



TERVISEAMET

# Toidu käitlemisel tekkivad saasteained PAH, akrüülamiid

**Mari Reinik**

Terviseamet / Tartu labori juhataja

16.04.2018



## Millest räägime?

- Toidu käitlemisel tekkivad saasteained
- PAH ja akrüülamiid – mis need on, mis tingimustes tekivad
- Ülevaade toidus leitud sisaldustest
- PAH teket mõjutavad faktorid

## Mis on toidu ohutuse seisukohast oluline?

### Akuutne toime

Mikrobioloogiline saastus  
Mõned fütotoksiinid (taimemürgid)  
Mükotoksiinid  
**Antropogeensed saasteained**  
Pestitsiidijäägid  
Lisaained



### Krooniline mõju

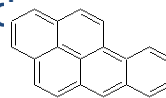
Mükotoksiinid  
**Antropogeensed saasteained**  
Mõned fütotoksiinid (taimemürgid)  
Tasakaalustamata toitumine  
Lisaained  
Pestitsiidijäägid  
Mikrobioloogiline saastus

## Saasteained toidus

### Satuvad toitu tahtmatult

- Looduslikud toksilised ühendid – taimemürgid, mükotoksiinid jm
- Keskkonnast tulenevad saasteained – dioksiinid ja PCB, raskemetallid jm
- Tootmisel tekkivad saasteained – taimekaitsevahendite jäägid, veterinaaravimite jäägid jm
- Toidu **valmistamisel** tekkivad saasteained
  - **PAH** (polütsükliilised aromaatsed süsivesinikud)
  - **Akrülamiid**
  - Furaan
  - 3-MCPD (kloropropanoolid)
  - Etüülkarbamaat
  - HCA (heterotsükliilised amiinid)
  - N-nitrosoamiinid

## PAH (polütsükliised aromaatsed süsivesinikud)



- Suur grupp aromaatsete tuumade kondensatsioonil tekkivaid rasvlahustuvaid ühendeid
- Moodustuvad orgaanilise aine mittetäielikul põlemisel
- Toitu võivad sattuda
  - Keskkonna saastatusest
  - Toidu tööstuslikul ja ka kodusel valmistamisel – suitsutamine, kuivatamine, muud kuumtöötusprotsessid
- Esinevad alati mitme ühendi segudena, üle 4 tsükliga PAH-d on stabiilsemad ja toksilisemad
- Organismis jõuavad enamikesse organitesse, läbivad platsentat
- **Benzo(a)püreen** on IARC poolt klassifitseeritud **klassi 1 - inimesele kantserogeenne**

## PAH

Kuna mitmed PAHid on genotoksilised kantserogeenid, tuleb hoida kokkupuude PAHidega nii madalal kui on mõistlikkuse piires võimalik (**ALARA printsiip**)

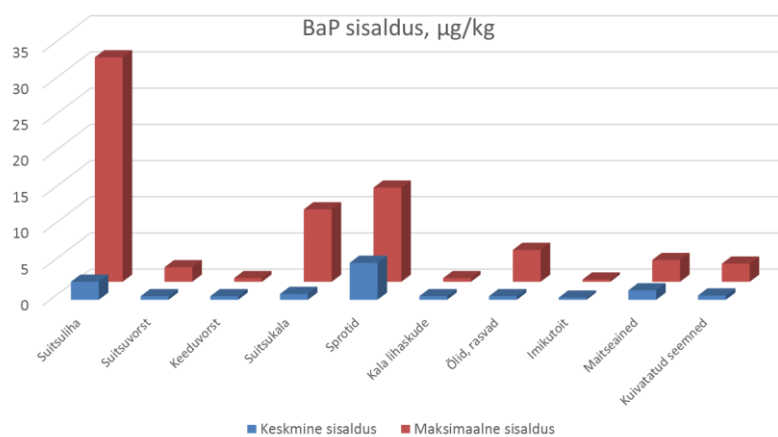
Euroopa Komisjoni määrusega ([EÜ nr 1881/2006](#)) on kehtestatud piirnormid

