

Massenytt

Norsk Selskap for
Massespektrometri

Nyhetsbrev for medlemmer av NSMS
Nr 1, 2009, 6. årgang



Innholds- fortegnelse

<i>Organisasjonen NSMS</i>	2
<i>Lederen har ordet</i>	3
<i>Betraktninger omkring kvadrupol- instrumenter</i>	4
<i>Det 13. Norske seminar i masse- spektrometri</i>	6
<i>Kvantitative aspekter ved kromatografi-MS</i>	8
<i>Referat fra NSMS' generalforsamling</i>	14
<i>Presentasjon av styret i NSMS</i>	15
<i>Møter og konferanser</i>	16

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

Organisasjonen NSMS

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.

Massenytt

Ansvarlig redaktør

Dag Ekeberg, tlf. 64 96 58 74

e-post: Dag.Ekeberg@umb.no

Redaksjonsmedarbeider

Hanne Devle, tlf. 64 96 58 12

e-post: Hanne.Devle@umb.no

Trykkeri

Zoom Grafisk AS, Drammen

Tlf: 32 26 64 50

ISSN 1504-2359

Lederen har ordet

Dag Ekeberg, NSMS

Vi er nå godt inne i et nytt år og i to nye perioder skal de som innehar råd og verv i NSMS jobbe med nye ideer og ta vare på tradisjoner. Vi er alle mottakelige for nye forslag og tanker, så får vi se om vi klarer å realisere dem. Styrets viktigste oppgave er å sørge for at det neste MS-vintermøte blir holdt på en minst like god måte som de tidligere. Dette skal styret forsøke å få til siden det er styret selv som skal være arrangør, men vi er så heldige å ha med oss Arnfinn Kvarsnes som dataguru. I den anledning er styret mottakelig for forslag mht vårt neste MS-vintermøte. Selv om vi nå i flere år har fått veldig bra tilbakemeldinger så er det alltid rom for forbedringer og om vi ikke ønsker forbedringer så kan det sikkert være ok med forandringer bare for forandringenes skyld.

Massenytt er et tidsskrift hvor vi har som mål å øke interessen og forståelsen for MS, både innen teori, organisk og uorganisk kjemi, biokjemi osv. Derfor er vi avhengige av alle for at vi skal kunne dekke våre områder. Derfor bør du vise at du er ditt ansvar bevisst og skrive noen ord om hva det er du holder på med eller om du ønsker å skrive ren teori så er det også selvsagt hjertelig velkommen.

I disse tider hvor dette skrives er mange midt oppe i en haug av søknader som skal skrives. Mange av oss er bla. involvert utstyrssøknader og i år regner jeg med, og mange med meg, at det blir søkt om en serie nye massespektrometere. Hos våre proteomikkfolk så er det orbitrap som er det populære, mens det for noen år siden var TOF/TOF som skulle bringe oss inn i himmelrike. Det har vært en interessant utvikling på instrumentsektoren av massespektrometere de siste årene, og jeg håper det fortsetter tilsvarende i tiden fremover. Som MS-person setter jeg selvsagt stor pris på at vi i Norge får mange nye og fine massespektrometere, men jeg tar meg den frihet å sette spørsmål ved kompetansen innen MS hos alle de som skaffer seg flere og flere instrumenter. Har vi god nok kompetanse på hva som skjer når vi dytter et stoff inn i en MS og det renner ut svar fra printerens? Dersom vi mener at kompetansen burde økes hva er det da vi ønsker av kompetanse? Et annet betimelig spørsmål, jeg ser jeg kan stille ved flere anledninger, er om operatørene av instrumentene ved de forskjellige laboratorier nyttiggjør seg instrumentet godt nok. Dette gjelder både hva slags teknikker som finnes og hvor gode betingelser har vi ved de forskjellige instrumentene. Men på den annen side så er det også utrolig hyggelig å se den vekst vi i Norge har hatt og har av MS-instrumenter i en rekke nye miljøer.



Det 14. Nasjonale seminar i massespektrometri holdes 23. – 26. Januar 2011

Neste MS-vintermøte holdes på Quality Hotel & Resort Hafjell og arrangeres denne gangen av selve styret for Norsk selskap for massespektrometri. Tidligere har styret eller generalforsamlingen utnevnt en komité eller en leder som selv velger sine medarbeidere, men det nye styret hadde denne gang lyst til å ta på seg denne jobben selv. Det som styret i NSMS ønsker er at dere alle setter av denne datoen og at dere kommer med gode innspill til hva slags endringer dere ønsker, eller bare forslag til inviterte plenarforedagsholdere og eller tema.

Betraktninger omkring kvadrupolinstrumenter

Kim Marius Moe & Dag Ekeberg, UMB

Lineær kvadrupol (Q)

En kvadrupol består av fire parallelle hyperbolske eller sylindriske staver som strekker seg i z retning og er montert i en firkantkonfigurasjon. De ovenstående stavene blir hver holdt ved det samme potensialet som utgjøres av en likestrøms- (DC) og en vekselstrømskomponent (AC). Ionene sendes ut av ionekilden mellom de fire stavene i en retning som er parallell med stavene (z). Ionene påvirkes av krefter i to retninger, x- og y-retningen. Om spenningen som blir tilført stavene er periodisk vil ionene oppleve tiltrekning og frastøtning i både x og y retning som en funksjon av tid, siden fortegnet til de elektriske kreftene også endres som en funksjon av tid. Om den tilførte spenningen utgjøres av en likestrømsspenning (U) og en radiofrekvensspenning (V_{RF}), med frekvens (ω), vil det totale potensialet (Φ_0) være gitt ved:

$$\Phi_0 = U + V_{RF} \cos \omega t$$

Om størrelsen på U og V_{RF} endres, mens forholdet mellom U/V_{RF} holdes konstant, og frekvensen (ω) er konstant, vil kun ioner med en gitt m/z verdi kunne få en stabil bane, og sendes til detektoren uten å kolliderer med stavene i kvadrupolinstrumentet.

De to funksjonene a og q definerer den stabile banen til et ion for et område av verdier for U og V_{RF} :

$$a_x = -a_y = \frac{4eU}{m_i r_0^2 \omega^2} \quad q_x = -q_y = \frac{2eV_{RF}}{m_i r_0^2 \omega^2}$$

Et plot der a og y utgjør hhv. x og y aksene kalles et stabilitetsdiagram. Et konstant forhold mellom U og V_{RF} danner en linje i diagrammet som går gjennom feltene som representerer stabile områder for verdier av a og q (figur 1). Dette betyr at et skann som følger et konstant forhold mellom U og V_{RF} også får lik separasjon av toppene ved hele m/z området, det vil si økende oppløsning ved økende m/z . En senkning av stigningskoeffisienten

for skannlinjen fører til lavere oppløsning, siden de ulike punktene langs linjen da vil kunne ligge innenfor stabilitetssonen for ioner med ulik m/z . En økning av stigningskoeffisienten for skannlinjen fører til høyere oppløsning på bekostning av sensitiviteten.

Kvadrupol masseanalyser kan operere i skannmodus, og Selected ion monitoring (SIM) modus. Kvadrupol massefiltrets styrke ligger i evnen til å kunne foreta raske skann, siden skanningen utføres ved å sveipe det elektriske potensialet. Dette gjør kvadrupolmassefilteret godt egnet til bruk sammen med væskechromatografiske- (LC) og gaskromatografiske (GC) separasjonsmetoder. Skannmodus blir vanligvis benyttet til kvalitative analyser, og for kvantifisering når ikke massevekten til alle analyttene er kjent på forhånd. Sensitiviteten til instrumentet er høyere i SIM, men man får da informasjon om færre ioner.

