

## PAH-yhdisteet savustetuissa kala- ja lihavalmisteissa, yhdisteiden huomioiminen ja hallitseminen savustusprosessissa - PROJEKTIRAPORTTI

Kotkan (Kotka-Pyhtää) ja Haminan (Hamina, Vehkalahti, Virolahti) elintarvikevalvonta selvittivät savustettujen liha- ja kalatuotteiden PAH-pitoisuuksia, sekä sitä miten PAH-yhdisteiden syntyminen on otettu huomioon savustusprosessissa ja miten sitä hallitaan. Projekti kohdistui liha- ja kala-alanlaitoksiin, vähittäismyymälöihin ja ravintoloihin, jotka itse valmistavat savustettuja liha- tai kalatuotteita sekä perinteistä että sähköistä savustusmenetelmää käyttäen. Projekti toteutettiin toukokuun 2018 - huhtikuun 2020 aikana.

Tarkastuksilla käytiin läpi, miten PAH-yhdisteiden hallinta on huomioitu omavalvonnassa ja päivittäisessä toiminnassa, sekä miten eri savustustekniikoilla pyritään hallitsemaan PAH-yhdisteiden syntyä. Tätä varten luotiin tarkastuslomake (liite). Projektissa tarkastettiin yhteensä kymmenen toimijan savustusmenetelmät. Kymmenestä toimijasta kaksi oli kala-alan laitoksia, yksi liha-alan laitos, neljä toimi elintarvikkeiden vähittäismyynnissä ja kolme ravintolatoiminnassa. Toimijoista neljä sijaitsee Kotkassa, yksi Pyhtäällä, kolme Haminassa ja kaksi Virolahdella.

Projektiä varten otettiin näytteet tuotantopaikkojen itse savustamista liha- tai kalatuotteista. Näytteet lähetettiin tutkittavaksi MetropoliLabiin Helsinkiin. Näytteistä tutkittiin bentso(a)pyreeni sekä PAH4-yhdisteiden summa (bentso(a)pyreeni, kryseeni, bentso(a)antraseeni ja bentso(b)fluranteeni). Laboratorion käyttämä tutkimusmenetelmä oli GC-MS. Tutkimusmenetelmän virheprosentti oli melko suuri, 40 %. Virheprosentti huomioitiin tuloksia tulkittaessa.

EU:n asettama raja-arvo bentso(a)pyreenille savustetussa liha- ja kalavalmisteissa on 2,0 µg/kg ja PAH4-yhdisteiden summalle 12 µg/kg (EY asetus N:o 1881/2006). Suomi on 30.6.2017 hakenut EU:n komissiolta kotimaassa valmistettavia ja kulutettaviksi tarkoitettua lihaa/kalaa ja siitä valmistettuja tuotteita koskien pysyvää poikkeuslupaa PAH-yhdisteiden enimmäismäärille. Päätöksen voimaantuloon asti sovelletaan 1.9.2014 voimaan tullutta kolmevuotista määräaikaista poikkeuslupaa (Komission asetus N:o 1327/2014), jonka mukaan Suomessa valmistetussa ja Suomessa kulutettaviksi tarkoitetuissa perinteisesti savustetussa lihassa ja lihatuotteissa raja-arvo bentso(a)pyreenille on 5 µg/kg ja suurin sallittu summapitoisuus bentso(a)antraseenille, kryseenille, bentso(b)fluoranteenille ja bentso(a)pyreenille on 30 µg/kg.

### PAH-yhdisteet

PAH-yhdisteitä eli polyaromaattisia hiilivetyjä syntyy epätäydellisen palamisen seurauksena savustusprosesseissa. Yhdisteet kulkeutuvat savun pienhiukkasten mukana elintarvikkeisiin ja ovat mahdollisesti syöpää aiheuttavia. PAH-yhdisteiden mahdollisia terveyshaittoja on lisääntymishäiriöt, epämuodostumat sekä vastustuskyvyn heikkeneminen.

PAH-yhdisteiden syntymistä ja elintarvikkeiden kontaminoitumista pystytään hallitsemaan monin keinoin ja savustusmenetelmän valinta ja savustuskäytännöt vaikuttavat merkittävästi lopputuotteen PAH-pitoisuuksiin. Seuraaviin tekijöihin tulisi kiinnittää huomiota savustusprosessissa:

- *Polttoaine*: Puun valinnalla on vaikutusta muodostuvien PAH-yhdisteiden määrään. Muita kuin kasviperäisiä polttoaineita ei tule käyttää savustusprosessissa.

