

Slutrapport fysiologiska fläckar i vete

Sökande: Albin Gunnarsson, VäxtRådgruppen, Lantmännen Aros

Medsökande: Annika Djurle, Inst. för ekologi och växtproduktionslära, SLU och

Holger Kirchmann, Inst. för markvetenskap, SLU

INTRODUKTION

I Sverige drabbas vissa sorter av höstvetete, däribland Kosack av vad som fått benämningen fysiologiska fläckar. År 2002, visade sig vara ett år med hög frekvens fysiologiska fläckar. I en observationsruta utförd av VäxtRådgruppen i sorten Kosack, gödslad med K50 (kaliumklorid), uppstod inga fläckar (Fällman, 2002).

Fysiologiska fläckar är mycket svåra att särskilja från bladfläcksvampar. Bladfläcksvampar kan bekämpas kemiskt med fungicider, vilket man inte kan göra med fysiologiska fläckar. Svårigheten att särskilja fysiologiska fläckar från angrepp av bladfläcksvampar gör att det används stora mängder fungicider i onödan vid så kallade axgångsbehandlingar.

Hypoteser

Kärnan i detta projekt är att klarlägga om kloridbrist är grundorsaken till fysiologiska fläckar i höstvetete. Följande arbetshypoteser ligger till grund för försöksuppläggningsen:

- I. Brist på näringsämnet klor är orsaken till fysiologiska fläckar (näringsobalans). Fläckar kan bildas när kloridkoncentrationer i växtvävnadens torrsubstans är lägre än 0,2% vid stråskjutning.
- II. Gödsling med klorid kan förhindra bildningen av fysiologiska fläckar.
- III. Torka är en avgörande faktor, som gynnar bildningen av fläckar genom att minska tillgängligheten av klorid.
- IV. Förekomsten av fysiologiska fläckar gynnar svampangrepp under växtens senare utveckling genom att de utgör en inkörsport för infektioner.

Arbeten publicerade inom projektet är Examensarbete 138, Sveriges Lantbruksuniversitet Institutionen för Markvetenskap, Avdelningen för Växtnäringslära, Fysiologiska fläckar i höstvetete – Beror de på klorbrist? Av Ulrika Williamsson (2004). Fakta Jordbruk 2004:15 Klorbrist förorsakar fysiologiska fläckar i höstvetete av Ulrika Williamsson, Albin Gunnarsson, Annika Djurle & Holger Kirchmann. Grodden nr 5 2005, Klorbrist ger fläckar i höstvetete, Av Ulrika Williamsson. Gödsling mot fysiologiska fläckar i höstvetete, Försöksrapport 2003, Mellansvenska försökssamarbetet, Ulrika Williamsson och Peder Waern. Kloridgödsling mot fysiologiska fläckar i höstvetete, Försöksrapport 2004, Mellansvenska försökssamarbetet, Ingemar Gruvaeus och Albin Gunnarsson. Lantmannen nr 1 2004, Gåtan klor är snart löst, Anders Fällman.

MATERIAL OCH METODER

Lerjord hämtades från ett fält där fysiologiska fläckar i höstvetete iakttagits tidigare. Den 22 januari såddes höstvetete i kärll, 36 kärnor i varje (6x6), av sorterna Kosack och Stava. De första veckorna, under uppkomst, stod kärnen i ett varmt växthus, men flyttades den 3 februari till ett ouppvämt växthus för att vernaliseras. Den 24 mars ställdes alla kärll ut i kärllgården – utomhus men under tak. All bevattning skedde med avjoniserat vatten. De kärll som skulle utsättas för vattenbrist vattnades två gånger i veckan, övriga kärll vattnades 3-4 gånger per vecka. Den 26-28 juni klipptes plantorna ner, då var blomningen precis avslutad, utvecklingsstadium 69 enligt decimalkalan (DC) (Zadoks *et al.*, 1974). Växtmaterialet

torkades sedan i 50°C, vägdes, maldes ner och analyserades med avseende på Cl, N, K, Ca, P, S, Mg och Fe.

