

Syfte, organisation och finansiering

Den aktuella studiens syfte var att undersöka och kvantifiera vilken verkan olika jämviktslägen har på gödslingsbehovet – om behovet förändras och hur mycket? Att bedöma förändringstakten över tid för skördenivåer och N-behov vid långvarigt ändrad N-insats ingick också.

Initiativ till projektet togs av Danmarks JordbrugsForskning (DJF), från den 1 januari 2007, *Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (DJF), Aarhus Universitet*. De sk gödselräkenskaperna, som infördes för några år sedan i Danmark innebär en allmän press nedåt av N-givorna. Försök lämpade för studier av hur reducerad N-användning påverkar N-behovet fanns i Danmark, men för att bredda underlaget inkluderades också svenska försök. Projektet har därför genomförts i samarbete mellan DJF och SLU, Avd. för växtnäringlära med ekonomiskt stöd från Stiftelsen Lantbruksforskning för de svenska delarna. Föreliggande rapport avser den svenska delen. En gemensam avslutande rapport för hela projektet kommer att färdigställas.

Material och metoder

Fastliggande fältförsök med etablerade växtnäringstillstånd användes. Två av de svenska bördighetsförsöken, platserna Orup och Fjärdingslöv, valdes. Orup är en relativt lågavkastande och mindre gynnsam plats medan Fjärdingslöv är en i alla avseenden fördelaktig odlingslokal. Medelavkastningen för höstvetete sedan 1960 i normalgödslade led är 5760 kg ha⁻¹ på Fjärdingslöv och 4710 kg ha⁻¹ på Orup (Carlgrén & Mattsson 2001). Kol/kväve-kvoten i matjorden är något lägre på Fjärdingslöv än på Orup, 12 jämfört med 14. Tillsammans med pH, P- och K-värdena bekräftar det bilden av en mer högavkastande jord på Fjärdingslöv än på Orup (tabell 1).

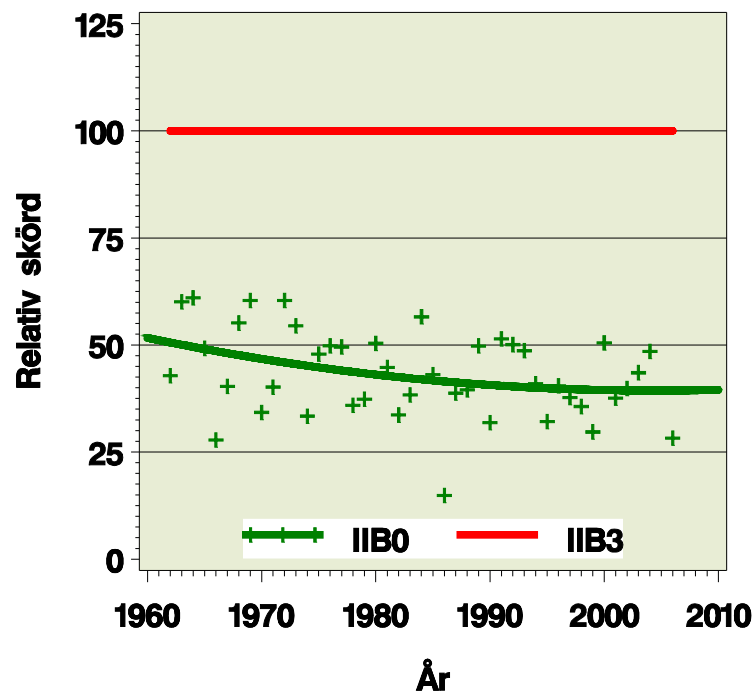
Den relativa skörden i B0 har minskat i förhållande till B3 (figur 2). Skillnaden ökar med drygt 0,2 procentenheter per år. Data ger ett intryck av att jämvikt har uppnåtts efter ungefär 20 år.

Undersökningen genomfördes 2005 med korn som försöksgröda. I valda rutor (originalrutor), som representerar olika växtnäringstillstånd eller odlingsbakgrund anlades småparceller. En viss påverkan på originalrutorna erhöles men accepterades.

