

Institutt for grønnsakdyrking
Ås-NLH

Stensiltrykk nr. 100
ISBN 82-576-5574-0

Lisensiatforelesning i faget grønnsakdyrking
onsdag 29. mars 1978

VIRKNING AV TRANSPIRASJON PÅ NÆRINGSOPPTAK
HOS PLANTER

ved

Forsker Steinar Dragland

VIRKNING AV TRANSPIRASJON PÅ NÆRINGSOPPTAK HOS PLANTER

Innledning

Dersom denne oppgaven hadde vært gitt som emne for en forelesning for 25 år siden, ville foreleseren kunne ha vist til entydige resultat og tilsvarende konklusjoner fra den svenske plantefysiologen Bertil Hylmø. Han hadde da nettopp publisert resultat som etter hans mening viste at det var en direkte sammenheng mellom transpirasjon og næringsopptak hos planter.

Nå har det gått 25 år siden den gang, og resultatene som har kommet etter hvert har ført til at foreleseren i dag desverre ikke kan legge fram entydige resultat og konklusjoner. Hylmø's resultat var nok riktige, men forholdene var ikke fullt så enkle som han hevdet.

Jeg skal i denne forelesninga forsøke å gi en oversikt over hovedpunktene i den forskninga og diskusjonen som har foregått på dette området. Jeg har også forsøkt å vurdere disse laboratorieresultatene i en større sammenheng. - Kan vi vente å finne et tilsvarende forhold mellom transpirasjon og næringsopptak hos planter på friland ?

Først vil jeg imidlertid påpeke at jeg har valgt å holde meg til den vanlige forståelsen av næringsopptak, - dvs. opptak av uorganiske stoffer gjennom planterottene. Hvilken virkning transpirasjonen måtte ha på opptaket av karbondioksyd i forbindelse med fotosyntesen, vil ikke bli drøfta som et hovedemne.

To hovedvetninger

I 1970 ble det utgitt et engelsk bok om opptak av næringsstoff i planter.

I boka blir det vist til et stort antall undersøkelser, men hva som egentlig hender når næringsstoffene blir tatt opp gjennom rota, er fremdeles gjenstand for diskusjon. Dette gjelder både transportveien og måten det foregår på.

De to ytterpunktene i denne diskusjonen kan kort uttrykkes slik:

1. Transporten av ioner inn gjennom rota foregår stort sett gjennom celleveggene, og er i hovedsaken en passiv prosess som er direkte påvirket av transpirasjonen.
2. Transporten foregår gjennom den levende celledmassen, og er en aktiv, energi-krevende prosess som bare delvis kan påvirkes av transpirasjonen.

Som vi etter hvert skal se er det mulig at begge disse transportveiene blir brukt. Det er forresten mange resultat som tyder på at det ikke er to veier, men to strekninger på samme vei.

Transpirasjonen er av avgjørende betydning

Vi skal først se på en del av de forsøksresultatene som har gitt grunnlag for å hevde at transpirasjonen er av vesentlig betydning for næringsopptaket i plantene.

I 1943 publiserte Broyer og Hoagland resultat fra forsøk med bygg.

Plantene hadde før selve forsøksperioden blitt delt i to grupper der halvparten ble sulteforet på næring, mens de andre fikk god næringstilgang. Under forsøket ble luftfuktigheten variert for å oppnå forskjellig transpirasjon.

Plantene som hele tida vokste i næringsoppløsninger (vasskultur), fikk nå god tilgang på kalium, og etter en tid ble de analysert for å finne ut hvor mye de hadde tatt opp.

Resultatene (fig.1) viser at reguleringen av luftfuktigheten førte til en tredobling av transpirasjonen. Plantene som hadde vokst ved dårlig næringstilgang tidligere, hadde et stort opptak av kalium, men dette opptaket var bare i liten grad påvirket av transpirasjonen. Den andre plantegruppa som hadde fått god næringstilgang tidligere, var vesentlig sterkere påvirket av transpirasjonen i forbindelse med kaliumopptaket.

Broyer og Hoagland konkluderte med at transporten av ioner inn i rota var en aktiv prosess, mens transporten oppover i vedvevet foregikk passivt i transpirasjonsstrømmen. Hos planter med god næringstilgang var det etter deres mening denne transpirasjonsavhengige transporten oppover i planten som begrenset opptaket ved låg transpirasjon.

Jeg nevnte i innledningen at Hylmø i 1953 publiserte resultat fra undersøkelser av forholdet mellom transpirasjon og opptak av næringsstoff. Man fant i flere forsøk med erteplanter at opptaket av kalsium og klorid hadde nær sammenheng med transpirasjonen.

Det har forresten senere blitt hevdet at kalsium, klorid og magnesium er ioner som lettest følger variasjonene i vassopptaket. Derimot blir det hevdet at opptaket av kalium og fosfor blir mindre påvirket.

Hylmø brukte altså kalsium og klorid, og vi skal se på en figur som viser forholdet mellom transpirasjon og kalsiumopptak (fig.2).

Vi ser at det er et rettlinjert forhold mellom transpirasjonen og kalsiumopptaket. Ved en tredobling av vassopptaket blir det også tilnærmet en tredobling av kalsiumopptaket.

TRANSPIRASJON,

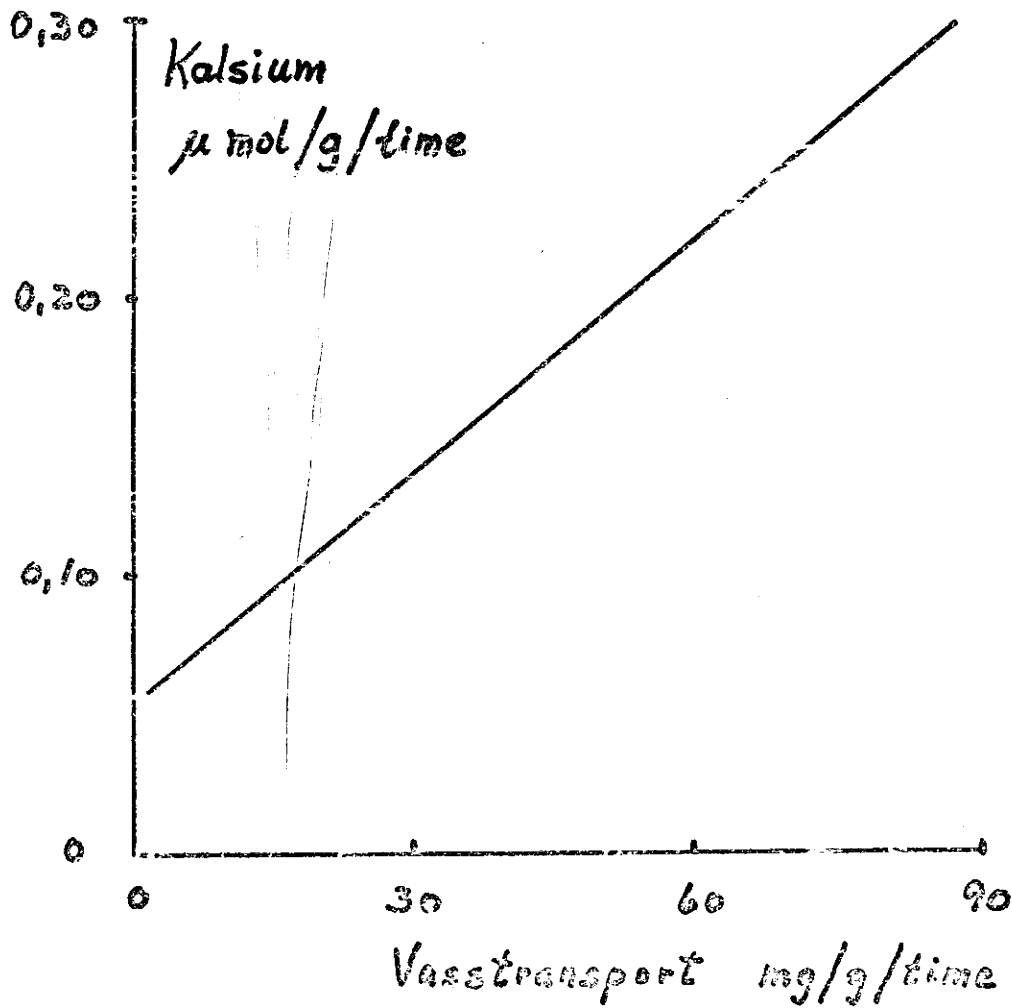
OG OPPTAK AV KALIUM I BYGG

<u>Behandling tidligere</u>	<u>Transpira- sjon</u>	<u>Opptak av Vætn</u>	<u>Kalium</u>
Dårlig næringstilgang	Hög	100	100
" "	Låg	35	96
God næringstilgang	Hög	87	48
" "	Låg	29	30

(BROYER & HOGGLAND, 1943)

TRANSPIRASJON,

OG OPPTAK AV KALSIUM I ERT



(HYLMÖ, 1953)

Disse resultatene viste i alle fall samme tendens som de vi så at Broyer og Hoagland fant ved bruk av planter med høy næringsstatus, men Hylmø kom fram til en annen konklusjon enn de gjorde. Han mente at sammenhengen mellom transpirasjon og næringsopptak var så god at transporten av ioner i vesentlig grad måtte foregå som en passiv prosess med vasstrømmen gjennom celleveggene i rota.

