

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE
Institutt for grønnsakdyrking
Stensiltrykk nr. 168

BOR TIL ROTVEKSTER

av

HAAKON SØNJU

ÅS - NLH
Februar 1984

I N N H O L D

1. Innledning	1
2. Bors funksjon og symptomer på mangel	1
2.1. Kålrot	3
2.2. Rødbete	4
2.3. Gulrot	5
2.4. Knollselleri	6
3. Forgiftningssymptomer	6
4. Borinnhold i plantene	7
5. Bortilgang	9
6. Gjødselkilder	12
7. Metoder, tidspunkt og mengder for tilføring - noen forsøksresultater	13
7.1. Kålrot	14
7.2. Rødbete	15
7.3. Gulrot	15
7.4. Knollselleri	16
8. Anbefalinger	17
9. Litteratur	18

BOR TIL ROTVEKSTER

1. Innledning

Mange plantedyrkere vil nok straks tenke på vatersott hos kålrot om en nevner bor og rotvekster. Dette er slett ikke merkelig da kålrot jo er en svært viktig kultur hos oss, samtidig som den er forholdsvis utsatt for slike symptomer som en regner skyldes bormangel.

Selv innen grønnsakene utgjør rotvekstene en stor gruppe.

Når jeg her skal gi en oversikt over emnet "Bor til rotvekster", er det derfor nødvendig å gjøre visse begrensninger. Under hensynet til også å få med røtter med ulik oppbygging har jeg således valgt å ta med kålrot, rødbete, gulrot og knollselleri. Selv med denne begrensning vil emnet være stort og komplisert. Fremstillingen må derfor nødvendigvis bli noe summarisk med den begrensede tid som står til rådighet.

2. Bors funksjon og symptomer på mangel

Bor er et nødvendig mikronæringsstoff for plantene. Mangel på bor ytrer seg noe forskjellig etter hvilken vekst det er snakk om. Noen generelle trekk må likevel kunne nevnes før en tar opp symptomene mer spesifikt.

Til tross for at bor har en kompleks funksjon i plantenes stoffomsetning, regner man ikke med at det er en bestanddel eller en katalysator for noen enzymatiske reaksjoner. Bors mangesidige funksjoner gjør det ofte vanskelig å knytte en fornuftig sammenheng mellom uregelmessigheter i stoffomsetningen og synlige mangelsymptomer.

Selv om man vet lite om selve virkningsmekanismen er det påvist at bor særlig påvirker frøsetting og fruktutvikling samt sukkertransporten i plantene. Når bor fremmer sukkertransporten, regner man at dette skjer ved at det hindrer polymerisering av sukkeret på syntesestedet og fremmer transporten over til lagringsorganene. Transporten er avhengig av at det er tilstrekkelig bor for å danne sukkerboratkomplekser.

Tidligere la man stor vekt på denne mekanismen når man snakket om bormangel og anrikning av sukker i bladene. Senere har man kommet til at bormangel har større betydning for et nedsatt sukkerforbruk i meristemene og endret regulering i membranene, og at det er dette som er hovedårsaken til sukkeroppbyggingen i bladvevene.

Studerer man de første symptomenes utvikling under mikroskop, vil man kunne registrere økning i celledelingen i kambiene, nedsatt cellediferensiering og dermed abnorm vevsutvikling.

Mangel på cellediferensiering vil i første omgang virke inn på dannelsen av ledningsbanene. Der vi normalt skulle vente vedvev- og silvevceller finnes mer eller mindre normalt parenkymatisk vev. Etter en tid vil vevet i dette området svekkes og dø ut pga. brutt forbindelse til vekstens øvrige ledningsvev og derved manglende næringstilførsel.

De parenkymatiske cellene som dannes ved bormangel vil ha unormalt tynne vegger. Dette har sammenheng med at bormangel hemmer eller ødelegger mekanismen som styrer innleiring av mikrofibriler i celleveggene. Dette fører ikke bare til tynne vegger, men også til at celleveggenes karakteristiske finstruktur ikke dannes.

Gjennom sin dels stimulerende, dels hemmende effekt på hormonene i planten, virker bor også positivt med på den videre utvikling av cellene, f.eks. i lignifiseringsprosessen. Siden ulike fenolforbindelser brukes ved danning av lignin, vil bormangel føre til opphoping av disse forbindelsene. Dette vil i neste omgang gi utfelling av brune, seigtflytende molekyler.

