

***natur
videnskabs
festival**

Jagten på de gode bakterier

Resultatrapport for
Masseeksperiment 2018



Indhold

Side 5
Kære lærere og elever

Side 6
Hovedkonklusioner

Side 8
Masseeksperiment og skolerne

Side 10
Masseeksperimentet som en del af undervisningen

Side 14
Interview med forskeren

Side 16
Prøvernes vej fra elever til forskere

Side 20
Resultater

Kolofon

Forfattere
Preben Nielsen, ph.d., Novozymes
Lene Christensen, cand. scient, Astra
Christoffer Muusmann, Astra

Redaktion: Laura Ørsted-Jordy og
Isa Seiling Reichel-Christensen, Astra


Layout: Karin Skovrød, Astra
Signe Lilja, Astra

Foto: Sanne Vils Axelsen, Christoffer Muusmann og
Novozymes

Udgiver: Astra
Mærsk Mc-Kinney Møller Videncenter
Akademigrunden 18
4180 Sorø
E: astra@astra.dk
T: +45 2427 0024
W: naturvidenskabsfestival.dk
W: astra.dk

Støttet af:

INDUSTRIENS
FOND ERHVERVET
KONKURRENCEVANE

novozymes 

astra*





Kære lærere og elever

Helt ny viden

Tak, fordi I har været med til at indsamle mælkesyrebakterier på planter i hele Danmark. Hver eneste af jeres indsamlinger har været vigtige for at skabe ny viden om mælkesyrebakterier i Danmark.

Takket været jeres indsamling, har Novozymes fået helt ny viden om mælkesyrebakteriers udbredelse i Danmark og hvilke planter man finder dem på, ligesom forskerne har fået udvidet de stammesamlinger, der allerede findes - og fundet helt nye arter af mælkesyrebakterier, der ikke tidligere er beskrevet.

Vi håber, at eleverne med årets eksperiment er blevet klogere på bakterier og mikrobiologi, at eleverne har fået viden om, at der også findes gode bakterier, og at eleverne har fået prøvet kræfter med, samt indsigt i, naturvidenskabelig arbejdsmetode.

Verdens største

Masseeksperimentet har kun kunnet lade sig gøre, fordi så mange lærere og elever har været med til at udføre eksperimentet. I alt var 32.397 elever tilmeldt, og det gør Masseeksperiment 2018 til verdens største eksperiment med fokus på udbredelsen og forekomsten af mælkesyrebakterier. Forskerne fra Novozymes har arbejdet intenst på at analysere de data, indsamlingerne har givet. I kan se forskernes resultater på de kommende sider. Her kan I finde resultaterne for hele landet, men I kan også dykke ned i jeres skoles område – hvordan ser det ud der?

Vi håber, at I kan bruge resultaterne til at tale videre om, hvad gode mælkesyrebakterier er og hvilken betydning de har for jeres sundhed.

Endnu engang tak for jeres deltagelse og god læselyst!

Lene Christensen, projektleder for Masseeksperiment 2018

Preben Nielsen, ph.d., Novozymes

Hovedkonklusioner

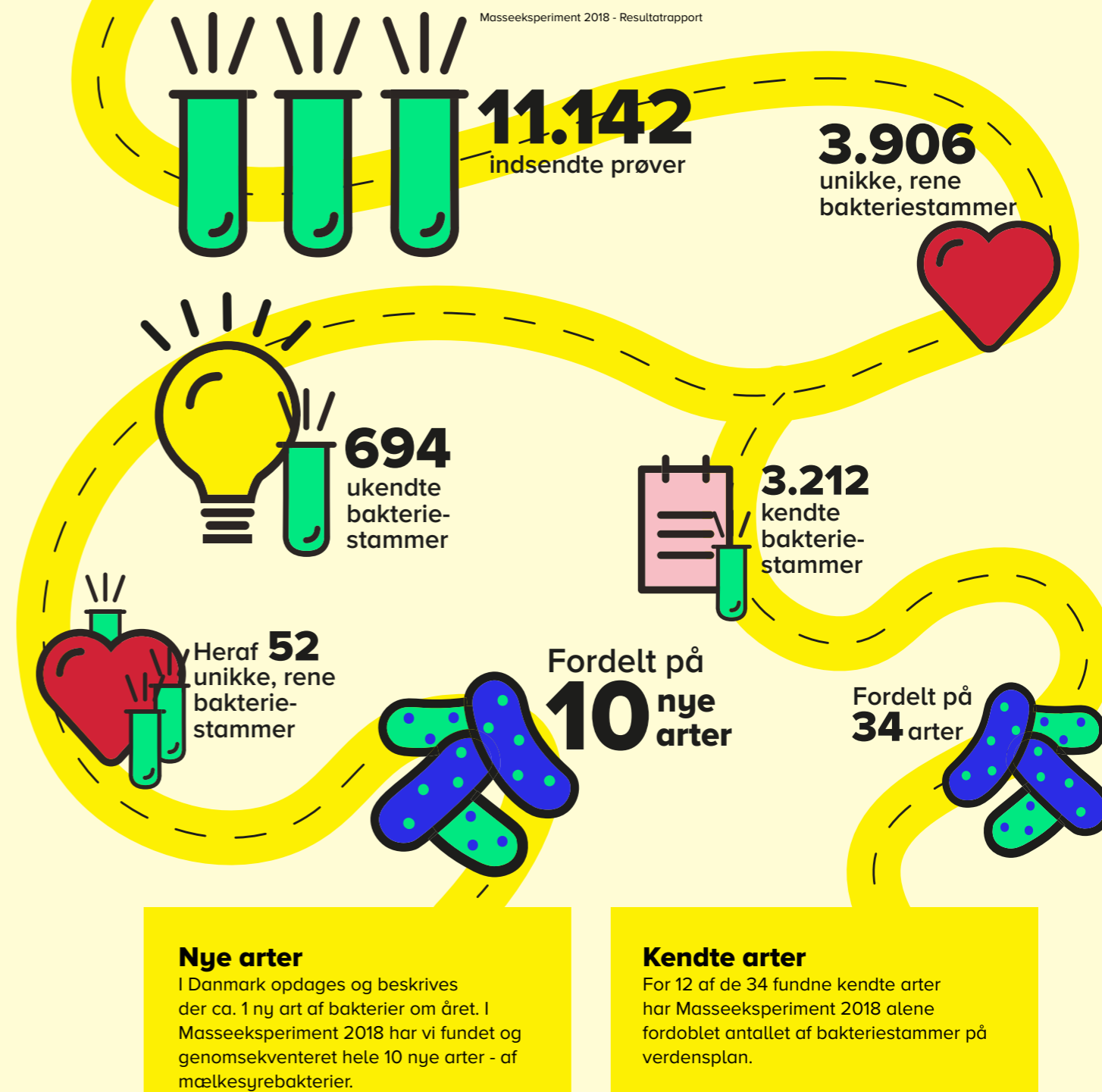
Danmark er fuld af nyopdagede, gode bakterier

“Jagten på de gode bakterier” – sådan lød overskriften for årets Masseeksperiment. Her var tusindvis af elever med fryseposer under armene ude i naturen for at finde nye arter af mælkesyrebakterier. Netop den slags bakterier er på mange måder sunde og gode for mennesker og dyr, og de kan findes på stort set alle slags planter og træer omkring os.

