

SLUTRAPPORT

Projektet: Hur kan man bättre förutsäga och på sikt sänka kadmiumhalten i vete/spannmål? – effekter av kvävegödsling (Dnr SLF 182/01. Projnr. 0133033)

Jan Eriksson, Håkan Wångstrand och Ingrid Öborn, Institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Box 7014, 750 07 Uppsala

Detta projekt innehåller många olika delprojekt som inte går att redovisa fullständigt på bara 10 sidor. Denna rapport fokuserar därför på att redovisa resultat och slutsatser. För litteraturgenomgång, detaljer om material och metoder, uppgifter om citerad litteratur i diskussion etc. hänvisas till en fylligare rapport som skickats till SLF som bilaga.

Sammanfattning

Kvävegödslingens effekt på Cd-koncentration i vetekärna undersöktes i fältförsök och kärnförsök. Resultaten visar att flera olika typer av kvävegödselmedel i de flesta fall ger en förhöjd Cd-koncentration i vete. Vid en giva på 145 kg N ha⁻¹ gav en ytterligare tillförsel av 30 kg N för att höja proteinhalten en ökning av kärnans Cd-koncentration med 6-14 %. Tidigareläggning av N-gödsling eller uppdelning på flera delgivor påverkade ej denna effekt. Mängden Cd och N i skotten ökade från stråskjutning till mognad, men N omfördelades till kärna tidigare än Cd. Detta tyder inte på en direkt koppling mellan Cd och N i transport från rot till kärna. En god korrelation mellan kärnans Cd-koncentration och grödans upptag av tillsatt N (N-koncentration i kärna) antyder dock att det kan finnas ett växtfysiologiskt samband mellan ämnena. Vi fann ett generellt samband mellan Cd-koncentration i skott och i kärna, som skulle kunna göra det möjligt att med provtagning i växande gröda förutsäga kärnans Cd-koncentration upp till 2 månader i förväg. En studie av N-gödselns saltverkan i marken gav inget entydigt svar på i vilken mån detta kan förklara ett ökat Cd-upptag.

Bakgrund

Kvävegödselmedel kan öka Cd-koncentrationen i grödan även om gödselmedlet inte innehåller signifikanta mängder Cd. Om detta beror på reaktioner i marken eller på att gödslingen påverkar växten fysiologi är oklart. Ökad Cd-koncentration i vete med ökad N-giva kan i områden med höga halter av växttillgängligt Cd i marken fall bli ett problem eftersom kvarnindustrin ofta vill ha en råvara med Cd-koncentration under ett visst riktvärde och samtidigt en hög proteinhalt.

Projektets syfte

Att undersöka:

- hur och på vilket sätt kvävegödsling av höstvetete påverkar Cd-koncentrationen i kärnan och hur bestående sådana effekter är över platser och sorter.

- om upptaget i kärna av höstvetete påverkas av kvävegödslingsstrategi
- när upptransport av Cd och N till skottet sker i höstvetete och hur dessa ämnen fördelas i skottet i olika utvecklingsstadier
- huruvida det finns ett samband mellan Cd-koncentrationen i höstveteskott i tidigt utvecklingsstadium och halten i kärna vid skörd
- om kvävekällan har betydelse för hur stort Cd-upptaget blir
- om effekten av kvävegödsling kan bero på dess salteffekt i marken

Material och metoder

Större delen av projektet har utförts på olika befintliga kvävegödslings- och sortförsök (fältförsök) utlagda i SLU:s och Hushållningssällskapens regi. Information om dessa försök finns i tabell 1. Vi genomförde också ett fältförsök och ett kärnförsök i egen regi. Provtagningen av grödorna skedde antingen genom att vi klippte skott i försökens eller att vi fick tillgång till prover tagna av Hushållningssällskapet. Vilka försöksled vi provtog i andras försök och vilka vi hade i egna försök framgår av resultatredovisningen nedan. Provtagning och försökens uppläggning finns noggrannare beskrivna i den mer kompletta rapporten (bilagan) som omtalas i inledningen. Även preparering av de växt- och jordprov som togs i försöken och de analyser av Cd och N mm som utfördes på dessa beskrivs i detalj i den mer kompletta rapporten (bilagan).

