

↓ FRAMGÅNG MED TIGER
Rna från utdöda
djur kan återskapas

JONAS BARLIND:

”Öl är som att
experimentera
i kemilabb”



↓ SVENSK TEKNIK
Nu kan ännu mer
plast återvinnas

↓ DEN TYSTA PANDEMIN
Nya vapen i kampen
mot bakterierna

ALLKEMI

Finns det liv på

Mars?

Vissa av lavastenarna
i Jezerokratern
på Mars innehåller
organiska molekyler.

Mars är jordens näst närmaste planetära granne. Den kallas ofta för **den röda planeten** eftersom järnmineraller i jorden oxiderar och gör att ytan ser röd ut. **Svenska forskare** undersöker nu kemin på Mars. Målet är att ta reda på om det finns **förutsättningar för liv**.

TIDNINGEN FÖR BLIVANDE KEMISTER

ALLKEMI #1 - 2024

ALLKEMI #1—2024

Allkemi ges ut av IKEM – Innovations- och kemiindustrierna och bygges huvudsakligen på artiklar från Kemisk Tidskrift.

Upplaga: 20 000

VILL DU PRENUMERERA?

Som elev eller lärare kan du beställa en gratisprenumeration på: www.allkemi.nu

FRÅGOR OM DIN PRENUMERATION?

Industrilitteratur, 0150-133 30
susanne@lamanica.se

PRODUKTION

Vetenskapsmedia i Sverige AB
Redaktör: Anders Svensson
anders.svensson@vetenskapsmedia.se

Grafisk form: Anders Svensson
Korrektur: Helena Hammarberg Waern

SKRIBENTER

Marie Alpman, Siv Engelmark,
Per Westergård, Merve Yesilbas

POSTADRESS

IKEM – Innovations- och kemiindustrierna
Box 55915, 102 16 Stockholm

TRYCK

Pipeline Nordic, 2024

OMSLAG

Nasa/JPL-Caltech/ASU

»Kemister kallas de,

som förstå att utreda vad hvarje sak består utaf, och huru man af beståndsdelarne må kunna samman-sätta nya ämnen. Kunskapen härom kallas Kemi. Den störste kemisten war vår landsman Jacob Berzelius, som föddes 1779 i Wäfversunda i Östergötland och dog i Stockholm 1848.«

Ur N.J. Berlin, »Läsebok i Naturläran för Sveriges allmog«, 1852.

I detta nummer av Allkemi:

4.
I korthet
→ Så åt människor i Skandinavien för 10 000 år sedan

5.
Intervju
→ Jari Kinaret om arbetet med grafen

Jari Kinaret är professor i fysik på Chalmers.

Artfattig växtlighet verkar brytas ner snabbare.



6.
I korthet
→ Mindre biologisk mångfald minskar kolinlagringen

7.
I korthet
→ Forskare hittar nya detaljer om hur dna bildas



8.
Nytt försök att hitta liv på Mars
→ Svenska forskare studerar material från extrema miljöer

10.
Bättre sortering av plastavfall
→ Fler typer av plast kan sorteras och återvinnas

11.
Nobelpris till kvantprickar
→ Trio av pristagare satte färg på nanoteknik



Ulrika Håkansson arbetar med LKAB:s projekt Reemap där gruvavfall ska bli kritiska material.



Meticillin-resistent gul stafylokokk (MRSA), en variant av bakterien Staphylococcus aureus, kan orsaka svårbehandlade infektioner.



2023 års Nobelpris i kemi går till tre forskare som arbetat med kvantprickar.

12.
Ölets kemi i praktiken
→ För kemisten Jonas Barlind är öl en vetenskap

14.
Svampar kan rena industrins vatten
→ Toxiska ämnen i avloppsvatten kan minska

15.
Gruvavfall ska bli kritiska material
→ Ny process i centrum för LKAB:s industripark i Luleå

16.
Boten mot den tysta pandemin
→ Möt forskarna som utvecklar vapen mot resistenta bakterier

18.
Äntligen stopp för fluor i skidspåren
→ Nu har tekniken för att upptäcka fluor i skidvalla vässats

19.
Rna från utdöd tasmansk tiger
→ Ett steg närmare att återskapa utdöda djurarter



↓ FORNTIDA DIET

Det här åt vi på stenåldern

Rådjur, öring och hasselnötter hörde till det människor i Skandinavien åt för 10 000 år sedan. Det visar en studie utförd bland annat vid Stockholms universitet. Forskare har analyserat dna i tuggad kåda som hittades ihop med rester av stenverktyg i en utgrävning norr om Göteborg. Fynden är cirka 9 700 år gamla.



↓ STÖD TILL RWANDA

Sida stöttar vaccinstudier

Under coronapandemin uppdagades brister i många länders beredskap. I Afrika saknas såväl egen vaccintillverkning som distribution. Nu satsar EU-kommissionen på att öka kunskaperna om vacciner i Rwanda. Sverige får genom Sida i uppdrag att stötta uppbyggnaden av ett biotekniskt institut som ska forska om vacciner och utveckla kunskaper för att kunna tillverka dem.

3,4

procent av Sveriges bnp satsades under 2022 på forskning och utveckling. Det visar statistik från SCB. Sverige halkar ner till andra plats i Europa efter Belgien.

↓ FUKTIG LUFT

Växt på ytan vinnare i fototävling

Battle for the surface är namnet på bilden som kammade hem första pris i fototävlingen under konferensen Materials for tomorrow, som i november arrangerades av Chalmers i samarbete med

Svenska Kemisamfundet. Temat handlade om ytor.

Bilden är tagen med svepelektronmikroskop och har sedan färglagts. Bakom verket finns Ruben Tavano, som är doktorand i material- och beräkningsmekanik på Chalmers. Där arbetar han bland annat med strukturella batterier, som både lagrar energi och fungerar som bärande material – som i vanliga komposit – i en konstruktion. Den negativa elektroden i batteriet är en kolfiber.

Nu har Ruben Tavano låtit kolfiberelektroder – som har interkalerats med litiumjoner – ligga framme i fuktig luft. Då har det bildats en påväxt av litiumoxidendritter på ytan.

– På bilden tog dendriterna en form som påminde mig om två insekter som slåss om kontroll över kolfiberytan, säger han. ◊



Dendriterna fick en form som påminner om två insekter som slåss.

”Kompositer som kan rena vatten eller luft”

2013 drog EU:s jätteprojekt om supermaterialet grafen – bara ett lager kolatomer tjockt, starkt, lätt, böjligt och ledande – igång. Målen var att satsningen skulle ge nya tillämpningar, företag och jobb. Projektet har letts av fysikprofessor Jari Kinaret på Chalmers. Har ni lyckats nå målen?

– Ja. Det har vi nog. I den senaste sammanställningen kunde vi räkna in 106 kommersiella produkter, 83 beviljade patent och 18 nya spinoff-företag, som sprungit ur projektet. Vi har inte kommit så långt som vi trodde inom grafenbaserad digital elektronik, men har utvecklat digital elektronik baserad på andra tvådimensionella material. Vi har inte heller fått fram utlovade material för batterier som får dem att ladda snabbare, men har utvecklat batteriteknik som har högre energiinnehåll och effekt än konkurrerande. **Vilka är de vetenskapliga frågor ni har jobbat med?**

– Det är en bredd av områden inom grundläggande materialvetenskap. Ett område som har kommit starkt är tvådimensionella material i parallella lager på varandra, med en liten vridning mellan lagren, där storleken på vridningen visat sig ha stor betydelse för egenskaperna – två lager grafen blir supraledande om den är en grad. Några av våra kemister har beskrivit sådana material

som en ny forskningsinriktning för fysikalisk kemi. Kan du ge exempel på produkter som har utvecklats inom projektet?

