

Stensiltrykk nr. 35
Institutt for grønnsakdyrking,
Norges landbrukshøgskole.
Desember 1969.

Verknad av nitrogengjødsling på kjemisk
samansetnad og næringsverde hjå
grønnsakvokstrar.

Lisensiatforelesing

NLH, 5-12-1969

av

Gudmund Balvoll

I. INNLEIING

Nitrogen er det av dei tre hovudnæringsstoffa, nitrogen, fosfor og kalium, som har størst innverknad på oppbygging og kjemisk samansetnad av plantene. Det er velkjent at med stigande mengder nitrogen vil cellene bli meir rike på protoplasma i høve til massen i celleveggene. Av di protoplasmaet er sterkt hydratisert, vil plantene dermed bli meir vassrike ved sterk nitrogen-gjødsling. Ei anna fylgje av sterk N-gjødsling er at plantene blir lausare oppbygde og at støttevev og kutikula blir svakare utvikla. For grønsaker vil dette føra til at produkta blir meir sprø og saftfulle. Når blad og bladstilkar utgjer det matnyttige produktet, må dette seiast å vera heldige kvalitetsegenskapar. Sett frå denne sida kan det difor for bladgrønsaker og kålvekstar vera heldig med ei sterk nitrogengjødsling. Men nitrogengjødslinga verkar også inn på kjemisk samansetnad som meir direkte har med næringsverdien av grønsakene å gjera. For grønsaker har nitratinnhaldet ei viss interesse. Dessutan er det naturleg å ta for seg dei nitrogenhaldige stoffa som utgjer ein stor del av plantemassen, og som påverkar næringsverdien i størst grad. Viktig i denne samanhengen er proteininnhaldet og samansetnaden av proteinet. Vi skal så seinare sjå litt på korleis karbohydrat-, syre-, og vitamininnhald i ymse grønsaker blir påverka av nitrogengjødslinga.

Når plantene blir dyrka i jord blir nitrogenet i stor utstrekning oppteki som nitrat. Ein del blir også oppteki som ammonium, men ammonium blir som regel raskt oksydert til nitrat i jord. Dette gjer at ammonium- og nitratgjødsel kan ventast å ha omlag lik innverknad på nitratinnhaldet i grønsaker.

I plantene kan nitrat bli redusert alt i røtene. Det må då vera ein prosess som er uavhengig av lyset. I tillegg blir det hevda at det føregår ein nitratreduksjon som er sterkt samanbundi med fotosyntesen. Dette gjer at nitratinnhaldet i plantene er høgst under dårlege lystilhøve og at nitratinnhaldet til vanleg er mykje lågare i bladplantene enn i bladstilkar og stengel.

Etter reduksjonen går nitrogenet inn i organiske bindingar av ulike slag. Ein stor del går inn i aminosyrer som så er byggjesteinane for protein. Ein del nitrogen går også inn i amid. For ein stor del er dette amid av aminosyrer.

II. NITRAT

Eit høgt nitratinnhald må reknast for å vera uheldig i planter som blir brukt til menneskeføde. Arsaka til det er at nitrat kan bli **reduisert** til nitritt som har giftverknad ved at hemoglobinet blir omforma slik at det ikkje er i stand til å transportera oksygen. Dette kan vera ei årsak til cyanose.

I plantene er nitrittinnhaldet svært lågt. Men før grønsakene blir brukt, kan det skje ein reduksjon frå nitrat til nitritt. Fåren for ein slik reduksjon er truleg størst når ferdige salatar blir ståande for lenge før bruk eller når djupfrosne grønsaker vert ståande for lengre tid etter opptining. Fåren for ein slik omsetnad er likevel, etter det eg kan skjønna, ikkje særleg stor. Vi kan difor gå ut frå at grønsakene svært sjelden inneheld nitritt når dei blir etne.

Ein reduksjon frå nitrat til nitritt kan også skje i tarmkanalen. Normalt vil ikkje dette førekomma hjå menneske, men for speborn som har fordøyelsessvanskar er det funni at ein omforming frå nitrat til nitritt kan skje i tynntarmen og at dette kan vera årsaka til cyanose.

Etter dei granskingane som er utførte, må ein kunna gå ut frå at eit høgt nitratinnhald i grønsaker berre vil vera fårleg når dei vert brukt som føde til speborn som har fordøyelsessvanskar. Gulrot og spinat er dei grønsakvokstrane som er mest nytta til slik kost, og det er difor rimeleg at det har vori mest interesse for desse to vokstrane når det gjeld dette spørsmålet.

Figur 1 viser resultat frå fleire forsøk med spinat i Vest-Tyskland (22). Av diagrammet går det fram at nitratinnhaldet har auka proporsjonalt med tilført N-mengde. Vi ser at resultatene varierer sterkt. Ei årsak til det kan vera ulik jord og ulik nærings-tilgang frå jorda. Det kan også ha samanheng med lystilhøva som det vart nemnt tidlegare. Temperaturen er ei anna viktig variasjonskjelde. Når temperaturen blir låg vil nitratinnhaldet i plantene stiga sterkt. Det same gjeld for tørke. Effekten av nitrogengjødsling på nitratinnhaldet er altså sterkt avhengig av lystilgang, vasstilgang og temperatur.

Ikkje alle grønsakvokstrar akkumulerer like lett nitrat. Boek & Schupan (2) gjev opp at kålvokstrane og arter innan meldefamilien er mellom dei som ofte har eit høgt nitratinnhald. I granskingar i USA er det funni at stilkseileri, reddik, raudbete, salat og spinat er mellom dei som har eit høgt innhald (4,7).

I ei gransking i Missouri USA vart det funni at nitratinnhaldet i vokstrar med kort veksttid vart meir påverka av tilførte N-mengder enn slike som hadde lang veksttid (4). Den store artskilnaden skulle gå fram av tabell 1. Jamvel om resultatene er variable må ein kunna seia at nitratinnhaldet i reddik, salat, spinat og bladkål har vori sterkt påverka, men ikkje i gulrot. At gulrot har eit lågt nitratinnhald går også fram av andre granskingar.

Som det er nemnt tidlegare har nitrogengjødselslaget neppe større innverknad på nitratinnhaldet i plantene. Tabell 2 viser resultat frå eit forsøk med kalksalpeter og eit seintverkande nitrogengjødselslag (Peraform) til spinat. Det spesielle N-gjødselslaget er eit kondensat av urea og formaldehyd (22). Vi ser at gjødsling med Peraform har ført til eit like høgt nitratinnhald i spinaten som kalksalpeter når ein har oppnådd same avlingsnivå for dei to gjødselslaga.