En succesfuld jagt

Hvad kom der så ud af jagten? Overraskende meget! I skrivende stund er der identificeret ti nye arter inden for fire forskellige slægter af mælkesyrebakterier. Flere hundrede prøver, der virker lovende, er endnu ikke dna-sekventeret, og kan således vise sig at bidrage med endnu flere nye bakteriearter. De nye arter kan efter en detaljeret taksonomisk beskrivelse navngives. Navnene kan afspejle særlige kendetegn ved bakterien, eller det sted i Danmark, hvor eleverne har fundet dem. Der findes omtrent 22.000 beskrevne bakteriearter, og de nye af slagsen bliver således tilføjet dette mikroskopiske rige af organisk liv

Inden for de eksisterende bakteriearter er der også lavet omfattende fund. For mindst 12 kendte arter af mælkesyrebakterier har Masseeksperimentet bidraget med en fordobling af stammeantallet i forhold til hvad der er beskrevet videnskabeligt hidtil. For en enkelt bakterie, *Lactobacillus plantarum*, der er repræsenteret af 313 offentligt beskrevne stammer i hele verden, er der i Masseeksperimentet fundet 399 nye unikke stammer. Denne bakterie er en af de mest velstuderede mælkesyrebakterier i verden. Den har talrige anvendelser og bruges for eksempel som kosttilskud til mennesker, til fremstillingen af foder og ved fermentering af fødevarer (fx surdej).



Grundforskning i bakteriers udbredelse

Hvad der præcis skal ske med de nye bakteriearter eller de nye stammer af allerede kendte arter er endnu uvist. I første omgang vil nærmere undersøgelser gøre os klogere på, om man har fundet bakterier, der kan hjælpe med så forskellige ting som sygdomsforebyggelse, bedre fødevarer eller måske som fodertilsætning med forbedret dyrevelfærd og miljø til følge. På den måde kan man sige, at de mange tusinde deltagende elever har medvir-

ket i et kæmpe grundforskningsprojekt, hvor det har været den naturvidenskabelige nysgerrighed og undren, der har været i centrum.

De mange forskere, laboranter og andre tilknyttede hos Novozymes, der har stået for behandlingen af de mange tusinde prøver, har været enormt positivt overraskede over de fund, som eleverne har gjort. Mere end 70 medarbejdere fra Novozymes har undervejs deltaget i arbejdet. Novozymes arbejder i øjeblikket på at præsentere data for lærere og elever på den nyoprettede side bacteriadanica.dk.

Masseeksperiment & skolerne

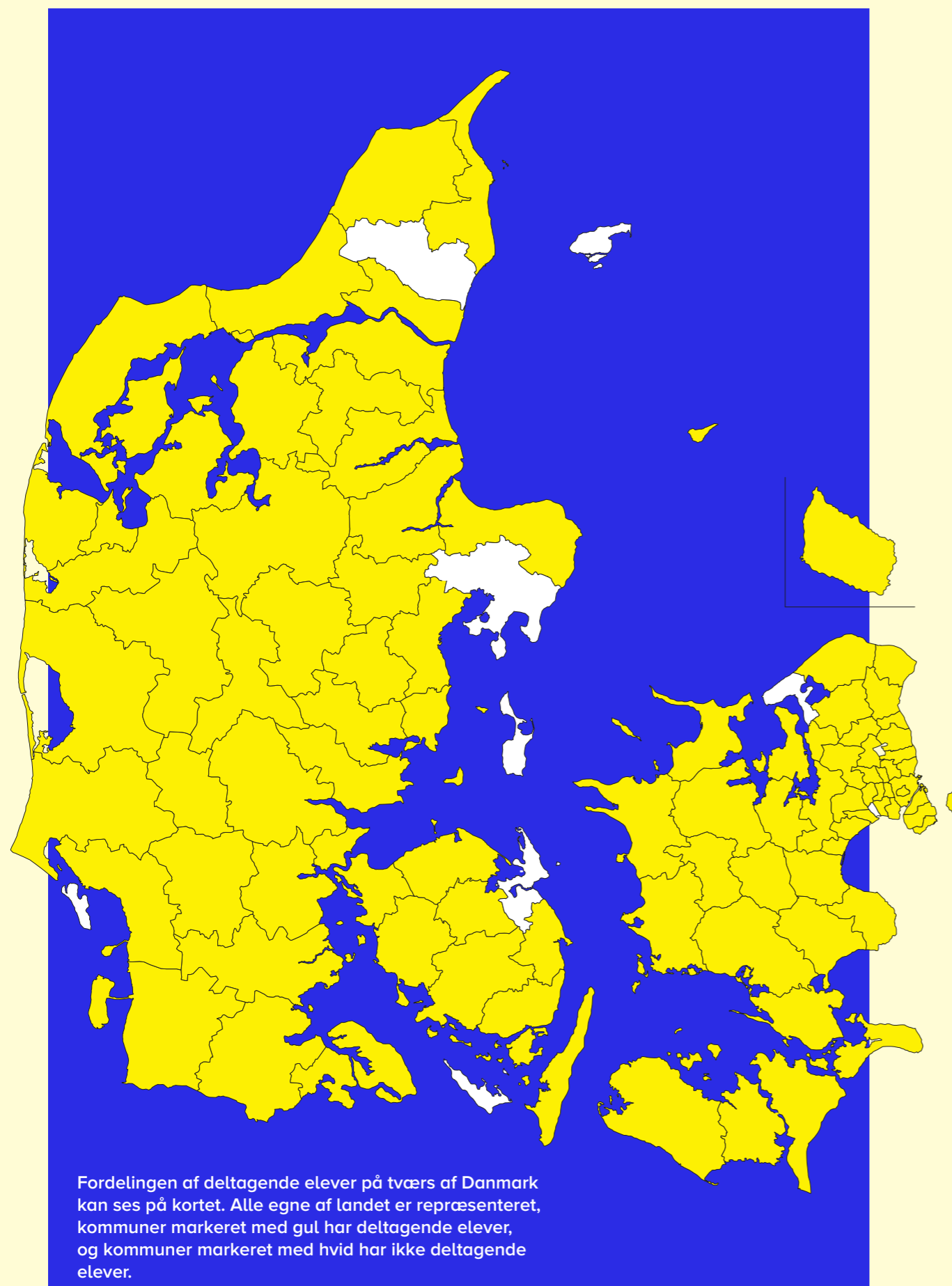
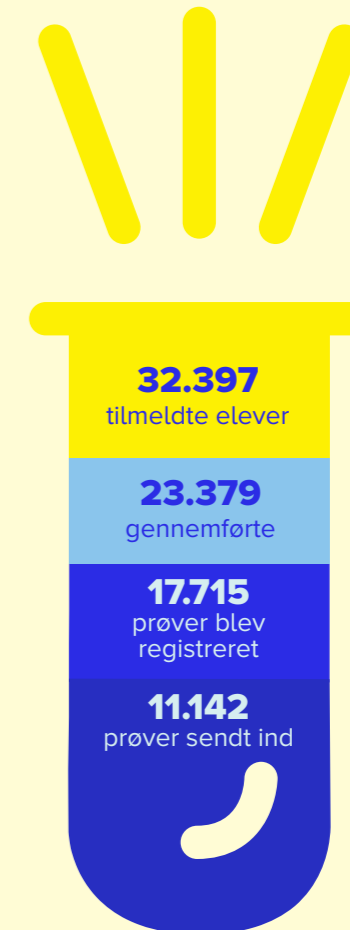
Skoler på tværs af hele landet har deltaget i årets masseeksperiment og næsten alle kommuner er repræsenteret.