– Kompositmaterial med grafen för komponenter i bilar och i rörledningar för naturgas eller olja, med bättre mekaniska egenskaper och brandhärdighet än dagens.

– Olika multifunktionella kompositer som kan rena dricksvatten eller luft. Ett luftreningsfilter som består av ett grafenbaserat lätt, ledande, skum testas just nu i Lufthansas testplan. När man lägger en spänning över materialet så hettas det på millisekunder upp till 500 grader och dödar mikrober. **Inom vilka områden finns den största potentialen för grafen i framtiden?**

– På kort sikt olika kompositmaterial, elektroder i litiumjonbatterier. Lite längre fram finns stora möjligheter inom fotonik, informationsöverföring och biomedicin. ◻

Jari Kinaret är professor i fysik. I höstas blev han chef för EU-programmet Chips joint undertaking i Bryssel. Uppdraget är att stödja europeisk halvledarindustri och stärka halvledar-ekosystemet inom EU.

↓ VÄXTHUSEFFEKTEN

Tidvatten är bra kolfälla

Mangroveskogar och andra våtmarker vid havet binder stora mängder kol vilket dämpar växthuseffekten. Nu visar resultat från forskning vid Göteborgs universitet att denna kolfälla är mycket effektivare än man tidigare trott. Kolet binds även in till natriumvätekarbonat och följer med ut i havet när tidvattnet drar sig tillbaka.

↓ KOLINLAGRING

Mindre kol i artfattig mark

Kolinlagringen i gräsmarker riskerar att minska i takt med förlusten av biologisk mångfald. Orsaken är att en mer artfattig växtlighet tycks brytas ned snabbare i marken, visar en global studie som har letts från SLU och publicerats i Nature communications. Växter på artrika marker innehåller en större andel växtfibrer, som bryts ned långsammare. ◦



Biologisk mångfald kan påverka kolinlagring.



↓ NOBELPRIS

Pris till arbete med mrna

De mrna-vacciner som togs fram mot covid-19 under pandemin räddade tusentals liv. 2023 års Nobelpris i fysiologi eller medicin går till forskarna bakom de upptäckter som var avgörande för att vaccinet kunde utvecklas.

Vaccinet består av mrna som innehåller den genetiska koden för spikproteinets yta. När det kommer in i cellerna läser ribosomerna av koden och tillverkar proteinet som triggar immunförsvaret. När viruset sedan dyker upp igen känner kroppen igen och kan bekämpa det.

Nobelpristagarna – biokemisten Katalin Karikó och immunologen Drew Weissman, som båda är professorer vid University of Pennsylvania i USA – framställde olika varianter av mrna genom att modifiera baserna som bygger upp molekylen. ◦

7

är till får granulat för konstgräsplaner säljas. Därefter förbjuds produkterna av EU som stoppar all försäljning av mikroplaster och produkter med tillsatta mikroplaster.



Bill Gates har genom en fond köpt in sig i en fabrik för elektrometanol.

↓ ELEKTROMETANOL

Bill Gates satsar på e-bränslen i Sverige

I Örnsköldsvik byggs just nu en anläggning som förväntas bli Europas största för produktion av elektrometanol. Fabriken, Flagship One, ska när den är färdig 2025 producera upp till 55 000 ton elektrometanol per år.

Metanolen kan sedan användas som fartygsbränsle.

Satsningen drogs igång av det svenska företaget Liquid Wind. För drygt ett år sedan köptes anläggningen av det danska energibolaget Ørsted.

Nu har Microsoftgrundaren Bill Gates gått in som ägare. Han köper 15 procent av anläggningen genom fonden Breakthrough Energy. Samtidigt går Europeiska investeringsbanken in med lån med garantier från EU-kommissionen.

Elektrometanol tillverkas av vätgas och koldioxid. Vätgasen framställs genom elektrolys av vatten. Koldioxiden ska fångas in från det biobränsleddade kraftvärmeverket Hörneborgsverket i Örnsköldsvik.

I fjol kom nya EU-regler som innebär att utsläppen från sektorn måste minska med 80 procent till 2050. Det har ökat intresset för alternativa bränslen. ◦



↓ EXPERIMENT

Proteinradikal bygger dna

Forskare vid Stockholms universitet har i ett internationellt samarbete lyckats visa nya detaljer om hur dna bildas. De har studerat proteinet ribonukleotidreduktas, som tillverkar byggstenarna till dna. För att kunna utföra reaktionen modifieras proteinet till en radikal.

Radikaler – kemiska föreningar med en oparad elektron – är mest kända för att vara reaktiva och kunna skada kroppens celler. Men kroppen kan också använda dem för att utföra svåra kemiska reaktioner, som för att tillverka byggstenarna till dna.

Nu har forskarna lyckats visa radikalens struktur. Utifrån den ska de utreda hur proteinet både kan skydda radikalformen och mobilisera den när den ska användas.

– Rent kemiskt är det häftigt att förstå hur det går till. Naturen har tämjtt radikalen så cellen skyddas från skadliga reaktioner, säger Martin Högbom, professor vid Stockholms universitet, som har lett försöken.

Experimenten har gjorts vid röntgenlaseranläggningen LCLS i Stanford.

– Infrastrukturen är forskningsprojekt i sig. Det är häftigt att vi fick allt att lyckas samtidigt. Experimentet är på gränsen till vad man klarar av. ◦