Ein metode til å redusere nitratinnhaldet i spinat på er å fjerna stenglar, bladstilkar og hovudnerver. Schupan og medarbeidarane hans fann at dette reduserte nitratinnhaldet i produkta til under det halve (22).

Under gunstige vekstvilkår må ein rekna med at auken i nitratinnhald ved sterk gjødsling med nitrogen er større i stenglar og bladstilkar enn i bladplatene.

Sidan det er ein viss fære for nitrittforgifting, vil kanskje einskilde hevda at med den sterke auken vi har hatt i nitrogenforbruket gjennom lengre tid, må også færen for slik forgifting ha auka sterkt. Her kan det då vera grunn til å minna om at grønsaker i svært lang tid har vori gjødsle sterkt. Rett nok har det etter kvart skjedd ein overgang frå husdyrgjødsel til handelsgjødsel, men eg tvilar på om dette kan ha hatt noko å seia for nitratinnhaldet i grønsakene. For 62 år sidan vart det i Chicago utført ei gransking over nitratinnhaldet i grønsaker som vart salsførte

på marknaden der. I 1967, altså 60 år seinare, vart det gjennomført ei tilsvarende gransking i Beltsville i Maryland (7). Ved å samanlikna analyseresultata frå dei to granskingane vart det funni at nitratinnehaldet ikkje var høgare i grønsaker i 1967 enn i 1907. Dette skulle vera ein indikasjon på at problemet ikkje har endra seg særleg til det verre i dette tidsrommet.

Ved sida av spinat har søkelyset blitt retta mot gulrot når det gjeld nitritforgifting av speborn. Som vi har sett er nitratinnehaldet i gulrot til vanleg lågare enn i dei fleste andre grønsakslag. I tillegg kjem at i høve til mange andre grønsakslag blir det gjødsla svakt med nitrogen til gulrot. Ut frå dette må ein kunna seia at dersom ikkje nitratinnehaldet i gulrot kan tolererast til spebornkost, kan ikkje grønsaker som er dyrka på vanleg måte i det heile nyttast til slik føde. Ved vanleg handelsdyrking vil ein ikkje kunna unngå at nitratinnehaldet vil bli høgt av og til, dels av di vi har liten kontroll over nitrogen-tilgangen for plantene og dels av di vi ikkje kan unngå å hausta i kjølig ver og ved låg temperatur eller i ein tørkeperiode.

Problemet kan difor neppe løysast ved ei meir forsiktig nitrogengjødsling, slik ein skulle tru i første omgang.

PROTEIN

I Noreg utgjer protein frå grønsaker neppe meir enn 1 til 2 % av det totale proteinforbruket. Mengda og samansetnaden av proteinet i grønsaker har såleis lite å seia for næringsverdien av desse vokstrane hjå oss. I utviklingsland er fleire erteblomstra planteslag viktige proteinkjelder, men merkeleg nok er det her lite granska korleis gjødslinga verkar inn på proteinsamansetnaden. For nitrogen kan kanskje dette vera forståeleg, på grunn av den særståda som dei erteblomstra plantene er i når det gjeld nitrogenforsyninga.

Generelt kan vi seia at stigande mengder nitrogen fører til eit auka proteininnhald i plantene. Auken er størst for den såkalla amidfraksjonen som for ein stor del er frie aminosyrer og amid av aminosyrer.

Tabell 3 viser resultat frå eit nitrogengjødslingsforsøk med spinat (21). Vi ser at proteininnhaldet har auka sterkt med stigande N-mengder og at dette først og fremst skuldast ein stigning i amidfraksjonen.

Planteprotein har ofte ein lågare biologisk verdi enn animalsk protein av de det ofte har eit lågt innhald av essensielle aminosyrer. For bladgrønsaker er som regel metioninnhaldet lågt. Av dei granskingane som Schupan har utført må ein kunna slutta at sterk N-gjødsling ofte resulterer i ein nedsett biologisk verdi av proteinet i bladgrønsaker av de metioninnhaldet går tilbake, slik vi ser det har skjedd i dette forsøket. IAS-indeksen, som gjev uttrykk for den biologiske verdien av proteinet, viser ein nedgåande tendens med stigande N-mengder, i samsvar med nedgangen i metioninnhald (tabell 3).

Dersom ein samanliknar granskingar som gjeld innverknaden av nitrogentilgangen på den biologiske verdien av proteinet, finn ein raskt ut at resultatata ikkje er særleg einstydelege. Det kan

vera mange grunnar til dette. Dei ulike planteslaga kan til dømes reagere ulikt. Utviklingsstadiet av plantene kan også verka inn. Schupan hevdar såleis at verknaden av N-gjødsling på metionininnhaldet i spinat er mindre når plantene blir hausta på eit tidleg stadium enn når han blir hausta seint. Dessutan er det avgjerande kva del av plantene ein analyserer (20).

Figur 2 viser resultat frå eit anna forsøk med spinat, utført av Schupan (20). Resultata viser metionininnhald som prosent av tørrstoffet ved to N-nivå, 0 og 12 kg N/daa. Dei tre første søylene A, B og C er for henholdsvis 3-4 blad, 6-7 blad og 8-9 blad, og då slik at dei lågaste nummera angir dei eldste blada. For desse blada var bladstilkar og midtnerva fjerna. Søyle D viser tilsvarande analyser for heile planter. Av denne framstillinga ser vi at methionininnhaldet i dei unge bladplatene har vori høgare enn i dei eldre, og at innhaldet i bladplatene faktisk er høgare ved tilføring av 12 kg N/daa enn for ugjødsla. For heile plantene er det andre resultat. Metionininnhaldet er her lågare, og i samsvar med det føregående forsøket er det ein sterk nedgang ved N-gjødsling. Dette må då forklarast slik at nitrogengjødslinga ikkje har verka negativt på metionininnhaldet i bladplatene, men har ført til ein sterk nedgang i stenglar, bladstilkar og bladnervar.

Av de proteinsamansetnaden varierer frå plantedel til plantedel, må ein vera nokså varsam når ein tolkar slike resultat. Den generelle tendensen til nedgang i metionininnhaldet i bladgrønsaker ved sterk N-gjødsling kan såleis skuldast at det er føreteki ei samanlikning mellom store og små planter, av di veksthastigheita også har blitt påverka av nitrogengjødslinga.

