

Gjødsel og gjødsling i Norge 1930 – 1980

Noen trekk i utviklingen

Fertilizers and fertilization in Norway 1930 – 1980

A brief Review

Av M. Ødelien og I. Lyngstad

For 50 år siden ble storparten av jordbruksarealet i Norge gjødslet med husdyrgjødsel. Kunstgjødselforbruket var beskjedent og ujevnt fordelt. Nå er husdyrgjødsla begrenset til bare en del av arealet og finnes der ofte i så store mengder at det er vanskelig å nytte den rasjonelt ved de vanlige driftsmåter på slike steder. Kunstgjødselforbruket har steget overordentlig sterkt, og de gjødselslag som var vanlige for 50 år siden, er for det aller meste erstattet av andre. Antallet av plantenæringsstoffer vanlig ansett som nødvendige å ta hensyn til ved gjødsling, har steget fra 4 til 13, derav fra 3 til 12 med sikte på dekning av kulturvekstenes næringsbehov. I begynnelsen av 50-årsperioden var det klart at det må være visse mengdeforhold mellom nitrogen, fosfor og kalium for å få full effekt av gjødsla (jfr. Liebig's lov og Mitscherlich's lov). Men de mange interferensvirkninger mellom næringsstoffene som vi nå vet kan ha stor betydning, var ukjente da.

Denne korte artikkelen tar sikte på å skissere noen trekk av utviklingen og de store forandringer på området gjødsel og gjødsling i Norge siden 1930. Ett og annet utenfor denne steds- og tidsrammen

er tatt med for å vise utviklingen i noe videre sammenheng. Artikkelen gjelder vesentlig kunstgjødsel. Tallmaterialet er innskrenket til det aller nødvendigste. Litteraturhenvisningene er også begrenset til det minst mulige. De viser i stor utstrekning til oversikter over relevant litteratur. Denne framgangsmåten tar sikte på å gjøre den korte artikkelen indirekte tjenlig til rettleiing også for lesere som ønsker mer kjennskap til emnet.

Nitrogen, fosfor og kalium

I landbruksinteresserte kretser er det velkjent at kunstgjødselforbruket i Norge ennå var svært lite omkring det siste århundreskifte. Så seint som i 1914 var nitrogenforbruket i middel knapt 1 kg pr. hektar «innmarksareal». Det vil si at det kom mer N til innmarksarealet med nedbøren enn fra Norsk Hydro. Belgveksten spilte sikkert en større rolle enn N-gjødsel, og hadde også større betydning for nitrogenforsyningen da enn nå.

Omkring 1930 var årsforbruket av N + P + K i kunstgjødsel i Norge ca 5 ganger større enn 20 år før. Tabell 1 viser stigningen etter 1930, uttrykt både som varemasse og som N + P + K.

Tabell 1. Kunstgjødselforbruket 1930 – 80. Varemasse og N + P + K.

Table 1. Fertilizer consumption in bulk and on N + P + K bases 1930 – 80.

	1930	1950/51	1960	1970	1980
Varemasse, 1000 t	ca 117,0	404,5	452,8	545,8	664,0
N + P + K, «	18,7	80,0	113,7	155,0	212,6
N + P + K, % i vare	ca 16	20	25	28	32

Både i denne og i tabell 2 er middeltallene for 1950 og 1951 brukt i stedet for 1950-tallene alene, fordi N-forbruket i 1950 var større enn vanlig like etter opphøret av en internasjonal allokeringssordning for N-gjødsel.

Forbruket av N + P + K i kunstgjødsel ble ca. 11,5 ganger større fra 1930 til 1980. Varemengden ble vel 5,5 ganger større, og det prosentiske innhold av de tre stoffene ble fordoblet. Kunstgjødselmassen i 1980 var 664 000 tonn. Den ville fylle en sammenhengende rekke 23-tonns vogner på Bergensbanen mellom Oslo og Voss*. Etter de høyere prisene i

1981 ville denne varemassen + frakt ha kostet næringen og staten noe slikt som 1 milliard kroner. En beregning for 1973 viser at kunstgjødsel og kalk representerte 26 pst av landbrukets totale energiforbruk (14). Etter en annen beregning var det tilsvarende tall for 1979 27 pst (44). I begge kalkyler er planteproduksjonen under glass holdt utenfor.

Tallene i tabell 2 markerer stigningen i forbruket av N, P og K i kunstgjødsel hver for seg, og endringene i mengdeforholdet mellom de tre stoffene i samme tidsrom, alt uttrykt med relative tall.

Tabell 2. Relative tall for forbruk og forholdstall for N, P og K i kunstgjødsel 1930 – 80.
Table 2. Relative consumption figures and ratios of N, P and K in fertilizers 1930 – 80.

	N	P	K	N	P	K
1930	100	100	100	100	93	169
35	139	116	141	100	78	171
40	226	127	138	100	52	103
45	416	12	172	100	3	170
50/51	654	324	437	100	46	113
55	682	328	445	100	45	110
60	955	403	524	100	42	94
65	1136	439	535	100	36	80
70	1488	489	626	100	31	71
75	1685	516	697	100	29	70
80	2144	600	835	100	26	66

Totalforbruket av N var altså vel 20 ganger større i 1980 enn i 1930, av P ca 6 og av K vel 8 ganger større. Oppfatter en arealstatistikkens tall for «jord i drift» som gjødset areal, ble det i 1980 brukt i middel ca 700 kg kunstgjødsel pr. hektar. De tilsvarende middeltall for N, P og K var etter tur 117, 31 og 77 kg/hektar. Her er ikke gjort noen korreksjon for kunst-

gjødsel til park- og hagearealer som ikke blir regnet for dyrket, til skoggjødsling o.l. I 1981 var forbruket av N, P og K henholdsvis 7,5 6,9 og 8,4 prosent mindre enn året før.