Kvadrupolinstrumenter er kompakte, har lav vekt, og har en relativt rimelig konstruksjon. Instrumentet har lav akselerasjonsspenning, og høy transmisjon. Oppløsningen til kvadrupolinstrumentet er endelig bestemt av den mekaniske nøyaktigheten til montasje og tilvirkning av stavene i instrumentet.



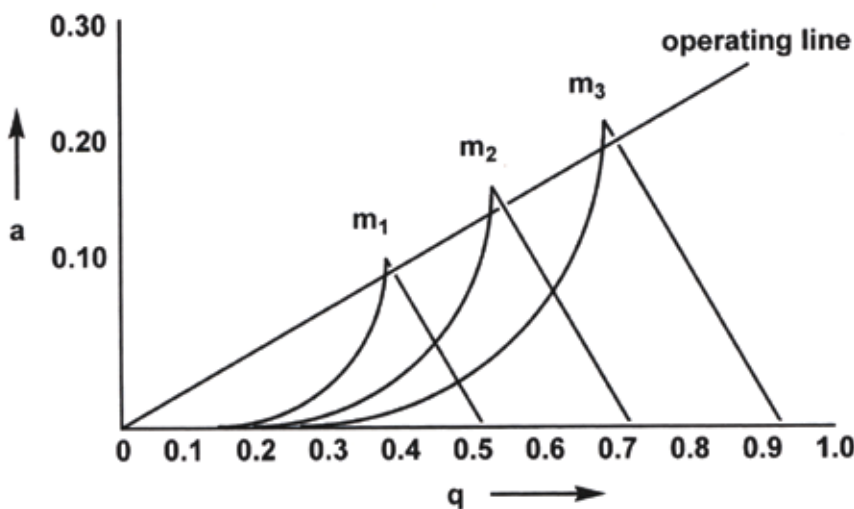
Perkin Elmer Turbomass GC-MS



Micromass Quattro LC-MS

$$a_z = -2a_r = -\frac{16eU}{m_i r_0^2 \omega^2} \quad q_z = -2q_r = -\frac{8eV_{RF}}{m_i r_0^2 \omega^2}$$

I et stabilitetsdiagram, der a_z er plottet mot q_z , følger det at tunge ioner får en stabil bane ved $U/V_{RF} \sim 0$, mens lettere ioner får en stabil bane om U/V_{RF} går mot $-0,2$. Den komplekse bevegelsen til ionene er resultatet av to ovenstående svingninger i r og z retning.



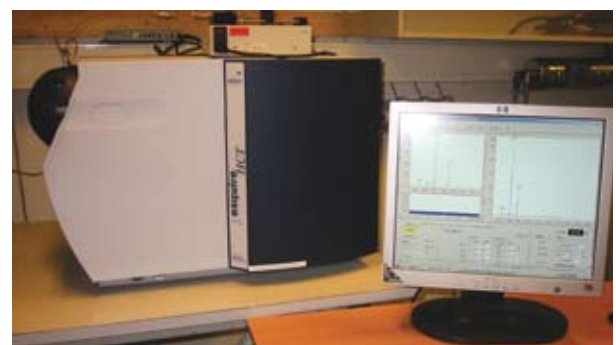
Stabilitetsdiagram til en lineær kvadrupol.

Tredimensjonal kvadrupol ionefelle (QIT)

En tredimensjonal kvadrupol ionefelle består av to hyperbolske elektroder (end caps) og en ringelektrode som erstatter to av de motstående stavene som benyttes i lineær kvadrupol. Elektrodene danner til sammen et kammer. De to hyperbolske elektrodene er elektrisk koblet, og likestrøm- og radiofrekvenspotensialet påføres disse og ringelektroden. Ved å skape stabile baner for ioner med en ønsket m/z som er ført inn i ionefellen, vil disse ionene kunne selektivt pulseres videre til en detektor gjennom en åpning i den ene hyperbolske elektroden ved å påføre elektroden en negativ ladning. Igjen kan de to funksjonene a og q definere den stabile banen til et ion for et område av verdier for U og V_{RF} .

Kvadrupol ionefeller dekker m/z områder opptil ~ 3000 . En unik fordel med ionefeller er at ioner med en ønsket m/z verdi kan fanges og oppbevares til ønsket tetthet av ionene er oppnådd i fellen. Ved bruk av en buffergass av Helium (0,1 Pa) kan man senke farten til ionene mot midten av ionefellen, dermed øker oppløsningen og sensitiviteten. Ionefeller er ikke egnet for pulsioniseringsmetoder. Topp høydene varierer som funksjon av masse, og topphøyde mot masserespons må kalibreres. Når denne innstillingen er utført vil man oppnå et klassisk massespektra.

Resultatene fra ionefelleinstrumentet er reproducerbare, og instrumentet er relativt lite og rimelig. Som lineær kvadrupol, er ionefellen godt egnet til bruk sammen med LC og GC.



Bruker Esquire ionefelle

Det 13. Norske seminar i massespektrometri

Quality Hotel & Resort Hafjell

25.-28. januar 2009

Dag Ekeberg & Hanne Devle, UMB

Nok et MS-vintermøte er over og det er ikke de store katastrofene som utfoldet seg, i hvert fall ikke som undertegnede vet om. I år hadde vi nok en deltagerrekord. Med 180 påmeldte har vi nå kommet opp i et deltagerantall som jeg personlig syns er passende for å oppnå den form vi ønsker på våre MS-vintermøter. Møtet ble holdt slik vi har blitt vant med gjennom en rekke år, på både godt og vondt. Vi hadde nok en gang meget gode foredragsholdere både inviterte og påmeldte. Personlig syns jeg utstillere sine roller setter en fin og hyggelig spiss på våre møter. Deres brukerseminarer på søndagen er en fin måte å starte opp møtet på, en kombinasjon av god drikke og faglig påfyll. Også i år hadde Matriks sin utflukt på snøscooter, og for første gang i mitt liv kjørte jeg en slik farkost. Mine prinsipper er at slike ting skal benyttes til nyttekjøring og jeg vil ikke slikt ut i vår fantastiske natur ukontrollert. Men dette her er kontrollert og regulert og lovlig på alle måter og utrolig gøy. Fart, spenning, mestring, snø, folk....ja jeg kan bare anbefale dere alle å oppleve dette selv. Selv om vi på slike seminarer som vi var nå så er det liksom det faglige som står i fokus, men husk at det faglige kan faktisk utvikles på andre måter enn formidling av budskap og ideer i en stor plenumsal.



Espen Hansen

Åpningsforedraget i år ble holdt av Espen Hansen fra Marbio ved Universitetet i Tromsø. Med tittelen "Massespektrometri – et uvurdelig verktøy i leting etter nye legemidler fra marine organismer" fikk vi en spennende smakebit på hvor viktig og hvor bra verktøy massespektrometri faktisk er i jakten på nye legemidler fra marine organismer.



