

Optimerad kväve- och fosforgödsling till ensilagemajs

Johanna Tell, Hushållningssällskapet Skaraborg

Sammanfattning av projektåren 2007-2008

Intresset för majs har ökat kraftigt och ett högt spannmålspris 2007 motiverade troligen till ytterligare ökning 2008 eftersom majsen till hälften ersätter spannmål och till hälften vall i foderstaten. Bristen på äldre försöksmaterial med avseende på odling och gödsling i synnerhet gör att projektet med kväve och fosfor till majs mottagits positivt av så väl rådgivare som lantbrukare i Götaland och Svealand.

Studien av gödsling med kväve och fosfor till majs genomfördes i likhet med 2007 som fältförsök på fem olika platser i landet: Uppland/Västmanland, Västergötland, Östergötland, Halland och Skåne. Med hjälp av de kompletterande medlen som söktes från Statens Jordbruksverk 2008 har kvävestudien kunnat utökas med ett sjätte led. Syftet med det sjätte ledet har varit att undersöka effekten av en delad kvävegiva.

Försöken såddes 2008 i början av maj. De blev jämna och väl etablerade med undantag av försöken i Västergötland samt fosforförsöket i Uppland. De sistnämnda har därför strukits från sammanställningen. Anledningarna är felaktig såsteknik i Västergötland och bristande ogräsbehandling i Uppland.

I likhet med 2007 så skördades försöken 2008 under oktober månad. Väderleken var under det andra försöksåret mer gynnsam för majsen jämfört med 2007 vilket har gett jämna försök förutom i Uppland/Västmanland där majsen båda försöksåren varit ojämn.

Delstudie A: Kväve

Försöken besiktigades i början av juli både 2007 och 2008. Vid dessa tillfällen syntes inte några skillnader mellan leden i något av försöken oavsett om de hade tillförts 20 kg kväve eller 220 kg vilket tyder på ett sent kväveupptag.

Efter det första försöksåret kunde skördeökningar noteras upp till en kvävegiva på 150-170 kg N ha⁻¹ beroende på försöksplats. Det andra försöksåret visade en skördeökning under hela kvävestegen i Skåne och Halland men inte längre norrut. Den delade kvävegivan gav en merskörd på 650-750 kg ts ha⁻¹ på samtliga platser utom i Uppland. Något säkert samband mellan kvävegödsling och stärkelse har inte kunnat påvisas något av försöksåren. Inte heller torrsubstanshalten (ts) verkar påverkas av kvävenivå. Råproteinvärdet stiger en del vid ökad gödsling men kväveskörden motsvarar inte tillförd mängd kväve.

Det är större skillnader i mängden mineralkväve i marken 2008 jämfört med 2007 då summan kväve från 0-90 cm djup var i stort sett den samma oavsett gödsling. Skillnaderna kan bero på att det kommit mindre nederbörd 2008 jämfört med 2007.

Delstudie B: Fosfor

Vid besiktningar av försöken i juni/juli båda försöksåren var skillnaderna mellan rutorna utan fosfor och rutorna med startfosfor mycket tydliga på alla platser trots att alla försök tillförts stallgödsel innan sådd. Det gick inte att se några konsekventa skillnader på en startgiva med eller utan kväve eller på olika nivåer av fosfor. Mot senare delen av säsongen avtog de visuella skillnaderna.

Skörderesultaten från 2007 visade en merskörd för fosfor och kombination av fosfor och kväve på samtliga platser (utom Uppland) trots att P-AL värdet varierade kraftigt. Enbart kväve som startgiva gav i flera fall en merskörd. Fosforgödslingen hade generellt sett inte någon effekt på ts-halten under 2007 förutom i försöket i Västergötland. Merskördarna var i den storleksordning att de i de flesta fallen betalade en startgiva. Det andra försöksåret var merskördarna mer blygsamma och i de flesta fall olönsamma. Det kan bero på att försöken dels låg på jordar med höga P-AI värden och dels att medeltemperaturen var högre våren 2008 jämfört med 2007.

Bakgrund

Under de senaste åren har vi kunnat se en ökning av majsarealen i Sverige. En viss odling pågick även under 1980-talet men otillräckliga sorter och vårt nordliga läge gjorde att framgången uteblev och odlingen lades ner. Influenser från Danmark och i viss mån Holland där mjölkproduktionen är betydande och majsen anses som ett framgångskoncept, har gjort att det har växt fram en del odlingar i Skåne, Halland och längs östkusten under senare år. Arealen liksom antalet odlare har vuxit 2006 och vi ser ett ökande intresse hela tiden, i synnerhet i norra Götaland och södra Svealand där odlingen hittills varit blygsam.

För att optimera mjölkgårdens areal kan majsen vara ett bra alternativ eftersom den, under förutsättning att goda fodervärden nås, till hälften ersätter spannmål och till hälften ersätter vall. Lyckas odlingen är dessutom avkastningen hög och produktionskostnaden låg per kilo torrs substans.

Kväve

Under vårvintern 2006 genomfördes en intervjustudie (Larsson & Lindgren, 2006) med de vid tidpunkten befintliga majsodlare i gamla Skaraborg. Intervjun kartlade hela odlingen, alltifrån stallgödselgivor till sorter och ogräsbekämpningar.

I undersökningen framkom det att den totala kvävegivan varierar betydligt mellan gårdar, alltifrån 100 kg N ha⁻¹ till 200 kg N ha⁻¹. I samtliga fall användes stora flytgödselgivor i kombination med handelsgödsel. Startgivor med kväve och fosfor användes på alla gårdar oavsett stallgödselgivor och markstatus. I flertalet fall var det svårt att nå önskad kvalitet på majsen och några odlare upplevde att mognaden försenades vid höga kvävegivor. Oftast tvingades grödan skördas innan den nått önskad torrs substanshalt (ts) vilket medförde låga stärkelsevärden.

För att ytterligare belysa problematiken med optimal kvävegödsling till majs listas en del rekommendationer i tabell 1.

Tabell 1. Sammanställning över kväverekommendationer till lantbrukare i Sverige 2006

Företag/Organisation	Förväntad skörd	N (kg ha ⁻¹)	Källa
Lantmännen	14 ton ts ha ⁻¹	175	Lantmännen, broschyr
Yara	-	-	Saknas
HS Kalmar-Kronoberg	8-12 ton ts ha ⁻¹	150-190 ¹	HIR-brev 2005-03-22
HS Halland	ca 10 ton ts ha ⁻¹	150-170	Muntl. medd.
HS Kristianstad		120-150	2006-02-09
STANK in Mind	8 ton ts ha ⁻¹	130	SJV

1) Avråder från högre givor än 150 kg N ha⁻¹ vid sen sådd och på jordar med hög kväveleverans.

Skulle de ovan givna gödslingsrekommendationerna helt uppfyllas med handelsgödsel skulle kostnaden variera mellan ca 2000-3200 kr ha⁻¹.

I de danska Landsforsøgene har kvävestagar testats under flera år. Försöken visade att majsen effektivt utnyttjade det kväve som fanns tillgängligt i marken och att merutbytet av kvävekompletteringar utöver startgivan var varierande. Mängden skördat kväve steg inte nämnvärt vid kvävenivåer över 150 kg N ha⁻¹ vilket tyder på att majsen inte lyxkonsumerar kväve (Landsforsøgene, 2004 och 2005). Det blir således större kväverester kvar i jorden efter skörd

jämfört med andra grödor (Hofman et al., 1994). I en tysk studie med kvävestegar (0-150 kg N ha⁻¹ och 0-40 m³ stallgödsel ha⁻¹) till ensilagemajs så varierade mineralkvävenivåerna i marken från 16 till 88 kg N ha⁻¹ på hösten (Hermann et al., 2005). Gödslingsnivån i majs är således mycket betydande för utlakningsrisken på hösten.

Vi ser tendenser i det utländska materialet till att variationen mellan plaster är stor vilket gör att det även krävs svenska gödslingsförsök eftersom Danmark inte kan jämföras med det svenska odlingsområdet, t.ex. södra Svealand eller norra Götaland. Vi har lägre avkastningsnivåer genom kallare klimat och därigenom tidigare sorter.

Den stora stallgödseltillförseln är ytterligare en faktor som gör gödslingsrekommendationerna komplexa. Kväverekommendationerna i tabell 1 avser den totala mängden tillgängligt kväve vilket gör att lantbrukaren själv får avgöra vilken effekt stallgödseln har haft och vilket behov av komplettering som föreligger. I en rådgivningsbroschyr om majs utgiven av Lantmännen (Lantmännen, 2006) anses nötflytgödsel ge 1,5 kg N ton⁻¹ utan angiven spridningsteknik. Jordbruksverket anger via Greppa Näringen ett schablonvärde på 1,2 kg N ton⁻¹ nötflytgödsel om spridning sker med släpplang på våren och gödseln sedan plöjs ner. Vi vet från både teori och praktik att effekten från flytgödsel varierar mycket vilket ytterligare försvårar bilden. I en tysk studie som pågick under flera år visade Nevens & Reheul (2005) att avkastningen i torrs substans var högre i led som stallgödslats än led som gödslats med motsvarande mängd oorganisk gödsel. Vid överoptimala givor (200 kg ha⁻¹) var det ingen fördel att använda stallgödsel. Sheaffer et al. (2005) visade med en kvävestege på 0 till 200 kg N ha⁻¹ att gödslingen hade stor effekt på den totala ts-skörden, kärnorna samt på stjälken.

