



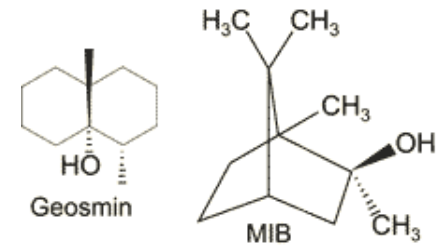
# Kalan makuvirheiden hallintamenetelmät ja analytiikka

Vesiviljelyn innovaatio-ohjelma

Petra Lindholm-Lehto

21.3.2018

# Makuvirheet kalassa

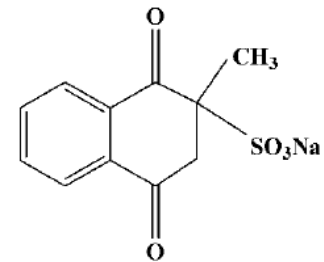


- Geosmiini (GSM), 2-metyyli-isoborneoli (MIB)
- Mutamainen, multamainen, ummehtunut haju ja maku
- Ihminen havaitsee helposti
  - Kalassa alle 1 ng/g pitoisuudet voidaan havaita mm. kalalajista ja henkilöstä riippuen
  - Vedessä pitoisuuksia 2-20 ng/L alkaen
- Syntyvät bakteerien metaboliatuoteena (mm. aktinobakteerit, syanobakteerit, proteobakteerit)



# Makuvirheiden hallinta

- Kuparisulfaatti
  - Levämyrkky
  - Kuparille vastustuskykyiset syanobakteerikannat, tarvitaan yhä suurempia pitoisuuksia
- Diuron, 3-[3,4-diklorofenyyli]-1,1-dimetyyliurea
  - Toksista kasviplanktonille, mahdollisesti myös kaloille
- SeaKleen, kinonipohjainen (menadioni natriumbisulfiitti), vitamiini K3:n johdannainen
  - Selektiivinen toksisuus
  - Estää syanobakteerien kasvua ja MIB, GSM kertymistä
  - Tarvitaan lisää tietoa kertyykö kalaan, hajoamistuotteista



SeaKleen  
(Schrader et al. 2004)

- Hathurusingha, P.I., Davey, K.R., 2014. Ecol. Model. 291, 242-249.
- Schrader, K.K., Rimando, A.M., Tucker, C.S., Glinski, J., Cutler, S.J., Cutler, H.G., 2004. N. Am. Aquac. 66, 20-28.

# Makuvirheiden hallinta

- Otsonointi
  - Vesiviljelyssä voidaan käyttää kiertoveden, tulevan tai lähtevän veden käsittelyyn (hapettaa nitriitin nitraatiksi, kiintoaineen ja orgaanisen aineen poistoon)
  - Parantaa veden laatua, koagulaatiota, suodatusta, desinfioi
  - Vaihtelevat annokset
    - RAS: 3-24 g/kg rehua
    - Pintavesistä 7 mg/L poistaa yli 95 % GSM, MIB
  - Mutta: toksista vesieliöille (> 0,01-0,1 mg/L), toksiset sivutuotteet (mm. bromaatti, aldehydit, bromamiinit)



- Bullock, G.L., Summerfelt, S.T., Noble, A.C., Weber, A.L., Durant, M.D., Hankins, J.A., 1997. Aquaculture 158, 43-55.
- Powell, A., Scolding, J.W.S., 2016. Rev. Aquacult. 0, 1-15.
- Summerfelt, S.T., Sharrer, M.J., Tsukuda, S.M., Gearheart, M., 2009. Aquacult. Eng. 40, 17-27.

# Makuvirheiden hallinta

- Fysikaaliset menetelmät
  - Aktiivihiihi (jauhettu, rakeinen)
    - Poistaa GSM, MIB, käytetään juomaveden puhdistuksessa
    - Hankala kiertovesissä kiintoaineen takia, kallis
  - Zeoliitit (mm. klinoptiloliitti)
    - Aluminosilikaatteja, terahedrinen, mikrohuokoinen rakenne
    - Ioninvaihto, adsorbentti jäteveden puhdistuksessa
    - Poistaa geosmiinia, tulevaisuuden menetelmä
  - Fotokatalyyttiset menetelmät
    - UV tai näkyvä valo, C-TiO<sub>2</sub>, Pd/WO<sub>3</sub>
    - Hajottaa reaktiivisten OH-radikaalien avulla

- Burr, G.S., Wolters, W.R., Schrader, K.K., Summerfelt, S.T., 2012. Aquacult. Eng. 50, 28-36.
- Ghasemi, Z., Sourinejad, I., Kazemian, H., Rohani, S., 2016. Rev. Aquacult. 0, 1-21.
- Fotiou, T., Triantis, T.M., Kaloudis, T., O'Shea, K.E., Dionysiou, D.D., Hiskia, A., 2016. Water Res. 90, 52-61.
- Xue, Q., Liu, Y., Zhou, Q., Utsumi, M., Zhang, Z., Sugiura, N., 2016. Chem. Eng. J. 283, 614-621.



