

JORD OG GJØDSLING TIL GRØNSAKER

Forelesingar ved
Norges landbrukshøgskole

Av

GUDMUND BALVOLL

*) dette eksemplar er det
i motsetning til våre eldre
eksemplarer den 1ste utgave 1969
innlagt et ark av Balvoll
om "Kelttinger" SW.*

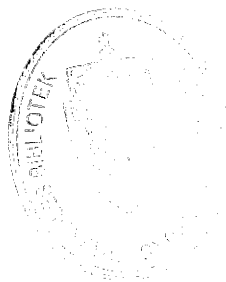
~~WILHELM BRONKHORST~~

JORD OG GJØDSLING TIL GRØNSAKER

Forelesingar ved
Norges landbrukshøgskole

Av

GUDMUND BALVOLL



LANDBRUKSBOKHANDELEN/UNIVERSITETSFORLAGET
VOLLEBEKK/OSLO 1969

R E T T I N G A R

| SIDE: | AVSNITT: | LINJE | FEIL TEKST | RETT TEKST: |
|-------|----------|-------|----------------|----------------------------------|
| 29 | 6 | 11 | gjødselkravet | kaliumkravet |
| 42 | 4 | 4 | innhald enn | innhald for K enn |
| 47 | 6 | 1 | 8-10 g | 80-100 g |
| 83 | Tab.56 | | i rot, Ca., P | i rot av P |
| 83 | Tab.56 | | 6,0% 8,5% | 6,0 mg/kg 8,5 mg/kg |
| 89 | 3 | 3 | kar ut - | kar med ut - |
| 101 | 5 | 3 | kantar på | øydelagde kantar på |
| 102 | 5 | 9 | Det vanlege er | Det vanlege for andre vekstar er |

INNHALDSLISTE

| | Side |
|---|------|
| I. Jord | 1 |
| A. Edafiske faktorar som årsak til regionalisering | 1 |
| B. Vekstane sitt krav til jord | 3 |
| Litteratur | 4 |
| II. Vekstskifteproblem | 4 |
| A. Kjemiske årsaker | 5 |
| 1. Plantenæringstoffa | 5 |
| 2. Kjemiske, veksthemmande stoff | 9 |
| B. Fysiske årsaker | 12 |
| 1. Vasstilgang | 12 |
| 2. Jordstruktur | 12 |
| C. Biologiske tilhøve | 16 |
| 1. Sjukdomar og insektskader | 16 |
| 2. Ugrasproblem | 17 |
| D. Vekstskifteforsøk-vekstskifteplanar | 17 |
| Litteratur | 20 |
| III. Jordforbetring og gjødsling med organisk stoff | 22 |
| A. Grøngjødsling | 22 |
| B. Kompostering - direkte nedpløying | 23 |
| C. Spesielle jordforbetringsmiddel | 25 |
| 1. Kompost | 25 |
| 2. Avfall frå foredling av skogsvyrke | 25 |
| 3. Torv | 25 |
| D. Spesielle tilhøve ved bruk av husdyrgjødsel til grønnsaker | 26 |
| 1. Verknad på avling | 26 |
| 2. Kvalitet | 28 |
| 3. Saltskader | 29 |
| Litteratur | 30 |
| IV. Jordanalysar | 32 |
| A. Metodikk | 32 |
| 1. pH | 32 |
| 2. Fosfor | 33 |
| 3. Kalium | 34 |
| 4. Nitrogen | 34 |
| 5. Saltinnhald | 35 |
| 6. Analysar av torv | 36 |
| 7. Omrekningsfaktorar | 36 |
| B. Rettleiing for gjødsling | 36 |
| 1. Grunnanalysar | 36 |
| 2. Kontrollanalysar | 41 |
| 3. Kontroll av næringstilstanden i jorda . | 41 |
| 4. Misvekst | 43 |
| Litteratur | 44 |
| V. Diverse gjødslingsproblem | 46 |
| A. Oppal av planter. Dyrkingsmedium og gjødsling | 46 |
| B. Saltskader | 48 |
| 1. Årsaker og symptom | 48 |
| 2. Gjødselslag | 48 |
| 3. Vasstilgang | 49 |
| 4. Jord | 50 |
| 5. Tid for gjødsling | 50 |
| 6. Innblanding i jorda | 51 |

| | Side |
|--|------|
| 7. Art og alder | 51 |
| C. Klorid eller sulfatgjødning | 53 |
| 1. Prisskilnader mellom gjødselslaga | 53 |
| 2. Tilføring og utvasking | 54 |
| 3. Opptak i plantene | 54 |
| 4. Verknad på fysiologiske prosessar i plantene, næringsinnhald og kvalitet | 55 |
| 5. Gruppering etter kloridtoleranse | 56 |
| 6. Faktorar som påverkar effektane av kaliumklorid og -sulfat | 56 |
| D. Krav til jord i god hevd | 58 |
| Litteratur | 60 |
| VI. Innverknad av gjødsling på indre kvalitet | 62 |
| A. Grunnstoff | 62 |
| B. Helsefårlege stoff | 63 |
| C. Protein-innhald og samansetnad | 66 |
| D. Karbohydrat | 67 |
| E. Vitaminer | 68 |
| Litteratur | 70 |
| VII. Gjødselkrav og gjødseltilråding | 72 |
| A. Økonomisk rett gjødsling | 72 |
| B. Grunnlaget for gjødseltilråding | 74 |
| 1. Opptak av næringsstoff | 74 |
| 2. Forsøk og praktisk røynsle | 75 |
| C. Gruppering etter krav til N, P og K | 76 |
| D. Gjødselmengder | 79 |
| Litteratur | 80 |
| VIII. Startgjødsling | 81 |
| A. Utslag for startgjødsling | 81 |
| B. Årsaker til næringsmangel på eit tidleg stadium | 82 |
| C. Startgjødslingsmetodar | 85 |
| Litteratur | 88 |
| IX. Surjordskader | 89 |
| A. Årsaker til skader på sur jord | 89 |
| 1. Aluminiumsforgifting | 89 |
| 2. Manganforgifting | 91 |
| B. Kalking | 92 |
| 1. Optimale pH-område | 92 |
| 2. Kalking til optimal pH | 95 |
| 3. Kalking mot klumprot | 95 |
| Litteratur | 97 |
| X. Kalsiummangel | 99 |
| A. Generelt | 99 |
| B. Fysiologiske sjukdomar for grønsaker | 99 |
| 1. Griffelrâte på tomat og paprika | 100 |
| 2. Hjarterâte i stilkseileri | 100 |
| 3. Bladrandskader i salat, hovud- kål og rosenkål | 101 |
| 4. Gropfleck på gulrot | 102 |
| Litteratur | 104 |

I. JORD

A. Edafiske faktorar som årsak til regionalisering.

Grønsakdyrkinga i Noreg, som i andre land, er nokså sterkt konsentrert innan små område. Årsakene til dette kan vera mange. Klimaet set visse grenser for utbreiinga av produksjonen. Temperaturtilhøva i vekstsesongen avgrensar såleis dyrkinga av fleire varmekrevjande vekstar til stader med høg sommartemperatur. Marknadstilhøva har ført til ein stor og allsidig produksjon nær dei største byane, og plasseringa av konservfabrikkane har hatt innverknad på dyrkinga av konservgrønsaker. Eit godt faglig miljø har truleg ofte ført til at dyrkinga har blitt sterkt konsentrert i einstilte bygder. Det er dessutan klart at dei edafiske faktorane har vori nokså avgjerande for kor høgt grønsakdyrkinga har vokst fram både når det gjeld den samla produksjonen og fordelinga av dei ulike vekstane.

Eitt oversyn over grønsakareala i 1959 i dei største produksjonsdistrikta er gitt i tabell 1.

Ein stor del av grønsakproduksjonen føregår på følgjande avsetningar:

1. Raavsetningar: Ås-Ski, Moss-Horten, det ytre raet og avsetningar i Grimstaddistriktet.
2. Morenejord kring Mjøsa.
3. Morenejord på Jæren.
4. Morenejord på Frostahalvøya.

Årsakene til at moreneavsetningane har en slik dominerande plass kan vera fleire. Dei djupe avsetningane kan vera ein føremon slik at jorda har ei høg og jamn produksjonsevne. Viktigare er det kanskje at slik jord ofte er sjølvdrenerande eller er lett å grøfta. Åkervekstane krev ei god drenering både på grunn av ein stor innverknad på avling og kvalitet og av di avlinga er særleg verdfull. For vekstar med eit høgt arbeidskrav i dyrkingstida er det dessutan viktig at jorda tørkar raskt opp etter eit regnvær.

Ved plantedyrking i eit kjølig klima er det ikkje særleg avgjerande om jorda har ein høg vasskapasitet, i alle fall ikkje når det er høve til vatning. Dessutan er lett jord tidlegare og varmare enn tyngre jord. Det er difor ikkje uventa å finna at sandjordtypene blir meir og meir dominerande som grønsakjord di kjøligare klimaet blir. Medan til dømes ein stor del av grønsakproduksjonen i USA føregår på rein moldjord (muck), er rein organisk jord lite brukt til grønsakdyrking i Noreg (eit unntak er for gulrot).

Sandjord brukt til grønsaker i Sør-Noreg, inneheld vanlegvis 5-8 % organisk materiale. Dersom dyrkarane har vatningsanlegg, kan vi gå ut frå at det vanlegvis ikkje vil vera nokon føremon at dette innhaldet var høgare. I norsk grønsakproduksjon er det altså ikkje noko utprega humusproblem. Det

Tabell 1. Grønsakarealet i dekar i dei største produksjonsdistrikta etter Jordbruksteljinga i 1959.

| Herrad | Kål | Gulrot | Ert | Lauk | Agurk | Diverse | Total | % ¹⁾ |
|--|--------|--------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------------|
| Torsnes, Borge, Skjeberg | 138,9 | 7,1 | 1,0 | 11,4 | 92,3 | 90,2 | 340,9 | 0,47 |
| Tune, Rolvsøy, Glemmen, Onsøy | 350,5 | 139,6 | 11,8 | 19,2 | 331,2 | 50,0 | 902,3 | 1,76 |
| Rygge, Råde, Moss | 891,3 | 1218,1 | 291,3 | 169,4 | 608,1 | 241,1 | 3429,3 | 4,93 |
| Spydeberg, Askim, Eidsberg | 292,3 | 34,5 | 8,5 | 2,1 | 3,9 | 25,2 | 366,5 | 0,31 |
| Ås, Frogn | 486,9 | 81,2 | 8,5 | 13,6 | 6,7 | 28,8 | 625,7 | 1,19 |
| Bærum, Asker | 694,8 | 238,1 | 10,0 | 16,3 | 9,0 | 166,6 | 1134,8 | 3,30 |
| Grue, Hof, Åsnes | 145,3 | 154,2 | - | - | - | 1,5 | 301,0 | 0,23 |
| Nes, Ringsaker, Furnes | 333,3 | 67,1 | 550,0 | 17,8 | 78,2 | 32,6 | 1079,0 | 0,69 |
| Vang, Romedal, Stange | 585,1 | 108,9 | 1,2 | 2,2 | - | 54,1 | 751,5 | 0,55 |
| Østre Toten | 1109,2 | 102,5 | 10,4 | 68,3 | 0,2 | 8,7 | 1299,3 | 2,02 |
| Gran, Brandbu | 199,2 | 37,3 | 4,1 | 4,5 | - | 12,4 | 261,6 | 0,43 |
| Hole, Norderhov | 332,2 | 27,0 | 1,4 | 6,7 | 5,0 | 1,9 | 374,2 | 0,58 |
| Øvre og nedre Eiker | 391,8 | 105,4 | 3,1 | 29,4 | 22,8 | 39,7 | 592,2 | 0,59 |
| Lier | 2709,2 | 180,6 | 8,5 | 151,5 | 10,3 | 298,6 | 3358,7 | 8,88 |
| Våle, Borre, Ramnes, Sem | 703,7 | 450,2 | 250,1 | 177,9 | 88,0 | 93,2 | 1763,1 | 1,43 |
| Nøtterøy, Tjøme | 197,5 | 106,7 | 83,8 | 17,2 | 64,3 | 89,8 | 559,3 | 4,21 |
| Stokke, Sandar | 482,4 | 142,2 | 3,4 | 83,1 | 77,9 | 104,3 | 893,3 | 1,63 |
| Tjølling, Brunlanes, Hedrum | 529,1 | 407,4 | 3,3 | 510,3 | 192,9 | 111,9 | 1754,9 | 2,27 |
| Gjerpen, Eidanger, Solum | 323,9 | 338,1 | 242,0 | 14,0 | 65,6 | 77,7 | 1061,3 | 2,28 |
| Austre Moland, Froland, Øyestad, Tromøy, Hisøy | 120,9 | 67,9 | 250,7 | 31,0 | 22,7 | 29,1 | 522,3 | 2,39 |
| Fjære, Landvik, Eide | 425,3 | 138,2 | 268,4 | 131,0 | 152,8 | 157,1 | 1372,8 | 8,67 |
| Greipstad, Søgne, Halse | 166,5 | 154,3 | 1,9 | 10,3 | 2,9 | 20,3 | 356,2 | 1,75 |
| Harkmark, Holum | 63,7 | 871,6 | - | 2,7 | - | 1,6 | 939,6 | 1,73 |
| Ogna, Varhaug, Nærbø | 208,5 | 1339,4 | 0,3 | 3,5 | - | 5,7 | 1557,4 | 2,67 |
| Klepp | 556,5 | 400,2 | 0,1 | 13,5 | - | 166,8 | 1137,1 | 1,61 |
| Sola, Madla, Hetland, Randaberg | 94,5 | 275,5 | - | 2,0 | - | 3,0 | 375,1 | 1,51 |
| Tysvær, Avaldsnes, Stangaland, Åkra, Skudesnes | 127,7 | 88,5 | 0,3 | 0,1 | - | 21,6 | 238,2 | 2,05 |
| Fana | 8,7 | 257,5 | - | 0,3 | - | 0,2 | 266,7 | 3,42 |
| Edøy, Brattvær, Hopen | 136,7 | 48,8 | 2,9 | 1,6 | - | 23,5 | 213,5 | 0,22 |
| Melhus, Leinstrand, Byneset, Buvik, Børsa, Strinda | 241,3 | 51,8 | 1,0 | 3,7 | - | 3,2 | 301,0 | 0,43 |
| Hegra, Lånke, Stjørdal, Skatval | 398,3 | 553,8 | 0,5 | 10,5 | - | 0,8 | 963,9 | 4,37 |
| Frosta | | | | | | | | |
| Heile landet | 20494 | 12804 | 1982 | 1689 | 2044 | 15471 | 54485 | 0,72 |

1) % av jord skikka for traktordrift.

kan vera rett å påpeika dette, av di det stundom blir hevda at humus og organisk gjødsling er av særleg stor verdi ved dyrking av grønsaker.

B. Vekstane sitt krav til jord.

Utbreiinga av dyrkinga av dei ulike vekstane er nokså sterkt påverka av jordtypen. Ein stor del av kålproduksjonen føregår på leirhaldig, nokså tung jord. Det er neppe tilfeldig at ein stor del av det totale kålarealet finst over kambrosilur-bergarter i Oslofeltet. Jorda har her ein nokså høg pH, og det kan vera grunn til å tru at dette har vori ein viktig faktor for utbreiinga når ein veit kor alvorleg klumprotproblemet er i kålproduksjonen.

Gulrot dyrkinga er i stor utstrekning knytt til sandjord i moreneavsetningane, og til sandjord nær sjøen. Det er særleg grunn til å merka seg den konsentrerte produksjonen av gulrot på rein sandjord ved kysten på ytre Jæren.

Det ser ut til at steinfattig jord med eit høgt innhald av silt er spesielt egna for gulrot. Dyrking på slik jord føregår ved Skiensfjorden og i Solør. Dyrkingsentret for gulrot i Danmark, Lammefjorden, har ei siltrik jord.

Ein del gulrot er dyrka på myr. Den største konsentrasjonen av slik dyrking har vi på Smøla.

Det meste av kepalaukproduksjonen føregår på sandjord med forholdsvis høg vasskapasitet. Sålauk set større krav til ei varm jord enn stikklauk på grunn av lengre utviklingstid. Kepalauk er ikkje dyrka så mykje som gulrot på skarp sandjord, men ofte på ei meir steinrik jord.

Dyrking av konservert føregår i stor utstrekning i veksling med korn og er ikkje særleg sterkt bundi til visse jordarter. Kravet til ein god jordstruktur og god drenering er stort, og det er difor lite dyrking på stiv, leirhaldig jord.

Dyrking av bønne og frilandsagurk føregår på lett og varm morenejord i områda kring Oslofjorden og i Aust-Agder. Lokalklima og jordtemperatur er tydeleg nokså avgjerande for utbreiinga.

Raubete har omlag same jordkrav som ert og går ofte inn i ein omlaupsplan saman med jordbruksvekstar.

Purre og selleri er typiske gartnerivekstar og vert mest alltid dyrka på sterkt oppgjødsla, moldrik og godt grøfta jord.

Tidleggrønsaker vert vanlegvis dyrka på ei lettare jord enn grønsaker for sein hausting. Ein kan likevel merka seg at i Lier føregår ein del av dyrking av tidleggrønsaker på jord som er nokså leir- og moldhaldig.

Etter dette skjønar vi at grønsakvekstane er ei så lite einsarta gruppe at det er unåd å setja opp ein viss jordtype som det idielle for dei alle. Likevel er ordet grønsakjord vanleg brukt, og med det meinest som oftast ei godt drenert, moldblanda sandjord eller sandblanda moldjord. God drenering og høve til vatning i tørkeperiodar er ofte meir avgjerande enn den mekaniske samansetnaden.

Litteratur.

- FLØISTAD, J. 1963. Regionalisering av salgsproduksjonen av frilandsgrønnsaker i Sør-Norge. Hovedoppgåve NLH, 69 s.
- MOEN, O. 1925. Grønnsakjorden. Sel. Haved. Venner Medl.sk., Oslo, 34 s.
- MOEN, O. 1932. Orienterende prøver med dyrkning av endel grønnsaker på ulike jordarter. Meld. Norges Landbr.høisk. 12: 183-208.

II. VEKSTSKIFTEPROBLEM

Etter jordbruksteljinga i 1959 blir omlag 1,6 % av åkerarealet i Noreg brukt til grønnsaker. Sett i landsmålestokk skulle altså vekstskifteproblema i grønnsakdyrkinga vera små. Jamvel om desse planteslaga set særleg store krav til drenering og jordkultur, og om einsskilde vekstar har spesielle jordkrav, skulle det vera jord nok som er vel egna for ein sterkt auka produksjon. Når problema likevel er store, har dette ein samanheng med at det meste av produksjonen er konsentrert i einsskilde distrikt og på få bruk. Som det går fram av tabell 1 er det i fleire hennar store grønnsakareal i høve til jordarealet. Av jord som er skikka til drift med firehjulstraktor var i 1959 8,9 % brukt til grønnsaker i Lier, 8,7 % i Landvik, Fjære og Eid, medan tilsvarende tal for dei store grønnsakdistrikta i Rygge, Råde, Moss er 4,9 % og for Klepp 2,7 %.

Ein stor del av den dyrka jorda er lite egna for ein intensiv grønnsakproduksjon på grunn av dårlege fysiske eigenskapar, dårleg drenering og arrondering, mangel på vatningsanlegg, med meir. Fleire grønnsakslag set spesielle krav til jorda. I første rekke gjeld dette: gulrot, kepalauk, purre, selleri og blomkål. Dessutan blir grønnsaker i dei fleste høve dyrka på små bruk.

Dette er hovudgrunnane til at det er vanskeleg å få gjennomført eit vekstskifte i grønnsakproduksjonen. Vekstskifteproblema er difor sterkt aktuelle for dei fleste som driv handelsdyrking av grønnsaker.

Ved oppsetjing av driftsplanar burde ein vera merksam på dei vekstskifteproblema som kan oppstå. For ein økonom ville det vera nyttig å ha oppgåver over kva verknad ei einssidig dyrking (monokultur) vil ha på avlingsnivå og kvalitet og kva vekstkombinasjonar som er å tilrå. Slike generelle oppskrifter kan vi ikkje gje av di årsaksamanhengen er svært komplisert. I dei fleste høve reknar vi med at det er biologiske tilhøve (sjukdomar, insektskader, ugrasreinhold) som er avgjerande for resultatet, men også jordkjemiske og jordfysiske faktorar kan ha ein viss innverknad. Det fylgjande er ei drøfting av dette problemkomplekset.

A. Kjemiske årsaker.

1. Plantenæringstoff.

Frå gamalt av har det vori vanleg å dela dyrkinga av grønsakvekstane inn i tre skift, med gjødselkrevjande grønsaker i første skift og dei minst kravfulle i tredje skift. Eit føremål med eit slikt skiftebruk var å utnytta gjødselverknaden av husdyrgjødsel best mogleg. Ved auka bruk av handelsgjødsel er dette ein faktor som det er liten grunn til å ta omsyn til. Denne oppdelinga har difor berre historisk interesse.

Dei fleste gjødselkrevjande grønsaker som kepalauk, purre, selleri, frilandsagurk og frilandstomat gjev sjeldan store avlingar utan at jorda er i god hevd. Desse vekstane kan difor med føremon dyrkast i veksling med andre som krev, eller toler sterk gjødsling, slik at næringsnivået i jorda kan haldast oppe. Eit omlaup mellom berre slike planteslag har til dels vori tilrådd.

Skilnaden mellom gjødselkrav og næringskrav for dei ulike vekstar kan føra til vekstskifteproblem. Eit oversyn over kor store mengder N, P, K, Ca og Mg som kan ventast å bli bortført med avling og planterestar er gitt i tabell 2. Ved å samanlikna denne tabellen med tilrådde gjødselmengder kan ein få eit visst inntrykk av problemet.

I høve til mange andre vekstar har kvitkål eit stort gjødselkrav, men samstundes ei sterk evne til luksusforbruk av fleire næringstoff og til å tappa jorda for tilgjengeleg næring. Etter dyrking av vinterkål, når også bladmassen blir ført bort frå feltet, kan vi rekna med at til dømes kaliumnivået i jorda har falli, medan det etter dyrking av vekstar som selleri, lauk, purre og frilandsagurk gjerne er eit auka næringsinnhald i jorda. Dette skulle gå fram av fylgjande samanstilling:

| Innhald i: | kg/daa | | |
|-----------------------------------|--------|---|----|
| | N | P | K |
| 5000 kg kål + 4000 kg blad, ca. | 34 | 5 | 28 |
| 2600 kg purre + 1000 kg blad, ca. | 12 | 2 | 14 |
| Tilrådd gjødselmengde, ca. | 25 | 5 | 20 |

I høve til dei fleste jordbruksvekstar vil jorda likevel vera næringsrik etter kål. Det er såleis velkjent at det er vanleg med legd i kornåkrane når det har vori dyrka vinterkål året i førevegen. På den andre sida har kål eit uvanleg høgt krav til nitrogengjødsling ved vekseldyrking med korn. På Toten har det vori kraftig avlingsauke for N-gjødsling i forsøk med vinterkål ved bruk av over 30 kg N/daa, som er langt over vanleg tilrådde mengder.

Ved engdyrking vert det ført bort store kaliummengder med avlinga, men av di engvekstane har eit lågt gjødselkrav for kalium, vil ei "økonomisk rett" gjødsling av eng føra til at jorda blir utarma med omsyn til kalium. Dette kan skapa problem for etterfylgjande kulturar med høgt kaliumkrav, til dømes for rotvekstar og kål.

Tabell 2. Påventa innhold i grønsaker, innhold i normalavling og avling + planterestar (blad og stengel).

| | mg/100 g friskv. | | | | | | Bortføring med avling kg/daa. | | | | | | Total bortføring kg/daa | | | | | | Avling kg/daa |
|--------------|------------------|-----|------|-----|-----|--|-------------------------------|-----|------|-----|-----|--|-------------------------|-----|------|------|-----|-----------------------------|---------------|
| | N | P | K | Ca | Mg | | N | P | K | Ca | Mg | | N | P | K | Ca | Mg | Nytt- Rest- bar ar | |
| Kvitkål | 350 | 50 | 300 | 80 | 30 | | 17,5 | 2,5 | 12,0 | 4,0 | 1,5 | | 33,5 | 4,9 | 28,0 | 20,0 | 3,1 | 5000 | 4000 |
| Blomkål | 400 | 60 | 300 | 20 | 20 | | 8,0 | 1,2 | 6,0 | 0,4 | 0,4 | | 20,0 | 3,0 | 18,0 | 12,4 | 1,6 | 2000 | 3000 |
| Rosenkål | 350 | 55 | 400 | 100 | 20 | | 1,8 | 0,3 | 2,0 | 0,5 | 0,1 | | 21,8 | 3,3 | 22,0 | 20,5 | 2,1 | 500 | 5000 |
| Grønkkål | 500 | 70 | 500 | 220 | 50 | | 15,0 | 2,1 | 15,0 | 6,6 | 1,5 | | 18,5 | 2,6 | 18,0 | 7,6 | 1,8 | 3000 | 1000 |
| Reddik | 300 | 50 | 300 | 40 | 30 | | 3,0 | 0,5 | 3,0 | 0,4 | 0,3 | | 5,0 | 0,8 | 5,0 | 1,4 | 0,5 | 1000 | 500 |
| Gulrot | 150 | 35 | 300 | 40 | 20 | | 6,0 | 1,4 | 12,0 | 1,6 | 0,8 | | 12,0 | 2,2 | 24,0 | 7,6 | 1,5 | 4000 | 2000 |
| Selleri | 400 | 120 | 700 | 90 | 25 | | 8,0 | 2,4 | 14,0 | 1,8 | 0,5 | | 14,0 | 3,2 | 28,0 | 7,8 | 1,2 | 2000 | 2000 |
| Kepalauk | 250 | 35 | 300 | 80 | 15 | | 7,5 | 1,1 | 9,0 | 2,4 | 0,5 | | 10,5 | 1,4 | 14,0 | 5,4 | 0,8 | 3000 | 1000 |
| Purre | 350 | 60 | 350 | 90 | 30 | | 8,8 | 1,5 | 8,8 | 2,3 | 0,8 | | 11,8 | 1,8 | 13,8 | 5,3 | 1,1 | 2500 | 1000 |
| Raudbete | 300 | 50 | 400 | 60 | 25 | | 9,0 | 1,5 | 12,0 | 1,8 | 0,8 | | 13,5 | 2,2 | 20,2 | 5,6 | 1,6 | 3000 | 1500 |
| Spinat | 500 | 60 | 700 | 150 | 60 | | 7,5 | 0,9 | 10,5 | 2,3 | 0,9 | | 10,0 | 1,2 | 14,0 | 3,1 | 1,2 | 1500 | 500 |
| Salat | 400 | 40 | 600 | 150 | 30 | | 8,0 | 1,0 | 12,0 | 3,0 | 0,6 | | 10,0 | 1,2 | 15,0 | 3,8 | 0,8 | 2000 | 500 |
| Tomat | 150 | 25 | 200 | 10 | 10 | | 4,5 | 0,8 | 6,0 | 0,3 | 0,3 | | 9,0 | 1,4 | 13,5 | 7,8 | 1,2 | 3000 | 1500 |
| Agurk | 100 | 20 | 150 | 15 | 10 | | 2,0 | 0,4 | 3,0 | 0,3 | 0,2 | | 6,5 | 1,3 | 12,0 | 4,8 | 1,1 | 2000 | 1500 |
| Rabarbra | 350 | 60 | 550 | 100 | 30 | | 24,5 | 4,2 | 38,5 | 7,0 | 2,1 | | 30,0 | 7,7 | 72,0 | 27,0 | 4,1 | 7000 | 5000 |
| Konservert | 1300 | 130 | 400 | 30 | 20 | | 5,2 | 0,5 | 1,6 | 0,1 | 0,1 | | 23,0 | 2,9 | 17,6 | 12,1 | 2,1 | 400 | 4000 |
| Bønner, låge | 400 | 50 | 400 | 70 | 40 | | 6,0 | 0,8 | 6,0 | 1,1 | 0,6 | | 15,0 | 1,6 | 15,0 | 8,0 | 1,2 | 1500 | 2000 |
| Potet | 250 | 55 | 500 | 15 | 30 | | 7,5 | 1,7 | 15,0 | 0,6 | 0,9 | | 15,5 | 2,7 | 23,0 | 1,2 | 0,8 | 3000 | 2000 |
| Kålrot | 250 | 40 | 250 | 60 | 30 | | 12,5 | 2,0 | 12,5 | 3,0 | 1,5 | | 20,5 | 3,2 | 20,5 | 11,0 | 2,3 | 5000 | 2000 |
| Bygg | 1600 | 290 | 400 | 200 | 120 | | 4,8 | 0,9 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | | 7,3 | 1,3 | 6,2 | 2,0 | 1,5 | 300 | 400 |
| Eng | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (kløverfri) | 1500 | 200 | 1850 | 700 | 140 | | 15,0 | 2,0 | 18,5 | 7,0 | 1,4 | | 15,0 | 2,0 | 18,5 | 7,0 | 1,4 | 1000 | |

Det er grunn til å merka seg dei store mengdene med næringsstoff som finst i planterestane ved dyrking av grønsaker (tabell 2). Det har dermed stor innverknad på næringsstilstanden i jorda om desse restane blir førte bort eller nedpløygd på feltet. I eit forsøk med vinterkål fann Fröhlich (1957) at dei store bladmassane først vart nedbrotne neste vår, og dette auka nitrogengjødselkravet med 10-20 %. Ved sterk nitrogengjødsling av kål er dette neppe noko problem under våre vekstvilkår. Som det er nemnt tidlegare, kan vi tvert i mot rekna med ein kraftig nitrogenverknad av kålrestane.

Dei einskilde planteslaga fører ikkje bort næringsemna i same høve. Dette vil verka inn på næringsstilstanden i jorda, av di gjødslinga ikkje i større grad vert tilpassa næringskravet til dei einskilde vekstane. I eit tysk forsøk vart det funni at plantene hadde teki opp kation som oppsett nedanfor (tabell 3).

Tabell 3. Opptekne næringsmengder i milliekvivalentar (Geissler & Kurnoth, 1959).

| | m.e. ₂ pr.m | % K | % Ca | % Mg |
|----------|---------------------------|-----|------|------|
| Kvitkål | 1600 | 40 | 53 | 6,7 |
| Blomkål | 1100 | 39 | 55 | 6,6 |
| Raubete | 600 | 60 | 26 | 14,1 |
| Gulrot | 2400 | 60 | 29 | 10,2 |
| Selleri | 650 | 52 | 40 | 8,0 |
| Kepalauk | 450 | 39 | 52 | 9,5 |
| Purre | 650 | 54 | 36 | 10,0 |
| Salat | 300 | 67 | 26 | 8,0 |

Raubete og gulrot har teki opp forholdsvis mykje kalium og magnesium, medan kvitkål og blomkål har tappa jorda nokså sterkt for kalsium.

I eit vekstskifteforsøk ved ein forsøkstasjon i Rhode Island, U.S.A., gav kepalauk spesielt små avlingar etter kål og kålrot, slik det går fram av tabell 4.

Tabell 4. Avling av kepalauk. Gjennomsnitt av 5 forsøksperiodar (Odland et al., 1950).

| Dyrka dei siste to åra | kg/daa |
|------------------------|--------|
| Rug | 2960 |
| Havre | 2416 |
| Gulrot | 2318 |
| Potet | 1731 |
| Forbete | 1643 |
| Kvitkål | 1350 |
| Kålrot | 567 |

I samsvar med disse forsøka har einskilde norske dyrkarar røynsle for at hovudkål kan vera ei uheldig forgrøde for kepalauk. Årsaka til dette er ikkje klårlagt, men at det kan ha ein samanheng med næringsbalansen i jorda viser eit japansk forsøk der det vart funni at det måtte store mengder med eit basisk fosforgjødselslag til for å få god vekst i kepalauk etter kål. Når kål vart dyrka etter kål vart det observert dårleg vekst som likna svært på kalsiummangel. (Hori et al., 1958). Det er likevel urimeleg å tru at kalsiummangel skulle vera ei vanleg årsak til dette problemet. Ein meir nærliggjande tanke er at ei hovudkålavling fører bort store mengder med svovel (4,5-9,0 kg S med 5000 kg), og også laukvekstane har eit høgt svovelkrav. Ei heilt anna forklåring er at utslaga kan ha samanheng med dei fysiske tilhøva i jorda.

Eksempel på uheldige vekstkombinasjonar som har med næringsstilgangen å gjera er det i det heile vanskeleg å finna på grunnlag av forsøk. Dette gjeld også mikronæringsstoff. Skilnaden mellom mengder av mikronæringsstoff som vert førte bort med avlinga av ulike grøder er neppe så stor at det kan tenkjast å ha nokon innverknad på tilgangen for etterfylgjande kulturar. Eit unntak er kanskje bor. Ein kornavling + halm inneheld 3,5-4 g B/daa, og dersom halmen ikkje blir nytta, blir bortføringa svært liten. Ein kålavling på 4000 kg/daa fører bort omlag 20 g B/daa. Store grønsakavlingar kan altså fjerna bormengder som omlag tilsvorar det som blir tilført når det blir gjødsla med fullgjødsel (100 kg fullgjødsel = 20 g B).

Planter med eit gruntgåande rotsystem lir oftare av kopar- og molybden-mangel enn arter med djuptgåande røter. Dei sistnemnde kan ta opp næringsemne frå djupare jordlag, og det er rimeleg å tru at dette kan koma etterfylgjande grøder til gode gjennom planterestane. Dette er likevel ikkje prova i forsøk.

Det kan tenkjast at dyrking av einskilde vekstar kan føra til organisk binding av mikronæringsstoff slik at dei ikkje kan koma neste års grøde til gode. I U.S.A. er det såleis funni at fåren for sinkmangel hjå mais aukar etter dyrking av sukkerbete, jamvel om ikkje sukkerbete fører bort større mengder sink med avlinga enn andre planteslag.

Skilnaden i næringsopptak mellom dei ulike vekstane kan også gje seg utslag i ulik effekt på jordreaksjonen. Som døme på dette vert det teki med resultat frå omfattande vekstskifteforsøk ved ein forsøkstasjon i Rhode Island, U.S.A. Det viste seg at dyrking av ein vekst i to år førte til skilnader i pH det tredje året. Resultata i tabell 5 er middel for 5 forsøksperiodar 1929-41 (Odland et al., 1950).

Tabell 5. Verknad av ulike planteslag på pH.

| Dyrka dei to siste åra: | pH |
|-------------------------|------|
| potet, lauk, rug | 5,63 |
| havre, mais | 5,58 |
| kålrot | 5,49 |
| hirse, kvitkål | 5,41 |
| forbete, gulrot | 5,29 |

Innverknaden på pH ser ut til å vera så stor at det avgjort kan vera grunn til å ta omsyn til det på sandjord når jordreaksjonen er i det kritiske området (ca. pH 5,5).