- *Elintarvikkeen sijainti savustuksessa:* Elintarvikkeesta ei saisi valua rasvaa savulähteeseen ja mitä kauempana elintarviketta pidetään lämmönlähteestä, sitä vähemmän PAH-yhdisteitä tarttuu elintarvikkeen pintaan.
- *Savustusmenetelmä:* Epäsuoralla menetelmällä (savulähde eri kammiossa savustettavan tuotteen kanssa) elintarvikkeeseen muodostuu vähemmän PAH-yhdisteitä. Epäsuorassa menetelmässä voidaan käyttää myös esimerkiksi PAH-yhdisteitä vähentäviä suodattimia tai savu voidaan myös pestä ennen sen johtamista savustuskammioon.
- *Lämpötila:* Lämpötilan nostaminen ja pitkä savustusaika lisäävät PAH-yhdisteiden muodostumista.
- *Laitteiden puhdistus ja ylläpito:* PAH-yhdisteet pystyvät kulkeutumaan elintarvikkeisiin myös laitteiden pinnalta, jonka vuoksi laitteiden puhtaudesta on pidettävä huolta.
- *Savustuksen jälkeinen käsittely:* Elintarvikkeen pinta voidaan joko pestä tai kuoria savustuksen jälkeen, joka vähentää PAH-yhdisteiden määrää. Ei kuitenkaan sovellu kaikille tuotteille.

PAH-yhdisteiden hallinnan tulee kuulua toimijan omavalvontaan silloin, kun toiminnassa on riski PAH-yhdisteiden muodostumiselle. Tässä projektissa tarkastettavien toimijoiden kohdalla se on perinteinen savustus. Toimijan on varmistuttava siitä, että PAH-yhdisteitä muodostuu mahdollisimman pieniä määriä ja esimerkiksi savustuserien välillä ei ole suuria eroja.

## Riskinhallintakeinot

Projektissa todettiin, että kaikilla toimijoilla oli käytössä vain elintarvikekelpoista puumateriaalia. Elintarvikkeiden etäisyys savulähteestä vaihteli toimijoiden välillä 1-5 metrin välillä, kaikilla toimijoilla ei ollut tiedossa etäisyyttä. Vain yhdellä toimijalla oli käytössä savusuodatus. Kuudella toimijalla oli käytössä suora savustus, näistä kolmella havaittiin sallittua suuremmat PAH-pitoisuudet. Epäsuora savustus oli käytössä kolmella toimijalla. Yksi ei osannut sanoa mikä savustus menetelmä oli. Epäsuoraa savustusmenetelmää käyttävillä PAH-pitoisuudet eivät nousseet yli sallittujen enimmäisarvojen. Kellään toimijoista, joilla havaittiin suurentuneita PAH-pitoisuuksia, ei ollut käytössä savusuodatusta. Kuvissa 1 ja 2 on esimerkkejä savustusuuneista. Molemmissa uuneissa savustusmenetelmänä on suorasavustus eli ns. perinteinen savustus. Savunlähde sijaitsee samassa tilassa tuotteiden kanssa ko. uuneissa savunlähde on tuotteiden alla.

**Kuva 1.** Savustusuuni.



**Kuva 2.** Savustusuuni.



Kalatuotteille käytettävä savustus oli lyhyt, 2-3 tunnin välillä, kaikilla toimijoilla. Lihatuotteiden savustusajat olivat selvästi pidemmät 12 ja 30 tunnin välillä. Kalajalosteista näytteitä otettiin yhteensä 8 toimijalta ja lihajalosteista 2 toimijalta. Osa lihajalosteista kuorittiin (poistettiin pintakerros) savustuksen jälkeen. Myös useimmat toimijat savustivat kalan nahkoineen, jolloin kalan lihaan ei pääse PAH-yhdisteitä yhtä tehokkaasti. Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty riskinhallintakeinot, joita toimijoilla oli käytössä. Riskinhallintakeinoja selvitettiin tarkastuksilla kyselylomakkeen avulla.