Vi ser av figuren at det også synes å foregå opptak av kalsium uten at det blir tatt opp vann. I de fleste av Hylmø's forsøk var det bare to forskjellige nivå for luftfuktighet, og dermed bare to nivå for vassopptak. Når han da tillot seg å trekke linja i figuren utafør det målte området, - altså til null vassopptak, så var vel dette en litt tvilsom framgangsmåte som senere har blitt kritisert. En kritiker plukket til og med fram noen av Hylmø's egne resultat og satte dem sammen på en måte som skulle vise at det ikke var noen rettlinjet sammenheng mellom transpirasjon og næringsopptak (fig. 3).

Vi ser at sammenhengen kanskje ikke er så rettlinjet likevel.

Vi ser også at det beregnede opptaket når det ikke foregår vassopptak, vil variere med hvilken transpirasjonshastighet en har valgt.

Det er imidlertid to hovedinnvendinger som har blitt reist mot Hylmø's resultat og konklusjon. For det første varierte han ikke næringsstilgangen (næringsstatus) til plantene som han brukte i forsøkene. Vi husker at resultatene til Broyer og Hoagland varierte med hvilken næringsstilstand plantene var i da forsøket startet. Det er av enkelte hevdet at Hylmø's erteplanter hadde ganske høy næringsstatus, og derfor ga resultat som viste god sammenheng mellom transpirasjon og næringsopptak.

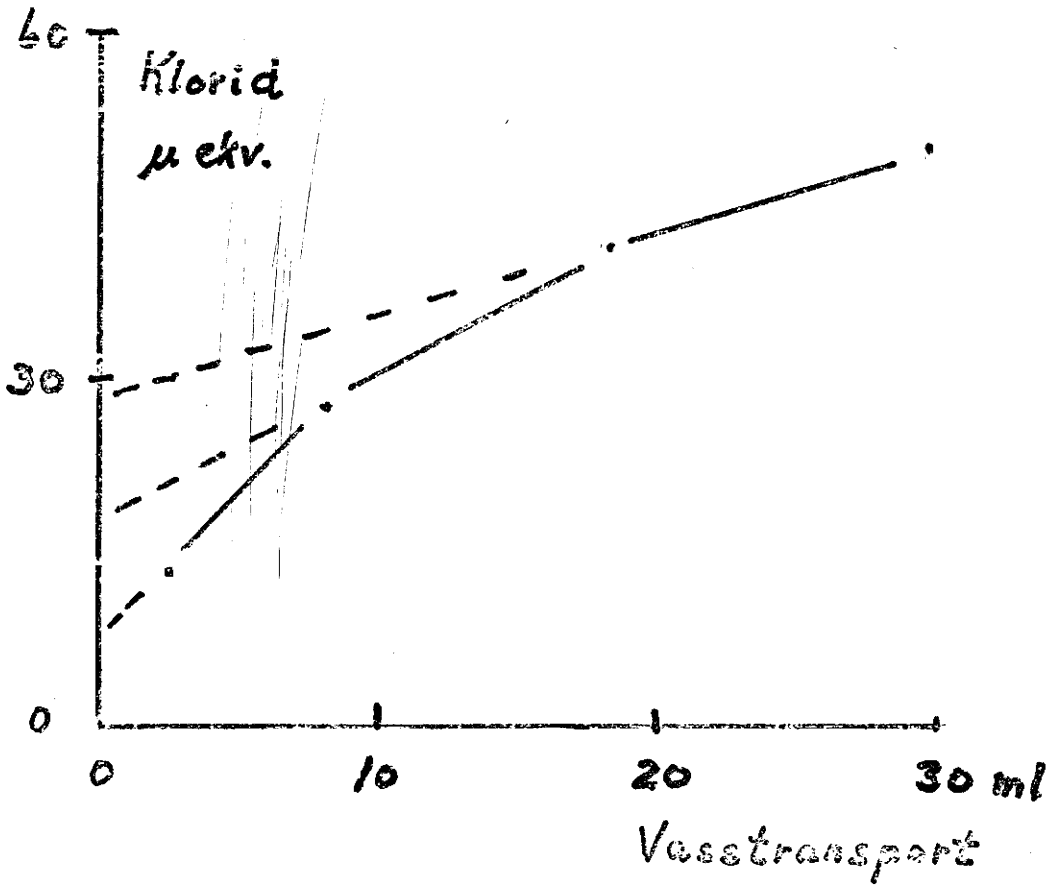
Den andre innvendingen som har blitt reist har sammenheng med den anatomiske oppbygningen av rota, og mulighetene for den transportveien som Hylmø's konklusjon krevde. Vi skal se på en skjematisk framstilling av forholdene i rota (fig. 4).

De ytterste cellelagene i rota er her representert med ei celle.

Den har en cellevegg som vann og næringsstoffer kan passere passivt gjennom. Innafor celleveggen er det ei hinne (plasmalemma) som slipper gjennom vannet, men som det er vanskeligere for ionene å komme gjennom. Det må her skje en aktiv transport av ionene, og det krever energi. Innafor plasmalemma finner vi cytoplasma som gjennom åpninger i celleveggene har forbindelse fra celle til celle. Dette sambandet som cytoplasma utgjør kalles symplast. Sambandet som de døde celleveggene utgjør kalles apoplast.

