

# Massenytt

Norsk Selskap for  
Massespektrometri

Nyhetsbrev for medlemmer av NSMS  
Nr 2, 2010, 7. årgang



# Innholds- fortegnelse

## Organisasjonen NSMS

<i>Organisasjonen NSMS.....</i>	<i>2</i>
<i>Lederen har ordet.....</i>	<i>3</i>
<i>Massespektrometri er pensum i den vi- dergående skole.....</i>	<i>3</i>
<i>Markørkomponenter fra marine fettsyrer..</i>	<i>4</i>
<i>Ny professor i organisk kjemi ved UMB....</i>	<i>8</i>
<i>Massespektrometri som uunnværlig verk- tøy for sporanalyse av organiske miljøgifter.....</i>	<i>9</i>
<i>Massespektrometri som følsom real-time (sanntid) målemetode for flyktige kom- ponenter i luft og vann: MIMS - Mem- brane Introduced MS.....</i>	<i>11</i>
<i>10. Brukermøte i LCMS.....</i>	<i>12</i>
<i>Vintermøte i massespektrometri på Hafjell 2.sirkulær.....</i>	<i>14</i>
<i>Møter og konferanser.....</i>	<i>16</i>

Norsk Selskap for Massespektrometri (NSMS) er en nasjonal forening som ønsker å ivareta faget massespektrometri. Vi er en frittstående forening som ikke har underavdelinger. Norsk selskap for massespektrometri er tilknyttet det internasjonale MS-miljøet ved at vi er medlem av "International Mass Spectrometry Foundation" (IMSF) og vi har en valgt representant i styret til IMSF.

Vi avholder nasjonale seminarer i massespektrometri hvert annet år. Disse blir avholdt på steder der vi har mulighet for både å gå og stå på ski, med andre ord vi kombinerer det faglige med det sosiale. Dette gjør at vi får en fin atmosfære rundt det hele og nye kontakter dannes mens gamle pleies.

NSMS arrangerer også noe som vi kaller MS-brukermøter. Disse møtene skal arrangeres på tider som ikke kolliderer med våre ordinære vintermøter. Ideen med disse møtene er å få ms-intereserte til å diskutere faget på et mer praktisk grunnlag. Vi ønsker å ta opp praktiske problemer og utfordringer, for på den måten å kunne hjelpe hverandre med små og store problemer på MS-laboratoriet.

Innleveringsfrister for bidrag til Massenytt:

Vårnummer: frist 1. mars

Høstnummer: frist 15. september

## Medlemskap i NSMS

Alle med interesse for massespektrometri kan bli medlem av Norsk Selskap for Massespektrometri. Kontingenten er for tiden kr. 100,- pr. år. og innmelding vil du kunne gjøre på våre internettsider. <http://www.nsms.no/innmelding.html> eller ved å sende en mail til lederen av nsms, [leder@nsms.no](mailto:leder@nsms.no)

## Massenytt

### Ansvarlig redaktør

Dag Ekeberg, tlf. 64 96 58 74

e-post: [Dag.Ekeberg@umb.no](mailto:Dag.Ekeberg@umb.no)

### Redaksjonsmedarbeider

Hanne Devle, tlf. 64 96 58 12

e-post: [Hanne.Devle@umb.no](mailto:Hanne.Devle@umb.no)

### Trykkeri

Mercur-Trykk AS

Tlf: 23 33 92 00

ISSN 1504-2359

## Lederen har ordet

*Dag Ekeberg, NSMS*

Jeg ønsker dere alle velkommen tilbake etter en deilig sommer og sommerferie. Det semester vi nå er inne i innebærer mange hyggelige utfordringer for meg. En veldig hyggelig arbeidsoppgave er planlegging av vårt neste MS-vintermøte som vi skal holde på Hafjell i januar neste år. Jeg vil oppfordre deg til å bidra, enten bare med å komme på seminaret, få med dine arbeidskollegaer, eller hva med å lage en poster eller holde et foredrag. Alle vi som er med på seminaret er med på å få til et vellykket og hyggelig seminar.

Hvordan står det til med massespektrometri og eller analytisk kjemi eller sågar bare kjemi ved ditt arbeidssted? Kan det tenkes at dere kan gi oss andre litt inspirasjon og hjelp til å se ting annerledes? Ved å bli med på vårt seminar i januar vil du kunne hjelpe og inspirere andre men kanskje også selv få gode ideer og bli enda mer inspirert. Massespektrometri er jo spredt på så himla mange forskjellige områder og enda flere blir det i fremtiden.

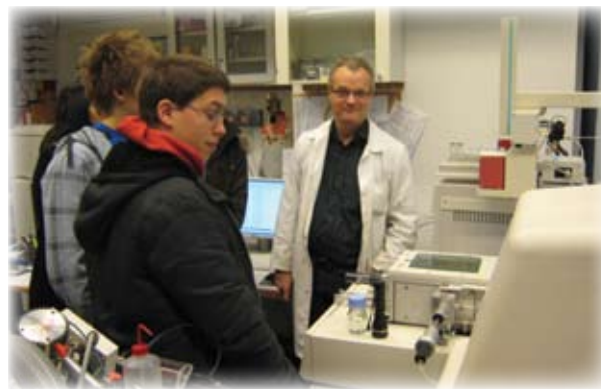
## Massespektrometri er pensum i den videregående skole

*Kjell Arnt Nystøl, Nannestad videregående skole*

I 2006 kom kunnskapsreformen i den videregående skolen der instrumentelle analyser av organiske stoffer ble introdusert. Tolkning av NMR-spektre og massespektre ble da pensum. Kompetansemålet lyder 'mål for opplæringen er at eleven skal kunne utføre analyser med kolorimetri og tolke enkle massespektre og  $^1\text{H-NMR}$ -spektre.' Separasjonsmetoder som destillasjon, ekstraksjon, filtrering og kromatografi er innledningen til MS- og NMR-metodene. Elevene øver på å tolke spektre for enkle organiske forbindelser som etanol, propansyre eller halogenerte alkaner. Kjemi er fortsatt et viktig fag i den treårige videregående skole. Faget tilbys over to år der Kjemi1 tilbys til elever på andre året og Kjemi2 tilbys til elever på tredje året. Separasjonsmetoder og MS/NMR er pensum i Kjemi2. De elever som velger å ta Kjemi2 har ønsker om å fordype seg i realfagene eller fortsette med medisiner- eller veterinærstudier.

Men jeg synes det er viktig at vi og NSMS fokuserer på emnet massespektrometri og når vi får inn nye fagområder så er det viktig at vi også tar vare på våre tradisjonelle områder. For å holde fast ved vårt MS-vintermøte vil jeg rette oppmerksomheten mot rekruttering. Både ute i instituttsektoren, salgssektoren og selvsagt undervisningssektoren er dette noe vi bør tenke på. Antall kjemistudenter i Norge har ikke vært økende på landsbasis de siste årene. Selv om noen av oss har vært heldig og fått flere kandidater så er ikke dette en nasjonal trend. Derfor vil jeg oppfordre dere alle til å se om du eller din arbeidsplass kan gjøre noe for å snu denne trenden til det motsatte eller i det minste stagnere den. Neste år er det internasjonale året for kjemi og da har vi en ypperlig anledning til fronte kjemifagene både. Etter min mening så vil vi i fremtiden ha enda større behov kjemisk kompetanse og muligens spesielt innen analytisk da jeg ser for meg mer og mer miljøanalyser, dopinganalyser på mennesker og dyr, rettsmedisinske analyser, næringsmiddelanalyser osv blir mer og mer viktig. Det at noen firma får utført sine analyser i utlandet hvor lønna er rimeligere så må vi likevel ha den faglige kompetansen til å vurdere og forstå resultatene.

