

ALLKEMI



TIDNINGEN FÖR BLIVANDE KEMISTER



Dödliga virus



KEMIN BAKOM EPIDEMIERNA
SOM HOTAT MÄNSKLIGHETEN

#2/2020

NOBELPRISET I KEMI
Gensaxen ändrar livets kod.

HUNDGÖRA Människans bästa vän nosar upp granbarkborren.

GRÖN TEKNIK Restprodukter kan bli fossilfria drivmedel.

AI "Digitala tvillingar" skapar framtidens kemiprocesser.

Kemikunskap behövs i pandemin

Aldrig tidigare har det varit så tydligt att kemikalier och kemikunskaper behövs som under coronapandemin. Det nya viruset ledde under våren till ökad efterfrågan på desinfektionsmedel, skyddsutrustning och läkemedel. Kemister, både på högskolorna och inom industrin, jobbade hårt för att få fram det som samhället behövde. På sidan 4 här i Allkemi kan du läsa om ett exempel på hur kemister ställde upp och ordnade desinfektionsmedel.

Och det är inte bara inom sjukvården som det behövs kemikalier. Man brukar räkna med att 96 procent av alla tillverkade varor är beroende av kemi. Använder vi kemikunskaperna rätt så kan de bidra till ett hållbart samhälle. Batterier, vindturbiner, solceller och biodrivmedel, listan kan göras lång på allt vi behöver om vi ska kunna klara klimatkrisen. På sidorna 14–15 kan du läsa om hur jordbruks- och skogsavfall omvandlas till biodrivmedel och minskar vårt fossilberoende.

Men kemiska ämnen finns förstås inte bara i produkter tillverkade av människan. De finns i allt levande. I det här numret av Allkemi kan du läsa om coronavirusets kemi på sidan 8 och om granbarkborrarnas kemiska signalsystem på sidan 10. Tänk att hundar har så utvecklat luktsinne att de kan känna av enstaka molekyler och identifiera angrepp av barkborrarna på träd hundra meter bort.

Wilken tur att det finns kemister som kan renframställa de ämnen som barkborren avskräms så att hundförarna har rätt kemikalieblandning att använda när de ska träna sina hundar.



Trevlig läsning!

Ulla Nyman

Ulla Nyman

»Kemister kallas de, som förstå att utreda whad hwarje sak består utaf, och huru man af beståndsdelarne må kunna sammansätta nya ämnen. Kunskapen härom kallas Kemi. Den störste kemisten war vår landsman Jacob Berzelius, som föddes 1779 i Wäfwersunda i Östergötland och dog i Stockholm 1848.«

Ur N.J. Berlin, »Läsebok i Naturläran för Sweriges allmoge«, 1852.

Källa: Nationalencyklopedin

ALLKEMI #2/2020

UPPLAGA 20 000

ALLKEMI

Ges ut av IKEM – Innovations- och kemiindustrierna i Sverige och bygger huvudsakligen på artiklar från Kemisk Tidskrift.

VILL DU PRENUMERERA?

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

FRÅGOR OM DIN PRENUMERATION?

Lamanica
0150-788 80
susanne@lamanica.se

PRODUKTION

Vetenskapsmedia i Sverige AB
Redaktör: Jonas Mattsson
jonas.mattsson@vetenskapsmedia.se
Grafisk form: Anders Svensson
Korrektur: Maria Arnstad

SKRIBENTER

Marie Alpman, Ulf Ellervik, Siv Engelmark,
Ann-Christine Johansson, Jonas Mattsson,
Ulla Nyman, Linda Sandström och Karin
Skagerberg

POSTADRESS

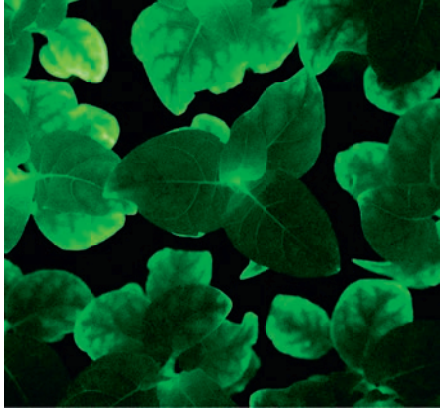
IKEM – Innovations- och kemiindustrierna
Box 55915, 102 16 Stockholm

TRYCK

Pipeline Nordic, 2020

OMSLAG

Amanda Berglund



4. Elementärt

Självlysande tobak • Sverige bättre rustat för nästa pandemi
 • Kemisverige rycker in när vården behöver • Autism och serotonin



6. Nobelpris för gensax

Så klipper och klistrar man i gener med hjälp av CRISPR/Cas9.



10. Med nos för feromoner

Granbarkborren är ett växande problem i svenska skogar. Men Annette Johansson och hunden Hiro nosar upp den genom att lukta sig till feromonerna.



13. Digital tvilling

Med ny teknik testas processer i digitala fabriker – som om det vore i verkligheten.

5. Hon utvecklar energismarta material

7. Kemin bakom explosionen i Beirut

8. Virusens kemi



14. Grönt bränsle

Restprodukter från jordbruket och skogen kan bli fossilfria drivmedel.

Lys upp med tobak

Forskare vid Imperial College i London har tillsammans med ett företag fått fram en självlysande tobaksplanta. De har fört in fyra gener från den *bioluminiscenta* svampen *Neonothopanus nambi* och på så sätt fått tobaksplantan att lysa.

Bioluminiscens uppstår när energin från en biokemisk reaktion avges som ljus. Det finns ett antal självlysande djur, mikroorganismer och svampar. Fenomenet förekommer dock inte naturligt i växter.

Även tidigare har det gjorts försök att få växter att lysa, men metoderna har antingen varit dyra eller gett väldigt svagt ljus. Den genmodifierade tobaksplantan lyser både i mörker och i dagsljus.

Enligt forskarna kan tekniken i framtiden användas för att synliggöra exempelvis hormoners aktivitet inne i växten. Den kan också användas för att mäta växters reaktion på stress och miljöförändringar, som exempelvis torka – eller för att lysa upp trädgården.

Sveriges kapacitet för att producera vacciner kartläggs.



Bättre rustat för nästa pandemi

En stor del av de över hundra olika vacciner som utvecklas mot covid-19 i dag kan tillverkas biotekniskt, i celler. Flera läkemedelsbolag i Sverige har fabriker som bygger på den typen av tillverkning. Det är exempelvis Cobra Biologics, Pfizer, Sobi och Astra Zeneca. Nu kartlägger en arbetsgrupp hur dessa anläggningar skulle kunna användas i en pandemi och hur snabbt en omställning av produktionen skulle kunna ske.

