mainly on the smoldering temperature of the wood, which is in direct relation to the smoldering rate. We can control smoldering rate – and therefore temperature – mainly through airflow. When your combustion is producing flames, the temperature is too high and the airflow should be decreased. And if your burning material is not glowing, you need to increase the airflow. Other important factors that affect smoldering temperature include moisture, the type of wood, and the size and shape of wood shavings.

Knowing how to control pyrolysis through these variables is the key know-how of a good smoker. 400°C seems to be the best smoldering temperature to achieve a balance between the sweet and acidic molecules from cellulose and hemicellulose and the stronger phenols from lignin. At higher temperatures, these flavor molecules are broken down into simpler, harsh, and ultimately flavorless compounds. At lower temperatures, especially under 200°C, cellulose and hemicellulose degrade into acetic, formic, and other acids. These acids play an important role in preservation, but in large amounts, they will make the product taste acrid.

Retrieved from <https://madfeed.co/2015/04/08/the-madfeed-guide-to-smoking-foods/> at 4<sup>th</sup> January 2025, slightly edited and shortened.

## Az MAD útmutató a dohányzó ételekhez

Az elmúlt évtizedben az élelmiszerek dohányzása újjáéledt a konyhákban világszerte. Első pillantásra ezek a technikák egyszerűnek és primitívnek tűnnek (és sok tekintetben azok is), de a rengeteg változó, részlet és tudományos aggályok miatt az ételszívás témája zavarba ejtő. A kihívások leküzdésének megtanulása új ízek világát nyithatja meg.

[...] A konfitálás évszázadokon át a kacsza, sertés és más állatok húsának tartósításának népszerű módja volt ezen a vidéken, de valamiért senkinek sem jutott eszébe a lazac konfitálása. [...] Skandinávia nyirkos és hideg vidékén a füstölés – a hő növelésével és a páratartalom csökkentésével – lehetővé tette az élelmiszerek gyorsabb kiszáradását. Ez a technika önmagában nem volt elegendő a romlás megelőzésére, de sóval kombinálva egész télen meg tudta őrizni az élelmiszereket.

A só és a füst közötti kölcsönös függés világossá válik a skandináv étkezési hagyományok felfedezésekor. Norvégia és Svédország egyes részein, ahol nem állt rendelkezésre só, a vízaktivitást és a mikrobaszaporodást nem lehetett kellőképpen csökkenteni, ezért a halat laktofermentálták – ez az átalakuló mikrobiális folyamat, amely számtalan más termék mellett kimchit és savanyú káposztát is előállít – ehelyett füstölték. Erről a tájról származott az éles *surströmming*, *rakfisk* és az idősebb kavics. Ahol azonban rendelkezésre állt só, a füstölt termékeket részesítették előnyben.

Számtalan generáció óta 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 célokra. Mások füstje hallucinogén anyagokat tartalmaz, és vallási rituálékban használják. Ezek a növényi eredetű füst legrégebbi ismert felhasználási módjai. Más növényeket azonban évszázadok óta elégettek, hogy elűzzék a bosszantó kártevőket és a gonosz szellemeket, és megóvják az élelmiszereket a bosszantó mikrobáktól.

A tűz évezredek során lehetővé tette számunkra, hogy új élelmiszereket fedezzünk fel és bővítsük étrendünket, ezért alapvető szerepet játszott saját fejlődésünkben és fejlődésünkben. Ez egy másik ok, amiért szeretjük a füstölt ételeket: az öntudatlan, de nagyon erős szeretet a rendelkezésre álló tápanyagok illata iránt.



Manapság a szakácsok szerte a világon a füst segítségével új dimenziót adnak főzéshez, ami izgalmas fejlemény. Az étel elszívása azonban sokkal többről szól, mint egy fadarab égéséről. Ahhoz, hogy a legtöbbet kihozzuk ebből a technikából a konyhában, többet kell értenünk a füstől és annak működéséről.

## AZ ALAPOK

A füst nem 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 szabályozott szabályozását.

A fa a leggyakrabban használt füstölő növény, amely megvédi az élelmszereket a romlástól. Hasznosságát elsősorban a szerkezetének köszönheti. A fa három fő anyagból áll. Egy facellában cellulózból (40-50%) és hemicellulózból (15-25%) készült, ligninnel (15-30%) impregnált mikrofibrillákat találunk. Az első két anyag nagyon hasonló: a cellulóz egy hosszú, lineáris glükózlánc, míg a hemicellulóz különféle cukrok rövidebb, elágazó lánc, nem csak glükóz. A lignin ezzel szemben az egyik legösszetettebb természetes anyag, fő füstölő tulajdonsága a fenolmolekulák bonyolult hálózata.

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

A cellulóz és a hemicellulóz lebontása Maillard-szerű reakciót vált ki, amely sárgától sötétbarnáig terjed. Kisebb, illékony molekulák is keletkeznek, amelyek édes, kenyeres, diós és virágos jegyeket adnak a terméknek. Ez a lebomlás olyan savakat is felszabadít, amelyek csökkentik az élelmszer felületének pH-értékét és a baktériumokat lassítja a növekedést.