Nitrogengjødslinga kan også ha påverka høvet mellom masse i stengel + bladstilkar og masse i bladplater og slik at dette kan vera ei årsak til utslaga.

Dersom ein skal gje ei samla vurdering av innverknaden av stigande mengder nitrogengjødsel på proteinsamansetnaden, må ein kunna seia at ei moderat nitrogengjødsling som oftast ikkje har nokon uheldig verknad, snarare tvert om. Ei svært sterk nitrogengjødsling kan derimot føra til at innhaldet av visse essensielle aminosyrer blir uforandra, eller går tilbake, slik at proteinkvaliteten blir redusert.

Som nemnt tidlegare vil ei sterk N-gjødsling føra til ein sterk auke av amidfraksjonen i plantene. Dei amida som her dominerer er glutamin og asparagin. I eit karforsøk i Vest-Tyskland vart det funni at det var store skilnader med omsyn til dette mellom dei planteartene som var med i forsøket. For ert vart det funne at innhaldet av asparagin og glutamin auka proporsjonalt med nitrogentilgangen, medan det for spinat, raps og kveite var bra samanheng mellom innhald av desse amida og nitrogentilgangen innan eit område med sterk nitrogenmangel (23).

Kor vitt eit høgt innhald av glutamin og asparagin er uheldig for næringsverdien av grønsakene veit vi lite om. Til vanleg er det neppe uheldig. Eit unnatak ser ut til å vera raudbete. I forsøk i staten New York, USA, er det funni at glutamin kan bli omdanna til et stoff, pyrrolidon karboksylsyre (PCA), som kan vera årsaka til bitter smak på raudbete (15). Denne omforminga skjer lett når raudbete under og etter konservering blir haldi ved høg temperatur for lang tid. Dersom konserveringa føregår etter føreskrivne reglar, skal det vera liten fære for slik omforming.

Tabell 4 viser korleis glutamininnhaldet i raudbete stig med stigande N-mengder. Vi ser at auken er nærpå proporsjonal med tilført N-mengde. Av di glutamin er opphavet til bitterstoffet PCA, er det klårt at stigande mengder N-gjødsel dermed aukar fåren for bitre raudbetar ved konservering. Det er elles grunn til å merka seg at glutamininnhaldet er svært høgt. 2-4% av tørrstoffet er ikkje lite i ein rotvekst (14).

Karbohydrat.

Av karbohydrata er det sukkerinnhaldet i grønsakene som vel har størst interesse, av di det påverkar smaks kvaliteten i nokså sterk grad. Dette gjeld først og fremst melon, men er truleg også viktig for rotvokstrar som gulrot og raudbete. Diverre er det lite granska korleis nitrogengjødslinga her verkar. For rotvokstrane kan vi kanskje dra konklusjonar på grunnlag av forsøk med sukkerbete. Av forsøk med sukkerbete går det fram at optimalt sukkerinnhald blir oppnådd ved nokså moderat nitrogen-gjødsling. Over dette optimumet går innhaldet tilbake. Vi kan på nytt sjå på resultatata frå raudbeteforsøket i staten New York (tabell 4). Her ser vi at innhaldet av "oppløyst tørrstoff" går tilbake med aukande N-mengder. Oppløyst tørrstoff (funni ved hjelp av refruktometer)er her for det meste sukker, slik at dette då egentleg viser ein nedgang i sukkerinnhald med stigande N-mengder. Vi har også forsøk med gulrot som indikerer ein tilsvarende tendens. Ein må difor kunna konkludera med at for gulrot og raudbete må ein rekna med at ei sterk nitrogengjødsling vil føra til redusert smaks kvalitet på grunn av nedsett sukkerinnhald.

For melon er sukkerinnhaldet ein nokså avgjerande faktor for kvaliteten. I California er det såleis sett ei nedre grense på 8% for sukker i melon for eksport. Verknaden av nitrogentilgangen på sukkerinnhaldet i melon er ikkje særleg inngående granska, og det vi har av forsøksdata er frå California. Resultata er her nokså uventa. Det er her ikkje påvist nokon negativ verknad av sterk nitrogengjødsling. I einskilde forsøk er det tvert i mot funne ein nokså sterk stiging i sukkerinnhald med stigande N-mengder. Avling og sukkerinnhald vart påverka i omlag like sterk grad, og slik at den gjødslinga som såg ut til å gje størst avling også såg ut til å gje størst sukkerinnhald. Resultata vart forklårt med at nitrogengjødslinga resulterte i ei sterk auke i bladmassen, slik at bladplateareal pr. frukt vart auka. Dette ville så vera årsaka til ein auka sukkertransport til fruktene (9).

Oksalsyre.

Av organiske syrer i grønsaker er det oksalsyre som har vekt størst interesse og som er mest granska.

Eit høgt oksalsyreinnehald blir ofte sagt å redusera næringsverdien av grønsakveksten. Oksalsyre har vori tillagt fleire uheldige eigenskapar i kosten, men nå blir det rekna med at det berre er ein reduksjon i kalsiumtilgangen som betyr noko for næringsverdien (19). I vårt land er kalsiumtilføringa så rikeleg at det er all grunn til å tru at ved normalt forbruk av oksalsyre-rike grønsaker vil det ikkje vera fåre for nokon skadeverknad.

Oksalsyreinnhaldet er høgst i grønsaker som høyrer til syrefamilien, som til dømes rabarbra, og i arter innan meldefamilien som spinat og bete. Innhaldet er alltid høgst i blada (19).

I høve til den betydninga som oksalsyra har for næringsverdien, er det utført mange granskingar over korleis gjødslinga påverkar innhaldet. Verknaden av nitrogengjødslinga på oksalsyreinnhaldet er best granska for spinat, og det er difor rimeleg å sjå nærare på resultat av granskingar som er utførte her.

Tabell 5 viser resultat frå eit karforsøk med spinat i kvartssand (5). Ei rekke med forsøksledd vart tilført nitrogen i form av ammonium og ei anna rekke i form av nitrat. I ammoniumkara vart N tilført som ammoniumsulfat, i nitratkara som kalksalpeter og ved at ein del av kaliumet vart gitt som nitrat i staden for kaliumsulfat.