– Det är inte så att det finns tomma lokaler som står och väntar. Företagen tillverkar andra läkemedel som också behövs, säger Lotta Ljungqvist. Hon är vd för Testa Center på Cytiva och ingår i arbetsgruppen som har bildats under regeringens samverkansprogram för hälsa och livsvetenskaper.

Kemister hjälpte vården

Redan i mitten av mars kunde kemisterna vid Stockholms universitet leverera den första egentillverkade handspriten till Danderyds sjukhus. Därefter har också kemiinstitutioner vid Umeå och Lunds universitet gjort handsprit för leverans till närliggande sjukhus.

– När jag insåg hur akut behovet var på sjukhusen släppte jag allt annat. Det vi jobbar med på universitetet till vardags är så långsiktigt. Detta var akut och fick gå före allt annat. Jag jobbade 50 timmar per vecka med handsprit de 3,5 veckor det pågick, säger Berit Olofsson, professor i organisk kemi vid Stockholms universitet.

Nu har industrin kommit igång med leveranser och Berit Olofsson och de andra kemisterna har återgått till forskning och undervisning.

– När vi hade riktig snurr levererade vi över 2 000 liter per dag. Det blev lite av en fabrik som funkade allt bättre, men vi började bli slitna. Vi levererade 22 000 liter på några veckor.



Serotonin spelar roll vid autism

Personer med autism har lägre nivåer av ett protein som reglerar mängden av signalsubstansen serotonin i hjärnan. Det visar en studie vid Karolinska institutet. Serotonin påverkar vår kropp, våra känslor och våra tankar på en rad olika sätt. Forskarna hoppas att den nya kunskapen ska bidra till att man i framtiden kan lindra svårigheter som personer med autismspektrumtillstånd, AST, kan uppleva. I studien har forskarna använt sig av en PET-kamera.

Hon utvecklar energismarta material.

”De bästa idéerna kommer med hundarna i skogen”

Farnaz Gahjeri är doktorand vid Uppsala universitet. En del av sin forskning har hon gjort på företaget Svenska Aerogel som utvecklar materialet Quartzene.

– Det är ett fantastiskt material som främjar hållbarhet och energibesparing, säger Farnaz Gahjeri.

Quartzene är ett icke brännbart material med mycket goda isoleringsegenskaper. När det tillförs ett material – papper, betong, trä, gips, färg och så vidare – så förbättras isoleringsegenskaperna. Lyckas man fördubbla isoleringsförmågan i exempelvis mineralull genom att tillföra Quartzene så halveras energiförbrukningen.

Alternativt kan man halvera tjockleken på mineralullen med bibehållen isoleringsförmåga. Quartzene absorberar även olika gaser och materialet filtrerar ämnen och molekyler i vätskor på ett effektivt sätt. Tekniken ger möjligheter att minska mängden av dyra och miljö- och hälsomässigt oönskade substanser.

– Det fanns bara ett företag i Sverige som producerar ett sådant material. Det var därför jag valde Svenska Aerogel.



Doktoranden Farnaz Gahjeri har studerat i Iran, Japan och Storbritannien innan hon kom till Uppsala universitet.

– Jag syntetiserade materialet i labbet på Svenska Aerogel, sedan tog jag det till Ångströmlaboratoriet vid universitetet och försökte förstå materialets struktur med hjälp av avancerade instrument, säger Farnaz Gahjeri.

– Det är inte så lätt att sluta tänka på forskningen när man åker hem. Men jag gillar det och tycker om att tänka på vad jag ska göra i morgon.

För att koppla av går hon ut med sina hundar i skogen.

– Det är ett bra sätt att koppla av, och det är då de bästa idéerna kommer.

Precis som arbetet lätt följer med ut i skogen så tar hon gärna med sig hundarna till laboratoriet.

– Jag arbetar ibland på helger och då tar jag med mina hundar. Är du intresserad av att forska inom industrin? Utbilda dig i kemi och materialvetenskap!

EFTERFRÅGAD

Kemikunniga personer kan arbeta på alla nivåer i företag. Är du praktiskt intresserad är den treåriga utbildningen till högskoleingenjör i kemi ett bra val. Vill du ha mer teoretiska inslag är studier till kemivilingenjör eller kemistudier på

högskolor och universitet det givna valet.

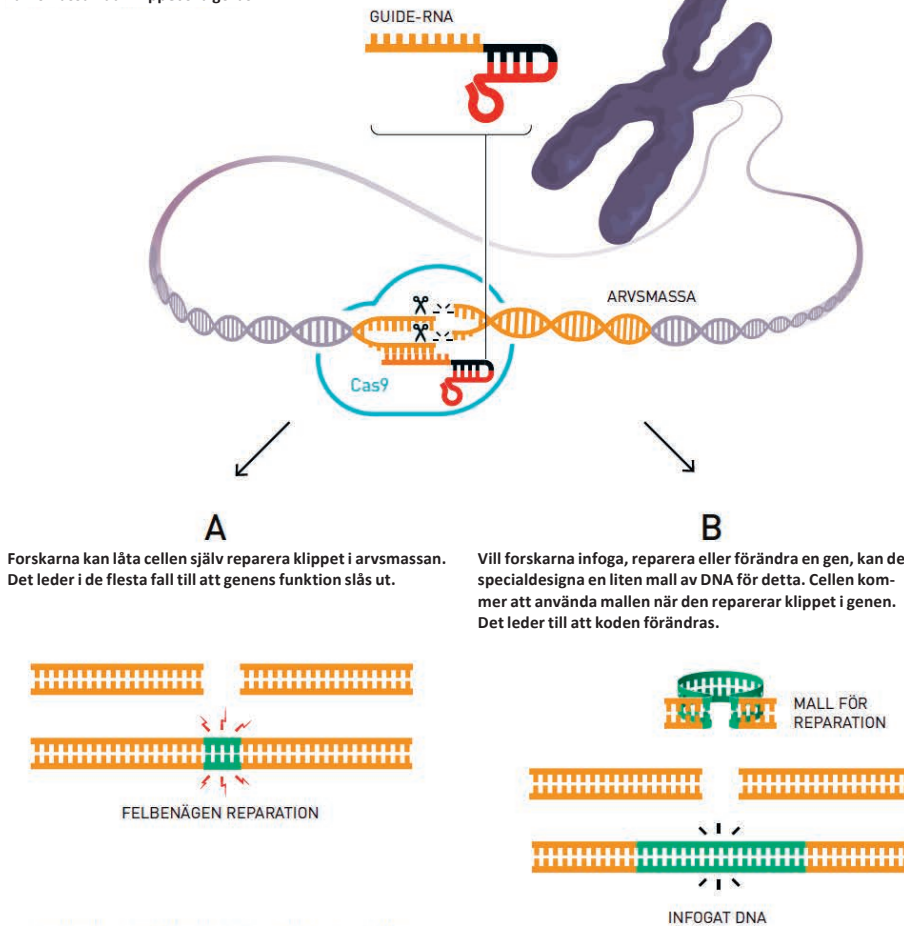
Att bli lärare i naturvetenskapliga ämnen ger långsiktigt säkra jobb. I dag råder det stor brist på lärare i matematik och naturorienterade ämnen för grundskolans senare år och för gymnasiet.