- benzo(a)püreeni (BaP) sisaldusele
- PAH4 (Benzo(a)püreeni, Benzo(a)antratseeni, Benzo(b)fluoranteeni ja Krüseeni summa) sisaldusele

## Piirnormid (osaline väljavõte)

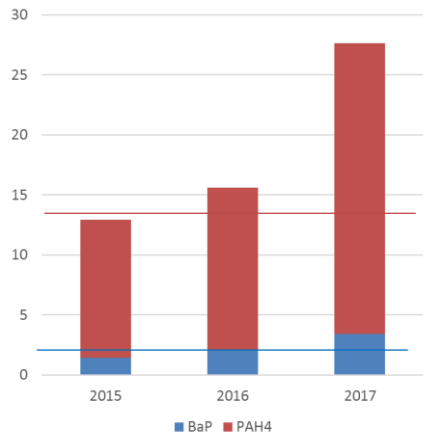
| Tooterühm  | BaP (µg/kg) | PAH4(µg/kg) |
|--|-------------|-------------|
| Õlid ja rasvad   | 2,0         | 10,0        |
| Suitsuliha ja suitsulihatooted   | 2,0         | 12,0        |
| Lõpptarbijale müüdav kuumtöödeldud liha<br>või kuumtöödeldud lihatooted (ainult<br>grillitud ja röstitud liha) | 5,0         | 30,0        |
| Suitsukala lihaskude   | 2,0         | 12,0        |
| Sprotid, suitsutatud räum <14 cm   | 5,0         | 30,0        |
| Imikutoidud  | 1,0         | 1,0         |
| Kakaoad ja neist valmistatud tooted  | 5,0         | 30,0        |
| Toidulisandid<br>Kuivatatud ürdid<br>Kuivatatud vürtsid  | 10,0        | 50,0        |

## 2003-2008.a. seireproovide analüüside kokkuvõte (392 proovi)



## 2015-2017.a. analüüside tulemused Suitsuliha (50 proovi)

BaP ja PAH4 keskmised  
sisaldused, µg/kg

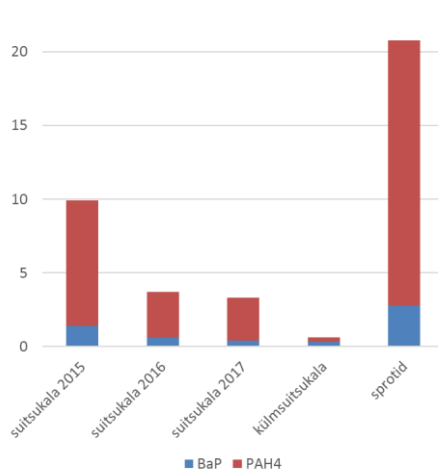


PAH4 – üle normi 17 proovi,  
maksimaalne sisaldus 190 µg/kg

BaP – üle normi 10 proovi,  
maksimaalne sisaldus 40 µg/kg

## 2015-2017.a. analüüside tulemused Suitsukala (27 proovi), külmsuitsukala (8 proovi), sprotid (8 proovi)

BaP ja PAH4 keskmised sisaldused,  
µg/kg



Suitsukala – üle normi 1 proov  
Sprotid – üle normi 1 proov

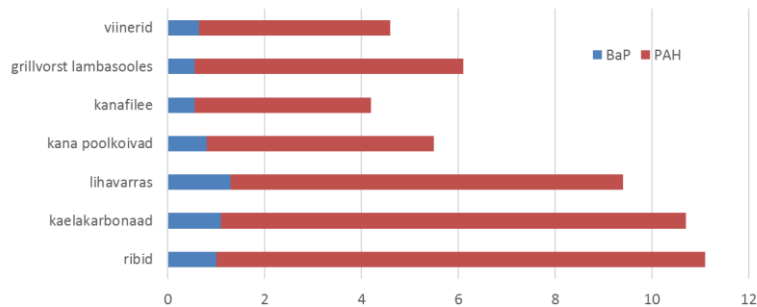
## PAH sisaldusi mõjutavad suitsutamisel:

- Suitsugeneraatori tüüp (kas on suitsutuskambrist eraldatud)
- Suitsufiltrite kasutamine
- Puidu liik (eelkõige ligniini sisaldus)
- Suitsutusprotsessi varustatus hapnik
- Suitsu temperatuur ja niiskus
- Suitsutamise aeg
- Toote kaugus suitsu allikast
- Toote rasvasisaldus, rasva nõrgumine
- Toote pinna osakaal (PAH jääb eelkõige pinnakihti)
- Suitsutuskambri pindade puhastamine
- **TUMEDAKS SUITSUTAMINE EI ANNA OTSESELT PAREMAT MAITSET!**



## Grill-eksperiment (2005.a.)

BaP ja PAH4 sisaldused grillitud toodetes, µg/kg



|  | BaP (µg/kg) | PAH4 (µg/kg) |
|--|-------------|--------------|
| Grillimisrenn (kaugus sütest ca 25 cm) | 0,66        | 5,69         |
| Ühekordne grillimisalus                | 1,01        | 8,29         |

➔ Vahe ca 30 %

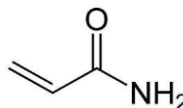
## Grillimisel:



- Kasuta lahjemat liha ja kala
- Väldi kontakti lahtise leegiga
- Kuumusallikas võiks olla võimalusel üleval või külgedel, mitte all (kus rasv tilgub sütele)
- Grillitav toode peaks olema kuumusallikast optimaalsel kaugusel
- Küpseta madalamal temperatuuril pikema aja jooksul
- Väldi kõrbemist, keera küpsetatavat liha piisavalt sageli
- Puhasta grill-rest enne kasutamist
- On oluline küpsetada toodet piisavalt, et inaktiveerida saastavad bakterid

Maitse tugevus pole otseselt seotud pruuni värvusega!

## Akrüülamiid



### Tekib:

- toiduvalmistamise käigus nii tööstuslikes kui ka kodustes tingimustes
- teatud aminohappeid (asparagiin) ja redutseerivaid suhkruid (glükoos, fruktoos) sisaldavas toidus
- temperatuuril üle 120°C - Maillard'i reaktsioon ehk mitte-ensümaatiline pruunistumine
- peamiselt küpsetamise lõppstaadiumis, kui toidu niiskusesisaldus langeb ja pinna temperatuur tõuseb (v.a. kohv)

### EFSA hinnangul:

- peamiseks AA allikateks on imikutoidud, kartulitoidud, teraviljatoidud
- Ohustatuimaks tarbijate grupiks lapsed

## Akrüülamiidi toime

- imendub organismi seedetraktist kiiresti ja täielikult – vees lahustuva ühendina jõuab kõikidesse organismi osadesse, sealhulgas ka rinnapiima ning läbib platsentat
- IARC klassifitseerinud selle ühendi A2 klassi kuuluvaks, **tõenäoliselt inimesele kantserogeenseks aineks**
- genotoksilisuse osas omab peamist rolli tõenäoliselt AA kõrge reaktsioonivõimega metaboliit epoksiid glütsiidamiid, mis on võimeline seonduma DNA-ga

Kuna AA on genotoksiline kantserogeen, tuleks hoida kokkupuude nii madalal kui võimalik - **ALARA printsiip**

## Eestis teostatud uuringud

**Seiret** on läbi viidud 2006.aastast:

Kokku on analüüsitud 282 proovi

- Kartulitooted
- Teraviljatooted
- Imikutoidud
- Kohv



**Maaeluministeriumi poolt tellitud tööd 2015.a.:**

- rakendusuuringu projekti raames analüüsiti 70 proovi
- kokkuvõtte koostas Eesti Maaülikool