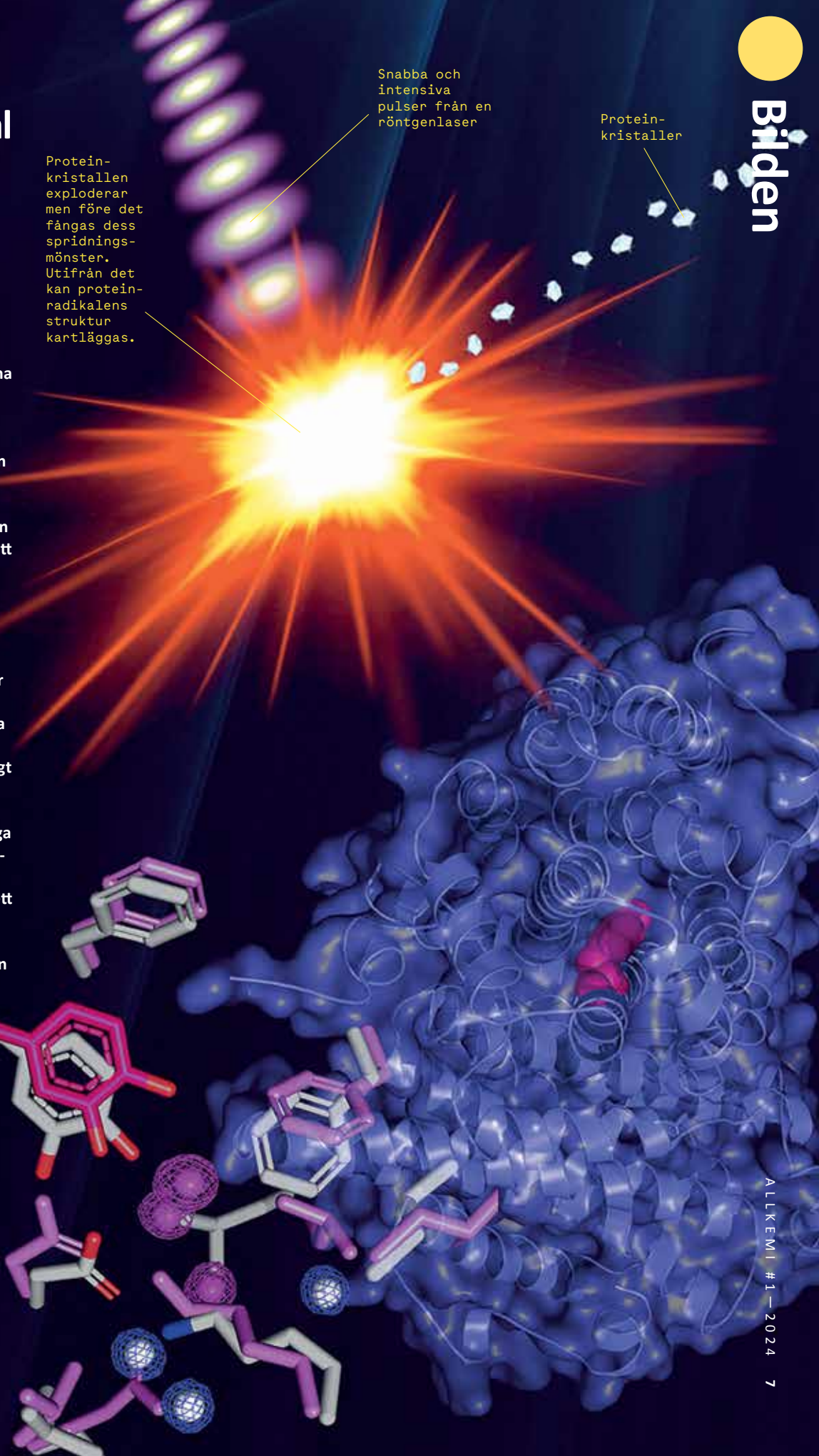
En av proteinets aminosyror – tyrosin – modifieras för att hålla radikalformen. Strukturerna (rosa) visar hur den ser ut i radikalform, jämfört med ursprungsformen (grå).

Proteinkristallen exploderar men före det fångas dess spridningsmönster. Utifrån det kan proteinradikalens struktur kartläggas.

Snabba och intensiva pulser från en röntgenlaser

Proteinkristaller

Den här artikeln har tidigare publicerats i Kemisk Tidsskrift. T E X T : Siv Engelmark B I L D : Martin Högbom



Finns det liv på Mars?

En grupp forskare vid Umeå universitet utforskar kemin på Mars. Målet är att ta reda på om där finns förutsättningar för liv.

Finns det liv på Mars? Hur kan vi i så fall hitta tecken på det? Och skulle människor kunna leva där? Det är några av de frågor som min forskargrupp vid Institutionen för kemi vid Umeå universitet försöker svara på med hjälp av olika slags spektroskopitekniker.

Vi undersöker en rad mineraler, bergarter som leror och karbonater, samt salter som till exempel klorider, perklorater och sulfater – som alla finns på Mars.

Än finns dock inga prover från Mars att tillgå. I stället använder vi extrema miljöer på jorden som modellsystem – från de kallaste delarna av tundran till vulkaniska miljöer. I labbet studerar vi sediment, bergarter och mineraler som samlats in från Antarktis torra dalar, vulkanen Mauna Kea på Hawaii och kratersjön Salda i Turkiet.

”Atmosfären är dessutom tunn och rik på koldioxid.”

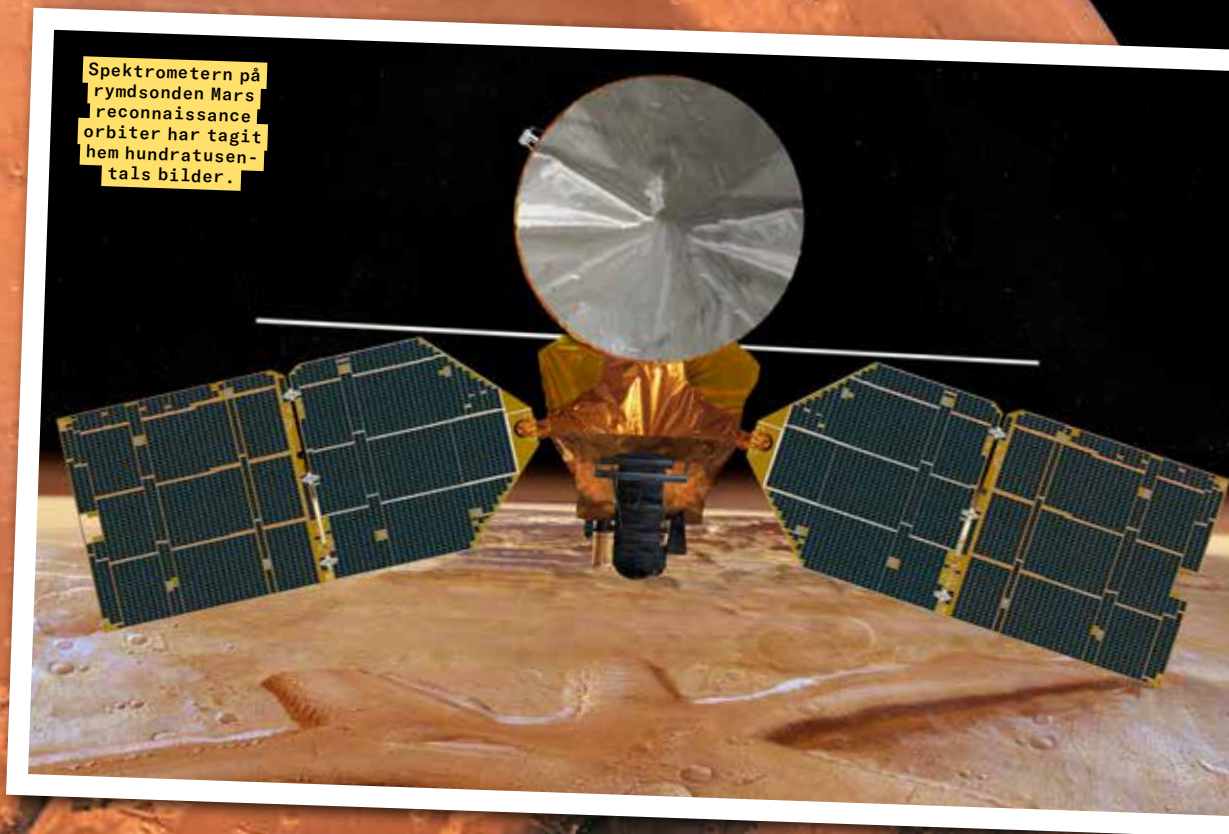
Mars är en kall och torr planet. Temperaturen varierar kraftigt och kan under ett enda dygn på sommaren gå från 70 minusgrader till 20 plusgrader. Atmosfären är dessutom tunn och rik på koldioxid och ger heller inget skydd mot UV-strålning. Det är extrema förhållanden som gör att det inte kan finnas vare sig flytande vatten eller organiska ämnen på planetens yta.