Tabell 1. Provplatserna: provtagningsår, län, försöksnummer och typ av försök

Försöksplats	Provtagningsår	Län	Försöksnr	Typ
<i>Fältförsök</i>				
1. Brunnby	2002	Västmanlands	L7 -150	N-behov hos höstvetesorter
2. Bränneberg 1	2002	V. Götalands	L7 -150	N-behov hos höstvetesorter
3. Marstad Backa	2002	Östergötlands	L7 -150	N-behov hos höstvetesorter
4. Bränneberg 2	2004	V. Götalands	L7 -150	N-behov hos höstvetesorter
5. Fransåker	2004	Stockholms	L7 -150	N-behov hos höstvetesorter
6. Fasma	2004	Uppsala	L7-101	Sortförsök, höstvetete
7. Fatterslund	2004	Skåne	L7-105	Sortförsök, höstvetete
8. Russelbacka	2004	V. Götalands	L7-101	Sortförsök, höstvetete
9. Svedberga	2004	Skåne	L7-105	Sortförsök, höstvetete
10. Fiholmsby 1	2003	Södermanlands	L3-2264	Kvävegödslingsstrategier
11. Sättra	2003	Stockholms	L3-2264	Kvävegödslingsstrategier
12. Fiholmsby 2	2004	Södermanlands	M3-2271	Kvävegödslingsstrategier
13. Staby	2004	Uppsala	M3-2271	Kvävegödslingsstrategier
14. Fransåker	2004	Uppsala	Eget	N-stege, Axan och kalksalpeter
<i>Kärnförsök</i>				
15. SLU	2004	-	Eget	Olika N-gödselmedel, salteffekt

Resultat

Effekt av kvävegödning på Cd-koncentrationen i vetekärna (försök 1-3)

Kadmiumkoncentrationen i vetekärna ökade med ökande kvävegiva i både Kosack och Tarso (fig. 1) i alla försöken. En ökning av kvävegivan med 10 kg N ha⁻¹ ökade kärnans Cd-koncentration med 0,001-0,003 mg kg⁻¹ på de tre platserna.

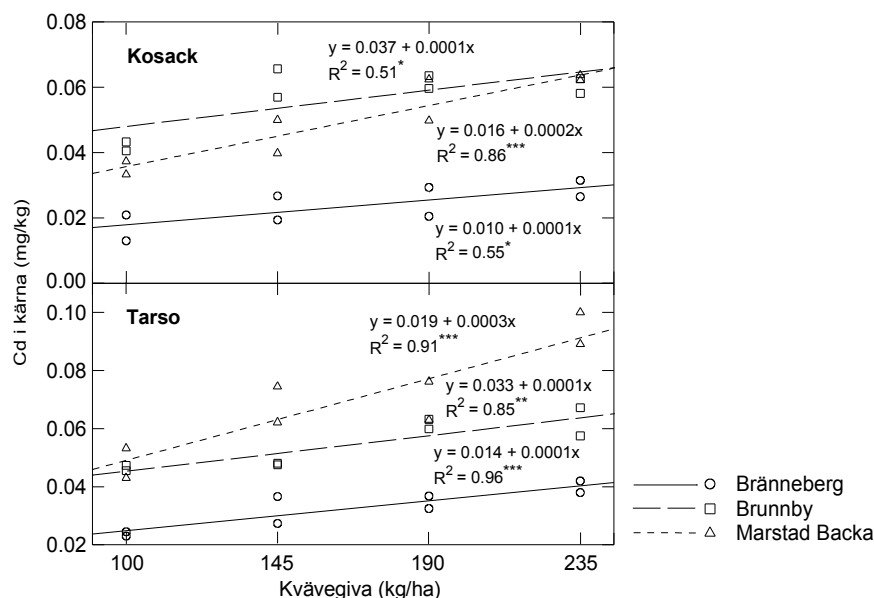


Fig. 1. Cd-koncentration i kärna av höstvetesorterna Kosack och Tarso vid olika N-givor på tre försöksplatser. Medelvärden av 2 upprepningar.

Sorterna reagerade på liknande sätt med avseende på effekt av ökad N-giva på Cd-koncentrationen i kärna. Tarso tenderade dock att ha en högre Cd-koncentration än Kosack speciellt på Marstad Backa men också i viss mån på Bränneberg.

