

Kväve- och fosforgödsling till majs

Johanna Tell och Ulf Axelson, Hushållningssällskapet, Skara

Kväve

- **Det fanns ingen tydlig korrelation mellan optimal kvävegiva och skörd men däremot fanns det ett samband mellan dessa om mängden skördat kväve i noll-rutan beaktades.**
- **Kvävegödslingen påverkade inte stärkelsehalten eller torrsubstanshalten.**
- **Råproteinvärdet steg signifikant vid ökad gödsling men kväveskörden motsvarade inte tillförd mängd kväve.**
- **Mängden mineralkväve i marken vid skörd tenderade att stiga vid ökad gödsling.**
- **Råproteinvärdet steg endast i en begränsad omfattning vilket pekar på att majsen inte lyxkonsumerar kväve.**
- **Överoptimalt kvävegödsblad majs ökar därmed risken för kväveläckage.**

Fosfor

- **Samtliga startgivor innehållande fosfor gav signifikanta merskördar och bäst resultat gav en gödsling med kombinationen fosfor/kväve.**
- **Startgivorna innehållande fosfor eller fosfor och kväve gav också signifikant bättre ts-halt.**
- **Det gick inte att fastställa några samband mellan en startgiva med fosfor eller kväve och fosforvärdet i marken (P-AL).**

Bakgrund

Odlingen av ensilagemajs har ökat kraftigt de senaste 10 åren och därmed också

behovet av kunskap i ämnet. Det saknas nyanserade kvävegödslingsrekommendationer för ensilagemajs i Sverige. Ofta tillförs stora mängder stallgödsel och därefter skall lantbrukaren och rådgivaren avgöra vilken effekt gödseln haft och vad som är en rimlig kompletteringsgiva. Överoptimala kvävegivor lämnar näring kvar i marken vilket ökar risken för växtnäringsläckage under vinterhalvåret. Dessutom odlas ofta majs på samma skiften år efter år. Det bör rimligen påverka hur mycket kväve som mineraliseras efterföljande år och därigenom behovet av en kompletteringsgiva. Syftet med kväveförsöken har varit att fastställa optimal kvävegiva till ensilagemajs samt att undersöka om mognaden och därmed också kvaliteten påverkas av en överoptimal kvävetillförsel.

Fosforgödsling till ensilagemajs görs rutinemässigt oavsett P-AL-värden och storlek på stallgödselgivor. Det kan leda till en onödig användning av fosfor vilket är allvarligt både ekonomiskt och miljömässigt. Syftet med fosforstudien har varit att fastställa behovet av en startgiva med fosfor i relation till markens fosforinnehåll.

Försöksplan

Studien av gödsling med kväve och fosfor till majs har genomförts i två delstudier, en där kväve och en där fosfor studerades. Fältförsök har utförts på fem olika platser i landet under åren 2007-2009: Uppland/Västmanland, Västergötland, Östergötland, Halland och Skåne. Projektet finansierades av Jordbruksverket och Stiftelsen Lantbruksforskning.

Tabell 1. Försöksled i fältförsöken med kvävegödsling till ensilagemajs (försöksplan M2-2280)

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
F3	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. Försöksplatserna stallgödslades inte under försöksåret

Tabell 2. Försöksled i fältförsöken med fosforgödsling till ensilagemajs (försöksplan M3-3097)

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

Tabell 3. Ekonomiskt optimala kvävegivor, skörd vid optimal kvävegiva samt kväveskörd i led A (enbart tillfört 20 kg N ha⁻¹ som startgiva)

Försöksplats	Optimal N-giva kg ha ⁻¹	Skörd vid optimal N-giva kg ts ha ⁻¹	Kväveskörd i led A kg ha ⁻¹
Vikingstad	114	12 960	137
	0		
Fjälkinge	9 660	91	
Falkenberg	150	11 886	89
Lundsbrunn	182	13 443	131
Enköping	0	9 100	
Vikingstad	40	10 377	156
Vittskövle	220	12 867	77
Laholm	220	13 543	118
Örsundsbro	56	6 052	69
Köping	109	9 882	91
Vikingstad	80	15 356	161
Tomelilla	50	14 662	208
Laholm	78	14 500	175
Längjum	140	9 215	87
Lidköping	72	9 593	99

