



Spildevands
Teknisk
Forening

TEMA1: Hvad ved du om sektorkobling?
TEMA2: DØGN24
Odsherred i rekonstruktion
Arbejdsmiljø - for din skyld!

spildevand

#5
december 2024



Effekten af anaerob nedbrydning på patogene bakterier og antibiotikaresistens i spildevandsslam

Store mængder af slam fra spildevand skal hvert år afskaffes, og en del anvendes som gødning. Antibiotikaresistens er et alvorligt problem. Derfor er det vigtigt at undgå at sprede bakterier, som er resistente over for antibiotika og gener for resistens. Vi har undersøgt resistens for antibiotika i slam før og efter anaerob nedbrydning.

AF ELENA FRANCHITTI, MATILDE PEDULLA OG DEBORAH TRAVERSI – ALLE FRA UNIVERSITY OF TURIN, ITALIEN
SAMT ANNE METTE MADSEN OG VICTOR CARP KOFOED – FRA DET NATIONALE FORSKNINGSCENTER FOR ARBEJDSMILJØ (NFA)

Baggrund og formål

Slam er et biprodukt fra rensning af spildevand og over 10 millioner tons tørstof produceres årligt i EU, hvilket skaber bekymringer om bortskaffelsen. Et digestat er materialet fra den anaerobe nedbrydning af slam på rensningsanlæg. I overensstemmelse med EU's "end of waste"-politik anvendes digestatet i nogle lande som gødning i landbruget, da det er rigt på næring. Slam indeholder mikroorganismer, som kan være resistente over for antibiotika. Antibiotikaresistens udgør en trussel mod menneskers sundhed, da det kan føre til infektioner, der er svære at behandle (WHO, 2021).

Denne undersøgelse sigter mod at opnå viden om, hvorvidt anaerob nedbrydning af spildevandsslam påvirker forekomsten af:

- Bakterier som kan forårsage sygdom (patogener)
- Levende resistente bakterier
- Gener for antibiotikaresistens

Studiet er initieret af Universitetet i Torino (UT) og er lavet i samarbejde med NFA. Gennem samarbejdet har vi udnyttet vores faglige ekspertiser til at opnå en omfattende karakterisering af slammet, herunder både af levende bakterier som er resistente over for antibiotika og gener for resistens.

Metoder

Primært og sekundært slam, og slam fra ind- og udløb fra den anaerobe nedbrydning blev indsamlet fra november 2021 til juni 2022 på to rensningsanlæg (anlæg A og B) i det nordlige Italien.

Levende mikroorganismer er identificeret med MALDI-TOF MS, og udvalgte arter er efterfølgende testet for antibiotikaresistens ved AST (EUCAST, 2024) for: Clindamycin, Meropenem, Norfloxacin, Penicillin G og Tigecycline. Syv gener for antibiotikaresistens (ARG: bla_{OXA}, bla_{TEM}, ermB, qnrB, sulI, sulII, tet(A), tet(W)) blev udvalgt baseret på deres evne til at give resistens mod de grupper af antibiotika, som oftest ordineres i Italien, og som giver resistens mod samme gruppe af antibiotika, som blev testet ved AST. Forekomst af ARG blev målt ved droplet digital PCR.

Arter af bakterier i slam

Koncentrationen af bakterier i spildevandsslam varierede med en faktor 10.000. I alt blev 231 arter identificeret i 50 slamprøver. De slægter, der forekom oftest, var Clostridium, Enterococcus, Bacillus,

Staphylococcus og Acinetobacter. Af de identificerede arter tilhørte 39% risikogruppe 2 (GESTIS-databasen). De mest almindeligt forekommende af disse var Bacillus cereus, Clostridium perfringens og Enterococcus faecium. Vi fandt flest forskellige arter af bakterier i prøver fra anlæg A. Til gengæld var koncentrationen af C. perfringens højest i anlæg B. Generelt var der kun få svampe i prøverne.

Anaerob nedbrydning og påvirkning af bakterier

Sammensætningen af arter af bakterier før og efter anaerob nedbrydning var forskellig. Anaerob nedbrydning øgede koncentrationen af B. cereus, men påvirkede ikke koncentrationen af C. perfringens. Koncentrationerne af E. faecalis, E. faecium og K. oxytoca blev reduceret.

Test for antibiotikaresistens

Der blev udført AST for bakterierne B. cereus, C. perfringens, E. faecalis, E. faecium, Escherichia coli, K. oxytoca og K. pneumoniae. Blandt isolaterne af B. cereus var 50 % resistente over for klindamycin, og to var også resistente over for Norfloxacin, hvilket indikerer, at de er multiresistente. For C. perfringens var 67 % resistente over for klindamycin, og to isolater var resistente over for Penicillin G. Ingen isolater viste resistens over for Meropenem eller Tigecyclin. Der blev ikke observeret signifikante ændringer i koncentrationen af resistente bakterier efter anaerob nedbrydning.