Effekt av olika kvävegödslingsstrategier på kadmiumkoncentrationen i vetekärna (försök 10-13)

I dessa försök undersöktes om kvävegödslingens pH-höjande effekt kan mildras genom delad giva eller tillförsel vid en annan tidpunkt i grödans utveckling. Den statistiska analysen visar, som i andra försök, att ökad giva ökade kärnans Cd-koncentration, medan olika kvävegödslingsstrategier inom en och samma totala kvävegiva däremot inte gav några signifikanta effekter på kväveupptaget (tabell 2).

Uptag och fördelning av Cd och N i vetepantor under odlingsäsongen (försök 1-3)

De ovanjordiska delarna av höstvete provtogs i olika utvecklingsstadier för att studera hur ackumuleringen av Cd och N och deras fördelning mellan i olika växtdelar varierade. Här redovisas som exempel data från Marstad Backa (Fig. 2). Mängderna av både Cd och N i skotten ökade från den första till den sista provtagningen.

Tabell 2. Kadmiumkoncentrationer i höstvetekärna i kvävestrategiförsöken. Den statistiska analysen visade skillnader mellan totalkvävegivor men inte mellan gödslingsstrategier. Kvävegödselmedlen var kalksalpeter 2003 (Sättra och Fiholm03) och Axan och kalksalpeter (kursivt) 2004 (Staby och Fiholm04). Tidig=1 april, Normal=27 april, DC 31=tidig stråskjutning, DC 37= sen stråskjutning, DC 45=axgång. Antal upprepningar: Sättra 03=sammanslagna ledvis, Fiholm 03=3, Staby 04=4, Fiholm 04=4.

Be-hand-ling	Tidpunkt för N-gödsling					Total N-giva	Plats			
	Tidig	Nor-mal	DC 31	DC 37	DC 45		Sättra 03 ¹	Fiholm 03	Staby 04	Fiholm 04
	Kvävegiva (kg ha ⁻¹)						Cd-koncentration (mg kg ⁻¹)			
A						0	0,056	0,028	0,029	0,031
B		80				80	0,062	0,048	0,034	0,038
C		120				120	0,063	0,047	0,043	0,041
D		80		40		120	0,062	0,057	0,040	0,043
E			120			120	0,069	0,055	0,042	0,045
F		160				160	0,071	0,064	0,041	0,047
G		120		40		160	0,071	0,059	0,047	0,047
H	40	80		40		160	0,064	0,053	0,048	0,042
I		120			40	160	0,073	0,063	0,050	0,051
J		120			40	160	–	–	0,048	0,044
K		80		80		160	0,075	0,065	0,043	0,048
L		80		80		160	–	–	0,046	0,050
M		80	80			160	0,072	0,057	0,043	0,044
N		160		40		200	0,073	0,068	0,049	0,054
O	40	120		40		200	0,070	0,054	0,043	0,048
P		200		40		240	0,071	0,078	0,054	0,053

¹För Sättra03 fanns bara ledvisa prover (sammanslagna upprepningar) att tillgå dessa data har därför följaktligen ej kunnat utvärderas statistiskt