Fosfor

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

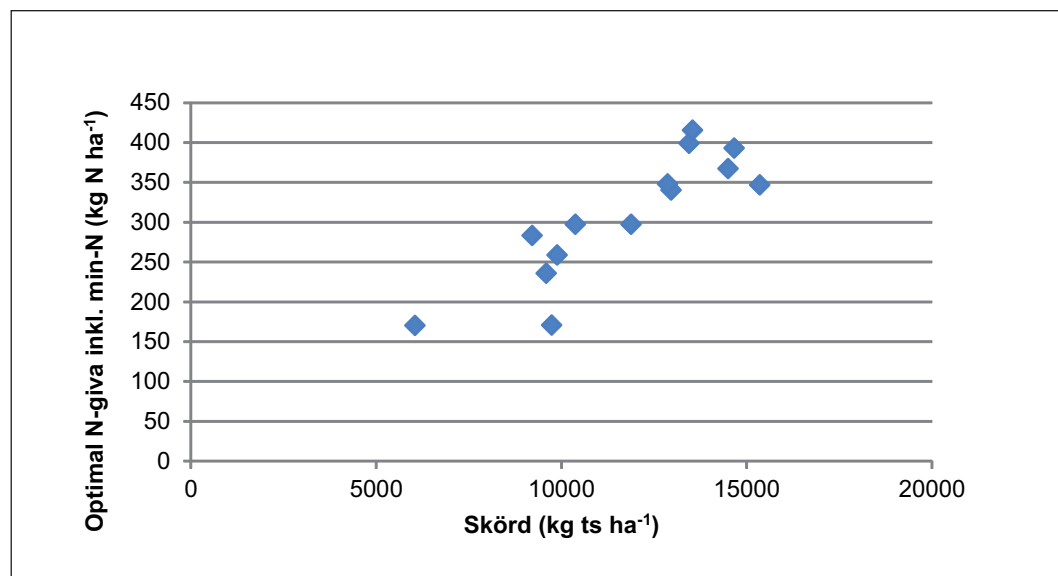
Samtliga led gödslades därefter med kväve så att de nådde 150 kg tillgängligt kväve ha⁻¹ inklusive kvävet i stallgödseln. Försöksplatsen stallgödslades inte under försöksåret.

Resultat kvävegödsling

Torrsubstanshalt. Resultaten har inte visat något samband mellan torrsubstanshalt (ts) och kvävegödsling något av försöksåren. Ts-halterna är generellt högre i materialet från södra Sverige (Skåne och Halland, ca 35 %) och lägre längre norrut (25-35 %) där det normalt är kortare växtsäsong.

Optimal kvävegiva. Tabell 3 visar ekonomiskt optimala kvävegivor samt skörd för de olika försöksplatserna vid optimal kvävegiva. Vid beräkningarna sattes majsens till ett värde av 1,10 kr kg ts⁻¹ och kvävet till 9 kr kg⁻¹. Variationen mellan platserna var stor. En stor del av variationen kan förklaras genom dels olika mängder mineralkväve i marken men också på grund av olika förutsättningar för majsodlingen som sådan.

Ett bra samband finns i funktionen $f(x)=3,10+0,026x-1,65$ ($r^2=0,65$) där $f(x)$ =optimal kvävegiva i kg ha⁻¹, x = skörd vid optimum kg ha⁻¹ och z =kväveskörd i den lägst gödslade rutan (20 kg ha⁻¹, led A) i kg ha⁻¹. Det blir alltså en funktion som tar hänsyn till markbidraget genom att göra en korrigering för det kväve som levererades till grödan från marken i den ruta där majsens enbart fått kväve i form av startgivan med MAP.



Figur 1. Samband mellan optimal kvävegiva inklusive det mineraliserade kvävet från marken (kg N ha⁻¹) och skörd (kg ts ha⁻¹), 14 försök.