Bormangel viser seg først på typiske lagringsvev, unge blad og i vekstpunktene på skudd og røtter. Dette har sammenheng med at bortransporten i plantene er nært knyttet til transpirasjonsstrømmen og at det ellers er lite mobilt i plantene. Er det først deponert eller innleiret vil det i liten grad kunne flyttes.

I et tidlig stadium er klorose på bladene ikke noe typisk bormangelsymptom, og de er heller ofte mer grønne enn normalt. Ved sterk mangel derimot kan det utvikles klorose fra bladkanten. Mer karakteristisk for B-mangel er misdannede, små, fortykkede og sprø blader. Bladstilkene kan være vridde og oppsprukne og stengelleddene unormalt korte. På grunn av dette og en økende tendens til danning av sideskudd vil plantene få et buskaktig utseende. Sprekking, vasstrukne og mørkfargede vev i ulike lagringsorgan, samt stans i rotvekst og kvalitetsnedsettelse som skyldes redusert sukkertilgang er typiske trekk.

Bormangel ble først oppdaget på kålrot her til lands, men er siden påvist i en rekke kulturer, særlig innen rotvekstene.

2.1. Kålrot

Mangelsymptomene hos kålrot må sies å være godt studert. Ved svak mangel vil avlingsstørrelsen påvirkes lite. Bladene vil

være en tanke mørkere og stivere enn normalt. Rota vil få en mer ru overflate og fargen bli mattere. Innvendig kan det oppstå brun marmorering i vedvevsdelen og redusert smaks-kvalitet pga. bitterstoffer, redusert sukker-og økt fiber-innhold. Koker man slike røtter, vil de deler som har lidd av bormangel holde seg harde også etter koking.

Ved moderat mangel vil vi se misdannede blader og enkelte ganger klorose som brer seg fra kanten av bladet. Avlingene vil bli redusert. Rotoverflaten vil være spesielt ru, ofte oppsprukket og ha en matt grågul til gråfiolett farge. Innvendig vil det nå være sterk brunfarging, eventuelt kombinert med hulrom i den nedre halvdel av rota og alltid bundet til vedvevsdelen. På dette stadium kan mye av rotvevet også synes vasstrukket, derav navnet vatersott.

Denne skaden ser imidlertid ikke ut til å øke røttenes mot-takelighet noe særlig for skadelige mikroorganismer, hverken i veksttida eller på lager. Ved sterk mangel derimot, kan det svekkede vevet være direkte eksponert til omgivelsene bl.a. ved at vekstpunktet dør ut, slik at det dannes et åpent hull til det indre av rota. Her vil vi alltid få råtning som en sekundærskade. Bladene som har utviklet seg i en krans omkring vekstpunktet er sterkt misdannede og bladstilkene vridde og oppsprukne. Vi kan imidlertid få fullstendig hule røtter uten at vekstpunktet dør ut. En kan si at i det hele er rotvevet langt mer utsatt for skader enn de vegetative delene forøvrig hos kålrot.

2.2. Rødbete

Hos rødbete er vekstpunktet spesielt utsatt for skade ved

bormangel. Uttøying av vekstpunktet er de

som fører til det vi kaller hjerteråte, kan gå svært raskt. Plantene kan imidlertid etter en tid, under gunstige forhold, danne flere nye sideskudd.

I rota vil bormangel føre til utvikling av tilfeldig fordelte sorte flekker. Disse består av nekrotisk vev. Slike flekker kan også utvikle seg på overflaten av betene. Disse skadene er nesten alltid innfallsport for skadeorganismer. Etter en tid vil de vise seg som større eller mindre råtelignende tørre sår på røttene. Ofte vil en kunne isolere beteringfleck fra disse sårene.

2.3. Gulrot

De yngste bladene hos gulrot blir først gulfarget fra kanten. Siden dannes det rosa til rødlige fargetoner som brer seg til bladbasis. Bladverket blir gjerne mer utbredt i veksten. Like før vekstpunktet er i ferd med å dø, dannes det flere kortvokste blader.

Svak bormangel viser seg på røttene under feltforhold, ved at det dannes mange små misfargede felt på størrelse med et knappenålshode, like under skinnet. Ved dampskrelling vil symptomene være lettest å se som uregelmessige grå flekker. Ved vanlig skrelling fjernes skadene helt.