På Nannestad videregående skole (Akershus fylke) har faglærer Kjell Arnt Nystøl funnet det hensiktsmessig å ta elevene med til Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB). UMB driver aktiv forskning innen MS og NMR. Faglærer opplever at elevene får bedre forståelse for pensum når de ser instrumentene supplert med en forklaring fra forskerne. Målet med besøket er ikke bare økt forståelse og økt motivasjon, det bidrar også til økt rekruttering til realfagene



**Bilde:** Noen elever på besøk hos Dag Ekeberg for å se på MS apparatet. Erik Francisco Bergseth i forgrunnen er i dag kjemistudent ved Høgskolen i Trondheim. Bildet ble tatt skoleåret 2008/2009.

## Markørkomponenter fra marine fettsyrer

Milena Bjelanovic og Jon Volden, UMB

Inntak av marint fett ønskes økt noe som skyldes de vitenskapelig dokumenterte gunstige helseeffektene. Det er spesielt de langkjedede flerumettede fettsyrer (PUFAs – polyunsaturated fatty acids) som har vært gjenstand for stor oppmerksomhet. De viktigste PUFAs som ikke produseres i tilstrekkelig omfang i kroppen, er omega-3, dette skyldes blant annet at nivået av C18:3 (linolensyre) i kostholdet er for lavt. Dessuten har inntaket av omega-6 økt på bekostning av omega-3. Noen av de ”hotteste” omega-3 PUFAs er eicosa-pentaenoic acid (EPA) og docosahexaenoic acid (DHA), noe som har ført til at utvalget av produkter og tilbydere av marine olje produkter (e.g. kapsler) har økt voldsomt. Dessuten blir PUFAs tilsatt ulike matvarer med den hensikt å øke (nærings)verdien. Effektene av dette i ”de nye matvarene”, samt i kroppen, er så langt relativt ukjent. PUFAs er reaktive fettsyrer på grunn dobbeltbindingene og deres plassering og dermed svært utsatt for oksidasjon noe som kan føre til uønsket smak og lukt (Frankel, 2005).

Under lipidoksidasjon dannes det en mengde ulike forbindelser; deriblant frie radikaler, peroksidier og aldehyder. Disse kan igjen reagere videre med biomolekyler som proteiner. Dette kan skje i matvarer så vel som i kroppen, for eksempel i fordøyelsessystemet. Skjer det endring og modifikasjon av proteinene kan det føre til inaktivering av enzymer eller andre uønskede sekundære effekter, som igjen kan føre til uheldige eller alvorlige helsemessige konsekvenser. Kroppens forsvar mot slike påvirkninger er ikke konstant gjennom livsløpet, og med alderen reduseres egenproduksjonen av sentrale antioksidanter, noe som kan føre til at den iboende likevekten av endogen oksidasjon forstyrres. Vår forståelse for hvordan PUFAs brytes ned og hvordan oksidasjonsproduktene interagerer med spesifikke biomolekyler er fremdeles på et tidlig stadium.

Her ønsker vi å gi en kort oversikt over noe av vår forskning og hvordan modellsystemer basert på spesifikke marine fettsyrer og et animalsk protein (myoglobin, O<sub>2</sub> transportør- og lagerprotein i muskel) virker sammen. Noe av det mest karakteristiske med nedbrytning av PUFAs, er deres sekundære og flyktige forbindelser som vi oppfatter som harsk lukt. En objektiv og spesifikk metode som kan benyttes for å overvåke produksjonen av disse flyktige forbindelsene er dynamisk headspace gasskromatografi-massespektrometri HS/GC-MS (Figur 1).



Figur 1. A) Teledyne Tekmar HT3 headspace; B) Gasskromatograf og C) Massespektrometer. (Foto: Camilla E. Jørgensen).

### Headspace-GC/MS i næringsmiddelindustri

HS-GC/MS kan brukes for å bestemme og identifisere aroma og oksidative prosesser i mat og matprodukter, samt for å undersøke bakteriell - og kjemisk kvalitetsforringelse. Teknikken åpner også for at det er mulig å følge dannelsen og utviklingen av flyktige komponenter over tid, noe som kan være til hjelp for å kartlegge de reaksjonskinetiske aspektene.

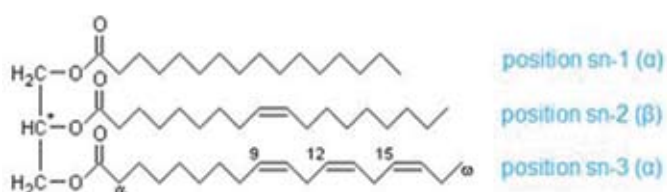
Dynamisk headspace/GC-MS (Figur 1) kan detektere små oksidative endringer i næringsmidler. Teknikken ansees som en sensitiv og reproduktiv metode for deteksjon av disse komponentene (Olsen, 2005; Frankel, 2005). Metoden er egnet for å analysere produksjon av flyktige organiske forbindelser (volatile organic compounds – VOCs) både i flytende, halvflytende og i faste produkter. Naturlige næringsmidler er komplekst sammensatt, noe som kan gjøre detaljerte analyser vanskelige og tidskrevende. Kapillær gasskromatografi er en av de viktigste teknikkene i organisk kjemisk analyse for å separere individuelle komponenter i slike sammensatte matrikser, først og fremst på grunn av sin høye selektivitet. Dessuten, koblingen med et massespektrometer kan gi detaljert informasjon om struktur og muliggjør kvalitativ bestemmelse. Denne kom-

binasjonen gjør det mulig å undersøke komplekse mat-systemer både kvalitativt og kvantitativt. I HS-GC/MS samles flyktige VOCs fra et prøve-materiale, konsentreres, separeres og identifiseres. En av de mest sensitive headspace teknikkene er "purge-and-trap" ("rens-og-fang"). Her blir prøvene "flushet" ("vasket") med bæregass, og de flyktige forbindelsene i gasstrømmen adsorbent til et fast materiale (adsorbent) (Olsen, 2005). Analyt-ene er dermed effektivt separert fra matriksen og de potensielle problemer vanligvis assosiert med selve prøvematerialet. Deretter blir komponentene termisk desorbent og raskt overført til en gasskromatograf for separering. Deteksjon kan utføres med et massespektrometer for tentativ identifisering. Prøvemengde og -temperatur, tid samt nitrogen strømming kan varieres ved behov. Disse aspektene gjør teknikken fleksibel og anvendelig til en rekke ulike formål.

Kvantifisering av data fra headspace kan være utfordrende og ofte brukes internstandard og rene standardløsninger til dette. HS-GC/MS korrelerer gjerne godt til den sensoriske opplevelsen til et produkt (Vogt & Skjævestad, 2009).

### Triglyserider

Triglyserider er estere av alkoholen glyserol og kan bestå av tre like eller ulike fettsyrer (Figur 2). De naturlige triglyseridene som inntas gjennom maten inneholder ofte en blanding av forskjellige fettsyrer. Fysiske og reologiske egenskaper av triglyserider er ikke bare avhengige av deres fettsyre sammensetning, men også av hvordan fordelingen er blant 1-, 2- eller 3- posisjon (sn-posisjoner) i glyserolmolekylet (Figur 2).



Figur 2. Et eksempel på umettet triglyserid.