Jordens extrema miljöer fungerar utmärkt för att efterlikna miljön på Mars – mineraler, geokemi, klimat, vattenförsörjning – och den extrema solstrålningen på ytan. Vi använder så kallad

vibrationsspektroskopi för att mäta de unika spektrala fingeravtrycken och studera mineraler, bergarter, vatten, salt och organiska ämnen.

På så sätt har vi kunnat visa att det mellan mineralkornen i mineraler som finns i dessa extrema miljöer bildas tunna vattenfilmer som gör att vatten, salter och organiska ämnen kan bevaras där. Med hjälp av spektroskopiska metoder som Raman, synligt-nära infraröd (IR) och mitt-IR utforskar vi vilken roll dessa ämnen har i processen.

Kemin i gränssnittet mellan mineraler och salter, eller organiska ämnen, är



Spektrometern på rymdsonden Mars reconnaissance orbiter har tagit hem hundratusentals bilder.

Mars är den fjärde planeten från solen och jordens näst närmaste planetära granne. Den kallas ofta för den röda planeten eftersom järnmineraler i jorden oxiderar och gör att ytan ser röd ut. Planeten är dammig och kall med en mycket tunn atmosfär. Den är mest utforskad av alla planeter och vi lär oss allt mer om miljön där.

speciellt intressant. För liv – som vi känner det – krävs vatten, grundämnen kol, väte, syre, fosfor, kväve och svavel, samt en energikälla. Det är därför viktigt att ta reda på hur bergarterna på Mars kan bevara dessa ämnen.

DE EXTREMA FÖRHÅLLANDENA på planeten gör att det inte kan finnas flytande vatten på ytan. Däremot kan det finnas saltlösningar nära ytan. Det finns salter som kan sänka fryspunkten för vatten långt under noll grader och bilda saltlösningar. Kalciumklorider kan till exempel smälta is vid omkring 49

minusgrader, och salter av kalciumperklorat bilda lösningar vid 69 minusgrader. Klorider, perklorater och sulfater är fördelade över hela Mars, och kunskaper om deras interaktion med vatten och organiska ämnen vid låga temperaturer kan öka förståelsen för de geokemiska processer som pågår.

Själv har jag tidigare – som

”Det finns salter som kan sänka fryspunkten.”

postdoktor på Seti institute och Nasa astrobiology institute i Kalifornien – gjort experiment med frysnings och upptining av Marslika jordprover som innehåller klorider och sulfater, vid temperaturer så låga som på Mars. Jag använde vibrationspektroskopi och kunde visa att tunna vattenfilmer bildades mellan jordkornen när de salthaltiga jordproverna tina-de, mellan 40 minusgrader och 20 minusgrader.

I en artikel som publicerades i Science Advances 2021 kunde jag visa att dessa vattenfilmer gör att saltjoner kan röra sig och orsaka att det bildas nya mineral. Processen

gör också att det kan bildas linjer och sprickor på ytan.

Samma år presenterades i Science resultat som visade att sådana vattenfilmer kan ändra Mars omgivande mineralogi och geokemi.

Möjligheten att det kan bildas tunna vattenfilmer under ytan på Mars i salthaltiga områden med permafrost innebär att det fortfarande kan finnas kemisk aktivitet där. Forskargruppen i Umeå fortsätter nu att studera hur olika typer av saltblandningar kan binda vatten i jordar som liknar de på Mars för att bättre förstå de geokemiska processer som pågår där. ◦



Anläggningen i Motala är världens största i sitt slag. Alla plastförpackningar från hushåll i Sverige under ett år kan återvinnas här.

Ännu mer plast kan återvinnas

Nu undersöker forskare om det finns gifter i insamlad plast

AVFALLSFÖRBRÄNNING står i dag för runt 7 procent av Sveriges växthusgasutsläpp. Över 90 procent av dessa utsläpp uppskattas komma från fossil plast i avfallet. Kan plasten återvinnas i stället för att eldas upp är mycket vunnet.

Nu har den toppmoderna återvinningsanläggningen i Motala, som tar emot plastförpackningar som samlas in från svenska hushåll, byggts ut. Dubbelt så mycket som tidigare kan återvinnas. Dessutom kan plasten sorteras mycket bättre.

– Vi kan sortera ut tolv plasttyper, vilket är tre gånger mer än på motsvarande anläggningar i Europa. När vi sorterar ut monofraktioner, transparent pet för sig, PP-film för sig och så vidare, devalverar vi inte värdet av plasten utan den kan bli en förpackning av samma material igen, säger Mattias Philipsson, som är vd för Svensk plaståtervinning.

Plastavfallet kommer in till sorteringsen komprimerat i balar. Därefter sker all sortering automatiskt.

– Processen är helautomatiserad med realtidsoptimering och artificiell intelligens. Anläggningens olika delar påverkar och pratar med varandra, och optimerar sorteringen. 60 nära infraröd (NIR)-sensorer känner igen polymerer och sorterar ut dem i ett eget flöde.

EFTER SORTERINGEN komprimeras avfallet i balar och skickas till återvinning inom

”Anläggningens olika delar påverkar och pratar med varandra.”

EU. Plaståtervinning är dock inte helt oproblematiskt. Forskare från bland annat Göteborgs universitet kunde nyligen visa att plastpellets från ett antal återvinningsanläggningar, främst utanför Europa, innehöll såväl giftiga bekämpningsmedel som läkemedel och industrikemikalier.

Nu undersöker forskare från Örebro universitet förekomsten av toxiska ämnen i den insamlade plasten i Motala. Projektet drog igång i fjol och ännu finns inga resultat.

– Vi har gjort en screening av prover från balarna och verifierat en mätmetod. Nu testar vi alla plaster och undersöker hur celler påverkas. Ser vi hög önskad, till exempel hormonstörande, effekt går vi vidare och gör analyser med masspektrometri för att identifiera kemikalierna, säger Maria Larsson, forskare vid Örebro universitet som leder projektet. ◦

Trio satte färg på nanoteknik

Nobelpristagarna i kemi har lyckats framställa kvantprickar

2023 ÅRS NOBELPRISTAGARE rör sig i gränsområdet mellan fysik och kemi. Mounqi G. Bawendi, Louis E. Brus och Alexej I. Jekimov får Nobelpriset i kemi "för upptäckt och syntes av kvantprickar".

Kvantprickar är bara några få nanometer i diameter. När partiklarna är så små får de helt andra egenskaper än om de vore större. Det beror på så kallade kvantfenomen. Fysiker har länge känt till att dessa fenomen kan uppstå i nanopartiklar, men att få fram så små partiklar med tillräckligt hög kvalitet ansågs länge vara näst intill omöjligt. Louis Brus och Alexej Jekimov lyckades dock i början av 1980-talet – oberoende av varandra – skapa de nanometersmå kvantprickarna.