Analys av växtnäringsämnen

Vid analysering av Cl-halten användes potentiometrisk titrering (LaCroix *et al.*, 1970). För att se hur Cl-halten förändras under växtens utveckling togs plantprov vid ytterligare två utvecklingsstadier, DC 22 (huvudskott och två sidoskott) och DC 32 (två internoder sträckta). Cl-halten analyserades. En undersökning av hur Cl-halten varierar inom växten gjordes också genom att en planta delades upp i 4 delar och varje del för sig analyserades med avseende på Cl. De fyra delarna var: ax, flaggblad plus strå från första noden och uppåt, andra bladet plus strå mellan första och andra noden samt resterande planta. Plantorna togs från kärl ej gödslade med klor samt från kärl med högsta klorgiven.

Näringsämnena K, Ca, P, S, Mg, Fe, analyserades med ICP (Perkin Elmer). Kväveanalys gjordes genom torrförbränning (LECO, CN-Analyser, USA).

Gradering av bladfläckar

En gradering av bladfläckar i kärlförsöken gjordes i samband med nedklippningen av växtmaterialet. De tre översta bladnivåerna undersöktes. En bedömning gjordes av hur stor del av varje blad som var angripet av fläckar och bladen delades in i klasserna 0%, 0,01%, 0,1-0,5%, 0,5-1%, 1-5%, 5-10%, 10-25%, 25-50%, 50-99% och helt vissna.

Medelvärde för andelen fläckar per bladnivå erhöles genom att multiplicera medianvärdet för varje klass med antalet blad i klassen. Produkterna summerades och dividerades sedan med antal blad. Eventuella vissna blad medräknades ej.

Statistiska analyser

Statistiska analyser gjordes i Minitab med General Linear Model och regressionsanalyser i Excel.

Fysiologiska fläckar och svampangrepp i vete

I två av de fält där observationsrutor gödslats med KCl 2003 och begynnande förekomst av fysiologiska fläckar noterats inokulerades halva rutan och en lika stor normalt gödslad ruta med en sporsuspension av *S. nodorum*. Den andra halvan av observationsrutan och en motsvarande normalt gödslad ruta behandlades med vatten. Avsaknad av upprepningar i fälten medförde att resultaten inte kunde analyseras statistiskt. Vid inokuleringsstillfället graderades bladyta täckt av fläckar på de tre översta bladnivåerna.

I kärlförsök med tillsats av 0 respektive 200 mg KCl per kärl inokulerades både Stava och Kosack med *S. nodorum*.

Under sommaren 2004 utfördes ett fältförsök med sex upprepningar. Det lades ut som ett split-plot försök och hade följande behandlingar:

A: ingen klorgödsling	1. obehandlat	3. inokulering med <i>S. nodorum</i>
B: KCl 50 kg/ha	1. obehandlat	3. inokulering med <i>S. nodorum</i>

Inokulering med en sporsuspension av *S. nodorum* gjordes med hjälp av en ryggspruta. I obehandlade rutor sprutades endast vatten. Angrepp lästes av regelbundet från inokulering till degmognadsstadiet.

RESULTAT

Förekomst av fysiologiska fläckar

I kärlförsöket observerades de första fläckarna i början av juni, då hade plantorna nått DC 32 (två internoder sträckta). Fläckarna förekom i Kosack och då i kontrollkärlen samt i de kärl som fått den lägsta KCl-givan. Några dagar senare kunde fläckar observeras även i de kärl som fått de lägsta givorna av CaCl_2 samt i de kärl med lägst KCl-dos och som utsatts för vattenbrist. Fläckarna uppträdde främst på de nedre bladen. De flesta fläckarna var små och klorotiska med en mörk prick i mitten men det fanns även större nekrotiska fläckar med en oval klorotisk ring runtomkring. Även flaggbladen drabbades av de små klorotiska fläckarna vid ingen eller låg gödsling med Cl.