Prof. Diethard K. Bohme

En av våre inviterte plenarforedragsholdere var professor Diethard K. Bohme som til daglig jobber ved Universitetet i York i Canada. Hans forskningsinteresse ligger sterkt innen det vi ofte definerer som funda-

mental massespektrometri, eller kjemi mellom ioner i gassfase. Han har jobbet mye med aspekter innen ion/nøytralreaksjoner hvor bl.a. metalliske kationer, metalorganiske kationer, flerladde fullerener og nå i den senere tid ha også Diethard studert biologiske anioner og kationer og deres betydning innen analytisk massespektrometri.

På årets MS-vintermøte foreleste Diethard om betydningen av ladningstilstanden på reaksjoner til både negative og positive ioner med små molekyler ved romtemperatur. Hovedfokus var reaksjoner til kationer samt dikationer av metallioner, enkel og multiladde kationer av C60 og multiladd anioner av noen utvalgte oligodeoxynukleotider. De hastighetsmålingene han fortalte om hadde blitt utført på deres selected ion flow tube som er koblet til en EI, ICP eller en ESI ionekilde.



Prof. Einar Uggerud

Vår andre inviterte plenarforedragsholder var professor Einar Uggerud fra Universitetet i Oslo. Uggerud har også jobbet mange år med ion/nøytralreaksjoner i gassfase, både eksperimentelt og teoretisk. I tillegg til hans glødende interesse for den naturvitenskapelige forståelsen

av fundamentale prosesser så er han også ute etter å sette slik kunnskap inn i en dimensjon som gjør slik forskning forståelig for andre enn spesialister. Dette gjelder så vel hans undervisning ved Universitetet som generell folkeopplysning.

Professor Einar Uggerud var invitert for å holde et foredrag om fundamental massespektrometri og da ble det elementærreaksjoner av vannklustere som ble hans tema ved årets vintermøte. Hans glødende interesse for slike problemstillinger har sitt utspring i at kjemien og fysikken til vann ikke bare er relevant for menneskets eksistens og daglig liv, men den er også fasinende i seg selv. Uggerud sitt foredrag startet med å ta for seg fordampning, bestemmelse av aktiveringsenergi for vanneliminering fra slike klustere deres strukturer og såkalte magiske tall. Deretter fortsatte Einar innen protonoverføring og protonmobilitet i vann. For til slutt å avslutte med detaljer for kjemiske reaksjoner når vannklustere med høy energi passerer cesiumdamp.



Prof. Ron M. A. Heeren

Professor Ron M.A. Heeren har konsentrert seg om fundamentale studier av makromolekylers energier, konformasjon av ikke-kovalent bundet proteinkomplekser, virtuell laboratorieteknologi og imaging teknikker. Massespektrometrialaboratoriene som han er leder for blir bl.a. brukt til å studere neurodegenerative sykdommer, molekylær forståelse av cancer og forskjellige metabolittprosjekter.

På MS-vintermøte fok Ron Heeren for seg IMS sin betydning bl.a. innen lipidomik, proteomik og metabolomik. Teknikken benyttes bl.a. til å detektere metabolitter i celles og vev. Med slike metoder kan man nå benytte massespektrometri for å identifisere og lokalisere slike biologiske forbindelser direkte uten å måtte bruke radioaktive eller fluoreserende merket immunokjemiske reagenser.



Prof. Bruno Le Bizec

Tittelen på foredraget til Professor Bruno Le Bizec, fra LABERCA, Frankrike var: "Mass spectrometric approaches to survey residues of illegal growth promoters in cattle" I dette plenarforedraget var vi innom emner som β -agonistiske medikamenter, steroider av forskjellige slag og hormoner. Når

slike forbindelser introduseres for dyr som brukes i næringsmiddelindustrien er det av meget stor betydning at man har mest mulig oversikt og eller kontroll på hva man gjør. En del av slike stoffer finnes selvsagt naturlig i individene men å man i tillegg gir dem dette av forskjellige årsaker må man ha analyseverktøy på plass.

I tillegg til å høre på alle de interessante foredragene, så fikk deltakerne også tid til å snakke med utstillere, se på postere og også andre sosiale aktiviteter (både med og uten ski på beina). Det var i år en rekord i antall utstillere på møtet. Faktisk var det 18 firmaer som ønsket å vise frem seg selv og sine produkter og det er et meget respektabelt antall for et nasjonalt seminar som holdes i et lite land som Norge.



Kvantitative aspekter ved kromatografi-MS

Anne Line Norberg, UMB

Tradisjonelt sett har MS, med sine utmerkede egenskaper til å bestemme masse og løse strukturer, vært anvendt som en primært kvalitativ teknikk. De senere årene har det derimot blitt en økende interesse for å kvantifisere stoffer som allerede har en kjent masse og struktur. Som en konsekvens av dette har fokuset beveget seg fra tradisjonell LC-UV over på masseoppløsende teknikker som LC-MS/MS for kvantifisering av biologiske molekyler. I tillegg har utviklingen av bedre ioniseringsteknikker, massefiltre og prøveopparbeidelse gjort det mulig å oppnå enda bedre og mer presise analyser. Litteraturen fra de siste 5-10 årene viser en enorm utvikling i analyse av biologiske prøver med spesielt fokus på ionisering ved API og MALDI og deteksjon ved hjelp av trippel quadrupol (TQMS) og time of flight (TOF).

Introduksjon

Kvantifisering ved hjelp av massespektrometri er ikke lenger forbeholdt små, polare molekyler. Dagens streben etter å forstå biologiske prosesser på molekylært nivå lager et behov for kvantifisering av store, biologiske molekyler som for eksempel peptider, proteiner i tillegg til biologiske signalmolekyler med lav masse. I tillegg er det økt interesse for kvantitative analyser av miljø forurensninger, næringsmiddelsanalyser, planteekstrakter og farmakokinetiske analyser. Bruk av MS til kvantitative analyser stiller nye krav til detektorrespons, spesifisitet, sensitivitet og deteksjonsgrenser. Siden MS tradisjonelt har vært brukt som en kvalitativ teknikk må detektorresponsen kartlegges slik at det blir et konstant forhold mellom signal og utslag. Vanlige metoder for å kalibrere detektorrespons er bruk av ekstern eller intern standard for å regne ut det matematiske forholdet mellom signal intensitet og mengde analytt. Ved bruk av intern standard (IS) ekskluderes endel feilkilder som forskjeller i prøvebehandling, forskjellig påvirkning under ionisering og deteksjon (Hoffmann, 1999). En intern standard som tilsettes prøven så tidlig så mulig vil påvirkes likt som analytten og derfor gi mer eksakte resultater enn ved bruk av en ekstern standard for kalibrering. Siden isotoper i teorien er i besittelse av de samme fysiske og kjemiske egenskap-