TRANSPIRASJON,

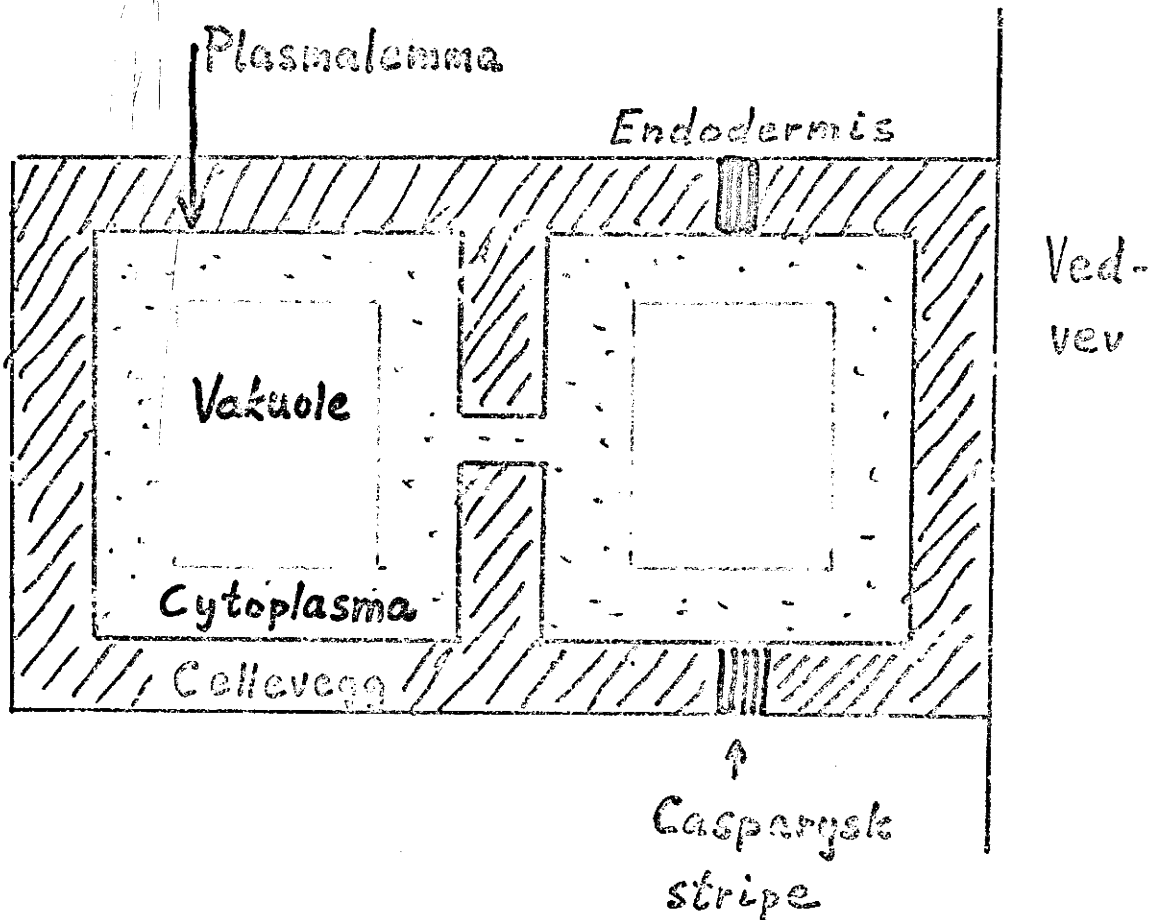
OG OPPTAK AV KLORID I ERT




(BROUWER, 1965, etter Hylmö)

SKJEMATISK FRAMSTILLING

AV CELLER I ROT



Symplast = 

Apoplast = 

Vi ser også et cellelag som kalles endodermis, og som skiller seg fra de andre ved at celleveggene har såkalte Casparyske striper. Det er voksaktige stoff som hindrer vatn og næringsstoffer å passere passivt helt inn til vedvevet.

Vatnet og ionene kan altså passere fra rotoverflata og inn til endodermis gjennom celleveggene. I forsøk er det også vist at en kan vaske ut igjen disse ionene fra celleveggene. Dette celleveggvolumet som ionene kan vandre inn og ut gjennom, er på norsk kalt diffusjonsvolumet. De fleste hevder at diffusjonsvolumet bare omfatter hulrommene i de døde celleveggene og eventuelle åpne rom mellom cellene. Andre har imidlertid oppnådd resultat som de mener viser at diffusjonsvolumet også omfatter en del av symplast.

Dersom dette er riktig vil ikke endodermis nødvendigvis være et absolutt stengsel for diffusjon av vatn og ioner. Symplast trenger nemlig også gjennom celleveggene i endodermis. Hylmø's teori om en direkte sammenheng mellom transpirasjon og næringsopptak ville på grunnlag av dette være svært sansynlig.

Det har imidlertid etter hvert blitt ganske klart at diffusjonsvolumet ikke omfatter noe av symplast. Når det i enkelte forsøk ble funnet at diffusjonsvolumet var større enn det beregnede celleveggvolumet, så har dette trolig hatt sammenheng med at forsøksmetodikken ikke har vært god nok. Den tynne vasshinna som lett blir igjen utenpå selve rota, har i flere tilfeller vist seg å utgjøre nok volum til å forklare differansen mellom celleveggvolum og det en mente var diffusjonsvolum.

Kritikken av Hylmø's resultat har ført oss til en rask gjennomgåelse av forholdene for transport av vatn og ioner i rota. Vi skal nå vende tilbake til forsøksresultat som viser en tydelig sammenheng mellom transpirasjon og næringsopptak.

Jeg nevnte tidligere at det var blitt hevdet å være forskjell mellom ionenes evne til å følge variasjonene i transpirasjonen, og at kalium hørte med til de som ikke så lett lot seg påvirke. Dette stemmer ikke særlig bra med resultatene som Bowling og Weatherley publiserte i 1965 (fig. 5).

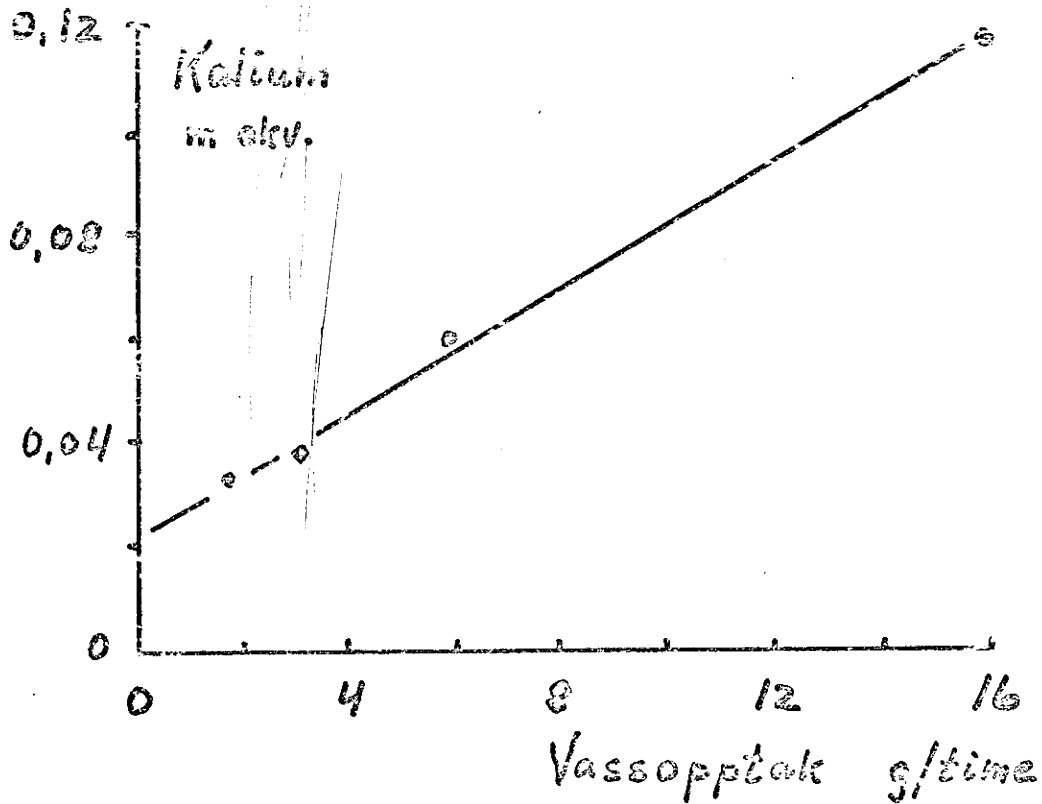
Forsøkene er utført med en oljevekst som kalles *Ricinus communis*.

Vi ser at de til og med har funnet en rettlinjet sammenheng mellom transpirasjon og kaliumopptak.

De oppdaget imidlertid at etter en endring i transpirasjonen kunne det ta flere timer før det skjedde en tilsvarende endring i kaliumopptaket.

TRANSPIRASJON,

OG OPPTAK AV KALIAM I Ricinus c.



(BOWLING & WETHERLEY, 1965)

Resultatene som vi har sett her, - og flere andre også, viser at det kan være en nær sammenheng mellom transpirasjonen og næringsopptaket. Men selv i disse resultatene er det ting som tyder på at det ikke er noen enkel og direkte sammenheng. Dette vil vi få ytterligere bekreftet når vi nå skal se på resultatene fra en del andre forsøk.

Transpirasjonen, - en av flere enkeltfaktorer

En av de som har gått sterkest i mot teorien om en direkte sammenheng mellom transpirasjon og næringsopptak, er nederlenderen Brouwer.

Han fant at det ved hjelp av visse hemmingsstoffer var mulig å redusere opptaket av ioner uten at vassopptaket ble redusert. Hans konklusjon var at sammenhengen mellom opptak av vatn og ioner er indirekte, og at aktive prosesser i rota har avgjørende betydning i denne forbindelse. Med uttrykket "aktive prosesser" menes det prosesser som krever tilførsel av energi.

Brouwer bygget sin konklusjon på forsøksresultat som viste at både transpirasjonen og tilgangen på energirike stoffer virket inn på næringsopptaket (fig. 6).