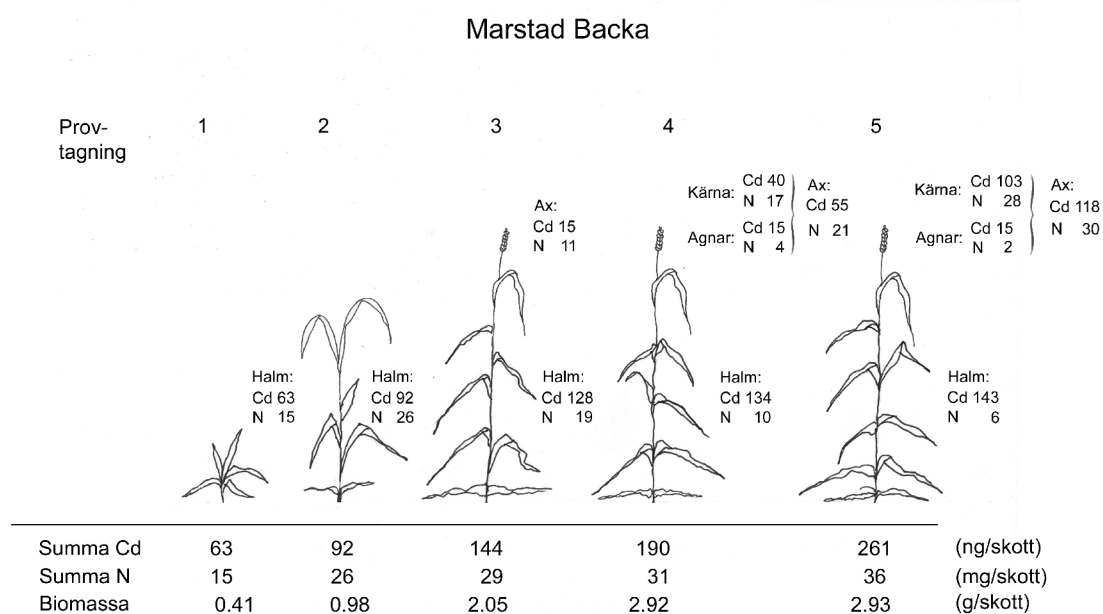


Fig. 2. Mängder och fördelning av Cd och N i ovanjordiska växtdelar av höstvete i olika utvecklingsstadier.

Kväve tycks omfördelas från de vegetativa växtdelarna till axet så snart detta börjat utvecklas. För Cd var mönstret annorlunda och mer oregelbundet. Kadmiuminnehållet i de vegetativa växtdelarna ökade ända fram till tidpunkten för skördemogen kärna. Resultaten indikerar att Cd omfördelas till kärnan i mindre grad än N och om en sådan sker äger den rum i ett sent utvecklingsstadium.

Kadmiumkoncentration i höstvetekärna som funktion av koncentrationen i skott under odlingsäsongen (försök 1-9)

Skottproven som togs under odlingsäsongen användes också för att undersöka om det går att förutsäga Cd-koncentrationen i kärna vid skörd med hjälp av Cd-analyser av skott uttagna i tidiga utvecklingsstadier. Det gick det att se ett sådant samband redan vid stråskjutning (växtutvecklingsstadium/DC 31-37) nästan två månader före skörd. Motsvarande samband mellan Cd-koncentrationerna i skott och kärna fanns också vid axgång och mjölkmodnad. Den bästa korrelationen erhöles vid axgång (Fig. 3)

Resultaten visar att för merparten av det undersökta materialet fanns det ett samband mellan Cd-koncentrationerna i skott och kärna som var bestående mellan år (2002, 2004) och platser (9 st) och över sorter (Kosack, Tarso, Olivin, Tommi) (Fig.3). Det fanns dock två avvikare, dels sorten Olivin i Fransåkersförsöket dels sorten Tarso vid Marstad Backa: Den senare uppvisade ett eget, men ganska distinkt samband mellan Cd-koncentrationerna i skott och kärna.

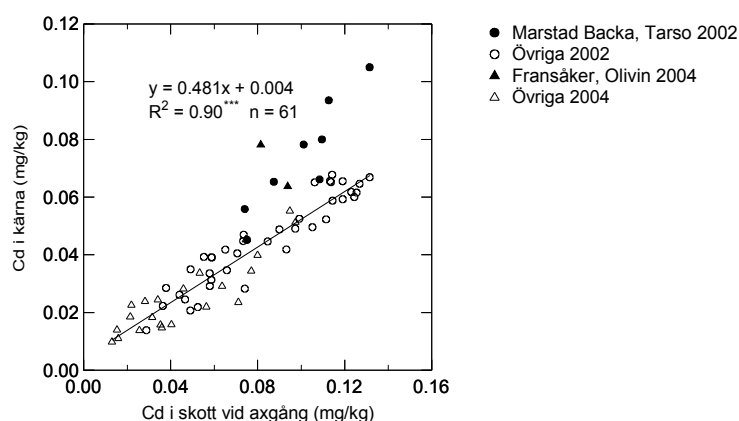


Fig. 3. Kadmiumkoncentration i kärna vid skörd som funktion av Cd-koncentration i skott vid axgång. Data från 2002 och 2004 sammanslagna. Fyllda symboler ingår ej i regressionsanalysen.

Effekter av olika N-källor, salteffekter (försök 14-15)

I de egna försöken var frågeställningarna kvävekällans betydelse för hur stort Cd-upptaget blir och om effekten kvävegödsling kan bero på dess salteffekt i marken.