Tabell 3 viser forbruket av N, P og K i kunstgjødsel pr. hektar «agricultural area» i Norge og noen andre europeiske land etter FAO's statistikk for 1978 (42).

* Etter grunnlagsopplysninger fra Ås jernbanestasjon

Tabell 3. Forbruk av N, P og K i kunstgjødsel pr ha «agricultural area» i noen land i 1978.

Table 3. Consumption of N, P and K in fertilizers per ha of «agricultural area» in some countries in 1978.

	N	P	K	Sum
Norge	114	30	78	222
Danmark	130	20	49	199
Sverige	69	16	29	114
Finland	70	25	43	138
V. Tyskland	103	30	74	207
Ø. Tyskland	125	30	60	215
Belgia-Luxemburg	127	31	79	237
Nederland	216	19	45	280

Tabellen viser 40 – 50 pst mindre forbruk av N, P og K pr arealenheter i Sverige og Finland enn i Norge. Forskjellen er størst i N-forbruket. Sumtallene for Danmark, de to tyske statene og Belgia/Luxemburg avviker med inntil ca 10 pst opp eller ned. I Nederland med lang veksttid i hele landet, intensiv planteproduksjon på friland og meget stort areal under glass, var forbruket av de tre næringsstoffene i kunstgjødsel regnet under ett 26 pst og av N alene ca 90 pst større i middel pr arealenheter enn i Norge. For å nevne også to land som ikke er med i tabellen, kan det tilføyes at Frankrike brukte ca 50 pst mindre N + P + K pr arealenheter enn Norge, og Storbritannia enda litt mindre*. Tross åpenbare svakheter og usikkerhet ved slike statistiske data som grunnlag for sammenligning mellom landene, kan de gi et nyttig bilde i grove trekk. Selvsagt er tallene sterkt preget av naturforhold, økonomiske faktorer og bruksmåter. Husdyrgjødselmengden i forhold til jordbruksarealet varierer også sterkt landene i mellom (17).

Norges kunstgjødsselforbruk er iallfall meget stort, særlig når en ser det i rela-

sjon til veksttidens lengde. Opplysninger om gjødsling på et større eller mindre antall enkeltbruk er ofentliggjort for eng i 1956 (21), for poteter i 1968 (1) og for korn i 1975 (10). Materialet skriver seg først og fremst fra de lågereliggende delene av Øst-Norge, men delvis også fra Rogaland og Trøndelag. Slikt materiale burde det være lett å få også fra andre landsdeler og i større omfang. Blant mange andre spørsmål ville det eksempelvis også være av interesse å få nærmere opplysninger om gjødslingen på bruk med store husdyrgjødselmengder i forhold til arealet.

Salgsstatistikken viser sterk stigning i kunstgjødsselforbruket her i landet fra år til år til og med 1980. Ikke uten grunn er det stilt spørsmål om det til dels blir gjødslet for sterkt. Dette gjelder først og fremst N-gjødsling til kornåker. Spørsmålet er særlig drøftet fra privatøkonomisk synspunkt, men også i forbindelse med forurensningsproblematikken (9, 23, 24).

Svovel, magnesium og kalsium

Kjennskapet til mangel på svovel og magnesium for kulturvekster på friland og målbevisst gjødsling med disse to næringsstoffene strekker seg bare noen få tiår tilbake i tiden. Meget få tilfeller av kalsiummangel for frilandsvekster har

* Den tilsvarende statistikk for 1979 viser fortsatt mer eller mindre stigning i kunstgjødsselforbruket i de fleste land, men ingen endringer i bildet av betydning i denne forbindelse.

vært nevnt i litteraturen i noen tid, men ansett for å spille svært liten rolle (16).

Tabell 4 markerer med relative tall endringene i totalinnholdet av de tre stof-

fene i kunstgjødsel her i landet de siste 30 år. Tallene for 1959 er satt inn i stedet for 1960-tallene for å vise det minimale innhold av S og Mg på dette tidspunkt.

Tabell 4. Relative tall for innhold av S, Mg, Ca og N i kunstgjødsel 1930 – 80.

Table 4. Relative consumption figures of S, Mg, Ca and N in fertilizers 1930 – 80.

	S	Mg	Ca	N	S	Mg	Ca
1950/51	100	100	100	100	55	3,6	191
55	95	101	94	100	51	3,5	172
59	58	63	81	100	23	1,7	111
65	62	344	74	100	20	7,2	82
70	81	436	71	100	20	6,9	59
75	105	493	39	100	20	6,9	29
80	125	626	39	100	21	6,9	23

Svovel

Tilfeller av svovelmangel har sikkert forekommet allerede i oldtiden. Virkningene av den gipsgjødslingen som ble praktisert i mindre målestokk i mange land i slutten av det 18. og langt inn i det 19. århundre, var nok vesentlig en svoveleffekt. Fra siste halvdel av forrige århundre fikk en stadig økende del av det gjødslede areal i mange land stigende S-mengder i superfosfat og andre gjødselslag. S-mangel på friland kom seinere, først og fremst som følge av overgang til S-fattig eller S-fri kunstgjødsel. I en komiteutredning under OEEC fra 1952 (trykt 1954), viser rapporter fra medlemslandene i organisasjonen minimal interesse for kulturvekstenes S-forsyning som gjødslingsspørsmål (29). Noe ut i 1960-åra var derimot forekomst av S-mangel kjent mange steder både i Europa og andre verdensdeler.