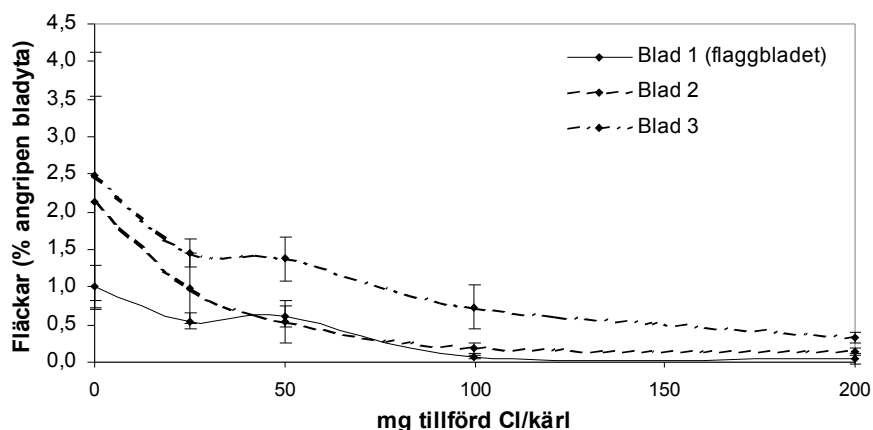
På sorten Stava var förekomsten av fläckar väldigt liten. Det fanns inte heller några signifikanta skillnader i fläckförekomst mellan de olika leden för någon bladnivå i någon av behandlingarna. För Kosack såg situationen lite annorlunda ut. Här fanns variationer dels i fläckförekomst mellan de olika behandlingarna och dels mellan olika Cl-givor inom behandlingarna. I KCl-behandlingen hade de två leden med högst Cl-giva signifikant lägre fläckförekomst än kontrollen för alla tre bladnivåerna. I och med sämre vattentillgång minskade angreppet av fläckar överlag. Dock kunde en ökning av fläckar med minskad Cl-giva noteras även i denna behandling. Vad gäller CaCl_2 var effekten något bättre vid låga Cl-givor jämfört med gödsling med KCl, effekten avtar dock och inga signifikanta skillnader mellan de olika gödslingsnivåerna förekommer (Figur 1).

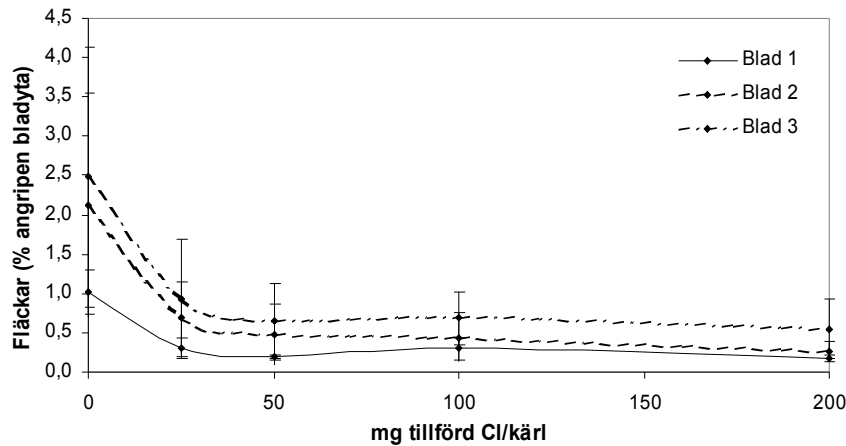
Klorhalter i grödorna

Klorhalten i grödan ökade med ökad Cl-giva och i KCl-gödslade kärl var leden signifikant skilda från varandra. Cl-halten i växterna som haft sämre tillgång på vatten var högst. Detta beroende på den lägre biomassan hos dessa växter.

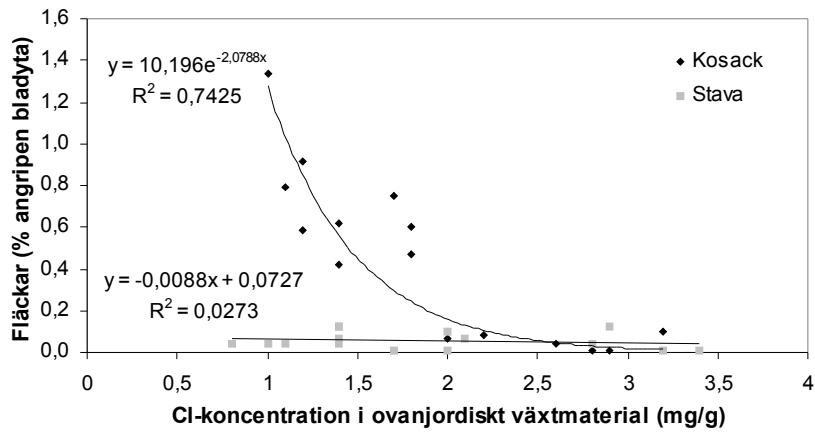
Förhållandet mellan förekomst av fläckar och klorkoncentrationen