Mer alvorlig mangel fører til at røttene sprekker på langs. Sprekkene går vanligvis helt inn til sentralsylindren. Ved fortsatt vekst vil sårflatene gli fra hverandre, og sterkt angrepne røtter kan bli helt vrent slik at sentralsylindren ligger bar nesten fra toppen og langt nedover rota. Røtter med bormangel vil virke sprø når de knekkes. Andre forhold som ujevn og liten vanntilgang m.v. kan påskynde utviklingen

mot sprekking. Bormangel hos gulrot betyr mest for kvaliteten og mindre for avlingsnivået.

2.4. Knollselleri

Hos knollselleri vil vi ikke få ytre sår på rota slik som hos rødbete. Selleri er imidlertid like utsatt for hjerteråte som denne. I tillegg dannes det uregelmessige, mørkfargede, tørre partier og ofte hulrom inne i røttene. Skadene er særlig utviklet i den øvre delen av rota.

Foruten utdøing av vekstpunktet og de yngste blad, finner vi skader i form av små, tverrstripete og korkaktige skader på ryggsiden av bladstilkene ("katteklor"). Bladverket får ellers klorose som starter med gulfarging av bladkantene. Senere sprer klorosene seg innover bladplatene og fargene skifter over til røde nyanser på de partiene som har vært påvirket lengst.

3. Forgiftningssymptomer

Forgiftningssymptomer opptrer svært sjelden på rotvekster, men det har vært observert skader på unge kålplanter tiltrukket i benk. Skaden har da oppstått som følge av flerårig og sterk B-gjødsling.

Forgiftningssymptomene er ganske karakteristiske hos de fleste planter ved at bladkanten i en smal sone blir lys gul. Samtidig vil bladkanten krumme seg ned og inn. Etter en tid vil det ganske raskt dannes nekroser.

På ømfintlige vekster har man erfart at det ganske lett kan induseres svak til moderat borforgiftning ved å gi ekstra bor-gjødsling, men uten at avlingsnivået senkes. Dette kan skyldes

at skaden begrenser seg til bladkantene, og at det derfor har liten effekt på den generelle tilvekst.

De ulike vekstene har forskjellig krav til bor og forskjellig toleransegrenser når det gjelder forgiftningssymptomer. Det viser seg heldigvis å være slik at planter med stort borbehov nesten alltid er lite ømfintlig overfor borforgiftning. Både rødbete og kålrot har høyt behov, og er samtidig lite ømfintlig for borforgiftning. Gulrot er også lite ømfintlig. Den regnes for å ha et middels behov. Selleri derimot har et høyt behov, men er middels følsom for forgiftning. I denne sammenheng regnes plantene lite ømfintlige når vi ikke kan regne med skader før det tilføres 5 kg borax pr daa, eller det gis 25 ppm bor i næringsløsning. Middels ømfintlig regnes planter som kan tolerere opptil 3 kg borax pr daa eller 10 ppm bor i næringsløsning.

4. Borinnhold i plantene

Plantene er selv de beste tolkere av hvorledes borernæringen har vært. Særlig i forbindelse med å fastslå forgiftning eller mangel er det vanlig å bruke planteanalyser. Som for andre lite mobile elementer er det viktig å ta hensyn til hvilke utviklingstrinn og plantedeler som brukes for analyse. Det mest vanlige i planteanalyser er å bruke det siste velutviklede blad. Tolking av resultatene kompliseres av at plantene har ulikt behov gjennom veksttiden, og derved også normalt burde vise svingninger i innhold. Vi kan også ha tilfeller der verdier som oppgis som kritiske i et geografisk område ikke viser seg å medføre symptomer i et annet.

Optimalverdier som angis i litteraturen skulle teoretisk gi

mulighet for plantene til å produsere størst mulig avling. I praksis kan ikke angis et optimaltall eller en snever variasjon for å angi områder for optimal vekst. I stedet for å oppgi kritiske eller optimale verdier vil det være mer korrekt å angi et mer vidt område hvor man anser at nivået er tilstrekkelig. Av disse og andre grunner kan man oppleve at ulike forfattere oppgir forskjellige grenser for borinnholdet i plantene.