Tabell 4. Regression för optimal kvävegiva, skörd och mineralkväveleverans från marken

	Koefficienter	Standardfel	t-kvot	p-värde
Konstant	3,102281	52,94139	0,058598	0,954323
Skörd vid optimum	0,026048	0,006272	4,152991	0,001608
Kväveskörd ogödslad*	-1,65066	0,39634	-4,16475	0,001577

*20 kg N

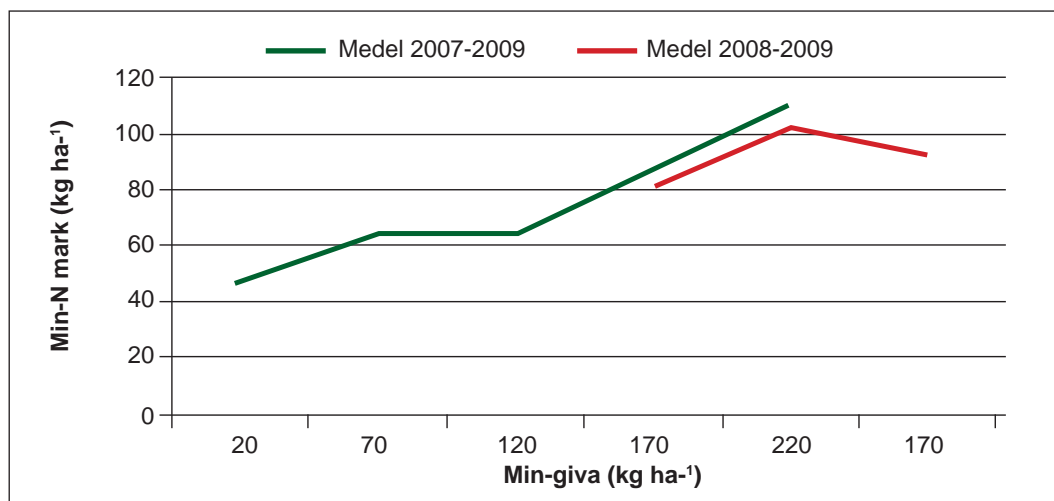
Kvalitet. Det fanns inget statistiskt samband mellan majsens stärkelsevärde och en ökad tillförsel av kväve. Råproteinvärdet steg signifikant vid ökad kvävegiva (tabell 5). Ökningarna var dock små, i medeltal 10-13 g kg ts-1, vid den högsta kvävegivan jämfört med den lägsta. Den delade kvävegivan gav inte signifikant högre råproteininnehåll jämfört med samma giva vid ett tillfälle. Det

fanns inte något statistiskt säkert samband mellan innehållet av fiber (NDF) och en ökad kvävegödsling.

Mineralkvävenivån i marken vid tidpunkt för skörd var generellt högre vid högre gödsling. Det finns dock bara statistiskt belagd skillnad mellan den lägsta kvävegödslingen och de övriga. Figur 2 visar den genomsnittliga nivån av mineralkväve kvar i marken.

Tabell 5. Medelvärde från 13 (NDF) respektive 14 (stärkelse, råprotein) försök 2007-2009

N-giva	Stärkelse	Råprotein	NDF
20	277	74	483
70	274	77	491
120	267	79	485
170	277	83	475
220	257	84	492
170	273	87	482



Figur 2. Medelvärde av mängden mineralkväve i marken i kg ha-1 vid tidpunkt för skörd (0-90 cm) 2007-2009, 13 försök.

Resultat fosforgödsling

Skörd. I tabell 6 redovisas medeltal från 15 försök. Alla startgivorna gav en merskörd. Bäst resultat gav gödslingen med 35 kg fosfor och 18 kg kväve, signifikant bättre än enbart en startgiva med kväve men också bättre än den högre av de båda fosforgivorna.

Figur 3 visar att kopplingen mellan P-AL i marken och en startgiva med fosfor var liten.

Merskörden av MAP ligger i ungefär samma intervall (100-120 %) oavsett fosfortalet i marken.