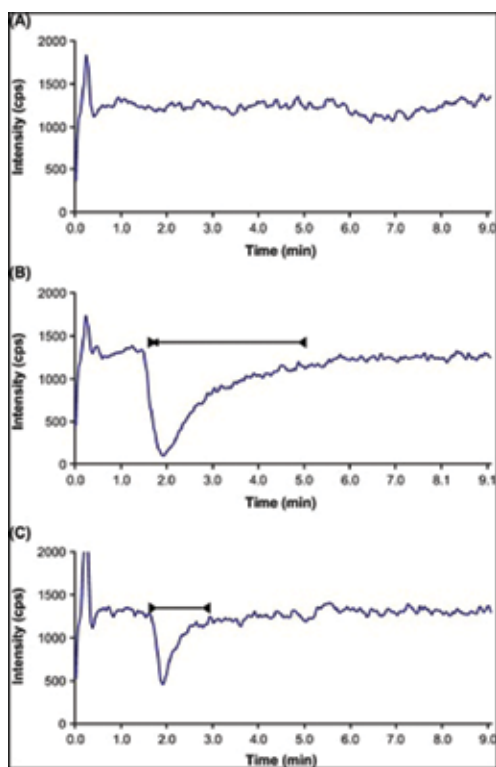
ene som grunnstoffet er "isotopisk fortynning" av prøver med ^{13}C og ^{18}O den mest optimale metoden for kvantifisering med IS. Isotopisk fortynning er å foretrekke så lenge den aktuelle isotopen tilgjengelig. I enkelte anledninger, som for eksempel i tidlig fase av farmasøytisk utvikling, er ikke alltid dette tilfellet. I slike tilfeller anvendes også strukturelle analoger og liknende komponenter som IS (Wieling, 2002). Når det gjelder kvantifisering av forskjeller mellom uttrykk av proteiner og/eller peptider i to eller flere fysiologiske nivåer i et biologisk system krever dette en ekstra bruk av IS. Stabile isotoper inkorporeres i celler vha (1) metabolsk (2) kjemisk (3) enzymatisk (4) eller vha spikede syntetisk peptid standarder (Bantscheff, Schirle *et al.* 2007).

Utfordringer ved kvantitativ MS

En viktig utfordring ved kvantitativ bruk av massespektrometri er de såkalte matrikseffektene. Matrikseffekter defineres som "alle endringer i ioniseringsprosessen av en analytt som skyldes koeluering av andre komponenter" (King, Bonfiglio *et al.* 2000). Konsekvenser av matrikseffekter innebærer undertrykkelse eller overekspressjon av ioner og påvirker presisjon, sensitivitet og nøyaktighet i analysen. Disse effektene behøver ikke være synlige i massespektret, men har stor påvirkning på nøyaktigheten hos den aktuelle metoden. Siden det ved kvantitative analyser er det spesielt viktig å ha et så eksakt forhold mellom signal og konsentrasjon av prøven så mulig, er det derfor spesielt viktig å kartlegge de matrikseffekter som er tilstede. Ved kvantitative analyser med LCMS er ioniseringen den største utfordringen på grunn av dens mottakelighet for matrikseffekter, og da spesielt undertrykkelse av ioner. Ved alle former for "myk" ionisering er matrikseffekter en reell problemstilling, og spesielt ved elektropray ionisering (ESI). Dette fordi ESI foregår i væskefase, og mer hydrofobe molekyler vil foretrekke å oppholde seg inne i væskedråpen i stedet for på overflaten under ionisering (Fiehn, 2004). På grunn av dette taper de polare molekylerne "konkurransen" mellom analytt og upolare komponenter i mobilfasen om å være på overflaten av dråpen i overgangen fra væske til gassfase i ESI og vil derfor bli undertrykt. I tillegg kan matrikseffekter føre til endrede elueringsegenskaper som kokepunkt, overflatespenninger og viskositet, som alle er faktorer som påvirker ioniseringen (King, Bonfiglio *et al.* 2000). Matrikseffekter

har også vist seg å være komponentavhengig, molekyler med større masse undertrykker molekyler med mindre masse og polare komponenter er mer mottakelig for undertrykkelse enn upolare komponenter (Annesley, 2003). Dette er en viktig faktor å ta med i betraktningen når det kommer til valg av IS for kvantifisering.

Ved utvikling av kvantitative metoder er det viktig å ta matrikseffektene i betraktning. Ved å sammenlikne responsen i signal mellom en ubehandlet prøve og en prøve etter ekstraksjon kan man enkelt regne ut matrikseffekten som er et resultat av prøveopparbeidelse/ekstraksjon. En annen metode for å evaluere matrikseffekter, kalt postkolonne infusjon, ble beskrevet av Bonfiglio *et al.* i 1999, se figur 1.



Figur 1: Sammenlikning av mobilfase (A), prøve preparert med proteinfelling (B) og prøve preparert med fastfase ekstraksjon (C) med post kolonne infusjon. Områdene som er markert viser ion undertrykkelse (Taylor 2005).

Denne metoden går ut på å injisere en konstant mengde analytt i en kromatografisk analyse for så å sammenlikne signalet med signalet fra en analyse utført med kun eluent. Fordeler med denne metoden er at den avdekker kritiske områder i kromatogrammet, men resultatene er kun gyldige for det enkelt komponentet som analyseres og kun for den konsentrasjonen (Lambert, 2004). Graden av undertrykkelse av ioner kan også være avhengig av mengden analytt som analyseres, med tanke

på mengdeforholdet mellom matriks og analytt. I tillegg kan ionparrende agenter som for eksempel TFA, som er vanlig å tilsette mobilfasen for å gi smalere topper, gi ionsuppresjon. En måte å komme unna disse effektene på er å minske mengden TFA hvis mulig eller erstatte TFA med andre agenter. De kromatografiske betingelsene kan også endres slik at det ønskede komponentet eluerer i et område der det ikke er observert ionsuppresjon (Annesley, 2003).

I tillegg er mettede detektorer, adduktdannelse og cross-talk utfordringer ved kvantitativ MS. Cross-talk oppstår når rester av ioner forblir i ionekilden og derved forstyrrer neste ionisering. Dette har spesielt vært et problem i trippel quadrupol MS (TQMS), men nyere instrumenter har klart å eluere mange av disse feilene. Adduktdannelse kompliserer kvantitativ LCMS ytterligere, dette fordi adduktdannelsen ikke er reproducerbar og det er heller ikke klart hvilket ion det blir selektert for i SRM. Addukter er vanskelig å komme unna fordi ioner ofte kommer fra glassutstyr eller fra urenheter i kjemikalier (Lambert, 2004).

God prøveopparbeidelse er viktig for å minimere matrikseffekter. Innen kromatografi MS skiller det mellom online teknikker som er integrert og automatisert med MS instrumentet og offline teknikker som utføres separat fra MS analysen. Typiske offline teknikker er væskevæske ekstraksjon, fastfase ekstraksjon og proteinfelling.

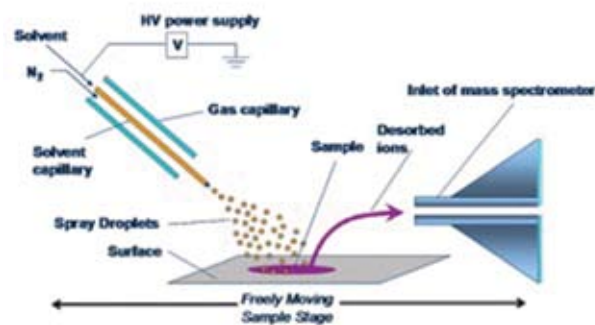
Ionisering

En av de eldste og mest klassiske ioniseringsteknikkene er elektronionisering (EI) av molekyler i gassfase. Denne teknikken gir en robust ionisering men har den begrensningen at den krever en flyktig analytt, og er derfor forbeholdt små molekyler. EI er av nevnte grunner ofte koblet etter en gasskromatograf (GC). På grunn av den store overskuddsenergien under ionisering, noe som gjør EI til en "hard" ioniseringsteknikk, er EI ikke utsatt for påvirkning av koeluerende komponenter, og kvantitative analyser kan derfor utføres med stor pålitelighet, også ved bruk av ekstern standard (Fiehn, 2004).