Med å sammenligne flere forfattere kan vi sette opp følgende rettesnor for borinnhold i kålrotblader: Det er fare for mangel dersom borinnholdet er under 20 ppm. Nivået er tilfredsstillende når nivået er mellom 25 og 45 ppm, og det er fare for forgiftning over 200 ppm. Når det gjelder innholdet i røttene, er det fare for sterk mangel dersom innholdet ligger under 13 ppm. Vi kan oppleve svak mangel i området 13-18 ppm, mens friske røtter normalt inneholder mellom 19 og 25 ppm. Over 25 ppm gir fare for forgiftningssymptomer.

Det er forøvrig en god sammenheng ifølge Gupta et al. (1969) mellom innhold i blad og rot. Han fant i sitt forsøk av korrelasjonskoeffisienten var så høy som 0,8.

Når det gjelder rødbete, oppgis det at borinnholdet i bladplaten på høsten bør ligge mellom 90 og 360 ppm. Skader kan oppstå dersom innholdet blir høyere enn dette. Innholdet er lavt, mellom 20 og 90, og det fører til mangel dersom det ligger under 20 ppm bor. Når det gjelder innhold i rotknollen, er det vanskelig å finne holdbare verdier i litteraturen.

I bladverket fra gulrot oppgis det at verdien i gjennomsnitt gjennom vekstsesongen bør ligge mellom 36 og 204 ppm. Fra 205

til 324 anses verdiene for å være høye, og over dette nivået er det stor fare for forgiftning. Under 36 ppm anses verdiene for å være lave. Ved høstetidspunkt angir Schmidt et al. (1964) at nivået er tilfredsstillende dersom det ligger mellom 44 og 52, høyt dersom det er over 52 og lavt dersom det er under 44 ppm bor. Andre forfattere angir uten spesifisering av prøvetidspunkt at under 18 ppm bor vil gi mangelsymptomer, at det normale innhold er mellom 32 og 200 ppm og at det er høyt dersom innholdet overstiger 200 ppm bor.

Hunt (1968) angir at bladprøver tatt ut om høsten av selleri bør inneholde mellom 31 og 63 ppm bor. Ligger innholder under 18 eller over 223 ppm bor vil det oppstå henholdsvis mangel eller skade. Andre forfattere oppgir at det normale nivået ligger mellom 15 og 48 og at det oppstår skade dersom det er lavere enn 15 eller høyere enn 400 ppm bor i bladprøven. Tas det prøve av samlet bladverk om høsten angir Wrazidlo (1973) at normalinnholdet bør ligge mellom 32 og 60, at det er lavt mellom 15 og 31, at det er fare for mangel under 15 og at det er høyt over 60, og fare for forgiftning over 240 ppm bor.

Som vi ser, kan verdiene også for de samme vekstene variere endel. Dette skriver seg nok mye fra at det kan finnes betydelige sortsvariasjoner med hensyn til toleranse og ikke minst at kulturene eller forsøkene har stått under ulike klimatiske forhold. Hvorledes lys, fuktighet og temperatur virker inn på ernæringen, elementbalansen og eventuelt utvikling av skadesymptomer er ofte mangelfullt utforsket.

5. Bortilgang

Bortilgangen for plantene er normalt avhengig av jordas naturlige

innhold og eventuelt den mengde som tilføres på kunstig vis. Totalinnhold av bor i jorda varierer mellom 2 og 100 ppm med et middel på 10ppm. Dette samsvarer godt med innholdet i en del alminnelige bergarter. Som eksempel kan nevnes at basalt inneholder ca 5, granitt ca 15, kalkstein ca 20, sandstein ca 35 og skifer ca 100 ppm bor.

Av mineralene er turmalin - som er et komplekst bor/aluminium-silikat - og som inneholder 4-5% bor, blant de mest rikholdige. Dette mineralet betyr lite for plantenes forsyning, idet det forvitrer langsomt. Selv finmalt turmalin er lite effektivt som borgjødsel, mer lettløselig er natruiumforbindelsene boraks og kernitt.

Plantene tar opp udisosiert borsyre $B(OH)_3$ og i mindre grad borationer ($B(OH)_4^-$) som er løst i jordvæsken. Det totale borinnholdet i jorda betyr på kort sikt lite for plantene. Det er viktigere å få bestemt tilgjengelige mengder, dvs. borforbindelser som er løst eller lett lar seg løse ut i vann. Denne bestemmelsen blir gjort ved å ekstrahere med kokende vann i 5 min.