Under intervjustudien (Larsson & Lindgren, 2006) studerades även analyser av näringsvärdet i majsensilaget. Av dessa framgick att det var svårt att nå stärkelsehalter över 200 g kg ts⁻¹, något som anses behövas för att nå goda fodervärden. I medeltal från 20 analyser låg värdet på 140 g kg ts⁻¹. Amerikanska så väl som danska studier (Sheaffer et al., 2005; Landsforsøgene, 2005) tyder på att stärkelsen inte påverkas negativt av en hög kvävegödsling. Resultaten är dock olika vad det gäller påverkan på ts-halten. Ts-halten har mycket stor betydelse för skördetidpunkten och dessutom är den ett mått på hur inlagringen i kärnan fortskrider. En hög ts-halt anses betyda mogna kolvar. Utländska studier pekar samtliga på att råproteinhalten stiger med ökande kvävegödsling (O'Leary & Rehm, 1990; Cox & Cherney, 2001). Cox & Cherney visade också att kvävegödsling ökar IVTD (*in vitro* true digestibility).

Fosfor

Generellt rekommenderas (tabell 2) en startgiva med fosfor oavsett markvärden och oavsett stallgödselgiva. Givor på 40 ton ha⁻¹ upp till 100 ton ha⁻¹ förekom på gårdarna i intervjustudien (Larsson & Lindgren, 2006). Lantmännen ger förslag på 45 ton ha⁻¹ i sin broschyr. Inte sällan anses en av de stora fördelarna med majs vara att grödan tål stora mängder stallgödsel, något som blir mer och mer intressant efterhand som djurtätheten växer. Trots det läggs rutinmässigt en startgiva med MAP (12 % N och 23 % P) eller DAP (18 % N och 20 % P). Startgivan anses gynna majsen i inledningsskedet i synnerhet vid låga temperaturer vilket ofta är fallet så här långt norrut. Majs odlas också inte sällan på samma skiften år efter år med betydande risk för uppgödsling med fosfor som följd.

Tabell 2. Sammanställning över fosforrekommendationer till lantbrukare i Sverige.

Företag/Organisation	Förväntad skörd	P (kg ha ⁻¹)	Källa
Lantmännen	14 ton ts ha ⁻¹	35-64	Lantmännens broschyr
HS Kalmar-Kronoberg	8-12 ton ts ha ⁻¹	25-50 ¹	HIR-brev 2005-03-22
HS Halland	ca 10 ton ts ha ⁻¹	25-50	Muntl. Medd.
HS Kristianstad		10-15	HIR-brev 2006-02-09
STANK	8 ton ts ha ⁻¹	0-40	SJV

1) Lägre vid högt P-AL

Enligt STANK innehåller majsensilage 0,26 % fosfor och 1,28 % kväve. Vid en skörd på 10 ton ts ha⁻¹ bortförs alltså 26 kg P ha⁻¹. Vid exempelvis Lantmännens rekommendationer tillförs drygt 60 kg P ha⁻¹ och enligt intervjustudierna (Larsson & Lindgren, 2006) är det en vanligt förekommande strategi. Skillnaden i kostnad mellan rekommendationerna 100-200 kg MAP ha⁻¹ är ungefär 650-1300 kr ha⁻¹.

I Danmark har det gjorts försök under 2003 till 2005 (Landsforsøgene, 2005) för att belysa fosfors betydelse i en startgiva på jungfruliga marker där det inte odlats majs tidigare och som inte stallgödslats åren innan. I försöken har även ett led med så kallad fosforcoating av utsädet undersökts. Resultaten visade att de olika behandlingarna inte inverkar på fodervärdet. Fosforcoating hade i genomsnitt av åren ingen signifikant betydelse på skörd eller etablering. Över åren kunde också ses att det var signifikant bättre med en startgiva med kväve eller en med kombination av kväve och fosfor. Den högsta givan fosfor som testades var 30 kg P ha⁻¹ och den var lönsam enligt danska beräkningar. De danska resultaten pekar på att fosfor ska tillföras vid markvärden (danska 1-9) under 5 om majs odlas för första gången.

I en äldre försöksserie i Danmark (Landsforsøgene, 1997) där stallgödsel tillfördes till en del av försöken och där förfrukten var majs i flera av dem, visade resultaten att det var ekonomiskt optimalt att tillföra 12,5 kg P ha⁻¹ och att det gällde milda såväl som svalare lokaler. Fosformängden påverkades inte av jordtyp eller fosfortal. Fosforgödslingen påverkade inte köldtåligheten hos plantorna på ett synligt sätt.

Syfte

1. Vi saknar nyanserade kvävegödslingsrekommendationer. Stora mängder stallgödsel tillförs och därefter skall lantbrukaren/rådgivaren avgöra vilken effekt gödseln haft och vad som är en rimlig kompletteringsgiva. Överoptimala kvävegivor lämnar näring kvar i marken vilket ökar risken för växtnärläckage under vinterhalvåret. Dessutom odlas ofta majs på samma skiften år efter år (Larsson & Lindgren, 2006). Det bör rimligen påverka kväveminaliseringen och därigenom behovet av kompletteringsgiva. Syftet med försöken är att fastställa optimal kvävegiva till ensilagemajs samt att undersöka om mognaden och därmed också kvaliteten påverkas av en överoptimal kvävetillförsel.

2. Fosforgödsling görs rutinmässigt oavsett P-AL värden och storlek på stallgödselgivor. Det kan leda till en onödig användning av fosfor vilket är allvarligt både ekonomiskt och miljömässigt. Målet är att fastställa behovet av en startgiva med fosfor.

Frågeställningar

Projektet utförs i två delstudier, en med fokus på kvävegödsling i ensilagemajsodlingen och en med fokus på fosforgödsling. Följande frågeställningar skall besvaras:

- Vad är ekonomiskt optimal kvävegödsling ur avkastnings- och kvalitetssynpunkt till ensilagemajs i norra Götaland och södra Svealand?
- Krävs startfosfor till majs på jordar med höga P-AL klasser alternativt på jordar som stallgödslats under lång tid och som årligen tillförs stallgödsel?
- Hur mycket mineralkväve finns kvar i marken efter skörd?

Material och Metoder

Delstudie A: försöksplan kväve

Tabell 3. Försöksled i delstudien med kvävegödsling till ensilagemajs

Led	Kvävegödsling	N (kg ha ⁻¹)
A.	165 kg MAP ¹	20
B.	165 kg MAP + 185 kg Axan ²	70
C.	165 kg MAP + 370 kg Axan	120
D.	165 kg MAP + 556 kg Axan	170
E.	165 kg MAP + 741 kg Axan	220
F ³ .	165 kg MAP + 185 kg Axan + 371 kg Axan	170

1) 12 % N och 23 % P

2) 27 % N

3) Ledet tillkom 2008. Första givan med Axan tillförs vid sådd och den andra så sent som möjligt.

Försöksplatser

Fältförsök etablerades hos erfarna majsodlare på följande ställen:

1. Kristianstad, Skåne
2. Falkenberg 2007 och Laholm 2008, Halland
3. Vikingstad, Östergötland
4. Skara, Västergötland (Försöket 2008 struket)
5. Enköping 2007 och Örsundsbro 2008, Uppland

Försöken lades som splitplotförsök med storrutor i fyra upprepningar. Försöksplatsen stallgöddes inte under försöksåret. Sådd, skötsel och skörd sköttes av områdenas försökspatruller. Ogräsbekämpning utfördes av lantbrukaren.

Tabell 4 visar markvärden för de olika försöksplatserna. Endast i Uppland låg kväve- och fosforförsöken på olika platser. Där saknas emellertid markkarteringsdata.

Tabell 4. Markvärden från de olika försöksplatserna 2007.

	Jordart	pH	P-AL	K-AL	Lerhalt	Mullhalt
Östergötland	mmh lerig sand	6,6	9,4	6,4	14	3
Skåne	nmh svagt lerig sand	6,4	23	13	2	2,6
Halland	mr lerig mo	6,3	34,8	17,7	15	7,5
Västergötland	mmh lerig sand	5,8	5,5	10	6	3,3
Uppland	uppgifter saknas					

Tabell 5. Markvärden från de olika försöksplatserna 2008.

	Jordart	pH	P-AL	K-AL	Lerhalt	Mullhalt
Östergötland	uppgifter saknas					
Skåne ¹	mf svagt lerig sand	6,9	19,0	6,7	2	1,1
Skåne ²	mf svagt lerig sand	6,7	21,0	10,0	2	1,3
Halland ³	mr lerig mo	6,5	25,1	9,0	-	5,0
Halland ⁴	mr sand	5,9	-	11,2	1	6,2
Uppland	uppgifter saknas					

1. Kvävegödslingsförsöket

2. Fosforgödslingsförsöket

3. Kvävegödslingsförsöket

4. Fosforgödslingsförsöket

Provtagningar och analyser

Prov på mineralkväve i marken togs på varje försöksplast på våren innan sådd. Ledvisa mineralkväveprov togs i samband med skörd eftersom ensilagemajsen tar upp kväve ända fram till skörd då den skördas grön vid en ts-halt på 30-35 % (Hermann et al., 2005). Prov togs ut på djupen 0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm. I det översta jordlagret togs 24 stick per led och försök och i de båda nedre togs tolv prov per led. Mineralkväveproven frystes omedelbart och skickades frysta till Eurofin för analys. Mineralkväveanalys saknas från Halland 2007.

Torrsubstanshalt bestämdes av försökspatrullerna. Prov för analys av stärkelse, råprotein och NDF togs ut rutvis i de tre första blocken och skickades till Eurofins i Lidköping. I Halland togs proven av misstag ledvis och i Uppland uttogs tyvärr inga prov för kemisk analys 2007.