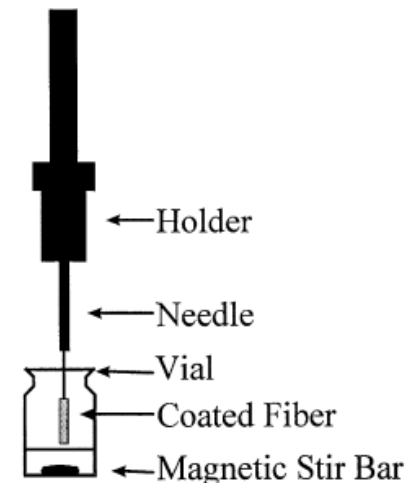
# Makuvirheiden hallinta

- Biologiset menetelmät
  - Biohajotus biofilttereissä (mm. *Bacillus subtilis*, *Enterobacter sp.*, *Pseudomonas sp.* ja hiiva *Candida sp.*)
    - GSM, MIB hajotus 57-72 % (adsorptio, biohajotus)
    - Adsorboitu MIB voi vapautua lämmitettynä
- Savustus ja suolaus
  - ei peitä makuvirhettä tehokkaasti
- Teelehtien polyfenoli- ja etikkahappoliuos poistaa jossain määrin makuvirhettä
- Raikastus toistaiseksi tehokkain menetelmä, mutta vaatii runsaasti vettä ja vie aikaa

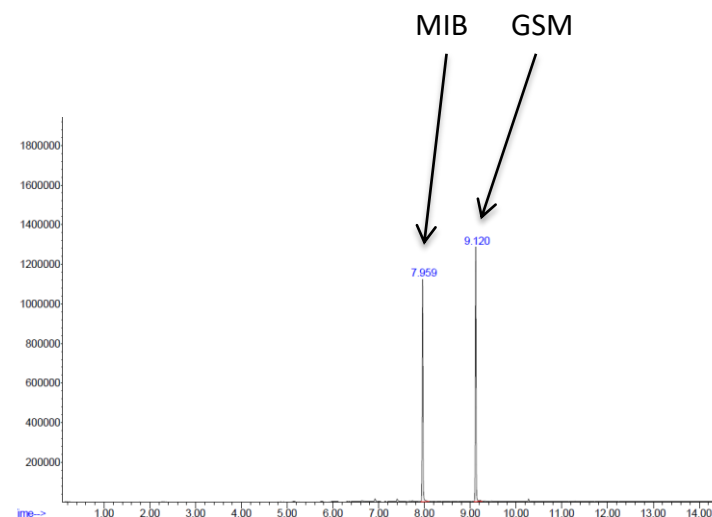
- Azaria, S., Nir, S., van Rijn, J., 2017. Chemosphere 169, 69-77.
- Liu, S., Courtwright, C., Wang, Y., Hanson, T., 2017. J. Food Proc. Pres. 41, 1-6.
- Yagi, M., Nakashima, S., Muramoto, S., 1988. Water Sci. Technol. 20, 255-260.
- Zimba, P.V., Schrader, K.K., Hyldig, G., Strobel, B.W., Jørgensen, N.O.G., 2012. Aquacult. Res. 43, 149-153.

# Analytiikka

- Runsaasti mahdollisia esikäsittelymenetelmiä
  - Perinteisiä LLE, SDE
  - Uudempia HSSE, SPE, SPME, LPME
- HS-SPME yleinen
  - Kuidun materiaali esim. DVB, PDMS, CAR, PA
  - 20-60 C, 15-30 min. NaCl
- Erotus ja detektointi GC-FID, GC-MS, GC-MS/MS
- Aistinvarainen havainnointi
  - Makupaneeli
- Maku- ja hajusensorit
  - Perustuvat elektronisiin sensoreihin, havaitsevat vain tiettyjä makuja/hajuja, eivät sovellu kvantitatiiviseen määrittelyyn



SPME, Lloyd et al. 1998



- Lloyd, S.W., Lea, J.M., Zimba, P.V., Grimm, C.C., 1998. Water Res. 32, 2140-2146.
- Ridgway, K., Lalljie, S.P.D., Smith, R.M., 2010. Food Addit. Contam. 27, 146-168.
- Parinet, J., Rodríguez, M.J., Serodes, J., Proulx, F., 2011. Intern. J. Environ. Anal. Chem. 91, 505-515.