Vekstar som er særleg utsette for surjordskader kan med føremon dyrkast i veksling med kvarandre på jord med nokså høg pH. Slike planteslag er: purre, selleri, agurk, bønne, blomkål og hovudkål (kål på grunn av klumprotfåren). Potet høver derimot dårleg inn i eit slikt omlaup. Av di potetdyrkinga i stor mon er konsentrert i dei same distrikta som grønsakdyrkinga, er vekstskifte med potet og grønsaker likevel vanleg. Dette fører til at ein stor del av grønsakproduksjonen føregår på jord som er sterkt sur. Dette reduserer truleg grønsakavlingane nokså mykje i einskilde distrikt.

Eit eksempel på ein omlaupspan på grunnlag av krav til pH er oppsett av Axelsson (1950). På eit skifte med høg pH skal det etter planen dyrkast: agurk, kvitkål, purre, kepalauk og belgvekstar. På eit anna skifte som er mindre kalka: potet, tomat, jordbær, asparges, rabarbra, gulrot og eventuelt visse kålslag som grønkål og rosenkål.

2. Kjemiske, veksthemmande stoff.

Det er ei gamal, velkjend hypotese for jordtrøytteleik at einskilde planteslag skil ut giftstoff som er veksthindrande. Etter denne toxinteorien skulle det føregå ein slags sjølvforgifting og forgifting av nærstående planteartar. Slike stoff er også påvist, og har truleg ein viss innverknad på jordtrøytteleik i frukthagar og planteskolar. I grønsakproduksjonen kan vi vanlegvis sjå bort frå slike forgiftingar. Derimot er det andre sider av giftstoff-problemet som er meir aktuelt.

xxxxxxx

Giftstoff kan bli skilde ut frå planter i veksttida.

Det er påvist at einskilde frøslag spirer dårleg saman med andre. I forsøk er det såleis funni at spirande frø av gulrot, spinat og raudbete hindrar spiring av andre frøslag (først og fremst salat). Det vert rekna med at det er visse spire- og veksthemmande stoff i frøa som her verkar inn. Desse stoffa må vera vassløyselege (Zehgruber, 1958).

Visse ugrasslag kan skilja ut giftstoff gjennom røtene og blada, stoff som set ned veksten av andre planteslag. Malurt skil såleis ut eit bitterstoff, absenthin, som verkar veksthemmande på fennikel (Winter, 1959).

| | | | |
|-----------------------------------|--------|---------|---------|
| Avstand mellom fennikel og malurt | 70 cm | 100 cm | 130 cm |
| Middelhøgde av fennikel | 5,7 cm | 17,0 cm | 39,0 cm |

Havrerøter skal skilja ut eit cumarin-derivat som kan hemma veksten av visse planteslag (Winter, 1959).

Kva slike utskilde plantegifter kan ha å seia i plante-

produksjonen veit vi svært lite om. For våre vanlege ugrasslag er det i alle høve ikkje påvist praktiske eksempel på dette.

xxxxxxxxxxx

Planterestane kan innehalda veksthemmande stoff.

I laboratoriegranskingar er det utført mange forsøk med dette. Av og til er det funni veksthemming, men som regel utan at det verksame stoffet er påvist. Slike hemmingstoff ser ut til å vera mest vanleg i dei einfrøblada plantene, og det er først og fremst påvist i gras og halm.

Alle plantedelar inneheld som regel giftstoffet, men ikkje alltid. I eit forsøk hadde såleis maisrøter giftverknad på tobakk, men ikkje dei overjordiske delane (Cochrane, 1949).

I tyske forsøk vart det funni at slike stoff i halm høyrte til fenolgruppa, men sjølvve den kjemiske samansetnaden vart elles ikkje klårlagt. Dei spire- og veksthemmande stoffa i gras- og kornplanter er vassløyselege, og vert lett utvaska av jorda. Det må likevel føregå ei viss nedbryting av planterestane før dette kan skje.

Det er ei vanleg oppfatning at vi i praksis vanlegvis kan sjå bort frå nokon verknad av veksthemmande stoff i planterestane. I omlaufsforsøk er det likevel funni skader som ein meiner kan koma av slike stoff. Vi kan særleg merkja oss eit par forsøks-seriar i Rhode Island, USA (Cochrane, 1949, Janes et al., 1955). Der vart det i fleire år funni skader på salat og kepalauk på felt der sukkermais hadde vori dyrka året i førevegen. Planterestane på maisfeltet vart nedpløygde etter hausting. Røtene på salatplantene vart brune og dvergforma og laukrøtene lysraude og dårleg utvikla. Salat tok størst skade. Eitt år var avlingsreduksjonen heile 40 %. I dei fleste år såg også tomat og spinat ut til å bli skadde. Raudbete spirte dårleg og seint, men dette reduserte ikkje avlinga. Også ugrasfrø spirte dårlegare enn vanleg.

Dei meinte giftstoffet fanst i jorda tidleg på våren, men vart borte når det vart varmt i veret. Skaden var størst når temperaturen var låg om våren, 13-15°C.

I forsøk i veksthus vart det observert sterke skader på salatplanter av timoteirestar innblanda i jorda.

Vi tek med ein del avlingstal frå dette vekstskifte-forsøket (tabell 6).

Tabell 6. Vekstskifteforsøk på sandjord. Avling i kg/daa (Janes et al., 1955).

| Vekstslag | År | Vinterdekkvekst | | | Dyrka året før | | | |
|-----------|------|-----------------|------|------|-----------------|--------------|-------------------|-------|
| | | Vikke | Rug | Utan | Sukker- mais | Pap- rika | Gulrot- Squash | Brakk |
| Bete | 1953 | 1718 | 838 | 925 | 1413 | | 896 | |
| | 1954 | 2191 | 1127 | 1111 | 1698 | | | 1500 |
| Salat | 1953 | 1250 | 1326 | 1127 | 853 | 1624 | | |
| | 1954 | 2684 | 3064 | 2997 | 2206 | 3004 | | 3226 |
| Lauk | 1953 | 909 | 699 | 921 | 484 | 1008 | | |
| | 1954 | 1693 | 1962 | 2068 | 1566 | 2106 | | 1971 |
| Tomat | 1953 | 3539 | 3427 | 3763 | 3158 | | 3651 | |

I eit aust-tysk forsøk vart det funni skader av ein vinterdekkvekst med rug og vikke for kål, men derimot ikkje for salat. Vinterdekkveksten var sådd 21/8-58, gav ein avling på 2730 kg/daa som vart nedpløygd 29/4-59. Resultata er oppsette i tabell 7.

Tabell 7. Avling av grønsaker i kg/daa (Eröhlich, 1962).

| | | Brakk | Vinterrug + Vikke |
|----|---|-------|--------------------------|
| 1. | Hovudsalat, pl. 14/5-59, hausta 20/6-3/7-59 | 4370 | 4660 |
| 2. | Kvitkål, pl. 14/5-59 " 30/7-4/8-59 | 4180 | 3770 <i>minus 400 kg</i> |
| 3. | Grønkål (etter 1) 7/7-59 til 4/11-59 | 3780 | 5570 |
| 4. | Spinat (etter 2) 20/8-59 " 11/11-59 | 105 | 168 |
| 5. | Kepalauk 29/3-60 til 15/7-60 | 2220 | 2400 |
| 6. | Dvergbønne 12/5-60 til 14/7-60 | 3080 | 3310 |
| 7. | Gulrot 17/3-60 " 25/7-60 | 990 | 1060 |

Det er freistande å tru at den negative verknaden av dekkveksten på hovudkål kan koma av nitrogenmangel, men dette vart sett bort frå i forsøksmeldinga av di overgjødsling ikkje hadde nokon verkrad.

Etterverknaden av vinterdekkveksten på dei etterfylgjande grødene vart i første rekke tillagt ei betring av jordstrukturen.

Alle forsøka som er nemnde her, er utførte på sandjord. Det er truleg at dersom slike skader førekjem, vil det vera på lett jord. Vi skal også vera klår over at dei konklusjonane som er trekte i forsøksmeldingane, byggjer på eit svakt grunnlag. Det er ikkje ført prov for at det ikkje kan vera andre årsaker til avlingskilnadene.

Hemmingstoffa kan bli danna ved ved mikrobiell nedbryting.

Det kan tenkjast at slike giftstoff kan vera intermediære nedbrytingsstoff ved ein uheldig omsetnad i jorda. I eit laboratorieforsøk vart det såleis funni at ved anaerob nedbryting av visse planterestar, til dømes timotei, vart det danna stoff som hadde giftverknad på reddikrøter (Cochrane, 1949). Ved djup pløying på tung jord er det kjent at det kan føregå ein svært uheldig omsetnad av planterestane, men utanom dette er det neppe grunn til å rekna problemet for å vera særleg alvorleg.

B. Fysiske faktorar.

1. Vasstilgangen.

I område med lite nedbør spelar vass-spørsmålet ein stor rolle i vekstskifteproblema. Dyrking av vekstar som fører bort mykje vatn frå jorda ved transpirasjon og med avling, reduserer avlinga av etterfylgjande grøder. I vårt land har dette lite å seia. Eit unntak av den indirekte effekten av vekstskifte på vasstilgangen. Ompløygd voll tørkar lettare enn ompløygd åker.

2. Jordstrukturen.

Ved ein forsøkstasjon i Rhode Island, USA, vart det oppnådd fylgjande resultat i eit vekstskifteforsøk (tabell 8).

Tabell 8. Vekstskifteforsøk (Rynasiewicz, 1945).

| Dyrka dei to siste åra | Avling av kepalauk, kg/daa | % av aggregat større enn 0,5 mm |
|------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| forbete-forbete | 770 | 22 |
| bokkveite-bokkveite | 1070 | 23 |
| mais-mais | 1220 | 26 |
| gras-gras | 2380 | 37 |

Dyrking av gras ("kvein") dei to siste åra framfor lauk-avlinga, førte til auka avling samanlikna med mais og endå meir bete. I samsvar med avlingsauken er det ei betring av jordstrukturen. Ein naturleg konklusjon ville vera at jordstrukturen har vori avgjerande for avlingsnivået, men problemet er at både aggregatfordeling og avling er effektar av forsøksledda.

Forsøk som er utførte med syntetiske jordforbetningsmiddel tyder ikkje på at ein auka aggregatstorleik vil vanleg har større innverknad på avlinga, og i forsøk med grønsaker i Nederland vart det funni at kompost førte til større og meir stabile aggregat, men ikkje auka avlingar (Dulk, 1963).

Det er likevel sansynleg at den verknaden som dyrkinga av ein vekst kan ha på jordstrukturen, vil verka inn på avlinga av den etterfylgjande grøda. Det er difor grunn til å drøfta dette nærare.

Mange arbeidsoperasjonar i veksttida kan vera ei ulempe.

I omlaufsforsøk i utlandet har det vist seg at vekstslag som krev mange gongers hausting er uheldig for neste års kultur. Slike vekstslag er frilandsstomat, frilandsagurk og hagebønne (Hösslin, 1961). Andre grønsakslag krev mykje tynningsarbeid, luking og radrensing (gulrot, kepalauk), noko som også kan føra til dårleg jordstruktur.

XXXXXXXXXXXX

Mellom grønsakartene er det ein tydeleg skilnad i verknad på jordstruktur som har samanheng med dei mengdene av plantesterar som blir tilbake på åkeren både over og under jorda, og med samansetnaden av desse restane.

I gjennomsnitt kan vi rekna med fylgjande mengder av bladrestar pr. daa (Moen, 1941; jfr. også tabell 2):

| | |
|----------|---------|
| Kvitkål | 4000 kg |
| Blomkål | 3000 " |
| Kålrot | 2000 " |
| Raudbete | 1500 " |
| Gulrot | 1500 " |
| Bønne | 1000 " |
| Kepalauk | 600 " |

Tørrstoffinnhaldet er vanlegvis 10-15 %. Bladrestane etter ein kvitkålavling utgjer ca. 480 kg tørrstoff pr. daa. Til samanlikning er halmavlinga ved korndyrking 300-400 kg/daa.

Dei overjordiske planterestane har tidlegare for ein stor del vori brukt til for, men det vert meir og meir vanleg å pløya dei ned etter hausting. Det har sjølvstekt mykje å seia for næringstilstanden i jorda om desse planterestane vert førte bort eller nedpløyde. Spesielt ved einseitig grønsakdyrking på lett jord har dette også innverknad på humusinnhald og jordstruktur. Vanlegvis kan vi rekna med at det er ein føremon for etterfylgjande kulturarar at store mengder med overjordiske plantesterar vert nedpløyde etter hausting.

Dei underjordiske plantedelane utgjer ein stor del av den totale plantemassen. Målingar av slike planterestar er av fleire grunnar nokså upålitelege, men tabell 9 skulle likevel gje visse haldepunkt.

Tabell 9. Rotmasse i kg/daa for ulike grønsakslag.

| | FRÖHLICH (1956) | HÖSSLIN (1955) | KÖHNLEIN (1953) | BOHNE (1951) |
|-------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| | 0-60 cm | 0-80 cm ^{x)} | 0-23 cm | 0-30 cm |
| Purre | 121,9-183,9 | 116,9 | | |
| Selleri | 111,9-118,4 | 122,4 | | |
| Kvitkål | 54,0- 77,7 | 20,6 | 32,0 | |
| Blomkål | 60,6 | | | |
| Forbete | | | 42,0 | 105,0 |
| Rotpersille | | 17,3 | | |
| Potet | | | 21,0 | 32,0 |
| Salat | 19,9 | | | |
| Bønne | | | 140,0 | 31,0 |
| Ert | 65,3 | 60,3 | 40,0 | 39,0 |
| Fril.tomat | 16,8- 29,5 | | | |
| Fril.agurk | 19,4- 26,8 | | | |
| Kepalauk | 57,6 | 91,2 | | |

x)

Dette er lufttørka masse. Tala må reduserast med 10-12 % for å finna tørrstoffinnhaldet pr. daa. Nyttbar rotavling er ikkje med i tala.

Til samanlikning kan nemnast at etter ein kornavling utgjer røter og stubb 150-200 kg tørrstoff pr. daa.

Topp/rot-forholdet varierer mykje mellom dei ulike grønsak-artene. I ei tysk gransking (Fröhlich, 1956) var dette forholdet ca. 1,5 for selleri, 2,5 for purre, 10,0 for frilandstomat og 25,0 for frilandsagurk. (Forholdet var sjølvstyggt lågast under tørre vekstvilkår).

I granskningar på sandjord vart det funni at rotmassen fordelte seg slik i djupna (tabell 10).

Tabell 10. Fordeling av rotmassen.

| | % fordeling av lufttørr rotmasse (HÖSSLIN, 1955) | | | Hovudrotsone, cm (FRÖHLICH, 1956) |
|-------------|---|-------------------|--------|--------------------------------------|
| | 0-20 cm | Djupn 20-50 cm | >50 cm | |
| Purre | 65,3 | 25,7 | 9,0 | 5-37 cm |
| Selleri | 71,1 | 22,2 | 6,7 | 4-38 " |
| Kvitkål | 76,9 | 18,6 | 4,2 | 4-35 " |
| Rotpersille | 53,6 | 29,7 | 16,7 | |
| Ert | 78,7 | 9,7 | 11,6 | |
| Fril.tomat | 71,5 | 21,8 | 6,7 | 5-32 " |
| Fril.agurk | | | | 5-30 " |
| Stikklauk | 73,9 | 25,2 | 0,9 | |

Agurk har eit flatt, breitt og gruntgåande rotsystem, medan purrerøtene går nokså rett nedover, utan forgreining.

Når det gjeld etterverknaden av planterestane, har den kjemiske samansetnaden mykje å seia. Stort sett ser det ut til å vera ein viss samanheng mellom samansetnaden av dei overjordiske planterestane og røtene. Om hausten har som regel røtene eit høgare innhald av dei fleste næringstoff enn dei overjordiske planterestane. Dette gjeld først og fremst nitrogen. Köhnlein og Vetter (1953) fann fylgjande innhald i % N av tørrstoffet:

| | Røter | Overjordiske planterestar |
|-------------|-------|---------------------------|
| Kornplanter | 1,3 | ca. 0,8 (halm) |
| Kvitkål | 2,2 | 1,1 |
| Potet | 2,4 | |
| Bønner, ert | 3,2 | 2,3 |

Den gunstige etterverknaden året etter av erteblomstrakulturar på plantevekst og jordstruktur kjem mest av at planterestane er N-rike og lett nedbrytbare.

Dette oversynet over rotsystem og rotmasse er teki med av di det har vist seg i forsøk at det er ein sterk samanheng mellom rotmasse og verknad på avling og jordstruktur året etter.

I ein aust-tysk forsøksserie vart det oppnådd fylgjande resultat med tidleg spinat (Fröhlich, 1957):

Tabell 11.

| Dyrka året i förevegen | Rotrestar kg/daa | Karforsøk g/kar | Feltforsøk, kg/daa middel 1953-54, 1955 | |
|---------------------------|---------------------|--------------------|--|-----|
| Kløver-gras bl. | 560 | 330,5 | 1073 | - |
| Purre | 122 | 285,8 | 1597 | 875 |
| Selleri | 112 | 280,5 | 1019 | 794 |
| Tomat | 17 | 270,6 | 982 | - |
| Agurk | - | - | 812 | - |
| Kvitkål | 54 | 223,5 | 731 | - |
| Gulrot | - | - | - | 644 |
| Kinakål | - | - | - | 610 |
| Brakk | 0 | 264,5 | 794 | 654 |

Også i andre tyske forsøk er det funni at purre og selleri har ein heldig verknad på avlinga av den etterfylgjande kulturen. Grunnen er nok for ein stor del at desse vekstane er svært gjødselkrevjande, men resultatata, som er gjevne her, tyder på at den heldige etterverknaden har ein samanheng med det kraftige rotsystemet og innverknad på jordstrukturen. Forsøk har dessutan vist at purre og selleri ofte er dei vekstane som gjev best resultat ved monokultur, slik det går fram av tabell 12.

Tabell 12. Forsøk på leirhaldig jord (Hösslin, 1961).

| Dyrka året før: | Gjennomsnittavling i kg/daa for åra 1953, 55-56. | | | |
|--------------------|--|--------------|---------|-------------|
| | Tomat | Raudkål | Purre | Rotpersille |
| Tomat | 1279 | 1282 | 868 | 1126 |
| Raudkål | 1501 | 1188 | 831 | 1104 |
| Purre | 1430 | 1273 | 882 | 1117 |
| Rotpersille | 1469 | 1212 | 845 | 883 |
| | Bønner, låge | Knollselleri | Raubete | Kepalauk |
| Bønner, låge | 351 | 1221 | 2592 | 588 |
| Knollselleri | 381 | 1214 | 2628 | 614 |
| Raubete | 411 | 1209 | 2256 | 559 |
| Kepalauk | 411 | 1290 | 2724 | 506 |

I vekstskifteforsøk er det som regel funni at gulrot og persille har ein låg forkulturverdi. Grunnen er nok dels at desse planteslaga har ein dårleg innverknad på jordstrukturen. Monokultur av gulrot går som regel dårleg.

C. Biologiske tilhøve.

1. Sjukdomar og insektskader.

Sjukdom og insektskader er dei viktigaste faktorane i vekstskifteproblemet. Klumprot hjå kålvekstane, rothalsjukdomar (visnesjuke) hjå ert, laukkvitrate hjå kepalauk og gulrotsvartfleck, klosopp og storknolla råtesopp for gulrot tvingar fram eit vekstskifte for dei viktigaste grønsakkulturane. Dette gjer det vanskeleg å gjennomføra ei sterk spesialisering.

For å halda desse sjukdomane i sjakk med vekstskifte er det turvande at det går 4-5 år, og kanskje meir, før same vekstslaget kjer att på same feltet. Ved dyrking av konservert i Skåne er regelen at ert ikkje skal koma tilbake på same feltet før det er gått 6-8 år.

Av di fleire av desse sjukdomane går på nærståande plantearter, er det ikkje nok med artskifte. Klumprot gjer såleis skade på dei fleste korsblorstra arter, og gulrotsvartfleck på fleire skjærblomstra planteslag. Einskilde sjukdomar går også på meir fjerntståande arter. I Sverige vert det såleis frårådd å dyrka ert i veksling med lin, av di det er funni at den viktigaste årsaka til rothals-sjukdomar på ert i Skåne - ein algesopp - også går på lin. I Nederland vert det frårådd å dyrka ert året framfor ein laukkultur på grunn av fåren for oppøksling av stengelål.

Vekstskiftet har også ein del å seia for insektåtak på plantene. Kålfluge, gulrotfluge, gulrotsugar o.a. gjer ofte størst skade ved einsidig dyrking. Smellar-larvar, stankelbeinlarvar og oldenborre gjer størst skade på ompløyd velt.

2. Ugrasproblemet.

Vekstskiftet er eit viktig hjelpemiddel i ugraskampen. Ved bruk av selektive ugrasmiddel ved einssidig dyrking vert ugras floraen lett dominert av resistente ugrasarter. Av di hormonpreparata som blir nytta i korn, er effektive mot dei fleste tofrøblada ugras, og av di TCA kan brukast mot kveke i kål, er kål - korn ein god vekstkombinasjon. Kveke er heller ikkje noko problem ved dyrking av gulrot av di jordfrøsing før såing + to sprøytingar med white spirit er svært effektivt. Dette gjer vekstskiftet korn - gulrot meir aktuelt. Veksling mellom grønsakkulturar som har dårleg dekkevne, som gulrot og kepalauk, kan vera uheldig av di vekseplassen lett blir dominert av låge, teppedanande ugrasarter som tunbalderbrå, vassarve, tunrapp og åkergråurt. Ved bruk av spiregifter er dette ikkje noko større problem.

Det kan ofte vera grunn til å ta omsyn til etterverknaden av ugrasmidla. Agurk er til dømes uvanleg var for hormonpreparat og bør neppe dyrkast på felt som har vori sprøyta med hormonpreparat året i førevegen og heller ikkje i nærleiken av slike felt same året. I USA er simazin brukt i stor utstrekning i mais, og dette fører ofte til store skader i den etterfylgjande grøda.

D. Vekstskifteforsøk - vekstskifteplanar.

Av det som er sagt tidlegare skjønar vi at vekstskifteforsøk ikkje vil vera til særleg hjelp for å finna fram til heldige og uheldige vekstkombinasjonar. Det som skaper størst vanskar er å få ei rettvis vurdering av sjukdoms- og ugrasproblemet i slike forsøk. Vekstskiftet føregår på små ruter, og einssidig dyrking på einskilde forsøksruter fører såleis lett til oppøksling av til dømes klumprotsoppen som lett blir spreidd til nærliggjande forsøksruter. Gjødslingsnivået i forsøket verkar også sterkt innpå resultatet. Det er også nokså avgjerande om gjødslinga av dei einskilde vekstane blir variert med gjødselkravet.

Trass i dette kan vi seia at forsøka tyder på at av dei viktigaste grønsakkulturane kan monokultur berre tilrådest for purre og selleri. Etter utanlandske vekstskifteforsøk kan også kålartene gje eit bra resultat ved monokultur, men føresetnaden er då at klumprota vert haldi i sjakk (ved sterk kalking).

Etter resultatata i tabell 13 frå eit forsøk ved forsøksstasjonen Grossbeeren ved Berlin, er einssidig kåldyrking særleg å fråråda på lett jord(Hösslin et al., 1964).

Tabell 13. Avlingstap for tidlegkål etter kål i høve til etter gulrot.

| Jordart | Tap i DM pr. dekar |
|----------------------------|--------------------|
| Rein sandjord | 161,6 |
| Moldhaldig sand | 113,8 |
| Leirhaldig sand | 40,2 |
| Leirhaldig sand, molhaldig | 31,5 |

I vekstskifteforsøka har gulrot, kepalauk, raubete, bønne og ert gjevi dårleg resultat ved monokultur. Når det gjeld dei ertebloomstra plantene, har sjukdomar vori den viktigaste årsaka, for gulrot har kanskje jordstrukturen vori mest avgjerande.

I eit einfelt vekstskifteforsøk med gulrot på Gjerpenmyra i Telemark vart det oppnådd fylgjande resultat (Ausland, 1962).

Tabell 14.

| Vekstskifte frå 1959 | Relativ avling av gulrot | | |
|--------------------------------|--------------------------|------|------------|
| | 1960 | 1961 | St.I. 1961 |
| Gulrot kvart år | 100 | 100 | 100 |
| Gulrot etter eitt år med potet | 124 | 135 | 133 |
| Gulrot etter eitt år med korn | 130 | 129 | 149 |
| Korn i 1959, eng i 1960 | | 133 | 244 |

Denne myra hadde i ein 10-årsperiode fram til 1957 vori nytta til gulrot og etter kvart hadde avlingane gått sterkt tilbake. Resultata tyder på at dette i første rekke var eit jordstrukturspørsmål. Gjødsling med mikronæringsstoff hadde ingen verknad.

Beste vekstskiftet for gulrot er truleg korn og eng. Dyrking av gulrot etter kålvekstar - og kanskje også potet - aukar fåren for åtak av storknolla råtesopp.

Kålvekstar ser ut til å vera ein uheldig forkultur for kepalauk. Som det er nemnt tidlegare har dette kanskje ein samanheng med ein innverknad på næringstilstanden i jorda.

Raubete har i vekstskifteforsøk gjevi eit heller dårleg resultat ved monokultur. Einsidig dyrking av raubete må difor frårådest. I Sverige skal det vera einskilte kontraktdyrkarar som har dyrka raubete på same felta i mange år og med godt resultat.

Veksling mellom spinat og raubete er også rekna for å vera uheldig.

Dei erteblomstra plantene har tidlegare vori tillagt ein høg forkulturverdi, men ser ein bort frå etterverkningen av nitrogen er det tvilsomt om erte- og bønnedyrkinga har særlege føremoner.

Ert, bønne og agurk er sterkt utsette for borskader. Dyrking av desse vekstane året etter borkrevjande kulturar som raudbete, kålrot, blomkål og selleri er difor ikkje alltid tilrådeleg.

Vekstskifteproblema er kanskje mest vanleg ved intensiv dyrking av grønsaker som set store krav til jordart, jordstruktur og næringstilstand. Ofte er det berre ein del av ein eigedom som kan nyttast til dyrking av vekstar som gulrot og kepalauk. Dette fører til at desse planteslaga kjem tilbake på same jordstykket nokså snart, ofte annakvart eller tredjekvart år. Dette er ikkje nok til å hindra sterke åtak av sjukdomar som gulrotsvartfleck og laukkvitrate.

Føremonene med ein sterk konsentrasjon av slik grønsakdyrking i einskilde distrikt eller på einskilde eigedomar kan difor diskuteras dersom vilkåra for vekstskifte er dårlege. Som døme kan nemnast at det på øya Vigra utafor Ålesund er omlag 1000 daa sandjord og eit like stort areal med myrjord som er velegna til gulrotproduksjon. Dette er ca. 40 % av det fulldyrka arealet. Det er likevel få bruk som har over 20 daa som kan reknast som god gulrotjord. På grunn av vekstskiftvanskane er såleis ein storproduksjon av gulrot på denne øya neppe tilrådeleg. Det kan tenkjast at problem med gulrot-sjukdomar kan melda seg for alvor alt ved eit samla gulrotareal på 300 daa pr. år.

Litteratur.

- AUSLAND, O. 1962 Vekstskifte ved gulrot dyrking. Gartneryrket 52: 208-209.
- AXELSSON, F. 1950. Växtföljden vid kökväxtodling. Weibulls Allahanda 10: 17-20.
- BELL, R.S., ODLAND, T.E. and OWENS, S.L. 1949. A half century of crop rotation experiments. Rhode Island Agr. Exp. St. Bul. 303.
- BLACK, C. 1968. Soil-plant relationships. Sec. Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, 792 s.
- BOHNE, H. & CARVERT, J. 1951. Untersuchungen über die Bedeutung der Ernterückstände des Getreides für die Humusversorgung. Z. Pfl.ernähr. Düng. Bodenk. 55: 170-
- COCHRANE, V.W. 1949. Crop residues as causative agents of root rots of vegetables. Conn. Agr. Exp. St., New Haven. Bul. 526.
- CHROBOCZEK, E. 1962. Ergebnisse des 40 jährigen Fruchtfolge-Versuches mit Gemüsepflanzen in Skierniewice. Arch. Gartenbau 10: 216-245.
- COOKE, G.W. 1967. The control of soil fertility. Crosby Lockwood & Son Ltd., London, 526 s.
- den DULK, P.R. 1963. Organische meststoffen in de tuinbouw. Versl. landbouwk. Onderz. Nr. 69. 16, 97 s.
- FRÖHLICH, H. 1956. Die Bodendurchwurzelung seitens verschiedener Gemüsearten. Arch. Gartenbau 4: 389-417.
- FRÖHLICH, H. 1957. Darf Kohl nach Kohl gepflanzt werden? Dtsch. Gartenbau 4: 212-214.
- FRÖHLICH, H. 1962. Gemüsebau nach Wickroggemisch auf leichten Böden. Arch. Gartenbau 10: 291-319.
- GEISSLER, T. & KURNOCH, P. 1959. Die Nährstoffaufnahme der wichtigsten Gemüsearten an Kalium, Kalzium und Magnesium und ihre abhängigkeit vom Magnesiumgehalt der Düngung. Mineraldüngung im Gemüsebau. Bergbau-Handel, Berlin, s.73-130.
- HORI, Y. et al. 1958. The unfavourable effect of a cabbage crop on a subsequent planting of onions; an example of the decline in soil fertility in vegetable-growing areas (Jap.) Jour. hort. Ass. Japan 27: 221-233. (Hort. Abs. 29. 2505).

- HÖSSLIN, R. 1955. Ein Beitrag zur Kenntnis des Wurzelwachstums einiger Gemüsearten unter natürlichen Verhältnissen. Festschr. gärtnerischen Hochschulstud. Deutschl., Berlin 1955, s. 47-62.
- HÖSSLIN, R. 1961. Feldversuch über der Vorfruchtwert verschiedener Gemüsearten. Gartenbauwiss. 26: 359-492.
- HÖSSLIN, R., STEIB, TH. & MAPPE, F. 1964. Gemüsebau. BLV., München/Basel/Wien, 544 s.
- JANES, B.E., et al. 1955. A 14-year study of vegetable crop rotations on a Merrimac fine sandy loam soil in Connecticut. Bull. Storrs agric. Exp. St. 319, 55 s.
- KÖNNECKE, G. 1956. Die Bedeutung der Vorfruchtwerte bei der Aufstellung von Fruchtfolgen. Z. Acker- u. Pfl. bau 101: 171-182.
- KÖHNLEIN, J. & VETTER, H. 1953. Ertragsrückstände und Wurzelbild. Paul Parey, Berlin und Hamburg, 138 s.
- MOEN, O. 1941. Gjødsling av grønnsakjorda. Grøndahl & Søn, Oslo, 80 s.
- ODLAND, T.E., BELL, R.S. and SMITH, J.B. 1950. The influence of crop plants on those which follow. V. Rhode Island Agr. Exp. St. Bul. 309, 40 s.
- PERSSON, N.-E. 1964. Växtföljden vid fältmässig köksväxtodling. Jord-Gröda-Djur 1964, s. 158-162.
- RYNASIEWICZ, J. 1945. Soil aggregation and onion yield. Soil Sci. 60: 387-395.
- SCHÖNBECK, F. 1959. Hemmungsstoffe bei land- und forstwirtschaftlichen Monokultur. Rhein. Monatssch. Gemüse-, Obst-, u. Gartenbau. 47: 121-122.
- THOMSON, H.C. & KELLY, W.C. 1957. Vegetable Crops. 5. Edition McGraw-Hill, New York, 611 s.
- VERLAAT, J.G. 1960. Vruchtwisselingsproblemen in de Vollegrondstuintbouw. Meded. Proefst. Groent. Volle Grond Ned., Alkmaar No. 16, 40 s.
- WINTER, A.G. 1959. Bodenmüdigkeit durch Wirkstoffe. Rhein. Monatssch. Gemüse-, Obst-, u. Gartenbau 47: 60-62.
- ZEHGRUBER, H. 1958. Keimungsphysiologische Untersuchungen zur Frage der Mischkultur im Gemüsebau. Gartenbauwiss. 23: 113-129.

III. JORDFORBETRING OG GJØDSLING MED ORGANISKE STOFF

A. Grøngjødsling.

I varme land blir det lagt stor vekt på grøngjødsling ved dyrking av grønnsaker, men under våre vekstvilkår er det grunn til å tru at denne forma for jordkultur sjeldan vil vera økonomisk lønsam. Avlingsauken ein kan venta etter grøngjødsling vil truleg ikkje bli særleg stor av di jorda jamt over er humusrik. Dessutan er vekstsesongen vanlegvis for kort for å kunna dyrka dekkvekstar utan i eit brakkår.

Grøngjødsling kan ha fylgjande føremoner:

1. Tilfører jorda organisk stoff.
2. Fører til ein mellombels betring av jordstrukturen.
3. Konserverer næringstoffa i jorda eller kan føra til at jorda blir i betre hevd.
4. Hindrar erosjon.
5. Kan vera eit hjelpemiddel i ugraskampen.

Grøngjødslinga kan ha ulemper. Til dømes vil ein krossblomstra dekkvekst vera lite heldig dersom det blir dyrka krossblomstra kulturar i vekstskiftet, på grunn av oppøksling av klumprotsoffen. Kjemiske ugrasmiddel brukt i dekkveksten, kan ha uheldige etterverknader (hormonpreparat - agurk). Under tørrare veksevilkår enn våre er største ulempen at dekkveksten påvirkar vassinnhaldet i jorda. Indirekte kan dette vera avgjerande også hjå oss ved at nedpløyning av plante-materialet vil verka inn på drenering og vasstiltgang på ein liknande måte som ompløyning av eng. I engelske forsøk vart det såleis funni ein negativ effekt av grøngjødsling i kvitkål i to tørkesommar, men positiv verknad i fire nedbørsrike sesongar (Mann, 1959).

Grøngjødsling i grønnsakproduksjonen er aktuell:

- a. etter ein tidleg avling.
- b. framfor ein haustkultur.
- c. i eit brakkår.

Dersom heile sesongen kan nyttast til dekkveksten, er det fleire aktuelle planteslag. Lupin er mykje brukt i utlandet, men går ikkje hjå oss. Av andre ertebloomstra planteslag kan ert vera bra, men ertterøtene har ikkje same evne som lupin til å trengja ned i djupare jordlag. Krossblomstra planter som oljereddik og raps har mange føremoner, men i kombinasjon med kåldyrking kan dei ikkje tilrådest. I Tyskland er det i forsøk oppnådd gode resultat med honningurt (*Phacelia tanacetifolia*). Dette vekstslaget har eit kraftig utvikla rotsystem og gjev stor tørrstoffmasse på kort tid og er ikkje i slekt med våre vanlege grønnsakar (Beckmann, 1968, 1969). Ei ulempe er at honningurt krev gode vekstvilkår. Kornvekstar kan reknast for å vera bra til dette føremålet. Rug er oftast tilrådd. Haustsed vert rekna for å vera best.

Det mest aktuelle planteslaget til grøngjødsling er kanskje raigras. Det veks opp på ei nokså kort tid og har eit

kraftig rotnett. Eittårig raigras gjev større avling enn Italiensk raigras og er truleg å føretrekkjatil grøngjødsling.