Den mengde bor som bestemmes etter denne metoden, utgjør bare en liten del av jordas totale innhold og ligger vanligvis mellom 0,1 og 3 ppm.

Det som ekstraheres med kokende vann har i hovedsak vært absorbert i leirmineraler og jern eller aluminiumhydroksyder. Sammen med de mengdene som er bundet til eventuelt organisk materiale i jorda utgjør dette de mengder som plantene på kort sikt har til rådighet.

Utvaskingen av bor kan være betydelig på lett jord, mens bevegeligheten i tung leirjord er sterkt begrenset. Dette kan ha betydning for valg av tidspunkt for tilføring og graden av ettervirkning av borgjødsling.

Den totale bormengde i jorda kan være konsentrert i forskjellige soner alt etter dannelsesmåte. På godt drenert jord er de lett løselige mengdene nesten alltid bundet i de øvre lag, og da hovedsakelig til det organiske materiale. Dette kan i enkelte tilfeller forklare hvorfor vi ofte ser at mangelsymptomene øker på etter en tørkeperiode. Røttene har da vært lite aktive i det tørre, forholdsvis borholdige sjiktet, samtidig som planten ikke har klart å dekke borbehovet fra dypere lag.

Bindingen av bor i jordsmonnet er sterkt avhengig av jordreaksjonen. Kalking reduserer tilgjengeligheten av bor i jorda, bl.a. ved at borsyren går over til borationer og eventuelt bindes i tungt løselige forbindelser. Bindingen skjer hovedsakelig til nydannet aluminiumhydroksyd.

Det er viktig å ta i betraktning jordtypen når en skal vurdere det tilgjengelig borinnhold. Som følge av absorpsjonsmekanismerne er det normalt at lette jordtyper inneholder mindre mengder enn tunge, og likeledes at vi må tilføre større bormengder til tunge enn til lettere jordtyper for å oppnå de samme tilgjengelige mengder for plantene. Kritiske grenser for lett-løselig bor skulle derfor variere med jordtype, jordreaksjon og mengde organisk materiale.

Disse forhold gjør det vanskelig å definere grenser for tilgjengelige bormengder med hensyn til mangel- og forgiftningsfare.

Vesentlige forenklinger gjøres i den praktiske veiledning. I Norge er det vanlig å regne at det er fare for bormangel når mengden vannløselig bor er mindre enn 0,5 ppm og at det er fare for forgiftning hvis innholdet er over 5 ppm. Som vi ser ligger grensene for mangel og overskudd temmelig nær hverandre sammenlignet med andre næringsstoffer i jorda.

Andre har angitt forskjellige nivåer etter at det er tatt hensyn til jordreaksjon og jordart. I sandjord med pH 5,5 - 6,0 og 7,0 - 7,5 er det angitt at nivået bør ligge henholdsvis mellom 0,3 - 0,6 og 0,4 - 0,8 ppm. Ved tilsvarende pH-verdier i leire bør innholdet ligge henholdsvis mellom 0,5 - 1,0 og 0,6 - 1,2 ppm. I utenlandsk litteratur kan en finne at det er fare for mangel når sandjorda inneholder mindre enn 0,3, siltjord mindre enn 0,5 og leirjord mindre enn 0,8 ppm P. På kalkholdig jord settes det en nedre grense på 1,0 ppm.

De refererte tallene vil uansett hvor godt de er tilpasset ha begrenset verdi som rettleiing for gjødsling. I den forbindelse er det snarere et spørsmål om man har med en borkrevende kultur å gjøre, og i tilfelle hvilke bormengder, tidspunkt og metoder for tilføring man bør velge. Trolig har normtallene sin største verdi når det gjelder å styrke mistanken om borforgiftning av ømfindtlige kulturer.

Dette er en situasjon man kan komme opp i dersom det dyrkes slike borkrevende kulturer som rotvekster over flere år, og det hvert år tilføres de foreskrevne - eller i overkant av de anbefalte - mengder.

6. Gjødselkilder

Bruk av husdyrgjødsel i grønnsakproduksjonen er blitt mindre

vanlig med årene, likeledes som det er blitt færre kombinasjonsbruk med husdyr og grønnsakproduksjon. Likevel er det ikke uaktuelt å ta med husdyrgjødsel, særlig når en tenker på den store del av kålrotproduksjonen som går til fôr. I denne forbindelse kan det brukes betydelige mengder husdyrgjødsel. Dette vil tilføre arealet mellom 20 og 50 g bor pr daa.