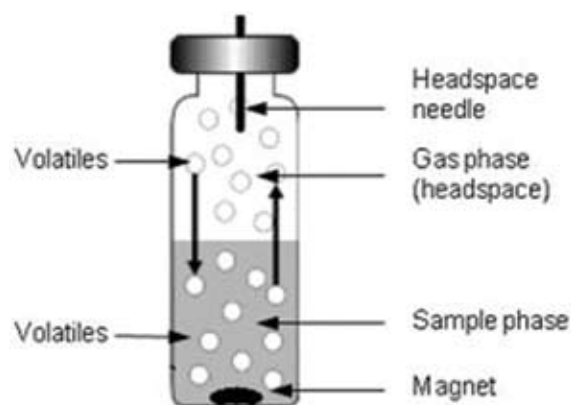
Triglyserider er i utgangspunktet mindre reaktive sett i forhold til frie fettsyrer, monoglyserider og diglyserider (Frankel, 2005; Wijesundera et al., 2008). Fettsyrer i triglyseridform, fosfolipider, og kolesterol er en integrert del i mat sammen med andre komponenter slik som karbohydrater, proteiner og vann.

### Emulsjoner

Emulsjoner er vanlig forekommende i mat og mat-produkter En væske-væske emulsjon er en finfordelt mengde små partikler, eller dråper av en væske (dispergert fase) i et volum av en annen væske (kontinuerlig fase), der de to væskene ikke er innbyrdes blandbare. En emulsjon kan enten være en olje-i-vann emulsjon, der oljedråpene er dispergert i en kontinuerlig vannfase, eller en vann-i-olje emulsjon med vanddråper dispergert i oljefasen. En emulsjon er et termodynamisk ugunstig system og må vanligvis stabiliseres.

### Modellsystem

En emulsjon bestående av metmyoglobin (metMb, myoglobin med treverdige jern) som emulgator og ulike syntetiske triglyserider har blitt vist å kunne benyttes for å studere oksidasjon over tid (Volden, et al., 2010). Grunnen til at metMb ble valgt var ut fra at det er et relevant protein som inngår i en mengde matvarer. Den økte interessen for å tilsette PUFAs (som omega-3) til ulike matvarer har ført til spørsmål om hvordan dette påvirker stabiliteten til de marine oljene. Myoglobinet virker som en emulgator da over 75 % av metMb struktur er bygget opp av hydrofobe  $\alpha$ -helikser (Meersman et al., 1999). Dessuten er det fullt mulig å justere oksidasjonstilstanden til jern og justere graden av pro-oksiderende.

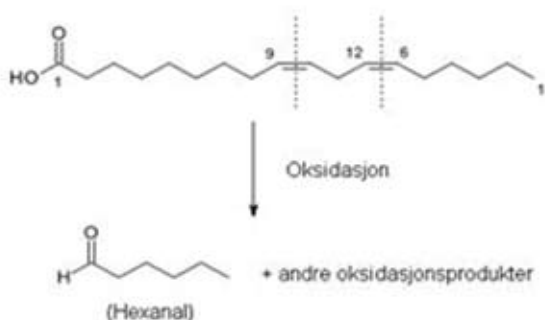


Figur 3. Headspace vial.

Systemet ble etablert direkte i 20 ml headspace vials som vist i Figur 3. Fem prosent (olje) emulsjoner ble laget med 1.9 ml metMb med konsentrasjonen 0.8 mg/ml i buffer pH 6.0, 0.09 g C8 (trioktanoin) og 0.01 g flerumettet triglyserid (trilinolein C18:2, triarachidonin C22:4 og tridocosaheksaenoin C22:6). Alle vials ble satt til røring i romtemperaturen viss tid for å etablere og stabilisere emulsjonene. Trioktanoin ble valgt som matriks for å løse de rene PU-FAs i. Trioktanoin er et metted triglyserid og oksiderer følgelig ikke (Undeland, Hultin, & Richards, 2002). Dessuten er den flytende ved romtemperatur. Utviklingen av flyktige komponenter i headspace ble undersøkt ved 0, 2, 4, 6, 24, 30 og 48 timer. Det ble funnet en tidsavhengig utvikling av flyktige nedbrytning produkter (Bjelanovic, 2010; Volden, et al., 2010).

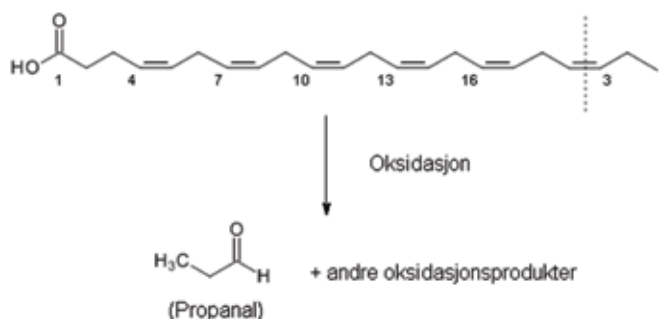
### Nedbrytningsprodukter

Oksidasjon av omega-6 og omega-3 fettsyrer kan følges ved hjelp av deres spesifikke markørkomponenter. Hexanal dannes fra oksidasjon av omega-6 (f.eks linol- og arakidonsyre) og er en spesifikk indikator på lipidoksidasjon (Frankel, 2005) (Figur 4). Pentanal anses også av mange (Lennersten & Lingnert, 1998) som en indikator for omega-6 oksidasjon. Propanal produseres fra oksidasjon av omega-3 (f.eks DHA og EPA) og er følgelig også en spesifikk lipidoksidasjons-indikator (Chaiyasit et al., 2000) (Figur 5). 2,4-heptadienal anses også som et karakteristisk nedbrytningsprodukt fra omega-3 (Wiljesundra et al., 2008).



Figur 4. Dannelse av hexanal fra C18:2.

I oppsettet vårt med syntetiske triglyserider, økte VOCs fra 0 til 48 timer. De mest prominente VOCs fra C18:2, C20:4 og C22:6 systemer var alkoholer, aldehyder, ketoner og furaner som vist i Tabell 1. Resultatene var entydige og korrelerte relativt godt med andre (Frankel, 2005; Miyashita, 2008 og Wijesundera et al., 2008). Fra modellsystemet med både C18:2 og C20:4 ble oksidasjonsmarkørene for omega-6; hexanal og pentanal produsert. Modellsystemet med C22:6 produserte propanal som oksidasjonsmarkør for omega-3 (Figur 5). Det ble også funnet flere  $\alpha/\beta$ -umettet aldehyder som er kjent for å være spesielt reaktive mot visse nukleofile grupper som finnes i proteiner.



Figur 5. Dannelse av propanal fra C22:6.

### Konklusjon

HS-GC/MS er en teknikk som er vist å fungere som et viktig ledd i forskning på oksidasjon av marine fettsyrer og kan gi både verdifull og informative data relatert til nedbrytning og oksidasjon. Relativt små oksidative endringer kan detekteres og spesifikke markørkomponenter identifiseres.

**Tabell 1.** Flyktige komponenter dannet fra lipidoksidasjon av triglyseridene C18:2, C22:4 og C22:6.

	RT (min)	MW (g/mol)	C18:2	C20:4	C22:6
<b>Alkoholer</b>					
2-Heksanol	32.9	102.2		✓	
3-Hepten-2-ol, (E)-	33.4	114.2			✓
1-Pentanol	34.1	88.2	✓	✓	
2-Penten-1-ol, (Z)	36.5	86.1			✓
4-Penten-1-ol, (Z)	36.9	86.1			✓
2-Heksen-1-ol, (Z)	37.0	100.2		✓	
1-Heksanol	37.2	102.2	✓	✓	
2-Okten, 1-ol, (Z)	39.5	128.2		✓	
1-Hepten-3-ol	39.7	114.2		✓	
<b>Aldehyder</b>					
Propanal	4.1	58.1			✓
2-Propenal*	5.5	56.1			✓
Pentanal	12.5	86.1	✓	✓	
Heksanal	22.3	100.2	✓	✓	
Heptanal	34.1	114.2	✓	✓	
2-Heptenal, (Z)-*	36.2	112.2	✓		
2-Heptenal, (E)-*	36.3	112.2	✓		
2,4-Heptadienal*	40.0	110.2			✓
<b>Furaner</b>					
2-ethylfuran	10.7	96.1			✓
2-pentylfuran	34.2	138.2	✓	✓	
<b>Ketoner</b>					
1-Penten-3-on	16.5	84.1			✓
2,3-Pentadienon	21.2	100.1			✓

## Referanser

Bjelanovic, M. (2010). Flyktige komponenter fra modellsystemer med marine fettsyrer. Ås: Universitetet for miljø og biovitenskap, IKBM. Masteroppgave.