Alexej Jekimov arbetade i dåvarande Sovjetunionen med att kartlägga färgat glas. Han belyste glaset med ljus och mätte vilka våglängder som absorberades. På så sätt kunde han bland annat se hur välordnad kristallstrukturen var. I en serie experiment tillverkade han glas dopat med salt av kopparklorid. Han värmdes glasmassan till olika temperaturer under olika lång tid. När glaset hade stelnat skickade han röntgenstrålar genom det. Spridningen på strålarna avslöjade att det hade bildats minimala kristaller av kopparklorid inuti glaset, och att tillverkningsprocessen påverkade hur stora partiklarna blev.

Det intressanta var att glasets absorption visade sig påverkas av partiklarnas storlek. Ju mindre partiklarna var, desto blåare blev ljuset som de absorberade.

"Glaset absorption visade sig påverkas av partiklarnas storlek."

Alexej Jekimov insåg att han hade observerat en storleksberoende kvanteffekt.

LOUIS BRUS KUNDE något år senare påvisa storleksberoende kvanteffekter hos partiklar som svävade i en vätska. Han arbetade vid Bell laboratories i USA med målet att kunna få kemiska reaktioner att ske med hjälp av solenergi. För att åstadkomma detta använde han partiklar av kadmiumsulfid, som kan fånga in ljus och sedan utnyttja energin för att driva reaktioner.

Under arbetet märkte Brus att partiklarnas optiska egenskaper ändrades när han hade lämnat dem framme. Han anade att det kunde bero på att partiklarna hade vuxit i storlek. För att bekräfta sina misstankar tillverkade han kadmiumsulfidpartiklar som endast var någon nanometer i diameter. Sedan jämförde han de optiska egenskaperna hos dessa partiklar med de som hade fått stå framme och växa till sig. De större partiklarna absorberade ljus vid samma våglängder som kadmiumsulfid i allmänhet, medan de mindre däremot absorberade våglängder som skiftade åt det blåare hållet. Även Louis Brus insåg att han hade observerat en kvanteffekt.

För den kemist som ville utveckla nya material fanns det alltså ytterligare en faktor att spela med: partikelstorleken. Problemet var bara att de metoder som Louis Brus använde gav partiklar som varierade i storlek och dessutom ofta var av ganska dålig kvalitet.

DET HÄR PROBLEMET löste årets tredje pristagare. Mounqi Bawendi lyckades 1993 med kemiska metoder tillverka kvantprickar med nästan perfekt kvalitet. De kunde därmed på allvar börja användas inom nanotekniken. ◦



I framtiden tror forskare att kvantprickar kan bidra till flexibel elektronik, minimala sensorer, tunnare solceller och kanske även krypterad överföring av kvantkommunikation.



Mounqi G. Bawendi, Louis E. Brus och Alexej I. Jekimov får 2023 års Nobelpris i kemi.

Pristagare får 11 miljoner

MOUNGI G. BAWENDI, född 1961 i Paris. Professor vid Massachusetts institute of technology, Cambridge, USA.

LOUIS E. BRUS, född 1943 i Cleveland, Ohio, USA. Professor vid Columbia university, New York, USA.

ALEXEJ I. JEKIMOV, född i Sovjetunionen 1945. Chefsforskare vid Nanocrystals technology inc., New York, USA.

De delar på prissumman 11 miljoner svenska kronor.

En kemisk process är i grunden densamma oavsett om det är öl eller läkemedel som ska produceras, enligt kemisten och bryggaren Jonas Barlind. "När jag utvecklar nya ölsorter är det som att experimentera i vilket kemilabb som helst", säger han.



Jonas Barlind kontrollerar att det är rätt volym öl i burkarna.

Kemisten som började

Öl är mer än en enkel dryck. Det beskrivs kanske bäst genom en tysk forskningsstudie från 2021 där forskarna undersökte 467 olika ölsorter från jordens alla hörn. De hittade tiotusentals olika molekyler och 7 700 joner med unik massa och sammansättning.

En som har koll på vad som finns i en öl är Jonas Barlind, som driver bryggeriet Barlind Beer i ett gammalt ishus på Björkö i Göteborgs skärgård.

Sin kunskap har han fått genom att först brygga öl hemma och sedan 2015 i liten

industriell skala. Men kanske än mer genom att doktorera i organisk kemi och sedan arbeta i tolv år inom läkemedelsindustrin.

– När jag utvecklar nya ölsorter är det som att experimentera i vilket kemilabb som helst. Jag har samma vetenskapliga synsätt och jag analyserar allt jag gör.

För en sak är säker – öltillverkning är kemi på hög nivå.

– Första steget är att mälta

”Jag har samma vetenskapliga synsätt.”

korn. Principen är enkel, sädeskorn läggs i blöt till dess att de börjar gro vilket sätter fart på enzymerna α -amylas och β -amylas i sädeskärnan, berättar Jonas Barlind.


Så snart säden börjat gro stoppas processen och kornet torkas. Genom att göra det vid olika temperaturer får man fram olika grader av rostning. Temperaturen blir därmed en av alla de parametrar som används för att ge öl olika färg och smak.

DET FÖRSTA STEGET för Jonas Barlind blir sedan att mäska det färdigmälta kornet. En 700 liter stor rostfri cylinder fylls först med varmt vatten som behandlas med olika salter. Därefter hålls malten i.


– Är jag ute efter en öl med en sträv besk karaktär behandlar jag vattnet med antingen magnesium- eller kalciumsulfat. Vill jag ha en öl med en maltigt len profil tillsätter jag klorider, främst kalciumklorid.

I den varma mäskan kan enzymerna α -amylas och β -amylas börja jobba. De har i grunden en och samma uppgift: att spjälka stärkelse till enklare sockerarter.


– Med en högre temperatur på vattnet, omkring 70 grader, är det huvudsakligen α -amylas som är aktivt. Men det är ett enzym som klipper stärkelsen i kornet i grövre bitar vilket betyder att den jäst som tillsätts i nästa led inte kommer att kunna jäsa




Bryggeriet ligger i ett gammalt ishus i hamnen på Björkö i Göteborgs skärgård.



"Viktigast av allt för att lyckas med öl är att man rengör all utrustning minutiöst. En enda cell av en icke önskvärd mikroorganism kan förstöra allt", säger Jonas Barlind.



Genom att mäta sockerhalten ser man förjäsningsgraden på en brygd.



Det färdigmältade kornet mäskas. Malten hålls i en cylinder med varmt vatten.

brygga öl

allt tillgängligt socker. På så sätt kan jag skapa en öl som är lite alkoholsvagare där det kvarvarande sockret i stället får bidra med fyllighet. Väljer jag att tillsätta vatten med en temperatur omkring 65 grader är det huvudsakligen β -amylas som är aktivt. Det är ett enzym som bryter ner stärkelsen mer effektivt vilket gör att mer socker blir tillgängligt för jästen vilket gör att jag i slutändan kommer få en alkoholstarkare öl.

I DET HÄR stadiet måste även mäsken pH justeras. Det görs vanligtvis med mjölksyra men även fosforsyra kan användas. Genom alla de steg som har tagits hittills finns nu en grund att bygga vidare på.

De parametrar som Jonas Barlind måste hantera är bland annat hur mycket proteiner och restsocker som ska finnas kvar i slutprodukten, och vilka sockerarter han vill ha ut ur stärkelsen. Varje steg i processen påverkar i sin tur olika biokemiska aktiviteter.

När mäsken har varit i gång i ungefär en timme ska vätskan avskiljas. Den får rinna ner genom en silplåt till en annan rostfri cylinder.