Fältförsöket i Fransåker

Kadmiumkoncentrationerna i kärna visade en ökande trend med ökande kvävegiva (tabell 3). På grund av samspel mellan block och behandling blev inte skillnaderna mellan led där kväve tillförts signifikanta på 5 % -nivå. Det var framförallt block 2 avvek genom att genomgående uppvisa lägre Cd-koncentration i kärna än de två andra blocken. Intressant är att detta var tydligt korrelerat till motsvarande lägre halter av N i

kärna; sämre utnyttjande av N i detta block ledde till minskad koncentration av Cd i kärnan. Även generellt fanns ett tydligt samband mellan Cd och N i kärna över block, kvävegödslingsnivåer och typ av kvävegödselmedel i detta försök (fig. 4)

Tabell 3. Kvävegödslingens effekt på skörd samt Cd- och N-koncentration i kärna i Fransåkersförsöket. Olika bokstäver i medelvärdeskolumnerna anger signifikanta skillnader mellan behandlingar ($p < 0,05$). Medelvärden av tre upprepningar.

Behandling	Block	Skörd kg/ha	Cd µg/kg	N g/kg
Kontroll, 0 kg N/ha		4 501 ^a	23 ^a	16 ^a
Kalksalpeter, 120 kg N/ha		7 472 ^b	36 ^{ab}	17 ^{ab}
Kalksalpeter, 200 kg N/ha		8 201 ^b	47 ^b	20 ^b
Axan, 120 kg N/ha		8 402 ^b	45 ^b	18 ^{ab}
Axan, 200 kg N/ha		9 193 ^b	49 ^b	20 ^b

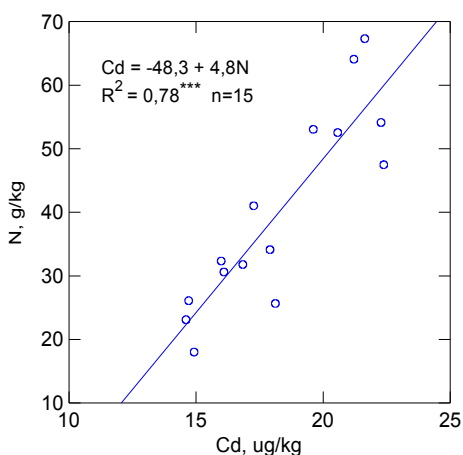


Fig. 4. Sambandet mellan Cd- och N-koncentrationerna i höstvetekärna i Fransåkersförsöket.

Den elektriska konduktiviteten i marken är ett mått på dess salthalt. Några dagar efter kvävegödslingen kunde en tydlig effekt på den elektriska ledningsförmågan i de översta jordlagren påvisas (fig. 5). Störst var effekten i kalksalpeterleden. Tyvärr blev försommaren under det aktuella året betydligt regnigare än normalt varför gödselsalterna ganska fort tvättades nedåt i marken. En månad efter gödsling hade därför konduktiviteten i de gödslade leden reducerats avsevärt och vid senare provtagningstillfällen skiljde den sig obetydligt från den i kontrollerledet. Behandlingarna hade inga större effekter på markens pH (inga data visas).

Kärlförsöket

I detta försök tillsattes olika typer av N-gödselmedel i för kärlförsök normal dos och i dubbel sådan dos. I vissa led fördubblades inte N-givan utan istället öka salttillförseln genom att sätta till motsvarande mängd av olika salter för att se om salttillförseln i sig skulle kunna öka Cd-upptaget på samma sätt som ökad N-giva.

Den klart största effekten på Cd-koncentrationen i kärna hade ett tillskott av kloridsalt (CaCl_2 , NaCl) tillsammans med kvävegödselmedlet (tabell 4). Detta beror på att klori

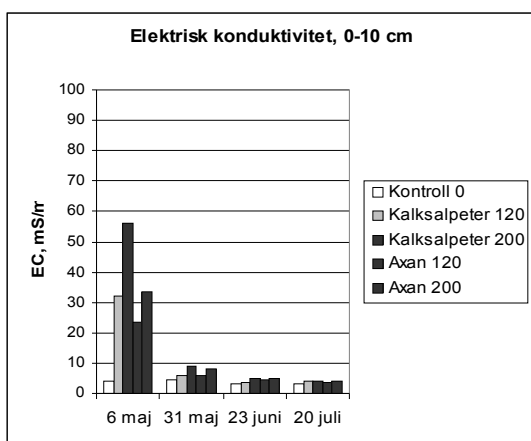


Fig. 5. Elektrisk konduktivitet i markens ytskikt vid olika tidpunkter i Fransåkersförsöket.