Figuren viser opptaket av klorid i valsk bønne, og vi ser av kontrolleddet at økt transpirasjon har ført til økt kloridopptak. Tilførsel av sukkerarten sakkarose har imidlertid ført til større opptak av klorid ved samme vassopptaket. Vi ser også at en endring i vassopptaket har større betydning for opptaket av klorid når energitilgangen er forbedret ved tilførsel av sukker.

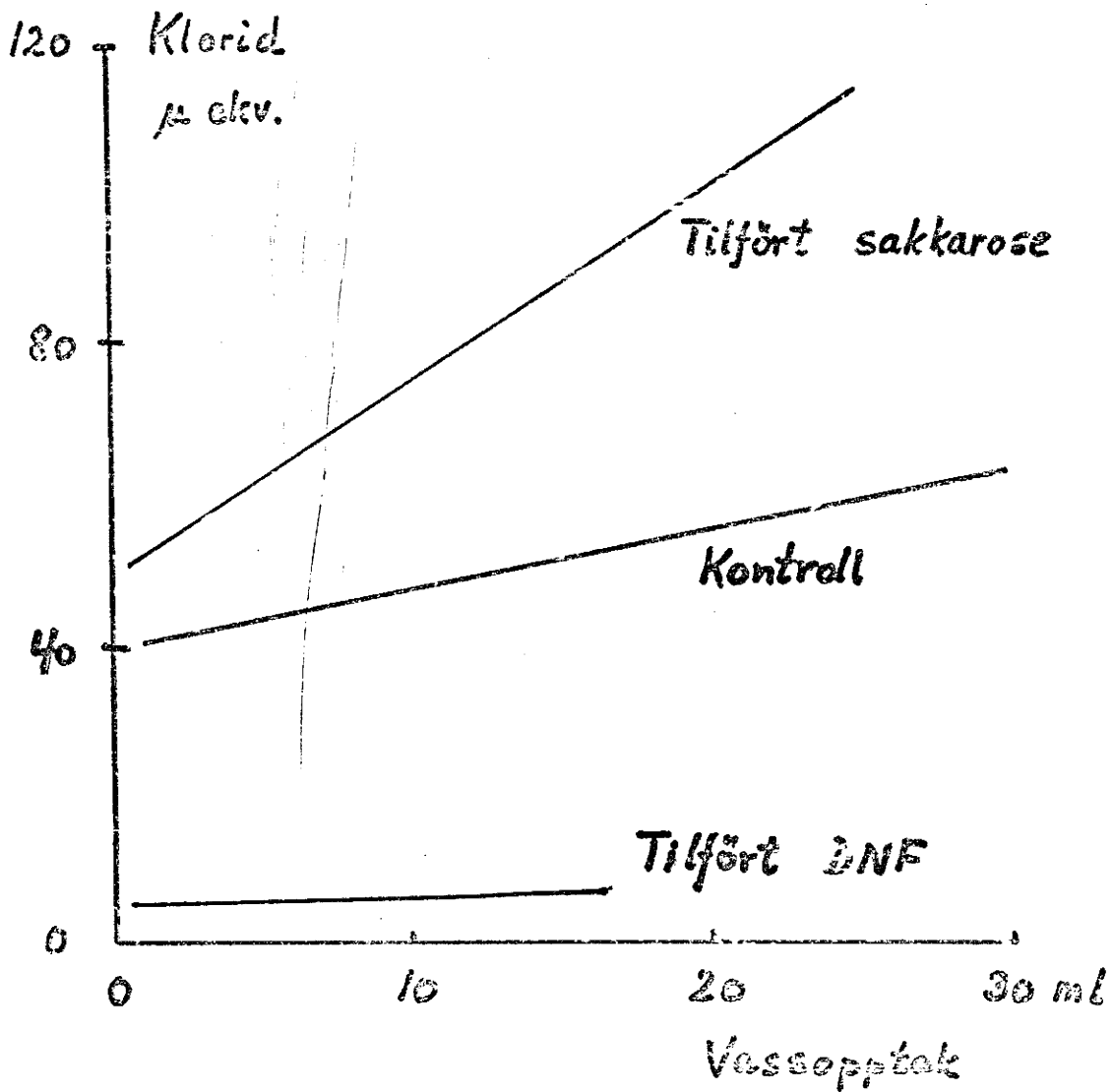
Det ble i samme forsøket tilført dinitrophenol (DNP), - et stoff som hemmer respirasjonen. Ved respirasjonen blir det frigitt energi som kan nyttes blant annet i forbindelse med aktiv transport av ioner i rota. Når denne energitilgangen ble hemmet av DNP-tilførselen, ble opptaket av klorid nesten fullstendig stoppet, og variasjonene i vassopptaket hadde ingen betydning.

Lignende forsøk med tilførsel av flere forskjellige hemmingsstoff er utført av svensken Sune Pettersson. Jeg har tatt med en av hans figurer (fig. 7).

Den viser opptaket av sulfat i solsikke ved ulik energitilgang og transpirasjon. Vi ser at resultatene stemmer godt overens med det som Brouwer fant 10 år tidligere. Vi har her også fått opplysninger om fordelinga av sulfat mellom rota og resten av planten. Tilførselen av DNP har redusert opptaket.

OPPTAK AV KLORID

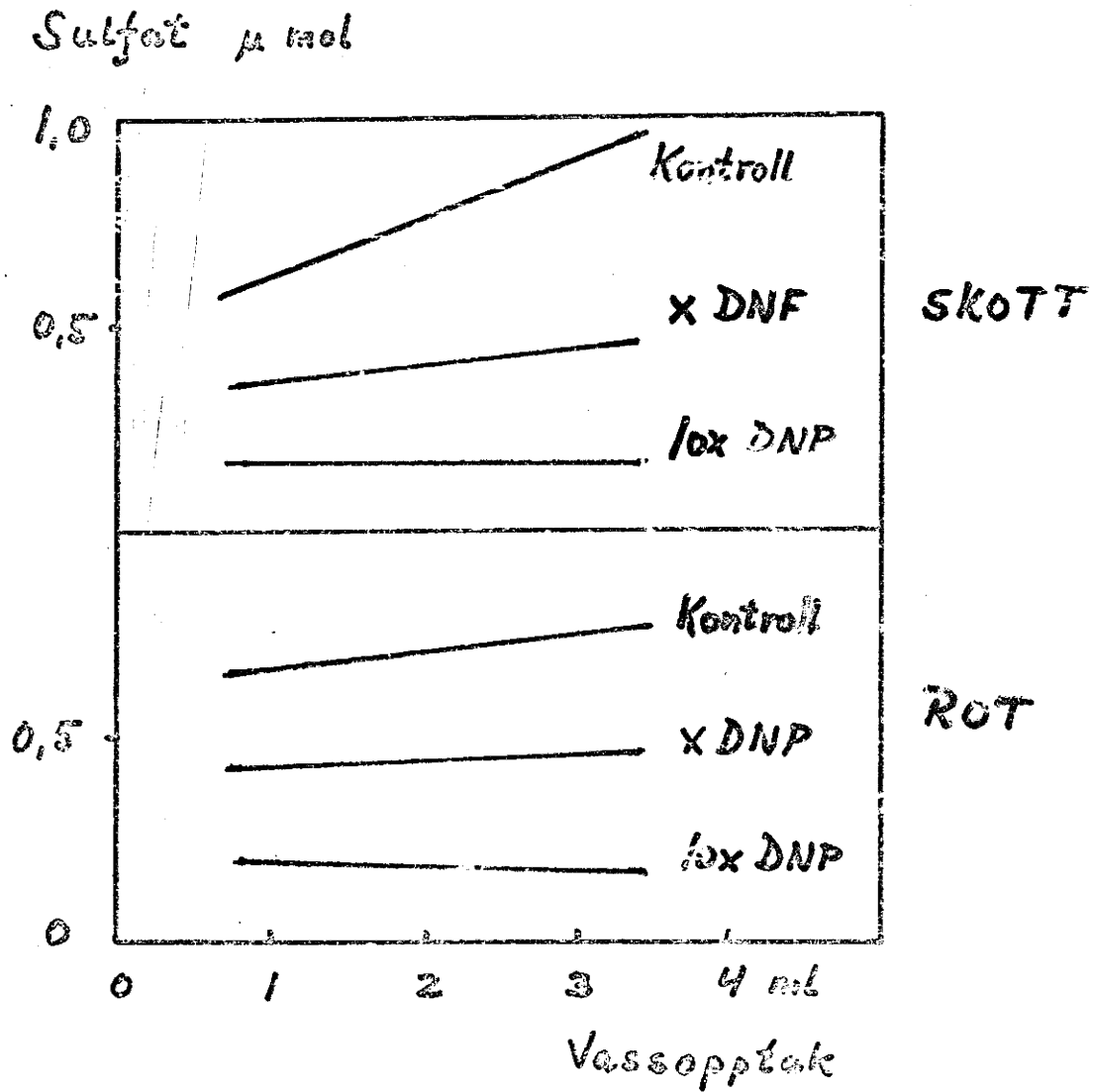
VED ULIK ENERGITILGANG OG TRANSPIRASJON



(BROUWER, 1965)