"I bitterhumlen är det framför allt alfasyran man vill åt."

Vätskan kallas nu för sötvört eftersom kornets stärkelse har brutits ned till socker som finns löst i vätskan. I nästa steg ska vörten kokas.

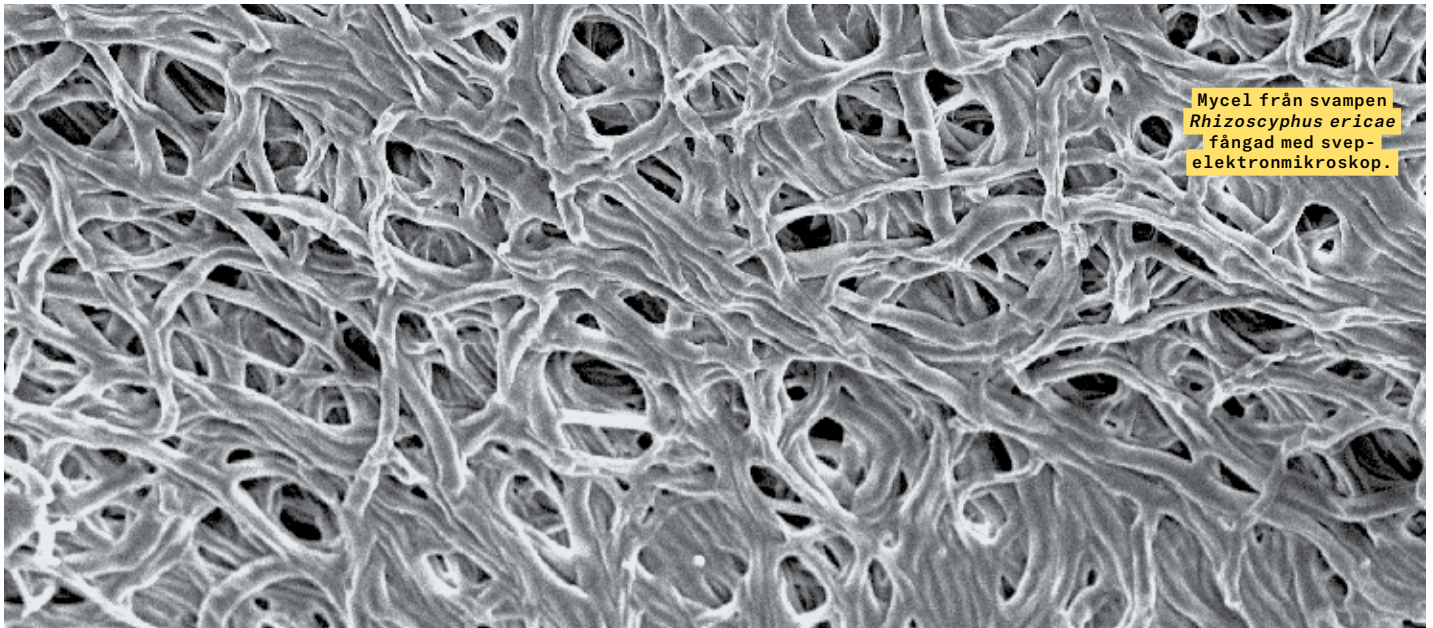
– Under kokning knäcks även de proteiner som man i de flesta ölsorter inte vill ha kvar, samtidigt som alla mikroorganismer dör.

MEN DET SOM gör öl till öl är framför allt humle, en ört från familjen hampväxter. Vanligtvis tillsätts den i början för att ta fram en beska som kan balansera den sötna som finns i den färdiga ölen. Ju längre humlen får koka med, desto beskare blir ölen. Det går även att styra smaken genom att välja bitterhumle, aromhumle eller smakhumle.

– I bitterhumlen är det framför allt alfasyran man vill åt eftersom den omlagras till iso-alfasyra, det ämne som i realiteten ger ölen sin beska, när vörten kokas.

I nästa steg pumpas vörten över till en jästank. Dess sockerhalt kallas stamvörtstyrka och beror på mängden malt i början av processen. Sockerhalten styr i sin tur vilken alkoholstyrka ölet får. Även om man har skapat förutsättningar för en god öl är det med jästen man skruvar till den slutgiltiga karaktären.

– Om jag delar upp en och samma stamvört i fyra delar och ger var och en av dem jäst från olika stammar kommer jag att få fram fyra helt olika öltyper. ◦



Mycel från svampen *Rhizoscyphus ericae* fångad med svepelektronmikroskop.

Svampar kan rena industrins vatten

Toxiska ämnen i avloppsvatten som leds till kommunala reningsverk kan minska

INDUSTRIN KOMMER ATT behöva rena vattnet som släpps ut till kommunala reningsverk mer. Ett sätt kan vara att använda svampar. De används redan i dag i viss utsträckning. Astra Zeneca i Södertälje har till exempel en anläggning där avloppsvatten renas från läkemedelsrester med hjälp av mikrosvampar och bakterier.

Åke Stenholm har i sin avhandling vid Institutionen för läkemedelskemi vid Uppsala universitet undersökt några så kallade filamentösa svampar, som har ett nätverk av trådar som växer under jorden, mycel, för att se om man med hjälp av dessa mycel kan bryta ner toxiska ämnen i industrivatten.

– Industrier skulle kunna använda utvalda svampar för att rena processvatten innan det släpps ut till det kommunala reningsverket. De kan minimera halterna av toxiska substanser som leds till reningsverken, säger han.

Arbetet inleddes med en screening-

studie på 42 svamparter som växer i skogar i Nordeuropa, för att se om deras mycel kan överleva och växa i en miljö som liknar den i avloppsvatten från en kemi- eller läkemedelsindustri. De mest lovande kandidaterna testades sedan vidare i vatten som också hade hög saltinnehåll, i syfte att simulera ett specifikt processvatten. Eftersom de flesta svampar föredrar en sur miljö så hölls pH vid 4,5.

– Några inte bara överlevde utan växte också till kraftigt i denna ogästvänliga miljö, säger Åke Stenholm.

Han har därefter testat om mycel från utvalda svampar kunde bryta ner tre

”Några inte bara överlevde utan växte också till kraftigt.”

kända svårnedbrytbara toxiska föreningar: diklofenak, som är den aktiva substansen i voltaren men giftig för vattenlevande organismer, nonylfenolpolyetoxilat, som används i industrin som emulgeringsämne men gör att fiskar blir sterila, samt antibiotikumet neomycin, som används inom veterinärmedicin men som i vatten kan bidra till att antibiotikaresistens uppkommer.

VITRÖTESVAMPEN *Trametes versicolor* kunde bryta ner samtliga toxiska föreningar. Svampen *Rhizoscyphus ericae* kunde växa i en lösning med enbart meomycin och använda substansen som näring och på så sätt bryta ner den.

– Det är en fördel om svampar kan använda toxiska industrikemikalier som näring. Det blir billigare vid kommersiell drift, eftersom man slipper tillsätta andra näringsämnen, säger Åke Stenholm.

Analyserna har gjorts med vätskekromatografi i kombination med högupplösande masspektrometri. På så sätt har halterna av föroreningar bestämts och nedbrytningsprodukter kunnat identifieras. ◦

Industriparken för utvinning av kritiska material ur gruvavfall ska byggas i Luleå hamn.