Ett exponentiellt samband kunde observeras mellan fläckförekomsten på flaggbladet och växtens Cl-halt i Kosack gödslad med KCl. Hos Stava gödslad med KCl däremot, var fläckförekomsten betydligt lägre och det fanns inga samband mellan fläckförekomst och klorhalt (Figur 2). Skillnaden mellan sorterna har dock inget att göra med koncentrationen av Cl i växterna eftersom koncentration inte skiljer sig åt (Figur 3).

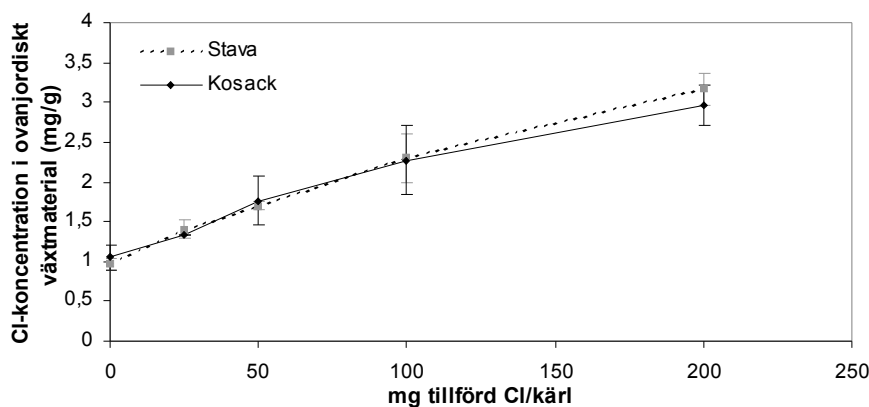




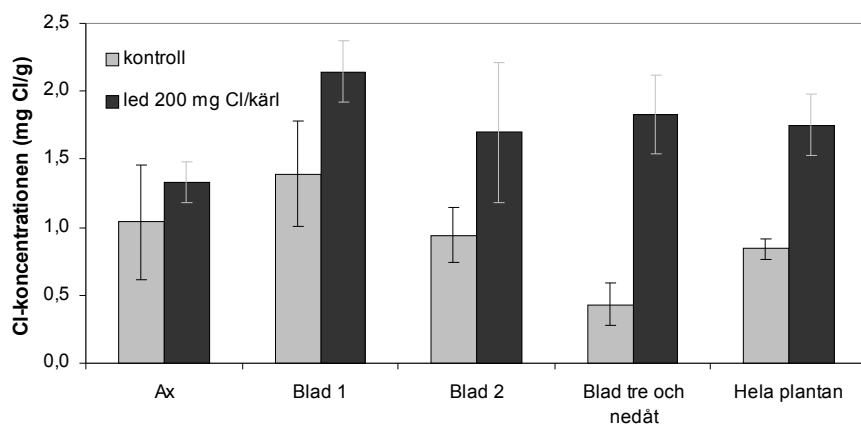
Figur 1. Förhållandet mellan förekomst av fysiologiska fläckar och gödsling med Cl i form av KCl (övre) och CaCl_2 (nedre) i Kosack.



Figur 2. Sambandet mellan växtens Cl-koncentration och förekomsten av fysiologiska fläckar i höstvetesorterna Kosack och Stava gödslade med KCl.



Figur 3. Förändring av Cl-koncentrationen i höstvetesorterna Kosack och Stava med ökad giva KCl.