For oksalsyre vert det ofte skilt mellom totalinnhald og innhald av fysiologisk aktiv syre. Det siste er totalinnhald minus kalsiuminnhald, der både syre og kalsiuminnhald er rekna i ekvivalentar.

Av tabellen ser vi at største nitrogenmengde har redusert det totale oksalsyreinnhaldet i ammoniumrekke, men ikkje i nitratrekke. Men i nitratrekke har kalsiuminnhaldet i plantene auka så sterkt at også her er innhaldet av aktiv oksalsyre blitt redusert av største nitrogenmengde.

Vi kan merka oss at tilføring av kalsiumnitrat har ført til eit mykje høgare oksalsyreinnhald enn tilføring av ammoniumsulfat. Den avgjerande faktoren kan her vera den forma nitrogenet har blitt tilført i, anten som ammonium eller nitrat-ion, men det kan også ha vori andre faktorar som har påverka resultatet. Gjødslinga med kalsiumnitrat har såleis auka kalsiuminnhaldet i plantene sterkt. Andre forsøk har likevel vist ein liknande effekt av natriumnitrat. Ei meir rimeleg forklaring er difor at auken i oksalsyre-innhald ved nitratgjødsling har hatt ein samanheng med eit auka kationinnhald i plantene.

I jord vil innverknaden av gjødselsalta på ionekonsentrasjon bli liten. Til dømes vil ikkje kalsiumkonsentrasjonen i jordvaska bli større påverka ved gjødsling med kalsiumnitrat. Dessutan vil ammonium som oftast raskt bli oksydert til nitrat i jord. Dette gjer at ein må venta at gjødselslaget her vil bety mindre for oksalsyreinnhaldet i plantene. Derimot er det utført eit par forsøk som tyder på at det kan vera eit samspel mellom kaliumgjødsel og nitrogengjødsel på dette område. Figur 2 viser resultat frå eit feltforsøk med spinat i Michigan (13). Av oppsettet går det fram at ved svak gjødsling med kalium har gjødsling med stigande mengder ammoniumnitrat ført til ein nedgang i oksalsyreinnhaldet, medan det har vori ein auke ved rikeleg kaliumgjødsling. Liknande resultat er også oppnådd i andre forsøk.

VITAMINER

Variasjonar i innhald av dei stoffa som har vori omtala til nå påverkar ikkje næringsverdien av grønsakene i større grad av di grønsakene ikkje er nokon viktig næringskjelde for desse

stoffa hjå oss. Annleis er det med vitaminene. Grønsaker må rekneast å vera ei svært viktig C-vitaminkjelde. Også B-vitaminer kjem i ein ikkje liten del frå grønnsaker.

C-vitamin.

Når det gjeld verknaden av N-gjødslinga på C-vitamininnhaldet i grønnsaker går resultatene av dei granskningane som er utførte i alle retningar. Stundom er det påvist ein seinking og stundom ei heving av innhaldet med stigande nitrogenmengder og stundom har det ikkje vori nokon verknad i det heile. Dei fleste er nå samde om at til vanleg vil ikkje nitrogennivået innan rimelege grenser ha større innverknad, og kanskje er det slik at stigande N-mengder kan ha ein svakt positiv verknad. Når det blir funni ein negativ verknad, kan dette skuldast ein skyggeverknad som kjem av ei sterk vegetativ vekst ved rikeleg N-tilføring. Lystilgangen er svært avgjerande for askorbinsyreinnhaldet i grønnsaker, og dersom plantemassen pr. arealeining blir stor, vil dette naturleg nok verka inn på askorbinsyreinnhaldet. I forsøk ved Cornell-universitetet, USA er det såleis funni at ascorbinsyreinnhaldet i tomat gjekk ned ved sterk N-gjødsling av di det blei meir skygge på fruktene. For grønnsaker som salat og hovudkål, er innverknaden av gjødslinga på hovuddaninga ein avgjerande faktor for C-vitamininnhaldet.

Karotin.

Verknaden av nitrogentilgangen på karotininnhaldet i plantene må seiast å vera nokså eintydig. Med få unntak er det funni at med stigande nitrogenmengder aukar karotininnhaldet i plantene.

Gulrot er svært karotinhaldig, og det har difor stor interesse å vita kva verknader gjødslinga her har. Men nettopp for denne veksten er resultatene nokså motstridande. Dei fleste har funni ein oppgang i karotininnhaldet med stigande nitrogenmengder, men ein skilde har funni ein nedgang. Vi skal sjå litt på resultatene frå eit feltforsøk i Brittisk Columbia i Canada (6). Figur 4 viser at med stigande mengder ammoniumsulfat har det vori ein proporsjonal auke i totalinnhaldet av karotinoid. Til vanleg utgjør karotin ca. 90% av karotinoida i gulrot, slik at vi dermed kan gå ut frå at også karotininnhaldet har auka. Banga & de Bruyn har seinare drøfta desse resultatene og liknande forsøksresultat og hevdar at resultatene ikkje provar at N-gjødslinga i seg sjølv har heva karotininnhaldet i gulrota. Det er nemleg påvist at karotininnhaldet i gulrot stig etter som rota blir utvikla, og dei hevdar då at verknaden av N-gjødslinga i dette forsøket kan vera at avlinga har blitt auka, slik at tala egentleg gjev uttrykk for karotenoidinnhaldet i små samanlikna med store røtter. Det er mulig at dette kan ha vori ein medverkande faktor, men Banga & de Bruyn har ikkje teki inn i drøftinga at fosforgjødsling var med i forsøket, og at det tydeleg går fram av meldinga at det har vori fosformangel på feltet, slik at ein må gå ut frå at også fosforgjødsling har auka avlinga. Men fosforgjødsling førte ikkje til auka karotinoidinnhald. Dermed fell den innvendinga mot resultatene bort.

Av de forsøksresultata for gulrot ikkje er einstyldige, må ein førebels seia at vi ikkje veit om vi i praksis kan heva innhaldet av karotin i gulrot med auka N-mengder. For bladgrøn-saker er det derimot ikkje tvil. Innhaldet av karotin aukar her nokså sterkt med nitrogentilgangen.