KEMIKARRIÄR.SE

Det finns förstås massor av andra spännande jobb inom kemiindustrin. Fler intervjuer och information om vilka utbildningar som leder till ett jobb i kemibranschen hittar du på kemikarriär.se

NOBELPRISET

När forskare ska förändra arvs massa med hjälp av gensaxen så bygger de på konstgjord väg ett guide-RNA, som matchar DNA-koden där klippet ska göras. Saxproteinet Cas9 kopplas till guide-RNA, som styr saxen till den plats i arvs massan där klippet ska göras.



Nobelpris till gensax

Ett redskap som kan förändra livets kod. Så beskriver Kungliga Vetenskapsakademien gensaxen CRISPR/Cas9. Emmanuelle Charpentier och Jennifer A. Doudna tilldelas Nobelpriset i kemi 2020 för upptäckten.

Förut var det tidsödande och ibland omöjligt att förändra gener i celler. Med hjälp av CRISPR/Cas9 går det nu att förändra livets kod inom loppet av några veckor. Tekniken som Emmanuelle Charpentier och Jennifer A. Doudna utvecklat har liknats vid att klippa och klistra text i datorn.

Det var när Emmanuelle Charpentier studerade bakterier som hon upptäckte en tidigare okänd molekyl, tracrRNA. Hon kunde visa att tracrRNA är en del av bakteriers uråldriga immunförsvar, CRISPR/Cas, som oskadliggör virus genom att klippa sönder deras DNA. Emmanuelle Charpentier utvecklade idéerna bakom den metod som nu



belönas under sin tid som gästforskare vid Umeå universitet. 2011 inledde hon ett samarbete med Jennifer A. Doudna och tillsammans lyckades de få gensaxen att fungera i ett provrör. De förenklade även saxen så att den blev lättare att använda.

I ETT EPOKGÖRANDE experiment programmerade de sedan om gensaxen. I sin naturliga form känner gensaxen igen DNA från virus, men Emmanuelle Charpentier och Jennifer A. Doudna visade att det går att klippa av vilken DNA-molekyl som helst på ett förutbestämt ställe. Där klippet ligger är det sedan lätt att skriva om livets kod.

Sedan de upptäckte gensaxen CRISPR/Cas9 år 2012 har användningen exploderat. Gensaxen har bidragit till mängder av grundvetenskapliga upptäckter. Forskare har kunnat framställa grödor som motstår mögel, skadedjur och torka. Inom medicinen prövas nya behandlingar mot cancer och drömmen om att kunna bota svåra genetiska sjukdomar håller på att bli sann.

Men tekniken väcker också etiska frågeställningar. Var ska vi sätta gränserna för hur vi förändrar gener? Frågan ställdes på sin spets 2018 då den kinesiska forskaren He Jiankui ändra arvs massan hos mänskliga embryon med hjälp av gensaxen.

Det här är första gången som två kvinnor får dela på ett Nobelpris i kemi. Med årets pristagare uppgår antalet kvinnliga kemipristagare till totalt sju sedan priser började delas ut. *Läs mer på www.nobelprize.org*

Det började med en brand

Den 4 augusti exploderade 2 750 ton ammoniumnitrat som förvarades i ett lager i hamnen i Beirut. Det blev en kraftig explosion som ödelade delar av hamnen och kostade minst 200 människor livet.

– Det är typolyckan för ammoniumnitrat, en brand i en hamn och en kraftig smäll. Den brunorange röken man ser tyder på att ammoniumnitratet sönderfaller till kväveoxider, säger Lorens van Dam, expert vid Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB.

