



Ekstraopgaver til kapitel 2 – Informationsflow og kodebiologi

Alpine og arktiske mikroorganismer nedbryder plastik

Som nævnt side 61 er naturligt forekommende enzymer ret ineffektive til at nedbryde plastik. I juli 2023 blev der i tidsskriftet *Frontiers in Microbiology* publiceret en undersøgelse af mikroorganismer fra jord i de schweiziske alper og fra jord i det nordlige Grønland samt fra indsamlet plastikaffald langs Svalbards marine kyster. Mikroorganismene blev isoleret fra plastikstykker i de forskellige miljøer i håbet om at finde naturligt forekommende plastiknedbrydende svampe og bakterier i et miljø med lave temperaturer.

For at teste om de indsamlede jordprøver og plastik indeholdt mikroorganismer med plastiknedbrydende evner, undersøgte forskerne 19 bakteriestammers og 15 svampestammers evne til at omsætte forskellige plastiktyper. Bl.a. polyethylen (PE) - den mest udbredte og ikke-biologisk nedbrydelige plasttype, se evt. figur 68, side 61. Desuden undersøgte de mikroorganismernes evne til at nedbryde tre biologisk nedbrydelige plasttyper: polyester-polyurethan (PUR), polybutylenadipatko-terephthalat (PBAT) og polylactat (PLA). PBAT og PLA anvendes fx begge i komposterbare affaldsposer. Eksempler på resultater fra undersøgelsen er vist i figur 1.

Stamme	Nærmest beslægtede arter	DNA-sekvenslighed (%)	Miljø	Lokalitet	Plasttype
B920	<i>Variovorax ginsengisoli</i>	100,00	Alpin jord	Schweiz	PBAT, PLA
B926	<i>Streptomyces hypolithicus</i>	100,00	Arktisk jord	Grønland	PP
B947	<i>Pseudomonas fluoresceus</i>	100,00	Alpin jord	Schweiz	PE
B964	<i>Streptomyces ?</i>	96,76	Alpin jord	Schweiz	PBAT, PLA
B952	<i>Streptomyces hypolithicus</i>	99,88	Arktisk jord	Grønland	PP
F737	<i>Thelebolus globosus</i>	100,00	Arktisk jord	Svalbard	Plastikaffald
F800	<i>Neodevriesia ?</i>	93,39	Arktisk kyst	Svalbard	Plastikaffald
F914	<i>Linnemannia gamsii</i>	100,00	Alpin jord	Schweiz	PE
F940	<i>Mortierella ?</i>	96,31	Arktisk jord	Grønland	PP
F942	<i>Pseudogymnoascus pannorum</i>	100,00	Alpin jord	Schweiz	PE
F943	<i>Lachnelulla ?</i>	97,18	Alpin jord	Schweiz	PE, PBAT, PLA
F966	<i>Pseudogymnoascus verrucosus</i>	100,00	Alpin jord	Schweiz	PBAT, PLA

Figur 1. Et mindre udvalg af de undersøgte mikrobielle stammer isoleret fra plastikprøver i Arktis og i Alperne. B = Bakterie, F = Fungus (svamp).

Forskerne brugte forskellige metoder til at afgøre hvor godt de kuldeelskende mikroorganismer nedbrød plastik. I en første screening vurderede forskerne materiale vægttab efter inkubation af hver stamme med tørre sterile plastfilm ved 15 °C i mørke i enten 60 eller 126 dage.

Ved 15 °C viste omkring halvdelen af de undersøgte mikroorganismer en mindre evne til nedbrydning af plastik. De fleste stammer nedbrød, til en vis grad, et af de tre biologisk nedbrydelige materialer. Nedbrydningen blev bl.a. målt som vægttab af de anvendte plastiktyper. Det maksimale vægttab var 46 % (Svampen F942, *Pseudogymnoascus pannorum*) og 39 % (Svampen F737, *Thelebolus globosus*) efter 60 dage. De mest lovende mikroorganismer var to svampestammer af slægterne *Neodevriesia* og *Lachnellula*, som nedbrød alle de biologisk nedbrydelige plasttyper i undersøgelsen. Ingen af de undersøgte organismer var i stand til at nedbryde polyethylen (PE), selv efter 126 dages inkubation. Desværre udgør de plastiktyper, som de undersøgte mikroorganismer delvist var i stand til at nedbryde, kun en relativ lille del af de plastiktyper der anvendes på verdensplan.

Selvom resultaterne kan hjælpe med at forbedre mikrobiel nedbrydning af plastik, vil dette ikke umiddelbart løse verdens plastikproblemer. Som vist i figur 68, side 61, er der stadig få forskningsresultater der tyder på



at de meget anvendte plastiktper kan nedbrydes vha. mikrobielle enzymer.

Forskerne håber dog i første omgang på at isolere de mikrobielle enzymer, der er ansvarlige for plastik-nedbrydningen og dernæst at udvikle metoder til at fremskynde nedbrydningsprocesserne i fremtiden.

1. Giv forslag til hvorfor det relevant at undersøge om der i naturen findes mikroorganismer med evne til at nedbryde plastik ved lave temperaturer?
2. Skitsér et eksperiment der, som i den omtalte undersøgelse, kan teste forekomsten af naturligt forekommende bakterier i kolde arktiske og alpine miljøer.
3. Beskriv resultaterne i figur 1 og begrund hvorfor nogle af de undersøgte stammers navne har et "?" i stedet for et artsnavn.

I den omtalte undersøgelse blev det procentvise vægttab for de undersøgte plastiktper anvendt som et mål for mikrobiel nedbrydning.

4. Skitsér et eksperiment hvor denne metode anvendes.

De undersøgte bakterie- og svampestammer blev taksonomisk klassificeret vha. PCR og udvalgte DNA-sekvenser (16S rRNA i bakterie-stammerne og en såkaldt ITS-region (internal transcribed spacer) i svampe-stammerne) blev sekventeret.

Til PCR-eksperimenterne med bakteriestammer blev der anvendt to primere:

27F (5'-AGAGTTTGATCMTGCTCAG-3') og 907R (5'-CCGTC AATTCCTTTRAGTTT-3').

Til svampe-stammerne blev der anvendt to andre primere:

ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') og ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3').

PCR-produkterne fra hver stamme blev oprenset og DNA-sekventeret. Stammernes DNA-sekvenser blev derefter sammenlignet med en nukleotiddatabase hos det amerikanske National Center for Biotechnology Information (NCBI) for at identificere de nærmeste beslægtede arter.

5. Giv vha. figur 1 forslag til hvorfor det for hver enkelt af de undersøgte mikroorganismer er relevant at identificere de nærmeste beslægtede arter.
6. Forklar vha. figur 66 side 59, princippet i PCR-metoden.
7. Begrund hvorfor PCR-metoden er relevant i forbindelse med den omtalte undersøgelse af mikroorganismer.
8. Brug figur 63 side 56, til at forklare princippet i DNA-sekventering vha. nanopore-teknikken.
9. Forklar, evt. vha. figur 65 side 58, hvorfor det er nødvendigt at anvende to forskellige primere i forbindelse med PCR-metoden.

Kilde:

Rüthi J, et al. *Discovery of plastic-degrading microbial strains isolated from the Alpine and arctic terrestrial plastisphere*. Front Microbiol. 2023;14:1178474.