Dersom dekkveksten skal koma føre ein haustkultur el. etter ein tidlegkultur, er det få planteslag å velja i. Mest aktuelt er kanskje oljereddik som berre har ei veksttid på 40-50 døger. I fylgje tyske forsøk skal svartseennep og kvitseennep vera godt egna som grøngjødsling ved sein såing. (Beckmann, 1968).

Utanlandske forsøk har vist at for å oppnå ein positiv effekt av grøngjødsling, må det dyrkast fram store avlingar ved sterk gjødsling. Verknaden av grøngjødsling blir i stor mon dominert av gjødslingseffekten av planterestane (jfr. Cooke, 1967, s. 384). Det er også grunn til å tru at avlingsnedgangen som ofte er påvist etter eit brakkår i mange høve kan opphevast ved sterk gjødsling. Einskilde forsøk viser likevel eit positivt utslag for grøngjødsling som ikkje kan skuldast hovudnæringsstoffa.

Vi har få norske granskingar å byggja på når det gjeld nytten av grøngjødsling. Det er også få utanlandske forsøk i grønnsaker som har nokon verdi for oss. Tabell 15 viser resultatata frå ei polsk gransking (Borna, 1959).

Tabell 15. Avling i kg/daa.

| | Planting i juli | | Dyrka neste år | |
|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|
| | Kvitkål | Blomkål | Tomat | Gulrot |
| Husdyrgj. om våren | 4885 | 1871 | 5225 | 6240 |
| Dekkvekst sådd om våren: | | | | |
| Hestebønne | 3919 | 1338 | 5231 | 6257 |
| Havre og bygg | 3641 | 1258 | 4816 | 6469 |
| Honningurt | 3571 | 1369 | 4977 | 6577 |

Tabellen syner ein trend som er nokså vanleg. Dersom dekkveksten blir nedpløydstraks før såing eller planting, kan ein få ein negativ verknad som ofte skuldast nitrogenmangel. Avlingsresultata tyder på at dette er hovudårsaka til utslaga i forsøket. For tomat, som er ein N-krevjande kultur, er det ein negativ etterverknad av korn og honningurt, men ikkje for gulrot som har eit lågt N-krav.

B. Kompostering - direkte nedpløying.

Kompost har vori mykje nytta i gartneria. Det vart tidlegare lagt stor vekt på korleis komposten skulle oppleggjast. I dag vert det teki lite omsyn til dette. Komposten kan variera i samansetnad, men har ofte heldige fysiske og kjemiske eigenskapar når han blir blanda inn i jorda. Ved Statens forsøks-gard Kvithamar fann dei fylgjande totalinnhald (Roll-Hansen, 1963).

Tabell 16.

| | Kugjødsel | Kompost |
|------------------|-----------|---------|
| % vatn | 83,5 | 34,4 |
| Fosfor (g/kg) | 0,9 | 1,4 |
| Kalium (g/kg) | 4,1 | 5,2 |
| Kalsium (g/kg) | 3,3 | 8,0 |
| Magnesium (g/kg) | 1,7 | 2,5 |
| Kopar (mg/kg) | 5,3 | 21,8 |
| Mangan (mg/kg) | 29,6 | 320,0 |
| Bor (mg/kg) | 4,1 | 2,9 |
| Molybden (mg/kg) | 0,6 | 1,2 |

I høve til husdyrgjødsel er totalinnhaldet av næringsstoffa høgt, men for slike stoff som fosfor og mangan må ein rekna at dei er mindre tilgjengelege for plantene.

Det er ei vanleg oppfatning at kompost er svært verdfull, men nyare forsøksresultat stadfester ikkje dette. Fleire forsøk i Tyskland viser at det som regel er betre å pløya ned planterestane direkte i staden for å kompostera dei. Ved forsøk ved Limburgerhof vart det i middel for 11 grønsakslag funni ein meiravling på 15 % ved direkte nedpløying av planterestane samanlikna med kompostering og gjødsling med kompost. I eit benkeforsøk blanda Baumann (1962) inn så store mengder som 3000 kg kompost pr. dekar, men fekk likevel ikkje større avlingar enn ved innblanding av planterestar direkte.

I Rhin-distriktet er det også utført ei samanlikning mellom nedpløying og kompostering (Werminghusen & Will, 1961). Her vart det i gjennomsnitt funni 33,1 % avlingsauke ved direkte nedpløying i høve til kompostering på ugjødsla ledd. Ved bruk av N-rik handelsgjødsel (N:P:K = 1:0,15:0,50) var meiravlinga 17,6%, og ved bruk av ein fullgjødsetype (1:0,5:1,45) : 14,6 %. Den heldige verknaden var altså for ein stor del ein gjødseleffekt av planterestane. I eit forsøk vart komposten ført attende på dei same forsøksrutene (tabell 17).

Tabell 17. Avling i kg/daa.

| Ar | Vekst | Nedpløygd | Kompostert |
|------|--------------|-----------|------------|
| 1954 | Savoykål | 4253 | 3405 |
| 1955 | Knutekål | 4098 | 2997 |
| | Knollselleri | 1329 | 1211 |
| 1956 | Kepalauk | 2724 | 2853 |
| 1957 | Tomat | 7041 | 5407 |
| 1958 | Kvitkål | 2918 | 2845 |
| | Knollselleri | 1148 | 1327 |
| 1959 | Spinat | 806 | 721 |
| | Knollselleri | 3404 | 2898 |
| 1960 | Savoykål | 4916 | 4828 |
| | Knollselleri | 1844 | 1519 |

C. Spesielle jordforbetringsmiddel.

Frå einskilde hald vert det hevda at det bør nyttast meir organiske stoff for å forbetra jorda. I grønsakdyrkinga i Noreg er det likevel tilsamt om dette er rett. Vi har ikkje noko ytprega humusproblem. Jamvel om grønsaker i stor utsterking blir dyrka på sandjord, vil det sjeldan vera noko å oppnå ved å heva humusinnhaldet. Kan derimot jordstrukturen betrast, ville dette vera ein føremon, men som regel vel dei førebyggjande tiltaka vera meir effektive enn tilføring av eit jordforbetringsmiddel. Det er særleg grunn til å merka seg at innblanding av organiske stoff i ei stiv, tett og vass-sjuk jord sjeldan vil verka heldig. I upubliserte forsøk på leirhaldig jord på Statens forsøkgard Kvithamar er det såleis ikkje oppnådd positive resultat med innblanding av torv.

1. Kompost.

Kompost av avfall frå byane og kloakkslam er brukt i grønsakproduksjonen i fleire land, til dømes i Nederland. Slik kompost har ei heldig verknad på jordstrukturen, men gjødsel-effekten er ofte dårleg og variabel, og positive avlingsutslag blir sjeldan påvist i forsøk (den Dulk, 1963). Tilføring av kompost vil ofte føra til auka krav til nitrogengjødsling. Innhaldet av mikronæringsstoff kan vera høgt, og òg stundom uheldig høgt. Borskader har forti påvist i einskilde forsøk. Innhaldet av tungmetall i plantene kan også auka ved tilføring av slik kompost, (Le Riche, 1968). Dette kan vera uheldig frå ein helsemessig synstad. Ei anna ulempe er at avfallskompost ofte inneheld glasbrot og andre skarpe ting.

For landbruket i vårt land vil bruk av kompost neppe vera økonomisk lønsamt. Spørsmålet bør difor vurderast som foruren-ning- og naturvern-problem. Bruk av kompost i landbruket vart drøfta på eit NJF-kollokvium i 1968. Innlegga er trykte i Grundförbättring 22 (1969) nr. 1-2.

2. Avfall frå foredling av skogvyrke.

I Finland har det i dei siste åra vori arbeidd med borkhumus som dyrkingsmedium. Borkhumus ser ut til å ha mange føremoner, og er nokså vanleg brukt der. I Sverige blir det framstelt eit jordforbetringsmiddel av sulfittavfallslut ("Bycobact"), ei næringsrik væske med 50 % tørrstoff. Gjødslings-effekten og dei jordforbetrande eigenskapane ser ut til å vera bra, men prisen er høg. Dessutan er det framkomi spireskader i einskilde forsøk.

3. Torv.

Påkøyring av torv er aktuelt ved intensiv grønsakproduksjon, særleg dersom det gjeld å få auka vasskapasiteten. Ei stor føremon med torv er at ho er einsarta og vanlegvis fri for ugras og sjukdomskim. Torva bør truleg kalkast og gjødselast før innblanding. I eit nederlandsk forsøk med dyrking av salat vart det funni at det var heldig at torva var tilsett: 2,5 kg CaCO₃, 0,35 kg N, 1,00 kg P og 0,35 kg K pr. m³ laus masse. (Boon et al., 1965). I forsøk på Kvithamar er det funni ein sterk negativ N-verknad av torv, som oftast først andre året etter tilføring.

D. Spesielle tilhøve ved bruk av husdyrgjødsel til grønnsaker.

1. Verknad på avling.

Det blir rekna med at dei fleste grønnsaker med føremon kan gjødslast med husdyrgjødsel.

Jamvel om det er lite granska i forsøk, kan vi gå ut frå at grønnsakvekstar med ein lang vekstsesong vil utnytta næringstoffa i husdyrgjødsla betre enn dei med ei kort utviklingstid.

Ved einssidig bruk av husdyrgjødsel vil dei mest nitrogenkrevjande vekstane som hovudkål og purre ofte gje eit dårleg resultat dersom det ikkje blir brukt tilleggsgjødsling med N. Gjødseleffekten av husdyrgjødsel åleine høver som oftast betre for gulrot, kepalauk, salat og raudbete.

Vi har lite forsøk å halda oss til når verknaden av husdyrgjødsel til grønnsaker skal drøftast. Størst verdi har resultatene frå to forsøksfelt i Danmark i åra 1922-55. (Groven, 1959). Eit samandrag er oppsett i tabell 18. Forsøksstaden Blangstedgaard har leirhaldig, humusrik jord. På Hornum er det sandjord.

Forsøksplanen vart endra i 1943. Ein del ledd vart tilført mykje større gjødselmengder enn tidlegare. Det viste seg då at 2,4 tonn husdyrgjødsel var langt i underkant av optimal gjødsling.

I desse forsøka har ikkje husdyrgjødsel hatt særlege føremoner framfor handelsgjødsel. Agurk, salat og gulrot har gjevi best resultat med husdyrgjødsel.

Ein annan forsøksserie vart gjennomført i åra 1935-43 på leirhaldig sandjord nær Berlin (Gericke, 1946). Kvar vår vart heile feltet tilført handelsgjødsel i mengder av: 6-8 kg N, 13 kg K og 7 kg P pr. dekar. I tillegg vart det på alle ruter overgjødsla med nitrogen etter kravet som plantearta hadde. Kvart tredje år vart det på halvparten av forsøksrutene gjødsla med 4000 kg husdyrgjødsel pr. dekar. I middel vart det oppnådd fylgjande meiravling for husdyrgjødsel.

| 0 % | 0-10 % | 10-20 % | 20-30 % | >30 % |
|---------|---------|---------|----------|---------|
| Gulrot | Plomkål | Spinat | Raudbete | Kvitkål |
| Selleri | Reddik | Salat | Ert | Agurk |
| Purre | | Bønne | Potet | Grønkål |
| | | Tomat | | |

Etterverknaden 2. og 3. året var størst for ert, bønne og gulrot.

I eit polsk forsøk vart det funni at husdyrgjødsel hadde betre verknad i høve til handelsgjødsel ved einssidig dyrking enn ved 4-årig vekselbruk (Chroboczek, 1962). Størst meiravling vart oppnådd for: agurk, selleri, purre og lauk, mindre for gulrot og ert, og minst for kål og raudbete.

Som ein kan venta viser ikkje desse resultatene noko einstydig resultat. Årsaka er at forsøksopplegga har vori for einfelte, slik at det er uråd å finna årsaksammenhengen når det gjeld utslaga. I den tyske forsøksserien vart det såleis forut-

Tabell 18. Danske gjødslingsforsøk med grønnsaker 1934-55. Relativ avling. Handelsgjødsel = 100.

| | Blangstedgaard | | | | Hornum | | | |
|--------------|----------------|--------------------|----------------------------|-----|----------------|--------------------|----------------------------|-----|
| | Forsøksår | Husdyr- gjødsel | Handelsgjødsel -N -P -K | | Forsøksår | Husdyr- gjødsel | Handelsgjødsel -N -P -K | |
| Rosenkål | 1934-39 | 87 | 48 | 99 | 1934-39 | 89 | 40 | 87 |
| Blomkål | 1934, 40-42 | 75 | 49 | 107 | 1934, 37-39 | 70 | 28 | 42 |
| Tidleg kål | 1934 | 119 | 75 | 86 | | | | |
| Kvitkål | 1939 | 124 | 118 | 89 | | | | |
| Raukål | 1939 | 130 | 99 | 115 | | | | |
| Salat | 1934-39 | 111 | 109 | 95 | 1934-39 | 137 | 92 | 57 |
| Spinat | 1934-39 | 72 | 36 | 87 | 1934-36 | 71 | 19 | 66 |
| Tomat | 1940-42 | 105 | 85 | 99 | | | | |
| Asieagurk | 1940-42 | 134 | 75 | 71 | 1940-41 | 157 | 93 | 51 |
| Stilkselleri | 1936-38 | 94 | 61 | 85 | | | | |
| Knollselleri | 1940-42 | 91 | 58 | 72 | 1940-42 | 92 | 44 | 49 |
| Gulrot | 1939-40 | 135 | 134 | 105 | 1940-42 | 116 | 57 | 84 |
| Raubete | | | | | 1940-42 | 63 | 16 | 83 |
| Sjalottlauk | 1934-38 | 96 | 81 | 92 | 1935-39 | 121 | 78 | 82 |
| Blomkål | 1943-44 | 102 ^{x)} | 54 | 71 | | | | |
| Spisskål | 1944 | 92 | 80 | 88 | | | | |
| Kvitkål | 1944 | 67 | 52 | 105 | | | | |
| Grøne bønner | 1945-47 | 97 | 90 | 100 | 1943, 45 | 89 | 64 | 78 |
| Grøne erter | | | | | 1945-46 | 89 | 56 | 50 |
| Asieagurk | 1943-44 | 102 | 85 | 70 | 1943-45, 47 | 108 | 95 | 61 |
| Knollselleri | 1943-44 | 86 | 70 | 105 | 1943-45, 48-49 | 104 | 85 | 68 |
| Gulrot | 1945, 47 | 124 | 123 | 91 | 1943 | 123 | 64 | 140 |
| Raubete | | | | | 1943-45 | 47 | 26 | 92 |
| Sjalottlauk | | | | | 1945-50 | 99 | 70 | 83 |

Husdyrgjødsel = 2,4 tonn pr. dekar
 Handelsgjødsel = ca. 12 kg N, 3,5 kg P og 13 kg K.
 x) Frå 1943: 1/2 husdyrgj. + 1/2 handelsgjødsel.

sett at den tilførte handelsgjødsel ville dekke gjødselkravet slik at meiravlinga skulle vera eit utslag for tilført organisk stoff.

Nyare forsøk frå England tyder på at i dei fleste høve er det uråd å påvisa verknader som ikkje har samband med nærings-tilførselen (jfr. Cooke, 1967, s. 163). Som eksempel på dette kan vi ta med resultat frå forsøkgarden Woburn, der det vart funni at husdyrgjødsel og handelsgjødsel gav omlag like store avlingar for sukkerbete og raudbete, medan det beste resultatet vart oppnådd med husdyrgjødsel til gulrot. I 1964 vart det teki inn nye forsøksledd med fosforgjødsling. Resultata då går fram av tabell 19.

Tabell 19.

| | Gulrot, kg/daa | Raudbete, kg/daa | Sukkerbete, kg sukker/daa |
|--------------------------|-------------------|---------------------|------------------------------|
| NK-gjødsel | 3710 | 3820 | 939 |
| NK + 3,6 kg P/daa | 4120 | 3890 | 1022 |
| NK + 7,2 kg P/daa | 4690 | 3940 | 1029 |
| Husdyrgjødsel | 4320 | 2960 | 1014 |
| Husdyrgj. + 3,6 kg P/daa | 4820 | 3090 | 1032 |

I tillegg til avlingsresultata viste observasjonar i veksttida at fosforgjødslinga fremja veksten av gulrot på eit tidelig stadium, men hadde liten innverknad på raudbete og sukkerbete. Dessutan vart det funni at gulrotplantene etter oppspiring hadde eit høgare innhald av P når dei var gjødsla med husdyrgjødsel enn elles. Konklusjonen var difor at den spesi- fikt heldige verknaden av husdyrgjødsel til gulrot var ein fosfor- effekt (Warren et al., 1965). Også andre engelske forsøk tyder på at det ved husdyrgjødsling ofte blir rikeleg med lett til- gjengeleg fosfor i jorda (sjå Cooke, 1967, s. 164).

Av engelske forsøk ser det elles ut til at husdyrgjødsel stundom gjev svært gunstige resultat for grønsaker av di det blir tilført mykje kalium (Haworth & Cleaver, 1963).

Ei ulempe med husdyrgjødsel er at det er vanskeleg å forut- seia kor store gjødslingseffektane blir. Dette gjeld særleg nitrogen.

2. Kvalitet.

Utandø kvalitetsendring som fylgje av gjødslingseffektane av husdyrgjødsel, kan ei slik gjødsling ha andre verknader. Ofte er dette verknader i heldig retning. Ein reduksjon av saltskadene i høve til handelsgjødsel kan gje mindre variable produkt, og ein betring av jordstrukturen kan verka heldig på kvaliteten av einskilde grønsaker.

I ei gransking i New York, USA, vart det funni at ugjæra husdyrgjødsel førte til mykje greina røter i gulrot. Det vart funni at stoffet som førte til skaden var vassopløyselig og at også gjødsling med urea fremja greininga. Det vart rekna med at

årsaka til skadene var utvikling av ammoniakk frå gjødsla (Raleigh, 1942).

Klumprotsoppen kan bli spreidd med husdyrgjødsel. Dette gjeld også andre jordbuande skadeorganismer til dømes storknolla råtesopp, svartflekksopp og klosopp på gulrot og slike som fører til visnesjuke i ert. Det vert også ofte sagt at lauk-, kål-, og gulrotfluga gjer størst skade når det vert brukt husdyrgjødsel.

Ved dyrking av kortvarige kulturar som salat og spinat kan det reisast innvendig mot bruk av husdyrgjødsel av hygeniske grunnar. Dette gjeld også tidleggulrot og reddik.

Ved biologisk-dynamisk plantedyrking blir det dyrka fram planter utan bruk av "kunstige gjødselstoff". Det vert gått ut frå at produkta vert meir helserike når dei er dyrka fram på denne måten. Denne synsmåten har ein del tilslutnad i fleire land. I Danmark blir "Tidskrift for bio-dynamisk Jordbrug" utgitt.

Bremer (1956) gav ein oversikt over litteratur om dette emnet. I forsøk er det ikkje ført prov for at dei organisk gjødsla plantene har ein høgare næringsverdi enn dei som er gjødsla med handelsgjødsel. Forsøksresultata tyder tvert imot på det motsette. I forsøk i Frankrike vart det funni at kvite mus som vart fora med vegetabilar som var gjødsla med husdyrgjødsel viste vantrivnad og hadde lågare økslingsevne enn når plantene var gjødsla med handelsgjødsel (jfr. Svanberg, 1963).

3. Saltskader.

Ved bruk av store gjødselmengder blir det lett saltskader, som viser seg ved dårleg og ujamn spiring og sviing av røter. Som regel ser det ut til å vera slik at det er lettare å få saltskader ved bruk av handelsgjødsel enn husdyrgjødsel. Ein av grunnane er truleg at saltkonsentrasjonen i husdyrgjødsla er lågare enn kring eit gjødselkorn, av di salta her er i oppløyst form i eit stort volum av organisk stoff. Dessutan blir ein del av næringssalta først frigitt etter nedbryting av det organiske materialet. Ein skulle tru at denne føremonen berre galdt nitrogen, men engelske forsøk tyder sterkt på at det stundom kan vera vanskeleg å få dekkja gjødselkravet for krevjande grønsakvekstar ved bruk av handelsgjødsel utan å få saltskader, medan dei same mengdene kan tilførast med husdyrgjødsel utan skadeverknader (Haworth & Cleaver, 1963).

Litteratur.

- BAUMANN, E. 1962. Zur Wirkung der Direktunterbringung von Ernterückständen des Gemüsebaues auf den Pflanzenertrag. Arch. Gartenbau 10: 320-332.
- BAUMANN, E. 1963. Ergebnisse der ersten sechsjährigen Rotation eines Dauerdüngungsversuches mit zeitlich und mengenmäßig differenzierter Kompost- und Stallmistdüngung zu Gemüse auf Sandboden. Albricht-Thaer Archiv 7: 565-585.
- BECKMANN, E.O. 1968. Gründüngung als späte Nachkultur im intensiven Feldgemüsebau. Gemüse 8. 202-205.
- BECKMANN, E.O. 1969. Gründüngung als Vorkultur. Gemüse 5: 202-207.
- van der BONN, J., BOEKEL, P. & van DIJK, H. 1965. Invloed van doorgevroren zwartveen op de chemische en fysische eigenschappen van de grond. Meded. Dir. Tuinb. 28: 558-567.
- BORNA, A. 1959. Die Gründüngungspflanzen als Zwischenfrucht in Gemüsebau. Deutsche Gartenbau 7: 96-98.
- BREMER, A.H. 1956. Med eller utan kunstgjødsel. Syn og Segn 62: 231-235.
- CHROBOCZEK, E. 1962. Ergebnisse des 40 jährigen Fruchtfolgeversuches mit Gemüsepflanzen in Skierniewice. Arch. Gartenbau 4: 389-417.
- COOKE, G.W. 1967. The control of soil fertility. Crosby Lockwood & Son LTD, London, 526 s.
- den DULK, P.R. 1963. Organische meststoffen in de tuinbouw. Versl.landbouwk. Onderz. Nr. 69. 16, 87 s.
- GERICKE, S. 1946. Humusfragen im Gemüsebau. Zeitsch. Pfl.ernähr. Düng. Bodenk. 37: 151-166.
- GROVEN, J. 1959. Gødningsforsøg med køkkenurter. Tidsskr. Planteavl. 63: 553-612.
- HAWORTH, F. & CLEAVER, T.J. 1963. Soil potassium and the growth of vegetable seedlings. Jour. Sci. Food Agric. 14: 264-268.
- MANN, H.H. 1959. Field studies in green manuring. Emp. Jour. exp. Agric. 27: 243-251.
- RALEIGH, G.J. 1942. The effect of manures, nitrogen compounds and growth promoting substances on the production of branched roots of carrots. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 41: 347-352.

- Le RICHE, H.H. 1968. Metal contamination of soil in the Woburn market-garden experiment resulting from the application of sewage sludge. Jour. agric. Sci. 71: 205-208.
- ROLL-HANSEN, J. 1963. Husdyrgjødsel eller kompost. Norsk Hage-tidend 79: 187-188.
- SVANBERG, O. 1963. Näringens kvalitet hos vegetabiliska produkter odlade med och utan handelsgjødsel. Växt-närings-Nytt 19 (4): 1-3.
- WARREN, R.G., JOHNSTON, A.E. & D'ARIFAT, J.M. 1965. Organic manures and soil organic matter. Rep. Rothamsted Exp. St. 1964, s. 40-47.
- WERMINGHUSEN, B. & WILL, H. 1961. Soll man Ernterückstände im Gemüsebau auf dem Field belassen oder Kompostieren? Rhein. Monatsch. Gemüse, Obst- u. Gartenbau 49: 210-211, 238-239.
- WISSELINK, G.J. 1961. Een vijftienjarige proef met stalmest en stoppelgewassen op humeuze zandgrond te Heino. Versl. landbouwk. Onderz. Nr. 66. 17, 79 s.

IV. JORDANALYSAR

A. Metodikk.

1. pH.

pH vert her i landet bestemt i ein opprørt vass-suspensjon med jord: vatn i høvet 1:2.

Det er vel kjent at pH stig med stigande fortynningsgrad med vatn (jfr. Jackson, 1962, s. 43). Skilnadene mellom jord: vatn 1:0,5 og 1:2,5 kan variera mellom 0,5 og 1,0 pH-eining. I området 1:1,5 og 1:2,5 er det ofte små skilnader. Ei av hovudårsakene til dette problemet er det såkalla overgangspotensialet ("junction potensial") mellom suspensjonen og KCl-brua i kalomelelektroden, og som skuldast ein innverknad av kolloida på mobiliteten av iona i suspensjonen og brua. På grunn av at overgangspotensialet ikkje kan målast, hevdar Peech (1965) og fleire med han, at pH i jordvëska heller ikkje kan fastsetjast. Derimot kan ein måla pH i ei vëske i kontakt med jord. For å oppnå dette føreslår Peech et al. (1953) at kalomel-elektroden blir plassert i den klåre vëska etter sedimentering, medan glaselektroden blir ført ned i sedimentet. Denne framgangsmåten gjev høgare verdiar enn dei som blir funni ved å måla pH i ein opprørt suspensjon.

pH i ein jord-vatn-suspensjon fell med aukande tilføring av eit nøytralt salt. pH vil difor minka med stigande gjødselmengder og variera med saltkonsentrasjonen i jorda. Dette er ei viktig årsak til sesongmessige svingingar. For å unngå dette blir pH i mange europeiske land målt i 0,1 N KCl eller 1 N KCl. Med tilsetjing av KCl blir også suspensjonseffekten (overgangspotensialet) sterkt redusert. Derimot blir også her pH påverka av høvet jord: vëske.

Ein annan framgangsmåte som i det siste har vori mykje nytta i vitenskapleg arbeid, og ved fleire jordanalyselaboratorium i USA og England, er 0,01 M CaCl₂ i staden for vatn. Det teoretiske grunnlaget for dette er at kalsiumkonsentrasjonen i jordvëska til vanleg er nokså nær 0,01 M. Føremonen med metoden sku'le vera at pH vil vera nokså uavhengig av fortynningsgraden over eit nokså stort område. Dessutan skulle ein her få verdiar som ligg nokså nær dei som reelt finnst i jordvëska. På den andre sida er ikkje saltkonsentrasjonen høg nok til å redusera salteffekten ved sterk gjødsling.

Dersom jorda ikkje er salthaldig, kan ein rekna med fylgjande fall i pH i høve til det som blir funni i ei vass-oppløysing:

| | |
|---------------------------------|---------|
| pH i 0,01 M CaCl ₂ : | 0,3-0,7 |
| pH i 0,1 N KCl: | 0,5-1,0 |
| pH i 1 N KCl: | 0,7-1,2 |

Det danske Rt er pH bestemt i 1 N KCl med tillegg av ein pH-eining å korrigera for salteffekten.

2. Fosfor.

Med ein del forenkling kan dei ulike analysemetodane for "tilgjengeleg" fosfor grupperast i fylgjande klassar:

1. Ekstraksjon med vatn eller svake, nøytrale saltoppløysingar, til dømes ekstrakt av vassmetta jord eller bruk av 0,01 M CaCl_2 .
2. Ekstraksjon med løysingar som ikkje er sure, men som har relativt stor oppløysingsevne for fosfat. (Til dømes Olsen's bikarbonatmetode).
3. Ekstraksjon med syreløysingar, til dømes 1 % sitronsyre eller fortynna svovelsyre.
4. Ekstraksjon med buffra, sure løysingar, til dømes Morgan's ekstrakt, Lt- og AL-ekstrakt.
5. Labilt fosfat, bestemt ved hjelp av anionombyttar eller som isotopisk ombyttbart fosfat, anten på grunnlag av ombytting i jord (E-verdi) eller på grunnlag av opptak i planter (L-verdi).

Ei anna gruppering er i:

- A. Intensitetsmål, som gjev uttrykk for intensiteten av fosfat i jordvaska. Metodane i klasse 1 gjev verdiar som er sterkt korrelerte med konsentrasjonen i jordvaska, og er difor intensitetsmål. Resultata blir ofte oppgitt som Mol. fosfat eller ppm P i ekstraktet.
- B. Kvantitetsmål, som skal gje uttrykk for mengda av tilgjengeleg fosfat. Metodane i klasse 2-6 er for det meste mengdemål, og resultata blir difor vanlegvis oppgitt som mg P/100 g jord.

I tillegg til dette er det i vitskapeleg arbeid interesse for å finna korleis intensiteten blir påverka av kvantiteten. Dette blir uttrykt i:

- C. Kapasitetsmål, som skulle gje uttrykk for korleis konsentrasjonen i jordvaska vil endra seg med opptak eller ved gjødsling.

For praktisk dyrking har interessa vori størst for kvantitetsmål.

Forsøk har vist at analysar etter Olsen's bikarbonatmetode alltid er mellom dei beste når det gjeld samanheng med avlingsutslag og fosforopptak. Ein viktig føremon med metoden er at han kan nyttast både for sur og alkalisk jord. Diverre er han ikkje særleg godt egna for rutineanalysar.

1 % sitronsyre har tidlegare vori mykje nytta i England og Nederland. I Danmark har fortynna svovelsyre vori brukt. Med baa desse framgangsmåtane vert ein stor del av det totale fosforet fjerna, og dette ser ofte ut til å gje ei dårlegare rettleiing for gjødsling enn andre metodar.

AL-metoden gjev på sur jord eit tilfredstillande resultat. På alkalisk jord, slik som på skjelsand eller etter sterk kalking, vert store mengder kalsiumfosfat oppløyst og metoden gjev høgare verdiar enn kva som er "tilgjengeleg" for plantene.

3. Kalium.

Analysemetoder for kalium kan delast i tre forholdsvis klåre grupper:

1. Vassløyseleg kalium, bestemt ved hjelp av vatn eller svake saltløysingar, til dømes 0,01 M CaCl_2 .
2. Ombyttbart kalium. Ein standardmetode er ekstraksjon med 1 N NH_4 -acetat. Rutineanalysar med buffra, sure løysingar som inneheld NH_4 som kation gjev tilsvarende, men ofte litt høgare verdiar. Dette gjeld såleis AL-metoden.
3. Kaliumreserver, bestemt ved syreekstraksjon. H_2SO_4 og HNO_3 er mest vanleg nytta. K- HNO_3 vert bestemt etter koking med 1 N HNO_3 .

Metodar i den første gruppa blir nytta ved einskilde utanlandske laboratorier når det gjeld veksthusjord. Berre kalium i jordvaska blir ekstrahert, og innhaldet er difor vanlegvis svært lågt, ofte i området 5-50 mg K/l vasje.

Styrken av dei kreftene som fører kaliumiona mot kolloida kan vera nokså avgjerande for kaliumtilgangen for plantene. Mettingsgraden har her stor innverknad. Ved låg kaliummetting er bindinga mykje meir utprega enn ved høg metting. Metodar som gjev uttrykk for dette har difor stor interesse i vitskapeleg arbeid.

Som rettleiing for gjødsling er det metodar som ekstraherer kalium i samsvar med det ombyttbare som har interesse. Analyse-resultata mellom dei ulike metodane er ofte godt korrelerte.

4. Nitrogen.

Analysemetodar for nitrogen som rettleiing for gjødsling kan delast i:

1. Analysar for nitrat og ammonium i jord.
2. Metodar for å finna jorda si evne til å frigje nitrogen. Desse metodane kan vidare grupperast i kjemiske og biologiske.

Det vert rekna med at innhaldet av NH_4^+ og NO_3^- i jorda varierar mykje og at det lett skjer store endringar. Analysar i gruppe 1 kan difor ikkje gje særleg rettleiing om gjødsling på lengre sikt. På grunn av nitrifikasjon kan ein gå ut frå at det vanlegvis er nitrat som dominerer i jordvaska, og at nitrat-

analysar difor gjev eit tilfredstillande uttrykk for tilgangen av nitrogen frå jorda på eit bestemt tidspunkt.

Nitrat kan lett ekstraherast frå jorda ved hjelp av vatn eller ei nøytral saltløysing.

For gartnerijord har Spurway-Lawton's hurtigmetode for nitrat blitt nytta hjå oss. Mengda av nitrat vert fastsett ved hjelp av difenylamid. Som andre kolorimetrisk metode for nitrat er han usikker og har mange feilkjelder. Det er nå under utprøving ein elektronisk målemetode. Elektroden er selektiv for nitrations på ein liknande måte som glaselektroden er selektiv for hydrogenion, men Cl^- og HCO_3^- har ein viss innverknad på resultatata.

Som rettleiing for grunnjødsling er nitratanalysar av liten verdi. For å påvisa jorda si evne til å forsyna plantene med nitrogen gjennom ei lengre tid blir det difor utført forsøk med dei metodane som er nemnde under punkt 2. Dei kjemiske metodane går ut på å få nedbroti lett omsettbare nitrogenbindingar i jorda, til dømes ved hjelp av uorganiske syrer. Ulempen med desse metodane er at det ikkje blir teki hensyn til C/N-forholdet i det lett nedbrytbare materialet og kor raskt den biologiske omsetnaden vil skje. Dei biologiske metodane vil difor truleg vera til betre rettleiing, men vil bli dyre å få gjennomført som rutineanalysar. Jorda blir her inkubert, ofte etter blanding med sand, ved konstant temperatur og ved jamn røme. Etter ei viss tid blir det mineraliserte nitrogenet bestemt. Ei utførleg drøfting av dei kjemiske og biologiske metodane er gitt av Bremner (1965).

5. Saltinnhald.

Elektrolyttinnhaldet i jord er sterkt korrelert med den elektriske leiingsevna. Måling av leiingsevna er difor mykje nytta for å få eit uttrykk for saltinnhaldet i jorda. Følgjande samanheng ser ut til å vera nokså allmengyldig når det gjeld jord:

osmotisk potensial, atm. = $0,36 L_{\text{mmho/cm}}$

sal-konsentrasjon, mg/l = $640 L_{\text{mmho/cm}}$

kationkonsentrasjon, m.e./l, = $10 L_{\text{mmho/cm}}$

For å måla leiingsevna må ein ha eit uttrekk av jordvaska. Av di utfelte salt, i første rekke gips, kan gå i oppløysing ved fortynning er det viktig å ha eit fastsett høve mellom jord og vatn. SSE-metoden er nå mest brukt (SSE = Saturated Soil Extract). Jordprøvene vert metta med vatn og det blir deretter ekstrahert ved hjelp av vakuüm. SSE-tala vert uttrykt som millimho/cm målt ved 25°C (Brower & Wilcox, 1965).

Ved sida av ulempen med gipsfeilen har metodar som byggjer på eit vist høve mellom jord og vatn også den ulempen at grenseverdiane vil variera med jordarta, medan SSE-tala kan vurderast nærpå uavhengig av jordtypen (Drews, 1966).

6. Analysar av torv.

For torv er det vanskeleg å få utført pålitelege analysar. Med AL-metoden og ved pH-analysar vil høvet jord/væske bli uheldig stort av di mengda blir utteki på grunnlag av vekt. Det kunne såleis vera betre å gå ut frå volum, men det viser seg å vera vanskeleg å få til reproduserbare resultat av di det er uråd å få til ein fast pakningsgrad. Det same problemet har ein også med nitratanalysar. Prøvene blir her uttekne etter volum. Det er elles grunn til å merka seg at ammonium ofte er svært stabil i torv, slik at nitratanalysane kan gje misvisande opplysingar om nitrogentilgangen for plantene.