Chaiyasit, W., Silvestre, M. P., McClements, J. D., & Decker, E. A. (2000). Ability of Surfactant Hydrophobic Tail Group Size To Alter Lipid Oxidation in Oil-in-Water Emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, s. 3077–3080.

Frankel, E. (2005). *Lipid oxidation*. Bridgewater: Oily Press.

Lennersten, M., & Lingnert, H. (1998). Influence of Different Packaging Materials on Lipid Oxidation in Potato Crisps Exposed to Fluorescent Light. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, s. 162-168.

Meersman, F., Smeller, L., & Heremans, K. (1999). Pressure-Assisted Cold Denaturation of Proteins Compared To Pressure and Heat Denaturation Application to Food Components: *Internet Journal of the High Pressure School*, s. 1-3.

Miyashita, K. (2008). Oxidation of long-chain polyunsaturated fatty acids. I A. Kamal-Eldin, & D. B. Min, *Lipid Oxidation Pathways* (s. 51-76). Urbana IL: AOCS Press.

Olsen, E. (2005). Analysis of early lipid oxidation in foods with n-3 fatty acids. Ås, UMB. Doktorgradsavhandling.

Vogt, G., & Skjævestad, B. (2009). Omega-3 oljer fra ferskt marint råstoff. Trondheim: RUBIN.

Volden, J., Bjelanovic, M., Vogt, G., Slinde, E., Skaugen, M., Nordvi, B., et al. (2010). Oxidation progress in an emulsion made from metmyoglobin and different triacylglycerols. Submitted.

Wijesundera, C., Ceccato, C. W., Fagan, P., Fraser, B., Neerana, T., & Perlmutter, P. (2008). Docosaehaenoic Acid is More Stable to Oxidation when Located at the sn-2 Position of Triacylglycerol Compared to sn-1(3). *Journal of American Oil Chemists' Society*, s. 543–548.

## Ny professor i Organisk Kjemi ved Universitet for miljø- og Biovitenskap (UMB) i Ås

Fra 1. Oktober 2010 skal Roland Kallenborn begynne som ny Professor i Organisk Kjemi ved Universitet for Miljø- Og Biovitenskap (UMB) i Ås.



Roland Kallenborn har utdannelsen i biologi og kjemi fra Universitet i Kaiserlautern (Tyskland) og tok sin doktorgrad (Dr. rer. nat.) ved Universitetet i Hamburg (Tyskland) i 1993. Under doktorgraden har Kallenborn forsket rundt miljøgiftnivå (PCB og pesticider) i ærfugl (*Somateria mollissima* (L.)) fra Nord-Tyskland. I perioden 1993 –2003 har han vært ansatt som post doktor stipendiat ved Norsk Institutt for Luftforskning (NILU: [www.nilu.no](http://www.nilu.no)), Kjeller (1993 – 1995) og har arbeidet seinere som forsker ved NILU i Polarmiljøsentret i Tromsø.

Ved Polarmiljøsentret i Tromsø hadde han det faglige ansvar for den metodeutvikling og analyser av miljøprøver for å forske rundt tilstedeværelse av persistente organiske forurensninger (PCB, DDT etc), kirale miljøgifter, samt nye komponenter både i luft, is, snø, nedbør og biologisk materiale. Undersøkelsene fokuserte på miljøanalyser fra arktiske områder inkludert Bjørnøya og Svalbard. perioden 2005 – 2008 jobbet Kallenborn som Professor og avdelingsleder for Arktisk teknologi ved Universitetssenteret på Svalbard (UNIS: [www.unis.no](http://www.unis.no)). Under oppholdet ved UNIS etablerte han ett nytt miljøkjemi laboratoriet ved UNIS for undervisning og forskning rundt miljøgiftfordeling i Arktiske økosystemer.

Roland Kallenborn har jobbet de siste årene som seniorforsker I NILU ved hovedlaboratorium for miljøkjemi (MILK) på Kjeller (60%) og som Professor II ved UNIS (20%). Han har vært faglig ansvar for metodeutvikling og risiko evaluering av nye relevante organiske miljøforurensninger og koblingen mellom miljøkjemi og økotoksikologi i det Arktiske miljø. Kallenborn er prosjektleder for en rekke forskjellige forskningsprosjekter med mange nasjonale og internasjonale samarbeidspartnere. Hans faglig spesialitet er å kombinere kjemiske analyse teknikker/resultater med økotoksikologiske vurderinger for ulike typer av persistente organiske forurensninger. Ved UMB skal Kallenborn forsette med sitt arbeid rundt metodeutvikling innen organisk analytisk kjemi men skal utvide bruksområde av disse metodene i samarbeid med kollegaene ved UMB. Han skal bidra til å etablere nye analytiske metode for identifisering og karakterisering av nye hittil ukjente miljøforurensninger og bruke denne metodikken også for å identifisere biogene stoffer (inkl. lipider) som kan være interessant for videreutvikling innen legemiddelforskning og kjemiske produkter. Slike nye kvantitative analytiske metoder skal også utvikles for å bidra til nye fagfelt som proteomikk og metabolo-mikk.



# Massespektrometri som uunnværlig verktøy for sporanalyse av organiske miljøgifter

Roland Kallenborn, NILU & UMB

Prinsippet for masseseparasjon ble allerede beskrevet i slutten av 1890 tallet når Joseph J. Thomson og Franic W. Aston utforsket ladningsevnen og overføring av elektrisitet (ioner) av ulike gasser (nobelpris 1906 og 1922) men det tok enda 30 år før massespektrometri ble etablert som en viktig teknologi i forskningsarbeidet med separasjon og karakterisering av ioner og masser (masse/ladningstall =  $m/z$ ). De første massespektrometerene (MS) var i denne tiden kun av akademisk interesse men allerede i 1940 tallet ble MS oppdaget som et nyttig verktøy i kjemiindustrien for karakterisering av petroleumskomponenter og identifisering av isotopsammensetningen i ulike blandinger. Elektronstøtionisering (EI) i kombinasjon med ulike masseseparasjonsteknikker som TOF (Time of Flight), sektorfelt-teknologi og quadropole ble allerede utviklet i 1950 og 1960 tallet. Denne teknologien er fortsatt grunnlaget for dagens svært allsidige MS instrumenter. I dag har MS teknologien utviklet seg videre med Tandem massespektrometri (MSxMS) og nye ioniseringsteknikker som "fast particle desorption (FPD), electrospray ionisering (ESI), atmospheric pressure chemical ionisation (APCI), og matrix-assisted laser desorption/ionisation (MALDI) og er tilgjengelig for mange ulike anvendelsesområder i prosessindustri, fysikk, kjemi og miljøforskning.