A lignin lebontása további tulajdonságokhoz járul hozzá. A ligninben lévő fenolok olyan antioxidánsok, amelyek késleltetik a zsírok avasodását – nagyon hasznosak a hús, zsíros hal és más zsíros anyagok feldolgozásakor. A lignin pirolízise során alapvető ízvegyületek – karbonilok és

fenolok – is keletkeznek, amelyek a termék felületéhez tapadnak és bediffundálnak, szegfűszeget, tőzeget, vaníliát és fűszeres jegyeket hozva létre.

A kívánt füstölési hatások elérése elsősorban a fa parázslási hőmérsékletétől függ, amely közvetlenül összefügg a füstölési sebességgel. 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 anyaga nem izzik, növelnie kell a légáramlást. A parázslási hőmérsékletet befolyásoló további fontos tényezők közé tartozik a páratartalom, a fa típusa, valamint a faforgács mérete és alakja.

Egy jó dohányos kulcsfontosságú tudása a pirolízis szabályozásának ismerete ezeken a változókon keresztül. Úgy tűnik, hogy a 400 °C a legjobb parázslási hőmérséklet a cellulózból és hemicellulózból származó édes és savas molekulák, valamint a ligninből származó erősebb fenolok közötti egyensúly megteremtésére. Magasabb hőmérsékleten ezek az ízmolekulák egyszerűbb, csípős 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 csípős ízt adnak a terméknek.

## A kakaó aromája

A kakaó növény (*Theobroma cacao L.*) magjából, a kakaóbabból készülő két legfontosabb köztes termék a kakaóvaj és a kakaómassza, melyek felhasználásával állítják elő a kakaóport és a csokoládét. Bár a kakaóbab jelentős élettani hatásokkal rendelkezik, a belőle készült termékeket mégis leginkább élvezeti értékük miatt fogyasztjuk. Ez pedig azt jelenti, hogy a kakaópor illat- és aromaanyagai fontos szerephez jutnak ezen élvezeti cikkek minőségének meghatározásában. Kereskedelmi forgalomban különböző zsírtartalmú kakaóporok kaphatók: a magasabb zsírtartalmúak általában 20–22%, az alacsonyabbak pedig 10–12% kakaóvajtartalmúak. A magasabb kakaóvajtartalmú termékek illata a laikus fogyasztók számára is érzékelhetően intenzívebb, aromásabb. A kakaóport a kakaóbab fermentálása, szárítása és pörkölése után, az aprítást és hántolást követően állítják elő finomaprítással. A megfelelő szemcseméret elérése után lehűtik és szítálják, majd csomagolják. A kakaóbabban jelen lévő illatanyagok mennyiségét és minőségét alapvetően két dolog befolyásolja: a kakaófa fajtája, illetve a feldolgozás folyamatának egyes lépései – különösen a fermentáció ideje és a pörkölés. A folyamatok során először kialakulnak az aroma-prekursorok (szabad aminosavak, rövid láncú peptidok, redukáló cukrok), majd ezt követően, a pörkölés során maguk az illatkomponensek is. A jellegzetes kakaóaroma a korábban már említett Maillard-reakció közben alakul ki.

A kakaóporok vizsgálata során az aromaanyagok kivonására két módszert is kipróbáltunk: szilárd fázisú mikroextrakciót és vízgőz-desztillációt. Mintáink különböző gyártóktól származó zsíros és csökkentett zsírtartalmú kakaóporok voltak. Mindkét típusú kakaópornál a desztillációs eljárással tudtunk több illatalkotót kivonni, és a komponensek intenzitása is jelentősebbnek bizonyult. Mindegyik kakaópor illatosnak tűnt, az azonosított aromavegyületek száma minden esetben 100 fölötti volt. Valamennyi kakaópor esetén a zsírsavak jelentek meg a legnagyobb intenzitással, közülük is a gyakorlatilag illattalan palmitinsav dominált. A zsírsavak részben eredetileg is jelen vannak a kakaóban, de pörkölés során is keletkeznek. Nagy intenzitásuk ellenére ezek az alkotók – különösen a hosszú szénláncúak – nem túl illatosak, inkább enyhe, viaszos, zsíros-olajos jellegűek. Jellegzetes komponensekként jelentek meg a heterociklusos (nitrogén-, illetve oxigéntartalmú) vegyületek, melyek hőkezelés során alakulnak ki, a Maillard-reakció és különböző gyűrűzáródási