I Norge ble S-innholdet i kunstgjødsel redusert til et minimum under krigen 1940 – 45 som følge av mangel på superfosfat. De første etterkrigsår ble det noe større, men fra omkring 1950 avtok det raskt, særlig ved tiltakende bruk av fullgjødsel. Fra 1950/51 til 1959 ble det totale S-innholdet *reduisert* med 42 pst,

samtidig som N-forbruket ble 34 pst *større*. Uttrykt som middel pr hektar jordbruksareal gikk S-innholdet i kunstgjødsel ned fra 20 til 11 kg, og kvotienten N:S steg fra 1,7 til 4,8. Samtidig foregikk en overgang til husdyrløse driftsmåter på et stort antall bruk i store deler av landet. Betydelige og stadig økende arealer fikk bare S-fri gjødsel. I 1953 og 1957 ble det gjort oppmerksom på at hvis denne utviklingen fortsatte, måtte en snart vente føling med svovelmangel (33).

Omkring 1960 ble S-mangel påvist for en rekke forskjellige kulturvekster i Norge. Frekvensen og graden varierte med planteart, jordbunnsforhold, værforhold og gjødsling. Det ble også her i landet funnet eksempler på at utilstrekkelig svovelforsyning kan ha uheldige virkninger på planteproduktenes kvalitet (33).

De første 1960-åra ble de tidligere to S-frie fullgjødseltyper tilsatt 1,6 pst S i kiseritt. Fra 1970 har flere typer større S-innhold. Det totale innhold i kunstgjødsel i 1959 svarte til i middel 11 kg pr hektar av jordbruksarealet og steg til 17 i 1970 og 25 kg i 1980. Hele det gjødslede areal får nå S-holdig gjødsel, men en bør ha i minne at innholdet i de ulike fullgjødsel-

typer varierer sterkt. Hva det større S-innhold i luft og nedbør nå enn for 30 – 40 år siden kan bety for kulturvekstenes forsyning, vet vi lite om. Det beror ikke bare på årsmengden, men i høy grad også på tidsfordelingen og utvaskingen.

Fra omkring midten av 1960-åra har S-mangel vært svært lite merkbar i Norge. Tross dette kan det være grunn til å ha svovelspørsmålet i minne for vekster med stort S-behov og ved sterk N-gjødsling, særlig på steder med humusfattig jord og ved stor utvasking. Norske markforsøk har vist at meget langvarig eng kan være utsatt for S-mangel som følge av S-akkumulering i humus (34). Dette sammen med sterk utvasking kan være forklaringen på det uventede faktum at S-mangel forekommer i et vulkansk område som Island.

Flere andre steder i verden er svovel blitt gjenstand for stor oppmerksomhet fra gjødslingssynspunkt de seinere år, bl.a. innen områder med relativt lite S-innhold i atmosfæren og ved dyrking av gras og somme andre fôrvekster. Det kan også nevnes at flere forskere mener N:S-forholdet i fôret til husdyr bør være snovere enn det som er nødvendig for fôrvekstenes eget behov. Viktigere er det vel at knapp S-forsyning kan være til skade for planteproduktenes kvalitet uten å gå ut over avlingsstørrelsen (13,40).

Magnesium

Meget få tilfeller av magnesiummangel for kulturvekster på friland er kjent i andre land fra omkring 1920. Den begynte å bli gjenstand for oppmerksomhet enkelte steder i siste halvdel av 1930-åra, og da vesentlig på sandjord med utpreget sur reaksjon. Større interesse vakte den først mot slutten av 1940-åra og det føl-

gende tiår. I Norge ble Mg-mangel påvist på frukttrær i siste halvdel av 1940-åra. I løpet av det neste tiår ble den velkjent som årsak til hyppige og til dels store avlingsskader på både treaktige og urteaktige vekster (18, 32, 33).

Selv om Mg-mangel sikkert hadde forekommet før uten å være kjent som sådan, var dette en ny situasjon med et mangesidig årsaksforhold. Oppdyrking av betydelige arealer med meget næringsfattig jord, særlig etter 1950, måtte gjøre sitt til hyppigere forekomst av mangel på både Mg og flere andre næringsstoffer. Husdyrgjødsel falt bort for store arealer. Kunstgjødselforbruket steg sterkt, og fullgjødsel uten Mg fikk stadig større plass. Fra 1950/51 til 1959 steg N-forbruket i kunstgjødsel 38 pst og K-forbruket 14 pst. Begge var blitt omtrent tre ganger større det nærmest foregående tiår. Mg-innholdet var lite allerede i 1950/51 og ble 33 pst mindre til 1959. Uttrykt i middel pr hektar av jordbruksarealet avtok det fra 1,2 til 0,8 kg. Totalinnholdet av Mg i kunstgjødsel var mindre i slutten av 1950-åra enn 50 år før (30). Tiltakende arealer fikk ikke Mg i gjødsel i det hele tatt. Tilføringen av Mg med nedbøren pr enhet av jordbruksarealet var i middel mindre enn innholdet i kunstgjødsel i innlandsdistriktene, men større mange steder nærmere kysten (12). Avlingene og utvasking tæret sikkert på Mg-innholdet i jorda innen store arealer. Behovet for Mg tiltok med de stigende avlinger, men tilgangen fra gjødsel og jord ble mindre, bortsett fra steder med store husdyrgjødselmengder.

Samtidig ble forholdet mellom K og N på den ene og Mg på den andre siden sterkt forandret:

	1908	1950/51	1959	1970	1980
K:Mg	ca 1,4	31	56	10	10
N:Mg	ca 0,22	28	60	15	15

Sterk negativ korrelasjon mellom K og Mg er funnet i et stort tallmateriale fra kjemiske planteanalyser, og markant antagonisme mellom K^+ og Mg^{2+} er påvist i mange karforsøk og markforsøk, ikke minst i Norge (32, 33). Antagonismen mellom K^+ og Mg^{2+} er sterk som følge av at Mg-ioner er sterkt hydratiserte, og at konsentrasjonen av Mg^{2+} i jordvatnet er liten. Det kan neppe være tvil om at en høy verdi av kvotienten K:Mg i kunstgjødning allerede omkring 1950 og nesten fordobling til 1959 gjorde sitt til å hemme kulturvekstenes Mg-forsyning mer eller mindre. Fordobling av kvotienten N:Mg kan indirekte ha virket i samme retning, bl.a. som følge av synergisme mellom NO_3^- og K^+ . Knapp forsyning med Mg er mest merkbar ved sterk gjødning med både K og NO_3^- -N.