## Miljøkjemi

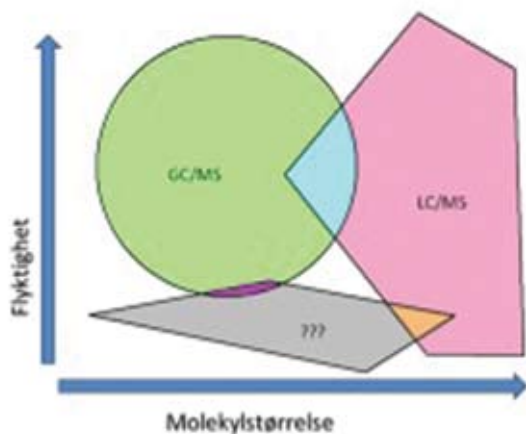
Høyoppløsende kromatografiske metoder i kombinasjon med svært følsomme detektorer er et viktig redskap i dagens arbeid med å kartlegge og utforske miljøforurensinger og mulige effekter for mennesker og miljø. Organiske miljøgifter har vært i forskningsfokus siden 1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane ( $C_{14}H_9Cl_5$  = p,p'-DDT) ble identifisert som hovedgrunnen for nedgang i rovfugl bestanden i USA, Canada og Europa tidlig på 1960- tallet (Carson 1962). De første analysene av klorerte forurensninger i miljøprøver (biota, vann, sediment etc.) ble gjennomført med gasskromatografi og elektron innfangst detektor (electron capture detection, utviklet i 1957 av John Lovelock). Denne typen av detektor har vist seg i denne tiden som en kostnadsgunstig (anskaffelse og drift)

og svært følsom detektor som kunne brukes effektivt i rutinearbeidet med miljøanalyser i lave konsentrasjonsområder. Også i dag er en kombinasjon av kriterier og prioriteringer som kostnad (kjøp og drift), personalkompetanse, driftssikkerhet og allsidighet i anvendelse viktige vurderingsgrunnlag for anskaffelse av analyseinstrumenter også i moderne miljøkjemi laboratorier. ECD-detektoren er fremdeles anerkjent i dag som en svært selektiv detektor men har kun god følsomhet for halogener og molekyler med høy elektronegativitet (i motsetning til MS). Allerede i 1964 identifiserte Søren Jensen fra Stockholm Universitet poliklorerte bifenyler (Polychlorinated Biphenyls = PCB) i havørnegg i høye konsentrasjoner og påviste dermed en annen type av klorerte forurensinger i miljøprøve, ved siden av DDT (Jensen, 1966). Jensen brukte for første gang en gasskromatograf med en kvadrupol basert massespektrometer (GC/MS i elektronstøt-modus) for å analysere PCB. Selv om den begrensede oppløsningen av daværende gasskromatografiske metoder (pakkede kolonner) ikke tillatt en kongener spesifikk identifisering, viste det seg allerede da at MS er et allsidig verktøy for en kvalitetssikret identifisering og kvantifisering av lavkonsentrerte organiske forurensinger i miljøprøver ved hjelp av masseidentifikasjon ( $m/z$ ). Selv om MS-teknologi allerede på 1960-tallet var akseptert som et svært viktig analytisk verktøy for lav-konsentrasjonsanalyser av organiske forurensinger var det kun ytterst få miljøkjemi-laboratorier som hadde råd til å skaffe seg et GC/MS instrument for rutine analyser. GC/MS var forbehold universitetsforskningen siden behov for teknisk support (ekspertstøtte) var stor og driftssikkerheten var fortsatt ikke tilfredsstillende (etter dagens kriterier) ved daværende teknologi. Med introduksjon av de første "benchtop" instrumentene på 1980-tallet (kapillær GC koblet med kvadrupol eller ionefelle MS-detektorer) ble denne typen av analyseverktøy også økonomisk interessant for rutinearbeidet i overvåkinglaboratorier. Driftssikkerheten ble også etter vært betydelig forbedret slik at GC/MS utkonkurrerte GC/ECD relativt raskt.

GC/MS bruken bidro også betydelig til å kvalitetssikre identifikasjon av analysekomponentene. Mens kun retensjonstiden kan brukes for identifisering i GC/ECD analyser er både fragmenteringsmønster, isotopfordeling, masse ( $m/z$ ) og retensjonstid tilgjengelig som kriterier for komponent-identifisering under GC/MS analyser.

Allerede på 1990-tallet har MS-deteksjonsmetoder etablert seg som et uunnværlig redskap i forskningen og overvåkingen av miljøforurensende stoffer i lave konsentrasjoner i mange laboratorier. Men fremdeles var overvåking og forskning stort sett fokusert på forbindelser som var så pass volatile (flyktig) at MS deteksjon kunne forgå i gassfasen ved relativ høy temperatur (kapillærkolonner: 280-300 °C, GC-MS overgang: 250 °C, ionekilde rundt 200-250 °C).

Siden standard benchtop instrumentene til "rimelig pris" fantes kun som GC/MS instrumentene var i disse tidene metodeutviklingen og rutineanalysene til stor grad fokusert på at de volatile komponentene eller stoffene ble derivatisert gjennom opparbeidelsen slik at GC/MS-analyse var mulig (tidskrevende). Kvantitative miljøanalyse på rutinenivå var derfor kun fokusert på flyktige forbindelser (figur 1).



**Figur 1.** Metodebegrensninger for kromatografi-baserte separasjonsmetoder med MS deteksjon på grunn av molekylstørrelse og flyktighet.

Allerede denne gangen fantes væskechromatografiske metoder med masse selektive deteksjon som var følsomme nok for analyse av vannløslige miljøforurensninger. Men også disse instrumentene har vært for kostbare og ikke driftsikre nok for å kunne brukes i rutineanalysene. Men den imponerende og raske teknologiutviklingen rundt høyoppløslig væskechromatografi (high performance liquid chromatography = HPLC) koblet til MS har ført til produksjon av svært sensitive instrumenter med følsomhet som ligger i dag i samme størrelsesorden som GC/MS utstyret (<pg område =  $10^{-15}$  g). Nye svært tilpassede og driftsikre instrumenter er også økonomisk tilgjengelig for de fleste rutine miljølaboratoriene i dag. Denne utviklingen har ført til oppdagelsen av en rekke nye miljøforurensninger i di siste tiårene med svært forskjellige fysikalsk-kjemiske egenskaper. Ved bruken af HPLC/MSxMS teknologien har man påvist tilstedeværelsen av legemiddelrester og kosmetiske produkter i det vandige miljøet. Perfluorerte impregneringsmidler har blitt påvist i betydelige konsentrasjoner i det Arktiske miljø (f. eks. Perfluoroktansulfonat = PFOS).

Ved hjelp av kromatografiske metoder koblet med masse-selektive detektorer er man i dag (teoretisk) i stand til å overvåke mange tusen miljørelevante kjemikalier i ulike miljøprøver. I dag har Massespektrometri blitt en uunnværlig hjelpemiddel for en kvalitetssikret kvantitativ analyse av miljøforurensende stoffer i lave konsentrasjonsområder. Den teknologiske utviklingen kommer også i framtiden til å fortsette. Man kan derfor forvente at også i framtiden vil mange nye forurensninger komme til å ble oppdaget og inkludert i dagens overvåkingsprogrammer ved hjelp av nye MS-baserte teknologier.

#### Referanser

Carson R (1962) Silent Spring, Mariner books, Hughton-Mifflin Publ. ISBN 0-618-24906-0, pp. 404.

Jensen S (1966) Report of a New Chemical Hazard, New scientist 32: 612.

# Massespektrometri som følsom sanntid (real-time) målemetode av flyktige komponenter i luft og vann: MIMS - Membrane Introduced MS

Rudolf Schmid, NTNU

Massespektrometri er en analysemetode med høy følsomhet og ofte også stor selektivitet.

Som regel krever analyser dog en prosess fra prøve-innsamling og -opparbeidelse, og gjerne også forhåndsseparasjon (ofte ved direkte kobling til kromatografi, f.eks.) for fjerning av matriks og andre interferenser. Merarbeidet og tidsforbruken i dette ønske en helst å kunne slippe.