Tabell 1. Några basdata för matjorden (0-20 cm) på försöksplatserna (Carlgrén & Mattsson 2001) och klimatdata för 2005. Nederbörd mars-aug inom parentes

Plats	pH	Lerhalt %	Kolhalt %	N-halt ^a %	P-AL ^b mg 100 ⁻¹ g	K-AL ^b mg 100 ⁻¹ g	Medel-temp °C	Medel-Nederb. mm
Orup (339)	6,5	13	2,4	0,17	2,3	5,8	7,7	688 ^c
Fjärdingslöv (239)	7,1	17	1,4	0,12	5,7	8,1	8,8	524 ^d

^aAvd. för växtnäringlära, ^b <http://www-mv.slu.se/vaxtnaring/forsok/9001/index9001.htm> ^cStation: Hörby. ^dStation: Malmö



Figur 2. Skördeutvecklingen i två de aktuella originalleden på Fjärdingslöv och Orup.

Fyra behandlingar, N-gödslade enligt samma princip sedan startaden 1957, valdes med genomsnittliga N-nivåer 0, 50, 100 och 150 kg ha⁻¹ år⁻¹ (B0, B1, B2 och B3). Fosfor och K har tillförts enligt ersättningsprincipen vilket betyder 7-15 kg P och 15-34 kg K på Fjärdingslöv samt 6-10 kg P respektive 11-20 kg K på Orup. De lägre siffrorna gäller när inget N har tillförts, de högre vid stark N-gödsling. Stallgödsel har inte tillförts.

Originalrutorna är 125 m² och inom var och en arrangerades småparceller, 4-6 m² stora. Dessa gödslades med N i särskild ordning i givorna 0, 30, 60, 90, 120 och 150 kg ha⁻¹. PK-gödslingen följde originalrutorna. Med två samrutor för varje behandling erhöles 48 småparceller per plats. Uppläggning medgav att effekten av N kunde jämföras på jordar med olika odlingshistoria.

Miniparcellerna skördades och tröskades på stationärt tröskverk. Kärna och halm vägdes och analyserades på N. Allt arbete med gödsling, skörd och analyser utfördes av DJF

Resultat

Tabell 2a och 2b visar de viktigaste resultaten. Den ursprungliga gödslingsnivån, originalleden, motsvarar stigande N-nivå där B0 representerar en jord som inte har N-gödsel på flera decennier och där B1 till B3 å andra sidan har fått N-givor i genomsnitt från 50 till 150 kg ha⁻¹ år⁻¹. De aktuella skördenivåerna för kärnskördarna speglar tydligt detta förhållande. Kväve, som tillfördes inom varje originalled, hade genomgående tydlig och statistisk säker effekt på kärnskördarna. För den högsta N-givan, 150 kg, nåddes skördenivåer på 5800 på Orup och 6500 kg ha⁻¹ på Fjärdingslöv.

Tabell 2a. Skörd (kg ha⁻¹ ts), N-halt (% av ts) och N-upptag (kg ha⁻¹) i kärna och halm. Fjärdingslöv

Orig. led	N-giva	Kärna			Halm		
		Skörd	N%	N-upptag	Skörd	N%	N-upptag
B0	0	1855	1,28	23,1	1680	0,69	10,0
	30	2605	1,21	31,3	1390	0,52	7,4
	60	3220	1,23	39,2	1855	0,63	11,5
	90	3795	1,22	46,4	1955	0,57	10,9
	120	4170	1,28	53,5	2180	0,67	14,6
	150	4085	1,36	55,1	2280	0,65	15,1
LSD _{0,05}		326	0,23 ns ^a	3,8	1014 ns	0,33 ns	6,1
B1	0	2440	1,30	31,6	1250	0,67	8,1
	30	3575	1,13	39,8	1895	0,46	8,8
	60	3945	1,24	48,6	2095	0,48	10,3
	90	4415	1,24	54,2	2340	0,55	12,8
	120	4960	1,30	64,4	2715	0,58	15,8
	150	4850	1,33	64,6	2585	0,63	16,0
LSD _{0,05}		1346	0,13	22,1	726	0,22 ns	5,8
B2	0	3130	1,19	37,4	1590	0,56	8,9
	30	3335	1,23	40,8	1735	0,53	9,2
	60	4170	1,24	51,7	2315	0,64	15,0
	90	4610	1,20	55,5	2395	0,65	15,4
	120	5145	1,29	66,5	2610	0,66	17,1
	150	5645	1,32	74,6	3020	0,58	17,5
LSD _{0,05}		969	0,17 ns	12,4	378	0,19 ns	3,7
B3	0	4790	1,24	60,3	2560	0,52	13,4
	30	5545	1,28	72,5	2920	0,48	13,8
	60	5755	1,33	77,5	3040	0,60	18,1
	90	6510	1,44	94,6	3595	0,70	25,5
	120	5945	1,46	86,8	3280	0,65	21,3
	150	6505	1,55	101,1	3565	0,79	28,5
LSD _{0,05}		2250 ns	0,11	23,3	1256 ns	0,18	8,9
Samspel							
Orig.led*N-giva, Prob.		0,69	0,20	0,62	0,86	0,31	0,27