Delstudie B: Försöksplan fosfor

Försöken med startgivor lades på samma gårdar som kväveförsöken med undantag för försöken i Uppland. Försöksplatserna stallgödslades i likhet med lantbrukarens övriga majsareal vilket innebar givor med nötflytgödsel på 40-70 ton ha⁻¹ och 30 ton svinflytgödsel per hektar i ett av fallen. Försöksplatsen i Halland gödslades med NPK 2008 i stället för flytgödsel.

Tabell 6. Försöksled i delstudien med fosforgödsling till ensilagemajs

Led	Behandling	P (kg ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)
A	Ingen startgiva	0	0
B	150 kg MAP ¹	35	18
C	67 kg Axan ²	0	18
D	175 kg P20	35	0
E	88 kg P20	18	0

1) 12 % N och 23 % P

2) 27 % N

Samtliga led gödslades därefter med kväve så att de nådde 150 kg tillgängligt kväve inklusive kvävet i stallgödseln. Ogräsbekämpning utfördes av lantbrukaren.

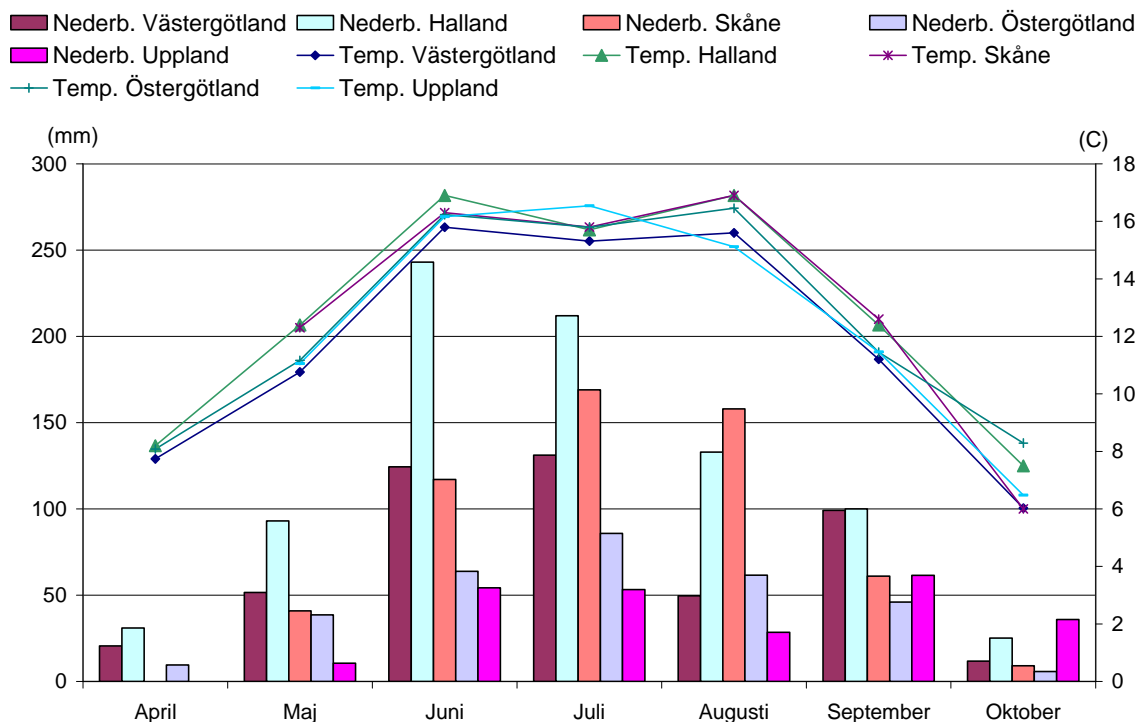
Provtagningar och analyser

Torrsubstanshalt samt skörd bestämdes av försökspatrullerna.

Resultat och diskussion

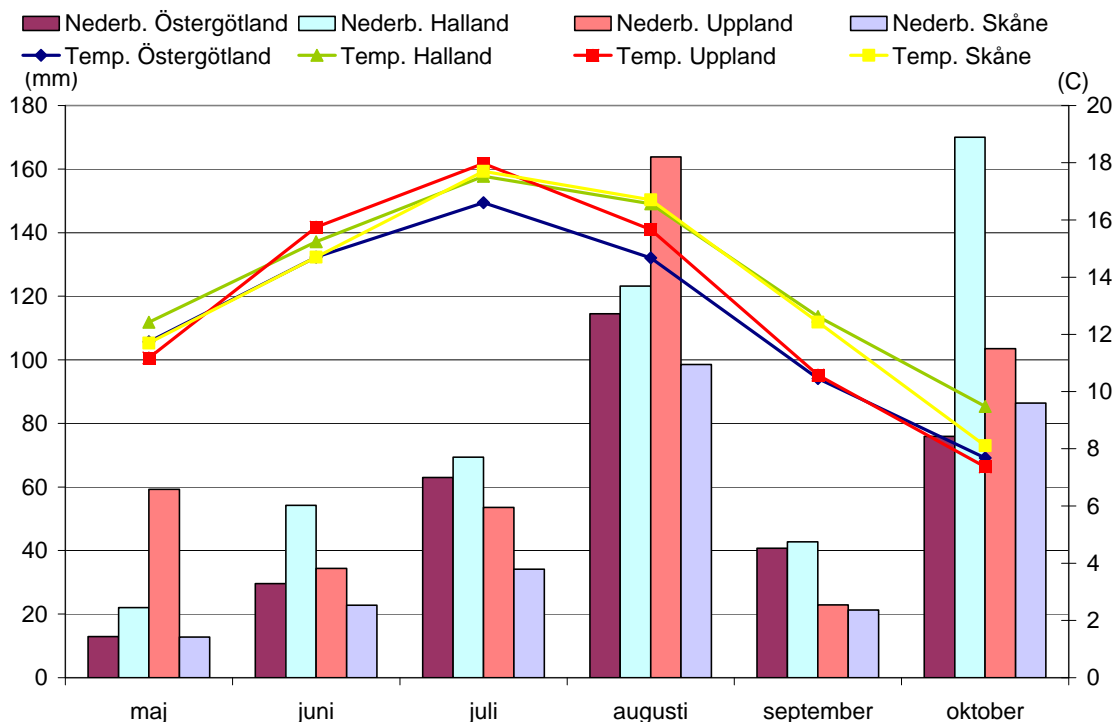
Väder

Våren kom tidigt 2007 och figur 1 visar relativt likartade temperaturer på de olika försöksplatserna vilket återspeglas i sådden som skedde inom en dryg vecka på de olika platserna. Sommaren blev mycket nederbördsrik i framför allt Skåne och Halland men även i Västergötland. I Skåne skadades försöksplatsen av stillastående vatten vilket gjorde att några av rutorna fick strykas. Även försöket i Halland var synligt påverkat men dock inte i den grad att det behövde strykas.



Figur 1. Temperatur och nederbörd på försöksplasterna under april till oktober 2007.

Våren 2008 var inte fullt lika tidig som 2007 (figur 2) men däremot betydligt torrare vilket märktes framförallt i de södra delarna av försöksområdet. Den ackumulerade nederbörden från maj till och med oktober var 2007 555 mm och 806 mm i Skåne respektive Halland för att 2008 inte uppnå mer än drygt 300 mm och 481 mm. I Östergötland och Uppland har skillnaderna i nederbörd mellan åren inte varit lika stora. Medeltemperaturen var generellt något högre 2008 jämfört med 2007.



Figur 2. Temperatur och nederbörd på försöksplasterna under maj till oktober 2008.

Delstudie A: Kväve

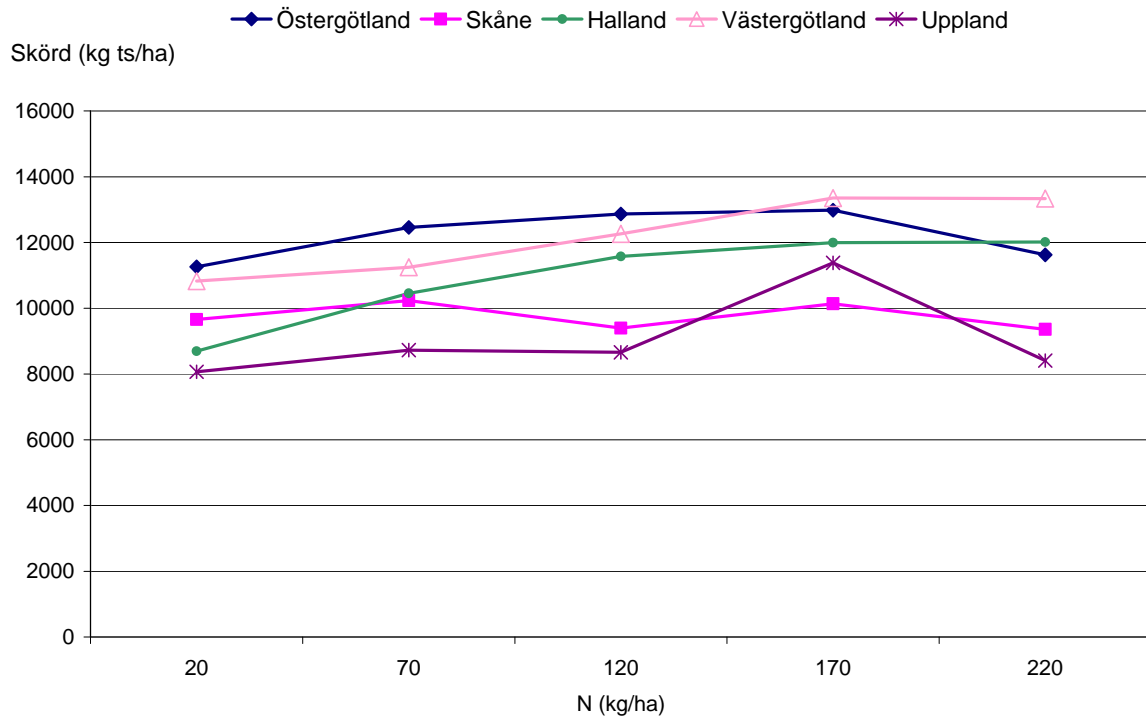
Skörd

Vid besök i slutet av juni och första halvan av juli 2007 och 2008 syntes fortfarande inga skillnader mellan de olika kvävegivorna. Det styrker uppgifterna i litteraturen att majsen har ett sent kväveupptag. I början av augusti 2007 kunde tydliga skillnader ses i kvävebehandlingar vid besök i Skara vilket tyder på att upptagningen av kväve påbörjats.