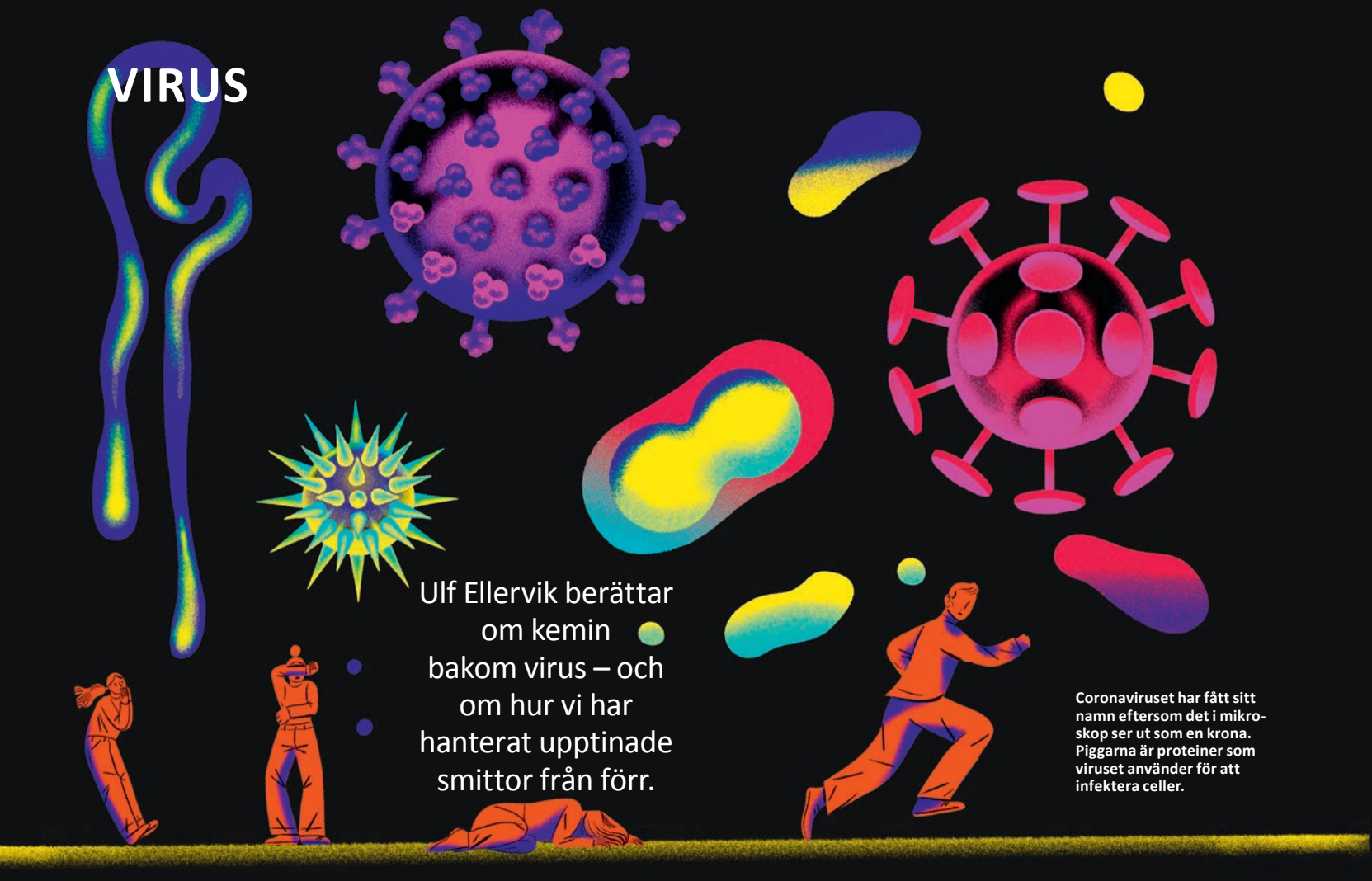
Explosionen i Beirut är inte den första som orsakas av ammoniumnitrat (NH_4NO_3). Ämnet har sedan 1916 vållat 35 stora olyckor. Förra gången det inträffade var i Kina år 2015. Då detonerade 800 ton ammoniumnitrat i ett lager och 173 människor dog.

Ammoniumnitrat används också av terrorister. Anders Behring Breivik använde det i Oslo 2011 och det ingick även vid bombdådet på Drottninggatan i Stockholm året före.

Under normala förhållanden är ämnet stabilt. I Sverige använder vi tusentals ton ammoniumnitrat varje år, dels blandat i mineralgödsel, dels i tillverkning av civila sprängämnen.

Hanteringen av ammoniumnitrat regleras bland annat i föreskrifter från MSB och i de internationella reglerna om transport av farligt gods.





VIRUS

Ulf Ellervik berättar om kemin bakom virus – och om hur vi har hanterat upptäckta smittor från förr.

Coronaviruset har fått sitt namn eftersom det i mikroskop ser ut som en krona. Piggarna är proteiner som viruset använder för att infektera celler.

Kemi som smittar

Det var i slutet av 2019 som de första tecknen kom på att det brutit ut en epidemi i staden Wuhan i Kina, men det var först i mitten av januari som det blev allmänt känt att det var frågan om ett så kallat corona-virus, denna gång med namnet SARS-CoV-2 (*severe acute respiratory syndrome corona virus 2*). Kinesiska myndigheter satte staden Wuhan och snart hela provinsen i karantän, en åtgärd som utan tvekan bromsade virusets framfart. Trots det spred sig smittan och i mars tillkännagav WHO att den pågående spridningen av covid-19, som sjukdomen heter, var en pandemi, en sjukdom som kommer att drabba människor över hela jorden.

VIRUS HAR VARIT ETT GISSEL i alla tider. Spanska sjukan är ett skräckinjagande exempel. Spanska

sjukan var en världsomspännande influensapandemi som slog till strax efter första världskriget. Uppskattningsvis smittades en tredjedel av jordens befolkning och ingen del av världen klarade sig undan. Det var faktiskt flera gånger fler människor som under några månader avled av spanska sjukan än som dog i strider under första världskriget. För att vi ska slippa drabbas av en liknande pandemi måste vi förstå vad det var som gjorde att spanska sjukan blev så allvarlig – och för att lösa det måste vi hitta bevarade prover.

I NOVEMBER 1918 slog spanska sjukan till mot den lilla staden Brevig Mission i Alaska. Staden, som bara hade 80 invånare, drabbades hårt och 72 personer avled under loppet av fem dagar. De döda begravdes

i en massgrav och eftersom det råder permafrost i denna del av Alaska antog man att det skulle vara möjligt att hitta välbevarade kroppar. I augusti 1997 fick ett amerikanskt forskarlag tillstånd att öppna graven och de tog lungprover från fyra av kropparna. Från en av kropparna gick det att få fram ganska intakt virus-rna. Med hjälp av dessa prover har forskarna lyckats få fram hela gensekvensen från 1918 års virus och har dessutom lyckats återskapa det.

Varför vill man återskapa ett förfärligt virus? En av de viktigaste anledningarna är att undersöka viruset för att förstå varför det var så farligt.

DET FINNS TRE TYPER av influensavirus som benämns A, B och C. Medan B och C sällan skapar några allvarliga epidemier är A desto värre. På virusets yta finns två viktiga proteiner, hemagglutinin (H) och neuraminidas (N). Viruset använder hemagglutinin för att veta att det träffat på rätt typ av cell, medan neuraminidaset är viktigt för att viruset ska släppas ut igen. Alla celler är täckta av kolhydrater av olika slag, som bland annat är viktiga för att celler ska känna igen varandra. Olika djurarter har olika typer av kolhydrater på sina cellytor, vilket gör att många sjukdomar bara drabbar en art. Hemagglutinin på virusets yta känner framför allt igen så kallade sialinsyror, ett slags kolhydrater, och dessa finns i flera former som skiljer sig åt en smula mellan olika celler och mellan olika arter. Vissa virus, till exempel influensaviruset, kan känna igen flera olika sialinsyror och de kan därför hoppa från art till art. Förutom människan drabbas ofta grisar och fåglar av influensa. Influensa A finns i flera olika varianter och de benämns efter vilken typ av hemagglutinin och neuraminidas som de har på ytan. Det finns minst 16 olika hemagglutinin och 9 olika neuraminidaser, vilket gör att det i

Tvingar cellen att göra kopior

Medan bakterier ofta är ganska lätta att se i ett vanligt mikroskop är de flesta virus 100 till 500 gånger mindre och det krävs därför ett elektronmikroskop för att hitta dem. Det de saknar i storlek tar de dock igen i antal. Det finns betydligt fler virus på jorden än vad det finns levande organismer – bakterier inräknade. Virus är inte celler, utan partiklar. Eftersom de inte har det molekylära maskineri som krävs för att reproducera sig själva måste virus infektera en cell och tvinga den att bygga kopior av viruset.

