



*Utslipp av avløpsvann nær strender kan medføre en risiko for sykdommer som kommer via fekale smittestoff. Indikatorbakterien *E.coli* benyttes til å påvise fekal forurensning i vann. Foto: Trond Mæhlum*

Fekale indikatorbakterier

Koliforme, termotolerante koliforme eller *e.coli* bakterier – hvilke er relevant indikator av fekal forurensning?



Av Adam M. Paruch
seniorforsker Bioforsk
Trond Mæhlum
forsknings sjef i Bioforsk

Vi har nylig sett eksempler på alvorlige sykdommer og dødsfall i Tyskland som per dato antas skyldes forurenset vann, grønnsaker eller frø (for eksempel bukkehornkløver – *Trigonella foenumgraecum*). Ettersom det tar tid å finne ut den egentlige kilden til forurensning er dette fortsatt usikkert og ukjent.

Visse typer tarmbakterier i varmblodige dyr og mennesker kan være årsak til disse og andre sykdommer. Det er generelt økende fokus på å overvåke mat, drikkevann, badevann og vanningsvann for å unngå alvorlige sykdommer.

Indikatororganismer

Det er viktig å benytte gode indikatororganismer som kan benyttes i slik overvåkning. Vårt inntrykk er at det er en viss mangel på kunnskap om grupperinger innen koliforme bakterier og hva analysedata kan fortelle om forurensningsrisiko. Dette gjelder ikke minst de som er ansvarlige for overvåkningsprogram av vann og vassdrag. Artikkelen gir en kort innføring i dette tema og kan også være interessant for alle som ser spøkelses når *E.coli* omtales i media.

Kolibakterier

Det er både fellestrekk og karakteristiske egenskaper av koliforme bakterier (KB), termotolerante koliforme bakterier (TKB) og *Escherichia coli* (*E. coli*). Egenskapene gjør det mulig å definere en fekal forurensning basert på bakterielle indikatorer. Koliforme bakterier beskriver en stor gruppe av gram-negative, stavformede bakterier som ikke danner sporer. Disse tilhører en enkelt taksonomisk familie *Enterobacteriaceae* som omfatter mange slekter og arter.

Salmonella og *Shigella* er også slekter i denne familien, men de er ikke regnet som KB. Opprinnelig var KB-gruppen definert som de bakterier som er i stand til å vokse og produsere syre og gass fra laktose innen 24 – 48 timer ved 36 – 37 °C.

Denne biokjemiske definisjonen fungerte i lang tid, men ble endret nesten to tiår tilbake og kan ikke benyttes til å gi en omfattende karakteristikk av KB. Gassproduksjonen ble utelukket i den endrede definisjonen. KB gruppen økte da med flere arter. Den siste er definisjonen av KB refererer til bakterier som er i stand til aerob og anaerob fakultativ vekst, gjære laktose ved 37 °C innen 48 timer, har enzymet *B-galaktosidase* og er oksidase-negative.

Miljøbakterier

Denne enzybaserte definisjon har økt omfanget av bakterier anerkjent som KB. Mange av disse bakteriene finnes i hovedsak i miljøet. De kan påvises i vannprøver, i forurenset og ikke-forurenset jord og planter, samt fra avføringen til mennesker og andre varmblodige dyr (pattedyr og fugler).

Derfor representerer KB ikke bare tarmbakterier (fekal opprinnelse), men også andre frittlevende koliforme bakterier (ikke fekal opprinnelse). De kan forenklet omtales som «miljøbakterier».

TKB

Felles for TKB og KB er at den første representerer en undergruppe av den andre (Fig. 1). TKB er resistente mot høye temperaturer og dermed i stand til å vokse og gjære laktose ved 44 °C. TKB er ofte om hverandre kalt fekale koliforme bakterier da forholdene med høy temperatur skulle undertrykke bakterier av ikke-fekal opprinnelse. Men selv under disse forholdene er tilstedeværelsen av ikke-fekale (frittlevende, miljø-) bakterier fortsatt mulig. TKB er derfor fortsatt mer relevant navn enn fekale koliforme bakterier på denne gruppen.