For å visa dette er det teki med resultata frå eit feltforsøk med spinat (tabell 6) (12). Nitrogen er tilført som kalkammonsalpeter, og mengdene har variert frå 0 til 20 kg N/daa. Vi ser at det har vori ein sterk, men avtakande avlingsauke for N-tilføring som er fylgd av ein tilsvarande auke i N-innhaldet og også i karotin-innhaldet. For karotin ser optimum ut til å vera nådd ved 20 kg N/daa. Ei rekkje andre resultat går i same retning. Det har vori hevda at så lenge N-gjødslinga fører til ein mørkare bladfarge vil også karotin-innhaldet auka, og det veit vi ofte skjer opp til svært store N-mengder.

Som nemnt tidlegare er grønsaker også ei viktig kjelde for B-vitaminer. Diverre er det her utført få granskingar når det gjeld innverknaden av nitrogentilgangen. Dei få forsøka som er utførte tyder på at innhaldet av vitamin B₁ og B₂ på same måten som karotin blir positivt påverka av stigande mengder nitrogen. Dette går fram av resultata frå det same feltforsøket med spinat som vist tidlegare (tabell 6). Vi ser her at innhaldet både av vitamin B₁ og B₂ har auka sterkt med stigande N-mengder. I same granskinga med spinat vart det i karforsøk funni at også innhaldet av niacin (vit. B₃) auka med stigande N-mengder.

SMAKSTOFF

Verknaden av gjødsling på aroma- og krydderstoff i plantene er lite granska. I ein oversiktsartikkel i eit tysk fagtidsskrift om gjødsling av kryddervokstrar vart det hevda at gjødslinga jamt over har liten innverknad på innhaldet av desse stoffa, men at ei gjødsling som fører til ein stor avling jamt over gjev eit høgt innhald av dei stoffa som gjev produkta den typiske lukta og kryddersmaken (3).

Jamvel om det ikkje finst større forsøksdata å støtta seg til kan ein vel gå ut frå at ei svært sterk nitrogengjødsling ofte reduserer innhaldet av visse aromastoff. For selleri er det utført forsøk som tyder på det. Schupan har utført nokså omfattande granskingar når det gjeld dei eteriske oljene som er typisk for denne veksten. For knollselleri ser det ut til at dette er svovelfrie stoff som for ein stor del har ein slik kjemisk oppbygging at dei lett kan oksyderast. Dette gjer at ein kan få eit nokså påliteleg uttrykk for innhaldet ved titrering av knust plantemasse med permanganat. Schupan (17) har utført ei slik gransking for knollar frå eit gjødslingsforsøk. Resultata er gitt i tabell 7. Tala viser forbruk av 1/20 n kaliumpermanganat pr. 100 g friskvekt. Vi ser at med stigande N-mengder har innhaldet av reducerande stoff i knollane gått tilbake. Dette må då tolkast slik at innhaldet av eteriske oljer har blitt redusert med stigande N-mengder. Denne konklusjonen blir også støtta av at smaksprøver av kokte knollar viste at graden av den typiske sellerismaken vart redusert med stigande N-mengder.

Dersom ein til slutt skal gje ei samla vurdering av verknaden av nitrogentilgangen på næringsverdien av grønsaker, må ein kunna seia at verdien ofte vil vera høgst ved ei moderat gjødsling. Nitrogenmengder ut over dette har ein heldig verknad på einskilde stoff som påverkar næringsverdien, men kan også ha ein uheldig verknad. Vi kan vel likevel rekna med at variasjonar i nitrogengjødslinga innan rimelege grenser, ikkje vil innverka på desse kvalitetsfaktorane i særleg grad.

Dessutan kan ein hevda at så lenge kosthaldet ikkje er sterkare bygt opp omkring næringsinnhaldet i kosten enn det som vi har i dag, vil variasjonar i kjemisk samansetnad av grønsaker som skuldast gjødslinga ikkje ha større innverknad på eit rett kosthald.

Litteratur

1. BANGA, O. & de BRUYN, J. W. 1964. Carotengensis in carrot roots. Neth. Jour. agric. Sci. 12: 204-220.
2. BOEK, K. & SCHUPHAN, W. 1959. Der Nitratgehalt von Gemüsen in abhängigkeit von Pflanzenart unter einigen Umweltfaktoren. Qual. Plant. Mat. Veg. 5: 199-208.
3. BOSCHART, K. Zur Frage der Düngung im Arzneipflanzenbau. Pharm. Ind. 8: 405. (Etter: HEEGER (1956): Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaues Drogengewinnung, s. 119).
4. 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, 43s.
5. EHRENDORFER, K. 1964. Einfluss der Stickstoffform auf Mineralstoffaufnahme und Substanzbildung bei Spinat (*Spinacia oleracea* L.) Bodenkultur 15: 1-13.
6. FREEMAN, J. A. & HARRIS, G. H. 1951. The effect of nitrogen, phosphorus, potassium and chlorine on the carotene content of the carrot. Sci. Agr. 31: 207-211.
7. JACKSON, W. A., STEEL, J. S. & BOSWELL, V. R. 1967. Nitrates in edible vegetables and vegetable products. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 90: 349-352.
8. KRAUT, H. & WIRTHS, W. 1965. Die Bedeutung der Düngung für die menschliche Ernährung. Kapitel XV I: Handbuch der Pfl.ernähr. Düng. Band 3, del 2, s. 1355-1379.
9. LINGLE, J. C. & WIGHT, J. R. 1964. Fertilizer experiments with cantaloupes. Bull. Calif. agric. Exp. Stat. 807, 22 s.
10. NEHRING, K. 1965. Düngung, Qualität and Futterwert. Kapitel XIV i: Handbuch Pfl.ernährung Düngung. Band 3, del 2, s. 1260-1354.
11. NEHRING, P. 1968. Frischgemüse. Kapitel i: Handbuch der Lebensmittelchemie. Bind V, del 2, s. 314-360.
12. PFÜTZER, G. PFAFF, C. & ROTH, H. 1952. Die Vitaminbildung der höheren Pflanze in Abhängigkeit von ihrer Ernährung. Landw. Forsch. 4: 105-118.
13. 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.
14. 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.