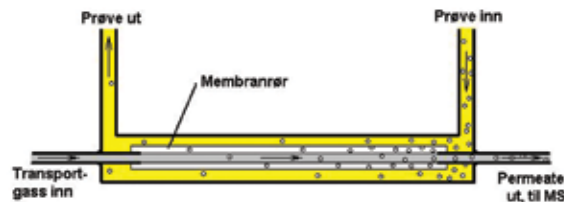
Dette forarbeidet hindrer også kontinuerlig måling over tid ("monitoring") fordi det som oftest er satsvis prøvetaking og behandling. Det begrenser kostnads- og tidsmessig antall prøver som kan tas for å følge over tid en tilstand, en situasjon eller en prosess.

En mulighet for å kombinere prøvetaking og matriksfjerning/opparbeidelse er bruk av membraninnføring. Dette er en teknikk, der prøvemidiet bringes i kontakt med en semi-permeabel membran som slipper gjennom kun utvalgte grupper av stoffer og holder tilbake mest mulig av matriks og (forhåpentligvis) andre interferenser. Denne teknikken har vært kjent en stund (1), og har bl.a. vært brukt i en av de klassiske prøve-anrikere, separatorene, brukt i GC/MS-koblingen med pakkede GC-kolonner, membran-separatoren.

Membraninnføringen benytter seg vanligvis av upolare membraner (typisk PDMS, Polydimetylsiloksan) som slipper lettest gjennom upolare stoffer og tilbakeholder polare. I dagens praksis overføres så stoffene som har passert membranen til ionekilden for ionisering via vakuomet eller v.h.a. en transportgass, som i GC/MS. Disse løsningene krever av analytten at den, foruten å kunne diffundere inn i, og gjennom, membranen, også er såpass flyktig at den har et minimum av damptrykk for å nå gassfasen på MS-siden i målbart høy konsentrasjon. Dette begrenser aktuelle analytter til grupper som er relativt upolare og rimelig flyktige.

En annen begrensning ligger i det at membranen slipper gjennom alle stoffene som er i prøven som op-

pfyller kriteriene, og det blir ofte en blanding: Blandings-massespektrene som man da får kan i mange tilfeller være vanskelige eller umulige å analyseres m.h.t. de interessante enkelt-komponentene. Dette har begrenset anvendbarheten av teknikken lenge (untatt innen GC/MS, der en separasjon forutsettes å ha skjedd før ankomst i spektrometeret).



**Figur 1.** Skjematisk presentasjon av et enkelt "hulfiber"-membran-interface for massespektrometri. Prøvematerialet passerer på utsiden av polymerslangen/-membranen, mens insiden er forbundet med massespektrometeret og blir her gjennomstrømmet av en heliumstrøm som transporterer de stoffene som passerer membranen til MS-analyse.

Figur 1 viser skjematisk oppbyggingen av et enkelt MS-membraninnførings-system av "hulfiber"-typen. Prøven (gassstrøm, el. (vandig) løsning) flyter langs utsiden av membranslangen, diffunderer inn i den, og den delen som diffunderer ut igjen mot hulrommet transporteres v.h.a. en transportgassstrøm til ionisering i massespektrometeret. Figur 2 viser en aktuell slik MIMS-enhet, som vi testet nylig på vårt ionefelle MS-system. Den er bygget av standard-komponenter og inneholder en ca. 10 cm lang PDMS-slange som membran.



**Figur 2.** MIMS-enhet, demontert fra GC/MS-systemet, der gasskromatografen kan brukes til både heliumgass-kontroll og termostatering. Den er bygget av standard-komponenter og inneholder en ca. 10 cm lang polydimetylsiloksan-slange som membran. På T-koblingene tilkobles ledningene som prøven transporteres til og fra membran-yttersiden, mens de tynne metallkapillærene tilfører helium (venstre rør her) og tilkobles massespektrometeret (høyre rør).

To nyere utviklinger har gjort MIMS mer anvendelig. Den ene er tilgangen til MS/MS, multi-trinn MS, noe som kan øke selektiviteten dramatisk for enkeltstoffer i blandinger. Det finnes ofte karakteristiske datterioner, eller datter-datterioner som er unike i analyttblandingen. Dersom slike

har god nok intensitet muliggjør de selektiv deteksjon og kvantifisering av enkeltkomponenter i ikke-separerte blandinger. Dette gjelder i prinsipp i alle blandinger, men jo enklere den er desto bedre. Forhåndsseleksjonen som transporten gjennom membranen foretar hjelper evt. også. Dagens tilgangen til trippel-kvadrupol-MS-systemer og ikke minst ionefelle-massespektrometeret har gjort MS/MS, og til og med MS<sub>n</sub>, relativt lett tilgjengelig, i forholdsvis små instrumenter, både pris-, vekt- og volummessig.

Den andre forbedringen er å få økt damptrykket v.h.a. varmetilførsel, som øker analyttenes damptrykk og gjør membran-separasjonen i MIMS også anvendelig for "halv-flyktige" (semi-volatile organic compounds, SVOC's), som f.eks. naftalen (for en relativt fersk overblikk, og et nyere eksempel, se ref. 2).

Hva kombinasjonen av de to beskrevne framskrittene kan bevirke er vist i (2) hvor et enkelt GC/Ionfelle-MS-system ble tilpasset et oppvarmbart membran-innføringssystem og det ble oppnådd pp-tr-deteksjongrensener for noen eksempler av flyktige og semi-flyktige analytter i vann og luft.

MIMS-baserte systemer kan i prinsipp lett brukes til kontinuerlig målinger i luft eller vann, dersom datainnsamlingen kan gjøres kontinuerlig, og responstiden til membran-innførings-systemet ikke

blir for lang. Vi har nylig begynt et samarbeid med en forskningsgruppe i Canada, Chris Gill og Erik Krogh ved Vancouver Island University, som har kommet langt på det området. De har bl.a. tatt MIMS-systemet "ut på veiene" i et mobilt laboratorium og gjennomført målinger av urban luftforurensing både stasjonær over tid og under kjøring (3).

Vi nå med på de første felt-testene av et MIMS-system som er mobil og kan brukes i felt, nylig ferdigstilt med støtte fra Statoil ved VIU, til on-site monitorering av flyktige stoffer i luft og vann. Systemet har fungert tilfredsstillende så langt, og vi forventer å kunne rapportere om resultatene på det 14. MS-vintermøte på Hafjell, og kanskje i et framtidig bidrag i Massenytt.

#### Referanser

- 1) Westover L.B., Tou J.C. & Mark J.H., Novel Mass Spectrometric Sampling Device – Hollow Fiber Probe, *Analytical Chemistry* (1974) 46, 568-571.
- 2) Thompsen A.J., Creba A.S., Ferguson R.M., Krogh E.T. & Gill C.G., A Coaxially heated membrane introduction mass spectrometry interface for the rapid and sensitive on-line measurement of volatile and semi-volatile organic contaminants in air and water at parts-per-trillion levels, *Rapid Commun. Mass Spectrom.* (2006), 20, 2000-2008.
- 3) Etkorn J.M., Davey N.G., Thompson A.J., Creba A.S., LeBlanc C.W., Simpson C.D., Krogh E.T. & Gill C.G., The use of MIMS-MS-MS in field locations as an on-line quantitative environmental monitoring technique for trace contaminants in air and water, *J. Chromatogr. Sci.* (2009), 47, 57-66.

## 10. Brukermøte i LCMS

*Åsmund Larsen, Algeta & Erlend Hvattum, GE Healthcare*

Den 27. mai ble det arrangert brukermøte i LC-MS på GE Healthcare i Oslo. Ansvarlig for møtet var Åsmund Larsen (Algeta) og Erlend Hvattum (GE Healthcare). Dette var det 10. brukermøtet i LCMS og arrangementet var et samarbeid mellom Norsk kjemisk Selskaps faggruppe for analytisk kjemi (Larsen) og Norsk selskap for massespektrometri (Hvattum). Det var 41 påmeldte deltagere og sju foredragsholdere. Instrumentleverandørene Waters, ThermoFisher Scientific og Matriks hadde hver sin "stand" hvor de presenterte ulike nyheter.