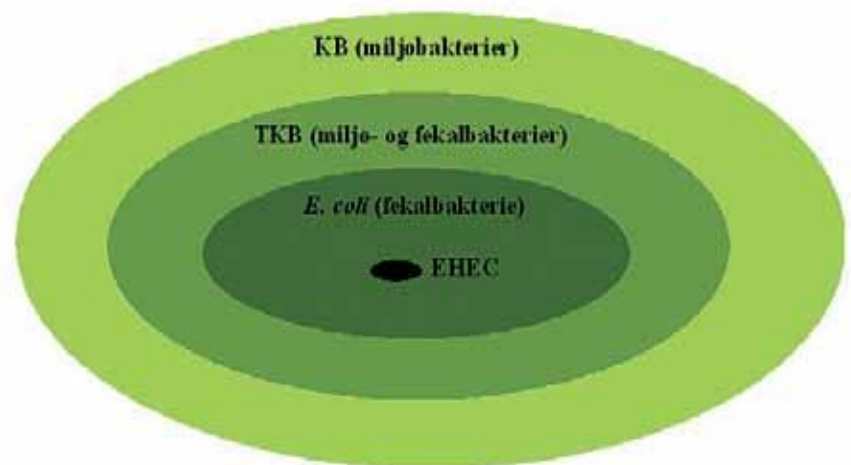
Siden denne gruppen omfatter koliforme bakterier som kan være tilstede i miljøet, så vel som i avføring, for eksempel arter av *Klebsiella*, *Enterobacter* og *Citrobacter* vil mikrobiologiske tester for disse bakteriene ikke garantere funn av virkelig fekal forurensning selv om det blir gjort funn.

Harmløse *E. coli* i milliarder

E. coli er den viktigste bakteriegruppen innenfor TKB gruppen (Fig. 1). Disse er til stede i stort antall i avføringen der den kan finnes i konsentrasjoner på 10⁹ per 1 g av avføring. *E. coli* vokser vanligvis i tykktarmen hos mennesker og



Seniorforsker Adam M. Paruch demonstrerer utstyr som kan analysere indikatorbakterien *E.coli* i løpet av 18



Figur 1 Skjematisk gruppering av koliforme bakterier (KB), termotolerante koliforme bakterier (TKB), *E.coli* og den svært sykdomsfremkallende *E.coli* typen EHEC.

varmblodige dyr. De fleste *E.coli*-stammer er ufarlige og utgjør en viktig og naturlig del av den normale mikrobielle flora i tarmen. Men noen av stammene er knyttet til sykdommer hos mennesker og dyr.

Farlige *E.coli*

Den mest patogene stammen omtales som Verocytotoxic *E.coli* (VTEC), også kjent som Shigatoksinproduserende *E.coli* (STEC). De VTEC / STEC-gruppen har over 200 ulike serotyper, inkludert den svært sykdomsfremkallende Enterohemorragisk *E.coli* (EHEC). Denne *E.coli* typen er den viktigste patogene som forårsaker hemorragisk kolitt med blodig diaré og hemolytisk uremisk syndrom (HUS). Det finnes også andre patogene som Enterotoksinproduserende *E.coli* (ETEC), Enteropatogene *E. coli* (EPEC), Enteroinvasive *E.coli* (EIEC), Enteroaggregative *E.coli* (EAggEC), og Diffus adherente *E.coli* (DAEC).

Dårlig hygiene og sanitære forhold favoriserer utbrudd rundt om i verden, for eksempel reisendes diaré forårsaket av ETEC, infantile diaré forårsaket av EPEC, og en inflammatorisk, vannaktig langvarig og vedvarende diaré forårsaket av EIEC, EAggEC og DAEC, henholdsvis.

Det er derfor av stor betydning å ha et oppegående miljørettet helsevern som kan oppdage *E.coli*-smitte straks for å redusere eksponering for fekal forurensning for å minimalisere eventuelle helsesisiko.

Rask analysering av *E.coli*

Analysering av patogene *E.coli*-stammer og arter krever spisskompetanse og kan være både tid- og ressurskrevende. Det finnes flere relativt enkle laboratorietester for å analysere for tarmbakteriegruppen *E.coli*. For å iverksette tiltak som kan begrense utslipp av fekal forurensning er det viktig å oppnå raske og pålitelige analyser.