Tabell 4. Effekter av olika kvävegödselbehandlingar på Cd- och N-koncentrationer i och skörd av vårvetekärna samt på pH och elektrisk konduktivitet (EC) i jorden. Cd-halter i kärna som skiljer sig med mer än 24 µg/kg är signifikanta ($p < 0.05$)

Behandling	Cd-kärna µg/kg	N-kärna g/kg	Skörd g/kärl	pH	EC mS/m
<u>Lerjord</u>					
Kalksalpeter1 ^a	50	20	63	6,7	15
Kalksalpeter2 ^a	69	29	75	6,7	21
Kalksalpeter1 ^a +CaAc ^b	52	21	61	6,9	17
Kalksalpeter1 ^a +CaCl ₂	104	20	69	6,6	34
Kalksalpeter1 ^a +NaCl	111	19	68	6,7	33
Axan1 ^a	48	18	69	6,5	13
Axan2 ^a	80	28	79	6,4	14
Axan1 ^a +CaAc ^b	50	19	65	6,6	18
Axan1 ^a +CaCl ₂	118	20	68	6,7	33
Axan1 ^a +NaCl	119	19	68	6,5	30
Urea1 ^a	52	18	66	6,5	14
Urea2 ^a	84	31	72	6,5	15
Baljväxtmjöl1 ^{a, c}	49	17	47	6,6	20
Baljväxtmjöl2 ^{a, c}	71	23	67	6,7	24
<u>Sandjord</u>					
Kalksalpeter1	24	23	60	5,8	8
Kalksalpeter2	47	32	72	5,9	10
Kalksalpeter1+CaAc	39	22	62	6,2	8
Kalksalpeter1+CaCl ₂	115	20	65	5,8	19
Kalksalpeter1+NaCl	115	20	65	6,0	17
Axan1	31	20	65	5,6	5
Axan2	28	33	66	5,4	5
Axan1+CaAc	32	21	59	5,8	7
Axan1+CaCl ₂	103	19	66	5,4	15
Axan1+NaCl	108	21	62	5,7	17

^a 1:an betecknar normalgiva för kärnförsök; 2:an fördubbling av denna giva

^b CaAc=calciumacetat

^c baljväxtmjölet bestod av 1/3 vitklöver och 2/3 perserklöver

der bildar vattenlösliga komplex med Cd vilket ökar kadmiums löslighet och växttill-

gänglighet. Fördubbling av kvävegivan ökade också Cd-koncentrationen i grödan utom för Axan tillsatt till sandjorden. Den uteblivna effekten i sandjorden är svår att förklara. Fördubblad Axangiva har ökat kärnans N-koncentration, men detta har, till skillnad från fallet i andra jämförelser med ökad N-giva ej lett till ökad skörd. I övriga fall gav fördubblad N-giva ökad Cd-halt i två fall var dock effekten något mindre än den signifikanta skillnaden på 24 µg Cd/kg. Liksom i andra försök i detta projekt tenderade Cd-effektens storlek att vara korrelerad till hur mycket N-koncentrationen i kärnan påverkades av fördubbling av N-givan. Tillsats av kalciumsalt i form av Ca-acetat hade ingen större effekt på Cd-upptaget.

Resultatet från kärnförsöket tyder på att kvävegödsling har en höjande effekt på vete-kärnans Cd-koncentration oavsett vilken form av N som tillförs. Vi fick effekter av ökad giva både för tillfördel av N i form av salt (kalksalpeter och Axan) och i organisk form (urea och baljväxtmjöl). Det var inga större skillnader i de olika kvävekällornas effekt, möjligen med undantag för Axan där något öka Cd-upptag med ökad giva inte kunde påvisas i kärnförsökets sandled eller i fältförsöket.