OPPTAK AV SULFAT

VED ULIK ENERGITILGANG OG TRANSPIRASJON



(PETTERSSON, 1966)

Bruken av slike hemmingsstoffer kan gi nye opplysninger om problemene, men i alle fall enkelte av stoffene kan ha bivirkninger slik at en kanskje skal være litt forsiktig med å hevde at det er redusert energitilgang alene som påvirker ioneopptaket etter at det er tilført hemmingsstoff.

For å undersøke om hemmingsstoffene i denne undersøkelsen hadde skadet noe i plantevevet, ble plantene etter forsøket overført til ei vanlig næringsoppløsning. Veksten fortsatte der i flere veker uten at det var mulig å registrere noen forskjell mellom disse plantene og kontrollplanter.

Vi har nå sett at både tilførsel av sukker og hemming av respirasjonen kan føre til endringer i næringsopptaket uten at transpirasjonen endres.

Det ligger da nær å spørre om tilgangen på karbohydrater fra de grønne plantedelene også påvirke næringsopptaket. Dette er undersøkt på flere måter, og resultatene har vist en nær sammenheng mellom tilførselen av energirike forbindelser til rota, og opptak av næringsstoffer fra voksemediet.

I en undersøkelse ble karbohydrattransporten til rota redusert ved å kjøle ned stengelen like under nederste bladet (fig. 8).

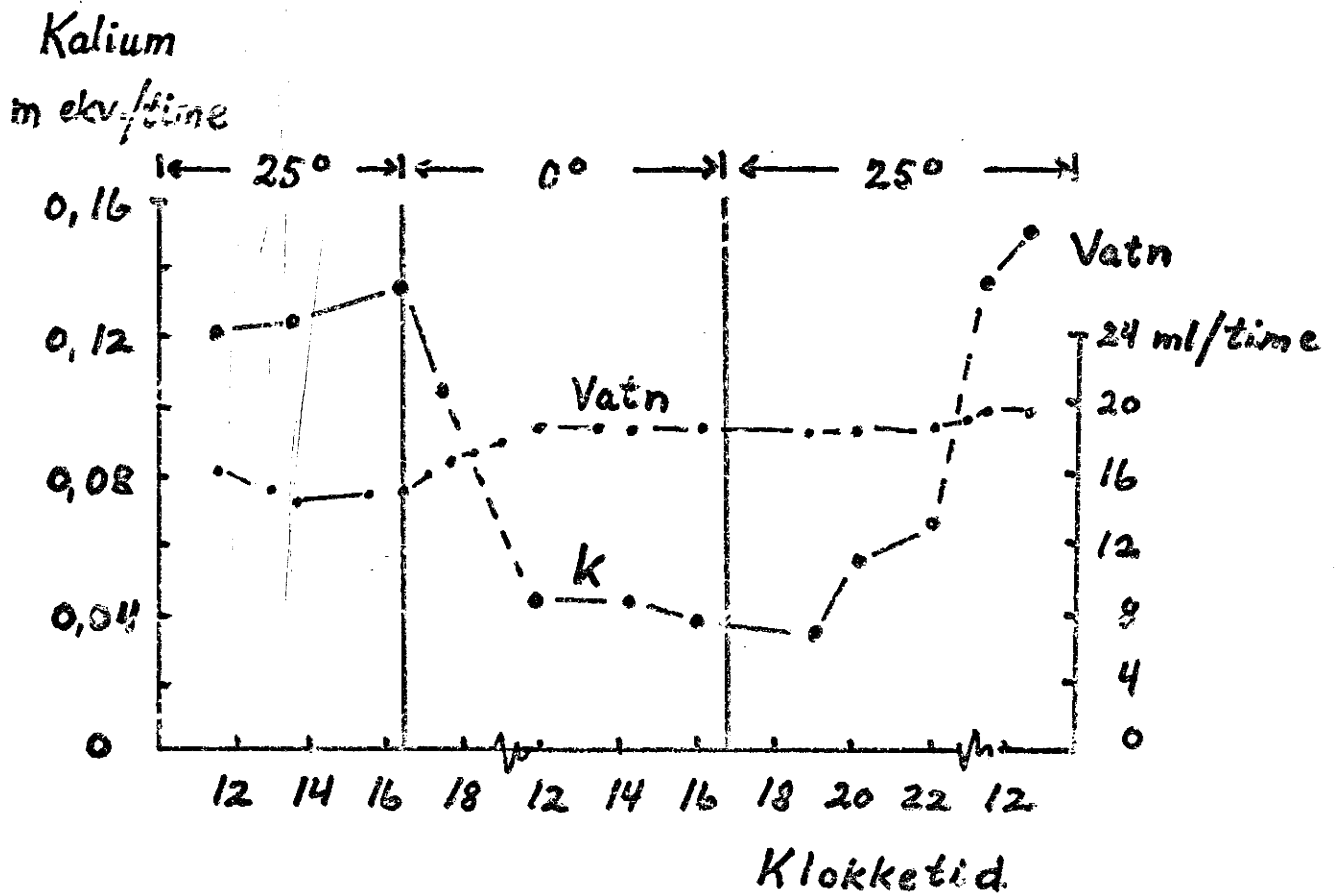
Dette førte til at kaliumopptaket straks ble redusert. Når temperaturen ble hevet igjen tok det derimot en tid før opptaket av kalium begynte å øke. Vassopptaket hadde i denne undersøkelsen ingen sammenheng med opptaket av kalium, men vi må her være oppmerksom på den spesielle forsøkteknikken som ble brukt. Som vi skal se senere vil karbohydratproduksjonen vanligvis ha nær sammenheng med transpirasjonen.

Resultatene fra forsøkene med tilførsel av sukker, hemming av respirasjonen, eller hemming av karbohydrattilgangen, tyder på at minst ett ledd i næringsopptaket er avhengig av energitilførsel. Først når dette kravet er oppfylt kan opptaket variere med transpirasjonen.

Dersom transpirasjonen direkte skulle bestemme næringsopptaket, måtte en vente å finne et bestemt forhold mellom ionekonsentrasjonen i vasstrømmen i planten og i næringsoppløsningen planten vokste i. En viss del av ionene blir lagret i rota, slik at en kunne ikke vente å finne samme konsentrasjon som i oppløsningen. Dette var også en hypotese som ble undersøkt i forsøk.

OPPTAK AV KALIUM OG VATTN

VED ULIK TEMPERATUR I STENGELEN



(BOWLING, 1968)

Resultatene viste at dersom transpirasjonen var låg, og plantene sto i en svak næringsoppløsning, kunne konsentrasjonen i planten være over 100 ganger sterkere enn i oppløsningen. Under forhold med høg transpirasjon og sterk næringsoppløsning kunne konsentrasjonen i transpirasjonsstrømmen være lågere enn i oppløsningen.

Også disse resultatene viser at det ikke er noen direkte sammenheng mellom transpirasjon og næringsopptak.

Jeg nevnte at en del av ionene som ble tatt opp, ble lagret i rotcellene. Mengden som ble lagret ble funnet å være lite påvirket av transpirasjonen. Derimot var det under visse vilkår en tydelig sammenheng mellom transpirasjonen og mengden av ionene som ble transportert fra rota til resten av planten. Transpirasjonen ble vanligvis regulert ved å variere luftfuktigheten mens temperaturen ble holdt konstant, - altså en regulering av luftens retningsdefisitt.