Fullgjødsel er tilsatt 20 g bor pr 100 kg vare, men dette vil ikke kunne dekke behovet fullt ut hos rotvekstene. Det er derfor behov for gjødsel med høyere borinnhold, eller spesielle borgjødselslag. Til bruk på de borkrevende rotvekstene er det derfor produsert kalksalpeter med 0,3% bor. I tillegg kan en få kjøpt boraks med ca 11% bor, og andre natriumboraterforbindelser med fra ca. 15 til 20%. Et preparat som har blitt lansert i løpet av de siste årene og som går under navnet 'Solubor', har blitt tatt mye i bruk. Dette inneholder 20,5% bor og er lett å løse i vann. Det er derfor velegnet for ut-sprøyting.

7. Metoder, tidspunkt og mengder for tilføring - noen forsøksresultater

Helt siden bor ble oppdaget som et essensielt plantenæringsstoff på slutten av det 19. århundre, har det vært drevet forsøk med sikte på å oppnå optimal borernæring hos plantene. Særlig intens har forskningen vært med planter som tradisjonelt har vært utsatt for borskader slik som rotvekstene. Bor kan tilføres plantene enten via røttene eller ved sprøyting på bladene. Mange forsøk har gått ut på å variere dosering, tilføringsmåte i form av gjødsling og sprøyting og tilførings-tidspunkt.

7.1. Kålrot

I et forsøk med kålrot der det ble sprøytet to ganger med 112 g B/daa med 14 dagers intervall, hindret man vatersott helt å utvikle seg (Gupta et al. 1978). Det ble videre funnet at B-opptaket i bladene var større etter sprøyting utført 4 og 6 uker enn 6 og 8 uker etter såing.

I et forsøk Vakt skjold (1982) utførte i 1981 med kålrotsorten 'Alta Sweet' på godt kalket, lett sandjord, fikk han signifikant positiv korrelasjon mellom tilført bormengde og borminnhold i røttene. Det viste seg at stripegjødsling og sprøyting tidlig i sesongen var signifikant det mest effektive i så måte. Det var lite som tydet på at det var noen nær sammenheng mellom bormgjødslingen og kalsium- eller zinkinnholdet i røttene. Graden av indre brunfarging ble heller ikke påvirket. Dette forsøket ble utført i plastveksthus, slik at plantene ble utsatt for større temperatur- og fuktighetssvingninger enn normalt. Når resultatene avviker noe fra de Gupta et al. (1978) fikk, skyldes dette sikkert at det endrede klima har hatt en virkning på de resultatene som ble oppnådd.

Muligens kan det ha vært tilført for små vannmengder, særlig i begynnelsen av forsøket. Dette har gjort at tilført bor i jorda ikke er blitt løst opp og transportert nedover i jordsmonnet i tilstrekkelig grad. Senere bladsprøyting kan ikke ha bøtet på skaden som oppsto ved at plantene har hatt liten rotaktivitet i det øvre, ofte tørre jordlag.

Ved normale klimatiske forhold vil bormgjødslingen, enten den gis spredd eller i striper, ha best effekt ved gjødsling omkring såtidspunktet. Er det mye nedbør og en har å gjøre med lett jord kan det være aktuelt å gjødsle kulturen også

senere. Har kulturen en periode hvor behovet er ekstra stort er det også aktuelt å fordele borttilførselen utover i vekstsesongen. En har da mulighet til å sprøyte eller duste over bladverket, gi overgjødsling med borkalksalpeter eller spre ut borgjødsling langs planteradene med en granulatspreder.

7.2. Rødbete

I et forsøk Hemphill et al. (1982) gjorde med ulike tilførsler til jorda av kalk, nitrogen og bor til rødbetesorten 'Detroit Dark Red', fant de at borttilførsler ikke påvirket avlingen, men derimot reduserte mengden av røtter med tørre sår (bormangel). Høye tilførsler av nitrogen kombinert med økt borgjødsling reduserte også skaden selv om dette førte til sterkere rotvekst, og etter det man vet, mer bormangel - utsatte røtter. Det var en positiv sammenheng mellom nitrogen og borgjødsling på borinnholdet i bladene. Kalking hadde en tendens til å redusere borinnholdet, men dette førte bare til skade dersom borgjødslingen samtidig ble utelatt. Forsøket ble gjennomført på siltjord med pH på mellom 5,8 og 6,6 alt etter kalktilførsel. Mengde og kvalitetsmessig ble det størst avling ved pH 6,6, 137 g bor og 28 kg nitrogen tilført pr daa.