15. SHALLENBERGER, R. S. & MOYER, J. C. 1958. Off-flavors in processed crops. Relationship between pyrrolidone carboxylic acid and an off-flavor in beet purree. Jour. Agr. & Food Chem. 6: 604-606.
16. SCHARRER, K. & WERNER, W. 1957. Über die Abhängigkeit des Ascorbinsäuregehaltes der Pflanze von ihrer Ernährung. Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenk. 77: 97-118.
17. SCHUPHAN, W. 1937. Untersuchungen über wichtige Qualitätsfehler des Knollensellerie bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Veränderung wertgebender Stoffgruppen durch die Düngung. Z. Bodenk. u. Pfl.ernähr. 2: 255-304.
18. SCHUPHAN, W. 1948. Gemüsebau auf ernährungswissenschaftlicher Grundlage. Hans A. Keune-Verl. Hamburg, 368 s.
19. SCHUPHAN, W. & WEINEMANN, I. 1958. Der Oxalsäuregehalt des Spinates. Qual. Plant. Mat. Veg. 5: 1-22.
20. SCHUPHAN, W. 1961. Methioningehalt und biologische Eiweisswertigkeit von Blattpflanzen in Abhängigkeit von der stickstoffdüngung. Qual. Plant. Mat. Veg. 8: 261-283.
21. SCHUPHAN, W. 1961. Zur Qualität der Nahrungspflanzen. BLV Verlagsges., München/Bonn/Berlin, 170 s.
22. SCHUPHAN, W., BENGTTSSON, B., BOSUND, I. & HYLMO, B. 1967. Nitrate accumulation in spinach. Qual. Plant. Mat. Veg. 14: 317-330.
23. SIEGEL, O. & VOGT, G. 1968. Asparagin- und Glutamingehalt bei Nutzpflanzen mit unterschiedlicher Stoffspeicherung in Abhängigkeit von N-Düngung und Belichtung. Landwirt. Forsch. 21: 33-38.
24. U. S. PLANT, SOIL AND NUTRITION LABORATORY STAFF, 1965. The effect of soils and fertilizers on the nutritional quality of plants. Agriculture Inf. Bull. No. 209. U. S. Dep. Agric.
25. VITTUM, M. T. 1963. Effect of fertilizers on the quality of vegetables. Agr. Jour. 55: 425-429.

Tabell 1. mg NO₃-N pr. 100 g tørrvekt.

kg N/daa	REDDIK	SALAT	SPINAT	GRØNKÅL	GULROT
0	760	400	90	510	20
5	850	520	200	580	20
10	800	560	170	860	20
20	870	340	180	590	30
40	990	600	240	950	40

Tabell 2. Avling og nitratinnhold i spinat.

kg N pr. daa	Gjødselslag	Avling, kg pr. daa	mg NO ₃ -N pr. 100 g tørrstoff
0		1481	27
6	Kalsium nitrat	2141	104
6	Peraform	1733	27
12	Kalsium nitrat	2477	194
12	Peraform	1973	93

Tabell 3. Forsøk med spinat.

	Kg N/daa				
	0	6	12	18	24
Avling, kg/daa	600	2000	2700	3000	3000
% tørrstoff	69	62	56	55	55
<u>% av tørrstoffet:</u>					
Råprotein	21,0	25,3	30,5	32,5	32,5
Reinprotein	20,5	22,7	26,5	28,0	27,5
Isoloucin	5,1	4,9	4,5	4,5	4,5
Thereonin	4,9	5,0	4,9	4,5	4,4
Lysin	6,3	6,4	6,2	5,9	5,8
Valin	5,8	5,7	5,6	5,8	5,6
Leucin	6,9	7,3	7,2	7,0	7,0
Fenylalanin	4,9	4,7	4,5	4,6	4,5
Tryptofan	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0
Metionin	1,2	1,2	1,1	0,4	0,2
EAS-indeks (8 EAS)	72	71	71	59	54

Tabell 4. N-forsøk med raudbete.

Kg N/daa	% av tørrstoffet		Oppløyst tørrstoff, %
	N	Glutamin	
0	1,44	1,38	14,6
8	1,76	2,39	13,5
16	1,91	2,88	12,2
32	2,12	3,30	12,7

Tabell 5. Karforsøk med spinat i kvartsand.

	NH ₄ ⁻ N		NO ₃ ⁻ N	
	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂
NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , m.e.	48,2	96,4	48,2	96,4
SO ₄ ⁼ , m.e. (grunngj. 29,3)	67,3	115,3	-	-
Ca ⁺⁺ , m.e. (grunngj. 53,3)	-	-	29,1	77,3
	<u>Innhald i tørrstoffet:</u>			
Ca, m.e./100 g	26,6	12,6	60,0	96,5
K+Mg, m.e./100 g	27,9	27,4	29,2	30,1
Oksalsyre, m.e./100 g	107,1	83,7	189,9	209,5
Aktiv o.s., m.e./100 g	80,5	71,1	129,9	113,0

Tabell 6. Feltforsøk med spinat. Gjødsling med kalkammonsalpeter.

Kg N/daa	Avling, kg/daa	Innhald i tørrstoffet			
		N %	Karotin mg/100 g	B ₁ mg/100 g	B ₂ mg/100 g
0	770	2,31	32,2	0,08	0,60
3	1280	3,00	42,7	0,09	0,98
6	1530	4,24	51,3	0,15	1,49
9	1800	4,85	52,7	0,38	1,95
15	2160	5,18	57,5	0,39	1,83
20	2330	5,41	57,6	0,41	1,51

Tabell 7. Verknad av stigande mengder N på innhaldet av reduserande stoff (eteriske oljer) i knollselleri.

Gjødsling	Vekt g/knoll	Forbruk av n/20 KMnO ₄ pr. 100 g friskvekt, ml
10 kg N/daa	154,4	14,0
15 " "	198,0	11,3
20 " "	224,0	10,4
25 " "	117,0	8,9