^a ns=ej signifikant

Tabell 2b. Skörd (kg ha⁻¹ ts), N-halt (% av ts) och N-upptag (kg ha⁻¹) i kärna och halm. Orup

Orig. led	N-giva	Kärna			Halm		
		Skörd	N%	N-upptag	Skörd	N%	N-upptag
B0	0	2360	1,18	27,7	1270	0,45	5,8
	30	2875	1,14	32,7	1570	0,45	7,0
	60	4645	1,21	56,2	2565	0,45	11,5
	90	4605	1,24	57,1	2670	0,45	12,0
	120	5210	1,38	72,1	3295	0,53	17,4
	150	4805	1,51	71,9	3340	0,62	21,0
LSD _{0,05}		973	0,20	13,2	515	0,06	5,5
B1	0	2800	1,17	32,9	1535	0,51	7,9
	30	3380	1,18	40,0	1985	0,46	9,2
	60	4895	1,27	62,0	2980	0,45	13,3
	90	5105	1,35	69,1	3030	0,54	16,5
	120	5035	1,46	73,5	3235	0,48	15,6
	150	5835	1,74	101,3	3675	0,51	18,8
LSD _{0,05}		677	0,10	8,1	330	0,18 ns	5,4
B2	0	3360	1,17	39,4	1900	0,52	9,8
	30	3540	1,22	43,3	2445	0,55	13,4
	60	4655	1,28	59,8	2715	0,55	14,8
	90	5400	1,47	79,0	3180	0,52	16,5
	120	4970	1,52	76,4	3100	0,62	18,5
	150	5240	1,75	91,7	3530	0,65	22,8
LSD _{0,05}		1253	0,20	22,6	1430	0,26 ns	7,0
B3	0	4565	1,38	64,2	2720	0,53	14,6
	30	5205	1,43	74,9	3200	0,60	19,4
	60	5690	1,66	93,7	3755	0,50	19,3
	90	5040	1,89	95,9	3605	0,72	26,1
	120	5540	1,88	103,7	3500	0,64	22,6
	150	5035	2,05	101,7	3990	0,76	30,7
LSD _{0,05}		2048 ns	0,18	39,2	729	0,29 ns	8,5
Samspel							
Orig.led*N-giva, prob.		0,01	0,08	0,32	0,33	0,53	0,49

Samspelet mellan tidigare gödsling och aktuell N-gödsling testades statistiskt. På Orup förelåg säkra effekter för kärnskördarna och en relativt tydlig tendens även för N-halten. På Fjärdingslöv däremot fanns inga säkra samspelseffekter.

Halmskördarna nådde som högst knappt 4000 kg och N-effekten var tydlig. Med några undantag var den statistisk säker också. Halmskördarna ökade med tidigare gödsling. Något samspel med aktuell gödsling påvisas inte.