De store endringer i næringsforsyningen fra gjødning og jord måtte prege askesammensetningen, særlig i avlingene fra eng og beite, vanlig mest på beitestadiet og minst ved høyslått. Mindre kløverinnhold i silofôr og høy som følge av sterk N-gjødning var også ofte en medvirkende årsak til mindre innhold av Mg, Ca og enkelte andre viktige mineralstoffer i fôret (5, 22, 28).

Alt dette kunne ikke være uten betydning i det mangesidige årsaksforhold som lå til grunn for den relativt hyppige forekomst av hypomagnesemi og hypomagnesemisk tetani hos storfe og sau i 1940- og 1950-åra. Det er en i atskillig utstrekning akseptert oppfatning at forholdet mellom K, Mg og Ca i fôret beregnet på ekvivalentbasis etter formelen

$$\frac{K}{Mg + Ca}$$

gir grunn til mistanke om fare for hypomagnesemi og tetani når fasiten kommer over et grenseområde omkring 2,2. Dette stemmer ganske godt med resultatene av forsøk med melkekyr og sau utført i

samarbeid mellom Institutt for jordkultur og Institutt for husdyrernæring ved NLH (4, 5, 33, 36).

Markforsøk de seinere år i flere bygder omkring Jostedalsbreen viser interessante eksempler på ubalansert K:Mg-forhold i grasavlinger etter unødige sterke K-gjødsling på K-rik jord. Sammen med praktiske erfaringer indikerer de også ulemper av dette fra føringssynspunkt (49).

Fra begynnelsen av 1960-åra har alle fullgjødningstyper hatt et Mg-innhold på 1,2 pst, de seinere år også litt mindre eller noe mer. Totalinnholdet av Mg i kunstgjødning steg fra i middel 0,8 kg/hektar i 1959 til 6 kg i 1970 og 8 kg i 1980. K:Mg-kvotienten avtok fra 56 det første året til 10 de to siste. De tilsvarende tall for N:Mg var 60 og 15.

Det større Mg-innholdet i vanlig kunstgjødning de seinere år må være hovedårsaken til at Mg-forsyningen i planteproduksjonen ikke lenger er noe stort problem her i landet. Om det kan bli grunn til å endre innholdet, får framtiden vise. Ellers er det som kjent lett å bedre Mg-forsyningen ved kalking av sur jord med dolomitt, eller ved spesiell Mg-gjødsling. Ved siden av visse forholdsregler med føring og stell har sikkert førvekstenes bedre Mg-forsyning gjort sitt til at husdyr er mye mindre utsatt for hypomagnesemi og tetani nå enn for noen tiår tilbake.

Kalsium

De seinere år er Ca-forsyningen blitt gjenstand for større interesse, i Norge ikke minst som følge av en meget sterk reduksjon av Ca-innholdet i kunstgjødning (tabell 4). Fra 1950/51 til 1980 ble totalinnholdet av Ca i kunstgjødning ca 60 pst *mindre* enda varemengden ble ca 60 pst *større*. Ca-innholdet ble redusert med ca. 40 pst først i 1970-åra, da de fullgjødningstypene som er på markedet nå, kom i stedet for de tidligere, og fullgjødning ble stadig mer dominerende. Først i 1950-åra

utgjorde Ca-innholdet i kunstgjødsel i middel ca 70 kg pr hektar jord, i 1980 ca. 25 kg. Det siste er bare noe slikt som 5 ganger mer enn Ca-innholdet i årsnedbøren pr. hektar i største delen av landet.

Forholdet mellom Ca og andre plantenæringsstoffer i kunstgjødsel er blitt sterkt forskjøvet. Tallene nedenfor viser endringene i K:Ca og N:Ca:

	1908	1950/51	1959	1970	1980
K:Ca	ca 0,14	0,6	0,8	1,2	2,9
N:Ca	ca 0,02	0,5	0,9	1,7	4,4

Et stort tallmateriale fra kjemiske plan-teanalyser viser negativ korrelasjon mellom K og Ca. Antagonisme mellom de to stoffene er påvist både i markforsøk og karforsøk (33,35). Etter formelen

$$\frac{K}{Mg + Ca}$$

kan forholdet mellom dem i føret også ha betydning fra føringssynspunkt.

Som kommentar til tallene for N:Ca-forholdet i sammenstillingen ovenfor, får det her være nok å nevne at gjødsling med NO_3 -N (nitrat) kan øke Ca-innholdet i plantene ved synergisme, mens gjødsling med NH_4 -N (ammonium) heller kan virke motsatt før det er omsatt til NO_3^- .

Foreløpige resultater av mangeårige markforsøk viser tydelig tendens til mindre Ca-innhold i plantene ved gjødsling med fullgjødsel som er på markedet nå, enn ved tilsvarende gjødsling med N, P og K i kalksalpeter, superfosfat og kaliumgjødsel (37). Forsøkene viser også at den nå vanlige gjødsling med fullgjødsel tærer på innholdet av lett løselig Ca i jorda. Dette er momenter som krever oppmerksomhet. At lite innhold av Ca og relativt stort innhold av NH_4 -N i fullgjødsel gjør behovet for kalking vesentlig større enn før, er et kjent og viktig dagsaktuelt faktum. Blir kalkingen forsømt, kan det på sikt også bidra til å aktualisere spørsmålet om plantenes Ca-forsyning.