Leiingsevne målingar etter SSE-metoden er også usikre for torv av di torva ikkje har noko markert mettingspunkt.

7. Omrekningsfaktorar.

I fleire land vert analyseresultat for fosfor og kalium oppgitt som oksyd, utan at dette går fram av oppgåvene. I Nederland blir det såleis skrevi P-AL og K-AL, jamvel om tala står for mg P_2O_5 og K_2O pr. 100 g jord. Her må ein altså bruka omrekningsfaktorane 0,44 og 0,83.

I USA vert analyseresultata oftast gitt som lbs. P_2O_5 og K_2O pr. acer. Som ei grov tilnærming kan ein nytta fylgjande omrekningsfaktorar:

frå lbs P_2O_5 /acer til mg P/100 g: 0,05
frå lbs K_2O /acer til mg K/100 g: 0,10.

Omrekningsfaktoren frå nitrat-tala etter Spurway-Lawton's metode til mg NO_3-N pr. liter jord er ca. 1,4.

B. Rettleiing for gjødsling.

Jordanalysar kan nyttast som rettleiing for gjødsling på mange måtar. Ein kan skilja mellom: grunnanalysar, kontroll-analysar, analysar for regulering av næringsnivået i jorda og analysar for oppklåring av misvekst.

1. Grunnanalysar.

Grunnanalysane skal gje rettleiing for kva som vil vera dei rette mengdene ved grunnjødsling. Analysetala må difor vera tilgjengelege før kulturen vert starta. Som regel bør prøvene difor takast ut om hausten.

Det er viktig å vera klår over kor sikker rettleiing jordanalysane gjev. For grønsaker er det spesielt viktig å ta inn i vurderinga fåren for avlingsvikt dersom gjødselmengdene på grunnlag av analysetal, blir redusert.

Det er stort sett semje om at for å finna kva verdi slike grunnanalysar har, og kva analysemetodar som er best, må

det utførast gjødslingsforsøk og avlingsutslaga må samanliknast med jordanalysetala. For grønsaker er det svært få slike seriar å visa til.

Lamm & Hintze (1958) oppnådde den avlingsauken for 3,2 kg P og 12 kg K/daa som er oppsett i tabell 20.

Tabell 20. Forsøk på spreidde felt i Sverige.

| Analyseklasse | Gulrot | | | Raudbete | | |
|---------------|------------|----------|------|------------|----------|-------|
| | Tal forsøk | % effekt | | Tal forsøk | % effekt | |
| | | P | K | | P | K |
| Fosfat I | 6 | +4,1 | +5,0 | 5 | +41,4 | +12,3 |
| Fosfat II | 12 | +5,6 | +2,4 | 17 | + 3,1 | + 8,2 |
| Fosfat III | 7 | +5,8 | +1,4 | 6 | - 1,1 | + 8,4 |
| Kali II | 4 | +4,6 | +5,4 | 2 | +19,7 | +11,8 |
| Kali IIIa | 8 | +5,4 | +3,5 | 10 | + 5,7 | + 8,5 |
| Kali IIIb | 13 | +5,6 | +1,0 | 16 | + 6,3 | + 8,6 |
| Midde1 | | +5,3 | +2,7 | | + 7,0 | + 8,6 |

Klasseindelinga var bygt på analysar etter Egner's metode. % effekt er avlingsauke i prosent av ugjødsla. Bortsett frå ein stor avlingsauke for fosforgjødsling i fosfatklasse I for raudbete, er ikkje skilnaden i utslag i dei ulike klassane særleg stor.

I ei gransking i Vest-Tyskland samanlikna Rathsack & Schachtschabel (1963) avlingsutslaga for fosfor og kaliumgjødsel med analysar utførte etter ulike metodar. AL-metoden var med i granskinga, men resultatane er ikkje medtekne i meldinga. I høve til dobbellaktmetoden var analysetala for P-AL 15 %, og K-AL 14 % høgare. Nokre av resultatane er vist i figur 1. Ordinaten er relativ avling i prosent av ugjødsle ledd. Gjødselmengdene varierte mellom 2,5 og 5,0 kg P og mellom 6 og 32 kg K pr. dekar.

Av resultatane går det fram at det ikkje er nokon samanheng mellom analysetal og avlingsutslag for fosforgjødsling, medan det er ein betre samanheng når det gjeld kalium. Hovudgrunnen til dette kan vera at det var små avlingsutslag for fosfor i det heile (i middel ca. 2 %), medan auken var meir markert for kalium (omlag 6,5 %).

Som dei fleste forsøk for jordbruksvekstar viser, ser det ut til at analysane skil ut sterkt næringsfattig jord, men når jorda er i bra eller god hevd må det vera tvilsamt å regulera gjødslinga i større grad etter analysetala. Sjansen for ein avlingsvikt ved svak eller ingen gjødsling er truleg omlag like stor anten analysetala er middels eller høge.

Grønsaker er ei stor og hetrogen gruppe, og det er urealistisk å tru at det kan gjennomførast større forsøks-seriar som vil gje opplysningar om nytten av jordanalyser for ein bestemt grønsakvekst. I det siste har det dessutan blitt hevda at det er lite å oppnå med nye forsøks-seriar med denne

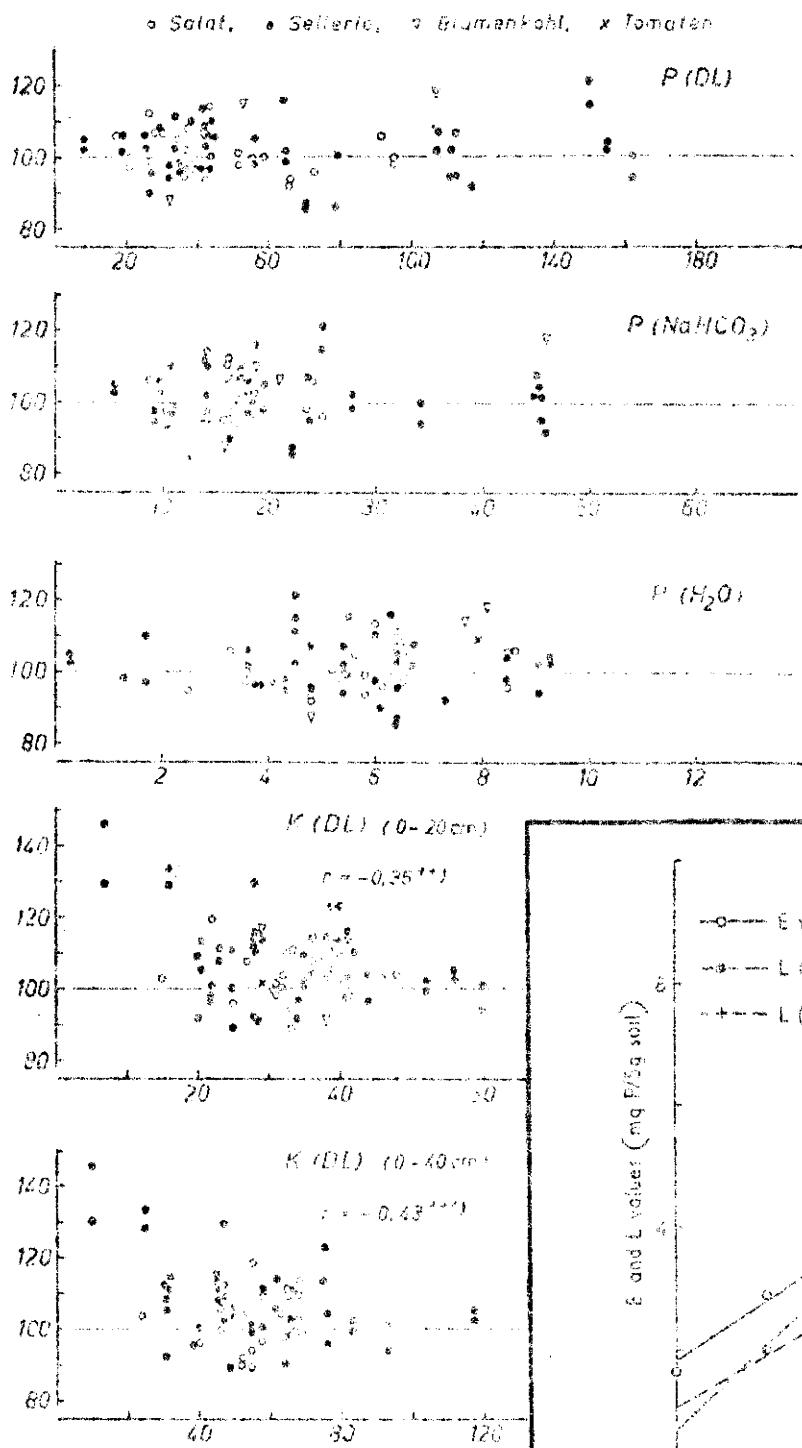


Fig. 1. Samanheng mellom relativ avlingsauke og jordanalysetal. \bar{r} som P₂O₅ og K som K₂O/100g.

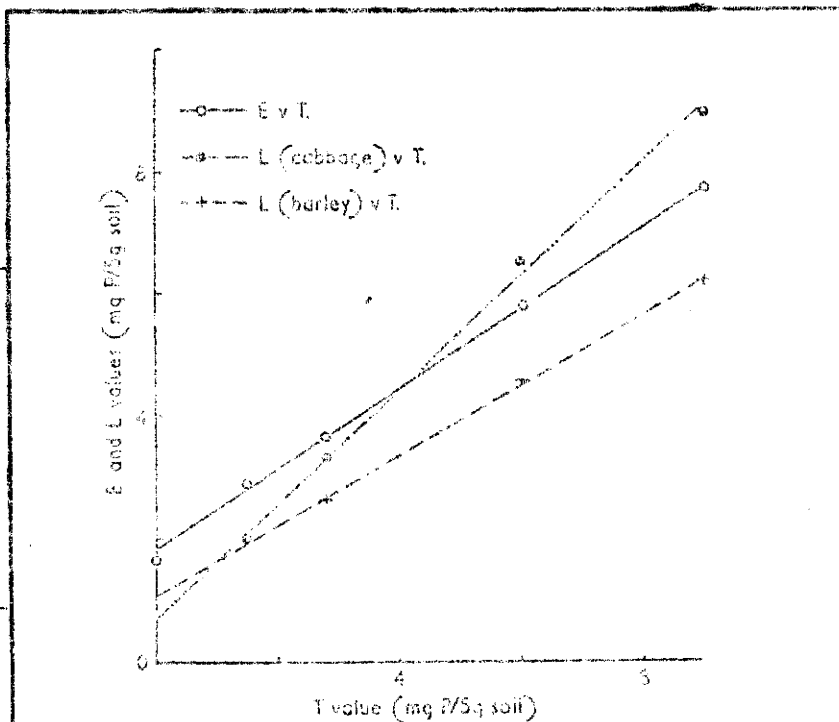


Fig. 2. The relationship between labile soil phosphate and the quantity of phosphate (T) added to soil IV. Labile soil phosphate was measured as exchangeable soil phosphate (E) and by the Larsen procedure (L value), with cabbage and barley as alternative test plants.

problemstillinga i det heile (jfr. Cooke, 1967, s 293).

Dersom det er skilnader mellom vekstane når det gjeld samanhengen mellom utslag for gjødsling og analysetal kunne ein tenkja seg å ta omsyn til dette på to måtar:

1. Bruk av ulike grenseverdier
2. Bruk av ulike analysemetodar for ulike vekstslag.

Bingham (1962) i California gav opp fylgjande grenseverdier for bikarbonatmetoden for fosfat, rekna i mg P/100 g:

Tabell 21.

| Vekstgruppe | P-mangel | Usikkert | Nok |
|--------------|----------|----------|-----|
| Lågt P-krav | 0,4 | 0,5-0,7 | 0,8 |
| Middels krav | 0,7 | 0,8-1,3 | 1,4 |
| Høgt P-krav | 1,1 | 1,2-2,0 | 2,0 |

Vekstar med lågt krav omfatta gras, korn, soyabønne og mais; moderat krav omfatta lusern, bumull, sukkermais og tomat og høgt P-krav hadde vekstane: potet, sukkermais, stilkseileri, kepalauk og salat.

Vilkåret for ei slik gruppering må vera at vekstane har ulik evne til å ta opp sterkt bundne næringstoff i jorda, og at det ikkje er gjødselkravet som er avgjerande. Det er ingen tvil om at det er slike skilnader.

Russell et al. (1958) utførte karforsøk med kvitkål, bygg og rug. Ved hjelp av ^{32}P og oppteki fosfor i plantene granska dei kva som var tilgjengeleg for plantene av fosfat i veksemediet (L-verdien). Resultata i figur 2 viser klårt at ein større del av det totale fosforet har vori "labilt" for kål og rug enn for bygg.

Forsøket skulle tyda på at kvitkål er ein vekst som kan greia å ta opp "tungt tilgjengeleg" fosfor. Det er også andre forsøk som tyder på dette. Ved Statens forsøksgard Kvithamar er det i fleirårige gjødslingsforsøk funni at gulrot gjev store utslag for fosforgjødsling, medan det har vori små utslag i kvitkål, jamvel om kvitkål har eit større næringskrav enn gulrot.

Slike skilnader er også tydelege når det gjeld kalium. Haworth & Cleaver (1964) fann at veksten av frøplanter av salat, kepalauk og gulrot vart redusert i ei kompostjord av di dei ikkje var i stand til å ta opp nok kalium, medan småplanter av kvitkål hadde eit normalt kaliuminnhald og normal vekst i den same kompostjorda.

Ulik evne til å ta opp næringstoff ved låg intensitet i jordvaska kan såleis gje grunnlag for å nytta ulike grenseverdier. På den andre sida kan ein hevda at jordanalysane i det heile er så usikre at det vil vera lite å oppnå med eit slikt system. Skilnaden mellom planteslaga kan ein kanskje like godt ta omsyn til ved å regulera dei generelle gjødseltilrådingane og bruka sams grenseverdier.

Skilnaden mellom plantearter når det gjeld evnen til å tappa jorda for næringstoff kan ha innverknad på kva verdi

jordanalysemetoden har. Dersom plantesalget har ei sterk absorpsjonsevne, burde ein venta at det var eit utprega kvantitetsmål som var best. På den andre sida skulle ein metode som AL-metoden vera mindre egna for planteslag som kepalauk og salat som ein trur har liten evne til å ta opp næring når intensiteten i jordvaska er låg. For slike vekstar kunne ei svak ekstaksjonsvæske eller eit typisk konsentrasjonsmål difor vera å føretrekkja.

Av di grønsakjorda mest alltid er i god hevd og inneheld mykje "lett tilgjengeleg" næring, kan det vera intensitetsmåla som gjev best uttrykk for tilgangen. Av forsøk som tyder på dette kan nemnast ei gransking av Gunary & Sutton (1967). I eit karforsøk vart opptaket av fosfor i rug frå 24 prøver av jord samanlikna. Jorda hadde blitt gjødsla opp til tre ulike fosfornivå fem år tidlegare. Fosforopptaket vart samanlikna med resultat for ulike konsentrasjon- og mengdemål for P. Det vart funni at samanhengen var best mellom opptak og mengdemål når det var eit lågt fosfornivå i jorda, medan det ved eit høgt fosfornivå var best korrelasjon mellom opptak og logaritmen av konsentrasjonen av P i 0,01 M CaCl₂-ekstrakt.

I eit karforsøk brukte Mattingly et al. (1959) jord som var gruppert i to: ei gruppe der intensiteten av fosfat var omlag lik medan kvantiteten varierte, og ei der intensiteten varierte medan kvantiteten var lik då forsøka starta. Den første gruppe utgjer dei tre første rekkene i tabell 22. Det vart dyrka rug som vart kutta i alt tre gonger.

Tabell 22.

| P i 0,01 M CaCl ₂ , ppm | Ombyttbart P, mg P/100 g | g tørrstoff pr. plante etter: | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------|-------|--------|
| | | 41 d. | 64 d. | 90 d. | 113 d. |
| 0,21 | 6,5 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,3 |
| 0,24 | 9,3 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,6 |
| 0,21 | 13,7 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 0,9 |
| 0,21 | 13,7 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 0,9 |
| 0,42 | 13,9 | 0,9 | 0,9 | 1,1 | 1,0 |
| 0,51 | 13,7 | 1,5 | 1,0 | 1,2 | 1,0 |

Under føresetnad av at avlingsutslaga er ei fylgje av fosfortilgangen, viser resultatata at veksten på eit tidleg stadium har vori avhengig av intensiteten (konsentrasjonen) medan mengda av "tilgjengeleg fosfor" har vori avgjerande for veksten på eit seinare stadium. Dersom dette er generelt, burde eit intensitetsmål gje uttrykk for starteffekten av gjødsla, medan kvantitetsmåla bør vera best korrelert med utslaget for gjødsling seinare.

Desse laboratorieforsøka skulle tyda på at intensitetsmåla skulle ha visse føremoner. Det er likevel få gjødslingsforsøk-seriar under naturlege vekstvilkår som viser at dei vil vera av praktisk verdi (jfr. Cocke, 1967, s. 20-22, og Black, 1968, s. 718-722). Årsaka til dette kan vera fleire. Det ser

ut til at variasjonar frå felt til felt i mekanisk samansetnad kan vera ei årsak. På rein sandjord og kanskje i torv kan resultatet bli tilfredstillande. Ei viktig feilkjelde for konsentrasjonsmåla er elles ein stor analysefeil. Dessutan har det sikkert stor innverknad at starteffekten av gjødslinga er svært variabel og avhengig av mange andre ting enn intensiteten i jordvæska.

2. Kontrollanalysar.

Av di næringstilstanden for plantene endrar seg raskt gjennom sesongen kan ein tenkja seg å få analysert jordprøver som skal gje rettleiing for ei eventuell korrigering av den kjemiske tilstanden i jorda i vekstsesongen. Slike analysar blir kalla kontrollanalysar. Desse analysane krev, i motsetnad til grunnanalysane, ein rask analyseservice.

Då kontrollanalysane skal gje uttrykk for næringstilgangen på kort sikt, er det rimeleg at intensitetsmåla her har størst interesse. Eit slikt system bygt på intensitetsmål er teki i bruk ved dyrking av grønsaker på sandjord i Florida (Stout, 1969a, b), og det blir hevda at dei informasjonane analysane gjev, er til god hjelp for rett gjødsling.

Kontrollanalysar har størst interesse for dyrking i veksthus. Endringar som skjer i saltinnhald og nitratinnhald er her av størst interesse. På friland er det lite granska kva nytte ein kan ha av analyser som gjev uttrykk for dette.

Med den gjødselmengda som blir brukt på friland vil det sjeldan bli ein skadeleg høg saltkonsentrasjon i jorda dersom gjødsla blir jamt fordelt i jorda og vasstilgangen er rikeleg. Leiingsevne målingar vil difor neppe gje sikre informasjonar om slike skader.

Nitratanalysane skulle kunne nyttast som rettleiing for trongen til overgjødsling. Verdien av dette er diverre lite granska i forsøk, men under føresetnad av pålitelege analysar er det rimeleg å tru at dei kan vera til god hjelp her. Uttak av representative prøver er svært vanskeleg. Tilført gjødsel vil ikkje bli jamt fordelt, korkje ved grunn- eller overgjødsling. Innhaldet vil også variera etter korleis rotmassen er fordelt. I radkulturar, og særleg ved stor planteavstand, må ein rekna med at dette er ei stor feilkjelde. Nedbør og vatning kan forsterka desse variasjonane.

3. Kontroll av næringstilstanden i jorda.

Mange legg vekt på å oppnå ideelle analysetal i jorda. Ved å fylgja næringstilstanden frå år til år vert det prøvt å gjødsla slik at det vert oppnådd visse nivå for analysane.

For pH kan vi nokså sikkert fastsetja eit slikt ideelnivå, det vil som oftast, alt etter leir- og moldinnhald, variera mellom 5,5 og 6,8. For kalium- og fosforanalysar er dette mykje vanskelegare. Ausland (1963) hevda at han ikkje hadde funni gode laukfelt i Vestfold med Lt under 15. Dette kan neppe vera ei generell grense. I forsøk med stikklauk på Toten har vi oppnådd gode avlingar utan avlingsutslag for fosfor

jamvel om P-AL har vori så låg som 6-7 (Balvoll, 1968).

Både for P-AL og K-AL må ein ta omsyn til jordtypen dersom ein vil fram til eit ideelt nivå. I nederlandsk rettleiings-teneste har det vori nytta fylgjande gruppering (Rijkstuinbouwcon. Bodemaangelengheden, 1960)

| P-AL | Sjøleire | Elveleire | Sjøleire, dobbelkorns. | Sandjord mold, løss | "Baamd-grond" |
|------------|----------|-----------|------------------------|---------------------|---------------|
| Svært lågt | < 5 | <10 | <15 | <20 | <25 |
| Høgt | >35 | >45 | >60 | >80 | >90 |

For kationa vil det ideelle nivået variera med ombyttingskapasiteten. For Missouri, USA, har Lambeth (1958) sett opp ynskjelege analysetal som vist i tabell 23. Fosfor og kalium er ekstrahert med 0,1 N NCl + 0,03 N NH₄F (Bray's metode) og magnesium og kalium med 25 % NaNO₃. Med slike analysetal vil Ca utgjera 70-75 %, Mg 4-6 % og K 3-6 % av dei ombyttbare kationa.

Tabell 23. Ideelle analysetal for grønsaker i Missouri.

| | mg P/100g | Ombyttbare kation i mg/100g | | |
|--|-----------|-----------------------------|-------|---------|
| | | K | Mg | Ca |
| Sandhaldig jord, 8-11 m.e./100 g | 14-15 | 32-40 | 13-15 | 160-240 |
| Leirhaldig sandjord, 12-16 m.e./100 g | 15-17 | 42-55 | 18-26 | 240-360 |
| Leirjord, over 16 m.e./100 g | 19-21 | 50-65 | 32-44 | 400-600 |

Mineralsamansetnad og moldinnhald vil truleg også ha ein innverknad. Ein kan tenkja seg at jord med eit høgt innhald av kaliumfikserande leirmineral vil ha eit høgare idealinnhald enn dersom jorda er rik på mineral som biotitt. På grunn av den låge bindingsevnen av kalium til organisk materiale bør sikkert ikkje kalium utgjera så mykje av dei ombyttbare kationa for ei moldhaldig jord som for ei jord med lågt moldinnhald.

Eit anna problem er dei sesongmessige svingingar i næringsinnhaldet og svingingar som er samanbundne med utvasking og opptak av planter. For prøver uttekne om hausten, må ein rekna med at det kan skje endringar fram til neste vår. På ei jord med lågt leirinnhald vil det ofte føregå ei sterk utvasking i vinterhalvåret, og etter planteslag som kål kan innhaldet av ombyttbart kalium i jorda vera lågt etter hausting, men kan på nytt ha stigi neste vår.

Utanom dette må ein rekna med nokså stor feil bundi til uttak av prøver og analysering.

Regulering av næringstilstanden fram til visse analysetal kan såleis vera tvilsam. På den andre sida kan ein hevda at jordanalysane her gjev opplysingar som ikkje kjem fram i gjødslingsforsøk. Som det vil gå fram av kapitel V D vil ei jord som er i god hevd ofte ha eit auka avlingspotensial utan at kravet til ny gjødsling blir særleg endra.

4. Misvekst.

For å finna årsakene til misvekst som ein trur har samanheng med dei kjemiske tilhøva i jorda kan jordanalysane vera til hjelp. Dersom det er flekkvis misvekst kan ei samanlikning av analysar frå stader med normal vekst og misvekst vera ei rettesnor. Føresetnaden er her at det ikkje er større skilnader i mekanisk samansetnad og moldinnhald mellom dei to stadene.

Litteratur.

- AUSLAND, O. 1963. Jord og gjødsling til kepaløk. Gartneryrket 53: 185-186, 191.
- BALVOLL, G. 1968. Gjødslingsforsøk i kepalauk. Gartneryrket 58: 397-398.
- BALVOLL, G. 1969. Jordanalysar, uttak av prøver og rettleiing for gjødsling. Gartneryrket 39: 762-764.
- BINGHAM, F.T. 1962. Chemical tests for available phosphorus. Soil Sci. 94: 87-95.
- BLACK, C.A. 1968. Soil-plant relationships. Sec. Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, 792 s.
- BREMNER, J.M. 1965. Nitrogen availability indexes. Kapitel 88 i: BLACK, C.A.: Methods of soil analysis. Amer. Soc. Agr., Inc., Publ. Madison, Wisc., USA, s.1324-1345.
- BROWER, C.A. & WILCOX, L.V. 1965. Soluble salt. Kapitel 62 i: BLACK, C.A.: Methods of soil analysis. Amer. Soc. Agr., Inc., Publ., Madison, Wisc., USA, s. 933-951.
- COOKE, G.W. 1967. The control of soil fertility. Crosby Lockwood & Son Ltd., London, 626 s.
- DREWS, M. 1966. Ermittlung der Salzsadgrenze für einige unter Glas angebaute Gemüsearten. Arch. Gartenbau 14: 553-568.
- GUNARY, D. & SUTTON, C.D. 1967. Soil factors affecting plant uptake of phosphorus. Jour. Soil Sci. 18: 167-173.
- HAWORTH, F. & CLEAVER, T.J. 1964. Growth and mineral composition of vegetable seedlings. Jour. hort. Sci. 39: 34-41.
- JACKSON, M.L. 1962. Soil chemical analysis. Constable & Co. Ltd., London, 498 s.
- LAMBETH, V.N. 1958. Toward more efficient vegetable fertilization. Better Crops Plant Food, April 1958, s. 14-20.
- LAMM, R. & HINTZE, S. 1958. Lokala gödslingsförsök med morot och rödbeta 1952-1954. Medd. nr. 114 Statens trädgårdsförsök, 16 s.
- LAMM, R. & ÅVALL, H. 1963. Markkarteringen som vägledning vid fältmässig kökväxtodling. Växt-närings-nytt 19 (3): 8-14.

- MATTINGLY, G.E.G., KUSHIZAKI, M. & CLOSE, B.M. 1959. Rate of growth and phosphorus uptake by ryegrass on calcareous soils. Rep. Rothamst. Exp. St., s.44-45.
- PEECH, M., OLSEN, R.A. & BOLT, G.H. 1953. The significance of potentiometric measurements involving liquid junction in clay and soil suspensions. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 17: 214-218.
- PEECH, M. 1965. Hydrogen-ion activity. Kapitel 60 i: BLACK, C.A.: Methods of soil analysis. Amer. Soc. Agr., Inc., Publ., Madison, Wisc., USA, s. 914-926.
- RATHSACK, K & SCHACHTSCHABEL, P. 1963. Beziehungen zwischen den Ergebnissen von Bodenuntersuchungen und der Wirkung einer P- und K-Düngung auf den Ertrag von Gemüse. Gartenbauwiss. 28: 1-18.
- RIJKSTUINBOUWCONSULENTSCHAP VOOR BODENMAANGELEGENHEDEN, 1960. Adviesbasis voor de bemesting van groenteteeltgewassen in de volle grond (met uitzondering van asparges). 7. september 1960. Stensiltrykk, 7 s.
- RUSSELL, R.S., RUSSELL, E.W. & MARAIS, P.C. 1958. Factors affecting the ability of plants to absorb phosphate from soils: II. A comparison of the ability of different species to absorb labile soil phosphate. Jour. Soil Sci. 9: 101-108.

V. DIVERSE GJØDSLINGSPROBLEM

A. Oppal av planter. Dyrkingsmedium og gjødsling.

I dei fleste gartneri er det eit stort problem å skaffa god, einsarta og sjukdomsfri jord til oppal av småplanter. Ved å bruka rein kvitmosetorv som dyrkingssubstrat er desse problema løyste på ein rimeleg måte.

Torva må kalkast og gjødslast. I tabell 24 er det gitt to oppskrifter på slik gjødsling.

Tabell 24. Mengder pr. m³ laus masse.

| | BALVOLL (1968) | ROLL-HANSEN (1967) |
|-----------------|----------------|--------------------|
| Dolomittmjøl | 8 kg | |
| Kalkdolomitt | | 5 kg |
| Råfosfat | | 3 " |
| Fullgjødsel B | 2 " | 2 " |
| Natriummolybdat | 2 g | 2 g |
| Boraks | 6 " | 5 " |
| Koparsulfat | 20 " | 25 " |
| Mangansulfat | 20 " | 25 " |
| Sinksulfat | - | 25 " |
| Jarnsulfat | 20 " | 50 " |

Til 1 m³ torv trengst det 2-2½ balle torvstrø.

Forsøk ved NLH tyder på at 8 kg dolomittmjøl er turvande for å oppnå optimal pH i torva (Øydvin, 1965, Balvoll, 1967). Ved Statens forsøksgard Kvithamar er det derimot funni at det er lite å oppnå med å tilføra større kalkingsmengder enn 5 kg kalkdolomitt pr. m³. Gjødsling med slag som inneheld fosfor som monokalsiumfosfat fører til sterk pH-seinking (Øydvin, 1965). Det er viktig å vera klår over at kalkingsverknaden er lågare for dolomitt enn for kalkstein, av di dolomitt er tyngst oppløyseleg, og stig med stigande finheitsgrad av kalkingsmidlet. Tilrådinga av kalkdolomitt i staden for dolomitt byggjer på forsøk som viser at ved bruk av dolomitt har innhaldet av Mg i tomatplanter blitt svært høgt, medan Ca-innhaldet har falli. Det har likevel ikkje vori nokon skilnad i vekst mellom forsøksledda (Roll-Hansen, 1967).

Fosfor blir lett utvaska av torv når det er tilført i vassløyseleg form (Balvoll, 1966). Råfosfat er tilrådd for å få ein meir langvarig fosforverknad. Nyttan av dette er neppe prova i forsøk.

2 kg Fullgjødsel pr m³ gjev ein kraftig gjødselverknad utan fåre for saltskader, under føresetnad av at gjødsla er godt innblanda i torva og at torva ikkje får tørka ut.

2 g natrium- eller ammoniummolybdat sikrar plantene mot molybdenmangel så lenge dei veks i torva. For blomkål, brokoli og rosenkål bør det brukast 10 g molybdat for å få ein effekt mot molybdenmangel også etter utplanting.

Det har vist seg at det lett blir skadeverknader av

større mengder bor enn det som er tilrådd, 1,0-1,2 g B/m³. Dette gjeld truleg først og fremst agurk.

Tilrådingane av gjødsling med Cu, Mn og Zn byggjer på eit svakt grunnlag. Roll-Hansen (1967) har teki utgangspunkt i vanlege tilrådde gjødselmengder på friland. Sinkmangel er ikkje påvist ved dyrking av planter i torv i Skandinavia. Jarnmangel kan derimot vera eit problem. På Kvithamar vart det oppnådd størst småplanter av tomat og høgst jarninnhald i plantene ved bruk av jarnchelate samanlikna med ferrosulfat, men i praksis er det neppe nokon føremon å nytta chelat farmfor litt større mengder ferrosulfat, til dømes 100 g/m³.

Innblanding av gjødselstoff i torv er både vanskeleg og arbeidskrevjande. Det finnst mikronæringsblandingar i handelen som lettar arbeidet ein del. Dessutan er det ferdig oppgjødsla torv å få kjøpt. Det er også ein del interesse for såkalla "Fritted Trace Elements" (F.T.E.). Næringsstoffa er her smelta saman med ein glasaktig masse. Stoffa blir i ei slik form ikkje så lett bundi i jorda som elles, og er heller ikkje så utsett for utvasking, reduksjon eller oksydasjon. Fåren for forgifting vert sagt å vera redusert. Handelspreparata er forholdsvis dyre, men med eit rimeleg høve mellom mikronæringsstoffa vil dei likevel kunne få betydning ved torvdyrking.

Ulempene med torv til oppal av utplantingsplanter er at det lett skjer ei utvasking av N, K og P, slik at det er turvande med tilføring av næringsstoff i oppalingsperioden. Dessutan har torva lett for å tørka ut. Årsaka til dette er at jamvel om vasskapasiteten er stor, er det meste av vatnet svakt bundi slik at det lett fordampar. Mange føretrekkjer difor ei blanding av torv og jord til oppal av planter. I Grønsakforsøka har vi ofte brukt ei blanding av tre delar laus torvmasse og ein del dampa kompostjord.

Frå Tyskland blir det innført ei spesiell patentert blanding av like deler leir og torvstrø, såkalla "enhetsjord". Det er i handelen to typer: P-jord, som er tenkt brukt til såing og prikling og som er forholdsvis svakt gjødsla og K-jord som er sterkt gjødsla.

Gjødsling av benkejord. I benk kan 8-10 g Fullgjødsla B pr m² reknast som normalgjødsla. For planter med lang oppalingsstid er overgjødsla eller gjødselvatning som regel nødvendig.

For blomkål, brokkoli og rosenkål er molybdengjødsling aktuelt også ved oppal i benk. Ved å vatna med 2 g molybdat i 5 l vatn pr. m² 2-3 veker framfor utplanting skulle ein vera nokså sikre mot molybdenmangel på feltet. Plantene bør ikkje vera tørre ved vatninga, og det er heldig å brusa over dei straks etter. For sterk konsentrasjon fører til at plantene vert blåfarga. Etter ei slik gjødsla bør ikkje benken nyttast til dyrkingsplass for planter fram til ferdige produkt på grunn av fåren for skadeleg høgt molybdeninnhald i plantene.

B. Saltskader.

1. Årsaker og symptom.

Skader av store mengder salt i jorda er best kjent frå område med stor fordamping og lite utvasking. Det meste vi veit om desse skadene er difor frå granskingar i slike strok. Hjø oss blir saltskadene framkalla av tilført gjødsel. Av di dei fleste grønsakvekstane er gjødselkrevjande, er dette eit alvorleg problem.

Saltskadene viser seg på mange måtar. Ved såing vert spiringa ujamn og dårleg og spiretida lang. Ved utplanting er sviing av røtene vanleg. Eit høgt saltinnhald i jorda fører elles til vekstdepressjon og ein mørk blå-grøn bladfarge. Ein-skilde planteslag blir klorotiske, hjå andre er bladrandskader eller bladrolling vanleg. Eit anna kjenneteikn er at plantene ser ut som dei lir av tørke, men til skilnad frå tørkeskader visnar ikkje plantene. Blada er ofte uvanleg tjukke og har eit tjukkare voksdekke enn det som er vanleg elles. van Dam (1955) gjev opp fylgjande årsaker til saltskader:

1. Vassmangel på grunn av høgt osmotisk potensial i jordvæska, framkalla av eit høgt elektrolyttinnhald.
2. Akkumulering av salt i plantene.
3. Innverknad på ionebalansen i plantene.
4. Mangel eller overskot av spesielle ion i plantene.

Black (1968, s. 372-386) har drøfta problemet inngående og hevdar at saltskadene i første rekke har samanheng med eit redusert vassopptak.