Diskussion

Även om det inte är givet i varje enskild situation ger alla projektets studier tillsammans en ganska entydig bild av att kvävegödsling generellt ökar Cd-koncentrationen i höstvetekärna. Denna effekt tycks också uppnås oberoende av kvävekälla. Liten eller utebliven effekt i några fall tycktes vara korrelerad till sämre kväveutnyttjande (lägre N-koncentration i kärnan). Försök 1-3 indikerade att en ökning av N-givan från 145 till 175 kg ha⁻¹ för att öka proteinhalten i brödvete kan leda till en ökning av Cd-koncentrationen i storleksordningen 6-14 %. På platser där Cd-koncentrationerna i vete redan är höga kan det leda till att aktuella gränsvärden överskrids.

Kvävegödslingen effekt på Cd-koncentrationen i vetet kan tänkas bero på reaktioner i marken eller på förändringar i växtens fysiologiska processer eller båda. I vår undersökning ökade visserligen både Cd- och N-koncentrationerna i skottet under den undersökta tillväxtperioden, men det fanns ingen tydlig indikation på att de två elementen var kopplade till varandra i omfördelningen till och inom skottet. Den starka korrelationen mellan Cd-koncentration i kärna och effektiviteten i kväveupptag som kunde påvisas i vårt projekt pekar ändå på att det kan finnas något slags koppling mellan ämnena i växten, kanske i upptaget i rötterna. Detta krävs dock vidare forskning för att utreda.

Huruvida det ökade Cd-upptaget vid kvävegödslingen kan bero på av gödslingen inducerat jonbyte i marken som gör Cd mer växttillgängligt ger inte vår undersökning ett riktigt entydigt svar på. Att Axan tenderar att ge sämre effekt än kalksalpeter talar för salteffekt. Den tvåvärda Ca-jonen i kalksalpeter är effektivare på att förtränga Cd från markpartiklarna än den envärda NH₄⁺-jonen i Axan. Mot en salteffekt talar att urea påtagligt påverkade kärnans Cd-halt. Urea är inget salt och ökar inte markens salthalt när det bryts ner. Baljväxtmjöl är också organiskt, men i detta fall kan mineralsalter frigöras vid nedbrytningen, så i det fallet kan en salteffekt inte uteslutas. Att den ökning av den elektriska konduktiviteten som uppmättes i fältförsöket avklingade så snabbt talar kanske också emot att salteffekten skulle vara särskilt utpräglad. Det är svårt att tolka dessa resultat länge man inte vet i vilken grad växtfysiologiska mekanismer också påverkar sambandet mellan Cd- och N-koncentrationerna i kärna. Att även markkemiska reaktioner av gödsling kan ha betydelse visas dock av att vi fick en markant effekt av

tillsats av kloridsalt i kärnförsöket. Den påtagliga höjningen av Cd-koncentration i kärna detta ger beror mer på att kloriden bildar lösliga komplex med Cd än på salteffekter. Detta fenomen är känt från litteraturen, men det var intressant och lite oväntat att effekten var så stor. Resultatet antyder att en tillförsel av kalium i kloridform skulle kunna ha en avsevärd effekt på en grödas Cd-upptag.

Att förskjuta gödslingsstidpunkten eller dela N-givan tycks inte vara någon framkomlig väg att minska kvävegödslingens effekt på vetets Cd-koncentration. Eftersom delad giva möjliggör en bättre anpassning av kvävegivan till grödans utveckling kan den möjligen ha en viss sänkande effekt om den leder till minskade total N-giva. Eftersom det inte går att minska N-tillförseln särskilt mycket utan att riskera en påtaglig skördesänkning måste andra åtgärder tas till om man har problem med höga Cd-halter i brödspearmål. En sådan åtgärd kan vara val av en sort som tar upp mindre Cd. En annan kan vara kalkning. Kadmiums löslighet minskar med ökande pH och det är därför viktigt att hålla kritiska jordar i gott kalktillstånd. Om inga andra åtgärder hjälper får man kanske också tänka sig att helt enkelt styra bort odling av matgrödor från kritiska marker.