Formålet med Masseeksperimentet 2018 var at involvere danske skoleelever i et naturvidenskabeligt baseret eksperiment, hvor eleverne skulle deltage i den praktiske del af eksperimentet og samtidig skulle lære om de gode og sunde bakterier. Eksperimentets mål var at beskrive mangfoldigheden af mælkesyreproducerende bakterier, der forekommer naturligt på planter i Danmarks natur. Denne diversitet kan opdeles i to grupper:

- De allerede kendte bakteriearter.
- Hidtil ukendte bakteriearter.

Et undermål for Masseeksperimentet var at finde allerede kendte arter, for at kunne forøge eksisterende bakteriestammesamlinger, samt finde helt nye arter af mælkesyreproducerende bakterier.

Masseeksperiment 2018 blev gennemført i ugerne 38-41 på skoler og ungdomsuddannelser i hele Danmark. 32.397 elever var tilmeldt Masseeksperimentet, og 23.379 gennemførte eksperimentet, herunder indsamlede planterprøver og analyserede dem for eventuel forekomst af mælkesyrebakterier. 17.715 prøver blev registreret hos Astra, og 11.142 prøver blev fremsendt til Novozymes.





Masseeksperimentet som en del af undervisningen

“Det er en fed måde at fordybe sig på”

Tre 9. klasses elever fra Helsingør er enige om, at årets Masseeksperiment var en sjov, virkelighedsnær og lærerig oplevelse, som man ellers sjældent har tid til.



Interview med Amanda, Maria og Arthur,
9. klasse (9S3) på Skolen
ved Rønnebær Allé.

“Det er en fed måde at fordybe sig på”

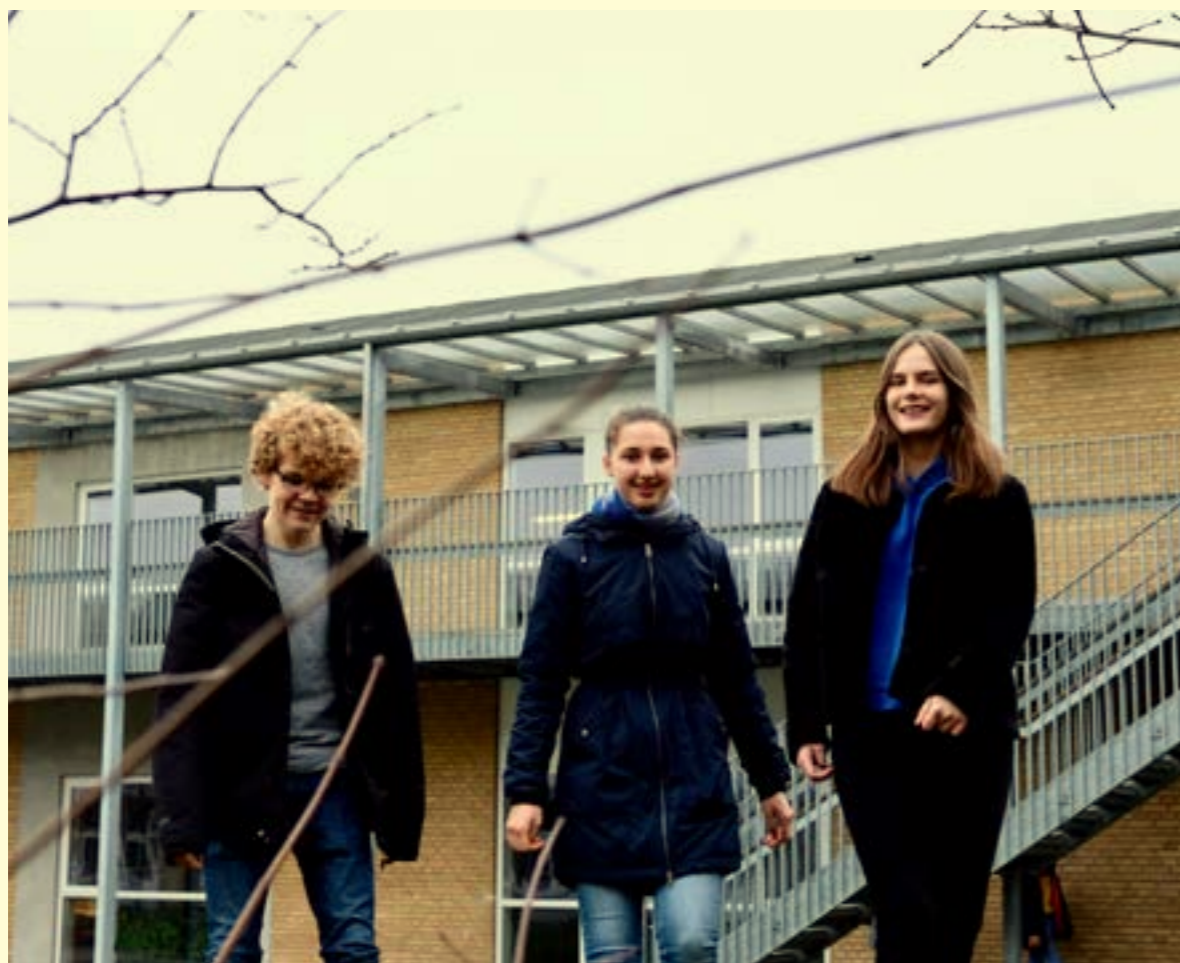
Amanda, Arthur og Maria nikker samtykkende. Ja, at få lov til at bruge næsten en hel uge på en jagt på mælkesyrebakterier er ganske specielt. Og det var heldigvis et rigtigt sjovt og tilfredsstillende forløb, der har gjort dem klogere på mikrobiologi. For at arbejde

med mikrobiologi på den måde, som årets Masseeksperimentet lagde op til, var tilpas udfordrende – også for en flok dygtige 9. klasseelever, der er vant til at arbejde med science:

“Det var nemt at forstå, hvad vi skulle gøre, men egentligt svært at mestre, når først vi var udendørs. Der var mange ting at holde styr på”, forklarer Amanda. “Man havde klart fornemmelsen af at være med i et rigtigt eksperiment. Vi skulle følge en protokol, og prøverne skulle håndteres på den helt rigtige måde.”