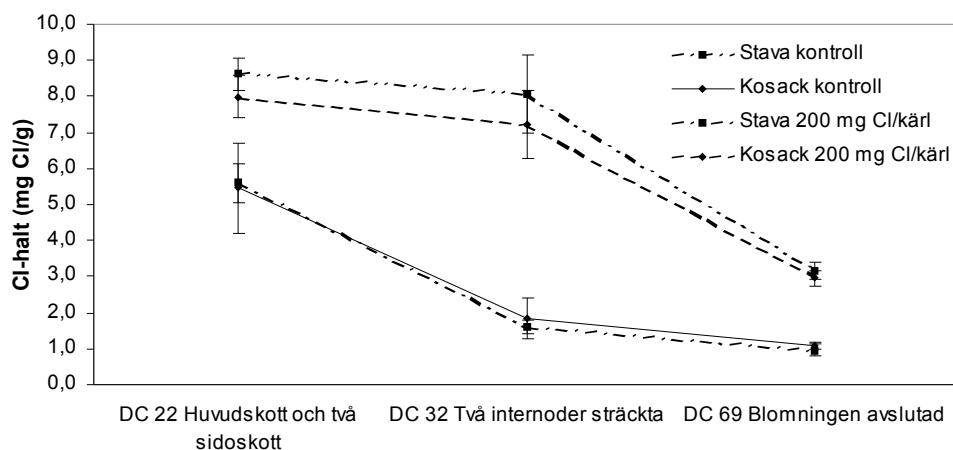
Figur 4. Fördelning av Cl inom plantan, testat på Kosack gödslad med KCl.

Klorinkoncentration i olika växtdelar

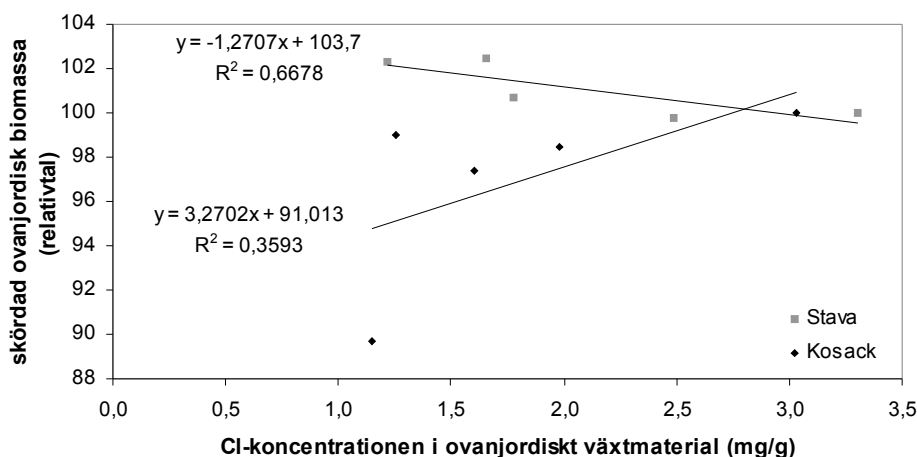
Olika Cl-halter i olika plantdelar observerades (Figur 4). Flaggbladet hade högst koncentration av Cl, oberoende av om det gödslats med Cl eller inte. Lägsta Cl-koncentrationen fanns i den nedre halvan av plantan. I kontrollen syntes en successiv minskning av Cl-halten med ökad ålder av plantdelarna. Detta skulle kunna förklara varför fysiologiska fläckar uppträder först på blad tre och fyra. När Cl tillförts var koncentrationen generellt högre men också jämnare fördelad i plantan. I axet var skillnaden mellan gödslad och icke-gödslad minst.

Växtens klorinnehåll och utvecklingsstadium

Undersökningen av hur kloridkoncentrationen förändrades i plantan under plantans utveckling visade att halten minskar ju äldre plantan blir (Figur 5). När inget Cl tillförts sker en minskning i Cl-koncentrationen tidigare i plantans utveckling än vid gödning med Cl då den sker senare i utvecklingen. Inga skillnader mellan de båda sorterna noterades.



Figur 5. Koncentration av Cl i höstvet (Kosack och Stava) vid olika utvecklingsstadier. KCl är Cl-källa.



Figur 6. Sambandet mellan växtens klorkoncentration och ovanjordisk höstvetebiomassa (Kosack och Stava) där KCl är Cl-källa.