Ionisering ved atomsfærisk trykk (API) muliggjør direkte kobling mellom væske kromatografi av store, upolare molekyler og MS. Med API teknikker blir ionene dannet utenfor selve massespektrometeret med atmosfærisk trykk i ionekilden

(Zimmer, 2003). Det er tre måter man hovedsakelig kan utføre ionisering ved atmosfærisk trykk på. Elektrospray ionisering (ESI) og atomsfærisktrykk kjemisk ionisering (APCI) som begge er godt etablerte teknikker, i tillegg kommer fotoionisering (APPI) som har blitt introdusert senere enn de to overnevnte teknikkene. ESI er ansett for å være den mest skånsomme og anvendelige metoden, og den er også i stand til å ionisere ekstremt polare og ikke-flyktige komponenter, noe som kan være vanskelig med APCI og APPI. I tillegg foregår ionisering i ESI i væskefase og ingen eller svært liten varme blir tilført, noe som er en fordel ved ionisering av termisk labile analytten. APCI på sin siden er en kraftigere ioniseringsteknikk hvor ioniseringen skjer i gassfase og med høyere temperatur (Zimmer, 2003), noe som kan gi opphav til fragmentering av komponenter som kan koeludere med analytten og gi matrikseffekter (Berna, Shugert *et al.* 1998). Likevel er APCI generelt ansett for å være en mer robust teknikk enn ESI i tillegg til at den er mindre utsatt for undertrykkelse av signal ved koeluerende matriks komponenter enn ESI (Matuszewski, Constanzer *et al.* 1998). Fotoionisering ved atomsfærisk trykk (APPI) likner mye på APCI. Forskjellen ligger i at ved APPI skjer ioniseringen ved at en UV stråle fra xenonlampe skaper en protonoverføring i analytt med høy protonaffinitet. For å unngå bakgrunnstøy fra mobilfase er det viktig at mobilfase som brukes ved APPI har et ioniseringspotensial under 10 eV. APCI og APPI danner ikke multiladde ioner og er derfor ikke anvendbare ved ionisering av store molekyler (Zimmer, 2003).

Desorption Elektrospray Ionisering er en videreutvikling av ESI som ble innført av Cooks *et al.* (Takats, Wiseman *et al.* 2004) for ionisering av organiske molekyler, peptider og proteiner fra metall, polymer og mineral overflater uten tilsatt matriks. Teknikken baserer seg på analytter som er applisert på overflaten av målplata ioniseres ved at de påvirkes av ladde partikler som formes av en elektrospray, se figur 2. Ionene som dannes går over i gassfase og transporteres inn til MS. Ved å tilsette IS til prøven egner DESI seg godt til kvantitative analyser (Hopfgartner og Varesio, 2005). Fordeler med DESI er at teknikken krever lite prøveoppbehandling, den opererer under atmosfærisk trykk og gir mulighet for å foreta raske analyser.

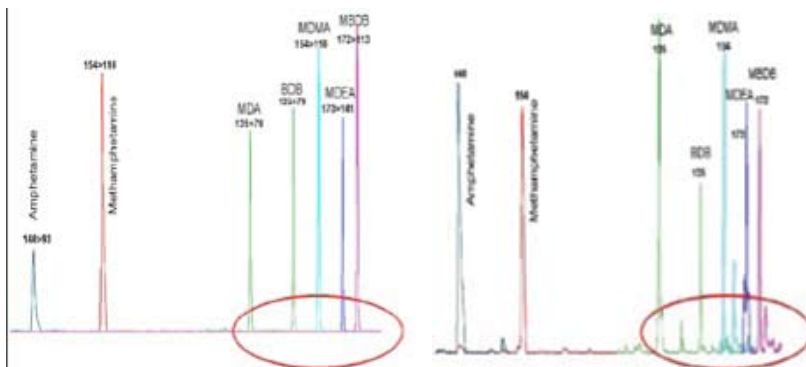


Figur 2: DESI ionekilde. Prøven appliseres på målplata og ioniseres ved ladde partikler fra ESI. Ionene går så over i gassfase og transporteres inn til MS.

Tradisjonelt sett har matriks assisted laser desorption (MALDI) vært anvendt til kvalitative analyser av molekyler med høy vekt. Fordeler med MALDI over API er muligheten for raske analyser, samt muligheten for å skille kromatografisk separasjon og MS. I tillegg er det enkelt å reanalysere prøve som er applisert på plata (Hopfgartner og Varesio, 2005). For å oppnå reproducerbare resultater innen kvantitativ MALDIMS er det særdeles viktig med homogen blanding av prøve og matriks på plata. I tillegg har det tradisjonelt vært vanskelig å analysere små molekyler med MALDI på grunn av dannelse av matriksclusters under desorption. Nyere teknologi for å løse disse problemene har fokusert på anvendelse av flytende matriks i stedet for den tradisjonelle metoden hvor matriks og analytt tørkes etter at de er applisert på MALDI plata. Flytende matriks har vist bedre reproducerbarhet ved å sammenlikne flere analyser av samme prøve i tillegg til bedre ionisering av mindre molekyler, noe som gir klare fordeler i kvantitative analyser. Dessverre har det også vist seg at deteksjonsgrensen ved bruk av flytende matriks er ca 10 ganger høyere enn ved tradisjonell bruk av matriks (Greis, 2007). Surface enhanced laser-desorption ionisering (SELDI) er en distinkt form for laser desorption/ionisering basert på at prøven spottes på chips med kromatografiske egenskaper (Bartolozzi and Seeberger, 2001). På denne måten spiller målet selv en aktiv rolle i prøveoppbehandling og ioniseringsprosessen. Etter binding av ønsket prøve til SELDI platen kan uønskede stoffer vaskes av og prøven deretter ioniseres. SELDI er basert på standard MALDI prinsipp og anvendes mye ved analyser av komplekse løsninger som kroppsvæsker og vevsprøver (Traub, Feist *et al.* 2005).

Masseanalytatorer

Innen kvantitative analyser blir masseanalytatorer klassifisert etter deres evne til å (1) diskriminere signal mot matrikseffekt og (2) utføre sensitive analyser (Ackermann, Berna *et al.* 2002), i tillegg er lave deteksjonsgrenser viktig. Signalet som detekteres er avhengig av mengden ioner som måles og lengden på signalet som integreres. Det eksisterer tre måter å samle signal på, (1) fullt skann som detekterer alle ioner men som gir mindre tid per signal som detekteres, (2) selected reaction monitoring (SIM) hvor et ion med en bestemt m/z selekteres ut og det skannes kun i dette området, og (3) selected reaction monitoring (SRM) hvor instrumentet stilles inn til å videresende kun de ionene som dannes fra fragmenteringsreaksjoner i et bestemt område. SIM egner seg godt for kvantitative analyser hvor et molekyl av kjent masse og struktur kvantifiseres, og hele spektra analyser derfor ikke er av interesse. Det har blitt gjort sammenlikning mellom quadrupol i SIM modus med en oppløsning på 500, noe som viste lavere deteksjonsgrense enn oppnådd med både TOF og Fourier-transform analysatorer (Bernard K. Choi and Gusev, 2003). SRM krever MSMS for å først selektere for et molekylion av interesse, som fragmenteres i kollisjonscellen med en målgass (for eksempel argon) og deretter foreta en ny deteksjon av fragmentationene. Denne teknikken er den desidert mest sensitive skann-teknikken, se figur 3 (Hoffmann, 1999).