Mikronæringsstoffer

Vekstbarnormiteter og avlingsskader som vi nå vet skyldes mangel på Mn og Cu, er

nevnt i litteratur fra omkring siste århundreskifte. God virkning av gjødsling med koppersulfat på myr ble ved en ren tilfældighet oppdaget i Tyskland og siden bekreftet ved markforsøk der de første år på 1900-tallet. Dette ser ut til å være blitt glemt for en tid. Større interesse for slike vekstskader ble det i det hele tatt først omkring et kvart århundre seinere.

Fra omkring midten av 1920-åra til slutten av det neste tiår fikk bor, kopper, mangan, sink og molybden rang som nødvendige plantenæringsstoffer. Så tidlig som omkring 1940 var det klart at kulturvekstenes forsyning med de tre første har krav på stor merksomhet, selv om dette kanskje ikke alltid ble oppfattet som egentlig gjødslingsspørsmål. Nyhetene på området kom så raskt at ikke bare populære lærebøker og fagartikler, men også håndbøker og spesielle vitenskapelige publikasjoner mange ganger var akterutseilt av forskningen når de forelå trykt. Da arbeidet med slike spørsmål kom i gang fra midten av 1930-åra ved den virksomhet som nå har navnet Institutt for jordkultur ved NLH, ble det fra flere kanter mer eller mindre tydelig advart mot å ofre mye tid på slike arbeidsoppgaver. Det tok i det hele tatt litt tid å bli fortlølig med det faktum at noen hundre gram mer eller mindre av et næringsstoff i avlingen fra ett hektar kan være avgjørende for om det blir god eller feilslått avling. Noen år seinere var det kanskje lettere å akseptere at noen få gram av ett av disse stoffene (Mo) i avlingen kan være like avgjørende (19, 32, 33).

Når kulturvekstenes forsyning med mikronæringsstoffer har mye større praktisk betydning nå enn før, har det langt på vei de samme årsaker som nevnt i omtalen av S og Mg. De før nevnte rapporter fra medlemslandene i OECC viste at mangel på B, Mn og Cu var mer eller mindre utbredt i nord- og vesteuropeiske land først i 1950-åra (29). Sink og molybden var derimot ikke nevnt i de fleste rapportene og ikke tillagt noen større vekt i noen av dem. Ti år seinere var oppfatningen vesentlig forandret, særlig om Mo.

I Norge begynte det å bli klart omkring 1940 at B-mangel var atskillig utbredt og ventelig ville bli det i stigende grad. Forsøk med sikte på eventuell tilsetning av B til vanlige kunstgjødselslag kom i gang ved NLH i 1937 og fortsatte i en årrekke, til dels i samarbeid med Norsk Hydro (32, 33). På dette grunnlag, men noe forsinket av forholdene under krigen og de første etterkrigsår, ble all fullgjødelse fra og med 1950 tilsatt 0,03, seinere 0,02 pst B. Siktemålet har vært og er å kompensere iallfall til en viss grad for jordas negative B-balanse, slik klima, jordbunnsforhold og driftsmåte er i kanskje største delen av landet. B-innholdet i fullgjødelse har de seinere år dreiet seg om ca 100 tonn årlig, dvs i middel ca 100 g pr hektar for hele jordbruksarealet. Det er ingen tvil om at de små årlige drypp har gjort B-mangelen mindre enn den ellers ville ha vært. Dette ser ut til å bli tillagt stor vekt også i Danmark (17). Slik driftsmåten og gjødslingen er nå, kan det bli spørsmål om å forhøye B-innholdet for somme fullgjødselstyper.

Til bruk der det er påvist eller grunn til mistanke om mangel, har det siden 1951 også vært markedsført kalksalpeter (en tid også kalkammonsalpeter) med større B-innhold.

Som en sidemerknad kan det nevnes at de vanlig anbefalte B-doser har vist seg å være utilstrekkelige i enkelte tilfeller. År-

saken er ikke kjent, men det er grunn til å være oppmerksom på forholdet mellom B og Ca, kanskje også K (4).

I 1940 – 1950-åra viste det seg at koppermangel ofte opptrer under visse jordbunnsforhold her i landet. På grunnlag av resultater fra markforsøk og karforsøk i et flerårig samarbeid mellom Institutt for jordkultur, Ny Jords forsøksgård på Smøla og Norsk Hydro ble en fullgjødelse fra 1970 tilsatt 0,1 og en annen type 0,3 pst Cu. Totalforbruket av Cu i fullgjødelse er de seinere år kommet opp i noe over 200 tonn årlig (20, 33).

Tilsetning av Mn og Zn til vanlig kunstgjødelse er f.t. ikke aktuell. Mangel på disse to næringsstoffene på friland spiller mindre rolle her i landet. Mn-mangel er også nokså nøye knyttet til jord med relativt høy pH, hvor stoffet raskt går over i lite tilgjengelige forbindelser. Zn-mangel opptrer praktisk talt bare på jord med pH nær eller over nøytralpunktet og spiller iallfall hittil liten rolle i Norge (33,38). Om Mo-mangel vet vi bl a at den kan volde skade på mange kulturvekster ved mer eller mindre utpreget sur jordreaksjon. Mo-forsyningen har ellers krav på oppmerksomhet på meget jernrik jord og på særlig askefattig myrjord. Spørsmålet om tilsetning av Mo til vanlige kunstgjødselslag har ikke vært aktuelt her i landet hittil (19, 32, 33 og 38).