Ulrika Håkansson är chef för projektet Reemap.

Gruvavfall ska bli kritiska material

I Luleå hamn planerar gruvjätten LKAB en ny industripark

VID LKAB:S JÄRNMALMSBRYTNING i Kiruna och Malmberget finns stora mängder restprodukter i form av anrikningssand som i dag läggs på hög. Men i sanden finns mineralet apatit som innehåller fosfor och sällsynta jordartsmetaller – ämnen som klassas som kritiska av EU.

Nu planerar LKAB en ny industripark på Svartön i Luleå hamn för utvinning av dessa kritiska mineral.

– Vi vill använda så mycket som möjligt av det vi redan tagit upp från gruvan och att vi nu ger oss in i den kemiska industrin innebär en ny era för oss, säger Ulrika Håkansson, chef för projektet som kallas Reemap.

Först ut är att bygga apatitverk vid järnmalmgruvorna i Kiruna och Malmberget för att få fram ett koncentrat av apatit ur anrikningssanden. Det sker genom en flotationsprocess där apatiten fäster på stigande luftbubblor med hjälp av reagenskemikalier.

Efter filtrering och torkning ska den koncentrerade apatiten fraktas i pulver-

form med tåg till Luleå. Där går den in i en process som kallas ”hydro”.

– Det är hjärtat i Reemap. Utmaningen har varit att få så rena fraktioner som möjligt vilket har krävt mycket processutveckling, säger Ulrika Håkansson.

I hydro-processen separeras fosfor och jordartsmetaller ur apatiten. För att lösa upp apatiten används saltsyra. Då fås en lakvätska där huvudkomponenterna är kalciumklorid och fosforsyra. Ur lakvätskan separeras först en mix av jordartsmetaller. I nästa steg extraheras fosforsyra med vätskeextraktionsteknik. Därefter tillsätts svavelsyra för att regenerera saltsyran som sedan återanvänds.

”Vi vill använda så mycket som möjligt av det vi redan tagit upp.”

När svavelsyran tillsätts fällt samtidigt stora mängder gips ut som en biprodukt. Tack vare utformningen av separeringsstegen innehåller gipset få föroreningar och ska kunna säljas till byggindustrin.

FOSFORSYRAN, EN HUVUDINGREDIENS i handelsgödsel, är huvudprodukten i den nya industriparken. När produktionen är i gång ska fosfor motsvarande fem gånger Sveriges behov framställas ur 400 000 ton apatit årligen.

De sällsynta jordartsmetallerna kan ses som en biprodukt till fosforsyran. LKAB tillverkar ett koncentrat med en mix av jordartsmetaller i oxidform. Själva separationen överläts åt företaget Reetec som utvecklat en egen separationsprocess. En lösning med jordartsmetaller pressas då genom kolonner fyllda med ett fast material med påkopplade molekyler som binder till metallerna. Eftersom de olika jordartsmetallerna binder olika hårt kan de fångas upp i fraktioner när de sköljs ut ur kolonnen. ◦

Det blir allt vanligare att antibiotika inte biter på bakterier.

Kampen mot bakterierna



Den kallas den tysta pandemin och dödar fler än hiv och malaria. Möt forskarna som utvecklar nya vapen för kampen mot resistenta bakterier.

DET HAR SNART gått 100 år sedan Alexander Fleming upptäckte penicillinet. Sedan dess har antibiotika blivit en självklar del av sjukvården och en förutsättning för många kirurgiska ingrepp och cancerbehandlingar. Men ju mer antibiotika som är i omlopp, desto större risk för att bakterier utvecklar resistens. Världshälsoorganisationen WHO klassar antibiotikaresistens som ett av de största hoten mot världshälsan. Enligt en studie i The Lancet dog 1,3 miljoner människor i världen 2019 som en direkt följd av resistenta bakterier, vilket är fler än de som dör av hiv och malaria. Dessutom bidrog resistenta bakterier till ytterligare 3,7 miljoner dödsfall.

ENABLE 2 ÄR en utvecklingsplattform för nya typer av antibiotika dit forskare och mindre företag kan vända sig för att få hjälp med att ta lovande molekyler närmare marknaden. Hittills har Enable 2 gett stöd åt sex projekt, varav tre svenska. Ett av dem leds av Fredrik Almqvist, professor i kemi vid Umeå universitet. Tillsammans med forskare vid Washington university, USA, utvecklar han en ny kemisk struktur, kallad Gmp-cides, som dödar så kallade grampositiva bakterier, som skulle kunna ligga till grund för en helt ny klass av antibiotika.

– Drömmen är att utveckla grundstrukturen vidare mot olika infektionstyper som är vanliga inom vården, säger Fredrik Almqvist.

Upptäckten gjorde forskarna när de undersökte olika substansers förmåga att hindra bakterier från att bilda så kallad biofilm, en slemmig hinna som bakterier bildar på olika ytor som skydd mot omgivningen. När forskarna testade på bland annat stafylokocker som är resistenta mot penicillinpreparat, MRSA, upptäckte de att bakterierna dog.

– Vi började då att förändra molekylerna lite och fick dem mer potenta.

I ett annat internationellt projekt utvecklar Fredrik Almqvists grupp ytterligare en typ av substanser, som skulle kunna göra tuberkulosbakterier mer mottagliga för behandling. Tuberkulos kräver en lång insats med flera olika antibiotika vilket ökar risken för resistens. Men när den nya molekylen kombineras med antibiotika, blir bakterierna mer känsliga och även resistenta bakterier börjar åter att svara på antibiotika.

– Det är jättespännande. Har du en multiresistent tuberkulos så är behandlingen i dag upp mot två år vilket ofta leder till svåra biverkningar.

EN ANNAN FORSKARE som arbetat länge med en substans som både kan döda bakterier och förstärka effekten av antibiotika är Anders P. Håkansson, som är professor i experimentell infektionsmedicin vid Lunds universitet.

Redan på 1990-talet började han undersöka en komponent i bröstmjölk, av forskarna döpt till Hamlet, som visat sig ha effekt på såväl cancer som bakterier. Vid sidan av att kunna döda vissa typer av luftvägsbakterier har Hamlet visat sig kunna få MRSA att åter bli känsligt för behandlingen.

– Bakterierna försvagas av Hamlet, som slår mot membranet och blockerar ATP-syntesen, vilket stoppar bakteriernas energiproduktion, förklarar Anders P. Håkansson.

BAKTERIER KAN OCKSÅ bekämpas genom att infektera dem med speciella virus, så kallade bakteriofager. Christian Giske, professor i klinisk bakteriologi vid Karolinska institutet, ägnar en del av

”I dag tar det i bästa fall tolv timmar men oftast längre tid.”

sin forskning åt att utveckla fagerterapi mot ortopediska infektioner men även mot kroniska lungsjukdomar, särskilt cystisk fibros. Han beskriver fager som ett effektivt vapen mot bakterier. De är också väldigt specialiserade – en viss fag infekterar bara en viss bakterie.

– Ett problem med nya breda antibiotikapreparat är att de även slår ut den normala tarmfloran. Om man då efter några dagar ersätter antibiotikum med fager så skonas både tarm- och luftvägsfloran samtidigt som risken för resistens minskar.