Bakteriejagt i skolens baghave

Årets Masseeksperiment med fokus på mikrobiologi, der skulle undersøges nærmere af laboranter og forskere, gav eleverne gevaldigt med blod på tanden:



Arthur, Maria og Amanda jagtede bakterier i en hel uge – og det var sjovt, er de enige om.

“Vi undersøgte alle mulige forskellige organiske gevækster for at finde egnede mælkesyrebakterier – bark, bær, blade og kviste, blandt andet. Det er lidt vildt, at man kunne finde de her bakterier lige uden for klasselokalet,” siger Maria.

De tre elever kommer fra Skolen ved Rønnebær Allé i Helsingør, der har en del natur rundt om sig. Men eleverne opdagede undervejs, at de nærmest blot behøvede at træde ud af døren for at kunne finde masser af egnede bakterier. Det gjaldt dog om at holde tungen lige i munden, når man skulle indfange de små fremmedartede mikroorganismer:

“Selv om vi var opdelt i flere grupper, var vi gode til at hjælpe hinanden eller blot give mulighed for at kigge over skulderen for at se, hvordan man præcist skulle gøre,” fortæller Amanda.

En hel uge med eksperimenter

I år deltog et pænt antal elever. Både skolens tre 9. klasser, der tilhører skolens science-linje, samt elever på andre klassetrin. De mange elever fik mulighed for at fordybe sig på en måde, som der ellers sjældent er mulighed for:

“Vi gennemførte faktisk Masseeksperimentet to gange. Først i starten af ugen, og dernæst gjorde vi det hele en gang til fra onsdag til fredag. Det var ret fedt at få lov til at kunne gøre det meget bedre anden gang – nu kendte vi til alle de ting, der kunne gå galt fra første gang, vi lavede eksperimentet,” forklarer Arthur

De oplevelser og den læring, som eleverne tog med fra ugen med Masseeksperimentet brugte de direkte den efterfølgende uge under skolens Naturvidenskabsfestival. Her formidlede eleverne deres arbejde til de yngre elever, ligesom de selv arbejdede videre med andre emner inden for mikrobiologien, eksempelvis resistente bakterier på svampe og cyanobakterier – også kendt som blågrønalg.

“Alt det vi lærte i ugen med Masseeksperimentet gjorde, at vi kunne være innovative under festivalen, hvor vi arbejdede videre med bakterier. Vi lavede flere undersøgelser og kunne fortælle om det på en spændende måde til de andre elever på skolen,” siger Amanda.

Inddrag Masseeksperimentet i den daglige undervisning



Den naturvidenskabelige arbejds metode er central i undervisningen i naturfag og naturvidenskab. Arbejdet med den naturvidenskabelige arbejds metode opbygger de kompetenceområder, eleverne skal bruge, både ved den nye fælles prøve i naturfagene og videre i deres uddannelsesforløb, ex. på gymnasiet.

Undersøgelser viser desuden, at arbejdet med den naturvidenskabelige arbejds metode kan understøtte elevernes nysgerrighed, læring, engagement og medbestemmelse.

Masseeksperiment er et forskningsmæssigt projekt, hvor hypotese og eksperimentdesign er fastlagt af forskerne, og Masseeksperiment er derfor i sagens natur et klassisk, struktureret eksperiment. Den naturvidenskabelige arbejds metode er dog i centrum, når eleverne arbejder med indsamling af materialer, observerer og registrerer, analyserer eller benytter andre undersøgelsesmetoder i forbindelse med selve eksperimentet.

Det er derfor en oplagt mulighed at lade undervisningen tage udgangspunkt i det undersøgende arbejde, når I selv arbejder med den problematik Masseeksperimentet omhandler. I kan fx lade selve Masseeksperimentet være en del af et undervisningsforløb om mikrobiologi.

En begejstret bakteriejæger



Både mennesker og dyr kan på sigt få gavn af det arbejde, som tusindvis af elever gennemførte under årets Masseeksperiment, siger forsker fra Novozymes.

“Perspektiverne i det her er rigtig spændende!” Forsker Preben Nielsen ser mere end tilfreds ud. Han har stået i spidsen for arbejdet med de tusindvis af elev-prøver, som er blevet analyseret i Novozymes laboratorier i Bagsværd lidt uden for København.

Han forklarer, at de bakterier eleverne har indsamlet og analyseret på sigt kan blive grundstenen i nye produkter baseret på naturens egne ingredienser. Det kan eksempelvis være mere naturlig fodertilsætning til dyr, nye måder at forlænge brøds holdbarhed på eller måske endda en effektiv behandling af maveonde. De indsamlede mælkesyrebakterier er med andre ord nogle alsidige organismer.

Men ser man bort fra de langsigtede perspektiver, er den erfarne bakteriejæger mest af alt

blevet positivt overrasket over engagementet blandt elever i hele landet.

“Jeg er imponeret over hvor mange, der har kastet sig over årets eksperiment. Det har været en skøn overraskelse, at så mange skoleklasser og lærere har arbejdet med et felt, der måske ved første øjekast kan virke lidt svært og langt fra hverdagen.”

Flere hundrede ukendte bakterier

Hos Novozymes arbejder man traditionelt set med enzymer og mikroorganismer til industriel anvendelse. Det er eksempelvis virksomhedens enzymer, der får alverdens former for vaskepulver til at være effektivt. Men man arbejder også med andre former for enzymer, der bruges



i fødevarer og dyrefoder, og det er især her, at Preben Nielsen ser mulighed med mælkesyrebakterierne, som eleverne har fundet på alle typer af planter i den danske natur.

“Jeg havde måske håbet på, at vi kunne finde enkelte nye bakterier, som vi kunne arbejde videre med. Men faktum er, at vi har fået omtrent 700 prøver, der indeholder nogle bakterier, vi ikke umiddelbart kender i vores database.”