2. Gjødselslag.

Ikkje alle gjødselslag fører like lett til saltskader. Det er vanskeleg å få eit påliteleg mål for dette. Ein framgangsmåte som har vori prøvt er (Jackson, 1962):

$$\text{"saltindeks"} = \frac{\text{Spesifikk leiingsevne av 1 g gjødsel i 1 liter vatn}}{\text{Spesifikk leiingsevne i 0,1 \% NaNO}_3} \times 100$$

Ulemjen med metoden er at det ikkje vert teki omsyn til utfelling og sorpsjon som skjer i jorda. Ein annan type av saltindeks byggjer difor på auken i det osmotiske potensialet i jorda ved tilføring av ei viss gjødselmengde samanlikna med same mengd natriumnitrat (Rader et al., 1943). Tabell 25 viser resultat frå ei slik gransking.

Tabell 25. Saltindeks for ulike gjødselslag.

| | Saltindeks | Saltindeks pr. % næringstoff |
|----------------------------------|--------------|---------------------------------|
| Ammoniumnitrat 25 % N | 104,7 | 2,99 (N) |
| Diammoniumfosfat 21 % N, 24 % P. | 34,2 | 1,61 (N) 1,44 (P) |
| Ammoniumsulfat 21 % N | 69,0 | 3,25 (N) |
| Kaliumnitrat 14 % N, 39 % K | 73,6 | 5,33 (N) 1,90 (K) |
| Kalsiumnitrat 12 % N | 52,5 | 4,41 (N) |
| Urea 47 % N | 75,4 | 1,62 (N) |
| Natriumnitrat 16,5 % N | <u>100,0</u> | 6,06 (N) |
| Superfosfat 8 % P | 7,8 | 0,99 (P) |
| " 18 % P | 10,1 | 0,50 (P) |
| Kaliumklorid 41,5 % K | 109,4 | 2,63 (K) |
| " 49,8 % K | 116,3 | 2,34 (K) |
| Kaliumsulfat 44,9 % K | 46,1 | 1,03 (K) |
| Kaliummagnesium 18 % K | 43,2 | 2,37 (K) |
| Kieseritt 20 % Mg | 38,7 | 1,93 (Mg) |
| Mg-sulfat 9,8 % Mg | 44,0 | 4,49 (Mg) |

Ulempen med metoden er at verdiane er avhengig av jorda som blir brukt i granskinga. Tabellen viser likevel ein generell tendens. Gjødselslag som inneheld nitrat og klorid gjev alltid høge indeksar av di det ikkje finnst kation i jorda som gjev tungt oppløyselege salt. Sulfat blir lett utfelt med kalsium, og innhaldet av kalsium i jorda kan difor ha innverknad på graden av saltskader framkalla av sulfatgjødsel. Mange frøslag kan spira i ei metta oppløysing av gips. Fosfata er endå mindre oppløyselege i jord. Dersom gjødsla får omsetja seg i jorda før såing eller planting, kan ein sjå bort frå saltskader framkalla av fosfatgjødsel.

3. Vasstilgang.

Til vanleg kan ein rekna med fylgjande tilhøve mellom vassmengdene i jord (Brower & Wilcox, 1965):

| SSE | Feltkapasitet | Visnepunkt |
|-----|---------------|------------|
| 4 | 2 | 1 |

For lett oppløyselege salt vil såleis konsentrasjonen vera mellom to til fire gonger så høg i jordvaska som funni ved hjelp av SSE-metoden. For fosfat og sulfat vert tilhøvet annleis. Figur 3 viser at medan konsentrasjonen av nitrat og klorid er omvent proposjonal med saltinnhaldet, er innhaldet av sulfat- og fosfat- salt nærpå uavhengig av mettingsgraden.

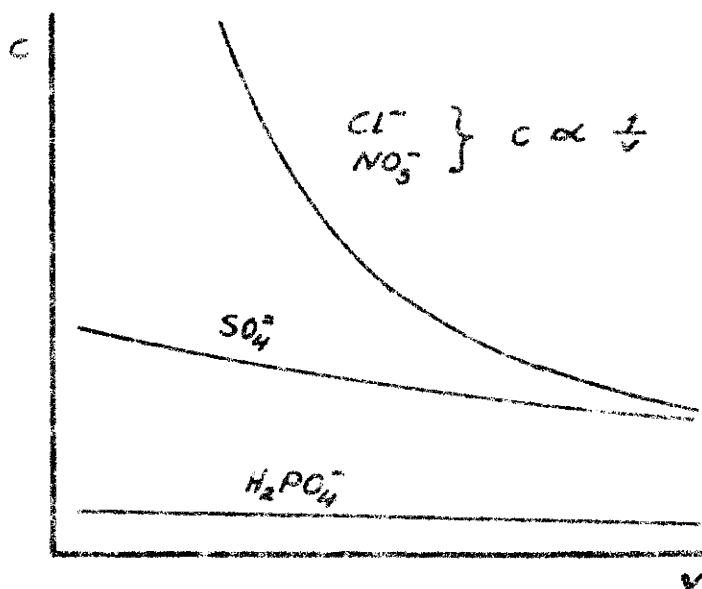


Fig. 3. Teoretisk samanheng mellom vassinnhald i jord (V) og konsentrasjon (c) av ulike anion i jordvaska. (Orig.)

4. Jord.

Av di vassinnhaldet i jorda har stor innverknad på saltkonsentrasjonen i jordvaska, er det størst fåre for saltskader på moldfattig sandjord. Utanom jordtypen har også kjemiske tilhøve i jorda innverknad. Skilnaden mellom fåren for saltskader av sulfat- og kloridgjødsl vil truleg auka med aukande kalsiuminnhald i jorda. I rein torv kan også vassoppløyslege fosfat føra til saltskader og fåren for dette vil bli redusert med stigande kalkingsmengder.

5. Tid frå gjødsling.

Straks etter tilføring av handelsgjødsel, og mest utprega under tørre vekstvilkår, vil ein høg saltkonsentrasjon vera lokalisert til eit lite jordvolum kring gjødslkorna. Frø og røter i direkte kontakt med denne vaska vil mest alltid bli skadde. Fordeling i jordvaska og kjemiske utfellingar kan ta lang tid. Det er difor ofte avgjerande om gjødsla blir innblenda i jorda i god tid føre såing eller planting. Hösölin et al. (1964) tilrår at dersom ikkje gjødsla ved gulrot dyrking kjem ut minst ei veke framfor såing, er det betre å venta med gjødslinga til etter spiring, og Haworth & Cleaver (1963) fann at 4 veker etter gjødsling vart det framleis spireskader for gulrot, kepalauk og salet ved tilføring av meir enn 20 kg K/daa. Etter 12 veker vart det derimot ingen skader for største mengde, 80 kg K/daa.

6. Innblanding i jorda.

Nedmyldinga av gjødsla har truleg stor innverknad på fåren for saltskader. Ved ei grunn harving vil det meste av gjødselkorna bli dårleg fordelt og berre i det øverste jordsjiktet. Dersom gjødsla blir frasa inn i jorda kan ein truleg bruka større gjødselmengder enn elles utan fåre for saltskader.

7. Art og alder.

Det er velkjent at det er store skilnader mellom planteartene når det gjeld toleranse mot saltskader. På grunnlag av omfattande granskingar på saltjord sette Richards (1952) opp ei rekkjefylgje for toleranse og med skadegrense uttrykt som SSE-tal (tabell 26).

Tabell 26. Toleranse mot saltskader.

| <u>Planteslag:</u> | <u>Grense:</u> | <u>Planteslag:</u> | <u>Grense:</u> |
|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
| Bygg | SSE 16 | Sukkermais | |
| Sukkerbete | | Potet | |
| Raps | | Gulrot | |
| Bcmull | SSE 10 | Kepalauk | |
| Rug, kveite, havre | | Ert | |
| Tomat | | Graskar | |
| Brokkoli, kvitkål | | Agurk | SSE 4 |
| Paprika | | Reddik | |
| Blomkål | | Stilkselleri | |
| Salat | | Bønne | SSE 3 |
| Sukkermais | | | |

(Bernstein (1959) nyttar same inndelinga men med litt lågare toleransegrenser.

Ein kan merka seg at mange grønsakvekstar er meir utsette for saltskader enn dei vanlege jordbruksvekstane.

I eit gruskulturforsøk med undervatning vart det osmotiske potensialet i næringsoppløysinga variert ved tilsetjing av NaCl (Nieman, 1962). Nokre av resultatata går fram av tabell 27.

Tabell 27. Gruskulturforsøk med stigande mengder NaCl i næringsoppløysinga.

| Planteslag: | Kontroll, g/plante | Vekt i % av kontroll | | | |
|-------------|-----------------------|----------------------|---------|---------|---------|
| | | 1,4atm. | 2,4atm. | 3,4atm. | 4,4atm. |
| Bete | 67 | 107 | 119 | - | 98 |
| Spinat | 119 | 90 | 129 | 121 | 88 |
| Nepe | 139 | 113 | 101 | 98 | 81 |
| Hovudkål | 1878 | 144 | 95 | 96 | 52 |
| Tomat | 2984 | 91 | 74 | 77 | 72 |
| Salat | 208 | 68 | 60 | 65 | 52 |
| Reddik | 28 | 91 | 68 | 54 | 38 |
| Paprika | 988 | 68 | 64 | 58 | 33 |
| Bønne | 340 | 88 | 55 | 22 | 16 |
| Kepalauk | 134 | 77 | 39 | 39 | 28 |
| Ert | 66 | 77 | 53 | død | død |

Temperaturen var for høg for lauk og ert, slik at resultat her kan vera litt misvisande. Resultata elles samsvarar bra med Richards si inndeling, jamvel om det er ein del skilnader i rekkjefylgja. Ei årsak til slike skilnader kan vera at toleransegrensa kan endra seg med utviklinga av plantene. Under oppspiring og på eit tidleg stadium har mange planteslag ei låg toleransegrense, jamvel om dei er sterke mot saltskader seinare. I forsøk i torv oppnådde Penningsfeld (1960) dei resultat som er oppsette i tabell 28.

Tabell 28. Optimal gjødsling av torv.

| g fullgjødsel pr. liter torv = kg/m ³ . | |
|--|-----------------------------------|
| <u>Spiring:</u> | <u>Pottestadiet:</u> |
| Selleri 0,5 | Bønne, ert, gulrot 1,0 |
| Lauk, gulrot 1,0 | Lauk, salat, tomat, |
| Raubete, salat 1,5 | agurk 1,0-1,5 |
| Spinat 2,0 | Knutekål, reddik, blomkål 1,0-2,0 |
| Bønne, tomat, agurk, | Raubete, spinat 1,5-2,0 |
| blomkål 2,5 | |
| Ert, reddik 3,0 | Selleri 2,0-3,0 |

Ved sida av selleri er raubete eit døme på planteslag med høg salttoleranse, men med låg toleranse under spiring.

Det er all grunn til å merka seg kva planteslag det er som er mest utsette for saltskader under spiring, av di dette er den forma av saltskader som reduserer avlingane mest i praksis. Ein kan dessutan merka seg at småplanter er meir utsette for slike skader enn eldre planter. Drews (1966) fann såleis fylgjande grenseverdier ved ein framgangsmåte som liknar SSE-metoden:

| | | |
|-------------------|-----|---------|
| Salat, småplanter | 4,8 | mmho/cm |
| Tomat, småplanter | 5,0 | " |
| Reddik | 6,5 | " |
| Salat | 6,7 | " |
| Agurk | 8,0 | " |
| Tomat | 8,5 | " |
| Knutekål, blomkål | 9,0 | " |

C. Klorid eller sulfatgjødning.

I grønnsakproduksjonen i Noreg vert det i stor utstrekning brukt kloridfattig gjødning. Det kan vera fleire årsaker til det. Gjødslingsutgiftene for dei fleste grønnsakvekstane utgjer ein forholdsvis liten del av driftsutgiftene, slik at pris-skilnaden mellom klorid og sulfat ikkje har større innverknad på det økonomiske resultatet. Fåren for avlingsnedgang eller kvalitetsnedgang ved bruk av klorid har difor vori tillagt stor vekt. Det er dessutan lite kjent at det under spesielle tilhøve kan bli oppnådd best resultat med kloridgjødning.

1. Prisskilnader mellom gjødselslaga.

Skilnaden i pris for kalium mellom klorid og sulfat er ikkje liten. Fylgjande utrekningar er bygde på oppgåver frå Rogaland Felleskjøp for april-juni 1969, og viser pris pr. kg K:

| | |
|------------------------|----------|
| Kaliumgjødning, 49 % K | kr. 0,67 |
| Kaliumsulfat, 41 % K | kr. 0,98 |

Ved å gå ut frå prisane for N i kalkammonsalpeter, P i kraftsuperfosfat og K i kaliumgjødning 49 % eller kaliumsulfat finn ein at meirprisen for PK eller NPK i fylgjande gjødselslag er:

| | |
|------------------------------|--------|
| Kalisuperfosfat "blå" (8-20) | 22 % |
| Kalisulfatsuper | 35 % |
| Fullgjødning A | 7,6 % |
| Fullgjødning B | 14,7 % |

Av dette går det fram at meirprisen for sulfat framfor klorid er større for fleirsidige gjødselslag og gjødselblandingar enn mellom kaliumgjødning 49 % og kaliumsulfat.

Dersom dyrkarane må bruka kloridfattig gjødning, vil dette føra til at dei må gå til innkjøp av fleire gjødselslag enn elles. Dessutan er det få gjødselslag å velja i dersom ein skal halda seg til kloridfattig gjødning. I tillegg til dette kjem at kaliumsulfat ikkje er granulert og såleis er vanskelegare å spreia enn kaliumgjødning 49 %. Dersom gjødsling skal vatnast ut, er dette lettare med den kloridrike enn den sulfat-rike gjødsling på grunn av ulik oppløysingsgrad.

2. Tilføring og utvasking.

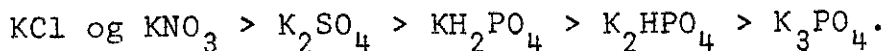
I middel kan ein rekna med fylgjande innhald av Cl og SO_4 -S i gjødsla (tabell 29).

Tabell 29. Klor og svovelinnhald i ulike gjødselslag.

| | | Cl | S |
|-----------------------|---------|------|------|
| Kaliumgjødsel 33 % K, | % | 44,0 | 0,8 |
| Kaliumgjødsel 49 % K, | % | 46,0 | 0,6 |
| Kaliumsulfat 41 % K, | % | 1,3 | 18,0 |
| Fullgjødsel A, | % | 10,5 | 1,6 |
| Fullgjødsel B, | % | 0,9 | 7,5 |
| Husdyrgjødsel, | kg/tonn | 2,5 | 0,7 |

Gjødselklorida er lettløselege, medan sulfata av kalium, magnesium og særleg kalsium er tungt oppløselege. Det er heller ikkje kation i jorda som saman med Cl^- har eit lågt løysingsprodukt. Gjødsling med klorid fører difor til ein auke i elektrolyttkonsentrasjonen i jordvaska som tilsvorar det som er tilført. For sulfat er tilhøvet annleis. På grunn av det låge løysingsproduktet for kalsiumsulfat og den høge kalsiumkonsentrasjonen i jordvaska, er utfelling av kalsiumsulfat vanleg ved gjødsling med sulfat. I tillegg kjem av sulfationa til ein viss grad vert adsorbirt til jordkolloida, slik at elektrolyttkonsentrasjonen også av den grunn blir mindre ved tilføring av sulfat enn klorid.

Ulik oppløysingsevne og adsorpsjon gjer også at det blir større utvasking ved tilføring av klorid enn sulfat. For ein del kaliumsalt hevdar Munson & Nelson (1963) at rekkjefylgja er:



3. Opptak i plantene.

Kloridiona vert lett opptekne i plantene og dei kan difor til ei viss grad hindra opptak av andre anion, til dømes SO_4 . NO_3^- hindrar opptak av Cl⁻ og NH_4^+ fremjar dette opptaket. Skilnaden i verknad på kloridopptaket mellom ammonium og nitrat skal vera nokså stor. I eit forsøk vart det såleis funne at ammoniumgjødsling auka Cl⁻ opptaket til det doble samanlikna med nitrattilførsel.

I høve til sulfatgjødsling fører klorid som oftast til eit større opptak av mangan og kalsium og stundom også magnesium. Meiroptaket av kation er likevel ikkje større enn meiroptaket av anion, slik at gjødsling med kaliumklorid på same måte som kaliumsulfat, har liten fysiologisk verknad på pH i veksemediet.

4. Verknad på fysiologiske prosessar i plantene, næringsinnhald og kvalitet.

Kloridgjødning vil samanlikna med sulfat auka høvet Ca/K i plantene. Det har vori hevda at dette kan vera uheldig, men at det har ein heldig verknad for einiskilde "kalkelskande" planteslag som bete og selleri. Fleire av desse planteslaga veks godt på kalsiumrik jord og blir ofte sagt å føretrekkja kloridgjødning framfor sulfat.

Kloridiona vert ikkje bundne i organisk form i plantene, men held fram som frie ion også i cellene. På grunn av krav til elektronøytralitet kan ein tenkja seg at dette også vil føra til ein auka konsentrasjon av frie kation. Ein teori går ut på at det særleg er kalium som vert inaktivert på denne måten og at kloridskader difor kan vera fysiologisk kaliummangel.

Skilnader i avlingsmengd og kvalitet mellom klorid- og sulfatgjødning har for ein stor del samanheng med vassushaldet i plantene. Kloridiona er sterkt hydratiserte. Dette, saman med eit auka elektrolyttinnhald i plantene ved kloridgjødning, gjer at det osmotiske potensialet i plantene aukar. Dette resulterer i eit auka vassinnhald.

Bremer (1936) oppnådde fylgjande resultat i eit benkeforsøk.

Tabell 30. Avling og innhald i gulrot (blad + rot).

| | 0 kg K/daa Ugjødning | 40 kg K/daa | |
|---------------------------|-------------------------|----------------|--------------|
| | | kaliumgj. 33 % | kaliumsulfat |
| Avling, kg/m ² | 9,2 | 8,7 | 8,4 |
| Tørrstoff, % | 11,11 | 10,13 | 11,99 |
| K, g/kg tørrstoff | 5,15 | 4,81 | 5,15 |
| Cl, g/kg | 0,92 | 2,59 | 0,73 |
| S, g/kg | 0,27 | 0,14 | 0,29 |

Innverknaden på tørrstoffinnhaldet er nokså markert. Dette er ofte meir utprega for blad enn for lagringsorgan som røter av gulrot.

Ei fylgje av eit auka osmotisk potensial i plantene skal vera at dei blir meir tørkesterke. Det har difor vori hevda at kloridgjødning er å føretrekkja under tørre og varme vekstvilkår. (Ei anna sak er at store nedbørsmengder kan vaska ut kloridiona slik at det blir mindre kloridskader av den grunn).

I einiskilde høve kan eit auka vassinnhald i grønsakene vera ei uløype, i andre ikkje. For vekstar som salat, hovudkål og stilkcelleri er det neppe uheldig sett frå ein kvalitetssynstad, men for rotvekstar og tomat blir tilhøvet annleis.

Kloridgjødninga har ei sikker innverknad på karbohydrat-omsetnaden i plantene. Eit høgt kloridinnhald set ned aktiviteten av dei hydrolyserande enzyma. Dette fører til ei auking av høvet: stive/sukker i blada. Sukkertransporten vert dermed liten og innhaldet av stive i lagringsorgana redusert. Dette er særleg velkjent for potet.

Stundom reduserer kloridgjødning klorofyllinnhaldet i plantene. Dermed går også protein- og karotin-innhaldet tilbake. Det er også påvist at innhaldet av organiske syrer kan gå attende ved kloridgjødning.

Det er elles ikkje påvist nokon einstydig verknad på kvaliteten av grønsaker mellom klorid- og sulfatgjødning. I dei forsøka som har vori utført, har det ofte vori slik at det kaliumgjødselslaget som har gjevi størst avling også har gjevi best kvalitet.

5. Gruppering etter kloridtoleranse.

Ei inndeling av planteartene etter korleis dei reagerer på klorhaldig gjødning er vanskeleg. Svært mange faktorar verkar inn på kva gruppe vekstane bør plasserast i. Oppsettet nedanfor byggjer på fleire granskingar (særleg Geissler, 1955).

| Kloridgjødning best | Toler godt kloridgjødning | Som oftast ingen skade av klorid. | Sulfatgjødning best |
|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Selleri | Spinat | Kålrot | Blomkål (?) |
| Bladbete | Raubete | Vinterreddik | Sommarreddik |
| Asparges | Rosenkål | Gulrot | Agurk |
| Purre | Raukål | Salat | Melon |
| | Kvitkål | | Graskar |
| | Ert | | Tomat |
| | | | Potet |
| | | | Bønne |
| | | | Lauk |
| | | | Jordskokk (?) |

For grønsaker skal skaden av klorid vanlegvis vera nedsett avling. Dette gjeld særleg rotgrønsaker. Bladveksten kan derimot verta positivt påverka. Som nemnt tidlegare kan også kvaliteten verta påverka ved eit auka vassinnhald og ved redusert stiveinnhald i lagringsorgana.

6. Faktorar som påverkar effektane av kaliumklorid og -sulfat.

Under spesielle tilhøve må ein rekna at kloridgjødning aukar faren for saltskader. Tabell 31 gjev resultatata frå eit einfelt spiringsforsøk med gulrot.

Tabell 31. Spiringsforsøk med gulrot i sandjord (Upubl.).

| | % spirte frø, døger frå såing | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|----|----|----|----|----|
| | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 |
| 0 g K/l | 64 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 |
| 1 g K/l, klorid | 0 | 6 | 42 | 66 | 72 | 72 |
| 1 g K/l, sulfat | 8 | 56 | 70 | 72 | 72 | 72 |
| 2 g K/l, klorid | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 g K/l, sulfat | 0 | 0 | 18 | 26 | 38 | 40 |

Resultata viser at spiringa har blitt meir skadd av kaliumklorid enn av sulfat. Det er likevel ikkje markforsøk som viser tilsvarande resultat. Årsaka til dette kan vera at dette er eit vanskeleg problem å arbeida med ute på åkeren av di forsøksfeilen blir svært stor. Dessutan er saltskadene ved gjødsling ofte framkalla av direkte kontakt med gjødselkorn. Av di kloridgjødsla går lett i oppløysing, kan fåren for skader gå raskare over enn ved bruk av sulfat.

Det er oppnådd forsøksresultat som viser at vekstvilkåra påverkar skilnaden i effekt mellom sulfat- og kloridgjødsel. Som nemnt tidlegare kan vasstilgangen ha ein innverknad. I eit tysk karforsøk gav såleis kaliumklorid best resultat for reddik og spinat når vasstilgangen var knapp, medan kaliumsulfat var å føretrekkja når plantene fekk rikeleg med vatn (Geissler, 1953). Også lystilgangen kan ha ein innverknad. I same granskinga vart det funni at tomat hadde eit høgare kaliumkrav ved kloridgjødsling enn ved sulfatgjødsling, men berre når lysintensiteten var låg.

Næringstilgangen frå jorda har også innverknad. I mange forsøk er det påvist at når nitrat vert brukt som nitrogengjødsel er skadeverknaden av klorid mindre enn når det vert gjødsla med ammonium. Det vert også hevda at låg jordreaksjon fremjar kloridopptaket og aukar fåren for kloridskader. På kaliumrik jord og også på moldrik jord er fåren for slik skade truleg liten.

I dei fleste høve er det neppe grunn til å venta særlege skilnader i effekt av kaliumklorid og sulfat. Ein bør også vera klår over at det er forsøk som viser eit klårt betre resultat av kaliumklorid enn sulfat. I kanadiske forsøk på myrjord 1937-39 vart middelavlingane ved gjødsling med 22 kg K/daa som vist i tabell 32 (Browne, 1948).

Tabell 32. Avling i kg/daa.

| | Klorid | Sulfat |
|--------------|--------|--------|
| Potet | 3040 | 2600 |
| Kepalauk | 2818 | 2110 |
| Stilkselleri | 4000 | 2550 |
| Spinat | 2775 | 2500 |
| Kvitkål | 6000 | 5800 |

For andre grønsaker som var med i forsøka, vart det oppnådd tilsvarande resultat. I eit forsøk med stilkseileri vart kvaliteten nedsett ved sulfatgjødsling. Stilkane var lite sprø og hadde ein dårleg smak.

D. Krav til jord i god hevd.

Ein del grønsakvekstar har frå gammalt av vori omtala som kravfulle når det gjeld den næringstilstanden som jorda er i. Agurk, blomkål, kepalauk, purre, selleri, salat og spinat vert ofte sagt å gje eit dårleg resultat på jord i dårleg hevd.

Ei årsak til dette kan vera at desse planteslaga set store krav til "lett tilgjengeleg" fosfor frå jorda. Jord som har vori brukt til grønsakdyrking i mange år er vanlegvis i god fosfortilstand. Etter kvart gjeld dette også jord som blir brukt til jordbruksproduksjon. Dette kan vera ei årsak til at dei kravfulle grønsakene nå i større grad enn tidlegare kan dyrkast i veksling med andre planteslag.

Fosforinnhaldet i jorda varierer ofte mykje innanfor same eigedom. Jord som frå gammalt av har vori brukt som åkerjord har oftast eit høgt fosforinnhald. Som eksempel kan nemnast at gamal åkerjord på øya Vigra utanfor Ålesund har eit uvanleg høgt fosforinnhald (tabell 34).

Tabell 34. Fosforinnhald i jorda på Vigra (Balvoll, 1964).

| | P _{AL} | | | | | | Sum |
|---------------------|-----------------|---------|--------|-------|-------|-----|-----|
| | 1,8-5,0 | 5,1-8,0 | 8,1-12 | 13-20 | 21-40 | >40 | |
| Gamal åker- jord | - | - | 4 | 10 | 7 | 18 | 39 |
| Nyare dyrka jord | 6 | 8 | 5 | 2 | 1 | 1 | 23 |
| Rest | 8 | 7 | 8 | 7 | 3 | 1 | 34 |
| Sum | 14 | 15 | 17 | 19 | 11 | 20 | 96 |

Ei anna årsak til at nokre vekstar føretrekkjer jord i god hevd kan vera at dei krev ein rikeleg og jamn næringstilgang. På jord i dårleg hevd kan det difor vera vanskeleg å få dekkja det store gjødselkravet utan at det blir saltskader. Ved forsøksstasjonen Wellesbourne, England, vart det lagt ut forsøk for å granska kva avlingar ein kunne oppnå på jord som ikkje vart oppgjødsla med husdyrgjødsel samanlikna med ledd der det vart tilført 5000 kg husdyrgjødsel årleg. Fleire vekstar har vori dyrka. Resultata i tabell 35 viser middelavling i kg/daa for åra 1960-64 for raudbete (Haworth et al., 1966).

Tabell 35. Resultat frå eit fleirårig gjødslingsfelt.

| | kg N/daa | | | kg P/daa | | | kg K/daa | | |
|----------------|----------|------|------|----------|------|------|----------|------|------|
| | 7 | 14 | 21 | 0 | 9 | 18 | 0 | 9 | 18 |
| utan husdyrgj. | 2960 | 3660 | 3770 | 3340 | 3540 | 3490 | 3090 | 3460 | 3810 |
| med " | 5170 | 5700 | 5900 | 5500 | 5700 | 5550 | 5570 | 5570 | 5600 |

På ledd utan husdyrgjødsel, men med 21 kg N og 18 kg K/daa vart avlinga heva til 4493 kg/daa. Det meste av skilnaden mellom husdyrgjødsla ruter og ikkje husdyrgjødsla kunne såleis opphevast ved sterk kalium- og nitrogengjødsling. Fleire resultat i denne omfattande serien tyder likevel på at det ville vori vanskeleg i eit einskild år å eliminera skilnaden ved hjelp av store mengder handelsgjødsel. Analysar av småplanter viste ein stor skilnad i kaliumopptak mellom husdyrgjødsla og ikkje husdyrgjødsla ledd som ikkje kunne opphevast ved sterk kaliumgjødsling av di det førte til saltskader.

På grunnlag av britiske forsøk i dei seinare åra trekkjer Cooke (1967, s. 280) fylgjande konklusjon:

Restmengder av alle tre næringstoffa (nitrogen, fosfor, kalium) tilført som gjødsel i tidlegare år, aukar avlinga og reduserer ofte kravet til ny gjødsling. Kanskje endå meir viktig enn ein reduksjon av gjødselkravet er det at når jorda på denne måten er komi i betre hevd, vil avlinga ofte bli auka uansett mengder av ny gjødsel. Dette gjeld for alle dei tre hovudnæringstoffa. Ei betring av næringstilstanden i jorda aukar avlingspotensialet på jord under vanskelege dyrkingsvilkår (som til dømes på jord med dårleg struktur eller under tørre vekstvilkår). Årsaka til dette er at vekstane lettare kan få tak i tilstrekkeleg næring frå reserver fordelt i heile matjordlaget enn frå næring i ny gjødsel som alltid er lokalisert i deler av matjorda. I tillegg kan nitrat som er vaska ned i undergrunnen vera av spesiell verdi for planteslag med eit djuptgåande rotsystem.

Litteratur.

- ARNOLD, A. 1955. Die Bedeutung der Chloridionen für die Pflanze. Bot. Stud., Hefte 2, Jena, 148 s.
- BALVOLL, G. 1964. Jord og næringstilstanden i jorda på Vigra. Stensiltr. nr. 15. Inst. gr.dyrk., 11 s.
- BALVOLL, G. 1965. Klorholdig gjødsel i grønsakproduksjonen. Gartneryrket 55: 509-510.
- BALVOLL, G. 1966. Resultat frå eit gjødslings- og kalkingsforsøk i torv med veksthusagurk og salat. Stensiltr. nr. 20. Inst. gr.dyrk., 10 s.
- BALVOLL, G. 1968. Gjødsling til grønsaker på friland. Kapitel i: Uhlen, G. (Redaktør): Handbok i gjødsling. Bøndenes Forlag, Oslo, s. 187-203.
- BERNSTEIN, L. 1959. Salt tolerance of vegetable crops in the West. U.S. Dep. Agric., Inform. Bull. No. 205, 5 s.
- BLACK, C.A. 1968. Soil-plant relationships. Sec. Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, 792 s.
- BREMER, A. 1936. Kalk og klorholdig og klorfri kali til gulrot og spinat i elektriske benker. Upubl. rapport til Styret for 1905-fondet NLH, 4 s.
- BROWER, C.A. & WILCOX, L.U. 1965. Soluble salt. Kapitel 62 i: BLACK, C.A.: Methods of soil analysis. Amer. Soc. Agr., Inc. Publ., Madison, Wisc., USA, s. 933-951.
- BROWNE, F.S. 1948. Nutrient requirements of muck soil. Hort. Div. Central Exp. Farm, Prog. Rep. 1934-1948, s. 234-246.
- BURGHARDT, H. 1962. Über die Bedeutung des Chlores für die Pflanzenernährung unter besonderer Berücksichtigung des Chlorid/Sulfat-problems. Angew. Bot. 36: 203-257.
- CHAPIN, J.S., FISHER, F.L. & CALDWELL, A.G. 1964. Effect of fertilizers on the conductivity of saturated soil extracts. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28: 90-92.
- COOKE, G.W. 1967. The control of soil fertility. Crosby Lockwood & Son Ltd., London, 626 s.
- van DAM, J.G.C. 1955. Examination of soils and crops after the inundation of 1st February 1953. II The influence of salt on the chief vegetable crops. Neth. Jour. Agr. 3: 1-14.

- GEISSLER, T. 1953. Über die Wirkung chlorid- und sulfathaltiger Düngemittel auf den Ertrag einiger Gemüsearten unter verschiedenen Umweltverhältnissen. Arch. Gartenbau 1: 233-343.
- GEISSLER, T. 1955. Einige Untersuchungen über die Chloridverträglichkeit verschiedener Gemüsearten. Arch. Gartenbau 3: 316-325.
- HAWORTH, F. & CLEAVER, T.J. 1964. Growth and mineral composition of vegetable seedlings. Jour. hort. Sci. 39: 34-41.
- HAWORTH, F., CLEAVER, J. and BRAY, J.M. 1966. The effect of different manurial treatments on the yield and mineral composition of red beet. Jour. hort. Sci. 41: 243-255.
- HÖSSLIN, R., STEIB, T. & MAPPES, F. 1964. Gemüsebau. BLV., München/Basel/Wien, 544 s.
- JACKSON, M.L. 1962. Soil chemical analysis. Constable & Co, Ltd., London, 498 s.
- MUNSON, R.P. & NELSON, W.L. 1963. Movement of applied potassium in soils. Jour. Agric. Fd. Chem. 11: 193-201.
- NIEMAN, R.H. 1962. Some effects of sodium chloride on growth, photosynthesis and respiration of twelve crop plants. Bot. Gaz. 123: 279-285.
- PENNINGSFELD, F. 1960. Nährstoffbedarf marktwichtiger Gemüsearten im Auflauf- und Jungpflanzenstadium. Staatl. Lehr- Forsch. Inst. Gartenbau Weihenstephan. Jahresbericht 1959/60: 40-61.
- RADER, L.F., WHITE, L.M. & WHITTAKER, C.W. 1943. The salt index - a measure of the effect of fertilizers on the concentration of the soil solution. Soil Sci. 55: 201-218.
- RICHARDS, L.A. (Editor) 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agr. Handbook No. 60.
- ROLL-HANSEN, J. 1967. Torv i gartneri og i hage. Medd. Norske myrsel. 65: 55-96.
- STOUT, G.J. 1969 a. Intensity and balance, a new system for soil testing - for use when crops are grown intensively. Amer. Veg. Grower 17 (2) : 13, 15, 52.
- STOUT, G.J. 1969 b. Testing for "balance" in the fertilizer program. Amer. Veg. Grower 17 (9): 10-12.
- ØYDVIN, J. 1965. Verknad av kalking og gjødsling på pH i torv. Forsk. Forsøk Landbr. 16: 129-138.

VI. INNVERKNAD AV GJØDSLING PÅ INDRE KVALITET.

Gjødslinga påverkar den kjemiske samansetnaden av grønnsakene i stor grad. Dette verkar også inn på den biologiske verdien av varene. Dette har likevel ikkje vori tillagt større vekt. Ei årsak til det er at gjødsling som fører til optimal avling og god ytre kvalitet ofte gjev eit produkt med ein heldig biologisk samansetnad. Det mest avgjerande er likevel at kvalitet som har med den kjemiske samansetnaden å gjera ikkje kan vurderast utan omfattande kjemiske analysar. Dermed er ein heldig samansetnad av litenverdi i omsetnaden.

A. Grunnstoff.

Gjødsling med eit salt vil alltid føra til ein viss auke i plantene av dei kationa og aniona som er tilførte, men ofte i ulik grad etter kva salt som vert tilført. Gericke & Bärman (1964) fann fylgjande auke i produkta ved gjødsling med N, P og K på eit fleirårig gjødslingsfelt (tabell 36).