EN AV DE FAKTORER som driver på resistensutvecklingen är att antibiotika används för mycket och vid fel tillfällen. I vissa fall skriver läkaren ut en typ som inte fungerar och patienten får komma tillbaka för nytt recept. En lösning är snabbare och mer precisa test för att avgöra vilket antibiotikum som biter på en viss bakterie.

– Att använda rätt antibiotikum från början när man behandlar bakterieinfektioner är viktigt, då det både bromsar resistensutvecklingen och kortar tiden som patienten är sjuk, säger Dan Andersson, professor i medicinsk bakteriologi vid Uppsala universitet.

Traditionellt testas bakteriers känslighet genom att de får växa på agarplattor i närvaro av olika sorters antibiotika. Sedan går det att se om bakterierna växer eller inte. Men proceduren tar tid.

I ett stort projekt har Dan Andersson och hans kollegor utvecklat ett snabbtest för resistensbestämning av blodinfektioner, där man snabbt kan avgöra vilket antibiotikum som ska sättas in. Målet är att få svar inom fyra timmar.

– I dag tar det i bästa fall tolv timmar men oftast längre tid. För varje timme ökar dödligheten i sepsis så om vi kan korta väntetiden har det stor effekt, säger han.

Bakterierna isoleras från ett blodprov och placeras på ett chip där de får växa i smala kanaler. De olika kanalerna fylls sedan med olika typer av antibiotika. En kamera tar bilder var fjärde sekund och från bilderna går det att mäta hur bakterierna växer. Slutar de växa så biter antibiotikumet.

– På det här sättet kan vi få svar otroligt snabbt. För vissa antibiotika går det att se inom några minuter om bakterierna är påverkade eller inte, säger Dan Andersson. ◦

Inget mer fluor i skidspåren

Så bra fungerar instrumenten för att upptäcka fluor

FLUORVALLOR ÄR INTE förbjudna. Men från och med denna vintersäsong får de inte användas i tävlingar som godkänns av internationella skidförbundet, FIS. Den åkare som ändå använder vallorna blir diskvalificerad.

– Med facit i hand är ett förbud jättebra. Det är ingen som vill hålla på med fluor eftersom det är farligt, men vi var oroad för hur det ska funka. Nu ser vi att allt fungerar långt över förväntan. Ett lugn har spridit sig. Alla är nöjda, säger Mats Eklund på Svenska skidförbundet.

Han har bland annat varit personlig vallare åt Charlotte Kalla i tolv säsonger och själv varit med i en svensk studie – som gjordes för mer än tio år sedan – av vallares exponering för PFAS som finns i vallorna.

Förbudet har tagit tid. Ursprungligen skulle det ha trätt i kraft redan säsongen 2020–21. Men det har skjutits fram då FIS hävdade att utrustningen för att mäta inte har hållit måttet.

INSTRUMENTET som nu används är en portabel IR-spektrometer. Infrarött ljus skickas genom vallan och reflektionen mäts. Olika kemiska bindningar absorberar olika frekvenser. I fluorvalla är det bindningen mellan kol och fluor man ser.

– Den våglängd där kol-fluor-bindningen absorberar syns väldigt starkt i IR-spektroskopi, säger Anders Nilsson på instrumenttillverkaren Bruker.

Han har utvecklat mjukvaran som tolkar spektrumet genom att under flera år testa olika vallor.

Man mäter på tre punkter på skidan utan att vidröra den, med fokus på de zoner som utgör kontaktyta mot snön, före och efter loppet.

– Från början fick vi mycket felmätningar, för lite eller för mycket fluor. Nu har programvaran utvecklats och vi har inte sett något felresultat. Det får inte



Mats Eklund demonstrerar utrustningen, en FTIR-spektrometer, som står för Fourier-transform infrared spectroscopy.

ske att någon som inte fuskar åker dit för fusk, säger Mats Eklund.

Fluorvallaförbudet gäller samtliga FIS-tävlingar, även Vasaloppet. Men med 60 000 åkare och tre minuter för att mäta varje skida är det inte genomförbart att kolla alla. Därför kommer man i stället att ta stickprover. ◦

”Det är ingen som vill hålla på med fluor eftersom det är farligt.”



Den tasmanska tigern är mer släkt med kängurur än med tigrar. Det sista kända levande exemplaret dog 1936 på en djurpark i Tasmanien.

Rna från utdöda arter kan återskapas med ny teknik

Forskare har isolerat och sekvenserat rna från utdöd tiger

DEN TASMANSKA TIGERN, även känd som pungvarg, var inget kattdjur, utan ett köttätande pungdjur, som levde i Australien fram till européerna koloniserade kontinenten och utrotade djuret.

Nu har en grupp forskare vid Science for life laboratory och Centrum för paleogenetik lyckats återskapa rna från ett mer än hundra år gammalt exemplar av djuret, som fanns i samlingarna på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm.

– Vi har visat att det går att göra. Det öppnar för framtida studier av utdöda och nu levande djur, säger Love Dalén, som är professor i evolutionär genomik vid Stockholms universitet och Centrum för paleogenetik, som är ett samarbete mellan Naturhistoriska riksmuseet och Stockholms universitet.

Forskarna utgick från små bitar av det torkade djurets hud och muskler, löste upp dem och renade fram rna. Det

kopierades sedan med PCR-metoden och omvandlades till dna, som därefter kunde sekvenseras med vanliga metoder.

– Vi hittade några gener och ett antal delar av det rna som reglerar vilka gener som ska vara aktiva i en cell.

RNA STYR VILKA proteiner som bildas i olika celler och vävnader och resultaten har därför betydelse för det arbete som pågår med att återuppliva utdöda arter. Det amerikanska företaget Colossal – i vars vetenskapliga råd Love Dalén ingår

”Virusets rna kan öka våra kunskaper om hur pandemier fungerar.”

– planerar att återskapa mammut, pungvarg och dront, genom att ändra arvs-massa i en närbesläktad art. Men för att återskapa exempelvis en tasmansk tiger krävs kunskaper om vilka gener som gör en tasmansk tiger till just en tasmansk tiger, vilket man får genom att studera dess rna. Love Dalén understryker dock att det inte varit syftet med den aktuella studien.

Resultaten – som har publicerats i tidskriften Genome research – öppnar också för nya möjligheter att utforska rna-molekyler i de enorma samlingar som finns på museer världen över. Det kan till exempel vara virus-rna som finns bevarat i fåglar.

– Spanska sjukan kom i vågor men vi vet inte om det var olika varianter av viruset som svepte över världen. Virusets rna kan öka våra kunskaper om hur pandemier fungerar, säger Love Dalén. ◦

ANNONS

Lär dig mer om plast!



Psst! Du kan också ladda ned Plastkunskap för grundskolan helt utan kostnad genom att skanna qr-koden i din telefon eller surfplatta.

Plast går att använda till mycket. Den finns i huset där du bor, i datorer och i din mobil. I bilar, tåg och dina kläder. Det spelar ingen roll om du handlar i en mataffär, genomgår en stor operation eller bara borstar tänderna på kvällen – plast ingår i det mesta du gör.

Vill du lära dig mer om plast? Om vad plast är, hur den kan återvinnas till nya produkter eller tillverkas av biobaserade råvaror, vad som görs för att minska nedskräpningen och mycket mer?

Ladda ned Plastkunskap för grundskolan på ikem.se/ikem-skola