Han fastslår med et smil: “Det overgår mine vildeste forventninger!”. Data fra genomsekventering sammenlignes med kendte bakteriers genomsekvenser fra en stor amerikansk database. Det vil vise, om eleverne reelt har fundet nye og hidtil ubeskrevne bakteriearter.

Eleverne på verdenskortet

Hvis det er tilfældet, skal der foretages mere videnskabeligt arbejde:

“I så fald skal vi have lavet en artsbeskrivelse og indgående kunne redegøre for de enkelte nye bakterier. Hvad lever de af? Hvilke enzymer producerer bakterierne? Hvem er de beslægtet med? Det er, hvad vi i biologien kalder for en taksonomisk beskrivelse”.

Til sidst venter en af de mere muntre opgaver. Nemlig at finde på navne til den nye bakterier. Og her har Preben Nielsen en klar melding:

“Jeg håber, at vi kan gøre noget for at sætte eleverne på bakterieforskningens verdenskort med et navn, der relaterer sig til det sted – måske endda den skole - i Danmark, hvor man har fundet den nyopdagede mikroorganisme.”

Et stort stykke arbejde

Omtrent 24.500 elever har deltaget i årets Masseeksperiment, og det har medført et rekordstort datamateriale, som Preben Nielsen og hans forskerkolleger har arbejdet med. Mens forskeren viser rundt i Novozymes laboratorier, hvor der summer af aktivitet, kan han berette at omtrent 70 laboranter og forskere har holdt styr på de mange tusindvis af prøver. Derudover kommer de mange forskere og andre folk, der gennem mange uger har været involveret i den store bakteriejagt.

“Det har været et stort og utrolig spændende projekt at have været en del af”, slutter Preben Nielsen.

Eleverne tester for mælkesyre bakterier på skolerne

Prøvernes vej fra elever til forskere

Elevernes indsamling af prøver har sikret en stor diversitet af bakteriearter. Én bakterie trives bedst i et surt miljø og vokser bedre på syreholdige bær, mens en anden trives, hvor der er koldt og mørkt under jorden – eksempelvis på kartofler.



Eleverne testede deres prøver for mælkesyre bakterier på to forskellige måder: Først i falconrør med mælk. Det gjorde de for at teste, om prøven indeholdt bakterier, som var i stand til at danne yoghurt. Derefter i Falconrør med MRS bouillon. MRS bouillon er brunt, klart og tyndtflydende, modsat tyknet mælk, og det er derfor lettere for forskerne på Novozymes at udtage bakterieprøver fra bouillon, end fra tyknet mælk.

Forskere på Novozymes undersøgte de positive prøver

På Novozymes modtog forskerne alle elevernes positive prøver til registrering og analyse af de fundne bakteriearter. I denne fase blev det fastslået, om bakteriearterne var kendte eller ukendte.



Prøvernes vej fra elever til forskere

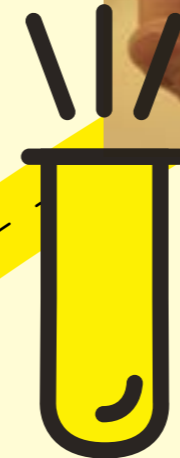


1. Vurdering

MRS-prøverne blev vurderet af en laborant. På basis af vurderingen blev prøver udvalgt til videre karakterisering. Eksempelvis blev prøver med jordrester kasseret.

2. Registrering

Prøverne blev registreret i en database med unikt prøvenummer, så forskerne kunne finde tilbage til indsamlingsstedet.



3. Overførsel

Indholdet fra falconrørene blev overført til mindre rør, og der blev lavet fortyndingsrækker af hver enkelt prøve. Prøverne bliver podet ud på store agarplader i flere fortyndinger.



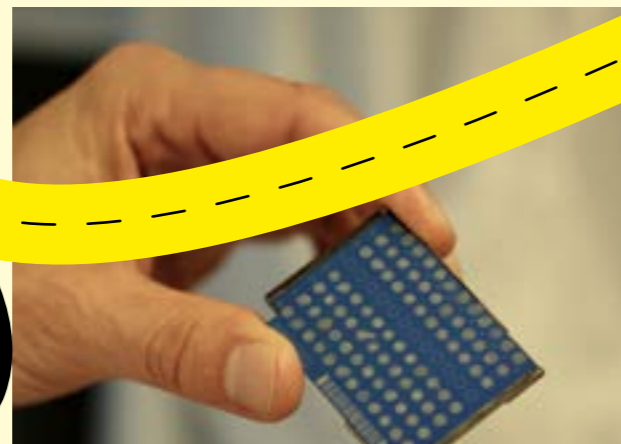
4. Renstrykning på podeplader

Tre bakteriekolonier fra hver prøve blev udvalgt, strøget og rencydret, så bakterierne kunne analyseres til bunds i deres reneste form, hvor de ikke var blandet med andre arter af bakteriearter.

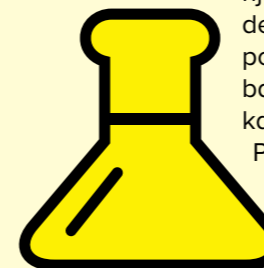


5. Analyse og identifikation

I MALDI-TOF (biotyper-maskinen) blev prøverne analyseret yderligere og identificeret som enten kendte eller ukendte bakterieslægter - og arter (se film om biotypermaskinen [her](#)).



18



6. Præserving

Samtidig med der blev opsamlet DNA fra bakterierne, blev en smule af hver stamme gemt. Ved hjælp af endnu en robot, blev der produceret små rør med portioner af hver af de isolerede bakteriestammer. Disse portioner kalder vi præservinger.

Præservingerne opbevares i en fryser ved -80°C i en blanding af MRS-bouillon og glycerol.

7. DNA-sekventering

Der findes mange forskellige stammer inden for en enkelt bakterieart. Der skal derfor yderligere analysearbejde til, inden man præcis ved, hvilken bakterie der er fundet. Denne analyse kaldes DNA-sekventering. DNA-sekventering foregår ved, at man oprenser DNA fra en ren kultur af den bakterie, man gerne vil identificere. Denne oprensning foregår ved, at man nedbryder bakteriecellernes membraner, hvorved DNA'et bliver frigjort.

Hver eneste bakteriestammes DNA udgør et unikt genom, en samling af gener, som bruges til at identificere bakterien. Informationen om bakteriestammens gener fortæller noget om, hvad bakterien kan, som andre bakterier ikke kan. Ex. om der er fundet nogle stammer, der er særligt gode til at lave yoghurt, ost eller et potentielt kosttilskud.