Klors påverkan på biomassaproduktionen

Den ovanjordiska veteproduktionen har inte påverkats av sort eller i vilken form klor tillförts (KCl eller CaCl_2) däremot blev biomassan betydligt lägre i både Stava och Kosack när de ej erhållit tillräckligt med vatten.

Kontrollet för Stava har en signifikant högre biomassa än övriga led både vid gödsling av KCl och CaCl_2 . I figur 6 kan också en svag minskning av biomassan anas vid ökad Cl-koncentration i växten. För Kosack är förhållandet det motsatta och en stigande trend i biomassa med ökad Cl-giva kan istället anas. Inga signifikanta skillnader förekommer dock.

Fysiologiska fläckar och svampangrepp

I de KCl-gödslade observationsrutorna i fält var fläckförekomsten mindre än i de obehandlade rutorna (Tabell 1). Dessa fläckar var sannolikt fysiologiska eftersom ingen svamp påträffades i utvalda fläckar vid undersökning på lab.

Tabell 1. Bladyta (%) täckt med fläckar vid inokuleringstillfället i normalt respektive KCl-gödslade rutor

	Enköping	Staxhammar
Bladnivå	Obeh / KCl	Obeh / KCl
Blad 1	0,1 / <0,01	0,06 / 0,02
Blad 2	0,26 / 0,08	1,35 / 0,13
Blad 3	0,76 / 0,20	6,13 / 3,52

Vid senare graderingar fanns en tendens till att angreppen var svagare i KCl-gödslade rutor än i normalt gödslade. På samtliga bladnivåer samt ax var angreppen i de inokulerade, normalt gödslade, rutorna starkare än i de inokulerade rutor som behandlats med KCl.

Förekomsten av fysiologiska fläckar var vid inokuleringstillfället i kärlförsöken mycket liten. På grund av att plantorna i kärlen utsattes för torkstress samtidigt som effekterna av inokuleringen blev över förväntan vissnade en stor del av plantorna innan slutgraderingen av angreppet och resultaten är därför inte tillförlitliga.

I fältförsöket 2004 förekom vid sidan av brunfläcksjukeangrepp, orsakade av *S. nodorum*, även angrepp av svartpricksjuka, orsakad av *Septoria tritici*, och vetets bladfläcksjuka,

orsakad av *Drechslera tritici-repentis*. Mot slutet av säsongen uppskattades angreppen av svartpricksjuka till 30-60% av det totala angreppet i parcellerna. Inga skillnader i angrepp av svartpricksjuka som kan relateras till behandling noterades.

Vid inokuleringstillfället 23/6 fanns det fysiologiska fläckar (< 2mm diameter) på blad 3 och 4 uppifrån räknat i obehandlade led. I KCl-behandlade led tycktes mängden fläckar vara mindre, men detta kan inte säkerställas statistiskt. I juli utvecklades svampangreppen snabbare i de inokulerade leden. På flaggbladet och blad 3 var angreppsutvecklingen snabbare i A-ledet än i B-ledet, medan angreppet på blad 2 utvecklades snabbare i led B än i led A. I det klogödslade och icke inokulerade ledet (B3) var angreppsutvecklingen långsammast på samtliga bladnivåer. Det maximala angreppet i slutet av säsongen var, som väntat, starkare i inokulerade än i obehandlade led. Skillnader i angreppsnivå beroende på klogödsling kan inte bekräftas. Variationen mellan block var stor.

Försöket tröskades och kärnskörden vägdes. Skördesiffrorna visas i Tabell 2. I de inokulerade leden är kärnskörden c:a 500 kg/ha lägre än i de obehandlade.

Tabell 2. Kärnskörd (15% vattenhalt), kg/ha. Siffror följda av samma bokstav är inte signifikant skilda från varandra.

Led	Kärnskörd kg/ha , medelvärde
A1	9708 b
A3	9192 d
B1	9875 a
B3	9330 c

DISKUSSION

Resultaten visar att den typ av fysiologiska fläckar som beskrivits kan reduceras med gödsling av klor. Bäst effekt på reduktionen av fläckar blev det med KCl. Vid analys av Cl-halten i växtmaterialet framkom också att halten Cl var betydligt högre vid gödsling med KCl än med CaCl₂. Anledningen till detta kan vara att Ca²⁺, som är en långsam, jon hämmar upptaget av Cl⁻ (Marschner 1986).