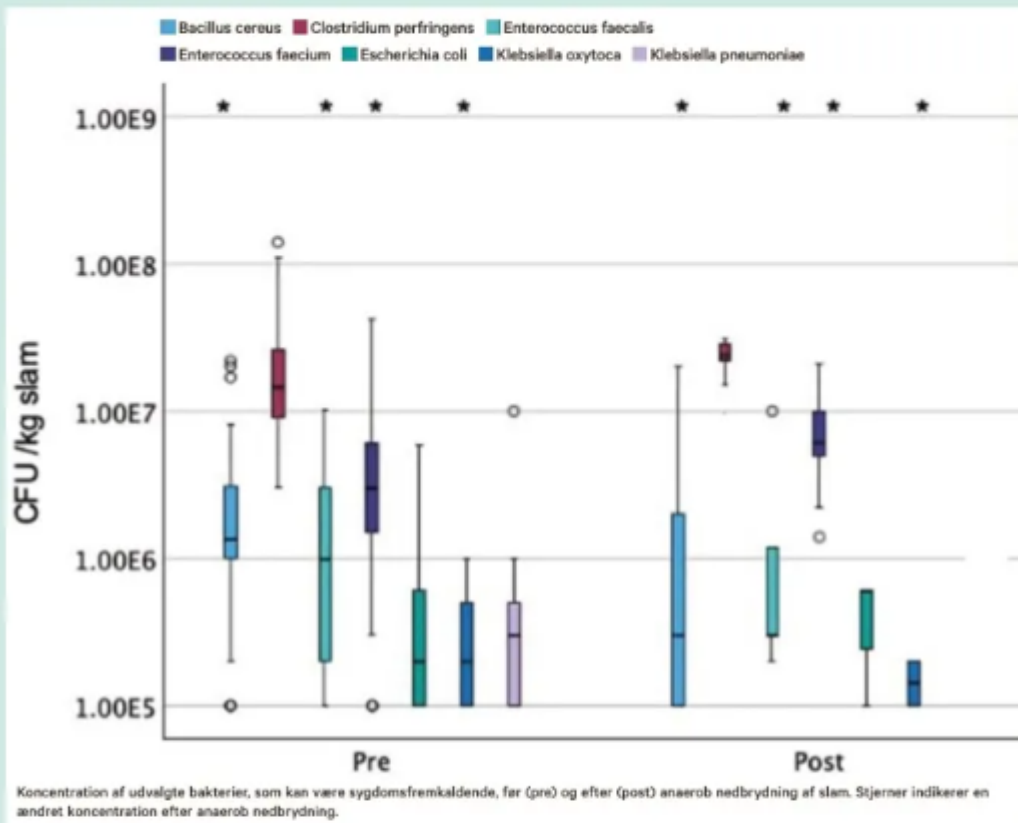
Bakterier i risikogruppe 2 kan fremkalde infektioner, der normalt kan behandles tilfredsstillende. På Arbejdstilsynets hjemmeside findes en liste med risikogruppe 2 bakterier, og på GESTIS findes en udvidet liste.

Gener for antibiotikaresistens

Anaerob nedbrydning reducerede koncentrationen af flere gener for resistens: bla_{OXA}, bla_{TEM}, qnrB, sulI, tet(A) og tet(W). På anlæg A var reduktionen signifikant for tet(A), qnrB, sulI og tet(W), mens der for anlæg B var en reduktion for: bla_{TEM}, sulI og tet(A). Anaerob nedbrydning fører ikke til en eliminering af gener for resistens.

Sammenhæng mellem gener for resistens og AST

Resultaterne viste signifikante korrelationer mellem flere ARG og koncentration af bakterier: des flere ermB des flere B. cereus og C. perfringens, og des flere sulI des flere B. cereus og K. oxytoca. Vi så ikke en sammenhæng mellem ARG og andelen af isolater, som i AST var testet positiv for resistens over for antibiotika.



Diskussion

Mere end halvdelen af de arter af bakterier, vi identificerede i slamprøverne, er ikke klassificeret som sygdomsfremkaldende, og de er almindeligt forekommende i miljøprøver. Mange af disse bakterier spiller en vigtig rolle i nedbrydningen af organisk materiale under anaerob nedbrydning, mens andre kan fiksere kvælstof.

Den anaerobe nedbrydning førte til en ændring af sammensætning af arter af bakterier og reducerede antallet af patogene bakterier. Mens koncentrationen af *E. faecalis*, *E. faecium* og *K. oxytoca* faldt, blev koncentrationen af *B. cereus* højere. Reduktionen af *Enterococcus* er i overensstemmelse med tidligere studier. *Bacillus cereus* og *C. perfringens* kan overleve anaerobe forhold.

Anlægget med den høje diversitet modtager både husholdnings- og industrielt spildevand. Anlægget med den lavere diversitet ligger nær en storby, og *C. perfringens* udgjorde en større andel. Tilstedeværelse af ARG i digestatet tyder på en risiko for horisontal overførsel af ARG til bakterier i jorden. På anlæg A sendes digestatet til kompostering; på anlæg B anvendes det direkte til spredning på landbrugsjord. Yderligere behandling, som kompostering, ser ud til at reducere

tilstedeværelsen af patogene bakterier og ARG, hvilket mindsker en potentiel miljøpåvirkning (Gurmesa et al., 2021).

Konklusion

Studiet viste en betydelig reduktion i koncentrationen af flere patogene arter (*E. faecalis*, *E. faecium* og *K. oxytoca*) i slammet efter anaerob behandling, hvilket understøtter, at anaerob behandling er vigtig. Dog påvirkes sporeformende bakterier og ARG kun begrænset af behandlingen.

Artiklen er baseret på E. Franchitti, M. Pedulla, A.M. Madsen, D. Traversi (2024). Effect of anaerobic digestion on pathogens and antimicrobial resistance in the sewage sludge. *Environment International* 191.

Referencer

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108998>
[10.3390/jerph18073556](https://doi.org/10.3390/jerph18073556)
[10.1016/j.biortech.2021.125662](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125662)
 WHO. (2021). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>.