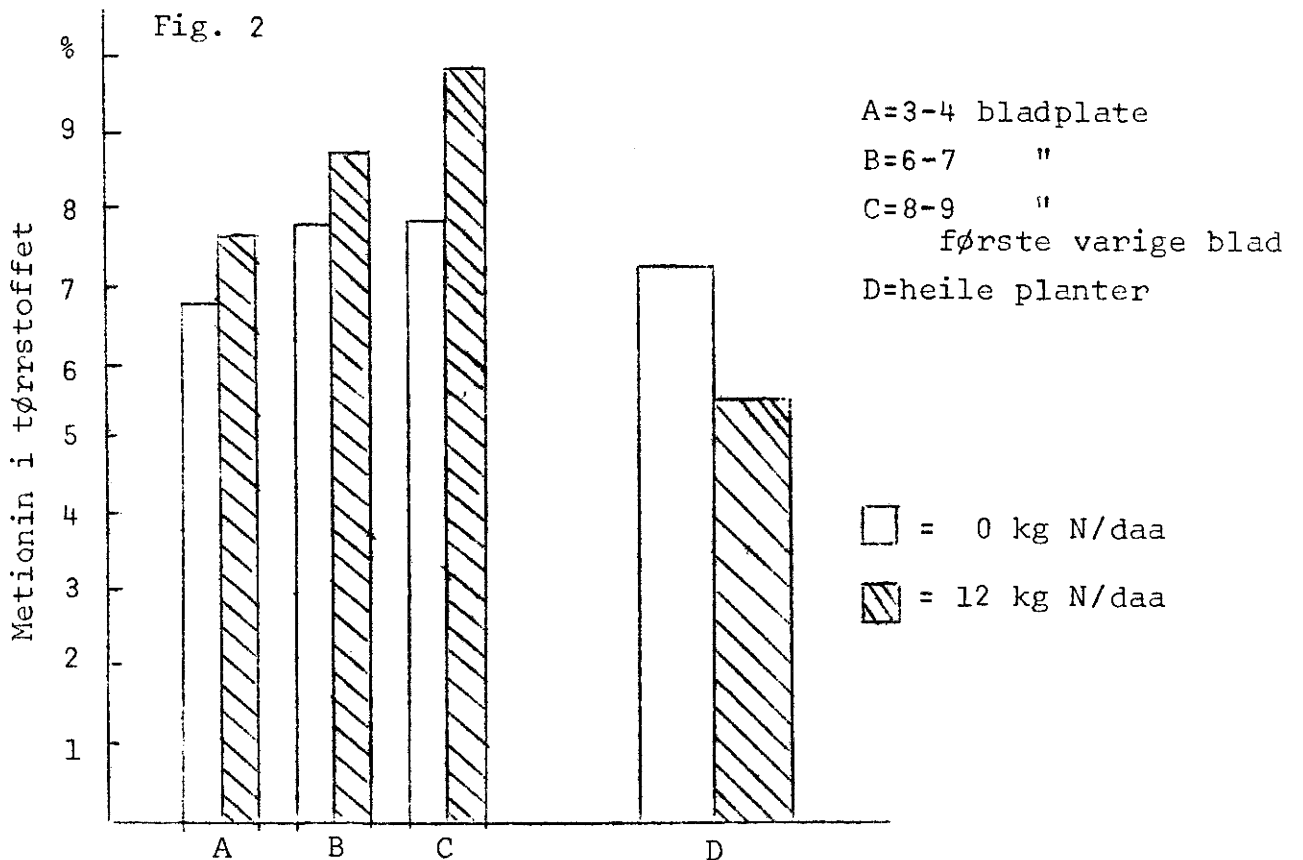
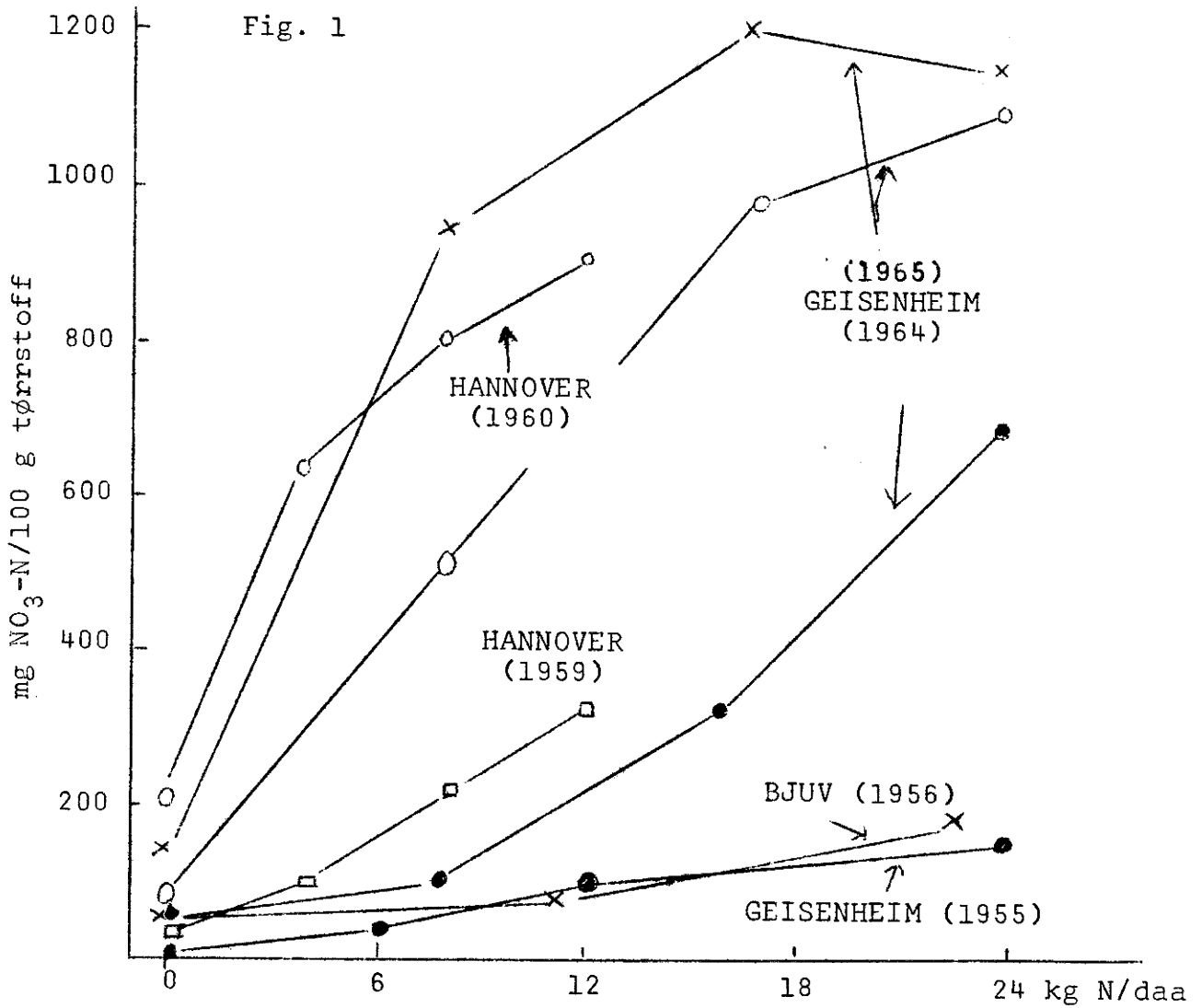
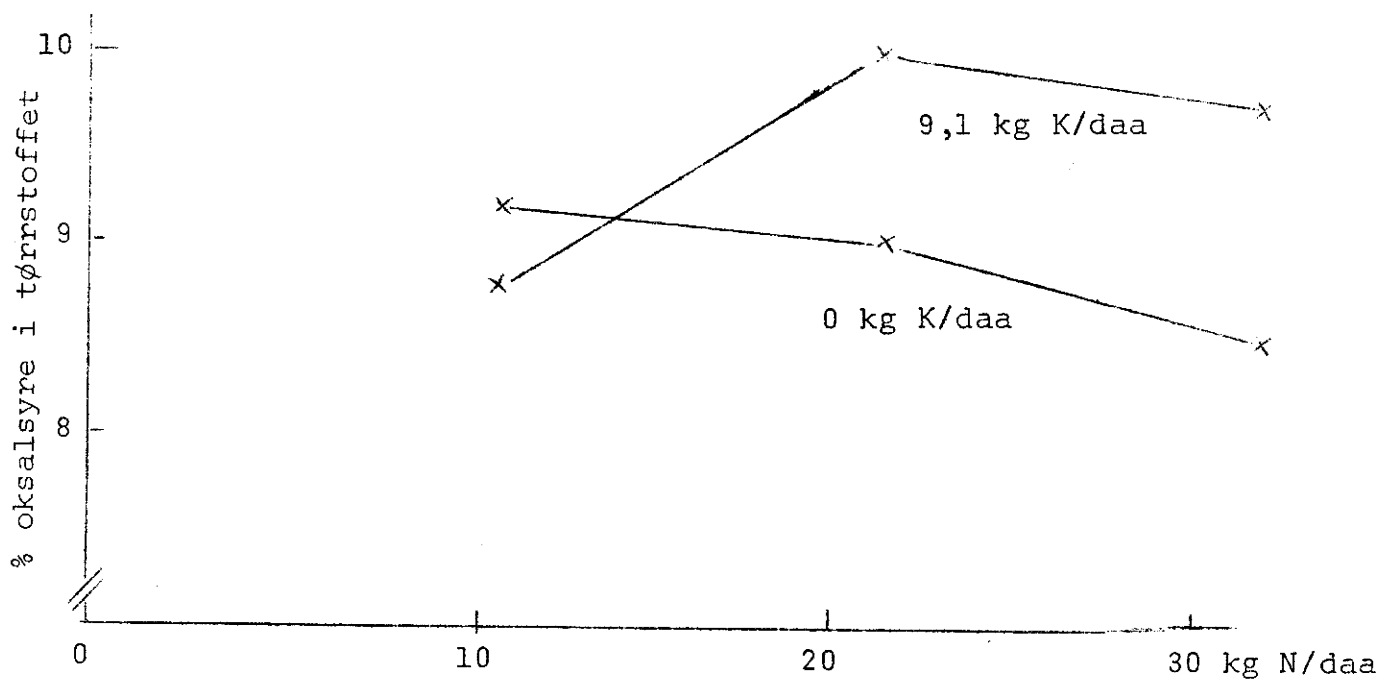
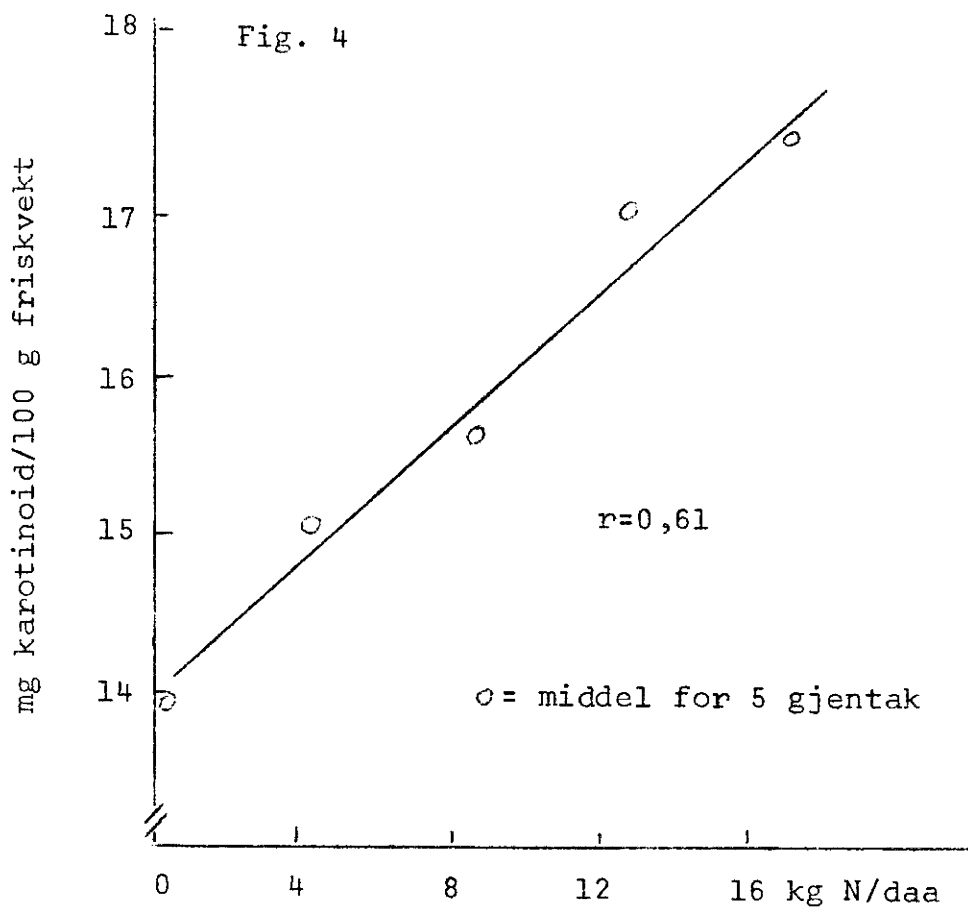


Fig. 3



Verknad av gjødsling med kaliumklorid og ammoniumnitrat på oksalsyre-innhaldet i spinat.



Verknad av gjødsling med ammoniumsulfat på karotin-innhaldet i gulrot.