19

Masse-eksperiment 2018 i tal



Identifikation af bakterier ved Massespektroskopi (MALDI-TOF-identifikation) er en meget hurtig metode til artsidentifikation af bakterier.

MALDI-TOF-identifikationen bliver brugt til at udvælge mælkesyreproducerende bakterier, samt til at fravælge dem, der ikke er interessante. Det kan ex. være gengangere, det vil sige, at den samme bakterie optræder flere gange i den samme prøve. Det kan dog også være, at

bakterierne ikke tilhører den definerede gruppe af 'gode mælkesyreproducerende bakterier'. På den måde blev antallet af isolerede bakteriestammer reduceret fra 11.770 til 3.906 stammer.

Isolation af bakterier til bakteriestammer

Bakterier lever typisk sammen med mange andre bakterier, og ofte sammen med andre levende organismer, fx planter, dyr eller svampe. Ved isolation af bakterier forstås gentagne dyrkninger af bakteriekulturer på agarplader, der til sidst fører til en kultur bestående af genetisk identiske bakterier, et såkaldt isolat eller en bakteriestamme. Rene bakteriestammer er udgangspunktet for alt klassisk mikrobiologisk arbejde. Med udgangspunkt i en ren bakteriestamme, laves der uddybende analyser og beskrivelser af stammen, herunder kortlægning af bakteriens arvmasse – en genomsekvensering.

De kendte bakterier

Af det samlede antal isolerede bakteriestammer tilhører 3.212 allerede kendte arter. De tilhører 34 forskellige arter og 7 forskellige slægter af mælkesyreproducerende bakterier. Slægterne er *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Weissella*, *Streptococcus* og *Enterococcus*.

For disse arters vedkommende kan vi bruge resultaterne til at sige noget om hyppigheden af forekomsten og udbredelsen af disse bakterier. Desuden kan yderligere forskning i disse bakterier med tiden give os en bedre forståelse af, hvordan mangfoldigheden er inden for de enkelte arter af mælkesyrebakterier.

Fundene af de allerede kendte bakterier giver en god fornemmelse af, hvor praksisnært Masseeksperiment 2018 har været. Næsten samtlige stammer på listen tilhører arter, der benyttes i fødevarerindustrien, i landbruget eller som kosttilskud. Alle disse stammer findes lige rundt omkring os i naturen.

Mange bakteriestammer kan man købe sig til fra offentlige stammesamlinger. I Masseeksperimentet har vi fx fundet mælkesyrebakterien *Lactobacillus plantarum*, en af verdens hyppigst anvendte arter med det bredeste anvendelsespotentiale. Tre af de største udbydere af *Lactobacillus*-stammer har henholdsvis 19, 63 og 45 stammer af *Lactobacillus plantarum* på lager. Databasen hos det Nationale Center for Bioteknologi Information i USA råder over 313 genomsekvenser for *Lactobacillus plantarum*. Masseeksperimentet har leveret 399 stammer af *Lactobacillus plantarum*, hvoraf 245 er genomsekventerede. Dermed er data fra årets eksperiment godt på vej til at give en mere omfangsrig beskrivelse af *Lactobacillus plantarum*, end der indtil dato har været lavet på verdensplan.

Det samme gør sig gældende med i alt fald de 12 hyppigst forekommende arter i Masseeksperimentet 2018, se tabel på næste side.

Identificering af bakterier

Der findes adskillige måder til at fastslå identiteten af bakterier. I Masseeksperimentet blev der benyttet to forskellige metoder, hhv. massespektroskopi og DNA-identitet.

Massespektroskopi

En analysemetode hvor der laves en fysisk kemisk karakterisering af bakteriens proteinsammensætning og sammenlignes med proteinsammensætningen i allerede kendte bakterier. Det lyder indviklet, men i praksis er det relativt simpelt og meget hurtigt (se mere om massespektroskopi i denne film: naturvidenskabsfestival.dk/masseeksperiment/ValgfrieAktiviteter)

Metoden er brugbar, så længe der er tale om tæt beslægtede bakterier i databasen, men metoden har en begrænsning, når det kommer til identifikation af nye og ukendte bakterier.

DNA-identitet

I Masseeksperimentet blev der udført en delvis genomsekventering på bakteriestammerne. For tiden er det den mest effektive måde at lave en tilbundsgående karakterisering af en bakteriestamme. Med en delvis genomsekvens af en bakterie åbner der sig et utal af muligheder for at lave identifikation. En traditionel måde er en analyse af 16S ribosomal rRNA gensekvensen. Denne analyse giver altid en præcis placering af en bakteriestamme i det fylogenetiske 'livets træ'. Når det kommer til artsniveau, kan der bruges hele genomsekvensen og analysere for den gennemsnitlige DNA-identitet (på engelsk kaldet Average Nucleotide Index, ANI). Med denne metode kan det fastslås, hvilken bakterieart den sekventerede bakterie tilhører.

Art	Antal stammer
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	504
<i>Lactobacillus sakei</i>	494
<i>Lactobacillus plantarum</i>	399
<i>Lactococcus lactis</i>	396
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	351
<i>Enterococcus faecium</i>	195
<i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i>	160
<i>Weissella confusa</i>	153
<i>Lactobacillus brevis</i>	116
<i>Leuconostoc citreum</i>	111
<i>Lactobacillus curvatus</i>	99
<i>Lactobacillus paracasei</i>	50
<i>Weissella viridescens</i>	44
<i>Weissella hellenica</i>	26
<i>Lactobacillus fermentum</i>	19
<i>Leuconostoc lactis</i>	15
<i>Pediococcus acidilactici</i>	15
<i>Lactobacillus reuteri</i>	14
<i>Lactobacillus homohiochii</i>	7
<i>Weissella minor</i>	7
<i>Lactobacillus coryniformis</i>	6
<i>Lactobacillus johnsonii</i>	6
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	5
<i>Lactobacillus murinus</i>	4
<i>Lactobacillus paraplantarum</i>	4
<i>Lactobacillus pentosus</i>	4
<i>Lactobacillus fructivorans</i>	2
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1
<i>Lactobacillus concavus</i>	1
<i>Lactobacillus graminis</i>	1
<i>Lactobacillus parabuchneri</i>	1
<i>Lactobacillus salivarius</i>	1
<i>Streptococcus salivarius</i>	1
I alt	3212

Tabel 1

Oversigt over fundne allerede kendte arter af mælkesyrebakterier. For hver art er oplyst hvor mange rene stammer der er isoleret fra hver art. Der er fundet i alt 34 kendte arter af mælkesyrebakterier, hvor det er lykkedes at producere rene stammer. Herunder er der, for 12 af arterne, isoleret så mange rene stammer, at Masseeksperimentet alene, for disse 12 arter, fordobler antallet af rene stammer på verdensplan.