Sjeldnere tilfeller av jernmangel har vært kjent i lengre tid for treaktige vekster på kalkrik jord. Det var noe overraskende da karforsøk ved Institutt for jordkultur i 1943-44 og seinere markforsøk viste at Fe-mangel var årsak til klorotiske avlingsskader på forskjellige vekster på Smøla-myrene (20, 32, 33). Litt seinere ble vi oppmerksomme på at det var påvist Fe-mangel for mais på myr i N-Carolina i USA kort tid før den annen verdenskrig brøt ut (32). Her i landet er det etter hvert blitt klart at Fe-mangel ikke er noen ren sjeldenhet på visse myr-

typer. I andre land ser den ut til å spille svært liten rolle.

Om tilsetning av jod, selen, sink og kobolt til vanlige kunstgjødselslag for å sikre dekning av husdyrenes behov for disse stoffene, har det vært ulike oppfatninger. En viss usikkerhet eller meningsforskjell er ennå merkbar i litteraturen (5). I Norge blir disse stoffene brukt som tilsetning til kraftfôr.

Det kan ellers være grunn til å nevne at det for tiden ikke er mulig å trekke sikre og endelige grenser mellom nødvendige og unnværlige grunnstoffer verken for planter eller dyriske organismer.

Sluttmerknader

Vi skal ikke her gå inn på spørsmålet hva gjødsling har betydning i det kompliserte årsaksforholdet som ligger til grunn for veksten i norsk planteproduksjon de siste 50 eller de siste 30 år (22). I stedet skal vi et øyeblikk leke med en *utopisk forestilling* om en utvikling på området gjødsel og gjødsling mest mulig som den faktisk har vært, men med den forskjell at vi hadde vært uten eller ikke tatt hensyn til den nye viten om planteernæring og gjødsling som er vunnet i dette tidsrom. I innlandsdistrikter med næringsrik jord og ved kombinert planteproduksjon og husdyrbruk ville vel situasjonen mange steder ikke ha vært ulik slik den faktisk er. Sikkert er det at det mange steder i landet finnes arealer som ikke ville ha vært dyrkbare og drivverdige på sikt uten å bygge på den nye viten. Smøla-myrene er vel et noe ekstremt eksempel, men ikke urimelig langt fra forholdene flere andre steder. På Smøla ville bureisingen trolig ha blitt mislykket hvis den var kommet i gang noe slik som 15 år tidligere. Mangelsykdommer på planter og husdyr ville ventelig ha satt en stopper for tiltaket før forskningen fant årsakene og botemidlene. Mellom ytterlighetene til begge sider ville mangel på mikronæringsstoffer, Mg og S ha gjort seg gjeldende på mange

måter og i høyst forskjellig grad. Somme vekster ville det på sine steder ikke ha vært mulig å dyrke, i visse tilfeller heller ikke der de før spilte en viktig rolle. Slike eksempler er omtalt på trykk så tidlig som i midten av 1930-åra (33).

Den *faktiske utvikling* de siste 50 år på det fagområde vi har for oss her, har gjort det til et viktig og mangesidig forskningsfelt både på kort og meget lang sikt.

Markforsøk og kjemiske jordanalyser m.m. i forsøksringenes regi kan gi et verdifullt grunnlag for rettleiing om gjødsling og andre jordkulturspørsmål, først og fremst fra privatøkonomisk synspunkt og på kortere sikt.

De aller første markforsøk med sikte på spørsmål om virkningene av ulike gjødslings- og bruksmåter på jordas produktivitet i det lange løp, kom i gang i England omkring midten av forrige århundre, noe seinere i mange andre land, de første i Norge i 1917. Noen publikasjoner på litteraturlisten inneholder kortfattede rapporter om forsøk av denne art (26, 39, 43, 46). Slike forsøk supplert med stadig mer inngående undersøkelser av jord og planter har vært gjenstand for stigende interesse og vil sikkert bli tillagt enda større vekt i framtiden.

Det samme gjelder de tallrike spørsmål om gjødslingens virkninger på planteproduktenes kvalitetsegenskaper, vurdert både fra biologisk og teknologisk synspunkt. Det ble tidlig til en viss grad klart at gjødslingen kan ha både positive og negative virkninger på avlingskvaliteten. Den knappe litteraturlisten viser indirekte til en stor litteraturliste om forskning på området (2, 3, 3a, 4, 5, 6, 13, 15, 20, 22, 28, 32, 33, 35, 36, 40, 45, 47, 49 m. fl.). Slike forskningsoppgaver er blitt langt flere, mer vidtfavnende og kompliserte enn før. I en kort historikk i 1960 om virksomheten ved Institutt for jordkultur ved NLH ble det uttalt håp om framtidig samarbeid mellom jord- og jordkulturforskning, fôringsfysiologisk, veterinær-

medisinsk og også humanmedisinsk forskning (31). Slikt samarbeid på tvers av de tradisjonelle faggrenser er åpenbart blitt gjenstand for stigende interesse. Et nordisk symposium i Helsingfors i 1980 tok sikte på dette store arbeidsfeltet (45). Ved en konferanse i Stockholm i 1981 om «80-talets växtnäringsforskning» var «tvärforskning» i søkelyset og bl.a. samarbeid på fagområdene föringslära og kostlära spesielt nevnt (47). Den såkalte geomedisinske forskning var temaet ved et symposium i Oslo i 1980 (11). Selv om denne forskningen etter definisjonen gjelder et annet fagområde, er de to arbeidsfeltene på flere måter så nær beslektet, at det må være vanskelig å trekke naturlige grenser mellom dem. I Vest-Tyskland er Dachverband Wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung e. V. en fellesorganisasjon for kontakt mellom forskning på disse mange mer eller mindre beslektede fagområder.

De seinere år er søkelyset også i stigende grad rettet mot gjødslingsspørsmålet som ledd i forurensningsproblematikken. Det gjelder både gjødsling som forurensningsfaktor og jorda som resipient for visse slags avfall (8, 23, 24, 27, 41).