Tabell 36. Meirinnhald i grønnsaker ved gjødsling i høve til ugjødsla.

| | N | P | K |
|---------|--|--|--------------------------------|
| <10 % | Tomat grønkkål | Bønne | |
| 10-40 % | Purre, lauk, bønne gulrot, spinat, salat, hovudkål | Grønkkål, salat, hovudkål, gulrot, lauk, purre | Hovudkål, grønkkål |
| 40-80 % | Selleri | Selleri, spinat, tomat | Salat, selleri purre, tomat |
| >80 % | | | Bønne, lauk, spinat, gulrot |

På grunn av forsøksopplegget var innverknaden av fosfatgjødsling på P-innhaldet stort, og av nitrogengjødsling på N-innhaldet lite i høve til det som vanlegvis vert funni. (jfr. tabell 46). Som ein hovudregel kan ein seia at gjødsling med N, K og Na vil påverka innhaldet av desse stoffa nokså sterkt. Mg-gjødsling fører til ein auke i Mg-innhaldet medan Ca-tilføring har mindre innverknad på Ca-innhaldet. Roll-Hansen (1947) fann såleis at stigande mengder kalksteinsmjøl ikkje påverka Ca-innhaldet i grønnsakene i forsøk på Kvithamar. Utanom sterk fosforgjødsling på fosforfattig jord vil heller ikkje fosforgjødsling påverka P-innhaldet i større grad.

Gjødsling med B, Mo, Cu og Cl vil auka innhaldet av desse stoffa. For jarn og mangan er innhaldet meir avhengig av

red-oks- tilbøve i jorda enn tilførte mengder.

Frå ei helsemessig side kunne det vera ynskjeleg å heva innhaldet av Ca og Fe. Eit høgt kalsiuminnhald er vanskeleg å kombinera med andre kvalitetsegenskapar av di sterk gjødsling med nitrogen og kalium mest alltid fører til eit redusert Ca-innhald.

Einskilde hevdar at det er heldig med eit høgt innhald av jod i grønnsakene. Innhaldet vert sterk påverka av tilgangen og er difor høgare i kyststroka enn i innlandet. Tang inneheld om-lag 900 mg jod pr. kg tørrstoff og Chilesalpeter 50-200 mg/kg. Tilføring av så små mengder som 300-400 g/daa har vist seg å vera giftig for plantene i einkilde høve. Det er truleg stor skilnad i jod-toleranse. Kålvekstane skal vera mellom dei planteslaga som er sterkast mot dette.

B. Helsefårlege stoff.

Plantene kan ta opp så store mengder av einkilde stoff at det er helsefårleg. Av gjødselstoffa gjeld dette særleg molybden. Ved vanleg gjødsling er fåren neppe stor, men dersom det er tilført store molybdenmengder til planter under oppal bør den jorda neppe nyttast som dyrkingsplass for grønnsaker etterpå. Ved tilsetjing av stigande mengder molybdat til torv fann Reeker (1959) at Mo-innhald i småplanter under oppal auka som vist i figur 4 (merk skalaen). Normalinnhald i eldre planter er sjeldan over 1 mg Mo/kg tørrstoff.

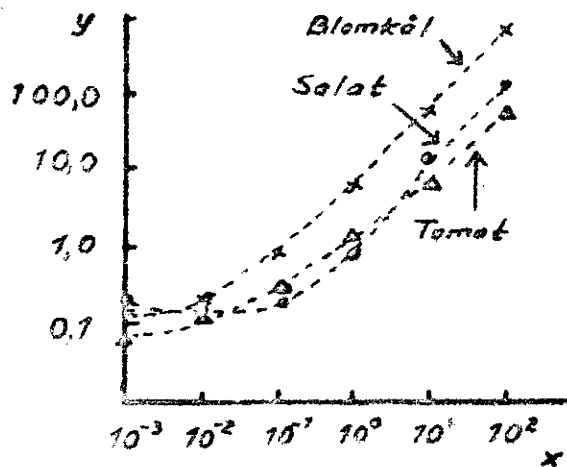


Fig. 4. Innverknad av stigande mengder ammoniummolybdat i torv på molybdeninnhaldet i plantene. x = g molybdat pr. m², y = mg Mo/kg tørrstoff.

I dei siste åra har det vorti utført granskingar som tyder på at grønsakene kan ha eit skadeleg høgt innhald av nitrat. Nitrat kan bli omforma til nitritt som kan vera ei årsak til at hemoglobinet ikkje frigjev oksygen til cellene (cyanose). Faren for slik forgifting er størst for speborn som får mat av grønsaker. I eit tysk forsøk vart det funni at 5 mg $\text{NO}_3\text{-N/kg}$ kroppsvekt/dag tilført som spinat, var ufårleg for speborn. For husdyr vert det rekna med ein dødleg dose på 130 mg $\text{NO}_3\text{-N/kg}$ kroppsvekt. I USA er det tilrådt at drikkevatt for speborn ikkje bør innehalda over 10 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ pr. liter. (jfr. Brown & Smith, 1967). Etter Boek & Schupan (1958) er den tilsvarande grensa i Tyskland 20 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ pr. liter.

Ikkje alle planteslag akkumulerer like lett nitrat. Boek & Schupan (1958) hevdar at raubete, spinat og kålartene har eit høgt nitrat-innhald. I to granskingar i USA vart resultatata som vist i tabell 37.

Tabell 37. Innhald i mg $\text{NO}_3\text{-N}$.

| | JACKSON et al. (1967) pr.100 g friskvekt | BROWN & SMITH (1967) pr.10 g tørrvekt |
|--------------|---|--|
| Stilkselleri | 63 | 11-112 |
| Reddik | 34 | 41-154 |
| Raubete | 27 | |
| Salat | 15 | 44-105 |
| Spinat | 12 | 7- 63 |
| Kvitkål | 7 | |
| Brokkoli | 13 | 1- 9 |
| Rosenkål | | 1- 6 |
| Blomkål | | 1- 31 |
| Skolmbønne | 5 | 4- 25 |
| Kepalauk | 4 | |
| Potet | 2 | |
| Gulrot | 2 | 0- 4 |
| Tomat | 1½ | 0- 11 |
| Ert | 1 | |
| Sylteagurk | | 1- 16 |

Nitratinnhaldet varierer innan plantene. Det er vanlegvis høgare i stengelen enn i blada, og høgast i den nedre delen av stengelen. Lyngstad (1961) fann eit mykje høgare innhald i rota av kålrot enn i blada. Nitratinnhaldet er oftast høgast på eit tidleg stadium og minkar ved sein hausting.

Låg temperatur kan føra til ei stigning i nitratinnhald. Det same gjeld i større grad dårlege lystilhøve. Boek & Schupan (1958) fekk fylgjande resultat i eit karforsøk med spinat. Resultata er gitt i mg $\text{NO}_3\text{-N}$ pr. 100 g friskvekt.

| Lysstyrke i lux | N_0 | N_1 | N_2 | N_3 |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 5000-6000 | 61 | 63 | 59 | 90 |
| 6000-7000 | 41 | 41 | 45 | 45 |

Nitrogengjødsling hevar nitratinnhaldet. Tabell 38 viser innverknaden av stigande mengder ammoniumnitrat for ulike vekstar i ei gransking i USA.

Tabell 38. mg NO₃-N pr. 10 g tørrvekt (Brown & Smith, 1967).

| kg N/daa | Reddik | Salat | Spinat | Grønkål | Gulrot |
|----------|--------|-------|--------|---------|--------|
| 0 | 76 | 40 | 9 | 51 | 2 |
| 5 | 85 | 52 | 20 | 58 | 2 |
| 10 | 80 | 56 | 17 | 86 | 2 |
| 20 | 87 | 34 | 18 | 59 | 3 |
| 40 | 99 | 60 | 24 | 95 | 4 |

Verknaden av N-gjødsling var størst for planteslag med kort utviklingstid, særleg reddik og sennep. Innhaldet i gulrot vart lite påverka.

Gjødsling med andre næringstoff enn nitrogen kan også påverka innhaldet, jamvel om innverknaden er lite einstydig. Gjødsling med klorid kan seinka nitratinnhaldet (Boek & Schupan, 1958).

Eit høgt oksalsyreinnehald i grønsakene blir rekna for å vera uheldig. Schupan & Weinmann (1958) har gitt eit litteratur-oversyn over totalinnhald og innhald av aktiv oksalsyre for ulike grønsaker. I middel kan ein rekna med fylgjane innhald (tabell 39).

Tabell 39. Oksalsyreinnehald i grønsaker.

| Grønsak | mg pr. 100 g friskvekt | | Aktiv oksalsyre, m.e./100 g |
|----------|------------------------|-----------------|--------------------------------|
| | Ca | Total oksalsyre | |
| Spinat | 70 | 600 | 11,0 |
| Rabarbra | 50 | 400 | 6,5 |
| Raudbete | 30 | 200 | 3,0 |
| Graslauk | 50 | 185 | 1,5 |

Dei fleste andre grønsaker inneheld 5-100 mg oksalsyre pr. kg friskvekt, men så mykje kalsium at det ikkje finst aktiv oksalsyre.

Kalking aukar det totale oksalsyreinnehaldet. Grütz (1956) fann at i spinat auka Ca-innehaldet så mykje ved kalking at innhaldet av aktiv oksalsyre gjekk ned, men i sukkerbetebblad gjekk innhaldet opp.

Nitrogengjødsling har ein stor innverknad, men mest på det totale innhaldet. Nitrat fører til ei heving og ammonium til ei seinking av oksalsyreinnehaldet, slik det går fram av resultata i tabell 40 frå eit karforsøk med spinat (Ehrendorfer, 1964).

Tabell 40. Prosent oksalsyre i tørrstoffet.

| | | Total | Aktiv |
|-----------------------------------|----------------|-------|-------|
| NH ₄ SO ₄ | N ₁ | 4,8 | 3,9 |
| | N ₂ | 5,0 | 3,6 |
| Ca(NO ₃) ₂ | N ₁ | 8,5 | 5,9 |
| | N ₂ | 9,4 | 5,1 |

Kaliumgjødsling har ingen einstydig verknad. Regan et al. (1968) fann for spinat at ved svak N-gjødsling vart innhaldet heva ved K-gjødsling, men ved auka nitrogentilføring vart det lågaste oksalsyreinnehaldet funni ved største K-mengde. I eit anna forsøk med spinat vart det funni at innhaldet vart høgare ved klorid- enn ved sulfatgjødsling (Nehring, 1965).

Fosforgjødsling har i einiskilde forsøk redusert innhaldet av aktiv oksalsyre og i andre forsøk vori utan verknad. Munk (1965) hevdar at dersom fosforgjødslinga fører til eit auka opptak av Ca og K, vil resultatet bli eit auka innhald av total-oksalsyre, men ved eit likt kationinnhald i plantene vil eit stigande P-innhald føra til nedgang i oksalsyreinnehaldet.

C. Protein-innhald og samansetnad.

Proteininnhaldet i plantene aukar med aukande nitrogen-tilgang. Denne verknaden er mest markert for bladgrønsaker.

Tabell 41 viser resultat frå eit forsøk med spinat (Schupan, 1965).

Tabell 41. Benkeforsøk med spinat.

| kg N/daa | 0 | 6 | 12 | 18 | 24 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| Avling, kg/daa | 600 | 2000 | 2700 | 3000 | 3000 |
| Råprotein, % av tørrstoffet | 21,0 | 25,3 | 30,5 | 32,5 | 32,5 |
| Reinprotein, % | 20,5 | 22,7 | 26,5 | 28,0 | 27,5 |
| Methionin, % | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 0,4 | 0,2 |
| EAA-indeks (proteinkval.) | 72 | 71 | 71 | 59 | 54 |

Med stigande mengder nitrogen har mengda av amid auka sterkt (amid = råprotein - reinprotein). Ved særleg sterk gjødsling har kvaliteten av proteinet gått sterkt tilbake. Årsaka til det var at innhaldet av visse essensielle aminosyrer vart redusert. Dette gjaldt særleg methionin.

Tendensen i dette forsøket samsvarar godt med andre

forsøksresultat. N-gjødsling hevar proteininnhaldet, men kvaliteten kan gå tilbake før optimal avling er nådd.

Auken av visse N-fraksjonar ved sterk nitrogengjødsling kan stundom verka inn på smaks kvaliteten. I raudbete blir glutamin lett omforma til eit bitterstoff PCA, dersom betane vert haldne ved høg temperatur for lengre tid under og etter konservering. Tabell 42 viser resultat frå ei gransking av Shannon et al. (1967).

Tabell 42. Raudbete i storleiksgruppa 2,5-4,4 cm diameter.

| kg N/daa | % av tørrstoffet | | | Oppløyst tørrstoff | Raudfarge, poeng | % glutamin i tørrstoffet |
|----------|------------------|------|------|--------------------|------------------|--------------------------|
| | N | K | Na | | | |
| 0 | 1,44 | 1,84 | 0,44 | 14,6 | 107 | 1,38 |
| 8 | 1,76 | 1,60 | 0,59 | 13,5 | 100 | 2,39 |
| 16 | 1,91 | 1,97 | 0,69 | 12,2 | 98 | 2,88 |
| 32 | 2,12 | 1,96 | 0,83 | 12,7 | 94 | 3,30 |

Gjødsling med andre næringstoff har ofte liten og usikker verknad. Fosforgjødsling ser ofte ut til å føra til ein betre proteinkvalitet. På sterkt fosforfattig jord kan ein også få ein sterk auke ved P-gjødsling, som fylgjande resultat viser (tabell 43).

Tabell 43. Innhald i % av tørrstoffet (Kolarik, 1959).

| | P | | Ca | | Råprotein | |
|--------------|-----|-----|------|------|-----------|------|
| | NK | NPK | NK | NPK | NK | NPK |
| Kvitkål | ,49 | ,71 | ,86 | ,89 | 13,1 | 14,3 |
| Spinat | ,58 | ,69 | 1,67 | 1,72 | 20,9 | 24,9 |
| Gulrot | ,29 | ,38 | ,46 | ,55 | 6,5 | 7,0 |
| Kepalauk | ,33 | ,41 | ,41 | ,42 | 10,7 | 12,2 |
| Knollselleri | ,78 | ,83 | ,35 | ,60 | 7,4 | 8,6 |

D. Karbohydrat.

Sukkerinnhaldet har ein stor innverknad på smaks kvaliteten av fleire grønnsaker. Størst verdi har eit høgt sukkerinnhald for melon, men har også innverknad på smaken av rotvekstar som raudbete og gulrot.

Sterk nitrogengjødsling fører ofte til eit redusert sukkerinnhald. Oppløyst tørrstoff i tabell 42 er for det meste sukker. Av denne tabellen går det såleis fram at stigande mengder N har redusert sukkerinnhaldet i raudbete.

Kaliumgjødsling er ofte funni å ha ein positiv verknad på sukkerinnhaldet i plantene. Avall (1963) har publisert resultat som tyder på eit auka sukkerinnhald i kål med stigande K-mengder. Stiveinnhaldet i lagringsorgan er kanskje endå meir avhengig av

kaliumtilgangen. I høve til sulfat vil kloridgjødsel redusera stiveinnhaldet i lagringsorgana, til dømes i potet.

I forsøk med gulrot og kepalauk er det funni at kopar-mangel fører til eit lågt sukkerinnhald i produkta (Harmer, 1946).

E. Vitaminer.

Gjødsling med NPK påverkar vanlegvis innhaldet av askorbinsyre berre i liten grad. Gjødsling som fører til at det matnyttige produktet kjem lite i kontakt med lyset fører til eit lågare innhald (til dømes stort bladverk over tomatfrukt, fast hovuddaning i salat og hovudkål). I einskilde forsøk har sterk N-gjødsling seinka, og sterk K-gjødsling heva C-vitamininnhaldet slik det går fram frå resultatata i tabell 44 frå eit karforsøk (Scharrer & Werner, 1957).

Tabell 44. C-vitamininnhald i mg pr. 100 g tørrstoff.

| | Grøn kål | Bladbete | Rosenkål |
|---------------------|----------|----------|----------|
| KP + N ₁ | 737 | 432 | 574 |
| + N ₂ | 730 | 360 | 556 |
| + N ₃ | 684 | 301 | 537 |
| NK + P ₁ | 700 | 500 | 552 |
| + P ₂ | 730 | 360 | 556 |
| + P ₃ | 713 | 277 | 581 |
| NP + K ₁ | 651 | 297 | 485 |
| + K ₂ | 730 | 360 | 556 |
| + K ₃ | 784 | 415 | 581 |

Karotininnhaldet i plantene er sterkt korrelert med klorofyll- og proteininnhaldet, og vert difor som regel påverka i same retning ved gjødsling. Det blir alltid heva ved stigande mengder N-gjødsel. Resultata i tabell 45 er frå eit feltforsøk med spinat.

Tabell 45. Innhald av N og karotin i tørrstoffet (Pfützer et al., 1952).

| Gjødsling | % N | mg karotin/kg |
|-----------------|------|---------------|
| PK | 2,31 | 32,2 |
| PK + 3 kg N/daa | 3,00 | 24,7 |
| PK + 6 kg N/daa | 4,24 | 51,3 |
| PK + 9 kg N/daa | 4,85 | 52,7 |
| PK +15 kg N/daa | 5,18 | 57,5 |
| PK +20 kg N/daa | 5,41 | 57,6 |

Ei viss N-mengde førte til større auke i karotin-innhaldet i spinat, persille, gulrot, potet og bladbete enn i raudkål og rosenkål (Kraut & Wirths, 1965).

Fosfor- og kaliumgjødsling fører vanlegvis ikkje til større endring i innhaldet av karotin. Dersom plantene lir av magnesiummangel er karotin-innhaldet lågt.

Innhaldet av B₁ - og B₂ - vitamin er også sterkt avhengig av klorofyllinnhaldet, men blir truleg ikkje påverka av nitrogen-gjødsling i like sterk grad som karotin.

Litteratur.

- BOEK, K. & SCHUPAN, W: 1968. Der Nitratgehalt von Gemüsen in abhängigkeit von Pflanzenart unter einigen Umweltfaktoren. Qual. Plant. et Mat. Veg. 5: 199-208.
- BROWN, J.R. & SMITH, G.E. 1967. Nitrate accumulation in vegetable crops as influenced by soil fertility practices. Univ. Missouri Coll. Agric., Res. Bull. 920, 43 s.
- EHRENDORFER, K. 1964. Einfluss der Stickstoffform auf Mineralstoffaufnahme und Substanzbildung bei Spinat (*Spinacea oleracea* L.), Bodenkultur 15: 1-13.
- GERICKE, S. & BÄRMANN, C. 1964. Ergebnisse 10. jähriger Düngungsversuche zu Gemüse. Phosphorsäure 24: 116-139.
- GRÜTZ, W. 1956. Die Beziehung zwischen Phosphorsäuredüngung und Oxalsäurebildung in Blättern von Beta-Rüben und Spinat. Phosphorsäure 16: 181-187.
- HARMER, P.M. 1946. Studies of the effect of copper sulfate applied to organic soils on the yield and quality of several crops. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10: 284-294.
- JACKSON, W.A., STEEL, J.S. & BOSWELL, U.R. 1967. Nitrates in edible vegetables and vegetable products. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 90: 349-352.
- KRAUT, H. & WIRTHS, W. 1965. Die Bedeutung der Düngung für die menschliche Ernährung. Kapitel XV i: Handbuch Pfl.ernährung Düngung. Band 3, del 2, s. 1355-1379.
- KOLARIK, J. 1959. Wege zur Verbesserung der Qualität landwirtschaftlicher Erzeugnisse unter dem Gesichtspunkt der Pflanzenernährung. Phosphorsäure 19: 69-75.
- LYNGSTAD, I. 1961. Gjødslingsforsøk i rotvekster. Forsk. Fors. Landbr. 12: 315-335.
- MUNK, H. 1965. Über den Einfluss des Phosphorsäure auf den Oxalsäuregehalt von Spinat. Phosphorsäure 25: 250-261.
- NEHRING, K. 1965. Düngung, Qualität und Futterwert. Kapitel XIV i: Handbuch Pfl.ernährung Düngung. Band 3, del 2, s. 1260-1354.
- PFÜTZER, G., PFAFF, C. & ROTH, H. 1952. Die Vitaminbildung der höheren Pflanze in Abhängigkeit von ihrer Ernährung. Landw. Forsch. 4: 105-118.

- REEKER, R. 1959. Die Verhütung des Molybdänmangels bei Verwendung von Torv als Substrat. Gartenbauwiss. 24: 528-545.
- REGAN, W.S., LAMBETH, V.N., BROWN, J.R. & BLEVINS, D.G. 1968. Fertilization interrelationships on yield, nitrate and oxalic acid content of spinach. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 93: 485-492.
- ROLL-HANSEN, J. 1947. II. Kalksteinsmjøl i stigende mengder, dels med, dels uten bor. Kalksteinsmjøl brukt dels sammen med torv, dels sammen med kunstgjødsel og dels sammen med husdyrgjødsel. Meld. Statens forsøksgard Kvithamar 1945, s. 21-56.
- SCHARRER, K. & WERNER, W. 1957. Über die Abhängigkeit des Ascorbinsäuregehaltes der Pflanze von ihrer Ernährung. Z. Pfl.ernähr. Düng., Bodenk. 77: 97-118.
- SCHUPAN, W. & WEINMANN, I. 1958. Der Oxalsäuregehalt des Spinates. Qual. Plant. et Mat. Veg. 5:1-22.
- SCHUPAN, W. 1965. Nutritional values in crops and plants. Faber & Faber, London, 280 s.
- SHANNON, S., BECKER, R.F. & BOURNE, M.C. 1967. The effect of nitrogen fertilization on yield, composition and quality of table beets. (Beta vulgaris L.). Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 90: 201-208.
- ÅVALL, H. 1963. Lagringsförsök med kålväxter. Medd. St. Trädgs. försök nr. 149, 41 s.

VII. GJØDSELKRAV OG GJØDSELTILRÅDING

A. Økonomisk rett gjødsling.

Verdien av avlinga for ein grønsakkultur er ofte mykje høgare enn for ein jordbruksvekst. Dette vil verka inn på kva gjødselmengder som bør tilråadast. For å visa dette er det i figur 5 sett opp eit eksempel med to vekstar (I og II) som begge reagerer likt for tilgangen av eit næringsstoff (x), men verdien av den eine avlinga er tre gonger så stor som den andre.

Med stigande næringsstilgang er det rekna med ein innverknad på avlinga (A) som oppsett i figur 5. Av den tilgjengelege mengda av næringsstoffet (x) kjem ein del frå jorda (y), resten (z) er tilført ved gjødsling.

I modellen er det forutsett at næring frå jord og gjødsel verkar additativt og at avlingskurven blir lite påverka av andre faktorar. Avvik frå dette har liten innverknad på konklusjonen når det gjeld skilnaden mellom dei to vekstane.

Av di næringsstilgangen påverkar både avling og kvalitet vil samanhengen mellom nettoverdi (V) og næringsstilgang bli omlag som vist i figur 5, V_I og V_{II} . (Nettoverdi = bruttoverdi + avlingsproposjonale kostnader)^{II}. I eit heller stort område kring avlingsoptimumet kan ein ofte rekna med små kvalitetsendringar, slik at vi kan setja at

$$V = Ap,$$

der p er nettoverdien pr. kg avling.
Gjødselkostnaden er:

$$a + bz,$$

der a er fast kostnad ved gjødsling og b er kostnad pr. nærings-eining av gjødsel.

Den gjødslinga som gjev størst utbytte er den som gjev maksimum av:

$$Ap - a - bz,$$

Dette maksimumet finn ein ved derivering:

$$\frac{d}{dx}(Ap - a - b(x-y)) = 0,$$

$$\frac{dA}{dx} = \frac{b}{p}.$$

Med stigande nettoverdi pr. kg av avlinga vil maksimalt utbytte bli oppnådd med fallande verdi av $\frac{dA}{dx}$ slik det også går fram av figur 5. (Markert med pilar).

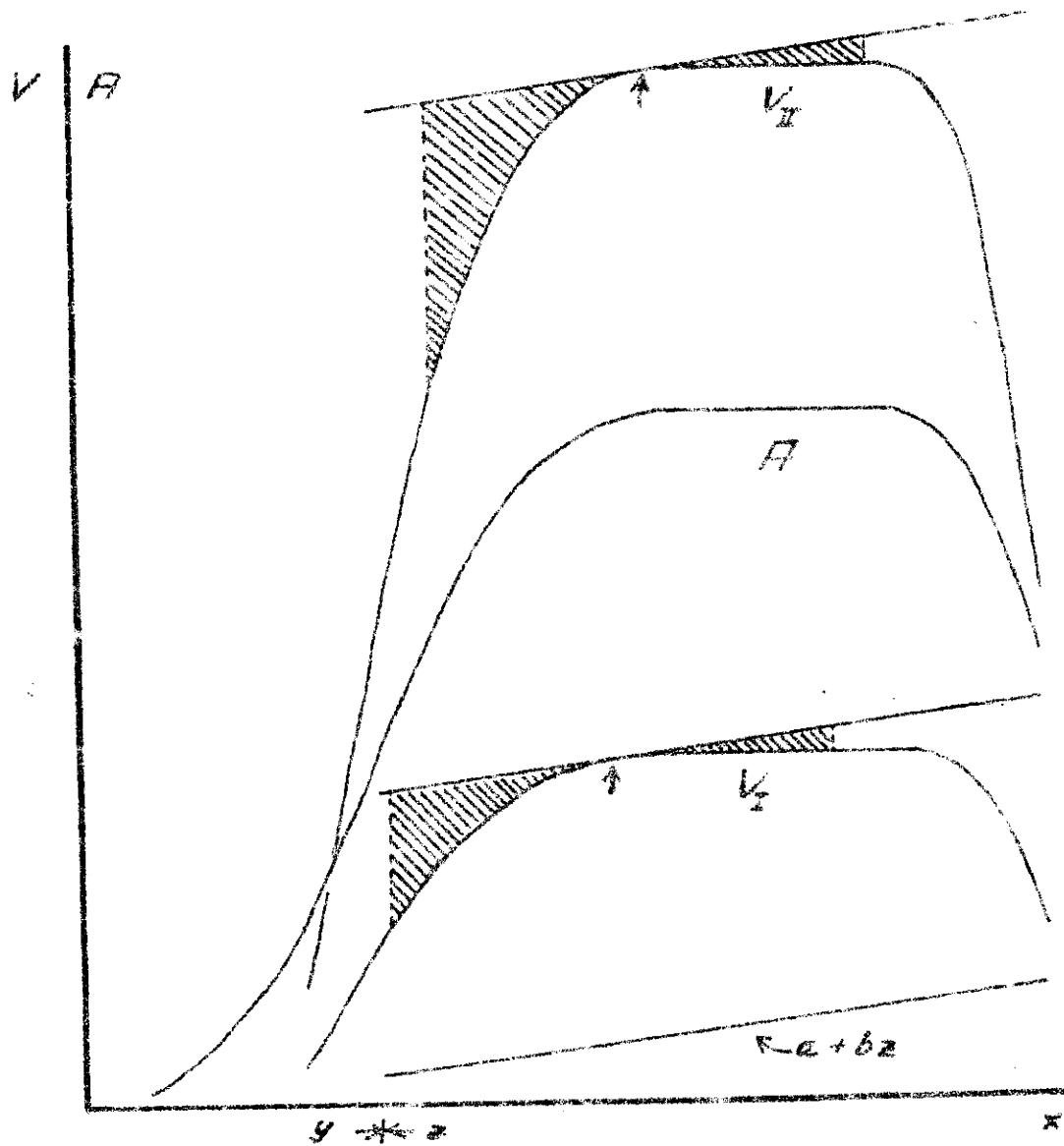


Fig. 5. Innverknad av verdien (V) av avlinga (A) ved ulik næringstilgang (x) på optimal gjødselmengde (z) og på tapet ved for svak eller for sterk gjødsling (skravert område).

Av di ein ikkje veit kor store næringsmengder som blir frigjevne frå jorda, må ein rekna med å få tilført næringsmengder som er over eller under dette maksimalpunktet. Tapet ved bruk av for store eller for små gjødselmengder går fram av dei skraverte områda i figur 5. For baa vekstar er tapet over maksimal avling proporsjonalmed prisen pr. næringseining, men under optimumpunktet blir tapet større for vekst II enn for vekst I, og meir markert di større avlingstapet er. Ut frå fåren for økonomiske tap vil det difor for ein grønsakkultur av høg verdi vera rett å ta sikte på ei gjødsling som ligg nær den som kan ventast å gje optimal avling.

I tillegg til dette kjem at ein kan rekna med ein heldig etterverknaad for etterfylgjande grøder ved å gjødsle slik at jorda blir i betre hevd. Også frå eit økonomisk synspunkt kan det difor for dei fleste grønsakvekstar vera rett å ta sikte på optimale avlingar; dersom det ikkje er fåre for kvalitetsnedgang.

B. Grunnlaget for gjødseltilråding.

For å fastsetja gjødselkravet for grønsakvekstane har ein tilrådd dei same hjelpemidla som for jordbruksvekstar. Grunnlaget for tilrådingane vil likevel som oftast vera nokså ulikt. I stor utstrekning må vi her byggja på næringskrav, praktisk røynsle og samanliknande forsøk mellom vekstane, og berre i få høve har vi resultat frå markforsøk i distriktet å halda oss til.

1. Opptak av næringstoff.

Til vanleg kan ein rekna med at vekstar med eit høgt næringskrav også har eit høgt gjødselkrav. Tabell 2 viser kva næringsmengder ein kan rekna med blir bortført med avling og kva som er opptekne i avling + overjordiske planterestar. Dette er middeltal frå fleire forsøksmeldingar. Dei fleste er tyske. Ein må vera klår over at innhaldet kan variera sterkt på grunn av jord, gjødsling og klimavilkår.

I middel kan ein rekna med at 1 tonn grønsaker inneheld 3 kg N, 3 kg K og 0,3 kg P.

Eit eksempel på nytten av oppgaver over næringskravet er at ein normalavling + blad av gulrot inneheld ca. 24 kg K/daa. Av di gulrot i stor utstrekning blir dyrka på kaliumfattig jord er det greitt ein må ta omsyn til dette ved gjødsling.

Diverre veit vi lite om vekstane si evne til å nytta næringsreservane i jorda. Det har vori hevda at dei ertebloomstra plantene og kålvekstane har stor evne til å ta opp fosfor frå jorda, og at kål og gulrot kan "tappa" jorda nokså sterkt for kalium, men vi har lite forsøksdata som gjev grunnlag for slike klassifiseringar.

Det vert rekna med at planteslag som veks raskt og som har kort veksttid (til dømes salat og spinat) har eit stort gjødselkrav. Det vert dessutan rekna med at gjødselkravet er spesielt høgt for tidleggrønsaker. Det same gjeld når eit planteslag blir dyrka på grensa av det som er klimatisk mogleg. I slike høve er det kanskje rettare å gå ut frå at det er kravet

til ein jamn næringstilgang og til rikeleg næring på eit tidleg stadium som er auka og ikkje det totale gjødselkravet.

2. Forsøk og praktisk røynsle.

For grønsaker er det utført få gjødslingsforsøk som gjev haldepunkt for gjødsling. Vi må rekna med at for mange grønsakslag vil det vera uråd å få utført markforsøk ute i distrikta som gjev grunnlag for tilråding slik vi har det for jordbruksvekstar. For viktige grønsaker som frilandsagurk, hagebønne, konservert, raudbete, purre, knollselleri og blomkål har vi få norske eller skandinaviske forsøk å byggja på. For vekstar som purre og blomkål er gjødselkravet i det heile lite granska.

I dei siste åra har vi fått eit bra haldepunkt for gjødsling av hovudkål, gulrot og kepalauk på grunnlag av norske markforsøk.

Mange av gjødslingsforsøka med grønsaker er utførte på faste gjødslingsfelt. Hovudårsaka til dette er at forsøksfeilen for fleire av desse vekstane ofte blir svært stor. Dessutan kan dei vera dyre og vanskeleg å få gjennomført på spreidde felt i høve til forsøk med jordbruksvekstar.

På grunn av dette må samanliknande forsøk tilleggjast stor vekt. Dersom forsøka kan gjennomførast slik at ein får ei samanlikning med ein annan vekst med betre kjent gjødselkrav, er dette svært nyttig. Diverre er dei fleste av slike samanlikningar utførte på fleirårige forsøksfelt der det har vori dyrka berre ein vekst om gongen på feltet. Dessutan har gjødslingsplanen i mange høve vori for einfelt til å kunna gje sikre opplysingar om skilnader i næringskrav mellom vekstane. Den mangeårige danske serien med handelsgjødsel og husdyrgjødsel er eit døme på dette (tabell 18). Eit anna eksempel har vi frå eit forsøksfelt i Tyskland for åra 1953-62. Men serien er her så omfattande at informasjonane likevel er svært gode. Resultata i tabell 46 viser relative avlingar ved gjødsling med kalksalpeter, kalimagnesia eller Thomasfosfat i mengder som varierte etter veksten og i middel var 10 kg N, 18 kg K og 6,7 kg P pr. dekar. (Gericke & Bärman, 1964).

Tabell 46. Relative avlingar. Utan N, P eller K = 100.

| Vekst | Tal forsøk | N | P | K |
|--------------|------------|-----|------|-----|
| Spinat | 7 | 431 | 1276 | 260 |
| Kepalauk | 8 | 291 | 401 | 176 |
| Knollselleri | 6 | 265 | 679 | 163 |
| Tomat | 11 | 265 | 186 | 146 |
| Knutekål | 3 | 256 | 113 | 142 |
| Hovudkål | 2 | 217 | 125 | 109 |
| Purre | 4 | 213 | 461 | 160 |
| Gulrot | 7 | 195 | 155 | 129 |
| Skorsonerrot | 4 | 184 | 372 | 131 |
| Låge bønner | 2 | 136 | 153 | 116 |
| Grønkål | 1 | 125 | 130 | 93 |
| Salat | 1 | 123 | 212 | 82 |

Nyare forsøksseriar med meir kompliserte forsøksopplegg gjev sikrare informasjonar om dette. På fleirårige forsøksfelt på forsøkstasjonen Wellesbourne, England har gulrot i høve til tidlegpotet gitt lite utslag for nitrogen, større for fosfor og omlag likt for kalium, medan raubete i høve til potet har hatt høgare kaliumkrav, lågare fosforkrav og omlag likt nitrogenkrav (Haworth et al. 1963 a, b, c). På dei faste gjødslingsfelta ved Statens forsøksgard Kvithamar har gulrot gitt større utslag for fosforgjødsling enn kvitkål, medan nitrogenkravet er mykje mindre og kaliumkravet mindre for gulrot enn kål (Brenna, 1964; Roll-Hansen, 1966; kålforsøk upubl.).

Slike samanlikningar kan også utførast som karforsøk jamvel om dette reduserer verdien av samanlikninga nokså mykje. I omfattande karforsøk ved forsøkstasjonen Weihenstephan med ein bestemt jordart vart det funni at optimal gjødsling var som oppsett i tabell 47.