Brukermøtet hadde denne gang fokus på følgende temaer:

- Nøyaktig massebestemmelse
- Kvantitering med MS

- Praktiske råd angående vedlikehold av MS'er
- Workshop

Møtet startet med Wolfgang Egge-Jacobsen (Inst. for molekylær biovitenskap, UiO, Oslo) som fortalte om karakterisering av glyko-konjugater ved hjelp av et LTQ Orbitrap XL massespektrometer. Han viste på en elegant måte hvordan "glyco reporter ions" kunne bestemmes med HCD (high energy collision dissociation) og nøyaktig massebestemmelse av produksjonene. Nøyaktig massebestemmelse var også tema for neste foredrag. Jan Nordin (Chemalys) fortalte om hvordan MassWork kan benyttes til nøyaktig massebestemmelse. Det er verdt og merke seg at programmet skal kunne beregne nøyaktig masse på en gitt forbindelse ut i fra rådata/peak shape fra MS instrumenter som tradisjonelt regnes som lavoppløselige, for eksempel kvadrupoler. I tillegg til nøyaktig massebestemmelse, benyt-

ter programmet seg også av stoffets isotopfordeling for å kunne rangere mulige bruttoformler.

Etter en kort kaffepause holdt Thomas Gundersen (Vitas) og Katja Elgstøen (Oslo Universitetssykehus Rikshospitalet) hvert sitt foredrag om kvantitering med LC-MS. Dette er en type problemstilling som er svært aktuell for de fleste som jobber med MS. Siden begge foredragsholdere har lang erfaring innenfor dette området kunne de gi oss mange nyttige tips. I sitt foredrag la Thomas Gundersen særlig vekt på ioneundertrykkelse, dvs. hvordan prøvematriksen påvirker ioniseringseffektiviteten i LC-MS (og dermed responsfaktoren). Katja Elgstøen fortalte om sin erfaring når det gjelder utvikling av LC-MS(/MS) metoder. For eksempel ble den totale kvantiteringsstrategien sett i lys av effektiviteten av HPLC separasjonen. Katja tok også for seg betydningen av ione-addukter (proton-, natrium-, kalium- etc) og av fast fase ekstraksjon i prøveopparbeidingen. Det var tydelig interesse for begge foredragene innen kvantitering siden de genererte både spørsmål og diskusjon.

Etter lunsj i kantinen til GE-Healthcare fortsatte Knut Dyrstad (GE-Healthcare) med et foredrag om "peak-purity" bestemmelse med UV-diode array og PCA. Spesifisiteten av en HPLC metode er viktig og mange benytter MS for å bestemme renheten av en kromatografisk topp. Knut Dyrstad og andre ved GE-Healthcare har utviklet en metode for bestemmelse av "peak-purity" ved hjelp av diode-array data og prinsipalkomponent analyse (PCA). I forbindelse med foredraget til Knut gjorde også Erlend Hvattum rede for hvordan han gjør "peak-purity" bestemmelse med MS.



I forbindelse med innkjøp og drift av LC-MS systemer med API ionekilder er forsyning av nitrogen-gass et viktig, men ofte forbigått tema. Gassflasker er som regel et dårlig alternativ siden de fort går tomme. Derfor var det interessant at Stephen Lennon fra Peak Scientific, UK, kunne gjøre rede for ulike alternative måter å forsyne en LC/MS med nitrogen på. Fordeler og ulemper med gassflasker, tanker og generatorer ble belyst.

I tillegg til nitrogengass er de fleste som jobber med MS også interessert i gode råd og tips om hvordan vi skal holde instrumentene ved like. Dette fikk vi belyst av Stefan Bergvall fra Waters, Sverige. Selv om han, som han selv poengterte, har mest erfaring fra Waters instrumenter, var de fleste rådene av generell karakter og aktuelle uavhengig av LC/MS produsent. Dette var også lett å forstå ut i fra engasjementet fra salen. Dette var tydelig et tema som engasjerte mange.

Til slutt ble det avholdt en "Workshop" hvor temaet omhandlet egenskapene til Orbitrap og TOF analytatorer. Dette er masseanalytatorer som har gjennomgått en enorm utvikling de siste årene og som mange forskningsmiljøer og MS laboratorier benytter til ulike formål. Dette gjenspeiles i et stort antall internasjonale publikasjoner og MS konferanser der nettopp disse masseanalytatorene er sentrale. Før paneldiskusjonen holdt Johnny Tran, Matriks, og Kai Scheffler, ThermoFisher Scientific, hvert sitt innlegg om henholdsvis fordelene med TOF og Orbitrap. Deretter var ordet fritt og det kom fram mye interessant i diskusjonen som fulgte.

Vi vil benytte anledningen til å takke alle foredragsholdere og bidragsyttere til at det ble et innholdsrikt brukermøte og vil oppfordrer andre til å dra i gang tilsvarende brukermøter i 2012. Mange LC/MS brukere er medlemmer i både NKS/FAK og NSMS og har felles interesse i faget. Vi vil også legge til at samarbeidet mellom faggruppen i NKS og NSMS fungerte meget bra.

Ut fra responsen som arrangørene mottok i forbindelse med møtet, var det tydelig at et lokalt brukermøte i LC/MS arrangert mellom de nasjonale MS møtene er nyttig for svært mange som arbeider innen feltet. Vi vil avslutte med en oppfordring om å møte opp på neste nasjonale MS møte på Hafjell 23.-26.januar 2011.

## Vintermøte i massespektrometri på Hafjell, 23. - 26. januar 2011

Norsk selskap for massespektrometri har nok en gang gleden av å invitere deg og dine kolleger til vårt tradisjonelle vintermøte, som denne gang arrangeres den 23. - 26. januar 2011. Dette blir det 14. Norske seminar i massespektrometri og arrangeres for fjerde gang på rad ved Quality Hotel & Resort Hafjell.

Vårt faglige program starter hver dag etter lunsj. Tiden før lunsj er ment å kunne brukes til å vedlikeholde samt etablere nye kontakter. Området er dessuten meget godt tilrettelagt for all skisport. For de av dere som ikke er så veldig glad i slike aktiviteter kan vi lokke med en tur i den nye gondolheisen som går opp til Hafjelltoppen, hvor du kan ta en kopp kaffe og nyte utsikten. Vinterparken har mange spennende tilbud - se [www.vinterparken.no](http://www.vinterparken.no) eller hva med Hafjell Event - se [www.hafjellevnt.no](http://www.hafjellevnt.no) Dersom du vil spise din lunsj ute i det fri kan du si fra til hotellets resepsjon innen ca. kl. 21 dagen før så lager de en matpakke til deg i stedet for lunsj på hotellet. Det vil også finnes heiskort til redusert pris, som kan kjøpes i resepsjonen på hotellet. Hotellet har selvsagt gratis trådløst internett.

### Åpningsforedrag

[Peter Hemmersbach](#) Oslo University Hospital, Norwegian Doping Control Laboratory

*"History of mass spectrometry at the Olympic Games"*

#### *Environmental and doping analysis*

[Phil Teale](#) HFL Sport Science, Quotient Bioresearch Ltd

*"Mass Spectrometry and Doping Control in Horseracing: Past and Present"*

#### *Lipidomic*

[Kai Simons](#) Max-Planck-Institute of Molecular Cell Biology and Genetics

*"Modern lipidomic by use of mass spectrometry"*

#### *Biological macromolecules*

[Peter Hemmersbach](#) Oslo University Hospital, Norwegian Doping Control Laboratory

*"Identifikasjon av biologiske makromolekyler i dopinganalyse ved hjelp av massespektrometri - Muligheter og begrensninger"*

#### *Fundamental*

[Justin Benesch](#) University of Cambridge, Department of chemistry

*"The fundamentals of Ion mobility mass spectrometry"*

#### *Instrumental and applications*

[Vic Parr](#) Scientific Analysis Instruments, UK.