## Kartulitooted



| Tootegrupp   | Proovide arv | Neist üle võrdlusväärtuse | Keskmine AA sisaldus, µg/kg |
|--|--------------|---------------------------|-----------------------------|
| Kartulikrõpsud ja -kreekerid                       | 22           | 2                         | 529                         |
| Friikartulid 2007. – 2011.a.                       | 21           | 5                         | 349 ↓                       |
| Friikartulid 2015.a.                               | 8            |                           | 169 ↓                       |
| Eelkuumutatud friikartulid koduseks valmistamiseks | 16           |                           | 115                         |
| Eelkuumutatud friikartulid, küpsetatud laboris     | 14           | 1                         | 298                         |

Soovituslikud võrdlusväärtused:

Kartulikrõpsud ja -kreekerid 1000 µg/kg (2018.a. 750 µg/kg)

Friikartulid 600 µg/kg (2018.a. 500 µg/kg)

## Teraviljatooted

| Tootegrupp                                   | Proovide arv | Neist üle võrdlusväärtuse | Keskmine AA sisaldus, µg/kg |
|--|--------------|---------------------------|-----------------------------|
| Rukkileib ja koorikleivad 2007-2015.a.       | 44           | 3                         | 61                          |
| 2017.a.                                      | 4            | 3                         | 175                         |
| Näkileivad ja suupisted leivast 2006-2011.a. | 20           | 1                         | 110 ↓                       |
| 2015.a.                                      | 7            |                           | 70 ↓                        |
| Teraviljapõhised hommikueined 2006-2014.a.   | 25           | 5                         | 238 ↓                       |
| 2015.a.                                      | 7            | 1                         | 111 ↓                       |
| Küpsised/piparkoogid 2006-2014.a.            | 20/8         | 2/0                       | ↓ 282/231                   |
| 2015.a.                                      | 9/5          | 1/0                       | ↓ 153/288                   |

Soovituslikud võrdlusväärtused:

Leib, v.a. nisupõhine 150 µg/kg (2018.a. 100 µg/kg, nisupõhine 50 µg/kg)

Näkileib 450 µg/kg (2018.a. 350 µg/kg)

Hommikusöögihelbed 200 - 400 µg/kg (2018.a. 150 - 300 µg/kg)

Küpsised/piparkoogid 500/1000 µg/kg (2018.a. 300 - 800 µg/kg)



## Imikutoidud

| Tootegrupp           | Proovide arv | < 30 µg/kg | 30 – 50 µg/kg | > 50 µg/kg | Keskmine AA sisaldus, µg/kg |
|----------------------|--------------|------------|---------------|------------|-----------------------------|
| Küpsised ja kuivikud | 5            | 4          | 1             | 0          | < 30                        |
| Muud imikutoidud     |              |            |               |            |                             |
| 2007-2015.a.         | 46           | 13         | 11            | 22         | 66 ↓                        |
| 2015-2016.a.         | 18           | 12         | 3             | 3          | 25 ↓                        |

Soovituslikud võrdlusväärtused:

Küpsised ja kuivikud

200 µg/kg (2018.a. 150 µg/kg)

Muud imiku- ja väikelastetoidud

50 µg/kg (2018.a. 40 µg/kg)



## Kohv ja kohviasendajad

| Tootegrupp     | Proovide arv | Keskmine AA sisaldus, µg/kg |
|----------------|--------------|-----------------------------|
| Röstitud kohv  |              |                             |
| 2007-2011.a.   | 20           | 227 ↓                       |
| 2015.a.        | 4            | 126 ↓                       |
| Kohviasendajad | 2            | 721                         |

Soovituslikud võrdlusväärtused:

Röstitud kohv 450 µg/kg (2018.a. 400 µg/kg)

Kohviasendajad 2000-4000 µg/kg (2018.a. 500-4000 µg/kg)





TERVISEAMET

# Täna tähelepanu eest!

**Mari Reinik**

[mari.reinik@terviseamet.ee](mailto:mari.reinik@terviseamet.ee)