7.3. Gulrot

Fra Danmark (Jørgensen, J., 1980) har vi nylig fått resultater fra et flerårig forsøk med bor til gulrot. Forsøket ble utført på en humusrik siltjord med meget høyt borinnhold, og formålet var å se på hvorvidt høyt borinnhold i jorda eller plantene kunne påvirke kvaliteten eller føre til forgiftning. I forsøket var det foruten kontroll-leddet (ingen borttilførsel) med 1 og 2 ganger sprøyting med 160 g B/daa i form av 'Solubor'.

Første sprøyting ble utført først i juli, og den andre sprøytingen 14 dager senere.

Resultatene viste ingen signifikante forskjeller når det gjalt avling av salgbare røtter. Resultatene varierte svært tilfeldig fra år til år. Størst avling ble oppnådd når røttene hadde mellom 25 og 30 ppm B i tørrstoffet. Tilgjengelig bor i jorda viste seg å være størst ved de laveste reaksjonstallene. Problemet "Cavity spot" ble spesielt registrert, og det ble ikke funnet noen sammenheng mellom bortilførselen og denne skaden.

I et polsk borgjødslingsforsøk til gulrot (Szmidt, B., 1980) ble det observert en avlingsnedgang dersom jorda inneholdt over 1,5 - 2,0 eller under 0,5 mg B/l jord. Jorda hadde i dette forsøket vært tilført boraks i mengder mellom 0 og 6 kg/år og daa i en 5-års-periode.

7.4. Knollselleri

I sine 8-årige forsøk med knollselleri og varierende jordfuktighet, borgjødsling og borsprøyting etter 3, 6 og 9 uker fra planting, påviste Pieters, J.H., (1981) at gjentatte sprøytinger med boraks eller borhandelspreparatet 'Maneltraborium' var den mest effektive måte å hindre brunfarging. Var det mulig å etablere et høyt tilgjengelig borinnhold i jorda, viste dette seg å være langt mindre effektivt fordi opptaket av boret i plantene var sterkt avhengig av fuktighetsforholdene i det øverste jordskiktet. Det ble videre lagt vekt på betydningen av en god jordstruktur også nedover i dypere lag for å hindre brunfarging og for å kunne produsere friske røtter.

8. Anbefalinger

Til krevende kulturer som flere av rotvekstene, har det vært vanlig å bruke 150 - 250 g B/daa ekstra som grunn gjødsel. På jord med særlig høy pH har mengder helt opp til 450 g B/daa tilført jorda, ikke forhindret vatersott i kålrot (Beauchamp et al. 1974). I andre forsøk er det funnet god sammenheng mellom dårlig jordstruktur/porefordeling og indre brunfarging f.eks. hos knollselleri (Pieters 1975). Disse og flere andre forsøk understreker at det kan være mange faktorer som betyr noe for boropptak hos plantene. Samspill kan gjøre bildet ganske komplisert. En kan ikke automatisk regne seg for gardert mot skader selv om man tilfører ekstra bormengder i grunn gjødslingen, har det vist seg. Ekstra bortilførsler utover grunn gjødslingen, kan være en forsikring og et positivt tiltak for å hindre bormangel hos flere av rotvekstene.

Aktuelle anbefalinger for de vekstene som er med i denne forelesningen er som følger:

Matkålrot kan i tillegg til normal mengde fullgjødsel A (70 - 80 kg) gis 2,5 - 3 kg gjødselborat eller 1,5 - 2 kg 'Solubor' pr daa. I tillegg bør man sprøyte 2 ganger over bladmassen med 2 - 300 g 'Solubor' i 50 - 100 l vann pr daa med 14 dagers intervaller. Første gang ca 5 uker etter såing. På grunn av vokslaget på kålrotbladene er det nødvendig å tilsette klebemiddel. Ved så sterk borgjødsling må en være oppmerksom på borforgiftning og skadelig virkning på andre kulturer året etter. Det bør ikke brukes mer enn 500gB/daa pr år av den grunn.