Sammendrag

Kunstgjødselforbruket i Norge steg meget sterkt fra 1930 til 1980. Forbruket av N, P og K ble henholdsvis ca 20, 6 og 8 ganger større. (Tabellene 1 og 2). I 1980 ble det brukt i middel ca 700 kg kunstgjødsel pr hektar jordbruksareal, med 117 kg N, 31 kg P og 77 kg K. Forbruket er på høyde med det største i europeiske land unntatt Nederland, og atskillig større enn i Finland og Sverige. (Tabell 3). Spørsmålet har vært reist om det til dels blir gjødslet for sterkt.

Sterk stigning i det prosentiske innhold av N, P og K i kunstgjødsel har ført til periodevis eller stadig *nedgang* i totalinnholdet av andre næringsstoffer. Inn-

holdet av S og Mg gikk særlig sterkt ned i 1950-åra og Ca-innholdet omkring 1970. (Tabell 4). Innholdet av mikronæringsstoffer i de viktigste kunstgjødselslag har alltid vært lite uten spesiell tilsetning.

Samtidig med denne utvikling har behovet for gjødsling med andre stoffer enn N, P og K *tiltatt*. Betydelige arealer med næringsfattig jord er dyrket opp, og siden 1950 har det foregått en overgang til husdyrløse driftsformer for en stor del av jordbruksarealet. Dessuten er avlingsnivået blitt høyere, og krevende vekster har fått større plass. Planmessig tilsetning av flere andre stoffer enn N, P og K til vanlige kunstgjødselslag og separat gjødsling med slike stoffer har gjort det mulig å sørge for balansert og tilstrekkelig næringsforsyning til kulturvekstene. Men det er blitt større behov for forsøk og forskning på området både på kort og meget langt sikt, og på bred faglig front.

Summary

From 1930 to 1980 the consumption of N, P, and K in fertilizers increased by 2000, 600 and 800 percent, respectively. (Tables 1 and 2). In 1980, the total quantity of fertilizers corresponds to 700 kg per hectare of agricultural area, or 117 kg of N, 31 kg of P, and 77 kg of K. With the exception of the Netherlands, the consumption is among the highest in European countries. (Table 3).

The content of S and Mg in fertilizers *decreased* considerably, particularly in the 1950's. The same applied to Ca around 1970. (Table 4). Except when specially added, the content of micronutrients has always been low.

On the other side, generally higher yield levels, strongly reduced livestock in large parts of the country, and cultivation of considerable areas with deficient soils, *increased* the requirement for S, Mg, Ca and micronutrients in fertilizers. Consequently, addition of several of these ele-

ments to fertilizers or separate application became necessary.

Long-term field experiments are important for investigation on the effects of fertilization and soil management on soil fertility in the long run. Furthermore, research related to the effects of fertilization on crop quality needs more cooperation of scientists from different fields.

Litteratur

1. Bærug, R. Undersøkelser over gjødslingspraksis til poteter. *Jord og Avling* 1968, nr. 4.
2. Bærug, R. I Mineraler i plantene i relasjon til gjødsling og kvalitet. II Nitrat - N i plantemateriale. *Inst. for jordkultur. Ser. B 7/81*.
3. Bærug, R. Gjødsling - potetkvalitet. *Inst. for jordkultur. Ser. B 8/81*.
- 3a. Bærug, R. Magnesiumgjødsling til jordbruksvekster. *Forsk. Fors. Landbr. 32, 45 - 53 (1981)*.
4. Davies, B. E. (Editor). *Applied soil trace-elements*. New York 1980.
5. Hvidsten, H. Ødelien, M. Bærug, R. og Tollersrud, S. The influence of fertilizer treatment of pasture on the mineral composition of the herbage and the incidence of hypomagnesemia in dairy cows. *Acta Agric. Scand. 9, 261 - 291 (1959)*.
6. Hvidsten, H. Studies on hypomagnesemia in sheep as influenced by fertilizer treatment of pasture. *Zeitschr. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkunde. 22, 210 - 219 (1967)*.
7. Koivistoinen, P. (Editor). *Mineral element composition of Finnish foods*. *Acta Agric. Scand. Supplementum 22 (1980)*.
8. Lyngstad, I. Nitratundersøkelser i dyrka jord. *Stensilert*. 1971.
9. Lyngstad, I. Unødig sterk nitrogengjødsling i korndyrkingen? *Samvirke* 1974, nr 6.
10. Lyngstad, I. Gjødslingspraksis til korn. *Samvirke* 1975, nr 3.
11. Låg, J. (red.). *Geomedical aspects in present and future research*. Oslo 1980.
12. Låg, J. Tilføring av plantenæringsstoffer med nedbøren i Norge. *Forsk. Fors. Landbr. 14, 553 - 563 (1963)*.
13. Mays, D. A. (Editor). *Forage fertilization*. Madison 1974.
14. Njøs, A. *Jordbrukets energibalanse*. *Norsk Landbr. 1978, nr 9*.
15. Pestalozzi, M. Retvedt, K. Forsøk med store kungstgjødselmengder til eng. *Forsk. Fors. Landbr. 10, 315 - 412 (1959)*.
16. Saalbach, E. Würtale, K. Kürten, P. W. Schwefel, Natrium, Magnesium. *Boden u. Pflanze, Nr 19 (1978)*.
17. Skriver, K. Gødningsforsyningen i Danmark I. *Landbrugsjordens næringsstoffbalanse. Tidsskr. f. landök. 167, 85 - 90*.
18. Sorteberg, A. Virkningen av magnesium på avlingsstørrelse og magnesiuminnhold ved ulik kalking og ulike nitrogenforbindelser. *Forsk. Fors. Landbr. 25, 537 - 558 (1974)*.
19. Sorteberg, A. Molybdenmangel på havre. *Jord og Myr 1, 19 - 27 (1977)*.
20. Sorteberg, A. Mikronæringsstoffer nødvendige på Smøla. *Orientering om forsøk og erfaring. Inst. jordkult. Serie B 2/81*.
21. Uhlen, G. Hvordan gjødsles det til eng? *Samvirke* 1967, nr 2.
22. Uhlen, G. (red.) *Håndbok i gjødsling*. Oslo 1968.
23. Uhlen, G. *Vannforurensning fra dyrket mark. Informasjonsmøte hagebruk 1972*.
24. Uhlen, G. Nutrient leaching and surface runoff in field lysimeters on a cultivated soil. II Effects of farm manure spread on a frozen ground and mixed in the soil on water pollution. *Meld. Norg. landbr. høgsk. 57, Nr 29 (1978)*.
25. Uhlen, G. Virkningen av fullgjødsel, superfosfat og halmnedpløying på behovet for kalking. *Jord og Myr 3, 20 - 29 (1979)*.
26. Uhlen, G. Virkning av eng i omløpet, husdyrgjødsel og halmnedpløying på kornavling og på jordas moldinnhold. *Inst. for jordkultur, Ser. B 1/81*.
27. Vigerust, E. Martinsen, J. H. Bruk av kloakkslam og avfallskompost. *Rapp. nr 18 fra Prosjektkomiteen for rensing av avløpsvann*. 1978.
28. Ødelien, M. Hvidsten, L. Stigende kunstgjødselmengder til eng ved ulike slåttetider. *Forsk. Fors. Landbr. 8, 241 - 294 (1957)*.