Tabell 47. Optimale gjødselmengder i gram pr. kar (Penningsfeld, 1954).

| | N | P | K |
|--------------|----|------|----|
| Bønne | 9 | 3,5 | 10 |
| Gulrot | 11 | 7,5 | 27 |
| Ert | 12 | 3,5 | 9 |
| Hovudsalat | 15 | 9,0 | 26 |
| Kepalauk | 17 | 10,0 | 27 |
| Knollselleri | 19 | 8,5 | 28 |
| Raubete | 21 | 9,0 | 18 |
| Purre | 24 | 10,5 | 31 |
| Tomat | 30 | 8,5 | 13 |
| Kvitkål | 37 | 10,5 | 48 |

I kara for ert og bønne var det ikkje knollbakteriar til stades.

På grunn av mangel på forsøksresultat byggjer gjødslingstilrådingane for grønsaker i stor utsterkning på praktisk røynsle, men opplysingar frå produsentane er diverre ofte usikre, av di dei sjeldan har noko samanlikningsgrunnlag for endringar som blir føretekte med gjødselmengder og -slag. Røynsler med overgjødsling er derimot meir å byggja på av di effektane av ei slik gjødsling ofte kan observerast i åkeren.

C. Gruppering etter krav til N, P og K.

Av di grønsakvekstane er ei stor og heterogen plantegruppe er det ein føremon å føreta ei gruppering med omsyn til gjødselkrav for dei ulike næringsstoffa.

Største problemet med dette er at høvet mellom næringskravet til vekstane kan endra seg med klima og jord.

Som nemnt må ein rekna med at når eit planteslag blir dyrka mot den klimatiske yttergrensa vil kravet til jamn

næringstilgang auka. Starteffekten av gjødsla blir då viktigare. Dette gjeld kanskje spesielt for fosfor.

Jordtypen som vekstane vert dyrka på verkar også inn. Gulrot blir som regel dyrka på kaliumfattig jord, medan kålvekstane ofte er dyrka på leirhaldig, kaliumrik jord. Dette bør verka inn på dei generelle tilrådingane for kaliumgjødsling.

Sortskilnader kan også ha innverknad. Diverre er dette lite granska. Det beste eksemplet er kanskje at tidlege blomkålsortar er meir utsette enn seine for molybdenmangel, og av di vi i Noreg dyrkar berre tidlege og middels tidlege sortar, kan dette vera ei årsak til ei generell tilråding av molybden-gjødsling til blomkål hjå oss.

Slike grupperingar er ofte oppsette i samband med gjødseltilrådingar bygt på jordanalysar (jfr. tabell 21). Ei slik gruppering for rettleiingstenesta i Nederland er oppsett i tabell 48.

Tabell 48. P- og K-krav (Rijkstuinbouwcon. Bodemaangel., 1960)

| K-krav P-krav | Lågt | Middels | Høgt |
|------------------|------------------------|--------------------------------|--|
| Lågt | Sikorisalat Jordbær | | |
| Middels | | Resten av grøn- sakvekstane | Knollselleri Tidlegpotet Blomkål Spinat Lagringsgulrot |
| Høgt | Endivie | Bønne Salat | Tidleggulrot |

I staten Michigan, USA, er det ein omfattande grønnsakproduksjon på moldjord. Gjødselkravet er der inngåande granska, og den grupperinga som er oppsett i tabell 49 byggjer såleis på nokså omfattande forsøk (Davis & Lucas, 1959).

Tabell 49. Gruppering for P- og K-krav for myrjord i Michigan.

| K-krav P-krav | Svært lågt | Lågt | Middels | Høgt | Svært høgt |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------|
| Lågt | Bygg Havre Rug Eng | Kløver Kveite | | | |
| Middels | | Bønne Ert Sukker- mais | Gulrot Agurk Reddik | Sukker- bete | |
| Høgt | | | Kvitkål Salat Spinat Graskar | Asparges Brokkoli Potet Raubete Tomat | |
| Svært høgt | | | | Blomkål Kepalauk | Stilk- selleri |

På det grunnlaget som er skissert foranfor, er grupperingene i tabell 50 oppsett. Det er nytta fire grupper med I som høgste og IV som minste krav.

Tabell 50. Krav til N, P og K-gjødsel (Balvoll, 1968).

| Næringstoff | Gruppeinndeling | | | |
|-----------------|--|---|---|--|
| | I | II | III | IV |
| Nitrogen (N) | Blomkål Kvitkål Purre | Kepalauk Rosenkål Selleri Spinat | Agurk Gulrot Kålrot Nepe Raubete Salat | Bønne Konservert Reddik Sukkerert |
| Fosfor (P) | Agurk Gulrot Kepalauk Purre Salat Selleri Spinat | Blomkål Bønne Kvitkål Rosenkål | Kålrot Nepe Raubete | Konservert Reddik Sukkerert |
| Kalium (K) | Blomkål Kvitkål Rosenkål Selleri | Agurk Gulrot Kepalauk Purre Raubete Spinat | Kålrot Nepe Salat | Bønne Konservert Reddik Sukkerert |

D. Gjødselmengder.

Dersom ein har eit sikkert grunnlag for gruppering av grønnsakvekstane med omsyn til gjødselkrav, er det meir einfelt å setja opp ei normalgjødsling. Tabell 51 viser gjødseltilrådingar i samsvar med gruppeinndelinga i tabell 50. Gjødselmengdene er tilpassa slik at når ein vekst høyrer til ei og same gruppe både for N, P og K vil gjødselkravet kunna dekkast av grunngjødsling med fullgjødsel A eller B + overgjødsling med nitrogen.

Tabell 51. Normalgjødsling for grønnsaker (Balvoll, 1968).

| Gruppe | I | II | III | IV |
|--------|-------|-------|------|------|
| N | 16-28 | 12-23 | 6-16 | 3-8 |
| P | 5-8 | 4-7 | 3-5 | 2-4 |
| K | 15-24 | 12-21 | 9-16 | 6-12 |

Til samanlikning tek vi med to gjødseltilrådingar, den eine frå Vest-Tyskland, den andre frå New York, USA (tabell 52).

Tabell 52. Gjødselmengder. 1 = etter Hösslin et al. (1964),
2 = etter N.Y.St.Col.Agr. Staff Mem. (1967).

| Vekst | N | | P | | K | |
|--------------|-------|-------|---------|----------|-------|------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Hovudkål | 15-25 | 12-20 | 4,5-6,0 | 4,0-8,0 | 20-30 | 8-15 |
| Blomkål | 15-25 | 12-20 | 4,5-6,0 | 4,0-8,0 | 20-30 | 8-15 |
| Rosenkål | 15-25 | | 4,5-6,0 | | 20-30 | |
| Knollselleri | 15-20 | | 4,5-6,0 | | 18-25 | |
| Stilkselleri | | 9-24 | | 4,0-10,0 | | 8,19 |
| Purre | 8-12 | | 3,0-4,0 | | 10-18 | |
| Raudbete | 8-12 | 9-18 | 3,0-4,0 | 2,5-7,5 | 10-18 | 5-14 |
| Gulrot | 8-12 | 6-12 | 3,0-4,0 | 2,5-7,5 | 10-18 | 5-14 |
| Spinat | 8-12 | 12-18 | 3,0-4,0 | 3,5-7,5 | 10-18 | 7-14 |
| Kepalauk | 8-10 | 9-18 | 3,0-4,0 | 4,0-8,0 | 10-14 | 8-15 |
| Reddik | 8-10 | 6-15 | 3,0-4,0 | 2,5-5,0 | 10-14 | 5-10 |
| Agurk | 6-10 | 9-15 | 3,0-4,0 | 2,5-7,5 | 8-14 | 5-14 |
| Sukkermais | | 4-16 | | 1,5-3,0 | | 3-6 |
| Salat | 4-8 | 5-12 | 1,5-2,5 | 2,5-5,0 | 5-9 | 5-10 |
| Bønne | 4-8 | 2-9 | 1,5-2,5 | 2,0-2,5 | 5-9 | 2-9 |
| Ert | 3-4 | 5-9 | 2,0-3,0 | 2,5-5,0 | 5-7 | 5-10 |

Hösslin et al. (1964) tilrår ei nokså sterk kaliumgjødsling. Årsaka til dette kan vera at det vert bygt mykje på resultat frå forsøksstasjonen Weihenstephan der jorda er kaliumfattig. Grønnsakjorda i New York er jamt over kaliumrik.

Litteratur.

- BALVOLL, G. 1968. Gjødsling til grønsaker på friland. Kapitel i: Uhlen, G. (Redaktør): Handbok i gjødsling. Bøndenes Forlag, Oslo, s. 187-203.
- BRENNA, H.K. 1964. Omfattende gjødslingsforsøk for frilandsgrønsaker ledes fra Statens forsøksgard Kvithamar. Gartneryrket 54: 923.
- DAVIS, J.F. & LUCAS, R.E. 1959. Organic soils, their formation, distribution, utilization and management. Michigan St. Univ., Agr. Exp. St., Special Bull. 425, 156 s.
- GERICKE, S. & BÄRMANN, G. 1964. Ergebnisse 10-jähriger Düngungsversuche zu Gemüse. Phosphorsäure 24: 116-139.
- HAWORTH, F., CLEAVER, T.J. & BRAY, J.M. 1966a. The effect of different manurial treatments on the yield and mineral composition of early potatoes. Jour. hort. Sci. 41: 225-241.
- HAWORTH, F., CLEAVER, T.J. & BRAY, J.M. 1966b. The effect of different manurial treatments on the yield and mineral composition of red beet. Jour. hort. Sci. 41: 243-255.
- HAWORTH, G., CLEAVER, J. & BRAY, J.M. 1966c. The effect of different manurial treatments on the yield and mineral composition of carrots. Jour. hort. Sci. 41: 299-310.
- HÖSSLIN, R., STEIB, T.H. & MAPPEL, F. 1964. Gemüsebau. BLV. München/Basel/Wien, 544 s.
- NEW YORK STATE COLLEGE OF AGRICULTURE, STAFF MEMBERS 1967. 1967 Vegetable production recommendations. Cornell Misc. Bull. 76, 35 s.
- PENNINGSFELD, F. 1954. Forschungsbericht des Instituts für Bodenkunde und Pflanzenernährung 1946-1953. Festschrift Staatl. Lehr. - Forsch.anst. Gartenbau Weihenstephan 1804-1954, s. 121-193.
- RIJKSTUINBOUWECONSULENTSCHAP VOOR BODEMAAGELEGENHEDEN. 1960. Adviesbasis voor de bemesting van groenteteeltgewassen in de volle grond (met uitzondering van asparges). 7. september 1960, Stensiltrykk, 7 s.
- ROLL-HANSEN, J. 1956. Forsøk med gjødsling til gulrot. Gartneryrket 56: 90-92, 111.

VIII. STARTGJØDSLING

Med startgjødsling meinst det her ei gjødsling som går ut på å sikra plantene ei rikeleg næringstilførsel i den første tida etter oppspiring eller utplantning med gjødselmengder som er så små at det betyr lite for det totale næringskravet.

Ein slik effekt er spesielt viktig for tidleggrønsaker, men er også verdfull når ein vekst blir dyrka mot den klimatiske yttergrensa.

A. Utslag for startgjødsling.

Mange forsøk har vist at plantene ofte lir av næringsmangel på eit tidleg stadium. Dei næringstoffa dette gjeld er først og fremst nitrogen og fosfor.

Prov for at slik mangel førekjem er for det første at startgjødsling ofte gjev klåre utslag i tidlegheit, medan totalavlinga kan bli lite påverka. Tabell 53 viser resultat frå engelske forsøk med NPK-gjødsel (PK-gjødsel for bønne) (Cooke et al., 1956). For kvitkål og salat er det her ein typisk starteffekt.

Tabell 53. Relative avlingar.

| Vekst | Gjødslingsmåte | Tal forsøk | Første hausting | Andre hausting | Total |
|------------|----------------|------------|-----------------|----------------|-------|
| Kål | Utan gjødsling | 4 | 45 | 92 | 67 |
| | Breidsåing | | 100 | 100 | 100 |
| | Bandgjødsling | | 137 | 92 | 116 |
| Salat | Utan gjødsling | 5 | 33 | 85 | 89 |
| | Breidsåing | | 100 | 100 | 100 |
| | Bandgjødsling | | 144 | 134 | 113 |
| Skolmbønne | Utan gjødsling | 3 | 116 | 112 | 108 |
| | Breidsåing | | 100 | 100 | 100 |
| | Bandgjødsling | | 94 | 100 | 108 |
| Prydbønne | Utan gjødsling | 5 | 88 | 93 | 94 |
| | Breidsåing | | 100 | 100 | 100 |
| | Bandgjødsling | | 127 | 108 | 107 |

Eit anna prov er at eit lågt innhald i plantene av næringsstoffet på eit tidleg stadium på ikkje startgjødsla ruter, men eit auka innhald seinare. Ein slik trend er ikkje uvanleg for fosfor. Geissler & Kurnoth (1962) oppnådde dei resultatane som er oppsette i tabell 54 i eit forsøk med salat.

Tabell 54. Avling i kg/daa og g P pr. kg tørrstoff.

| I pottejorda | kg p/daa Feltgjødsling | Total hausting | | Plukkhausting | |
|--------------|---------------------------|----------------|--------|------------------|--------|
| | | 5/9 kg/daa | g P/kg | 7-21/9 kg/daa | g P/kg |
| 0 | 0 | 622 | 2,5 | 1410 | 3,7 |
| 0 | 2, breidgj. | 1049 | 3,5 | 2036 | 4,1 |
| 0 | 4, " | 1699 | 4,5 | 2395 | 4,5 |
| 0 | 2, bandgj. | 1760 | 4,3 | 2310 | 4,5 |
| 1 | 0 | 2228 | 4,1 | 2230 | 4,1 |
| 2 | 0 | 2382 | 4,2 | 2540 | 4,6 |
| 4 | 0 | 1679 | 4,5 | 2132 | 4,5 |
| 4 | 2, bandgj. | 2709 | 4,7 | 2632 | 4,9 |

Ved sein hausting er det ei tydeleg utjamning mellom forsøksledda.

I eit forsøk med stigande mengder superfosfat i pottejorda til salat i Jiffypotter vart det oppnådd resultat som vist i tabell 55 (Balvoll, 1969a).

Tabell 55. Avling og P-innhald ved eingongshausting.

| | kg P/m ³ pottejord = 100 mg P/potte. | | | | | |
|------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
| Avling, g/plante | 185 | 213 | 220 | 241 | 206 | 204 |
| g P/kg tørrstoff | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,2 | 3,5 |

Det store avlingsutslaget og det jamne innhaldet av P i plantene ved hausting, som truleg ligg nær til grensa for optimal vekst, indikerer at plantene leid av P-mangel berre i den første tida etter utplanting.

B. Årsaker til næringsmangel på eit tidleg stadium.

Grunnane til at plantene har eit stort gjødselkrav på eit tidleg stadium er lite klårlagt. Det har vori hevda at plantene då har ein liten rotmasse og dermed ein liten kontaktflate med jordvaska. Dette er sjølvst sagt rett, men i høve til den delen av planta som er over jorda er rotmassen likevel stor. For utplantingsplanter er teorien likevel rimeleg av di rotmassen blir sterkt redusert ved omplanting.

Ei anna forklåring er at på eit tidleg stadium er ein stor del av næringa utilgjengeleg for plantene av di ein stor del av den jorda som då er tilråddelde er overflatejord som ikkje kan gjennomvevast med røter. Ved utplanting av potta vekstar kan potteveggen vera ein barriere som reduserer jordvolumet for kortare eller lengre tid. Dette er på mange måtar rimelege forklåringar av di plantenæring i tørr jord er lite tilgjengeleg for plantene.

Ein tredje grunn kan vera at plantene etter kvart får større evne til å ta opp næring med låg intensitet frå jorda. I eit forsøk vart salat dyrka i Jiffypotter (80 ml volum) og seinare flytt over i større plastpotter (800 ml). For to av forsøksledda vart resultatet som gitt i tabell 56 (Balvoll, 1969b).

Tabell 56. Forsøk med salat i fytotron.

| | Før ompotting | Ved avslutting |
|---------------------------|---------------|----------------|
| Tilført P/plante (i torv) | 6,4 mg | 64 mg |
| Opptak i topp, P | 0,5 " | 12,5 mg |
| Opptak i rot, Ca., P | 0,5 " | 12,5 mg |
| Opptak av tilført | 15,6 % | 39,1 % |
| mg P/kg tørrstoff, topp | 6,0 % | 8,5 % |

Trass i ein mykje større utnyttingsgrad av det tilførte fosforet har innhaldet i tørrstoffet i blada stegi frå 0,6 % ved første kutting til 0,85 % ved den siste.

Årsakene til slike skilnader som dette er lite klårlagt. Dei fleste hevdar at opptaket kan forklårast ut frå rotmasse, vasstransport og potensialgradient mellom jordvaska og rotoverflata. Andre hevdar at plantene er aktive når det gjeld fosforopptak ved at det blir skilt ut stoff frå røtene som frigjev fosfat frå jorda ved kompleksdanande eigenskapar. Den siste teorien blir støtta av at temperatur og lystilhøve verkar sterkt inn, men blir svekka av at desse stoffa ikkje er sikkert påvist.

Jamvel om det ikkje er særleg godt stadfesta ved forsøk, vert det hevda at utslaga for startgjødsling av fosfat er størst ved tidleg såing eller planting. Dette ville vera lett å forklåra dersom det var ein lågare fosfataktivitet i jordvaska tidleg på våren enn seinare, men det er neppe vanleg. Mineralisering av fosfor går seint ved låg temperatur, og det er i forsøk funni at dette kan ha stor innverknad for fosfortilgangen (jfr. Balvoll, 1969b).

Ein annan grunn til at fosformangel er mest vanleg ved tidleg start kan vera at fosforkravet er størst ved låg temperatur. Forsøk har vist at dette kan vera rett. Eit eksempel på dette har vi med salat i fytotron, dyrka ved ulike temperaturar frå 9°C til 21°C (Balvoll, 1969b). Figur 6 viser relativ vekt ved tilføring av stigande mengder monokalsiumfosfat til torv. Innverknaden av temperaturen på fosforkravet er her svært stor. Andre forsøk har likevel vist at samanhengen ikkje er så einstydig som dette. Resultata er i høg grad avhengig av måten forsøket er gjennomført på.

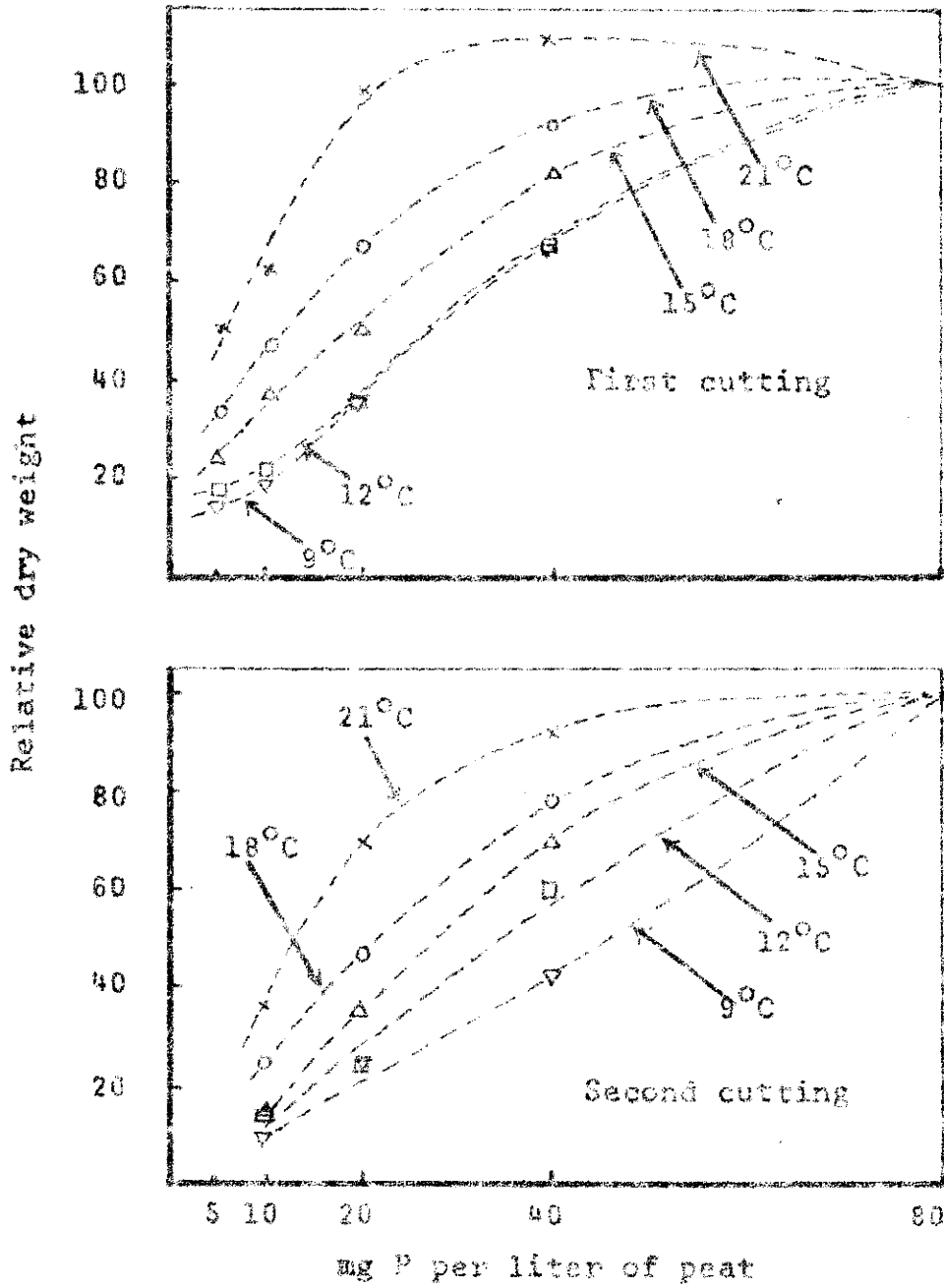


Fig. 4. Innverknad av olika mængder P på vekt av salst djuka i sotter ved ulike temperaturar.

C. Startgjødslingsmetodar.

Startgjødsling kan utførast på ulike måtar. I USA er det interesse for ein metode som går ut på å blanda inn små gjødselmengder saman med såfrøet. For fosfat er det stundom funni ein positiv effekt, men fåren for saltskader er så stor at metoden neppe kan tilråadast for praktisk bruk.

Særleg i USA har bandgjødsling (stripegjødsling, radgjødsling) vori brukt i stor utsterkning. Føremonen med slik gjødsling er truleg ofte liten ved sterk gjødsling og på næringsrik jord. Tabell 53 og 54 viser likevel at starteffekten kan vera stor. Slik gjødsling er truleg ikkje like nyttig for alle vekstar. I engelske forsøk vart utslaget større for salat, kepalauk og bønne enn for kål og bete, slik det går fram av tabell 57 (Cook et al., 1956).

Tabell 57. Utslag for NPK i høve 1:2,5:9 (for bønne PK).

| Vekst | Tal forsøk | Avling i kg/daa | | | | |
|------------|------------|-----------------|------------------|-------|---------------|-------|
| | | Utan gjødsling | Vanleg gjødsling | | Bandgjødsling | |
| | | | Svak | Sterk | Svak | Sterk |
| Hovudkål | 4 | 1091 | 1499 | 1734 | 1746 | 2016 |
| Salat | 6 | 1392 | 1566 | 1620 | 1735 | 1966 |
| Bete | 3 | 655 | 697 | 725 | 753 | 769 |
| Kepalauk | 2 | 2336 | 2654 | 2549 | 2906 | 2925 |
| Mais | 2 | 1158 | 1142 | 1331 | 1391 | 1401 |
| Bønnevikke | 5 | 721 | 750 | 737 | 833 | 852 |
| Skolmbønne | 3 | 812 | 745 | 765 | 790 | 838 |
| Prydbønne | 5 | 1089 | 1147 | 1179 | 1233 | 1251 |

Til vanleg vert bandet plassert ca. 5-7 cm under og litt til side for frøet eller plantene. Davis et al. (1956) fann at til kepalauk og spinat kunne bandet leggjast 5 cm under frøet.

Fåren for skadeverknader aukar med stigande gjødselmengder. Ved forsøk i Michigan vart det påvist spireskader ved bruk av over 80 kg gjødsel pr. dekar. Ved bruk av store gjødselmengder er det vanleg tilrådd å breidgjødsla ein del av gjødsla.

Bandgjødsling må reknast for å vera særleg effektiv for fosfor. I mange høve gjeld dette også nitrogen. Ei blanding av superfosfat og ammoniumsulfat ser ut til å vera spesielt heldig.

For utplantingsplanter er også andre former for startgjødsling aktuelle.

I USA har "starter solution" vist seg å kunna gje meiravlingar, men sjeldan på jord som er sterkt oppgjødsla (Thompson & Kelly, 1957). Dersom det blir tørke på feltet kan det bli saltskader. Ved denne metoden blir det vatna med 0,1-0,2 % gjødseloppløysing i mengder på 1/8-1/2 l pr. plante. I praksis vert oppløysinga tilført under planting ved hjelp av spesialutstyr tilkpla plantemaskinen.

Ein annan metode er tilføring av ekstra gjødsel til planter som blir planta ut med klump. Her står valet mellom: a) vatning før utplanting med ei gjødseloppløysing, b) innblanding i pottejorda, og c) gjødsel strødd i botn av pottene (ved bruk av Jiffypotter).

I motsetnad til bandgjødsling er slik gjødsling lett å gjennomføra i praksis. Tabell 56 viser dessutan at for fosfat er metoden svært effektiv.

Gjødselvatning før utplanting er tilrådd i Vest-Tyskland (Hösslin et al., 1964). Det vert gjødselvatna med kalksalpeter eller fullgjødsel to gonger straks før utplanting, eller breidgjødsla etterfylgt av vatning. Vanlege gjødselmengder er 40-50 g kalksalpeter eller 50-60 g fullgjødsel pr. m² ved kvar gjødsling.

Innblanding av gjødsel i pottejorda er mest aktuelt for fosfat. Geissler₃ (1963) hevdar at han kan blanda inn 10-15 kg superfosfat pr. m² pottejord. Seinare forsøk ved NLH har vist at dette er ein fårleg framgangsmåte. Bruk av over 400 g P/m² pottejord fører lett til skadeverknader (Balvoll 1969a). Ved bruk av rein torv kan metoden i det heile ikkje tilråddast. Årsaka til skadene er truleg først og fremst ein direkte salt-skade. Dessutan blir jorda sterkt sur ved slik P-gjødsling.

For planter som blir oppalne i Jiffypotter er gjødsel i botn av pottene ein sikrare og betre metode. Tabell 58 viser resultat frå eit oppalingsforsøk med agurk (Balvoll, 1969a).

Tabell 58. Friskvekt 7 døger etter såing, g/plante.

| Ledd | Prosent gjødsla torv blanda inn i kompostjord | |
|---|--|--------|
| | 10 | 90 |
| Kontroll | 1,24 g | 0,80 g |
| 130 mg P/plante = 1,3 kg P/m ³ : | | |
| plassert på botn av pottene | 1,28 " | 0,80 " |
| blanda med pottejorda | 0,93 " | 0,38 " |

Føremønen med å strø gjødsla ut på botn av pottene var tydeleg størst når det vart nytta ei torvrik pottejord.

Kva avlingsutslag ein kan oppnå med slike små gjødselmengder går fram av eit forsøk med planta lauk ved NLH i 1968. Lauken vart planta ut på eit felt med gjødselruter som hadde fått ulik fosforgjødsling gjennom tre år. P-mengder i 1968 går fram av tabell 59.

Tabell 59. Avling av kepalauk i kg/daa (Balvoll, 1969a).

| P i botn av Jiffypotter | kg P/daa | | | |
|----------------------------|----------|------|------|------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 |
| 0 mg P/potte | 4420 | 5150 | 5460 | 5940 |
| 50 " " " | 5430 | 5900 | 5630 | 6240 |

Resultata viser ein stor avlingsauke for 50 mg P/potte, som er nær på uavhengig av breidgjødsla fosfatmengder. På eit tidleg stadium var det ein veldig tydleg effekt av potteggjødsla, og som var mest markert omlag tre veker etter planting. Den tilførte gjødselmengda tilsvarear ca. 420 g P/daa.

Ein siste framgangsmåte for gjødsling som vi også kan kalla for startgjødsling er strøing av gjødsel kring plantene ved første overggjødsla. Dette har vori granska for kål i tyske forsøk. Det vart oppnådd positive resultat for tidleg blomkål og hovudkål, og spesielt i kjølige vårar (Mappes & Will, 1965). Ved Toten forsøksring har det vori forsøk med dette i tre år for vinterkål. I desse forsøka har ikkje slik plassert overggjødsla hatt nokon føremon.

xxxxxxxxxxx

Forsøk har vist at startgjødsling kan gje svært positive resultat. For fosfor er det svært vanskeleg å forutseia ein slik effekt.

På den andre sida må ein alltid ta inn i vurderinga at slik gjødsling aukar faren for saltskader.

Litteratur.

- BALVOLL, G. 1969a. The starter effect of phosphorus fertilizer applied to potted vegetable transplants. Meld. nr. 32. Inst. gr.dyrk., NLH. Manuskript 36 s.
- BALVOLL, G. 1969b. Phosphorus requirement and phosphorus uptake of lettuce plants grown at different temperatures. Meld. nr. 33. Inst. gr.dyrk., NLH. Manuskript, 12 s.
- COOK, G.W., JACKSON, M.V., WIDDOWSON, F.V. & WILCOX, J.S. 1956. Fertilizer placement for horticultural crops. Jour. Agric. Sci. 47: 249-256.
- DAVIS, J.F., HULBURT, W.C., HANSEN, C.M. & SHEPHERD, L.N. 1956. The effect of fertilizer placement on the yield of onions and spinach grown on organic soil. Michigan St.Univ., Agr.Exp.St., Quart. Bul. 33: 249-256.
- GEISSLER, T. & KURNOH, P. 1962. Die Wirkung einer Erdballdüngung mit Superphosphat im Feldversuch mit Gemüsepflanzen. Arch. Gartenbau 10: 268-290.
- GEISSLER, T. 1963. Die Ansuct von Gemüsejungpflanzen in mit Superphosphat angereicherten Erds substraten. Arch. Gartenbau 11: 505- 524.
- HÖSSLIN, R., STEIB, T. & MAPPES, F. 1964. Gemüsebau. BLV. München/Basel/Wien, 544 s.
- MAPPES, F. & WILL, H. 1965. Die Düngung im Gemüsebau. Kapitel XIII i: Scharrer & Linser: Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung. Band 3 (1), s. 796-842.
- THOMPSON, H.C. & KELLY, W.C. 1957. Vegetable Crops. Fifth Ed. McGraw-Hill, New York, 611 s.

IX SURJORDSKADER

A. Årsaker til skader på sur jord.

Som regel kan skadeverknader av sur jord først attende til aluminiumsforgifting, manganforgifting, fosformangel eller ein kombinasjon av desse faktorane. På sur sandjord kan magnesium-mangel og kanskje kalsium-mangel, vera ei medverkande årsak til skadene.

1. Aluminiumsforgifting.

Innhaldet av ombyttbart aluminium i jorda og konsentrasjonen i jordvaska er sterkt avhengig av pH. Innhaldet aukar sterkt når jorda blir surare enn pH 5,1-5,3. Plantene viser ingen sikre symptom ved forgifting. Rotutviklinga er svak, og laterale røter kan vera deformerte eller blir ikkje utvikla. Fosforinnhaldet i plantene er lågt og skadene er vanskeleg å skilja frå fosformangel.

I eit vasskulturforsøk med salat vart plantane flytta annakvar dag mellom ei vanleg næringsoppløysing ved pH 5,5 (P5,5) og ein fosfat- og jarnfri næringsoppløysing i kar utfelt aluminiumhydroksyd. Oppløysinga i desse kara vart regulert til pH 4,9 (A14,9) eller 5,5 (A15,5). Nokre av resultatata går fram av tabell 60.

Tabell 60. Vasskulturforsøk med salat (Balvoll, 1968).

| Ledd | Tørrvekt, g/plante | | mg P/g tørrst. | | mg Al/kg tørrst. | |
|------------|--------------------|----------|----------------|-------|------------------|-----|
| | Topp | Topp/rot | Topp | Rot | Topp | Rot |
| A14,9-P5,5 | 2,07 | 2,06 | 4,03 | 6,31 | 54 | 843 |
| A15,5-P5,5 | 13,07 | 3,66 | 6,32 | 7,16 | 23 | 146 |
| P5,5 -P5,5 | 20,96 | 5,17 | 9,13 | 13,25 | 23 | 23 |

Tabellen viser at A1-leddet var mykje meir skadeleg ved pH 4,9 enn ved 5,5. Skilnadene i aluminiumsinnhald i plantene tyder på at skaden har ein samanheng med at det var mest aluminium i oppløysing ved lågast pH.

Resultata med omsyn til aluminiumsinnhaldet i plantene er typiske for slike forsøk. Aluminium akkumulerer i og på rotoverflata og fører til skader av det meristimatiske vevet nær overflata på røtene. Innhaldet i stengel og blad blir derimot lite endra.

Aluminiumsinnhaldet i blada av dei fleste grønsaker er til vanleg 50-150 mg pr. kg tørrstoff. Einskilde planteslag tek opp store mengder aluminium (opptil 1-2 %), og tomat og tobakk er mellom dei som har eit nokså høgt innhald.

Av di aluminiumsfosfat er tungt oppløyselig, kan fosfatgjødsling påverka aluminiumskonsentrasjonen i jordvaska. I markforsøk på sur jord kan difor ein positiv effekt av fosfatgjødsling skuldast ein reduksjon av fosformangel eller ein

reduksjon av aluminiumsforgiftning eller begge deler (jfr. Black, 1967, s. 33). Det er i det heile vanskeleg å finna ein forsøksmetodikk som kan klårleggja årsaksamanhengen. Det sikraste prøvet for at aluminiumsforgiftning er eit problem er at sensitive planteslag, dyrka i vasskultur, blir sterkt skadde etter overflytting for kort tid tid e i løysing som inneheld 1-2 ppm Al. Denne Al-konsentrasjonen er vanleg i jordvaska ved pH under ca. 5,0.

Dei ulike planteslaga er ikkje like utsette for alumini-umsforgiftning. Tabell 61 gjev eit samandrag av resultat frå fleire granskningar (Balvoll, 1968).