Viruset hittar då först rätt cell genom att känna igen strukturer på cellytan. Därefter kan det ta sig in i cellen på olika sätt.

teorin kan finnas nästan 150 varianter. Spanska sjukan, liksom svininfluensan, är av typ H1N1.

NÄR VI DRABBAS AV INFLUENSA bildar vi antikroppar mot viruset. En antikropp, eller immunoglobulin, är ett protein som känner igen kemiska strukturer och som används av immunförsvaret för att komma ihåg tidigare infektioner. Ifall vi har antikroppar mot ett visst virus går det mycket snabbare för kroppen att sätta igång försvaret, och det finns en stor chans att vi klarar oss. När vi vaccinerar oss får vi bakterier eller virus som på något vis, ofta med värme, förstörts så att de inte kan infektera oss längre. Deras yta är dock oförändrad vilket gör att vi bildar antikroppar.

Antikroppar känner alltså igen specifika kemiska strukturer på virusets yta och ofta är det just hemagglutinin de känner igen. Det är därför en vaccination mot en viss typ av influensa inte nödvändigtvis ger skydd mot en annan variant.

I samband med att den gensekvensen från det virus som orsakade spanska sjukan publicerades, bröt det ut en debatt i vetenskapsvärlden om det var etiskt försvarbart att offentliggöra så farlig information. Nej-sidans argument var att informationen kan användas av terrorister för att framställa biologiska vapen. Redaktörerna för de stora vetenskapliga tidskrifterna Science och Nature var dock ense om att nyttan vida överstiger riskerna och de bestämde sig för att publicera. Jeffery Taubenberger, den ansvarige forskaren, sammanfattade det hela: "Det vi försöker förstå är vad som hände i naturen och hur ytterligare en pandemi kan förhindras. I det här fallet är det naturen som är bioterroristen."

I SAMMA STUND som den nya sjukdomen covid-19 blev känd startade ett enormt forskningsuppådrag. Alla som hade minsta lilla med virus att göra släppte allt annat och försöker nu hitta vägar att slå ut SARS-CoV-2. Angreppet sker från många olika håll och med lite tur och mycket skicklighet kan vi hitta nya läkemedel. Just coronavirus är luriga och de är erkänt svåra att ta fram vaccin mot och det kommer trots allt att ta ganska lång tid innan ett sådant blir allmänt tillgängligt. Vi lär oss dock otroligt mycket om coronavirus och nästa gång, för det blir alltid en nästa gång, är vi kanske mer förberedda.

Av Ulf Ellervik, professor i organisk kemi vid Lunds tekniska högskola och författare. Det här är ett bearbetat utdrag ur hans e-bok Virus: Riktigt ond kemi (Fri tanke förlag 2020).

Den skadliga barkborren har ökat efter stormen Gudrun 2005. Fällida träd har ett sämre försvar än friska, stående.



Jakten på trädens fiender

Problemet med granbarkborrar ökar i den svenska skogen. Ett nytt vapen i kampen är hundar, vars luktsinne känner igen de feromoner som borren sänder ut.

Klockan är strax efter åtta på morgonen. Det är soligt och vindstilla i Tre backars naturreservat strax utanför Norrtälje. Här finns bland annat flera sällsynta fågelarter, men även en ovälkommen gäst: granbarkborren.

De fruktade skalbaggarerna gräver sig in under grannens bark där de lägger sina ägg. De växande larverna tuggar sedan i sig innerbarken. Rekordvärmen 2018 försvagade trädens naturliga försvar och granbarkborrarna blev mångdubbelt fler, något som skogen fortfarande lider av. Förra året blev det värsta någonsin. Enligt Skogsstyrelsen dödade granbarkborrarna ungefär sju miljoner kubikmeter skog.

– Jag tror att det blir lika illa i år. Det är brist på personal som kan få ut de skadade träden. Och så har

vi corona också, säger Annette Johansson och torkar svetten ur pannan.

Sedan 2013 hjälper hon och hennes specialtränade hundar skogägare att hitta nya angrepp på ett tidigt stadium. Om trädet snabbt huggs ner och forslas bort kan larverna inte kläckas och flyga vidare. Att söka med hund är både snabbare och mer effektivt än att manuellt inspektera träd för träd. Hunden känner doften av barkborrar på mer än 100 meters avstånd.

– Det längsta avståndet jag mätt upp var 180 meter men då var förutsättningarna perfekta med öppen skog och vind som inte snurrar, säger Annette Johansson.

Tillsammans med Sota, en blandras av schäfer och malinois, har hon redan gjort en första sökrunda i skogen. Hon håller upp gps:en. Displayen är full av markeringar av angripna träd som Sota spårat upp.

Annette Johansson klappar Sota och ger henne vatten och hundgodis. Dags för nästa hund. Hon har fyra i bilen och brukar byta hund efter ungefär en timme.

– Det är ansträngande så de behöver vila mellan varven, säger hon och trär på den orange sökselen och gps-halsbandet på malinoisen Hiro. Innan Annette Johansson tog över honom och skolade om honom till barkborrehund arbetade han som narkotikahund hos polisen.

MED HIRO I SPETSEN ger vi oss ut i skogen. Han travar på till synes obekymrad, men plötsligt vädrar han något och svänger av från stigen. Han tar oss till ett nedfallet träd. Att det är angripet av granbarkborrar kan Annette Johansson snabbt bekräfta. Hon pekar på små högar av brunt gnagmjöl på barken.

– Som kaffepulver. Det betyder att det är åttatandad barkborre. Andra arter ger ett finare pulver.



Hiro får beröm och får busa och dra i en boll i ett snöre som belöning.

För hundarna är jobbet en lek som går ut på att hitta den där speciella lukten, sätta sig vid trädet som luktar och få belöning.

Under barken syns det karakteristiska gnagmönstret. En rak gång längs med träfibrerna. Utifrån den, mindre gångar där larverna äter sig fram. Om ingenting görs kommer larverna att bli till nya borrar som kan angripa nya träd. Annette Johansson binder en snitsel.