For rødbete og knollselleri vil man kunne dekke behovet ved å tilføre 60 - 80 kg borkalksalpeter eller ved å gjødsle med 1,5 - 2,5 kg gjødselborat eller 1 - 1,5 kg 'Solubor' pr daa før planting eller såing. Til knollselleri kan det på lett jord og ved fare for stor utvasking i enkelte tilfeller være aktuelt å sprøyte 1 - 2 ganger med vanlig løsning av 'Solubor' idet rota tar til å legge seg ut.

Til gulrot er det foruten bruk av borholdig fullgjødsel aktuelt å sprøyte 1 gang over med 200 - 400 g 'Solubor' pr daa idet røttene tar til å vokse for alvor.

9. Litteratur

- Beauchamp, E.G. & I. Hussain, 1974. Brown heart in ruta - bagas grown on southern Ontario soils. Can. J. Soil Sci. 54: 171-178.
- Bradford, G.R., 1966. Boron. In H.D. Chapman (ed.): Diagnostic criteria for plants and soils. Univ. California Press. Riverside. 33-61.
- Chapman, H.D., 1967. Plant analysis values suggestive of nutrient status of selected crops. In: Anonym: 77-92.
- Eaton, F.M., 1944. Deficiency, toxicity and accumulation of boron in plants. Jour. Agr. Res. 69: 237-277.
- Jørgensen, I., 1980. Forsøg med bors indflydelse paa kvalitet af gulerødder. Meddelelse - Statens Planteavlsudvalg. c. 82 (1528). Feb. 7, 2 p.
- Gupta, U.C. & J.A. Cutcliffe, 1978. Effects of methods of boron application on leaf tissue concentration of boron and control of brown - heart in rutabaga. Can. J. Plant Sci. 58: 63-68.

- Gupta, U.C. & D.C. Munro, 1969. The boron content of tissues and roots of rutabagas and of soil as associated with brown heart condition. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33: 424-426.
- Hemphill, D.D., Jr., M.S. Weber, & T.L. Jackson, 1982. Table beet yield and boron deficiency as influenced by lime, nitrogen and boron. Soil Science Society of America Journal 46 (6) 1190-1192 (En, 16 ref.) (Weber, M.S.) Oregon State Univ. Agric. Exp. Stn., Corvallis, USA. 63 pp.
- Hundt, I. 1968. Untersuchungen über den Einfluss des Mikro-nährstoffes Bor auf einige wachstumsbeeinflussende Stoffwechselreaktionen landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, insbesondere Helianthus annuus L. Dt. Akad. Landw.-Wiss. Berlin, Diss. 68 S.
- Kelly, W.C., G.F. Somers & G.H. Ellis, 1952. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. 59: 352-360.
- Pieters, J.H., 1981. Oorzaken en bestrijding van de fysiologische afwijking "inwendig bruin" in knolselderij. Rapport, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid No. 3-81, 31 pp. (Nl, en, 7 ref.) Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren-Groningen, Netherlands.
- Schmidt, L. und K. Jungermann, 1964. Über den Einfluss moderner Düngungsmassnahmen auf den Mikronährstoffgehalt unserer Futter- und Nahrungspflanzen. V. Congress Mondial des Fertilisants, Zürich pp. 1-15.
- Shorrocks, V.M., 1973. Boron deficiency - its prevention and cure. Tech. Service & Development Dep. Borax Consolidated Limited, London, 55 pp.
- Szmidt, B., 1980. Zasady nawozenia makro- i mikrokladnikami marchwi wysadkowej i nasiennej odmiany Nantejska. VI. Nawozenie borem. (Principles of fertilizing Nantes carrots,

grown for stecklings and seed, with major and minor elements.

VI. Fertilization with boron.) Biuletyn Warzywniczy 24, 205-222 (Pl, en, ru) Instytut Warzywnictwa, Skierniewice, Poland.

Vaktskjold, M., 1982. Indre brunfarging i kålrot. En vurdering av sammenhengen mellom indre brunfarging og bormangel. Hovedoppgave ved Institutt for grønnsakdyrking, NLH.

Wrazidlo, W., 1973. Zusammenstellung. Jena Unveröff. Ergebnisse 1971. Fra Pflanzendiagnose und planzenanalyser. Bergmann, W., & P. Neubert 1976.