Kvävehalterna i kärna påverkades statistiskt säkert av N-gödslingen med ett par undantag. För N-halt i halm, däremot var utslagen ofta små och delvis oregelbundna och osäkra. Kväveupptaget i kärna respektive halm är en funktion av skörd och halt och genomgående observerades tydliga och signifikanta skillnader mellan N-gödslingsleden. Mellan 25 och 100 kg N togs upp i kärnan och mellan 10 och 30 kg i halmen. Tillfört N hade den största

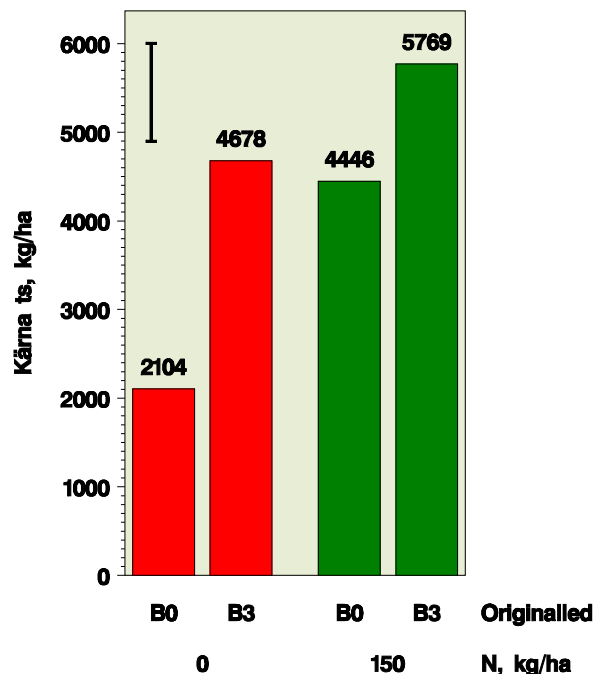
effekten men effekt av tidigare N-gödsling kunde också observeras. Inga samspelseffekter observerades.

Diskussion

I originalled B0 har inget mineraliskt N tillförts sedan 1962. I medeltal för båda platserna, Fjärdingslöv och Orup, har fram till 2005, 43 skördar tagits, som sammanlagt fört bort 2362 kg N ha⁻¹. I extremen åt andra hållet, originalled B3, har under samma tid 5365 kg N förts bort med skörden, men där har också tillförts 4950 kg N, vilket ger en nettoförlust på 415 kg. I båda fallen är N-balansen alltså negativ, mera har förts bort än vad som tillförts.

Vad betyder då detta? Skillnaden i tidigare N-tillgång och odlingsbakgrund hade stort inflytande på skördarna. I B0 utan tidigare N-gödsling är kärnskörd utan N liten, endast 2100 kg ha⁻¹. Här har tillfört N god effekt och skörden ökade till 4440 kg. I B3 med en rikligare N-gödsling i bakgrunden var skörden relativt god även utan N-tillförelse, 4680 kg, och ökade för 150 kg N till 5770 kg (figur 3).

Efterverkan av tidigare N-gödsling består dels av mineraliskt restkväve från närmast föregående år, dels av en ökad rörlighet och tillgänglighet av organiskt bundet N. Trots att N-balansen var negativ blev efterverkan av N alltså stor i B3. Det indikerar att det mineraliska restkvävet spelar en underordnad roll för efterverkans effekten i förhållande till den ökade omsättningen av organiskt bundet N. Tillförelse av mineraliskt N jämnade inte ut skördeskillnaden.



Figur 3. Kärnskörd vid 0 respektive 150 kg ha⁻¹ N i olika originalled. LSD_{0,05} har antytts då effekten av platser, originalled, N-giva och block eliminerats.

Skördeökningen för samma N-giva var mindre i B3 än i B0. Generellt gäller att N-gödslings-effekten är mindre på en jord i god hävd än på en utarmad jord vid i övrigt lika förhållanden. Det förklaras av att i den goda jorden är den biologiska omsättningen och N-dynamiken stor och grödan förses med N från marken och tillskott i form av gödsel behövs bara i mindre utsträckning. I en stor genomgång av N-gödslingsförsök både i korn och höstvetete har denna effekt demonstrerats (Mattsson 2004, 2006).

I sammanhanget är den långsiktiga bördighets- och skördeutvecklingen viktig. Vad händer på längre sikt när N-tillförseln av någon anledning minskar? Frågan kan delas upp i tre: Hur förändras skördenivån för det enskilda året, hur ser trenden ut och hur förändras N-behovet från ekonomisk synpunkt?