**Taulukko 1.** Toimijoiden käytössä olevat riskinhallintakeinot (n=10).

Riskinhallintakeino	KYLLÄ	EI	EI TIEDOSSA
Suora savustus	6	3	1
Epäsuora savustus	3	7	
Toimijan omavalvonnassa kuvataan savustusprosessi	7	2	1
Toimijan omavalvonnassa tunnustetaan PAH-yhdisteiden vaarat	7	3	
Toimija tuntee lainsäädännön vaatimukset PAH-yhdisteille	6	4	
Omavalvontasuunnitelmassa on keinoja, joilla PAH-yhdisteiden muodostumista voidaan vähentää	6	2	2
Tuotteista on tehty aikaisempia PAH-analyyseja	5	5	
Polttoaineena vain elintarvikekelpoista puumateriaalia	10		
Etäisyys savulähteestä elintarvikkeisiin yli 5 m	1	6	3
Savusuodatus tai pesu ennen kosketusta elintarvikkeisiin	3	6	1
Savun muodostumislämpötilan optimointi	2	6	2
Elintarvikkeen rasvan valumisen estäminen savustuslähteeseen	9	1	
Hapen määrän optimointi tulipesässä	4	4	2
Savustusuunin puhdistus jokaisen savustuksen jälkeen	5	4	1
Lyhyt savustus, alle 5 h	8	2	
Savustetun tuotteen pesu savustuksen jälkeen		10	
Savustetun tuotteen kuoriminen savustuksen jälkeen	8	2	

**Taulukko 2.** Toimijoiden, joilla havaittiin suurentuneita PAH-pitoisuuksia, käytössä olevat riskinhallintakeinot (n=3)

Riskinhallintakeino	KYLLÄ	EI	EI TIEDOSSA
Suora savustus	3		
Epäsuora savustus		3	
Toimijan omavalvonnassa kuvataan savustusprosessi	2	1	
Toimijan omavalvonnassa tunnustetaan PAH-yhdisteiden vaarat	2	1	
Toimija tuntee lainsäädännön vaatimukset PAH-yhdisteille	1	2	
Omavalvontasuunnitelmassa on keinoja, joilla PAH-yhdisteiden muodostumista voidaan vähentää	2	1	
Tuotteista on tehty aikaisempia PAH-analyyseja	2	1	
Polttoaineena vain elintarvikekelpoista puumateriaalia	3		
Etäisyys savulähteestä elintarvikkeisiin yli 5 m		3	
Savusuodatus tai pesu ennen kostetusta elintarvikkeisiin		3	
Savun muodostumislämpötilan optimointi		3	
Elintarvikkeen rasvan valumisen estäminen savustuslähteeseen	3		
Hapen määrän optimointi tulipesässä		3	
Savustusuunin puhdistus jokaisen savustuksen jälkeen	1	2	
Lyhyt savustus, alle 5 h	3		
Savustetun tuotteen pesu savustuksen jälkeen		3	
Savustetun tuotteen kuoriminen savustuksen jälkeen	3		

## Tulokset

Näytteitä otettiin kymmeneltä toimijalta. Kolmelta toimijalta otettiin tämän lisäksi uusintanäytteitä. Taulukon 3 mukaisesti Bentso(e)pyreenin osalta kolmen toimijan tuotteen pitoisuus ylitti sallitun enimmäisrajan (5,0 µg/kg) pitoisuuksien vaihdella 0-41,2 µg/kg välillä. Samoin kolmella toimijalla myös PAH4-yhdisteiden summan pitoisuuden enimmäisraja (30,0 µg/kg) ylittyi pitoisuuksien vaihdella.

lessa 0-386 µg/kg välillä. Lopuilla toimijoilla pitoisuudet pysyivät alle sallittujen enimmäisrajojen. Kaksi sallitut enimmäisrajat ylittäneistä tuloksista oli kalajalosteita, yksi lihajaloste.

**Taulukko 3.** PAH-yhdisteiden pitoisuudet eriteltyinä tuotteen mukaan. Suluissa olevat näyte määrät ovat uusintanäytteestä.