Att stormfällda träd som det här angrips är vanligt. Ett friskt träd använder kåda som sitt främsta försvar mot inkräktare men när trädet ligger ner är det försvarslöst. Även vid torka, som under sommaren 2018, får träden svårare att producera kåda. Klimatförändringarna med varmare väder och fler och hårdare stormar gynnar granbarkborren.

UTAN HUND ÄR DET ett tidsödande arbete att leta efter skadade träd. Vart och ett måste inspekteras för att se om det samlats "kaffepulver" vid foten – det tydligaste tecknet på angrepp. Men om barkborrarna just flyttat in har de inte hunnit borra loss något gnagmjöl.

För hundarna spelar det ingen roll. De är tränade att känna igen de speciella doftämnen som bildar feromonet som borrar använde i sin kommunikation.

– Just granbarkborren är väldigt starkt beroende av feromon. Så snart en hane borrar sig in i en ny gran signalerar han med doft att här finns en ungarl

Hiro var tidigare narkotikahund hos polisen.



Så angrips trädet

Granbarkborren ger sig helst på nyfallna träd som har svårt att försvara sig till skillnad från friska, stående träd som försvarar sig med rinnande kåda och giftiga terpenener. För att övervinna trädets försvar krävs att många granbarkborrar angriper trädet samtidigt. De lockar dit andra borrar genom att utsöndra speciella doftämnen.



Barkborre-
hunden
känner
igen signal-
molekyler
som den
åttatandade
barkborren
skickar ut.

med eget hus, säger Fredrik Schlyter, professor i kemisk ekologi vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, i Alnarp.

När honorna lockats till det nya trädet och börjat lägga sina ägg utsöndras ett annat doftämne. När barken sedan börjar brytas ner uppstår ytterligare en doft. Hundarna får träna på fyra olika lukter vilket gör att de hittar angrepp i olika stadier.

Granbarkborrarnas feromoner kartlades redan på 1980-talet och substanserna finns att köpa i syntetisk form. Fredrik Schlyter och Annette Johansson har samarbetat i flera projekt kring att söka med hund efter granbarkborrar.

Det hela började med att Annette Johansson, som då hade personsök med hund som hobby, fick frågan från en skogsägare om hundar inte kunde nosa upp de besvärliga insekterna. Hon fick kontakt med Fredrik Schlyter, som har arbetat med granbarkborrar och andra skadeinsekter sedan slutet av 1980-talet.

Han hjälpte henne med de rätta substanserna som hundarna tränades i att känna igen, först inomhus och sedan utomhus. Preparerade doftprover med det syntetiska feromonet placerades bland annat i träd. Själva träningen skiljer sig inte från hur hundar tränas för att spåra upp till exempel narkotika, sprängämnen eller försvunna personer. Frågan var om det skulle fungera på riktiga borrar i verklig skogsmiljö.

DET ÄR KRÄVANDE FÖR HUNDEN att under lång tid sniffa efter en viss doft bland skogens alla andra lukter. Uthållighet och stor arbetsvilja är ett måste.

Det gäller för hunden att kunna gå på sparlåga tills den där speciella doften dyker upp.

– Då börjar själva jobbet, säger Annette Johansson.

Hon minns fortfarande första gången hennes dåvarande sökhund, schäfern Meja, hittade ett riktigt angrepp.

– Det var helt färskt, jag kunde till och med höra hur de borrhade sig genom barken, som en brustablett som släpps i vatten. Meja fick nog ett kilo köttbullar.

SÅ VITT ANNETTE JOHANSSON VET är hon först i världen med att söka efter barkborrar med hund och numera håller hon även kurser för andra hundägare. Men hela sommaren är hon i skogen och söker. Uppdragen kommer från privata skogsägare, större skogsbolag och länsstyrelser.

Arbetet har även resulterat i en vetenskaplig artikel. På en konferens om sökhundar i USA upptäckte Annette Johansson och Fredrik Schlyter att ingen tidigare tränat sökhundar med syntetiska doftämnen. Artikeln de skrev tillsammans med Göran Birgersson på SLU publicerades i *Annals of Forest Science*.

– Att hundar letar skadedjur är ju inte nytt. Det finns ju till exempel sökhundar för vägglöss och termiter, men alla tränar på biologiskt material. För granbarkborrar är det svårt eftersom de bara är aktiva under en kort period, säger Annette Johansson.

Varje dag täcker hon och hundarna mellan fem och tio hektar och det blir upp till två mils vandring.

– Det är inte särskilt hippt och coolt. Det är svettigt, jobbigt, myggigt och stickigt, men effektivt, och jag har alltid min kompis med mig.

Av Marie Alpman, frilansjournalist.

Fyra dofter avslöjar barkborren

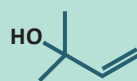
När den åttatandade barkborren, *Ips typographus*, tagit sig in i barken på ett nytt träd sänder den ut feromonkomponenterna metylbutenol och cis-verbenol, som i kombination lockar dit fler granbarkborrar.

Några dagar senare när honorna börjat lägga ägg ändras signalen och ipsdienol tillkommer.

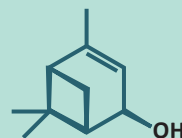
Efter en vecka utsöndras en ny doft som indikerar att trädet är fullt utnyttjat. Det är

ketonen verbenon som bildas av granbarkborren, i samspel med svamp och bakterier i den angripna barken.

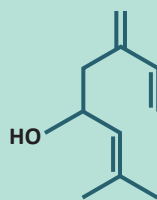
Feromonblandningar är artspecifika signaler. Den åttatandade barkborrens signaler skiljer sig därför från den sextandade barkborren, som är mindre och tillhör en annan art och släkt. Den sextandade barkborren ger sig normalt sett inte på levande gran.



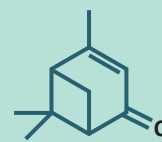
METYL BUTENOL
(2-metyl-3-buten-2-ol)



CIS-VERBENOL



IPSDIENOL



VERBENON



6

TVILLINGNIVÅER

- 0: Inte uppkopplad digital modell används för att konstruera eller simulera en produkt eller process.
- 1: Uppkopplad modell som får data om sin fysiska motsvarighet i realtid.
- 2: En digital tvilling bevakar hur produkten eller processen fungerar.
- 3: Den digitala tvillingen räknar ut när produkten eller processen kommer att få sämre funktion.
- 4: Den digitala tvillingen lär av erfarenhet och kan själv föreslå förbättringar.
- 5: Den digitala tvillingen styr den fysiska motsvarigheten och ersätter operatören. KÄLLA: AFRY

AI vässar kemifabriken

Så kan "digitala tvillingar" skapa effektivare och grönare produktion.