29. Ødelien, M. Plant nutrient other than N, P and K. In manures and fertilizer potential in Europe. Publ. from OEEC 1954.
30. Ødelien, M. Tilføring av stoffer til jorda ved bruk av kunstgjødsel. Berätt. NJF's kongr. 1959, Del 1. 77 – 86.
31. Ødelien, M. Jordkulturforsøk gjennom 50 år. Forskn. Fors. Landbr. 11, 327 – 350 (1960).
32. Ødelien, M. Sorteberg, A. Mikronæringsstoffer, magnesium, svovel og kalsium. Oslo 1962.
33. Ødelien, M. Mikronæringsstoffer, magnesium, svovel og kalsium. Ny Jord 54, 49 – 65 (1967).
34. Ødelien, M. Et forsøk med ulik gjødsling til mangeårig eng på Sør-Østlandet. Ny Jord 1967, 153 – 161.
35. Øyen, J. Det kjemiske innhold i gras sett i forhold til klima, gjødsling og høsting. Stat. forskn. st. Forus. Stensilert litteraturoversikt. 1975.
36. Aasen, I. Sammenhengen mellom gjødsling og kjemisk innhold i beitegras i relasjon til resultat av nokre gjødslingsforsøk. Stensilert foredragsmanuskript. 1965.
37. Aasen, I. Ulike gjødslingssystem – verk-nad på jord og avling. Norsk Landbr. 1977, nr 8.
38. Aasen, I. Mangan og sink i jord og plan-ter. Norsk Landbr. 1978, nr 5, 6.
39. Essays de fertilization de très longue du-rée. Ann. Agronomiques. Vol. 27. No. 5.6 (1976).
40. Sulfur in forages. Symp. Dublin 1978.
41. Kjøakkslam. Behandling og bruk. Oslo 1978.
42. FAO fertilizer Yearbook. 1979.
43. Langvarige faltforsøg. NJF seminar. Nord. Jordbr. forskn. 61, 142 – 199 (1979).
44. Energibruk ved produksjon av mat-varer i jordbruket. NJF utredning 11, 1980.
45. Mineral Elements '80. Nord. Symp. on Soil – Plant – Animal – Man Interrela-tionship and Implications to Human Health. Helsinki 1980.
46. Sammanfattande resultat av växtnä-ringsforskningen i jordbruket. Stift. Svensk Växtnäringsforsk. Rapp 5 (1981).
47. 80-talets växtnäringsforskning – tvårforskningsaspekter – samlande nya lösningar. Manusk. til Stift. Svensk Växtnäringsforsk. konferens februar 1982.
48. Praktiska gödslingsrekommendatio-ner. Fortr. NJF's seminar nr 6 1981.
49. Stigande mängder kalium. Forsøks-ringane i Sogn og Fjordane 1973, 1975, 1977, 1978, 1979.

Årsmøte 1982 i Norsk forening for jordforskning

Årsmøte ble holdt onsdag 24.3.82 kl. 14.15 i LT-bygningen, Norges landbruks-høgskole. Formannen, Arnor Njøs, ledet møtet.

Etter godkjenning av møteinnkalling og dagsorden ble Halvor Holtestaul valgt til referent og Ingvar Lyngstad og Bengt Rognerud til å undertegne protokollen.

Årsmelding. Regnskap.

Medlemskontingent

Sekretæren, Øivind Hvatum, gikk gjen-nom årsmeldingen. Arne Grønlund re-degjorde i tilknytning til årsmeldingen fra

Arbeidsgruppen for profilbeskrivelse og bruk av trekantsystemet i teksturklassifi-kasjon. Det var foretatt endringer av en-kelte grenser i trekanten. De få reaksjoner som var kommet på forslaget gikk på at det er store avvik fra det som tidligere er vedtatt av NJF. Arbeidsgruppen ønsket at en henvendelse til andre nordiske land om trekantsystemet kunne gå fra fore-ningen. Formannen gikk ut fra at dette spørsmålet ville bli tatt opp som sak i et annet møte.

Kassereren, Rolf Sørensen, gikk gjen-nom regnskapet. Formannen opplyste at