För teorin att torka skulle gynna uppkomsten av fysiologiska fläckar finns inga belägg i denna studie. Resultaten från denna studie visar att då vattenbrist rådde minskade biomassan vilket i sin tur ledde till en ökad koncentration av Cl i växten vid denna behandling. Här utvecklades också färre fläckar vilket ytterligare stärker teorin att det är Cl-brist som orsakar fysiologiska fläckar.

Bara vissa höstvetesorter drabbas av fysiologiska fläckar. Detta beror dock inte på att Cl-koncentrationen i växten skiljer sig mellan olika sorter utan kan snarare härledas till att det är någon genetisk egenskap som avgör hur känslig sorten är för Cl-brist.

Vad gäller fördelningen av Cl i växten visar resultaten att det vid gödsling med 200 mg Cl/kärl finns tillräckligt med Cl och ingen allokering till flaggbladet är nödvändig. Till skillnad från kontrollen där Cl-koncentrationen tydligt minskade med plantdelarnas ökade ålder. Enligt Xu *et al.* (2000) påverkas Cl-halten i kärnor inte av en ökad Cl-halt i marklösningen vilket visas då axet är den plantdel där den minsta skillnaden mellan kontroll och KCl-gödsling återfinns.

Kvävehalten minskar med ökad Cl-halt vilket betyder att det finns en konkurrens mellan de båda ämnena och att upptaget av NO₃⁻ har hämmats. Konkurrensen mellan NO₃⁻ och Cl⁻

klargör varför den ovanjordiska biomassan för Stava var som högst i kontrollen. I Stava utvecklades inga fläckar som kan hämma uppbyggnaden av biomassa och utan klor gödsling fanns ingen konkurrens mellan klorid och nitratupptag. När det gäller Kosack verkar fläckarna i de kärl som tillförts lite eller inget Cl hämma tillväxten mer än vad den minskade N-halten i de kärl med högst Cl-giva gör eftersom biomassan är något högre vid gödsling med Cl än i kontrollen.

De utförda undersökningarna av hur ett svampangrepp utvecklar sig i fysiologiska fläckar har visat att gödsling med KCl ibland kan ha en bromsande effekt på utvecklingen av brunfläcksjuka i höstvet. Resultaten från år 2003 och 2004 är emellertid inte helt samstämmiga och den eventuella effekten av klor måste utredas ytterligare innan man t.ex rekommenderar förstärkt klor gödsling.

Frågan om de fysiologiska fläckarna kan utgöra en inkörsport för svampangrepp är inte besvarad. Förekomsten av fysiologiska fläckar i utvalda fält och i kärlförsöket var inte tillräckligt stor vid inokuleringsstillfället och fläckarna utvecklades inte heller i sådan takt som de gjort under tidigare år i samma område. Det finns flera orsaker till detta, varav temperatur och vattentillgång vid kritiska tidpunkter sannolikt ingår.

Svampangreppen har haft en betydande effekt på kärnskörd. Skillnaderna i kärnskörd mellan normalt gödslade och KCl- gödslade led är signifikanta. Variationen i sjukdomsangrepp inom led och block gör dock att skillnaderna i skörd inte enbart bör ses som en kloreffekt.

LITTERATURFÖRTECKNING

Fällman, A. 2002. Klor inblandat i sensationell gödslingseffekt. *Lantmannen* **8**: 46-48.

LaCroix, R.L., Keeney, D.R. & Walsh, L.M. 1970. Potentiometric titration of chloride in plant tissue extracts using the chloride ion electrode. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* **1**:1-6

Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants 1st ed. Academic Press. San Diego.

Williamsson, U. (2004) Fysiologiska fläckar i höstvet – Beror de på klorbrist?. Sveriges Lantbruksuniversitet Institutionen för Markvetenskap, Avdelningen för Växtnäringslära. *Examensarbete* 138

Zadok, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* **14**: 415-421

Xu, G., Magen, H., Tachitzky, J. & Kafkafi, U. 2000. Advances in chloride nutrition of plants. *Advancens in Agronomy* **68**:97-150