Digitala tvillingar är virtuella, uppkopplade kopior av maskiner, fabriker eller hela städer. Olika branscher har kommit olika långt i den här utvecklingen.

– Här gäller det att kemiindustrin hänger med, menar Magnus Nydén, teknikchef på det nystartade företaget Liquid Wind.

Med hjälp av maskininlärning, en gren inom artificiell intelligens, AI, lär sig modellen hur anläggningen uppför sig i realiteten och förbättras ju längre den körs.

PARALLELLT MED PLANERINGEN av Liquid Winds första fabrik utvecklas även en digital tvilling.

– Planen är att bygga en stor mängd anläggningar för grön metanol. El från förnybar energi ska ge vätgas genom elektrolys av vatten. Vätgasen ska blandas med

koldioxid som fångas in från industriskorstenar och bilda metanol.

Den digitala tvillingen ska bland annat minimera energiförbrukningen och styra produktionen av vätgas till timmar då det finns gott om förnybar el. Den ska också användas i utvecklingsarbetet och för att köra den framtida produktionen.

– Det är inget annat än en detaljerad matematisk formel, som beskriver hela processen från elektrolysen till att koldioxid slås samman med vätgas över katalysatorn, för att bilda metanol, säger Magnus Nydén.

Att kemiindustrin ökar takten inom sin digitalisering ser han som ofrånkomligt.

– Branschen behöver svänga om mot en mer digital och hållbar framtid.

Av Marie Alpmann, frilansjournalist.

Företaget Dulux Australia har byggt en digital tvilling till färgfabriken norr om Melbourne.

75 procent av sågspånen kan omvandlas till pyrolysolja.



FOTO: ISTOCKPHOTO

Het process gör drivmedel av rester

Med pyrolys ska man producera gröna kemikalier av rester från skog och jordbruk.

Fossil olja används i dag för produktion av både drivmedel och baskemikalier. Eftersom förbränningen av oljan resulterar i miljöproblem som växthuseffekt är det förstås inte hållbart. I stället behövs alternativa processer som baseras på förnybara råvaror. Via en process som kallas snabb pyrolys kan restprodukter från både skogs- och jordbruket användas effektivt och den förnybara biomassan omvandlas till flytande olja.

I PYROLYSEN HETTAS den malda råvaran upp mycket snabbt i en syrefri atmosfär, vilket gör att materialet bryts ner och bildar ångor. När ångorna sedan kyls ner bildas en flytande pyrolysolja. Man får också en fast produkt och en gas, biprodukter som ofta används som energikällor i processen.

Biomassabaserad pyrolysolja består av en komplex blandning av fler än 300 olika ämnen, och är trots namnet inte blandbar med fossil olja. Detta beror på

att oljan innehåller en hög andel syre, som kommer från råmaterialet. Den innehåller vidare ungefär hälften så mycket energi som diesel.

Med sågspån som råvara kan upp till 75 procent av råvaran resultera i pyrolysolja, medan utbytet ofta blir något lägre med råvaror som grenar och toppar eller olika typer av jordbruksavfall. Nästan vilken biomassa som helst kan användas, och hundratals olika råmaterial har testats. Förutom biomassa kan pyrolysolja även tillverkas av andra organiska material som plastavfall eller förbrukade däck. Genom pyrolys är det möjligt att gå mot det cirkulära samhället.

Idag produceras biomassabaserad pyrolysolja bland annat i Finland och i Nederländerna, där pyrolysoljan används som förbränningsolja i industriella processer. Det kommersiella intresset är stort, och nya anläggningar planeras både i Finland och i Sverige. Den svenska satsningen drivs av bolaget Pyrocell, som ägs gemensamt av Setra och Preem.

TROTS MÅNGA ÅR av forskning och att en kommersiell etablering tar fart, kvarstår fortfarande många frågor. Det handlar till exempel om vilka råvaror som bör

användas, och för vilka användningsområden oljan är bäst lämpad. Dessutom finns olika processvägar att gå för att nå slutmålet.

Drivmedel som bensin och diesel består av kolväten, medan pyrolysolja från biomassa förutom kol och väte även innehåller mycket syre. Det måste tas bort på något sätt. Ett sätt är att låta syret avgå tillsammans med en del av det biobaserade kolet (som kolmonoxid och koldioxid) i något av processstegen, men detta minskar utbytet av den önskade produkten. Ett annat alternativ är att tillsätta väte i någon del av processen, för att i stället bilda vatten av syret. Men detta kräver i sin tur en hållbar produktion av väte.

Det finns olika sätt att producera pyrolysolja. I stället för att bara snabbt hetta upp biomassan och få en olja med högt syrenehåll, kan man använda en katalysator i själva pyrolyprocessen. Man kan då få en olja med andra egenskaper och ett lägre syrenehåll. Men detta kostar, både i form av kostnader för katalysatorn och genom ett lägre utbyte av pyrolysolja. Ett annat alternativ är att i stället tillverka produkter där ett visst syrenehåll kan godtas, som biobaserade kemikalier.

PÅ FORSKNINGSPROJEKTET RISE bedrivs forskning kring pyrolysis inom ett stort antal projekt. Vid en pilotanläggning i Piteå studerar forskare hur pyrolysoljorna och processen påverkas av olika råmaterial och driftförhållanden. Den bildade oljan uppgraderas sedan till drivmedel eller andra produkter.

Rise-forskarna studerar även pyrolysis av gummi och andra avfallsmaterial, som en del i en effektiv återvinningsprocess. Många av projekten visar lovande resultat. Till exempel har forskare med hjälp av katalysatorer i pyrolysen lyckats konvertera syrenehållande komponenter i pyrolysoljan till aromater och andra kolväten. Ännu finns dock problem med koks bildning och låga utbyten som behöver övervinnas, och de tittar därför vidare på andra typer av katalysatorer och tillsats av väte redan i pyrolyssteg.

Pyrolysis är en relativt billig metod för att omvandla biomassa eller andra råmaterial till mer lätthanterlig flytande form. Ytterligare kunskap är dock nödvändig för att hitta de mest lönsamma tillvägagångssätten att tillverka drivmedel och kemikalier från biomassa, både ekonomiskt och miljömässigt.

Av Linda Sandström och Ann-Christine Johansson, forskare vid Rise.



Företaget Pyrocells plan är att vidareförädla pyrolysolja till förnybar diesel och bensin.

Råvaran kommer från sågverket

FÖRETAGET PYROCELL bygger en fullskalig pyrolysanläggning strax utanför Gävle. Med sågspån som råvara ska de tillverka pyrolysolja som sedan kan vidareförädlas till biodrivmedel.