*"GCxGC MS; a comprehensive overview"*



## Øvrig faglig program

Foredrag fra våre deltagere er på ca. 20 minutter. Her oppfordres alle til ikke å spare på seg selv. Alle har noe å bidra med, så meld på foredrag i dag. Plakater stilles ut sammen med utstillingen som våre firmaer har og hvor det serveres kaffe. Det holdes et 2x45 min MS-kurs kl. 14<sup>15</sup> på søndag. Dette kurset holdes før brukermøtene starter.

## Praktiske opplysninger

Følg forøvrig med på konferansens nettsider ([www.hafjellevnt.no](http://www.hafjellevnt.no)). Vi vil oppfordre de som er medlem av NSMS om å søke støtte fra G. Hvistendahls minnefond ([www.nsms.no/fond.html](http://www.nsms.no/fond.html)). De som har faglige bidrag blir prioritert. En slik søknad rettes til selskapets leder innen 1. desember 2010.

## Registrering

Påmelding av deltagere og faglige bidrag: [www.nsms.no/ms11/registration.php](http://www.nsms.no/ms11/registration.php)

Siste frist for påmelding og innsending av tittel på foredrag og/eller plakat samt sammendrag er **1. desember 2010. Samme frist gjelder for innbetaling av deltakeravgift. Husk å merke innbetalingen med deltakers navn.**

Deltageravgift		Hotell	
Medlemmer	kr. 1000,-	Enkeltrom pr. person pr døgn	kr. 1345,-
Ikke medlemmer	kr. 1500,-	Dobbelrom pr. person pr døgn	kr. 1145,-
Studenter	kr. 500,-		
Ledsager	kr. 700,-		
Kontonummer: 0539 6935 815		Deltakeravgift betales ved påmelding, senest 1. desember.	
IBAN: NO10 0539 6935 815		Hotellutgifter betales direkte til hoteller ved avreise.	
BIC: DNBANOKK			
Org.nr: 986 570 128			

## Utstilling og transport

Ansvarlig for utstillingslokalene er Hanne Devle. Er det noe du lurer på er det bare å ta kontakt. Informasjon om transport til og fra hotellet vil foreligge på konferansens nettsider, [www.nsms.no/ms11/travelinfo.php](http://www.nsms.no/ms11/travelinfo.php). Quality Hotel & Resort Hafjell ligger lett tilgjengelig med gode tog- og bussforbindelser.

## Organisasjonskomité

Dag Ekeberg (UMB) leder [Dag.Ekeberg@umb.no](mailto:Dag.Ekeberg@umb.no)

Camilla Bjørnstad Stene (Diakonhjemmet sykehus) [Camilla.Stene@diakonsyk.no](mailto:Camilla.Stene@diakonsyk.no)

Arnfinn Kvarsnes (UiT) nettsider og programhefte [Arnfinn.Kvarsnes@chem.uit.no](mailto:Arnfinn.Kvarsnes@chem.uit.no)

Hanne Devle (UMB) sponsorer og utstilling [Hanne.Devle@umb.no](mailto:Hanne.Devle@umb.no)

Einar Jensen (UiT) programkomité [Einar.J@farmasi.uit.no](mailto:Einar.J@farmasi.uit.no)

Erlend Hvattum (GE HealthCare) programkomité, [Erlend.Hvattum@ge.com](mailto:Erlend.Hvattum@ge.com)

Vibeke B. Michelsen (UiB) kasserer, [Vibeke.Michelsen@odont.uib.no](mailto:Vibeke.Michelsen@odont.uib.no)



# Møter, konferanser, messer & seminarer

2011

## Det 14. Norske seminar i massespektrometri

23.01 - 26.01.2011, Quality Hotel & Resort Hafjell

e-post: [Dag.Ekeberg@umb.no](mailto:Dag.Ekeberg@umb.no)

[www.nsms.no](http://www.nsms.no)

## 5th PTR-MS Conference 2011

26.01 - 02.02.2011, Obergurgl, Østerrike

[www.ptrmsconference.com](http://www.ptrmsconference.com)

## 59th ASMS Conference on Mass Spectrometry

05.06 - 09.06.2011, Denver, Colorado

[www.asms.org](http://www.asms.org)

## 32nd BMSS 3-day meeting 2011

11.09 - 14.09.2011, Cardiff, England

[www.bmss.org.uk](http://www.bmss.org.uk)

2012

## 60th ASMS Conference on Mass Spectrometry

20.05 - 24.05.2012, Vancouver, Canada

[www.asms.org](http://www.asms.org)

## The 19th International Mass Spectrometry Conference

15.09 - 21.09.2012 Kyoto, Japan

[www.imsc2012.jp/](http://www.imsc2012.jp/)

2013

## 61th ASMS Conference on Mass Spectrometry

09.06 - 13.06.2013, Minneapolis, USA

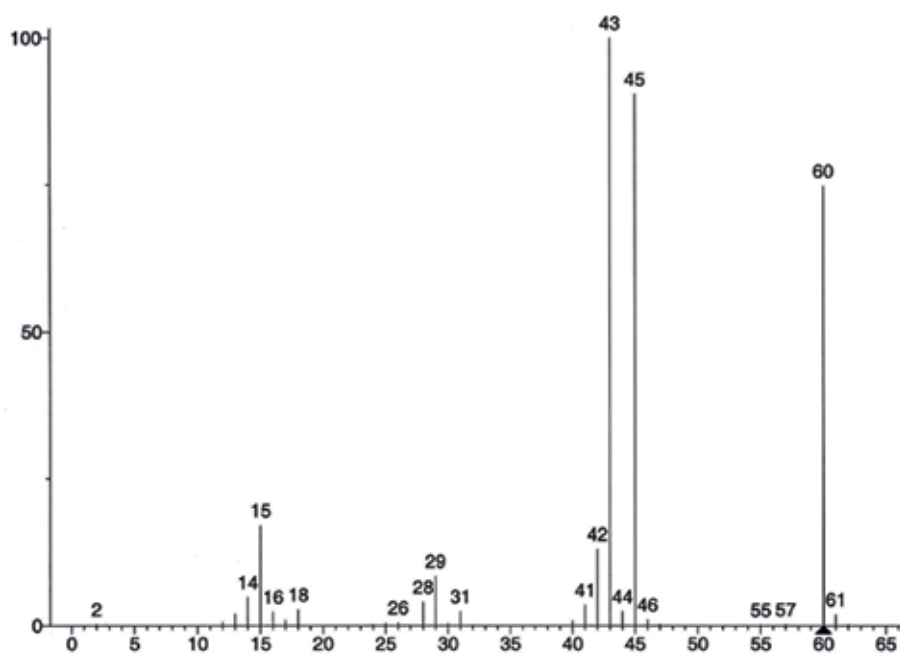
[www.asms.org](http://www.asms.org)

2014

## 62th ASMS Conference on Mass Spectrometry

15.06 - 19.06.2014, Baltimore, USA

[www.asms.org](http://www.asms.org)



## Hjernetrim

Kan du tolke dette EI-spekteret?

Svar kommer i neste utgave av Massenytt.

Løsning av hjernetrim fra forrige Massenytt var: Toluen

Riktig svar har kommet inn fra Overing. Erling Odden ved Pronova. En flaske vin venter deg på neste MS-vintermøte.