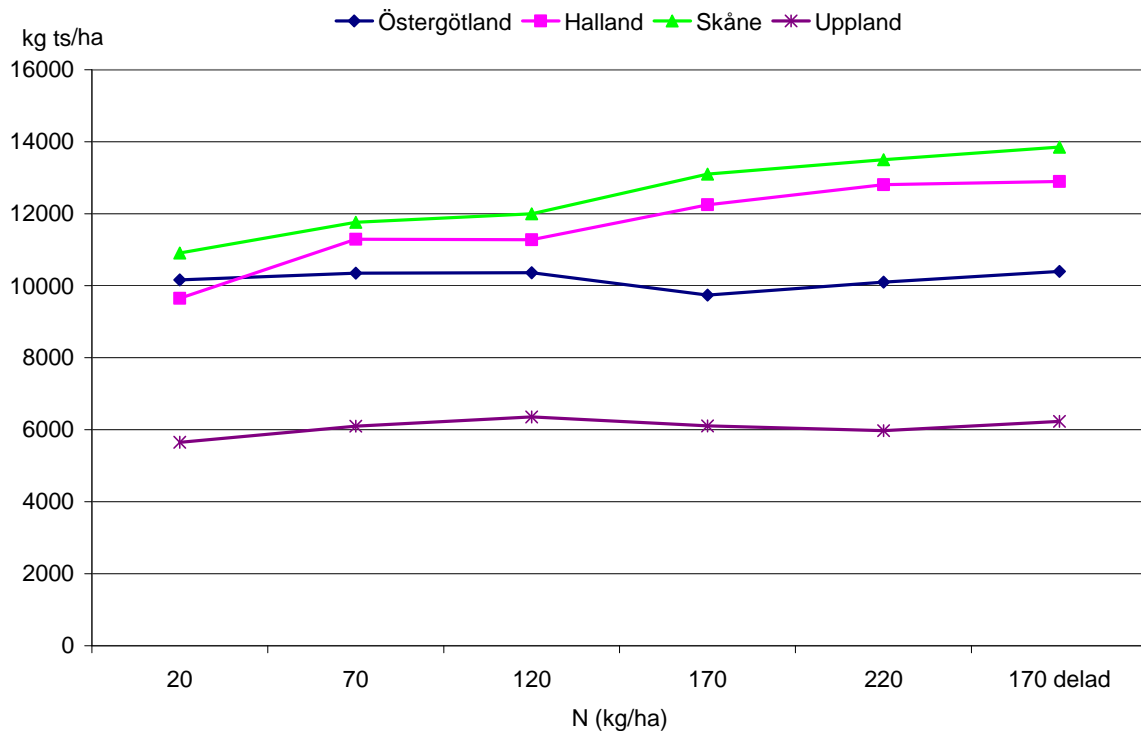
Figur 3 och 4 visar skörd i kg ts ha^{-1} vid de olika gödslingsnivåerna. Försöket i Uppland låg på den tyngsta jorden och var också den plats som var mest ojämn, både ockulärt och enligt CV% båda försöksåren. I Skåne ströks block 4 2007 eftersom det var alltför påverkat av stillastående vatten. De extrema nederbördsmängderna bör ha påverkat resultaten från denna plats. Under 2008 har försöksplatserna varit betydligt jämnare.

Resultaten från det första försöksåret visade en tendens att avkastningen planade ut vid en kvävegiva på 170 kg ha^{-1} vilket i Skåne och Halland kan bero på de stora nederbördsmängderna och därav påverkade bestånd. I 2008 års försök fortsätter avkastningen att öka även vid den högsta kvävegivan i Skåne och Halland men inte längre norrut. Försöket i Östergötland bedömdes som jämt etablerat och utvecklat men behandlingarna visar inga genomslag här 2008 utan den optimala gödslingsgivan blir låg. I Skåne och Halland ökar skörden med $2500\text{--}3000 \text{ kg ts ha}^{-1}$ med en gödsling av 220 kg N ha^{-1} i stället för 20 kg N ha^{-1} vilket då kräver att majsen är värd minst $1,10 \text{ kr kg ts}^{-1}$ om den ska betala växtningen.

I figur 4 finns ytterligare ett led med jämfört med 2007, nämligen en kvävegiva på 170 kg ha⁻¹ där 70 kg N lagts i samband med sådd och resterande mängd ca en månad senare. På samtliga platser har majsens svarat på den delade givan med en merskörd på ca 650-750 kg ha⁻¹ utom i Uppland där merskörden var drygt 100 kg ts.



Figur 3. Skörd i kg ts ha⁻¹ vid olika kvävenivåer 2007.



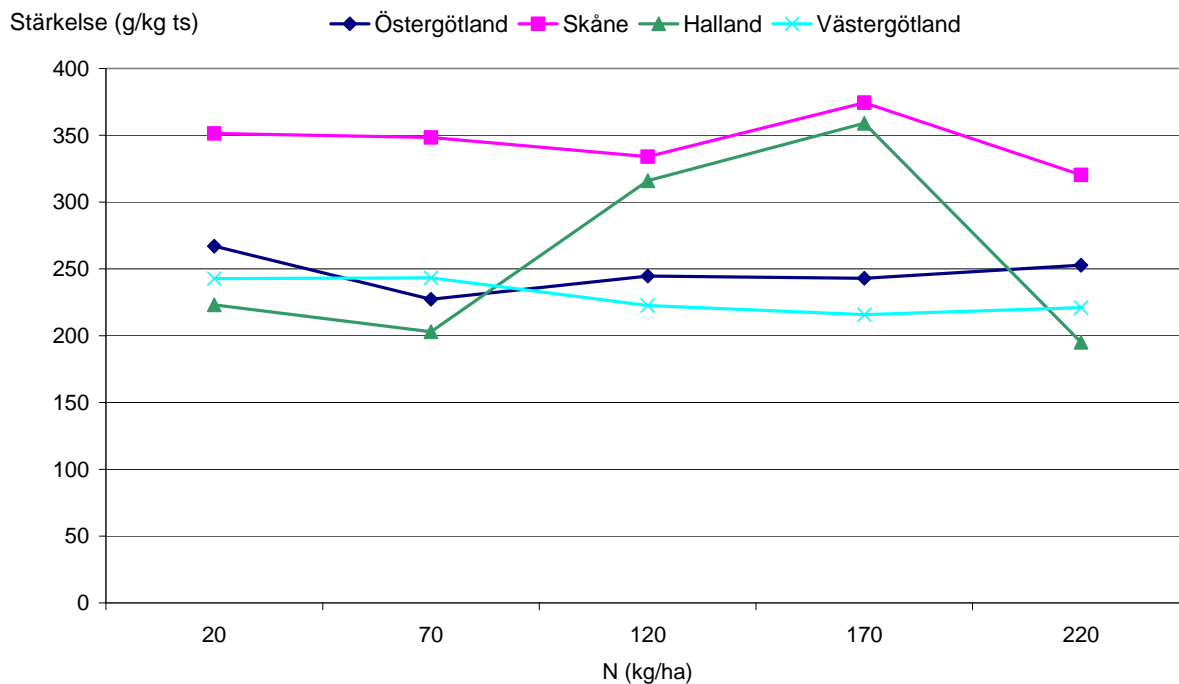
Figur 4. Skörd i kg ts ha⁻¹ vid olika kvävenivåer 2008.