– Det känns jättebra att vi gör mer förnybart i Sverige med tanke på att vi har mycket skog. Kanske börjar fler sågverk framöver att titta på möjligheten att bygga pyrolysanläggningar om denna anläggning ger det utfall vi förväntar oss, säger Anders Wigstein, som är produktionschef vid Pyrocell.

Företaget ägs gemensamt av träindustriföretaget Setra och Preem.

Sågspånen kommer från Setras sågverk. De torkas och leds därefter till pyrolysoverloppet. Den olja som produceras skeppas sedan till Preems raffinaderi i Lysekil där den ska förädlas ytterligare till förnybar diesel och bensin.

Målet är att anläggningen ska tas i drift under fjärde kvartalet 2021. Då ska den kunna producera 25 000 ton pyrolysolja per år, vilket motsvarar 15 000 personbilars årliga bränsleförbrukning.

Anläggningen i Gävle är den första fullskaliga i Sverige. I östra Finland bygger Green Fuel Nordic en fabrik intill ett sågverk, som också den bygger på pyrolysis.

– Det är en beprövad metod som kan köras kontinuerligt och som ger ett stort utbyte, säger Anders Wigstein.

Av Siv Engelmark


ANNONS





DIN KEMI

1 SINNEN
2 HÄLSA
3 SJKDOM
Huvudvärkstabletten
Antibiotika och mikroorganismer
Virus
Cancer och DNA
Gifter
Etanol och andra alkoholer
Droger
4 SAMHÄLLE
5 NATUR & MILJÖ
6 UPPSLAGSDEL

Gifter



Du vandrar i skogen och ser den vackra röda flugsvampen med sina vita prickar eller funderar på att plocka en buktett ljekörvsvamp. Kanske vet du att båda är giftiga. Olika ämnen är oftast giftiga på olika sätt. Flugsvampen innehåller flera giftiga ämnen. Vassa av dessa påverkar nervsignaler både i hjärnan och till muskler. Om du skulle råka äta röd flugsvamp så kan du må illa, klöna ymsel och få kramper. Många omgar är också giftiga. I Sverige är det bara huggormen du behöver se upp med. Fjällräven är en svensk fisk som har gifttaggar på gällarna. Det finns också mineraler som är giftiga. De kan innehålla atomstagen arsenik eller kvicksilver. Det röda mineralet cinnober innehåller kvicksilver.



curare

Din Kemi är nytt och gratis digitalt läromedel för dig som går på högstadiet eller gymnasiet – eller bara är nyfiken på kemi.

1 SINNEN
2 HÄLSA
Anpassning för överlevnad
Fett
Protein
Träning
Vitaminer och mineraler
Hormoner
Hjärnan och kärlströ
3 SJKDOM
4 SAMHÄLLE
5 NATUR & MILJÖ
6 UPPSLAGSDEL

Hjärnan använder signalsubstanser

En mänsklig hjärna väger omkring ett och ett halvt kilo och har en volym på 1,2 liter. En levande hjärna är ljusrosa till färgen och har en grötliknande konsistens. De yttre millimeterna av hjärnan kallas för **hjärnbarken**. Hjärnbarken är den del av hjärnan som står för intelligens och **abstrakt tänkande**. Det är här vår personlighet finns och det är den del av hjärnan som styr våra känslor. Vår hjärna har omkring 75-100 miljarder nervceller och varje nervcell är kopplad till flera tusen andra nervceller i hjärnan. Kopplingarna mellan nervceller kallas för **synaps**. I synapserna frisläppte **signalsubstanser** från den nervcell som skickar en signal. Signalsubstanserna binder sedan till receptorer på den andra nervcellens yta. Överföringen av information i hjärnan sker alltså på kemisk väg. Droger och vissa läkemedel är kemiska ämnen som liknar de naturliga signalsubstanserna.



serotonin



noradrenalin

Din Kemi bygger på den senaste forskningen. I Din Kemi berättar över 40 svenska forskare och kemister om sina specialområden.

1 SINNEN
2 HÄLSA
3 SJKDOM
4 SAMHÄLLE
5 NATUR & MILJÖ
Fotoförbräning
Cellulosa
Jord
Ljusbant vatten
Luft och luftföroreningar
Kölets kemi
Bränder och explosioner
Fossilis och förnybara bränslen
Globala effekter
Livscykelanalys
Kemin i framtiden
6 UPPSLAGSDEL

Strontiumjoner



Lågornas färg beror på temperatur och på vad som brinner. Om vi tilltar på lågorna i en vanlig brasa eller lågan i ett stearinljus kan vi se att färgen varierar beroende på lågan i lågan. Det är olika varmt på olika ställen i lågan. Färgen på lågan påverkas även av vad som brinner. Om vi blandar det brännbara ämnet med olika salter kommer lågans färg att ändras. På så sätt kan vi skapa lågor med olika färger. Kopparföreningar ger en grön låga. Natriumföreningar ger klart gul låga. Strontiumföreningar ger en röd låga. Detta fenomen utnyttjas i fyrverkerier för att få olika färger.

Explosioner är mycket snabb förbränning

Beroende på var förbränningen sker och vad som förbränns går reaktionen olika fort. Förbränningen i våra kroppar går ganska långsamt medan andra förbränningsreaktioner kan gå med hög hastighet.

Vid snabba förbränningsreaktioner räcker inte luften syre. Istället används kemiska ämnen som innehåller atomslaget syre. Det utnyttjas till exempel i sprängämnen och krut. Krut förbränns i hastigheter som närmar sig ljudhastigheten och syret som krävs kommer vanligen direkt från krutblandningen. Reaktionen frigör värme och ökar volymen. Denna process kan användas för att skjuta livliga kulor eller raketer.



nitroglycerin

I Din Kemi är kemin satt i verkliga sammanhang. Din Kemi handlar bland annat om träning, hormoner, droger, mobiltelefoner, gifter, kriminalkemi och konst.

Din Kemi är helt digitalt och består av texter, animeringar och filmer.

Din kemi innehåller både självriktande kunskapsquiz och massor av övningar som du kan arbeta med på egen hand eller med en kompis.

Välkommen till
www.dinkemi.se

Dinkemi.se har beviljats medel från Marcus och Amalia Wallenbergs Stiftelse och stöds av Kungliga Vetenskapsakademien, som ser det som en möjlighet att på lång sikt påverka samhällets syn på kemi och naturvetenskap.