Figur 3: Sammenlikning mellom SIM (til høyre) og SRM (til venstre) spektra. Ved SRM oppnås høyere selektivitet og bedre sensitivitet enn ved SIM (www.varianinc.com/image/vimage/docs/products/chrom/apps/gcms70r1.pdf).

I tillegg til at SRM gir høy selektivitet økes sensitiviteten ved at ionet av interesse monitoreres 100 % av tiden. Ved å utføre scan versus SIM/SRM synker sensitiviteten ved at et større område skannes og derved blir det mindre signal per ion av interesse. Dette er ikke ønskelig siden kvantitative analyser ofte krever absolutt lavest mulige deteksjonsgrense.

Selv om SIM og SRM er gode teknikker for sensitive analyser mister man fleksibilitet i analysen ved å selektere for et bestemt m/z område.

En rekke masseanalytatorer som quadrupol, ionfeller og TOF har med hell vært anvendt til kvantitative analyser. Hvert instrument har fordeler og ulemper avhengig av formålet med analysen. Hvis man har et ønske om å foreta en kvantifisering som verifiseres av et fullskan spekter er et hybridinstrument som lineær ionefelle TQMS et godt alternativ siden det har muligheten for raske bytter mellom SRM og full scan. Andre instrumenter som for eksempel time of flight (TOF) har ikke denne muligheten for SRM i kombinasjon med full scan, men yter til gjengjeld svært god masseoppløsning og utfører raske analyser over hele masseområdet. Hybridinstrumenter som quadrupol time of flight (QTOF) gir på sin side en svært god oppløsning men uten muligheten til å bytte mellom scan og SRM. Fourier-Transform Ion Cyclotron Resonance MS (FT-ICR-MS) er kjent for sin enorme sensitivitet, oppløsning og presisjon, men har noe mindre fleksibilitet enn andre instrumenter samt høye driftsutgifter (Fiehn, 2004).

LCMSMS er uten sidestykke en den mest utbredte teknikken for kvantitative analyser av biologiske molekyler. Trippel quadrupol MS (TQMS) har lenge vært det mest anvendte massefilteret for sensitiv kvantifisering. TQMS består av to masseanalyserende quadrupoler (Q1 og Q3) med en kollisjonscelle (q2) i midten (Zimmer, 2003) noe som gjør at TQMS utfører SRM analyser. Denne egenskapen ved TQMS gjør den svært attraktiv for kvantitative analyser (Zimmer, 2003). Populariteten til TQMS henger sammen med den gode sensitiviteten og det lineære dynamiske området, noe som fører til raskere metodeutvikling og lavere deteksjonsgrenser. De siste årene har det blitt gjort en rekke forbedringer instrumentelt og spesielt ved å øke oppløsningen i Q1, noe som har gitt lavere deteksjonsgrenser for små molekyler. På grunn av den gode oppløsningen i dagens MSMS teknikker har kromatografiens rolle i kvantitative MS analyser endret seg. LC er fremdeles viktig med tanke på konsentrasjon av analytten under injeksjon og for å minimere matrikseffekter, men med høyoppløselig MSMS er ikke lenger baselinjeseparasjon nødvendig. Med tanke på å ut-

føre raskere analyser og effektiv metodeutvikling er muligheten for å øke selektiviteten uten å optimere de kromatografiske parameterne svært ettertraktelig (Hopfgartner and Varesio, 2005)

De siste 20 årene har TOFMS instrumenter økt betraktelig i bruk til kvantitative analyser. En stor andel av kvantifisering med MS de siste 5 årene har vært rapportert med bruk av TOF. I motsetning til quadrupol instrumenter har TOF evnen til å samle data fra hele m/z området over et svært kort tidsrom. I stede for å skanne m/z for utvalgte ioner, vil alle ionene som fraktes gjennom det feltfrie området detekteres. Dette gir TOF muligheten for fullskan analyser for alle analytter uten at det går på bekostning av sensitiviteten. I tillegg vil TOF i teorien ikke ha noen begrensning på masseområde siden det ikke er involvert noen skanning. Tradisjonelt har TOF vært brukt til kvantifisering av komponenter med høy vekt som proteiner og peptider. Men de siste årene har sensitiviteten og presisjonen i TOF blitt på høyde med TQMS og åpnet for analyser av mindre komponenter. Siden TOF i tillegg har en svært god oppløsning har populariteten til analysatoren økt (Williamson og Bartlett, 2007).

Konklusjon

I denne artikkelen har jeg fokusert på hvilke metoder, instrumenter og utfordringer som er aktuelle innen kvantitative analyser ved hjelp av kromatografi massespektrometri. Kromatografi MS har i løpet av de siste tiårene utviklet seg til å bli en robust, selektiv og sensitiv teknikk for kvantitative analyser. Økt fokus på forståelse av biologiske prosesser, samt interesse for mer presise og raskere analyser har ført til en stor utvikling i feltet. Likevel vil det fortsatt utvikles nye og mer nøyaktige ioniseringsteknikker og masseanalyser som forhåpentligvis vil løse endel av dagens utfordringer med blant annet matrikseffekter.

Referanser

Ackermann, B. L., M. J. Berna, et al. (2002). "Recent Advances in use of LC/MS/MS for Quantitative High-Throughput Bioanalytical Support of Drug Discovery." *Current Topics in Medicinal Chemistry* 2: 53-66.

Annesley, T. M. (2003). "Ion suppression in mass spectrometry." *Clinical Chemistry* 49(7): 1041-1044.

Bantscheff, M., M. Schirle, et al. (2007). "Quantitative mass spectrometry in proteomics: a critical review." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 389(4): 1017-1031.

Bartolozzi, A. and P. H. Seeberger (2001). "New approaches to the chemical synthesis of bioactive oligosaccharides." *Current Opinion in Structural Biology* 11(5): 587-592.

Berna, M., R. Shugert, et al. (1998). "Determination of olanzapine in human plasma and serum by liquid chromatography tandem mass spectrometry." *Journal of Mass Spectrometry* 33(10): 1003-1008.

Bernard K. Choi, D. M. H., Tianlan Zhang, and a. A. I. Gusev (2003). "Comparison of Quadrupole, Time-of-Flight, and Fourier Transform Mass Analyzers for LC-MS Applications." *Current Trends in Mass Spectrometry* 18.

Fiehn, O. W., W (2004). "Mass spectrometry: quantitation." *Encyclopedic Reference of Genomics and Proteomics*.

Greis, K. D. (2007). "Mass spectrometry for enzyme assays and inhibitor screening: An emerging application in pharmaceutical research." *Mass Spectrometry Reviews* 26(3): 324-339.

Hoffmann, E. S., V (1999). *Mass Spectrometry*. Hopfgartner, G. and E. Varesio (2005). "New approaches for quantitative analysis in biological fluids using mass spectrometric detection." *Trac-Trends in Analytical Chemistry* 24(7): 583-589.

King, R., R. Bonfiglio, et al. (2000). "Mechanistic investigation of ionization suppression in electrospray ionization." *Journal of the American Society for Mass Spectrometry* 11(11): 942-950.