Tuote	Näytteiden määrä	Bentso(a)pyreeni (µg/kg)	PAH4-yhdisteiden summa (µg/kg)
Kalajaloste	8 (2)	(<0,1 - 19)	(<0,1-111)
Lihajaloste	2 (3)	(0,6-41,2)	(<0,1-386)
<b>Yhteensä</b>	<b>10 (5)</b>		

## Yhteenveto

Projektinäytteitä otettiin yhteensä 10 kappaletta (uusinnat mukaan luettuna 15 kpl). PAH pitoisuudet ylittivät sallitut enimmäismäärät 3 näytteen osalta. Yhdistävänä tekijänä näissä oli savustusmenetelmä, joka oli suora savustus (perinteinen savustus). Ylitysten johdosta otettiin uusintanäytteitä, ja niillä varmistettiin, että toimijat saivat savustusprosessit sellaisiksi, että tuotteet täyttävät lainsäädännön vaatimukset. Projektin yhteydessä toimijoille annettiin sekä kirjallista että suullista ohjausta ja neuvontaa sekä kehotuksia asioiden saattamiseksi kuntoon.

PAH valvonta on osa prosesseissa syntyvää vierasaine valvontaa ja sitä tehdään säännöllisesti elintarvikevalvonnan oivataarkastuksien yhteydessä. Toimijoiden tulee varmistua myös omavalvonnassaan siitä, että valmistusprosessi ja/tai sen jälkeiset toimenpiteet ovat riittävät niin, että PAH pitoisuudet tuotteissa eivät ylitä sallittuja raja-arvoja. Ruokaviraston ohjeiden mukaan toimijoiden tulee ottaa tuotteistaan säännöllisesti näytteitä PAH-pitoisuuksien valvontaa varten.

**LIITE. Tarkastuslomake**

**TARKASTUSLOMAKE, PAH-PROJEKTI 2018**

Tarkastaja: \_\_\_\_\_ Päivämäärä: \_\_\_\_\_

Kohde: \_\_\_\_\_

Sijainti:  Kotka  Pyhtää  Hamina  Virolahti  Miehikkälä

Kyseessä on  liha valmisteiden valmistus E1001.7  
 kalajalosteiden valmistus E1002.30  
 elintarvikkeiden vähittäismyynti E1006.130  
 ravintolatoiminta E1008.10  
 muu, mikä \_\_\_\_\_

Savustusmenetelmä  suora savustus  
 epäsuora savutus

**Omavalvonta**

Omavalvonnassa kuvataan savustusprosessi? (Laitteisto, savustuksen kesto, lämpötila)

Kyllä  Ei  Ei tiedossa

Omavalvonnassa tunnistetaan PAH -yhdisteiden vaarat?

Kyllä  Ei  Ei tiedossa

Toimija tuntee lainsäädännön vaatimukset PAH-yhdisteille.

Kyllä  Ei  Ei tiedossa

Toimija on omavalvonnassa tunnistanut savustusprosessissa keinoja, joilla PAH-yhdisteiden muodostumista voidaan vähentää.

Kyllä  Ei  Ei tiedossa

Onko tuotteista teetetty PAH analyysijä?

Kyllä  Ei  Ei tiedossa

Huomiot:

---

---

---

---

### **PAH-yhdisteiden muodostumisen hallinta savustustekniikalla**

Polttoaineena käytetään vain elintarvikekelpoista puumateriaalia.

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Etäisyys (savustusputken pituus) savulähteestä elintarvikkeisiin on yli 5 metriä.

Putken pituus \_\_\_\_\_

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Savusuodatetaan tai pestään ennen sen kosketusta elintarvikkeisiin.

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Savun muodostumislämpötila on optimoitu (noin 400 C, max 600 C)

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Elintarvikkeen rasvan valuminen savustus lähteeseen on estetty

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Onko hapen määrä optimoitu tulipesässä PAH - yhdisteiden muodostumisen suhteen?

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Huomiot:

---

---

---

---

**PAH-yhdisteiden hallinta jokapäiväisessä toiminnassa.**

Savustusuuni puhdistetaan jokaisen savustuksen jälkeen.

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Rasvan tippuminen alla oleviin tuotteisiin on estetty.

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Rasvan tippuminen savustuslähteeseen on estetty.

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Tuotteita savustetaan vain lyhyen ajan (alle 5 h). Savustuksen kesto: \_\_\_\_\_

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Savustettu tuote pestään savustuksen jälkeen.

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Savustetusta tuotteesta poistetaan nahka/kuori savustuksen jälkeen ennen sen nauttimista elintarvikkeena.

- Kyllä    Ei    Ei tiedossa

Huomiot:

---

---

---

---