Torrsubstanshalt

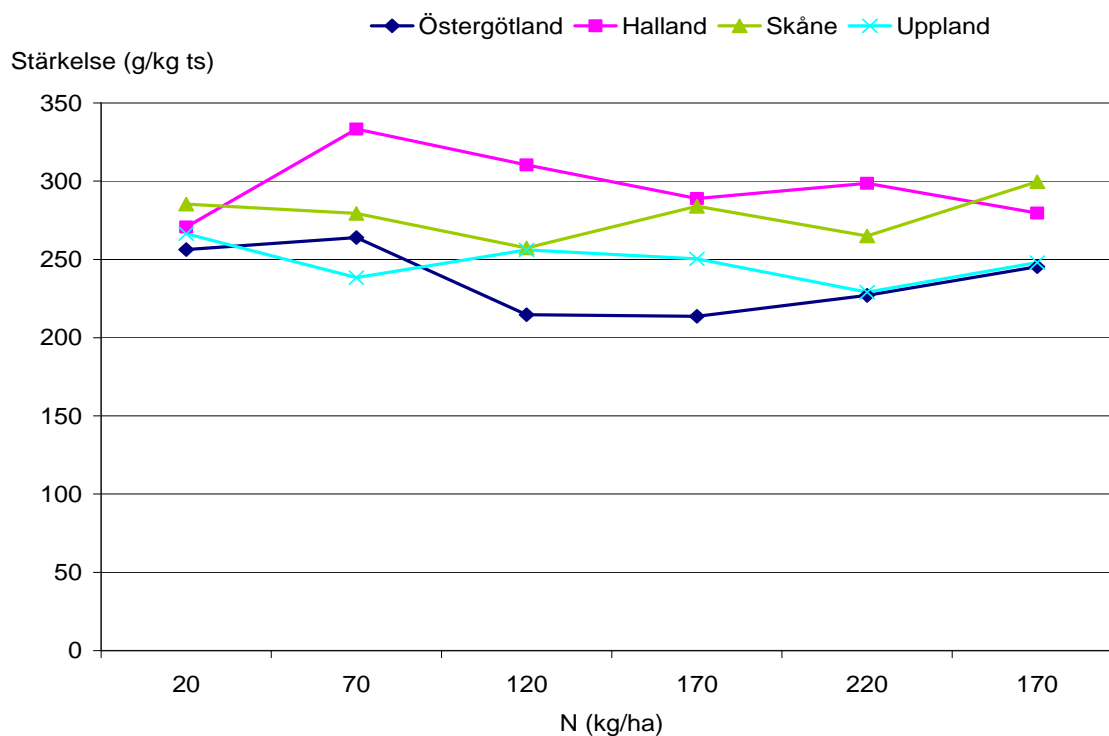
Vi har inte kunnat påvisa något samband mellan torrsubstanshalt och kvävegödsling något av försöksåren. TS-halterna är generellt högre i materialet från Skåne och Halland (ca 35 %) och lägre längre norrut där det normalt är kortare växtodlingssäsong (25-35 % i Västergötland, Östergötland och Uppland). TS-halterna från Uppland 2008 är ett medeltal från sorten Avenir i ett intilliggande sortförsök eftersom TS-bestämningen av proverna misslyckades.

Analyser

Försöken i Skåne och Halland visar generellt lite högre stärkelsevärden (figur 5-6) jämfört med övriga platser vilket i likhet med ts-halterna beror på det geografiska läget. För övrigt är det svårt att se en påverkan på stärkelsevärdet beroende på kvävegivan. Det saknas kemiska analyser från försöket i Uppland 2007.



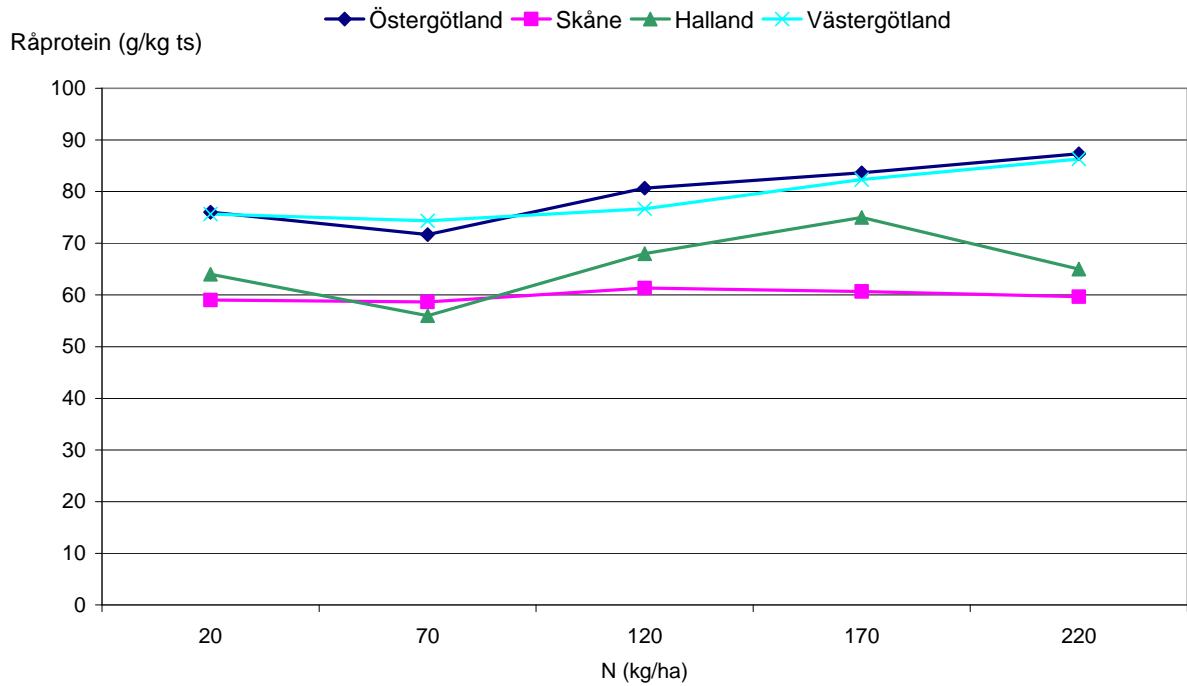
Figur 5. Stärkelse i g kg ts⁻¹ vid olika N-gödslingar 2007.



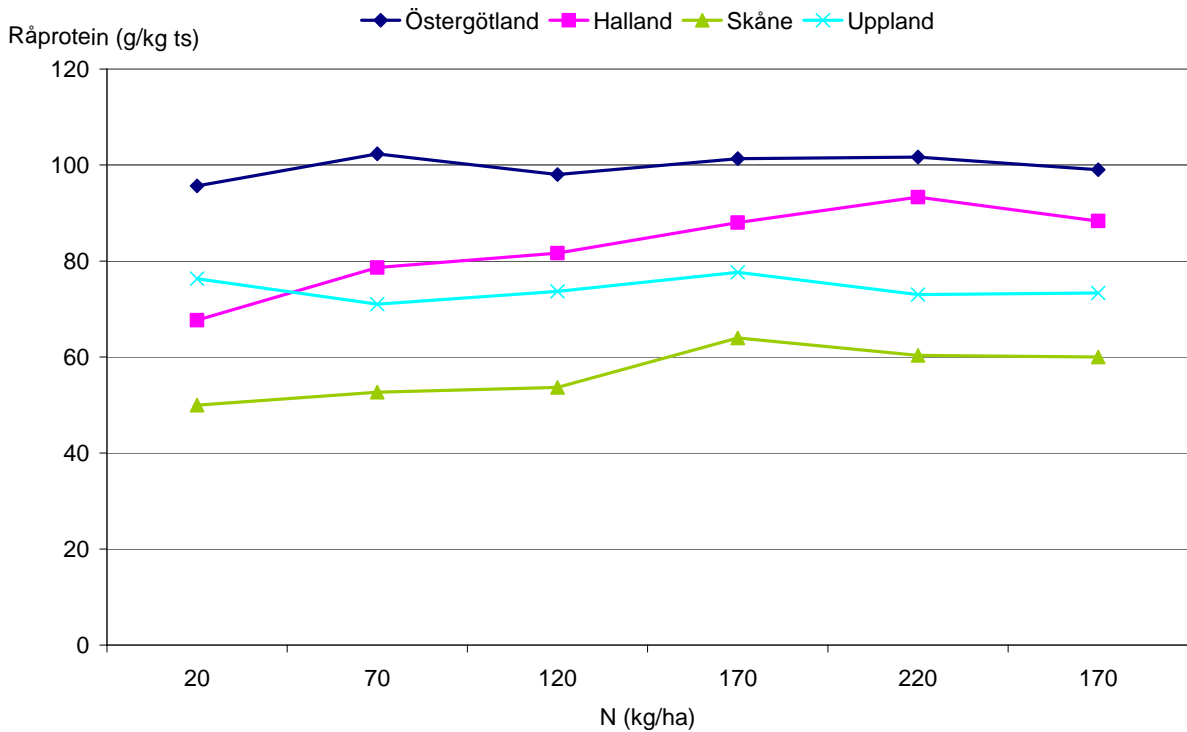
Figur 6. Stärkelse i g kg ts⁻¹ vid olika N-gödslingar 2008.

Det finns en tendens att råproteinvärdet (figur 8 och 9) stiger något vid ökad gödning i försöken från både Västergötland och Östergötland 2007. I försöket i Skåne har det förmodligen utlakats en del kväve eftersom gödningen skedde i maj och majsens huvudsakliga tillväxt i juli-augusti. Jämna skördenivåer och råproteinhalter oavsett kvävegödning styrker resonemanget. Resultaten från 2008 visar en ökning i råprotein i

försöken i Skåne och Halland men inte Östergötland eller Uppland, ett mönster som stämmer överens med skördesiffrorna. Ökningarna är dock små, ca 10-15 g kg ts⁻¹.