Tabell 61. Toleranse mot Al-forgiftning.

| Tolerant | Semitolerant | Sensitiv | Forfattar |
|--------------|--------------|--------------|----------------------------|
| Mais | Reddik | Salat | McLean & Gilbert (1927) |
| Nepe | Durra | Bete | |
| Kvein | Hovudkål | Timotei | |
| | Havre | Bygg | |
| | Rug | | |
| Bladkål | Rosenkål | Bladbete | Hewitt (1948, 1949) |
| Kålrot | Tomat | Sukkerbete | |
| Blomkål | Havre | Gulrot | |
| Potet | Lusern | Purre | |
| Alsikekløver | Raudkløver | Bygg | |
| Bokkveite | Hagebønne | Sennep | Foy & Brown (1964) |
| Sojabønne | Havre | Nepe | |
| Mais | Hamp | Bygg | |
| | | Bomull | |
| | | Hirse | |
| Mais | Kveite | Kveite | Aimi & Murakami (1964) |
| Ris | 'Akabozo' | 'Saitama 27' | |
| Agurk | Nepe | Salat | |
| Graskar | Reddik | | |

Klassifiseringane samsvarar ikkje særleg godt med kvarandre. Nepe er såleis ført opp som sensitiv av Foy & Brown men tolerant av McLean & Gilbert. Årsaka kan dels vera ulik forsøksmetodikk. Fosformangel kan til dømes ha gjort seg meir eller mindre gjeldande. Sortskilnader kan også ha hatt innverknad. Foy et al. (1965) fann såleis store sortskilnader i kveite. Årsaka til skilnadene såg ut til å ha samanheng med at pH kring røtene av dei utsette sortane var lågare enn elles.

2. Manganforgifting.

I motsetnad til aluminiumsforgifting framkaller manganforgifting ofte nokså typiske symptom og fører til eit høgt manganinnhald i plantene. Klorose, nekrose langs bladkantane og nekrotiske flekker i blada og særleg langs nervene er vanleg. Oppbøygde bladkantar hjå kålvekstane kan skuldast manganforgifting.

Det er påvist store artskilnader med omsyn til mangan-toleranse. I sandkulturforsøk tilførte Hewitt (1949) toksiske mengder av salt av mangan og/eller aluminium i næringsoppløysinga til ulike planteslag. Resultata i tabell 62 viser relativ vekt av plantene i prosent av kontroll-leddet.

Tabell 62. Sandkulturforsøk med surjordskader.

| | Mn | Tilføring av Al | Mn + Al |
|-----------------|-----|--------------------|---------|
| Kålrot | 25 | 50 | 5 |
| Bladkål | 30 | 60 | 12 |
| Tomat | 40 | 20 | 25 |
| Lusern | 40 | 25 | 6 |
| Rosenkål | 45 | 20 | 4 |
| Gulrot | 50 | 6 | 8 |
| Linse | 55 | 10 | 14 |
| Raudkløver | 60 | 30 | 12 |
| Blomkål | 60 | 60 | 16 |
| Selleri | 65 | 13 | 4 |
| Bygg | 70 | 25 | 60 |
| Purre | 70 | 8 | 8 |
| Sukkerbete | 85 | 15 | 17 |
| Bladbete | 85 | 20 | 15 |
| Potet (knollar) | 90 | 50 | 50 |
| Alsikekløver | 100 | 50 | 45 |
| Havre | 100 | 50 | 60 |

Stenuit & Piot (1960) fann at bønne, betete, purre, kepalauk, kjørvel, salat, tomat og tobakk var utsette for manganforgifting, medan kveite, havre, mais og rug vart mindre skadde.

I ei omfattande granskning fann Löhnis (1951) at potet, sennep, havre og jordbær var tolerante mot manganforgifting medan bønne og bønnevikke var utsette. Ho hevda at dei fleste tolerante planteslag som havre, sennep og bladbete tek opp lite mangan, men for einiskilde ser det ut til å vera slik at dei tolererer eit høgare innhald i vevet (tobakk, potet, jordbær). At sensitiviteten for manganforgifting er sterkt samanbundi med eit stort manganopptak, går fram av eit sandkulturforsøk der det vart funni store sortskilnader i salat, og slik at dei sortane som var mest utsette for manganforgifting akkumulerte dei største manganmengdene i blada (Messing, 1965).

Den store skilnaden det er mellom planteslaga når det gjeld opptak av mangan går fram av resultatata i tabell 63.

Tabell 63. Vasskulturforsøk (Collander, 1941).

| | mg Mn/kg tørrstoff |
|-----------|--------------------|
| Tomat | 242 |
| Vikke | 384 |
| Havre | 609 |
| Bokveite | 741 |
| Hagemelde | 906 |
| Spinat | 922 |
| Ert | 1367 |
| Salat | 1378 |
| Solsikke | 1521 |

Ein må gå ut frå at analysar av plantene er til god hjelp for å fastsetja om det er manganforgifting eller ikkje. Eventuelle grenseverdier er lite kjent, men i fleire granskningar dei siste åra er det for ulike plantearter rekna med ei skadegrense på 1000 mg Mn/kg tørrstoff. Av forsøk som er utførte, går det fram at skadegrensa kan variera svært med veksttilhøva (jfr. Jackson, 1967, s. 91-92). Manganinnhaldet er vanlegvis høgare i eldre enn i unge blad og er lågare i stengel og bladstilkar enn i bladplatene (Jackson, 1967).

xxxxxxx

Samanhengen mellom pH og basemettingsgrad og den verk- naden dette har på kationopptaket blir omtala i andre fag. Skilnader mellom grønsakvekstane på dette området veit vi lite om. Det bør likevel nemnast at kalsiumtilgangen har ein stor innverknad på symptoma på surjordskader for einskilde plante- slag og at plantene stundom viser eit skadebilete som er likt det som blir framkalla av kalsiummangel i vass- og sandkultur- forsøk.

B. Kalking.

1. Optimale pH-område.

Tidlegare vart det lagt stor vekt på kalking i grønsak- dyrkinga, og i eldre lærebøker kan ein finna oppgjevi tildels nokså snevre optimalområde for pH for kvar vekst.

I Noreg har danske kalkingsforsøk hatt stor innverknad på tilrådinga for kalking. I middel av forsøk ved Spangsbjerg i åra 1928-40 på "sandmuldet" jord vart det oppnådd fylgjande resultat (tabell 64).

Tabell 64. Kalkingsforsøk (Statens forsøgsvirks. Pl.kultur, 1942)

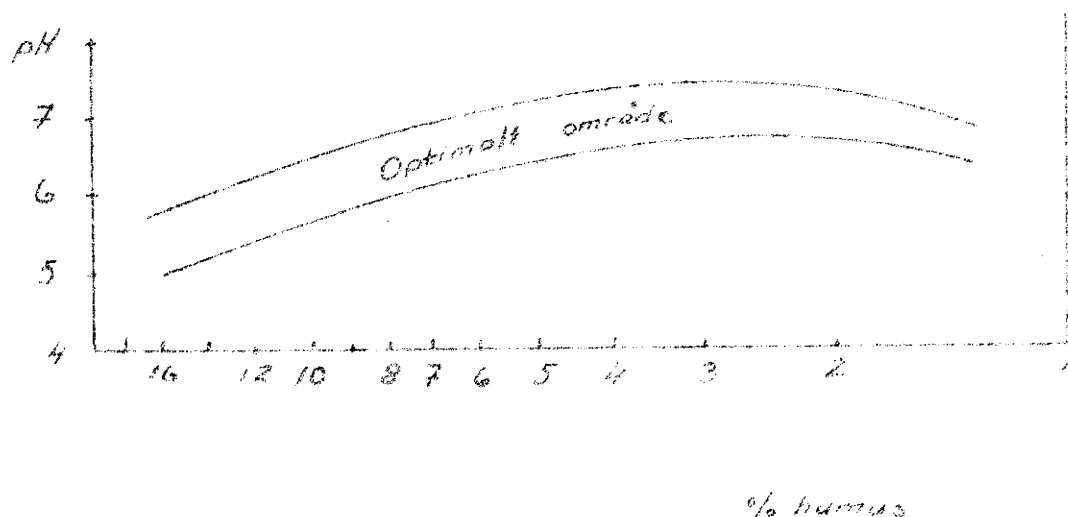
| kg kalksteinsmjøl/daa | | 200 | 0 | 200 | 380 | 870 | 2130 |
|-----------------------|------------|--------|----------------|-----|-----|-----|------|
| Rt, middel 1928-40 | | 6,4 | 5,9 | 6,4 | 6,7 | 7,1 | 7,6 |
| Vekst | Tal forsøk | kg/daa | Relativ avling | | | | |
| Kvitkål | 3 | 4430 | 93 | 100 | 108 | 104 | 103 |
| Gulrot | 3 | 4760 | 84 | 100 | 110 | 122 | 128 |
| Knollselleri | 2 | 510 | 53 | 100 | 225 | 367 | 308 |
| Kepalauk | 1 | 1180 | 76 | 100 | 103 | 114 | 115 |
| Purre | 3 | 990 | 60 | 100 | 121 | 141 | 152 |
| Erter (Grøne skolmer) | 3 | 620 | 85 | 100 | 108 | 115 | 126 |
| Bønne " " | 3 | 1480 | 82 | 100 | 101 | 109 | 110 |
| Salat | 3 | 1620 | 65 | 100 | 110 | 115 | 129 |
| Skorsonerrot | 3 | 880 | 81 | 100 | 126 | 134 | 134 |
| Spinat | 2 | 1340 | 60 | 100 | 120 | 134 | 134 |
| Rødbete | 4 | 3480 | 76 | 100 | 108 | 113 | 106 |
| Potet | 3 | 3910 | 101 | 100 | 105 | 106 | 104 |
| Tomat | 2 | 2070 | 92 | 100 | 105 | 108 | 114 |
| Agurk | 2 | 1990 | 91 | 100 | 115 | 113 | 119 |

Den heldige verknaden av sterk kalking kan vera nokså spesiell for dette feltet. Dessutan har det ved tolking av resultatane neppe vori teki omsyn til skilnaden mellom Rt og vår pH, (Jfr. kapitel om jordanalysar).

På grunnlag av desse forsøka vart det her i landet tilrådd kalking til pH 7,0-7,5 for dei fleste grønsakvekstar. Jamvel om vi ikkje har særleg mange nye forsøk å byggja på, veit vi nå at det venlegvis ikkje vil vera mykje å oppnå med dette, og at det i mange høve vil føra til vanskar med bor- og manganmangel.

Roll-Hansen (1947) fann i forsøk på Kvithamar at ei kalking som gav pH over 7,0 førte til avlingsnedgang for dei grønsakvekstane som var med i forsøket og framkalla også bor- og manganmangel.

Optimal pH vert påverka av humus- og leirinnhaldet. På grunnlag av nederlandske kalkingsforsøk med grønsaker (Bøen, 1953) kan vi setja opp den samanhengen mellom humusinnhald og optimal pH-område som vist i figur 7 (side 94).



Figur 7. Innverknad av humusinnhald på optimal pH.

På rein sandjord kan mangelmangel føra til store problem alt ved pH 6,5.

I dei fleste lærebøker i grønsaksdyrking er det gitt optimale pH-område. Thompson & Kelly (1987) grupperer vekstane som vist i tabell 65.

Tabell 65. Optimale pH-område for grønsaker i New York.

| 4,8-5,4 | 5,2-6,7 | 5,5-6,7 | 6 - 6,7 |
|---------|---|---|---|
| Potet | Gulrot Reddik Sukkermais Tomat | Bønne Ert Kål Selleri Lauk Agurk | Asparges Raudbete Blomkål Melon Spinat Salat |

I tyske lærebøker er inndelingane ofte om lag som gitt i tabell 66.

Tabell 66. Optimale pH-område (jfr. Mappes & Will, 1965).

| 5,5-7,0 | 6,0-7,0 | 6,0-7,5 | 6,5-7,5 |
|----------------------------|--|--|---|
| Agurk Tomat Rabarbra | Bønne Ert Hovudkål Rosenkål Kålrot Reddik | Gulrot Persille Purve Salat Spinat | Asparges Raudbete Selleri Lauk |

Grupperingane varierer mykje etter kva granskingar og røymsler som ligg til grunn for oppsettet. Dette er nokså rimeleg når vi veit kor mange faktorar som kan vera årsak til utslag for kalking. Den nedre grensa vert ofte bestemt av mangan- eller aluminiumsforgifting. Kålvekstane er sterke mot Al-, men utsette for Mn-forgifting. Den faktoren som dominerer blant surjordskadene vil såleis verka sterkt inn på kva gruppe desse vekstane blir plassert i.

Einskilde forsøk tyder på at bortsett frå ulik toleranse mot surjordskader, vil ikkje det optimale pH-området variere særleg mykje mellom dei ulike artene. Boon (1953) fann såleis omlag same optimum for alle grønsakvekstar som var med i forsøksserien.

Mappes & Will (1965) gjev opp at agurk, tomat og selleri ikkje bør dyrkast på nykalka jord, medan det går bra med ert, bønne, kepalauk og gulrot.

2. Kalking til optimal pH.

Mellom pH i jorda og basemetningsgrad er det ein nærpå lineær samanheng (Lathwell & Peech, 1964; Scheffer & Schachtsabel, 1966). I det mest aktuelle området for kalking (pH 4,5-6,5) kan ein rekna at ein auke av pH med ein eining, aukar basemetningsgraden med 16 prosent-einingar. Dersom ein reknar at 1 m.e. ombyttbare "sure" kation tilsvarar 50 kg CaO/daa, finn ein at:

$$\text{kg CaO/daa} = 8 (\text{CEC}) \Delta \text{pH},$$

der CEC er kationombyttingskapasiteten i m.e./100 g og Δ pH er ynkt heving av pH.

For å koma fram til ombyttingskapasiteten kan ein grovt rekna at 1% humus tilsvarar 2,5 m.e./100 g og 1% leire 0,5 m.e./100 g. For ei jord med 5% organisk stoff og 5% leire som ein ynskjer å kalka opp frå pH 5,0 til 6,0 finn ein at høvefeg kalkingsmengde er:

$$\begin{aligned} \text{kg CaO/daa} &= 8(2,5 \cdot 5 + 0,5 \cdot 5) \cdot 1 \\ &= 120. \end{aligned}$$

I denne utleiinga er det ikkje teki omsyn til nedsett kalkverknad av ymse grunnar (jfr. generell gjødsellære).

3. Kalking mot klumprot.

Vanleg kalking er til lite hjelp mot klumprot. Forsøk har vist at pH må godt over 7,0 for å oppnå ei sikker effekt. Så sterkt kan ein til vanleg kalka utan uheldige sideverknader av di kål som oftast blir dyrka på leirhaldig jord og av di desse vekstane er nokså sterke mot manganmangel. Ved slik kalking må ein sikra seg mot bormangel ved gjødsling.

Ved kalkulering av kalkingsmengder kan ein her ikkje gå ut frå ein lineær samanheng mellom pH-ending og kalkmengde som var gitt framanfor. Ein av grunnane til dette er den auken som skjer med ombyttingskapasiteten ved heving av pH nær nøytralt punktet. Dette gjeld særleg for jord med høgt humusinnhald.

Ved pH 6,8-7,0 og oppover vil det ved kalking vera meir eller mindre utfelt kalsiumkarbonat til stades som er i likevekt med dissosiert kalsiumkarbonat. pH vert då for ein stor del bestemt av CO_2 -trykket (P_{CO_2}) og Ca-aktiviteten (Ca) i jordvæska i samsvar med likninga:

$$\text{pH} = 4,93 - \frac{1}{2}\log(\text{Ca}) - \frac{1}{2}\log P_{\text{CO}_2},$$

der (Ca) blir rekna i Mol. og P_{CO_2} i atm. (jfr. Lindsay & Moreno, 1960).

Av di (Ca) endrar seg relativt lite med stigande kalkmengder i dette pH-området, vert pH difor i stor utstrekning bestemt av partialtrykket av CO_2 . Dette gjer at ein kan finna omlag same pH i jorda anten ein tilfører 1, 2 eller 4 tonn kalksteinsmjøl pr. dekar.

(Ca) varierer i slik jord vanlegvis mellom 0,001 og 0,01 M, og P_{CO_2} innan området 0,001-0,01. Dette gjev fylgjande yttergrenser for pH

| (Ca) \ P_{CO_2} | 0,001 | 0,01 |
|--------------------------|-------|------|
| 0,001 | 7,93 | 7,43 |
| 0,01 | 7,43 | 6,93 |

Fleire tilhøve gjer at det er vanskeleg å finna kva kalkingsmengder som er turvande for å oppnå ein tilfredsstillande effekt mot klumprot. Finheits- og oppløysingsgraden av kalkingsmidlet er truleg nokså avgjerande. Reinkind (1959) nemner at det sjeldan er aktuelt å bruka mindre enn 1000 kg kalksteinsmjøl pr. dekar ved kalking mot klumprot. Han konkluderer også med at kalksteinsmjøl ser ut til å vera like effektivt som brent og leska kalk. Her må ein vera merksam på at desse siste midla har ein raskare pH-verknad og kan for ei kortare tid heva pH meir enn kalksteinsmjøl. På den andre sida er fåren for skader på spirande frø og planter stor dersom kalkinga blir utført nær inn til såing eller planting.

Litteratur

- AIMI, R. & MURAKAMI, T. 1964. (Cell-physiological studies on the effect of aluminium on the growth of crop plants) (Japansk). Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Tokyo 11D: 331-396
- BALVOLL, G. 1968. Aluminium uptake and toxicity in plants. M. Sci. Thesis, Cornell Univ., N.Y., USA, 123 s.
- BLACK, C.A. 1968. Soil-plant relationships. Sec. Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, 792 s.
- BOON, I., van der. 1953. Inventarisatie van de gegevens van bemestingsproefvelden in de Tuinbouw. Rijkstuinbouwconsulentenschap voor Bodemaangelegenheden. Desember 1953. Stensiltrykk 18 s.
- COLLANDER, R. 1941. Selective absorption of cations by higher plants. Plant Physiol. 16: 691-720.
- FOY, C.D. & BROWN, J.C. 1964. Toxic factors in acid soils. II. Differential aluminum tolerance of plant species. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 28: 27-32.
- FOY, C.D., BURNS, E.R., BROWN, J.C. & FLEMING, A.L. 1965. Differential aluminum tolerance of two wheat varieties associated with plant induced pH changes around their roots. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29: 64-67.
- HEWITT, E.J. 1948. The resolution of the factors in soil acidity: The relative effects of aluminium and manganese toxicities on farm and marked garden crops. Long Ashton Res. St. Ann. Rep. 1947, s. 82-96.
- HEWITT, E.J. 1949. The resolution of the factors in soil acidity. IV. The relative effects of aluminium and manganese toxicities on some farm and marked garden crops. Long Ashton Res. St. Ann. Rep. 1948, s. 58-65.
- JACKSON, W.A. 1967. Physiological effects of soil acidity. Kapitel 2 i: Pearson & Adams (Editors): Soil acidity and liming. Agronomy No. 12. Amer. Soc. Agr., Publ., Madison, Wisc., USA, s. 43-124.
- LATHWELL, D.J. & PEECH, M. 1964. Interpretation of chemical soil tests. Cornell Univ. Agric. Exp. St., N.Y. St. Coll. Agric., Bull. 995, 40 s.
- LINDSAY, W.L. & MORENO, E.C. 1960. Phosphate phase equilibria in soils. Soil Sci. Soc. Proc. Amer. 24: 177-182.
- LØHNIS, M.P. 1951. Manganese toxicity in field and market garden crops. Plant and Soil 3: 193-222.

- MAPPES, F. & WILL, H. 1965. Die Düngung im Gemüsebau. Kapitel XIII i: Scharrer & Linser: Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung. Band 3,(1), s. 796-842.
- Mc LEAN, FT. & GILBERT, B.E. 1927. The relative aluminum tolerance of crop plants. Soil Sci. 24: 163-177.
- MESSING, J.H.L. 1965. Some differences in the growth of lettuce varieties at a high manganese level in sand culture. Ann. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst. 1964, s. 142-148.
- REINKIND, T. 1959. Kjemiske rådgjerder mot klumprot (*Plasmodiophora brassica* Wor.). Hovudoppgåve Hagebr.avd. NLH, 71 s.
- ROLL-HANSEN, J. 1947. Kalksteinsmjøl i stigende mengder, dels med, dels uten bor. Kalksteinsmjøl brukt dels sammen med torv, dels sammen med kunstgjødsel og dels sammen med husdyrgjødsel. Meld. St. forsøksgard grønsakdyrk. Kvithamar 1945, s. 21-56.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. 1966. Lehrbuch der Bodenkunde. Ferd. Enke Verl., Stuttgart, 473 s.
- STATENS FORSØGSVIRKSOMHED I PLANTEKULTUR, 1942. 12 Aars Forsøg med stigende Kalkmængde til Køkkenurter 1928-1940. 332. Meddelelse, 1. April 1942, 3 s.
- STENUIT, D. & PIOT, R. 1960. Mangaangebrek en mangaanvergiftiging bij landbouwgewassen. Agricultura 8: 141-172.
- THOMPSON, H.C. & KELLY, W.C. 1957. Vegetable Crops. McGraw-Hill, N.Y., 611 s.

X. KALSIUMMANGEL.

A. Generelt.

Til vanleg er det ein sterk samanheng mellom ombyttbart kalsium i jorda og pH. Dessutan blir jorda som oftast gjort mindre sur ved tilføring av eit alkalisk verkande kalsiumsalt.

I vasskulturfosøk kan kalsiummangel lett påvisast. I slike forsøk er det funni at kalsiumkravet aukar med fallande pH i næringsoppløysinga. (Jfr. Black, 1967).

Med eit fallande innhald av ombyttbart kalsium i jorda di surare jorda er, og med eit auka kalsiumkrav, er kalsiummangel såleis ei mulig årsak til avlingsnedgang og skader på sur jord.

Sikre data for kalsiummangel har ein frå forsøk med sukkerrøyr på Hawaii (jfr. Black, 1967, s. 334-335). I ein serie markforsøk med kalsiumkarbonat og kalsiumsulfat vart det påvist ein tydeleg samanheng mellom avlingsauke for kalsiumtilførsel og mengda av ombyttbart kalsium i jorda, med avlingsauke opp til ca. 170 mg Ca pr. liter jord (omlag 0,7 m.e. Ca/100 g). Desse forsøka er utførte på jord med eit uvanleg lågt innhald av ombyttbart kalsium. Andre forsøk på jordtyper som er meir lik dei vi har i Noreg, tyder ikkje på at kalsiummangel er nokon medverkande årsak til surjordskader. Lathwell & Peech (1964) fann såleis i ein større forsøksserie i staten New York at gjødsling med kalsiumsulfat ofte reduserte avlingane på sur jord, medan kalking hadde ein positiv effekt.

Direkte mangel på kalsium i plantane er neppe vanleg, men for einiske planteslag ser det ut til at oppteki kalsium ikkje blir transportert i tilstrekkeleg mengd til visse deler av planta, slik at det kan bli avlings- eller kvalitetsnedgang på grunn av ein lokal kalsiummangel.

Det er nokså sikre prov for at ein slik type av kalsiummangel kan føra til avlingsnedgang for jordnøtt (jfr. Black, 1967, s. 333-334). Blomstrane sit på desse plantane på lange skaft. Etter blomstring bøyer skafta seg slik at frukta veks ned i jorda. I forsøk vart det funni at gjødsling med kalsiumsulfat i nærleiken av fruktene auka avlinga til det doble, medan same gjødsling i rotsona reduserte avlinga. Resultata tyder på at kalsium ikkje kan bli transportert frå planta til fruktene, men må takast opp i fruktene frå jorda direkte.

Eit anna prov for kalsiummangel i jordnøtt kjem frå ein serie markforsøk, der det vart funni at avlingsauken ved kalking var meir avhengig av mengda av ombyttbart kalsium i jorda enn av pH. Dersom jorda innehelt 1,4 m.e. Ca/100 g, auka ikkje kalking avlinga.

B. Fysiologiske sjukdomar for grønsaker.

Fleire fysiologiske sjukdomar for grønsaker ser ut til å ha ein samanheng med eit lågt kalsiuminnhald i den delen av plantene som blir skadd. Dette gjeld griffelrâte for tomat og

paprika, hjarteråte for stilkselleri, bladrandskader i salat, hovudkål og rosenkål og gropfleck for gulrot.

1. Griffelråte på tomat og paprika.

Fleire granskingar har gitt nokså sterke prov for at griffelråte for tomat og paprika skuldast ein lokal kalsiummangel i fruktene. I dei fleste forsøk er det lite samheng mellom kalsiumtilgangen frå veksemediet og åtaksgraden, men ein sterk reduksjon av skaden ved sprøyting av blad og frukt med eit kalsiumsalt, og eit lågt kalsiuminnhald i fruktene, er likevel sikre prov for slik mangel. Griffelråte gjer seg som regel gjeldande ved ein ujamn vasstilgang og ved høg saltkonsentrasjon i jorda (El-Asdovdi, 1966; Geraldson, 1957).

Gerald & Hipp (1968) fann at ein sterk transpirasjon frå blada, og nedsett vasstransport til frukter som er under utvikling, reduserte kalsiuminnhaldet i fruktene og auka åtaket av griffelråte.

2. Hjarteråte i stilkselleri.

Ved dyrking av stilkselleri gjer hjarteråte (black heart) ofte stor skade. Sjukdomen viser seg først ved at spissane på ikkje fullt utvikla bladflikar på dei indre blada blir brune. Ved sterke åtak kan dei indre blada og vekstpunktet døy ut. I vass- og sandkulturforsøk er det påvist at ein låg kalsiumtilgang kan framkalla skaden. I eit vasskulturforsøk oppnådde Geraldson (1957) fylgjande resultat (tabell 67):

Tabell 67. Poeng for hjarteråte: 0 = uskadd, 5 = sterk skade.

| Næringsoppløysing, ppm | | Usprøyta | | Sprøytingar med 0,04 M CaCl ₂ | |
|---------------------------|-----|------------------|-------|--|-------|
| | | Vekt g/plante | Poeng | Vekt g/plante | Poeng |
| Total | Ca | | | | |
| 1000 | 150 | 2160 | 0 | 2400 | 0 |
| 1000 | 50 | 515 | 3 | 2325 | 0 |
| 3000 | 450 | 1305 | 2 | 1820 | 0 |
| 3000 | 150 | 540 | 5 | 1900 | 0 |

Dette og fleire andre forsøk viser at med stigande saltkonsentrasjon og med stigande gjødselmengder aukar åtaka av hjarteråte.

I markforsøk er det funni at sprøyting med omlag 0,1 M oppløysing av kalsiumklorid eller kalsiumnitrat med ei veker mellomrom i slutten av vekstsesongen kan redusera skadene sterkt.

Eit uheldig høve mellom dei ombyttbare kationa i jorda aukar faren for skade. Bergman (1960) hevdar at kalsium bør utgjera meir enn 78 % av ombyttbart K + Ca + Mg (rekna etter

vekt). Sterk nitrogengjødsling fører vanlegvis til meir hjarteråte.

Hjarteråte i selleri gjer størst skade under varme veksevilkår. Ujamm vasstilgang fremjar skaden. Einskilde arbeid tyder på at sterke åtak av hjarteråte ofte førekjem i samband med rask vekst.

3. Bladrandskader i salat, hovudkål og rosenkål.

Einskilde former for bladrandskader (tipburn) i salat, hovudkål og rosenkål ser ut til å ha samanheng med ein lokal kalsiummangel.

Fleire eldre forsøk viser at kalking eller bladsprøyting med eit kalsiumsalt ikkje hindrar bladrandskader i salat. Nyare forsøk tyder på at bladsprøyting stundom likevel kan vera effektiv dersom det vert sprøyta ofte og slik at sprøytevaska når fram til blad under utvikling kring vekstpunktet. Kruger (1966) oppnådde positive resultat ved sprøyting tre gonger for veka med 0,04 M CaCl_2 eller $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

To typer av bladrandskader i hovudkål kan ha samanheng med kalsiuminnhaldet i vevet. Symptomet på den eine skaden er kantar på omblad og dekkblad, og for den andre blir eitt eller fleire blad inne i hovudet nekrotiske frå kantane (innerrand). Hori et al. (1959, 1960) har i vasskulturforsøk funni at sterk kalsiummangel fører til den første skaden, medan svak mangel eller mangel på eit seint stadium fører til innerrand. Symptoma vart framkalla ved ein kalsiumkonsentrasjon på opptil 4-6 m.e. Ca/l.

Maynard et al. (1965) utførte sandkulturforsøk med to hovudkålsortar, Langendijker Autumn White, som er sterkt utsett for innerrand, og Glory of Enkhuizen som er resistent mot denne skaden. Nokre av resultatata går fram av tabell 68.

Tabell 68. Poengskala: 0 = utan skade, 3 = sterk skade.

| m.e. Ca/l | % Ca i tørrstoffet | | | | | | Skade, poeng | |
|-----------|--------------------|------|----------|------|--------|------|--------------|------|
| | Hovud | | Dekkblad | | Omblad | | LAW | GE |
| | LAW | GE | LAW | GE | LAW | GE | | |
| 1,25 | 0,28 | 0,38 | 0,82 | 1,01 | 2,20 | 2,23 | 2,25 | 1,25 |
| 2,50 | 0,29 | 0,37 | 1,37 | 1,17 | 2,45 | 2,93 | 1,50 | 0,25 |
| 5,00 | 0,34 | 0,37 | 1,80 | 1,45 | 2,95 | 2,75 | 0 | 0 |
| 10,00 | 0,40 | 0,49 | 2,73 | 2,00 | 3,66 | 3,10 | 0 | 0 |

Resultata tyder på at årsaka til at Langendijker Autumn White er mest utsett for innerrand er at i høve til den andre sorten har han ein redusert transport av kalsium til vevet i dei indre blada.

Innerrand i hovudkål ser såleis ut til å ha samanheng med ein lokal kalsiummangel, jamvel om ein ikkje har prov for dette frå markforsøk. Bladsprøyting er ikkje påvist å ha nokon effekt. Dette gjeld også for bladrandskader på omblad og dekkblad. Det

er difor nokså tvilsamt om den siste forma av rand til vanleg har nokon samanheng med lokal kalsiummangel.

I sandkulturforsøk fann Millikan & Hanger, (1966) at kalsiummangel førte til innerrand ("internal browning") i rosenkål. Ved sterk mangel vart veksten sett sterkt tilbake og bladkantane vart øydelagde og oppbøygde. Ved svakare mangel kunne plantene veksa normalt, men det vart likevel påvist nekrotisk vev inne i kålen. Skaden var ofte mest alvorleg for store hovud som hadde utvikla seg raskt. Store sortskilnader vart påvist.

Andre prov for at kalsiummangel kan ha ein samanheng med dette vanlege problemet i rosenkåldyrkinga er ikkje publisert.

4. Gropfleck på gulrot.

Gropfleck i gulrot er ein ikkje parasittær skade som viser seg ved større eller mindre innsokne flekker på rota av gulrot. Desse flekkene blir etter ei tid svarte på grunn av sekundære sjukdomar.

Maynard et al. (1961, 1963) har i sandkulturforsøk funni at graden av denne skaden kan aukast ved eit lågt kalsiuminnhald i næringsoppløysinga. (Innhaldet vart variert frå 1 til 20 m.c. Ca pr. liter ved tilføring av kalsiumklorid.) Det vart funni at kalsiuminnhaldet i rota varierte lite med kalsiumtilføringa, medan det vart hevda at det var ei god samanheng mellom Ca-innhaldet i bladstilkane og åtaksgraden. Både i sandkultur- og markforsøk vart det funni at kalsiuminnhaldet i bladstilkane gjekk ned med aukande "mogningsgrad". (Det vanlege er at innhaldet aukar di eldre blada blir.) Dette vart sett i samanheng med at åtaka av gropfleck aukar di seinare haustinga blir utført.

Gropfleck er i einsskilde år påvist i sterk grad flekkvis på åkeren hjå einsskilde dyrkarar i Noreg, og ser ut til å vera mest vanleg på lett jord. Åtaka har neppe større samanheng med låg pH på felta. Dersom årsaka er lokal kalsiummangel skulle ein tru at kalking eller anna kalsiumtilførsel til jorda, på same måte som for jordnøtt, vil vera effektivt.

XXXXXXXXXX

Dei fleste typer av lokal (eller fysiologisk) kalsiummangel har visse felles trekk. Kalsiuminnhaldet i den delen av plantene der vevet er skadd er lågt. Kalsium som er transportert til eit blad blir seinare berre i liten grad omfordelt slik at tilgangen til det meristimatiske vevet stadig er avhengig av ny tilførsel gjennom ledningsvevet. Kor transportabelt kalsium er, varierer mellom planteartene. Det er dessutan ofte store sortskilnader (jfr. Maynard et al., 1965,

Millikan & Hanger, 1966).

Ein uheldig vassbalanse er som regel meir dominerande for skadegraden enn innhaldet av ombyttbart kalsium i jorda eller konsentrasjonen av kalsium i jordvæska. Når saltkonsentrasjonen i jorda blir høg, har som regel kalsiuminnhaldet i jorda liten innverknad. Høvet mellom ombyttbare kation i jorda kan også verka inn, slik at den lokale kalsiummangelen kan bli meir utprega når det er lite ombyttbart kalsium samanlikna med kalium og magnesium. Høg temperatur og rask vekst har ofte ein samanheng med desse skadene.

Litteratur

- APELAND, J. & HOVD, J. 1960. Bladrandskade på kvitkål. Gartneryrket 50: 574, 580.
- BERGMAN, E.L. 1960. Celery blackheart and its control in Pennsylvania. Progr. Rep. Pa. agric. Exp. St. 215, 5 s.
- BLACK, C.A. 1968. Soil - plant relationships. Sec. Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, 792 s.
- E1-ASDOVDI, A.-H. 1966. Untersuchungen über die Ursache und Verhinderung der Fruchend-Fäule bei Tomaten. Diss. Landwirtsch. Hochschule Hohenheim, 75 s.
- GERALDSON, C.M. 1957. Factors affecting calcium nutrition of celery, tomato and pepper. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 21: 621:625.
- GERARD, C.J. & HIPPI, B.W. 1968. Blossom-end rot of 'Chico' and 'Chico Grande' tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 521-531.
- HORI, Y., YAMASAKI, K., KAMIHAMA, T. & AOKI, M. 1959. On the transition of early spring cabbage production and the occurrence of the so-called heart rot in Fuji City. Jour. Hort. Assoc. Jap. 28: 267-276.
- HORI, Y., YAMASAKI, K., KAMIHAMA, T. & AOKI, M. 1960. Calcium nutrition of vegetable crops. II. Calcium deficiency symptoms of chinese cabbage and the effect of concentration of culture solution on its occurrence. Jour. Hort. Assoc. Jap. 29: 169-180.
- KRUGER, N.S. 1966. Tip-burn of lettuce in relation to calcium nutrition. Qd. J. agric. Anim. Sci. 23: 379-385.
- MAYNARD, D.N., GERSTEN, B., VLACH, E.F. & VERNELL, H.F. 1961. The effect of nutrient concentration and calcium levels on the occurrence of carrot cavity spot. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 78: 338-342.
- MAYNARD, D.N., GERSTEN, B., YOUNG, R.E. & VERNELL, H.F. 1963. The influence of plant maturity and calcium level on the occurrence of carrot cavity spot. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83: 506-510.
- MAYNARD, D.N., GERSTEN, B. & VERNELL, H.F. 1965. The distribution of calcium as related to internal tipburn, variety and calcium nutrition in cabbage. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86: 392-396.
- MILLIKAN, C.R. & HANGER, B.C. Calcium nutrition in relation to the occurrence of internal browning in Brussels sprouts. Aust. Jour. Agric. Res. 17: 863-874.
- STEINE, S. 1969. Kalsiummangel i gulrot. Bondevennen 72: 866-867.