Lambert, W. (2004). "Pitfalls in LC-MS-(MS) Analysis."

Matuszewski, B. K., M. L. Constanzer, et al. (1998). "Matrix effect in quantitative LC/MS/MS analyses of biological fluids: A method for determination of finasteride in human plasma at picogram per milliliter concentrations." *Analytical Chemistry* 70(5): 882-889.

Takats, Z., J. M. Wiseman, et al. (2004). "Mass spectrometry sampling under ambient conditions with desorption electrospray ionization." *Science* 306(5695): 471-473.

Taylor, P. J. (2005). "Matrix effects: the Achilles heel of quantitative high-performance liquid chromatography-electrospray-tandem mass spectrometry." *Clinical Biochemistry* 38(4): 328-334.

Traub, F., H. Feist, et al. (2005). "SELDI-MS-based expression profiling of ductal invasive and lobular invasive human breast carcinomas." *Pathology Research and Practice* 201(12): 763-770.

Wieling, J. (2002). "LC-MS-MS experiences with internal standards." *Chromatographia* 55: S107-S113.

Williamson, L. N. and M. G. Bartlett (2007). "Quantitative liquid chromatography/time-of-flight mass spectrometry." *Biomedical Chromatography* 21(6): 567-576.

Zimmer, D. (2003). "Introduction to quantitative liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS-MS)." *Chromatographia* Volume 57(Supplement 1 / January, 2003): S325-S332.

The LIPID RESEARCH CENTER AT THE UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES, UMB

Collaborative research between departments at the University of Life Sciences, Institute of Nutrition, University of Oslo, Department of Pharmacy, University of Tromsø, Østfold Hospital Trust

Introduction



The Lipid Research Center was established autumn 2008
 - To secure internal-, external- and international co-operation with research institutions, industry, authorities and public administration.
 - We are about 20 scientific co-workers managed by Elling-Olav Rukke.
Intention; financing of multidisciplinary research projects (3-5 PhD's).

Facilities



New buildings with pilot plant, equipment, for fermentation, synthesis, analysis etc....

Examples of scientific equipment at ULS:

NMR:
 Varian 300 MHz multicore NMR-instrument. Used actively for structural elucidation of e.g. fatty acids and derivatives.

Syntetical:
 Biotage microwave oven, used for synthesis. Syrris Microreactor.

GC, LC and MS:
 Tekmar HT3 Headspace coupled to a Agilent GC-MS. Static and dynamic headspace, analysis of volatile organic compounds.
 LC-MS (iontrap, Agilent 1100 LC/MSD Trap XCT). Co-owned with Nofima Food.

GC-FID, GC-Q, GC-EBE and LC-MS/MS. Used to establish methods identifying and quantifying fatty acids and lipids.

GC. One dedicated to short fatty acids and one for longer.

LC-MS/MS.
 MALDI-TOF/TOF. Co-owned with Nofima Food.
 Spectrometric:

NIR:
 FOSS NIR-Systems 6500 scanning spectrophotometer.

FTIR, PerkinElmer Spectrum BX.
 RAMAN, Raman RXCN1.

Photometric:
 Clinical-chemical automated photometric analytical system. Konelab 30i Thermo Electron, Photometer, absorbance and kinetic, miniatyre cuvettes, incubation.

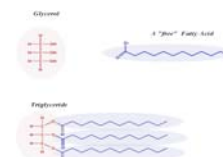
Different Lipase Activity Assays

Rheological:
 Physica UDS200, Bohlin CS-50, Bohlin VOR, Stable Micro Systems Texture Analyzer Hd.



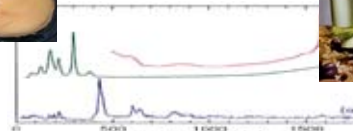
Research areas

- Lipids in raw materials
- Fats and oils
- Chemical and biological modification
- Multidisciplinary research
- Pilot-plant tesing/production



Primary tasks:

- 1) Establishing a multidisciplinary research platform.
- 2) Preparing proposal regarding EU-7th. Framework Programme "Development of functional foods and ingredients". The proposal "A new innovative approach for emulsions with high functionality using krill oil and other supplements for use in food systems", was delivered January 15th. Partners; INRA-France, CFTRI-India, ULS-Norway, IOTA-UK, Micro-Spain.



Carried out until now

Anchoring the Lipid Center at UMB

- * In meeting with the principal at UMB
- * Heads of department at AAS and CBFS
- * The board at CBFS
- * Employees at AAS and CBFS

Listed equipment at the University of interest for lipid research.

Listed publications reflecting scientists involved in lipid research.

Future research activities:

- * PhD-projects
- * Master Thesis

Preparing proposals:

- * A Indo-EU Collaborative Project - Functional Food Emulsions
- * Kvota Application for PhD Position
- * Application for state financed PhD Position at DCBFS
- * Application for instrumentation – research infrastructure
- * Application for new pilot plant at Campus Ås – a pre-project

Participating at

- * PERA's FP7 Awareness Workshop 2008-10-29
- * Throne Holst Symposium, Oslo 2008-11.27 – Health effects of lipids from Seafoods and other animal food
- * Healthy Lipids Network, together with Nofima, Pals, Gilde, Hoff, Idun, DenJa, Milba, G.O. Johnsen and SEVU.
- * Kick Off – Food for Life – a Technology Plattform, 2009-03-04.

Examples of Norwegian industry partners:

Tine Norwegian Dairies, Mills, Animalia, Elopak, Stabburet, Krill Seaproducts, OliVita, Borregaard.



Referat fra NSMS' general- forsamling 2009

Mandag 26. januar, 2009 på Quality Hotel, Hafjell
Erlend Hvattum, Referent

Leder Dag Ekeberg ønsket velkommen og ledet møtet.

Sak 1: Godkjenning av sakslisten og valg av referent:

Vedtak: Sakslisten ble godkjent. Erlend Hvattum ble valgt til referent.

Sak 2: Årsberetning for 2007/2008 ved selskapets leder Dag Ekeberg.

Leder Dag Ekeberg startet med 1 minutt stillhet til minne om styremedlem Mette Kroghs bortgang.

Dag Ekeberg gikk deretter raskt igjennom årsberetningen.

Vedtak: Årsberetningen ble godkjent.

Sak 3: Regnskap for 2005/2006 og 2007/2008 ved revisor John Vedde.

Siden regnskapet for 2005/2006 ikke ble gjennomgått ved forrige generalforsamling (2007), gikk kasserer Hanne Devle igjennom regnskapet både for 2005/2006 og 2007/2008.

Regnskapene var allerede godkjent av revisor John Vedde.

Forslag til endring av kapitalforvaltning: Overføre midler fra NSMS's kapitalfond til Georg Hvistendahls minnefond. Forslaget vil bli behandlet av styret i perioden 2009/2010.

Vedtak: Regnskapet ble godkjent og styret fritatt for ansvar.

Sak 4: Valg ved Åsmund Larsen.

Leder av valgkomiteen, Åsmund Larsen, ledet valget. Leders og styrets arbeid ble berømmet.

i) Valg av leder: Forslag: Dag Ekeberg. Valgt ved akklamasjon.

ii) Valg av styremedlemmer: I tillegg til valgkomiteens forslag på fire nye medlemmer, kom det et benkeforslag på Camilla Bjørnstad Stene. Dermed måtte det bli skriftlig valg av nye styremedlemmer.