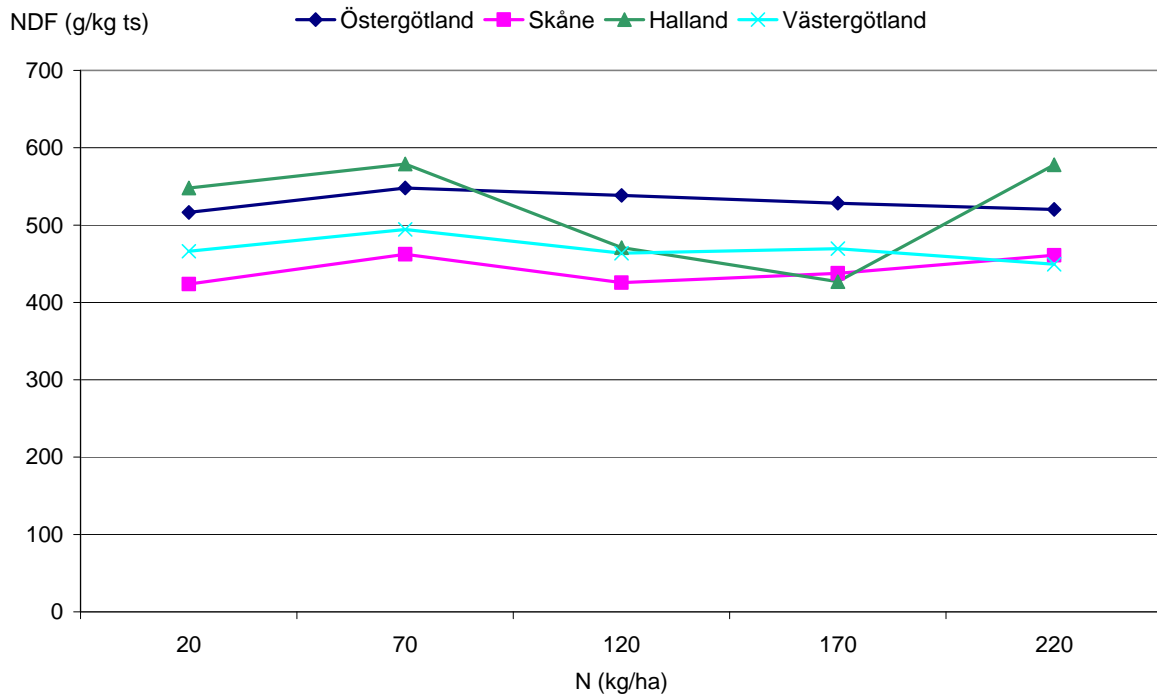


Figur 7. Råproteinvärdet i g kg ts⁻¹ vid olika N-gödslingsnivåer 2007.

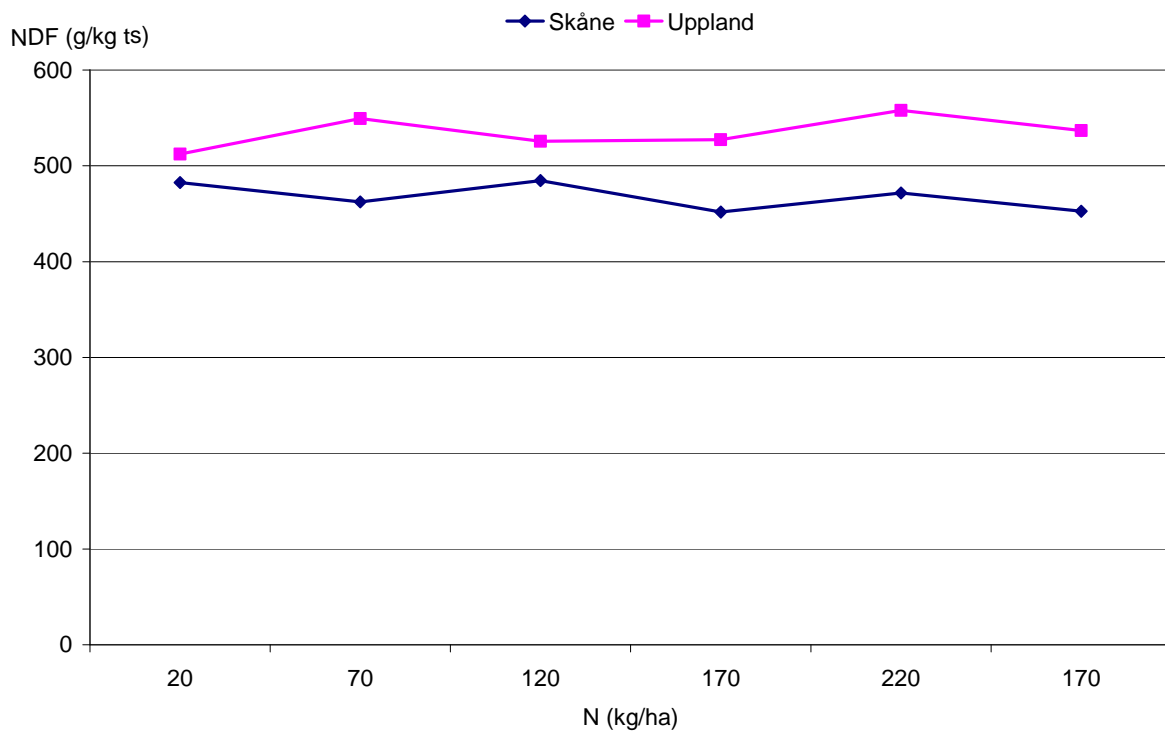


Figur 8. Råproteinvärdet i g kg ts⁻¹ vid olika N-gödslingsnivåer 2008.

Fibernivån (NDF, figur 9-10) bör sjunka vid ökande stärkelsehalt eftersom kolven då upptar större andel av den totala skörden och det stämmer väl överens med stärkelseanalyserna men någon koppling till kvävegiva kan så här långt inte göras.



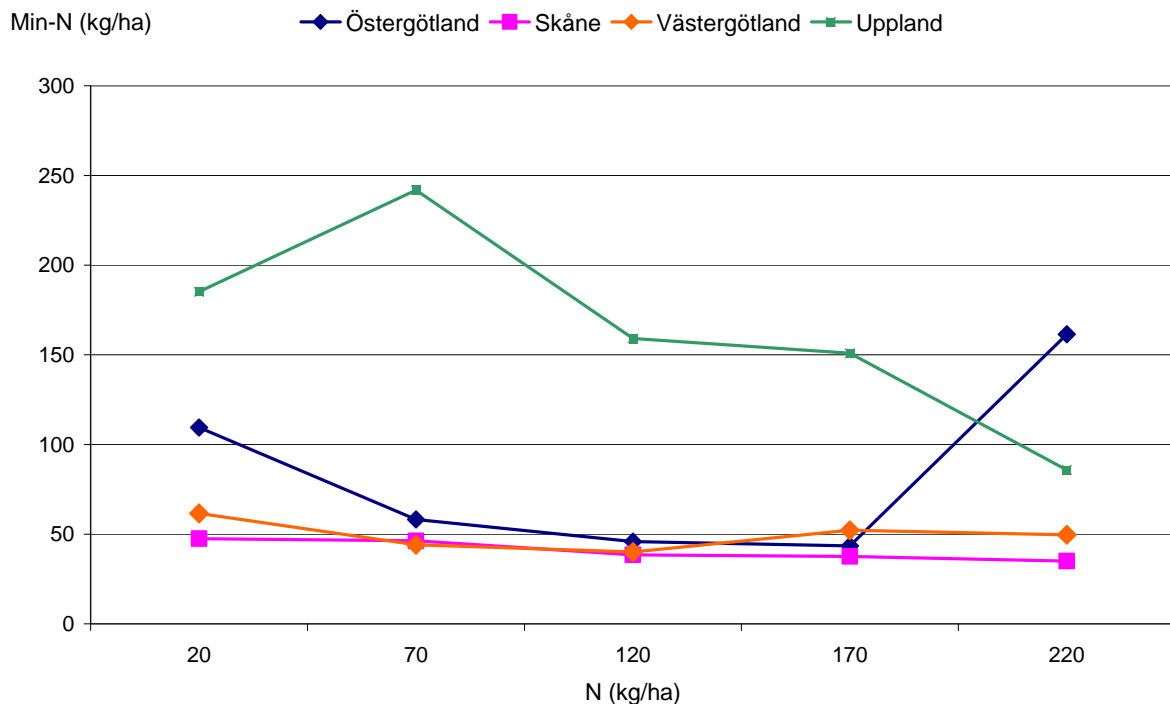
Figur 9. NDF i g kg ts⁻¹ vid olika kvävegödslingsnivåer 2007.



Figur 10. NDF i g kg ts⁻¹ vid olika kvävegödslingsnivåer 2008.