I en senere undersøkelse ble imidlertid teknikken forandret. Transpirasjonen ble holdt konstant, men rotmengden ble gradvis redusert. Dette førte til økende vassopptak pr. gram rotmasse. Resultatene viste fremdeles at lagringen av ioner i rotcellene var uavhengig av transpirasjonen (fig. 9).

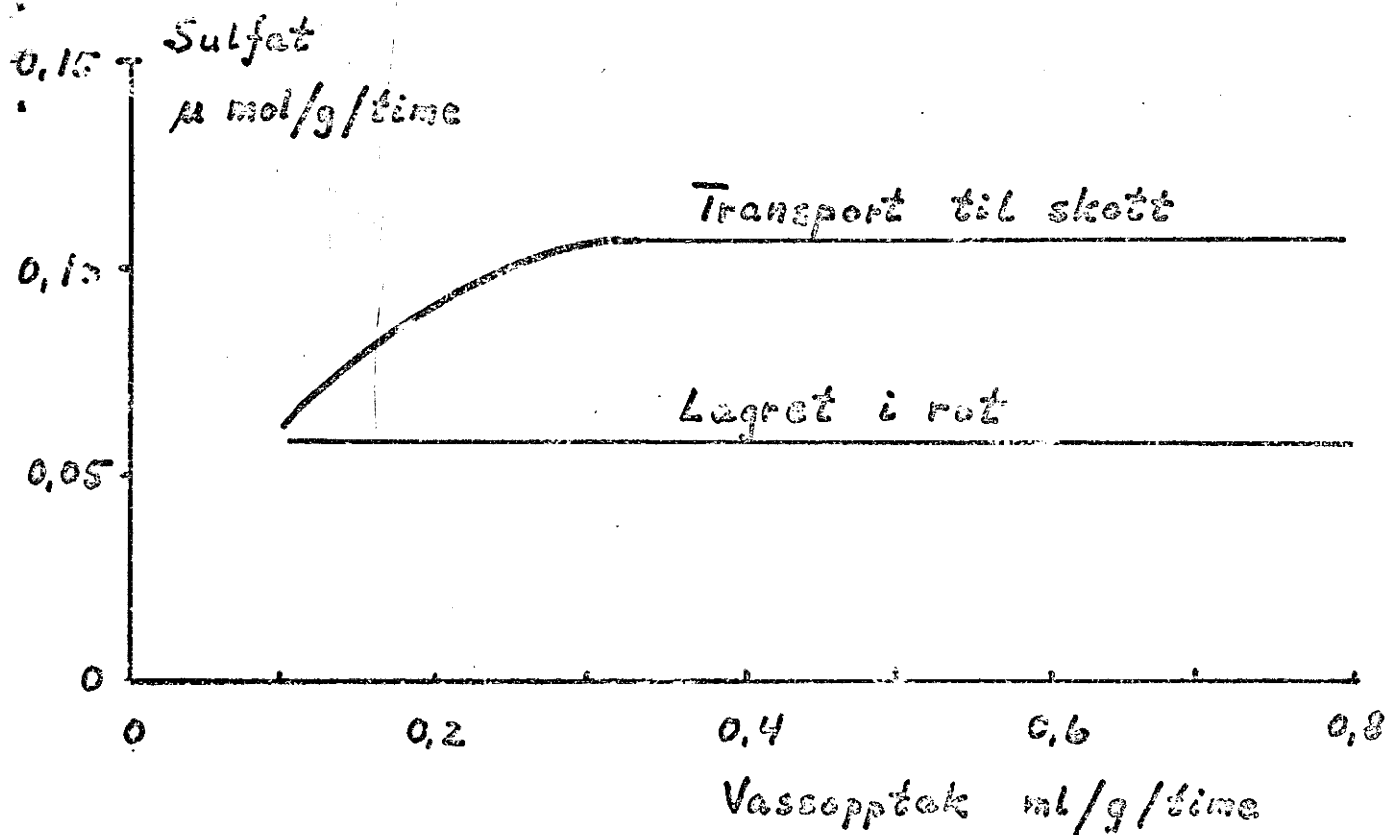
Vi ser imidlertid at sammenhengen mellom transpirasjon og transport av ioner til skottet, bare gjelder innenfor et begrenset område.

Etter at det ble mer alment akseptert at det finnes et hinder for fri, passiv transport av ioner gjennom rota, har det blitt diskutert om påvirkningen av transpirasjonen skjer utafør dette hinderet, eller etter at ionene har blitt transportert ved en aktiv prosess gjennom hinderet.

Dersom påvirkningen skjedde utafør skulle en vente at transpirasjonen ville bety mest når næringsoppløsningen hadde låg konsentrasjon av ioner. I en slik svak næringsoppløsning kunne en tenke seg at det ved låg transpirasjon var få ioner som ble ført inn til hinderet der den aktive prosessen overtok. Ved sterkere transpirasjon ville flere ioner nå hinderet, og så lenge den aktive prosessen ikke begrenset opptaket, skulle en vente at økt transpirasjon ville øke næringsopptaket. Vi skal se på en figur som viser betydningen av transpirasjonen når næringsoppløsningen har låg, og når den har høg konsentrasjon av nitrat (fig. 10).

TRANSPIRASJON,

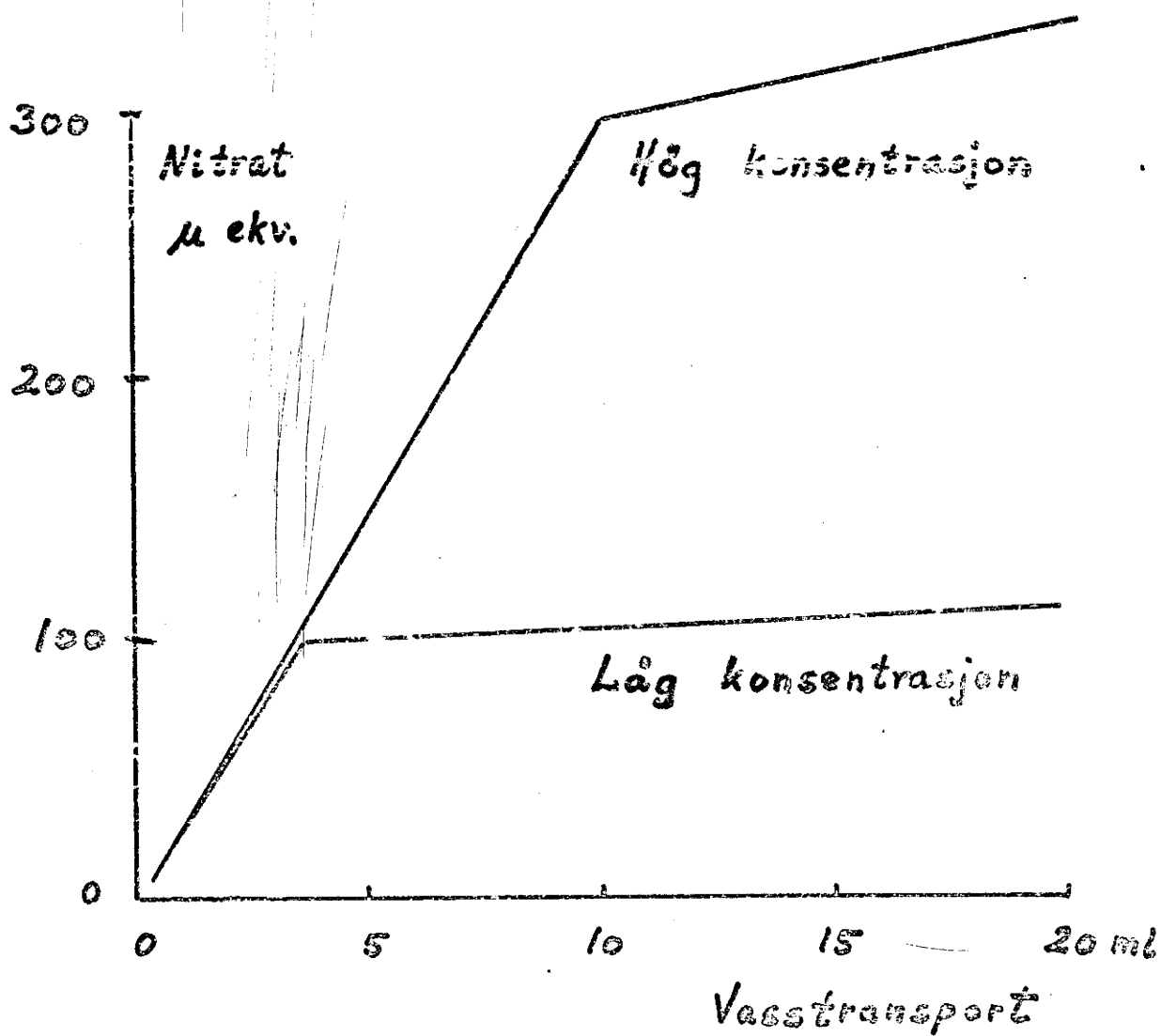
OG OPPTAK AV SULFAT I Ricinus e.