Lactobacillus plantarum

Lactobacillus plantarum er en af de mest velkarakteriserede arter inden for slægten *Lactobacillus*. Det er den fordi *Lactobacillus plantarum* har talrige praktiske/tekniske anvendelser. Den anvendes som probiotica til mennesker, blandt andet i forskellige surmælksprodukter, hvor man benytter sig af bakteriens evne til at forebygge infektioner. Derudover anvendes den i talrige fødevarerprodukter blandt andet kimchii, sauerkraut, surdej og oliven-fermentering. Den anvendes tillige i landbruget som starterkultur til ensilage. Alle disse anvendelser gør at *Lactobacillus plantarum* er blandt de allermest velstuderede stammer inden for *Lactobacillus* slægten.

Nyopdagede bakterier

694 stammer kunne ikke umiddelbart genkendes. Mange af dem viste sig på basis af genomsekvensen at tilhøre allerede kendte bakteriearter. Disse stammer kan vi bruge til at forbedre MALDI-TOF databasen, så vi fremover kan identificere endnu flere bakterier.

I Masseeksperimentet er der dukket stammer op, der ser ud til at være helt nye arter, som ingen tidligere har beskrevet. Der er indtil videre fundet 52 helt nye forskellige bakteriestammer, der tilhører 10 nye arter inden for 4 forskellige slægter af mælkesyreproducerende bakterier. Netop denne gruppe er ekstra interessant. Mere tilbunds gående undersøgelser skal beskrive deres vækstfysiologi, (ved hvilke temperaturer og pH værdier de kan gro), deres biokemi (hvilke substrater de kan gro på), deres fylogenetik (hvem de er mest genetisk beslægtede med). Og i sidste ende skal de navngives.

Så hvem ved, om vi om et år taler om *Lactobacillus danicus* (fordi stammen findes forskellige steder i Danmark), måske en *Leuconostoc gefion* (med en dobbelt hentydning dels til den Nordiske gud, og dels fordi stammen var fundet blandt andet i prøver indsamlet af elever fra Gefion Gymnasium) eller måske en *Weissella kalundborgensis* (En stamme vi fandt i prøver indsamlet omkring Kalundborg).

Tre eksempler på bakterier der er helt nye arter, som ikke er registrerede i dag, men som vi i løbet af det næste år vil forsøge at karakterisere.



Bakteriel taksonomi

Bakteriestammer navngives ligesom planter og dyr med latinske navne. En bakteries navn består af to navne, et slægtsnavn og et artsnavn. Slægtsnavne skrives altid først og starter altid med et stort bogstav. Artsnavnet skrives sidst og starter med småt. Der findes ca. 22.000 gyldigt beskrevne bakteriearter, opgjort i oktober 2018.

Beskrivelse af nye bakteriearter

Definitionen af en bakterieart tager udgangspunkt i en såkaldt type-stamme. En type-stamme er en typisk repræsentant for bakteriearten. I praksis vil det altid være en af de første stammer, der findes. Der er ret faste regler for navngivning af bakterier. Et bakteri-enavn er derfor først gyldigt, når det er blevet vurderet af uvildige forskere, som beslutter, at det kvalificerer til at blive optaget på listerne over gyldigt beskrevne bakterier.

En række krav skal være opfyldt for, at en bakterie kan beskrives. Man skal for eksempel kunne dokumentere, at type-stammen er offentlig tilgængelig. Det vil sige, at alle der ønsker det, kan skaffe sig stammen fra en stammesamling.

I disse år beskrives der hele tiden nye bakterier, og det går hurtigt. Tidligere var Europæiske forskere ledende inden for beskrivelse af nye bakterier. I dag er det især kinesiske og koreanske forskere, der beskriver nye bakterier. Et af de områder der har tiltrukket sig opmærksomhed i denne forbindelse, er det humane mikrobiom, hvor man i de senere år har haft store gennembrud med at dyrke og isolere bakterier, man ellers tidligere har betragtet som 'ikke dyrkbare'.

Tabel 2

Fundne nye arter, 10 arter i alt repræsenteret af 52 unikke stammer.

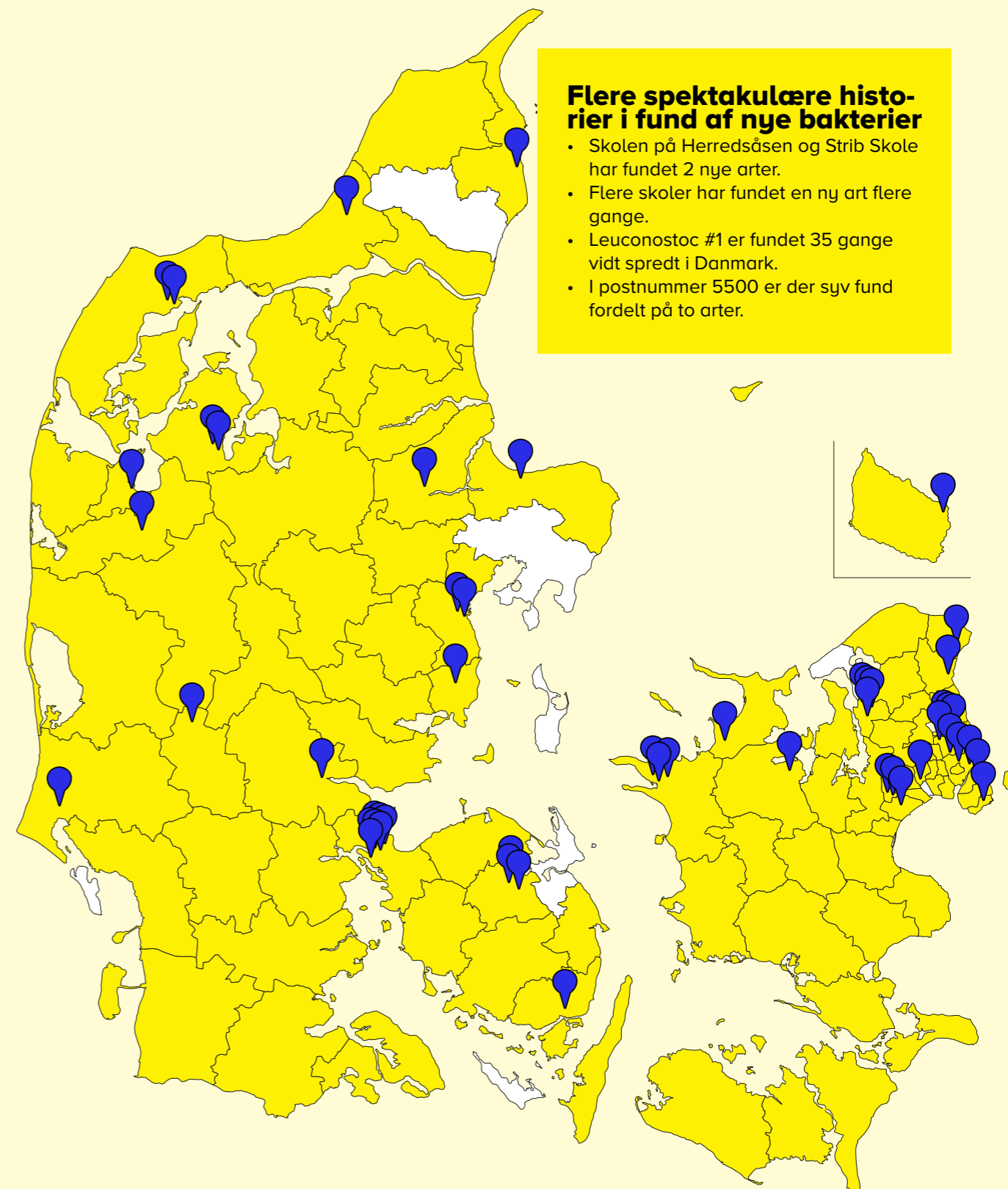
Arterne er nævnt ved slægtsnavn, og derefter et nummer (#3), da artsnavn endnu ikke er kendt.