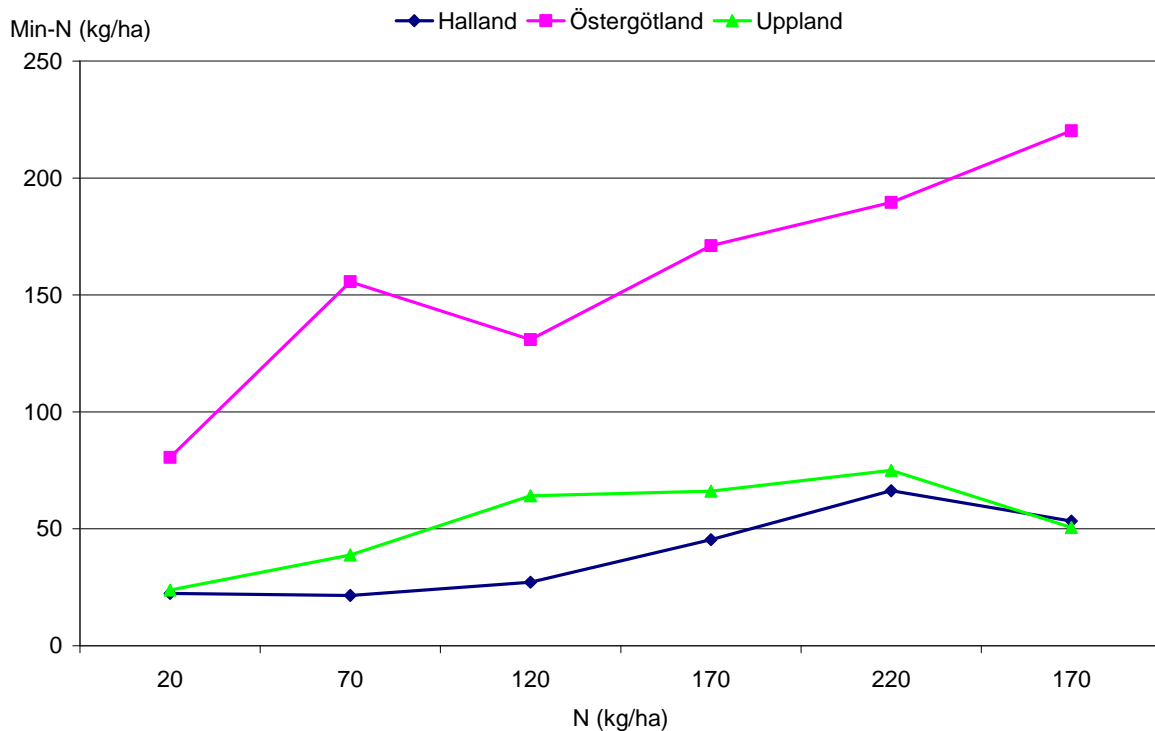
Mineralkväve i marken

Utländska studier har visat att majsen inte lyxkonsumerar kväve utan tar upp det som behövs och därefter lämnar resterande del i marken. Resultaten från Östergötland 2007 styrker resonemanget (figur 11) men däremot är resultaten från Uppland svåra att förklara liksom dem från Västergötland. I Skåne kan utlakningen av kväve varit så stor att det inte finns någon skillnad mellan leden. Vid besök i Kristianstad andra delen av september 2007 syntes inga skillnader mellan olika kvävenivåer. Att ökningarna i råprotein var relativt små båda försöksåren i förhållande till skillnaden i gödsling (ca 10g mellan led A och E i Öster- och Västergötland) styrker resonemanget att majsen inte lyxkonsumerar kväve.



Figur 11. Mineralkväve (kg ha^{-1}) i marken 0-90 cm vid tidpunkt för majsskörd 2007.

Figur 12 visar resultaten från 2008. En betydligt lägre nederbörds mängd under vår och sommar jämfört med 2007 ger en tydlig ökning av mineralkvävet i marken vid högre gödslingsnivå. I Uppland är prov taget endast på 30-90 cm djup eftersom försöksplatsen stallgödslats vid tidpunkt för provtagning. Övriga platser är provtagna på 0-90 cm djup. Proverna från Skåne är ännu inte analyserade.



Figur 12. Mineralkväve (kg ha^{-1}) i marken 0-90 cm vid tidpunkt för majsskörd 2008.

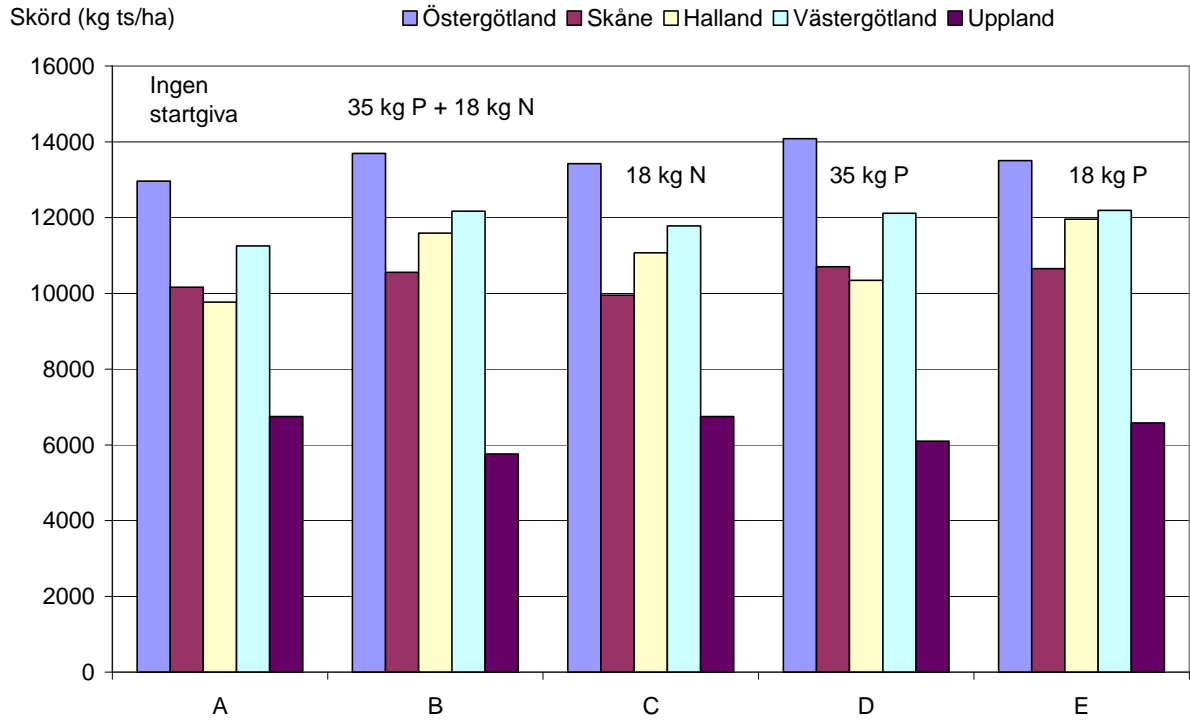
Delstudie B: Fosfor

Skörd

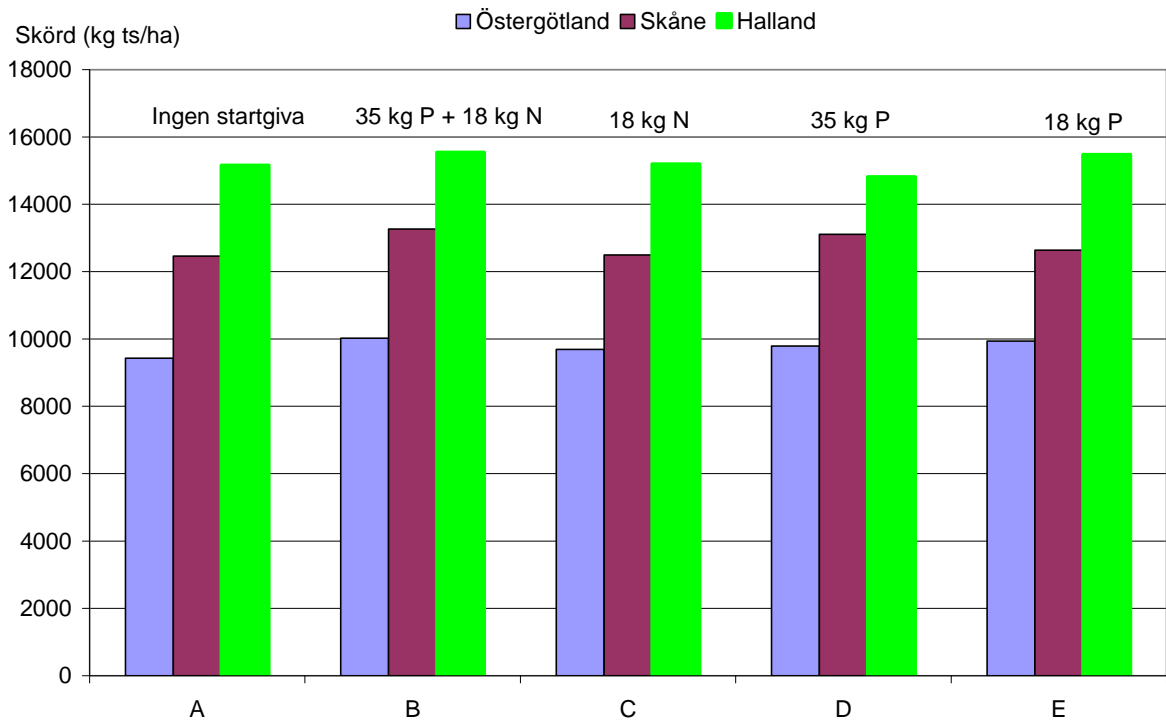
På alla försöksplatser förutom Uppland syntes tydliga skillnader i fosforgiva vid besök i juni/juli 2007 och även 2008 var effekten tydlig i tidiga utvecklingsstadier. De led som inte fått någon startgiva med fosfor hade klart tanigare plantor. Det var däremot inga konsekventa skillnader i storleken på startgivan eller om denna tillfördes med eller utan kväve.

Den allmänna rekommendationen har varit att gödsla med fosfor vid låga markvärden och i synnerhet om det är kallt vilket i så fall skulle göra merskördarna relativt sett störst i Uppland. Där fanns emellertid inga klara tendenser 2007 och 2008 ströks försöket. Resultaten från 2007 visar merskördar på alla övriga platser (figur 13). Försöken i Västergötland och Östergötland låg 2007 på jordar med låga P-AL tal (5,5 resp. 9,4 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ jord). På båda platserna gav en startgiva med fosfor merskörd, totalt + 4-9 % eller 500-1100 kg ts ha^{-1} (figur 13 och 15). I Skåne (figur 13) låg markvärdet betydligt högre (23 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ jord) och trots merskördar var startgivorna med fosfor knappt lönsamma räknat med dagens gödselpriser. Enbart kväve som startgiva (led C) gav merskördar på de flesta ställen 2007 men dock inte 2008.