(CHRISTERSSON & PETTERSSON, 1968)

TRANSPIRASJON,

OG NO₃-OPPTAK FRA TO OPPLØSNINGER



(BROUWER, 1965)

Vi ser av figuren at teorien vår ikke stemmer. Her er det tvert i mot størst betydning av transpirasjonen når konsentrasjonen i oppløsningen er høy. Dette skulle tyde på at transpirasjonen har liten innvirkning på det som skjer før ionene kommer til den aktive prosessen.

Denne aktive prosessen hevdes vanligvis å ha forbindelse med transporten av ionene gjennom plasmalemma, - den hinne som omgir symplast.

Det finnes flere teorier om hvordan denne transporten foregår, men i alle fall noen av forsøksresultatene tyder på at transpirasjonen kan ha en viss virkning på den aktive transporten gjennom plasmalemma.

De fleste som har omtalt problemet med å klarlegge hvor og hvordan transpirasjonen kan påvirke næringsopptaket, synes å framheve teorien om at dette skjer etter at ionene har vært utsatt for aktiv transport. Dette mener en kan skje ved at økt transpirasjon reduserer muligheten for at det skal bygges opp en høy ionekonsentrasjon i vedvevet i rota. Dette skulle da indirekte kunne lette den aktive transporten.

Når denne forklaringen er gitt, må det tilføyes at det finnes resultat som ikke synes å passe inn i dette mønsteret, og som kan gi grunnlag for andre forklaringer. I bokserien "Annual review of plant physiology" for 1977 blir det påpekt at undersøkelser de siste åra har gitt grunnlag for å tro at det ved forholdsvis låg ionekonsentrasjon i oppløsningen, vesentlig foregår transport innover i rota gjennom symplast. Det er først ved høyere konsentrasjoner at transporten gjennom celleveggene inn til endodermis får betydning. Det blir også påpekt at flere undersøkelser tyder på at vasstransporten vanligvis er større i symplast enn gjennom celleveggene inn til endodermis.

Nyere forsøksresultat har også ført til at det er blitt satt spørsmålsteget ved den direkte sammenhengen mellom energitilgang og næringsopptak.

Vi husker at tilførsel av sukker hadde positiv virkning. Det har imidlertid vist seg at sukkestilgangen kan kontrollere næringsopptaket hos planter som er i god vekst, og hvor fotosyntesen ikke er en begrensende faktor. Dette er det ikke så enkelt å forklare ut fra teorien om energibehov.

En alternativ forklaring er at transporten av ioner inn til vedvevet blir direkte eller indirekte regulert av plantehormoner. Det er kjent at produksjonen av cytokinin i røttene påvirkes av blant annet næringstilgangen.

I en litteraturoversikt i forbindelse med næringsopptak i planter, blir det påpekt at det som blir observert vanligvis er et resultat av mange enkeltprosesser som foregår på forskjellige steder i planten. Hastigheten av hovedprosessen kan i vesentlig grad bli styrt av en slik enkeltprosess dersom det tilfeldigvis er den som begrenser hovedprosessen.

Dette er en erfaring som det er verd å merke seg. Den gjelder nok ikke bare i forbindelse med transpirasjon og næringsopptak. I alt arbeid med planter vil en komme bort i dette at dersom et ledd i det sammensatte systemet begrenser veksten, så kan forsøk med ulike mengder av en annen faktor gi resultat med svært begrenset verdi.

Det aller meste av vår viten om forholdet mellom transpirasjon og næringsopptak hos planter, er frambragt ved laboratorieforsøk. Dette har vært nødvendig for å kunne undersøke problemene under mest mulig kontrollerte forhold.

Kan vi så vente å finne tilsvarende forhold mellom transpirasjon og næringsopptak hos planter ute på friland?

I ei bok fra 1968 om næringstilgangen til planter sett i økologisk sammenheng, blir det påpekt at transpirasjonen må ventes å ha forskjellig betydning for planter som vokser i en næringsoppløsning, og for planter som vokser i jord der ikke vasstilgangen alltid er like god.

I næringsoppløsningen vil røttene hele tida ha lett tilgang på ioner.

Derimot vil det i ei jord som ikke er vassmetta, være vesentlig vanskeligere for røttene å få tak i næringsstoffene. Dette mener forfatteren kan gi grunnlag for å tro at transpirasjonen under slike forhold kan ha stor betydning ved at den fører til en strømming av vatn og ioner inn til rota, og dermed letter næringsopptaket. Vekst av røttene vil også få en større positiv betydning under slike forhold.

I en oversikt fra 1976 blir det hevdet at det fremdeles mangler mye på at en kan forklare hva som egentlig skjer ved transporten av ioner fra jorda og inn til røttene. En tidligere teori om direkte overføring av kationer fra jordpartiklene til rota, synes nå å være forlatt.

Betydningen av transpirasjonsbetinget strømming i forhold til diffusjon av ioner inn til rota, varierer med flere forhold. Blant annet varierer resultatene med hvilke ioner en undersøker. Vi skal se på noen tall for transporten av kalium (fig. 11).

KALIUM,

TRANSPORT I JORD OG ROT

Fra jord til rot: 6% strömning
 94% diffusjon

Transport i rotcellene: 6% i apoplast
 94% i symplast

Hastighet: 0,25 cm/time i apoplast
 2,5 cm/time i symplast

(BOWLING, 1976)

Det har blitt hevdet at alle faktorer som fører til sterkere vekst også vil føre til større næringsopptak. Nå er dette en sammenheng av den typen der det ikke er så lett å avgjøre hva som er årsak og hva som er virkning. Det kan jo også hevdes at større næringsopptak fører til sterkere vekst.

Ser vi på forholdet mellom transpirasjon, vekst og kaliumopptak hos løk på friland, er det i alle fall under enkelte vilkår ingen grunn til å klage på sammenhengen (fig. 12).

I ----- kommentarer ----- I

I forsøk med såkalte anti-transpirasjonsmidler, dvs. midler som blir sprøytet på plantene for å redusere vassforbruket, har en desverre også funnet at redusert transpirasjon fører til redusert vekst. Dette skyldes at når en reduserer transpirasjonen på denne måten, reduserer en samtidig mulighetene for fotosyntese og stoffproduksjon.

Også under mer naturlige vekstforhold vil en vanligvis finne at når det skjer en endring i transpirasjonen skjer det også en tilsvarende endring i fotosyntesen. (fig. 13).

I ----- kommentarer ----- I

Etter det vi har sett tidligere om sammenhengen mellom karbohydrattilgangen og næringsopptaket, tyder disse og andre resultat på at det vanligvis er en ganske god sammenheng mellom transpirasjon og næringsopptak på friland.

Dette betyr nødvendigvis ikke at transpirasjonen påvirker næringsopptaket direkte. Det kan også bety at faktorer som påvirker transpirasjonen har en tilsvarende virkning på næringsopptaket.