Styresammensetningen ble som følger:

Leder	Dag Ekeberg	UMB (2 år)
Kasserer	Hanne Devle	UMB (2 år, ikke på valg)
Styremedlemmer	Einar Jensen	UiT (4 år)
	Vibeke B. Michelsen	UiB (4 år)
	Erlend Hvattum	GE Healthcare (2 år)
Vara	Camilla B. Stene	Diakonhjemmet Sykehus (4 år)
Revisor	John Vedde	UiO (2 år)
Internasjonal kontaktperson	Einar Uggerud	UiO (2 år)

iii) Valg av internasjonal kontaktperson: Forslag Einar Uggerud. Valgt ved akklamasjon

iv) Valg av revisor: Forslag: John Vedde. Valgt ved akklamasjon.

Det oppsto uklarhet om gjennomføring av valg ved benkeforslag. Dermed ble det fremmet forslag om at det nye styret ser på vedtektsendringer for å avklare tilsvarende situasjoner i fremtiden.

Sak 5: Valg av valgkomité ved leder Dag Ekeberg.

a) Leder av valgkomiteen: Styrets forslag: Åsmund Larsen. Valgt ved akklamasjon.

b) Medlem av valgkomiteen: Styrets forslag. Arnfinn Kvarsnes. Valgt ved akklamasjon.

Sak 6: Fastsettelse av medlemskontingent for neste periode.

Styret foreslår ingen endringer, dvs kr 100 pr år og man innkrever for 2 år om gangen.

Vedtak: Forslaget ble godkjent.



Leder: Dag Ekeberg



Førsteamanuensis ved UMB, institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap.

Arbeidsfelt: Det er undervisning i massespektrometri og kromatografi som er hovedgesjeften mht forelesninger. Men jeg jobber med karakterisering av lipider ved bruk av MS. Her benytter vi både LC-MS og GC-MS.

Kasserer: Hanne Devle



Overingeniør ved UMB, institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap.

Arbeidsfelt: Deltar på labkurs innen kjemi og kromatografi, samt på forskningsprosjekter innen GC-MS.

Styremedlem: Einar Jensen



Professor ved Institutt for farmasi ved Universitetet i Tromsø, avd. for legemiddelkjemi.

Styremedlem: Vibeke B. Michelsen



Overtannlege ved Det Odontologiske Fakultet, Universitetet i Bergen.

Arbeidsfelt: Karakterisering av utløste substanser fra polymerbaserte dentale fyllingsmaterialer.

I Norge og Sverige er amalgam så godt som ute av bruk og polymerbaserte tannfyllingsmaterialer har

overtatt som førstevalg ved fyllingsterapi.

Polymeriseringen av plastmaterialene har i flere studier vist seg å være ufullstendig. Selv når anbefalte polymeriseringsbetingelser følges, lekker organiske forbindelser ut. Studier har vist at substansene som lekker ut, kan ha cytotoksiske, genotoksiske, sensitiserende og hormonhermende egenskaper. Til disse undersøkelsene bruker vi en GC fra Thermo Quest koblet til en Finnigan MD 800 quadropol MS.

Styremedlem: Erlend Hvattum



Jobber som seniorforsker på MS-labben ved GE-Healthcare i Oslo siden 2004.

Utdanning: Dr philos i biokjemi ved Universitetet i Oslo, 1993.

Tidligere stillinger:

Forsker ved Nycomed Imaging, 1993 – 1998.

1. amanuensis ved NLH, 1998 – 2004.

Vara styremedlem: Camilla Bjørnstad Steene



Jobber ved Diakonhjemmet sykehus, Psykofarmakologisk avdeling.

Møter, konferanser, messer & seminarer

2009

57th ASMS Conference on Mass Spectrometry

31.05 - 04.06.2009, Philadelphia, PA

www.asms.org

The 18th International Mass Spectrometry Conference

30.08 - 04.09.2009, Bremen, Tyskland

www.imsc-bremen-2009.de

MS-kurs nr. 6. Grunnleggende massespektrometri og spektertolkning

23.09 - 25.09.2009, Quality & Resort Hafjell

www.instrument-teknikk.no

Mass Spec Europe Conference and Exhibition

05.11 - 06.11.2009, Barcelona, Spania

www.selectbiosciences.com/conferences/MSE2009/

2010

19. Norske Symposium i Kromatografi

10.01 - 12.01.2010, Sandefjord

www.kromatografisymposiet.no/

Confrence on Ion Chemistry and Mass Spectrometry

15.01 - 17.01.2010, Lake Arrowhead, California

rodgers.chem.wayne.edu/ionchem/

Pitcon Conference & Expo 2010

28.02 - 04.03.2010, Orlando, Florida

www.pittcon.org/

58th ASMS Conference on Mass Spectrometry

23.05 - 27.05.2010, Salt Lake City, Utah

www.asms.org

2011

Det 14. Norske seminar i massespektrometri

23.01 - 26.01.2011, Quality Hotel & Resort Hafjell

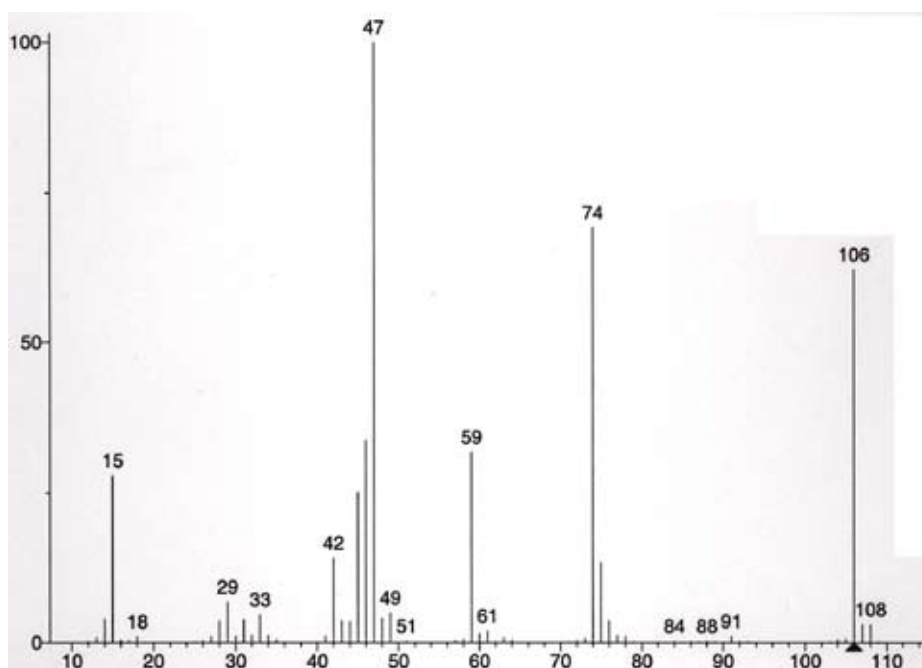
e-post: Dag.Ekeberg@umb.no

www.nsms.no

2012

The 19th International Mass Spectrometry Conference

Kyoto, Japan



Hjernetrim

Kan du tolke dette EI-spekteret?

Svar kommer i neste utgave av Massenytt.

Løsning av hjernetrim fra forrige Massenytt var: propanal