reakciók következtében. Jelenlétük a kakaóporokban ezért csupán azt jelzi, hogy hőkezelésen átesett termékről van szó, melyben aminosavak és redukáló cukrok találhatóak. A termék készítéséhez felhasznált növényi nyersanyagra ezek az illó vegyületek nem utalnak. Az említett heteroaromás vegyületeken belül a különböző pirazinok száma és területaránya volt a legjelentősebb; illatjellegük többnyire diós, mogyorós, pirított olajos magvakra emlékeztető. Az alkalmazott desztillációs módszerrel nagyobb számú pirazinvegyület nyerhető ki a mintákból, összehasonlítva a szilárd fázisú mikroextrakcióval – ezt a megfigyelést irodalmi adatok is alátámasztják. A zsírosabb kakaópor szembetűnő illatgazdagsága a csökkentett zsírtartalmúakhoz képest részben e vegyületcsoport kisebb móltömegű, illékonyabb tagjainak köszönhető: nagyobb számban és intenzitással jelentek meg ugyanis a kromatogramon ezek a pirazinvegyületek, különböző szénhidrogénekkal és aldehidekkel együtt. Viszonylag nagy illékonyosságuk miatt ezek az aromaalkotók a zsírtartalom csökkentése során – amikor a kakaómasszából a kívánt zsírtartalmú kakaóporok megfelelően különböző mennyiségű kakaóvaját távolítanak el préseléssel – részben vagy teljesen eltávoznak a termékből, ez lehet az oka a zsírszegény kakaóporok gyengébb illatának. A terpénvegyületek nagyon elterjedtek a növényvilágban: gyümölcsökben, fűszerekben gyakran jellegkialakító szerepük van. Bár a kakaóporokban nem ezek a komponensek voltak dominánsak, valószínűleg fontos szerepük van a kellemes illat létrehozásában: megjelent a fás, növényi jellegű  $\alpha$ - és  $\beta$ -pinén; a fűszeres  $\beta$ -mircén; a citrusos  $\delta$ -3-karén és dl-limonén, a virágos linalool és számos további terpénvegyület, főleg virágos-gyümölcsös jellegű monoterpének. A zsíros kakaópor aromagazdagságához hozzájárulnak az észterek is: jelentős arányban azonosítottuk ugyanis ezeket a vegyületeket, a nagyobb móltömegű, kevésbé illékony zsíros, enyhe virágos illatúakat és a kisebb tömegű, gyümölcsös, boros, édeskés illatjellegűeket is. A különböző zsírtartalmú kakaóporok illatösszetétele közötti különbségek tehát azt sugallják, hogy a kakaóvaj eltávolításával párhuzamosan számos aromaalkotó is elvész. Ennek köszönhetően a csökkentett zsírtartalmú kakaóporok illata érezhetően gyengébb, karamellás-diós-pörkölt jellegük enyhébb.

Forrás:

[https://epa.oszk.hu/03000/03005/00032/pdf/EPA03005\\_MKL\\_2018\\_11\\_338-344.pdf](https://epa.oszk.hu/03000/03005/00032/pdf/EPA03005_MKL_2018_11_338-344.pdf)

## The scent 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. Although the cocoa bean has significant physiological effects, the products made from it are consumed primarily for their enjoyment value. This means that the scents and aromas of the cocoa powder play an important role in the quality of these luxury foods. Cocoa powders with different fat contents are available commercially: the higher fat contents usually contain 20–22% cocoa butter, the lower 10–12%. The smell of products with a higher cocoa butter content is noticeably more intense and aromatic, even for laypeople. Cocoa powder is produced by fine grinding after fermentation, drying and roasting of the cocoa beans, after 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 contained in cocoa beans is essentially influenced by two things: the type of cocoa tree and the individual steps of the processing process - in particular the fermentation time and roasting. The processes first produce aroma precursors (free amino acids, short-chain peptides, reducing sugars) and then the aroma components themselves during roasting. The characteristic cocoa aroma is created in the Maillard reaction mentioned above.

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 cocoa powder from various manufacturers. With 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, the number of identified aroma substances was over 100 in each case. Fatty acids were the most prevalent in all cocoa powders, 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, but rather a mild, waxy, greasy-oily character. Characteristic components appeared to be heterocyclic (nitrogen and oxygen-containing) compounds that are formed during heat treatment, as a result of the Maillard

reaction and various ring-closure reactions. Their presence in cocoa powder therefore only indicates that it is a heat-treated product that 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, the number and area ratio of the various pyrazines was most significant; their aroma is mostly reminiscent of nuts, 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 fatter cocoa powder compared to the lower-fat cocoa powders is partly due to the more volatile members of this group of compounds with lower molecular weight: these pyrazine compounds appeared 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 when the fat content is reduced - when different amounts of cocoa butter are extracted from the cocoa mass by pressing, depending on the desired fat content of the cocoa powder - this may be the reason for the weaker smell of low-fat cocoa powder. 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 the cocoa powders, they probably play an important role in the creation of the pleasant aroma: woody, plant-like  $\alpha$ - and  $\beta$ -pinene appeared; the spicy  $\beta$ -myrcene; Citrus  $\delta$ -3-carene and DL-limonene, floral linalool and many other terpene compounds, mainly floral-fruity monoterpenes. Esters also contribute to the rich aroma of fatty cocoa powder: we identified a significant proportion of these compounds, those with a higher molecular weight, less volatile fatty acids, with a slightly floral scent and the smaller ones 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 aromatic components are also lost. As a result, the smell of reduced-fat cocoa powder is significantly weaker and its caramel-nutty-roasted character is milder.