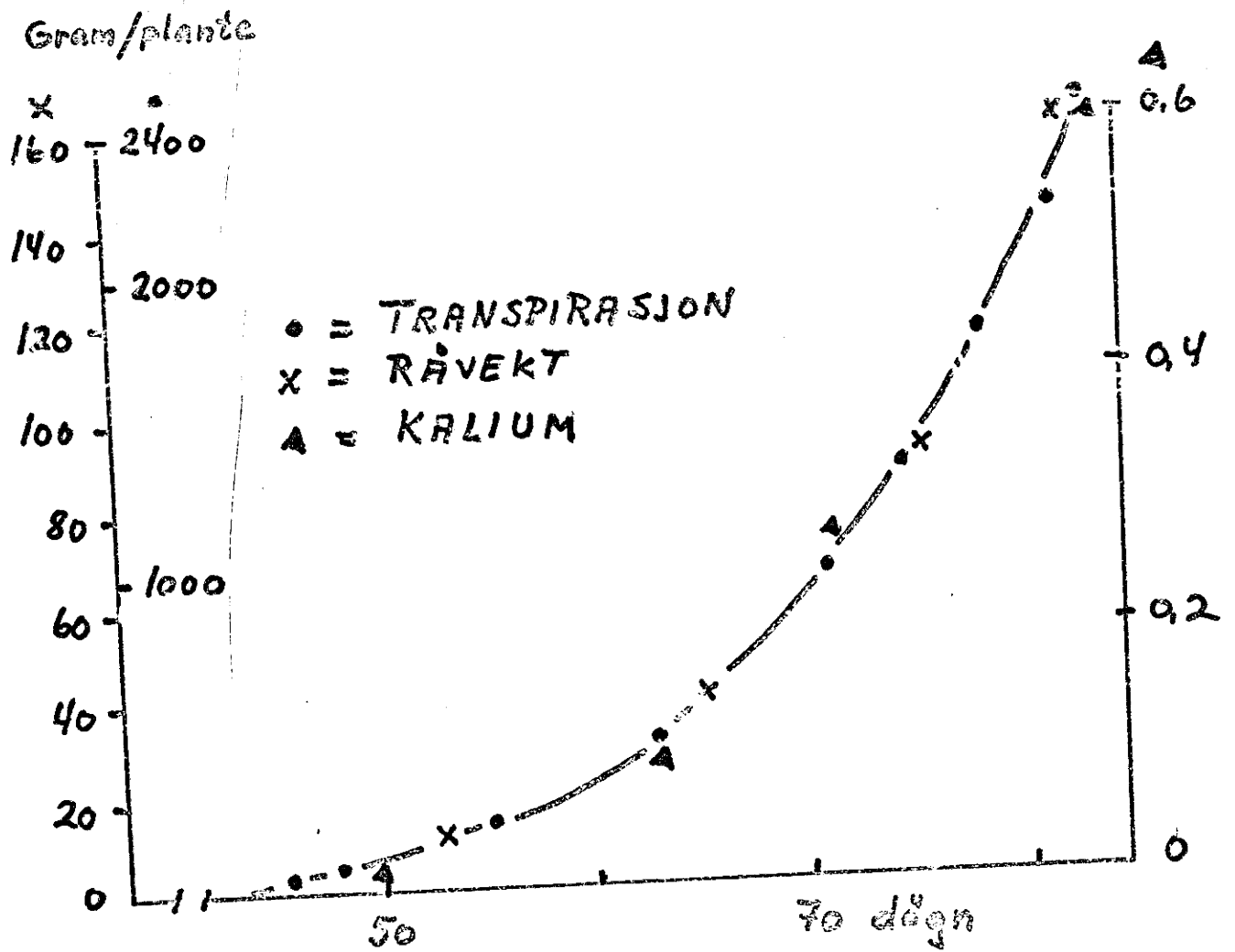
Det har gått 25 år siden Hylmø la fram sin konklusjon i forbindelse med virkninga av transpirasjonen på næringsopptaket i planter.

Skal en i dag forsøke å trekke noen konklusjon, er en nødt for å ta mange flere forbehold enn det Hylmø gjorde. Etter min vurdering kan hovedpunktene i vår viten om problemet framstilles slik (fig. 14):

I ----- kommentarer ----- I

TRANSPIRASJON,

OPPTAK AV KALIUM, OG VEKT AV LØK

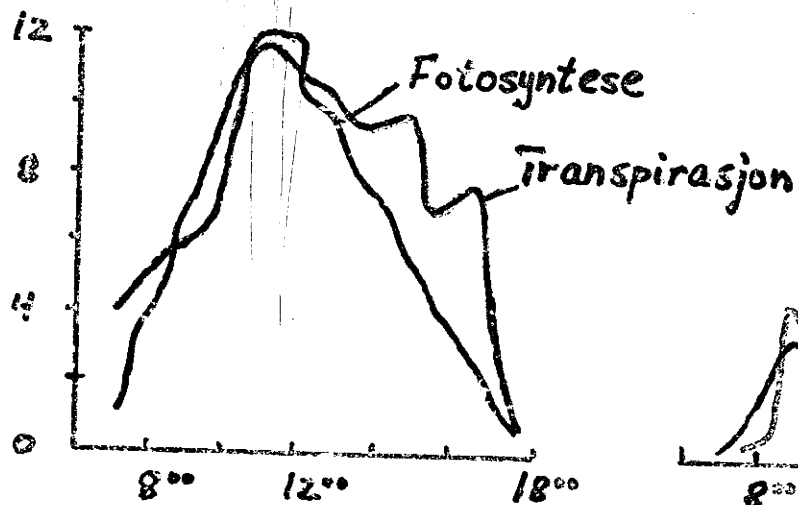


(TINKER, 1968)

TRANSPIRASJON OG FOTOSYNTESE

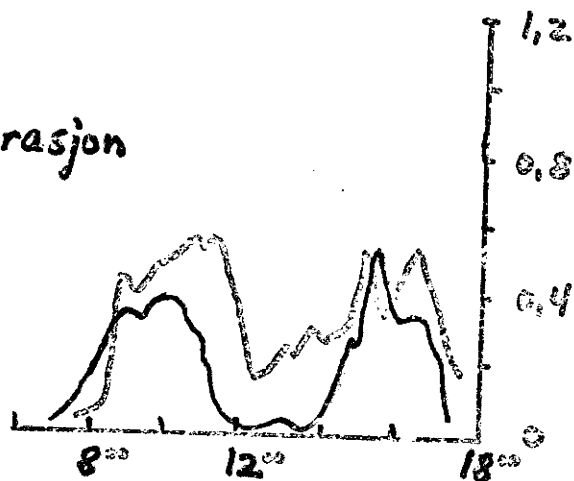
hos busk på friland

mg CO₂/dm²/time



Kjølig, god vasstilgang

g H₂O/dm²/time



Varmt, tørke

(RAY, 1972)

KONKLUSJON

Transpirasjonen har liten virkning på næringsopptaket i planter med låg næringsstatus, særlig dersom konsentrasjonen i næringsoppløsningen er låg.

Transpirasjonen kan innenfor visse grenser, ha stor virkning på næringsopptaket når forholdene ellers er optimale

eks. Hög næringsstatus i plantene.

Hög konsentrasjon i næringsoppløsningen

God tilgang på energirike stoffer i rots

LITTERATUR

- BOWLING, D.J.F. & P.E. WEATHERLEY, 1965: The relationship between transpiration and potassium uptake in Ricinus communis. Journal of Experimental Botany, 16: 732-741.
- BOWLING, D.J.F., 1976: Uptake of ions by plant roots. London, 212 s.
- BROUWER, R., 1965: Ion absorption and transport in plants. Ann. Rev. Plant. Phys., s. 241-266.
- BROYER, T.C. & D.R. HOAGLAND, 1943: Metabolic activities of roots and their bearing on the relation of upward movement of salts and water in plants. Amer. J. Bot. 30: 261-273.
- CHRISTERSSON, L. & S. PETTERSSON, 1968: Water and sulfate uptake at root reduction in Ricinus communis. Physiologia plantarum, 21: 414-422.
- HYLMÖ, B., 1953: Transpiration and ion absorption. Physiologia plantarum, 6: 333-405.
- PEEL, A.J., 1974: Transport of nutrients in plants. London 258 s.
- PETTERSSON, S., 1966: Active and passive components of sulfate uptake in sunflower plants. Physiologia plantarum, 19: 459-492.
- PITMAN, M.G., 1977: Ion transport into the xylem. Ann. Rev. Plant. Phys., s. 71-88.
- SCOTT RUSSEL, R. & D.A. BARBER, 1960: The relationship between salt uptake and the absorption of water by intact plants. Ann. Rev. Plant. Phys. s. 127-140.
- WEATHERLEY, P.E., 1968: Ion movement within the plant and its integration with other physiological processes. S. 323-338 i
Rorison, J.H. (ed.): Ecological aspects of the mineral nutrition of plants.