Et eksempel på en hurtig metode for påvisning og telling av *E.coli* er Colilert 18/Quanti-Trays2000 Method. Colilert-18 er den eneste USEPA-godkjente 18-timers testen som inngår i standard metoder for undersøkelse av vann og avløp. Dette systemet har blitt implementert i en rekke land over hele verden, også i Norge. Den er tilgjengelig på kommersielle laboratorier og i flere FoU-miljø.

I teorien er det nå mulig å ta ut prøver tidlig om morgenen, levere til analysering og motta resultater om kvelden slik at eventuelle tiltak kan iverksettes. Dette gjelder for eksempel badestrender som ligger i risikozonen for fekal forurensning etter kraftige nedbørsepisoder sommerstid.

***E.coli* - en god indikatorbakterie!**

Til tross for de sykdomsfremkallende artene av *E.coli* er det svært viktig å være klar over at forekomsten av *E.coli* i miljøet ikke nødvendigvis medfører en trussel om sykdommen. *E.coli* har i mange år blitt benyttet som en indikator på fekal forurensning siden det er det eneste medlemmet av koliforme-gruppen som finnes utelukkende i fekalier og ikke formerer seg nevneverdig i miljøet utenom tarmen. Hovedforskjellen mellom KB, TKB og *E.coli* er derfor at *E.coli* nærmest gir en garanti for fekal forurensning.

Overføring av fekal forurensning til miljøet skjer hovedsakelig via avløpsvann og slam (human fekal opprinnelse), og via slam og husdyrgjødsel (animalsk fekal opprinnelse). Fra disse kildene kan et høyt antall av *E.coli* forurense vannkilder (drikkevann, vanning og bading), jord (under jordbruks avrenning, vanning og organisk gjødsling) og vegetasjon (under vanning og organisk gjødsling). *E.coli* kan overleve lenge i ulike miljø utenfor tarmen og bli oppdaget flere måneder og kanskje år senere.

Bruk *E.coli* for badevann - ikke TKB!

E.coli er det eneste medlemmet av koliforme-gruppen som tilfredsstiller de fleste av kriteriene for den en ideell bakteriell indikator på fekal forurensning. Den har en eksklusiv fekal opprinnelse, er universelt til stede i stort antall i avføring fra mennesker og varmblodige dyr, er til stede i kloakk, men kan ikke vokse i naturlig vann, og påvises ved enkle metoder. Dermed er *E.coli* regnet som den mest sensitive indikatoren for fekal forurensning i naturen i vann, jord og planter. Derfor er også *E.coli* valgt som den primære og obligatoriske mikrobielle indikatoren på fekal forurensning i USA, Canada, EU og Australia. *E.coli* og intestinale enterokokker er de eneste to obligatoriske parametere som er definert i det nye EU-direktivet om badevannskvalitet (EU-parlamentet, 2006). Tidligere var KB og TKB inkludert blant 19 ulike kvalitetsparametere for badevann.

Konklusjon

Oppsummert kan vi slå fast at *E.coli* er TKB og dermed også KB, men det er IKKE gitt at KB representerer TKB og videre *E.coli*, som vist i figur 1.

Både KB og TKB definerer et bredt spekter av bakterier som kan stamme fra både avføring og ikke-fekal kilder. Den mest relevante indikator for fekal forurensning i miljøet er *E.coli* som ikke stammer fra miljøet, men finnes utelukkende i stort antall i avføring fra mennesker og varmblodige dyr. Selv om de fleste *E.coli*-stammer er harmløse er det noen typer som er knyttet til alvorlige menneske- og dyresykdommer.

E.coli som hovedgruppe kan i dag oppdages relativt raskt med moderne analysemetoder og en god logistikk for prøvehåndtering og rapportering. Dette kombinert med tiltak kan beskytte mennesker og miljø fra potensielt patogene stammer av *E.coli* og andre sykdomsfremkallende organismegrupper som finnes i avløpsvann fra dyr og mennesker.

E.coli bør derfor være standard analyse i overvåkningsprogram hvor det søkes etter fekal forurensning.