Tabellen er inddelt i afsnit med tykke linjer. Inden for hver af de tykke linjer, er der tale om en nyfunden art.

I enkelte tilfælde har skolerne ikke oplyst plantekilde, der er noteret et #I/T.

Bakterie	Plantekilde	Postnr.	Uddannelsessted
<i>Lactobacillus sp. nov.</i>	blade	6840	Blåvandshuk Skole
<i>Lactobacillus sp. nov. # 3</i>	blade	5700	Nymarkskolen
<i>Lactobacillus sp. nov. # 3</i>	blade	5500	Strib Skole
<i>Lactobacillus sp. nov. # 3</i>	blade	5500	Strib Skole
<i>Lactobacillus sp. nov. # 3</i>	blomster	5500	Strib Skole
<i>Lactobacillus sp. nov. # 7</i>	blade	2300	Gerbrandskolen
<i>Lactobacillus sp. nov. # 7</i>	blade	7500	Nørre Boulevard Skolen
<i>Lactobacillus sp. nov. # 7</i>	blade	9300	Skoleområdet Syd, Sæbygård
<i>Lactobacillus sp. nov. # 8</i>	blade	7600	Struer Friskole
<i>Lactobacillus sp. nov. # 8</i>	#I/T	3740	Svaneke Friskole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	2880	Bagsværd Gymnasiums Grundskole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	græs	2830	Fuglsanggårdsskolen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	blomster	2830	Fuglsanggårdsskolen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	2830	Fuglsanggårdsskolen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	græs	1350	Gefion Gymnasium
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	bær	2620	Herstedlund Skole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	grene	1961	Jakobskolen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	8961	Langhøjskolen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	grene	5500	Lillebæltsskolen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	2990	Per Gyrum Skolen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	blade	5200	Provstegårdsskolen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	8300	Rathlouskolen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	7800	Resen Skole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	7800	Resen Skole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	blomster	7700	Sennels Skole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	bær	7700	Sennels Skole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	bær	3600	Sigerslevøster Privatskole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	3600	Sigerslevøster Privatskole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	3600	Sigerslevøster Privatskole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	blomster	9490	Skolecenter Jetsmark
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	blade	4400	Skolen på Herredsåsen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	3000	Skolen ved Rønnebær Allé
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	blomster	5270	Søhuskolen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	bær	5500	Strib Skole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	5500	Strib Skole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	frugt	5500	Strib Skole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	græs	5230	SDE, Odense Tekniske Gymnasium
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	rødder	2630	Torstorp Skole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	blade	4030	Tune Skole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	blade	4534	Vallekilde-Hørve Friskole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	7100	Vejle Midtbysskole
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	#I/T	8920	Vestervangsskolen
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	blade	8260	Viby Gymnasium
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	blade	8260	Viby Gymnasium
<i>Leuconostoc sp. nov. # 1</i>	bær	2791	St. Magleby Skole
<i>Leuconostoc sp. nov. #10</i>	#I/T	2700	Nørre Gymnasium
<i>Leuconostoc sp. nov. #12</i>	#I/T	3600	Sigerslevøster Privatskole
<i>Leuconostoc sp. nov. #12</i>	#I/T	4400	Skolen på Herredsåsen
<i>Pediococcus sp. nov.</i>	bær	4300	Holbæk By Skole, afdeling Bjergmark
<i>Weissella sp. nov.</i>	grene	4400	Tømmerup Skole
<i>Weissella sp. nov. # 6</i>	bær	2620	Herstedlund Skole
<i>Weissella sp. nov. # 6</i>	bær	7260	Sdr Omme Skole

Fund af nye bakteriestammer



Flere spektakulære historier i fund af nye bakterier

- Skolen på Herredsåsen og Strib Skole har fundet 2 nye arter.
- Flere skoler har fundet en ny art flere gange.
- *Leuconostoc #1* er fundet 35 gange vidt spredt i Danmark.
- I postnummer 5500 er der syv fund fordelt på to arter.

Gå på opdagelse i det interaktive Danmarkskort

Arbejd videre med resultaterne fra Masseeksperimentet 2018 i det interaktive Danmarkskort på www.bacteriadanica.dk.

På Danmarkskortet kan I se, hvor der er fundet mælkesyreproducerende bakterier. Kortet er forbundet med et fylogenetisk træ, der er et diagram, der viser slægtskabet mellem bakterier baseret på, hvor ens og forskellige deres arvemasse (DNA) er. I praksis betyder det, at hvis I zoomer ind på en bakterie, der er fundet i Odense, kan I på det fylogentiske træ se, at der er fundet tæt beslægtede bakterier i Hillerød eller på Bornholm.

I kan også bruge det interaktive Danmarkskort til at danne jer et overblik over udbredelsen af forskellige bakteriearter – hvilke arter er der fundet hvor i landet?

Endelig kan I finde oplysninger om, hvilken type plante bakterien er fundet på, og hvordan prøven har været behandlet og hvilke data, der er tastet ind af elever og lærere i forbindelse med prøveindsamlingen og prøvebehandlingen.

www.bacteriadanica.dk



Vi håber I vil deltage i Masseeksperiment 2019

Plastforurening i vand



Tilmelding åbner 1. april 2019 se www.naturvidenskabsfestival.dk/masseeksperiment

***natur
videnskabs
festival**

astra*

**udforsk*
undersøg*
eksperimentér***

**INDUSTRIENS
FOND**
STØTTER UDVALGTE
INDPÅRISNINGER

novozymes 