Även om man vidtar åtgärder för att motverka höga Cd-upptag i brödvete kan det i vissa fall vara värdefullt med en metod för i god tid före skörd förutsäga om dessa haft tillräcklig effekt. Att förutsäga Cd-halten i kärna genom jordanalys är inte en tillräckligt säker metod. Våra resultat antyder dock att det skulle kunna vara möjligt att med relativt god säkerhet kunna förutsäga kärnans halt genom växtanalys. Redan vid stråskjutningen ca 2,5 månader före skörd gick det att förutsäga halten i kärnan vid skörd genom Cd-analys av skott från den växande grödan. Bäst samband fanns vid provtagning vid axgång ca 2 månader före skörd, Andra forskare har funnit liknande samband för vårvete och durumvete. Eftersom vissa sorter och platser avvek från det generella mönstret måste våra samband verifieras och stärkas genom analys av ett större växtmaterial och orsaken till de konstaterade avvikelserna helst förklaras. I vår undersökning var den högre Cd-koncentrationen i kärna hos sorten Tarso än hos sorten Kosack kopplad till en högre N-halt i Tarso, vilket återigen antyder ett växtfysiologiskt samband mellan Cd och N.

Publikationer och övrig resultatförmedling till näringen

Projektet har förutom av SLF också delfinansierats av MAT 21. En hel del av resultatförmedlingen har därför som framgår nedan skett inom ramen för detta projekt.

Vetenskapliga publikationer

Olsson, I-M, Eriksson, J., Öborn, I., Skerfving S. and Oskarsson, A. 2005. Cadmium in food production systems– A health risk for sensitive population groups. *Ambio* 34, 344-351.

Wångstrand, H. 2005. Effects of nitrogen fertilization on the cadmium concentration in winter wheat grain – Field studies on cadmium and nitrogen uptake and distribution in shoots as related to stage of development. Licentiatavhandling.

Wångstrand H, Eriksson J & Öborn I, 2006. Cadmium concentration in winter wheat as affected by nitrogen fertilization. Återskickad till *European Journal of Agronomy*. efter "major revision"

Presentationer på internationella konferenser

Jönsson J Ö & Eriksson J, 2003. The effect of fertilisation for higher protein content on Cd level in wheat grain. In: Gobran, G and Lepp, N (eds), 7th Intern. Conf. on the Biogeochem. of Trace Elements (ICOBTE), Volume 1, Scientific Programs I, Uppsala June 15-19 2003, 242-243. (poster)

Wångstrand, H. and Eriksson, J. 2003. Plant analysis as a means for early prediction of cadmium concentration in harvested wheat grain. In: Gobran, G and Lepp, N (eds), Proc. 7th Intern. Conf. on the Biogeochem. of Trace Elements (ICOBTE), Volume 1, Scientific Programs I, Uppsala June 15-19 2003, p 302-303. (poster)

Wångstrand H, Eriksson J & Öborn I, 2004. Effect of nitrogen fertilizer application on cadmium concentration in winter wheat. In: The FOOD 21 Symposium Towards Sustainable Production and Consumption, April 26-28 2006, Uppsala, Sweden. Extended Abstracts. Nordberg, M. and Nybrant, T. (Eds). Rapport Mat 21 nr 2/2004, SLU, Uppsala (ISSN 1650-5611, ISBN 91-576-6626-1), p. 205. (poster)

Muntliga presentationer - föredrag

Öborn, I. 2002. Kadmium i spannmål - Hur kan vi bättre förutsäga och på sikt sänka halterna? Föredrag 11 mars 2002. Sigillmöte, Boglösa bygdegård. Arrangerades av Lantmännen Aros (kontaktperson Elisabets Jansson).

Öborn, I. and Eriksson, J. 2002. Cadmium in Swedish arable soils and crops – regional patterns and their possible explanations. In: Ivarsson, K. and Öborn, I. (Eds). Cadmium from plough to plate. Report Food 21 No 5/2002, p. 11-12.

Ivarsson, K., Öborn, I. and McLaughlin, M. 2002. Concluding remarks – How can we minimize the cadmium transfer into the foodchain? In: Ivarsson, K. and Öborn, I. (Eds). Cadmium from plough to plate. Report Food 21 No 5/2002, p. 30-31.

Kadmiumrådet. Projektets resultat har fortlöpande presenterats i det sk Cd-rådet, ett diskussionsforum där representanter för jordbruksnäringen och för myndigheter samt forskare som arbetar med kadmiumfrågan möts 1-2 ggr per år.