Figur 2 visar att skördarna minskar omedelbart när N-gödslingen sänks. Baserat på avkastningskurvor för N för respektive B0, B1, B2 och B3 kan den omedelbara skördeminskningen beräknas. I B3 blir den ca 70 kg ha⁻¹ när N-gödslingen sänks med 20% eller från 100 kg till 80 kg ha⁻¹ N. Avkastningskurvans form gör att skörden minskar med 100 kg om N-gödslingen går ner med ytterligare 20% från 80 till 65 kg ha⁻¹ N. Det är små förändringar och Thomsen et al. (2003) fann också att en minskning av N-tillförseln med 30% under 20-28 år inte medförde statistiskt signifikanta effekter på avkastningsförmågan.

Skördenivåerna i en svagt gödslad jord avtar med tiden i förhållande till de i en normalgödslad jord (figur 2). I medeltal ökade differensen mellan B3 och B0 med ungefär 0,2 procentenheter per år. Multipel linjär regression med aktuella resultat för skörd som beroende variabel samt tidigare N-gödsling, aktuell N-gödsling och samspelet tidigare*aktuell som oberoende variabler visade att skörden efter 45 år blir 410 kg ha⁻¹ mindre i B2 jämfört med B3. Det är en förändringstakt på ca 9 kg ha⁻¹ år⁻¹. Jämförelsen gjord vid aktuell N-giva på 120 kg ha⁻¹.

När avkastningsgapet mellan gödslingsnivåerna ökar betyder det indirekt att N-behovet ur ekonomisk synpunkt också ökar. Hur mycket kan beräknas ur de ovan nämnda avkastningskurvorna. Anta att det krävs en skördeökning på 10 kg för att betala kostnaden för 1 kg N. De aktuella resultaten visar då att i B0 ligger denna nivå på 100 kg N ha⁻¹ medan den i B3 ligger på 56 kg N. Detta är en skillnad som har etablerats efter 45 år. Vid rätlinjighet ligger förändringstakten i N-behovet då på ca 1 kg N ha⁻¹ år⁻¹ i genomsnitt.

Under praktiska förhållanden är det svårt att beakta förändringar i N-behov i den storleksordningen med tanke på att årsvariationen i N-behov är mycket större än så. Värdet 1 kg är dessutom en max-skattning. I B0 har inget N tillförts. Det är en antagen förändring som inte är rimlig och ger en större skillnad än om två gödslade led, t.ex normalgödsling och normalgödsling minus 20 eller minus 30% jämförs, vilket ligger i linje med vad Thomsen et al. (2003) också redovisade.

Slutsatser

En minskning av N-användningen i stråsådesodling med t.ex. 20% innebär att skördarna omedelbart minskar, dock inte i genomsnitt med mer ca 100 kg ha⁻¹. Över tiden kommer skördarna också att minska med några tiondels procentenheter eller 10 kg per år. De mindre skördarna motiverar förändringar i ekonomisk N-gödsling med mindre än 1 kg N ha⁻¹ år⁻¹.

Referenser

- Carlgren, K. & Mattsson, L. 2001 Swedish soil fertility experiments. *Acta Agricultura Scandinavica* 51, 49-78.
- Mattsson, L. 2002. Soil Organic C Development in Cereal and Ley Systems. Data from 20 Years old Swedish Field Experiments. *Arch. Acker Pfl. Boden.* 48, 107-115.
- Mattsson, L. 2004. Kväveintensitet i höstvetete vid olika förutsättningar. SLU, Inst för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära, Rapport 209.
<http://www-mv.slu.se/vaxtnaring/forsok/Noptimum/rapport209.pdf>
- Mattsson, L. 2005. Växtnäringshalter i sockerbetor och i blasten. Rapport till Danisco 2005-11-24. <http://www-mv.slu.se/vaxtnaring/forsok/9001/Skordar%20och%20halter.pdf>
- Mattsson, L. 2006. Kväveintensitet i korn – avkastning och kväveupptag. SLU, Inst. för markvetenskap, avd. för växtnäringslära, Rapport 212.
<http://www-mv.slu.se/vaxtnaring/forsok/N-optkorn/rapport212.pdf>
- Thomsen, I. K., Djurhuus, J. and Christensen, B. T. (2003). Long continued applications of fertilizer N to cereals on sandy loam: grain and straw response to residual N. *Soil Use and Management* 19, 57-64.