

# ATRATSIININ BIOHAJOAMINEN SUOMALAISISSA JA INTIALAISISSA MAANÄYTTEISSÄ

Kirsten S. Jørgensen<sup>1</sup>, Aura Nousiainen<sup>1</sup>, Katarina Björklöf<sup>1</sup>, Hemant Purohit<sup>2</sup> ja Atya Kapley<sup>2</sup>

Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, FI-00251 Helsinki, Suomi<sup>1</sup>  
National Environmental Engineering Research Institute, Nagpur, Intia<sup>2</sup>

[kirsten.jorgensen@ymparisto.fi](mailto:kirsten.jorgensen@ymparisto.fi)

## Taustaa

Atratsiini on laajalti käytetty herbisidi. Se kuuluu rakenteeltaan s-triatsiineihin ja sitä käytetään selektiiviseen rikkaruohontorjuntaan. Atratsiinin käyttö kiellettiin Euroopassa 1990-luvulla, mutta muualla maailmassa, esimerkiksi Intiassa, sen käyttö on yleistä. Suomessa atratsiini ja sen hajoamistuotteet ovat tavallisimpia pohjavettä pilaavia torjunta-aineita, ja tämän vuoksi useita vedenottoa on jouduttu sulkemaan. Hapellisissa olosuhteissa atratsiinin hajoamisreitti ja reittiä koodaavat geenit on kuvattu *Pseudomonas* ADP-bakteerissa. Tämän lisäksi tunnetaan kaksi muuta hajoamisreittiä. Suomalaisessa pohjavedessä useimmiten havaitut atratsiinin hajoamistuotteet ovat deetyyliatratsiini DEA, deisopropyliatratsiini DIA ja deetyylideisopropyliatratsiini DEDIA. *Pseudomonas* ADP:sta ei ole löytynyt näitä hajotusgeenejä. Genomiikan työkalujen käyttö mahdollistaa hajotusgeenien määrän ja laadun analysoinnin, jonka perusteella hajotusreittejä maaperässä reaktioiden aktiivisuutta voidaan arvioida.

## Tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli käyttää genomiikan työkaluja biopuhdistusstrategian kehittämisessä torjunta-aineella saastuneen maan ja pohjaveden puhdistukseen.

## Projekti

Tutkimme kahta 10 m syvyysprofiilia, jotka kairattiin Etelä-Suomessa atratsiinilla ja sen hajoamistuotteilla saastuneen vedenottamon lähellä. Lisäksi tutkimme kolmea eri intialaista peltomaata, joita oli käsitelty atratsiinilla eripituisia ajanjaksoja. Näistä näytteistä vertailtiin rengasrakenteestaan <sup>14</sup>C-leimatun atratsiinin mineralisaatiota ja hajotusgeenien (*atzA* ja *atzB*) määriä. Suomalaisissa näytteissä alle 3 % atratsiinista mineralisoitui 25 päivän aikana 30 °C:ssa, 10 °C:ssa alle 1 %. Intialaisissa maanäytteissä mineralisoitui 40 päivän aikana 30 °C:ssa 52 %, 44 % ja 20 % peltomaissa, joiden atratsiinikäsitelyhistoriat olivat 3 kuukautta, 3 vuotta ja 8 vuotta. Viimeisin käsittely oli tehty 3, 3 ja 5 kuukautta aikaisemmin. 10 °C:ssa mineralisoitui 10 %, 12 % ja 1 %. Suomalaisissa näytteissä havaittiin *atzA*-geenistä qPCR-menetelmällä  $1-3 \times 10^3$  kopiaa g<sup>-1</sup> maata (kp). Intialaisissa näytteissä kopiolutuvat vaihtelivat välillä  $3,7 \times 10^4$  ja  $3,5 \times 10^5$  kopiota g<sup>-1</sup> maata (kp). Suomalaisissa näytteissä monistettu geenipätkä oli samankokoinen kuin standardina käytetty *Pseudomonas* ADP:n *atzA*, mutta intialaisissa näytteissä fragmentti oli hieman suurempi, ja sen sekvenssi on vielä tarkistettava.

## Johtopäätökset

Mineralisaatiotesteissä voitiin osoittaa atratsiinin hajoavan Intialaisissa maanäytteissä. Suomalaisissa näytteissä mineralisaatio oli tuskin havaittavaa 25 päivän jälkeen. Vähäisiä määriä atratsiinin hajoamisen ensimmäistä deklorinaatioreaktiota koodaavaa *atzA* – geeniä voitiin kuitenkin monistaa, kun intialainen geenifragmentti oli hieman erilainen. On todennäköistä, että ympäristössä on useita vielä tuntemattomia hajotusgeenejä.