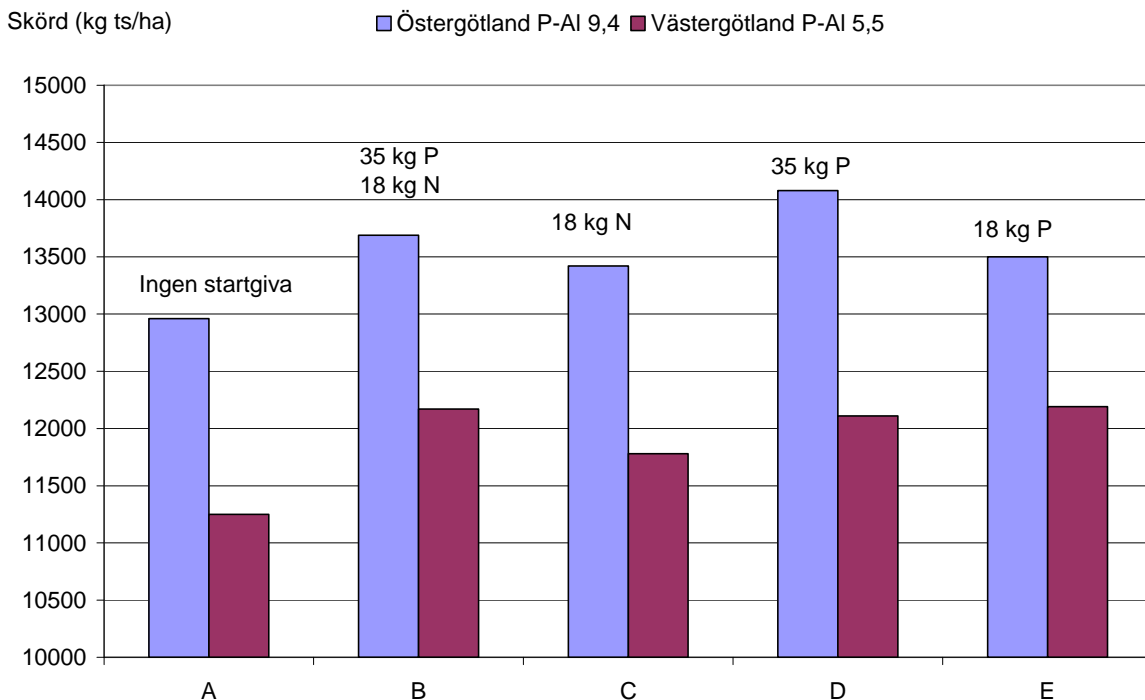
Under 2008 har försöken i Skåne och Halland legat på jordar med höga P-AL värden. Analyserna från Östergötland är ännu inte klara. Merskördarna det andra försöksåret har varit betydligt lägre och i flera fall inte lönsamma. Det beror förmodligen dels på höga P-AL värden men också en högre medeltemperatur under våren jämfört med 2007.



Figur 13. Skörd i kg ts ha⁻¹ vid olika startgivor med fosfor och kväve 2007.



Figur 14. Skörd i kg ts ha⁻¹ vid olika startgivor med fosfor och kväve 2008.



Figur 15. Skörd i kg ts ha⁻¹ vid olika startgivor med fosfor och kväve. Resultat från försöksplatserna med lägst P-AL värden 2007.

Torrsubstanshalter

Något samband mellan ts-halter och startfosfor har än så länge inte kunnat påvisas. Det finns en tendens i försöket i Västergötland 2007 men den styrks inte av resultaten från övriga platser, inte heller resultaten från 2008 visar någon som helst variation beroende på startgiva med fosfor eller inte.

Sammanfattande diskussion

Delstudie A: Kväve

Den ekonomiskt optimala kvävegödslingen har varierat mellan de båda försöksåren vilket förstås är helt naturligt. Resultaten från 2007 visade att skörden ökade med en stigande kvävegödsling upp till 150-170 kg N/ha och stagnerade därefter. Resultaten från Skåne och Uppland är inte lika tydliga men försöksplatserna var mer ojämna vilket förmodligen påverkat skörden. Både Skåne och Halland utsattes för stora mängder nederbörd 2007 vilket påverkade majsens förmåga att utvecklas och tillgången till näring i marken.

I 2008 års försök fortsatte avkastningen att öka under hela kvävestegen i Skåne och Halland. Från den lägsta till den högsta givan skiljde det 2500-3000 kg ts ha⁻¹ vilket gör att det krävs att majsens värde är minst 1,10 kr kg ts⁻¹ om den ska betala växtnäringen. Försöken längre norrut visade ingen skördeökning vid stigande gödsling. I Uppland är förmodligen majsens kväveoptimum relativt lågt eftersom majsens ofta odlas på jordar med högre lerhalt och väderleken är mindre gynnsam. Resultaten från Östergötland är svårare att tyda men slutsatsen från båda åren är att optimum ligger en bit under Skåne och Halland.

Den delade kvävegivan har slagit väl ut jämfört med samma mängd vid sådd. I Skåne, Halland och Östergötland gav delningen en skördeökning på ca 650-750 kg ts ha⁻¹ medan den i Uppland endast gav drygt 100 kg ts ha⁻¹.

En ökad kvävegödsling har båda försöksåren resulterat i högre råproteinhalter men omräknat i kväve är ökningen blygsam jämfört med tillgången på kväve vilket styrker resonemanget att majs inte lyxkonsumerar kväve.

Skillnader i ts-halt, stärkelse och NDF beroende på gödslingsnivå har inte med säkerhet kunnat påvisas något av försöksåren.

Det första försöksåret var det svårt att utläsa några tydliga tendenser i mineralkvävenivåerna i marken vid varierad gödsling vilket förmodligen berodde på de höga nederbördsmängderna. Gödsling av majs sker i slutet av april fram till början av maj medan det huvudsakliga kväveupptaget inte sker förrän in i juli. Således bör risken för utlakning av kväve vara stor regniga år. Resultaten från 2008 visar en ökande mängd mineralkväve i marken vid stigande gödsling. Tendenser finns att mängderna är lägre vid en delad kvävegiva.

Delstudie B: Fosfor

Trots att det vid tidiga utvecklingsstadiet varit tydliga skillnader på majs som fått en startgiva med fosfor och majs som inte det, är det svårt att hitta entydiga svar i resultaten. Det första försöksåret erhöles en merskörd på de flesta ställen vid en startgiva och nästan oavsett dess sammansättning så var den ekonomiskt försvarbar i de flesta fall. I synnerhet var det tydligt i Västergötland och Östergötland samt i Halland där markvärdena åtminstone i de två första fallen var mycket låga. I Skåne där P-Al värdet var betydligt högre räckte knapp merskördarna till att betala växtnäringen. Även en startgiva med enbart kväve (led C) gav merskördar på de flesta ställen 2007, dock inte 2008.

Under 2008 har försöken i Skåne och Halland legat på jordar med höga P-Al värden och merskördarna har varit betydligt lägre och i flera fall inte lönsamma. Medeltemperaturen var högre våren 2008 jämfört med 2007 och det kan ha spelat en roll för betydelsen av startgivan.

I de resultat som finns så här långt ser startgivan med fosfor inte ut att ha någon betydelse för ts-halten hos majsensilaget.

Referenser

- Cox, W. J., Cherney, D. J. R. 2001. Row spacing, plant density, and nitrogen effects on corn silage. *Agronomy Journal* 93:597-602.
- Herrman, A., Kersebaum, K. C., Taube, F. 2005. Nitrogen fluxes i silage maize production: reationship between nitrogen content at silage maturity and nitrate concentration in soil leachate. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 73:59-74.
- Hofman, G., De Smet, J., Van Meirvenne, M., Verstegen, P. 1994. Residual soil nitrate under intensive agriculture. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 25:1197-1207.
- Hushållningssällskapet i Kalmar-Kronoberg. HIR-brev 2005-03-22. Kalmar.
- Hushållningssällskapet i Kristianstad. HIR-brev 2006-02-09. Kristianstad.
- Lantmännen Lantbruk. Majsodling. Produkt- och marknadsinformation från Lantmännen Lantbruk 2006/2007. Lantmännen.
- Larsson, S. & Lindgren, J. 2006. Intervjustudie med majsodlare i Skaraborg. Hushållningssällskapet Skaraborg. Opublicerad.

- Nevens, F, Reheul, D. 2005. Agronomical and environmental evaluation of a long-term experiment with cattle slurry and supplemental inorganic N applications in silage maize. *European Journal of Agronomy* 22:349-361.
- O'Leary, M. J., Rehm, G. W. 1990. Nitrogen and sulphur effects on the yield and quality of corn grown for grain and silage. *Journal of Production Agriculture* 3:135-140.
- Oversigt over Landsforsogene 1997. Dansk Landbrugsrådgivning. Landscentret. Planteavl. Århus.
- Oversigt over Landsforsogene 2004. Dansk Landbrugsrådgivning. Landscentret. Planteavl. Århus.
- Oversigt over Landsforsogene 2005. Dansk Landbrugsrådgivning. Landscentret. Planteavl. Århus.
- Sheaffer, C. C., Halgerson, J. L., Jung, H. G. 2006. Hybrid and N fertilization affect corn silage yield and quality. *Journal of Agronomy and Crop Science* 192:278-283.
- Statens Jordbruksverk. STANK in MIND.

Personliga meddelanden

Lovang, Ulrik. Hushållningssällskapet Halland.