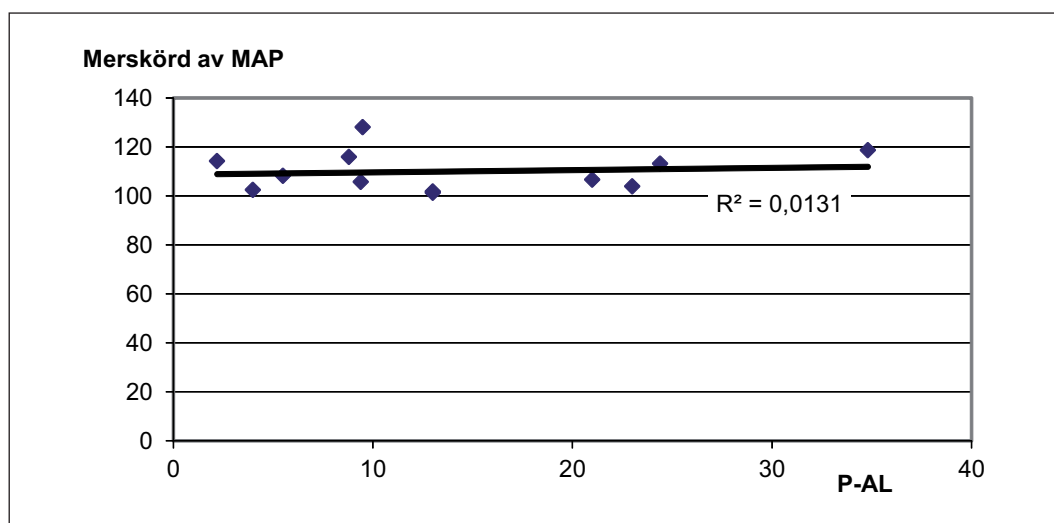
Torrsubstanshalter. Ts-halten var signifikant högre vid en startgiva med fosfor jämfört med t.ex. enbart kväve eller ingen startgiva alls. Tabell 7 visar medeltal av ts-halterna från samtliga försök i M3-3097 samt relativtal från dem.

Tabell 6. Skörd i kg ts ha⁻¹ vid olika startgivor

Led	Startgiva	P (kg ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	Medeltal 15 försök	Relativtal
A	Ingen startgiva	0	0	10 999	100
B	150 kg MAP	35	18	11 800	107
C	67 kg Axan	0	18	11 216	102
D	175 kg P20	35	0	11 335	103
E	88 kg P20	18	0	11 508	105

Tabell 7. Ts-halt i medeltal från M3-3097

Led	Medel 15 försök ts-halt	Relativtal
Ingen startgiva	32	100
35 P + 18 N	33	103
0 P + 18 N	31	99
35 P + 0 N	32	102
18 P	33	103



Figur 3. Merskörden av MAP i förhållande till P-AL i marken, 12 försök 2007-2009.

Sammanfattning kvävegödsling

Det fanns en tydlig tendens till högre avkastning i södra Sverige (framförallt Skåne och Halland) och därmed större respons på kvävegödsling. Förutom att de rent klimatologiska faktorerna påverkar skördeutbytet av en kvävegödsling så påverkas också resultaten av mängden kväve som mineraliseras från marken. Ensilagemajs odlas vanligtvis på gårdar med mycket stallgödsel i växtföljden. Skörden i rutorna som tillfördes enbart 20 kg N ha⁻¹ varierade mellan 5651-14260 kg ts ha⁻¹. Med ett genomsnittligt råproteinvärde på 74 g kg ts⁻¹ (tabell 19) gav det en bortförsel av kväve på ungefär 65-170 kg vilket tydliggjorde variationen av mineraliserat kväve från marken.

En ökad kvävegödsling resulterade i signifikant högre råproteinhalter men omräknat i bortförd mängd kväve i förhållande till tillförd mängd växtnäring var ökningen blygsam. Det finns en tydlig tendens att ökade kvävegivor leder till större mängder mineralkväve i marken efter skörd. Eftersom majsen i huvudsak odlas på lättare jordar är risken för kväveutlakning under vinterhalvåret stor.

Den optimala kvävegivan utifrån ett ekonomiskt perspektiv med en kostnad för kvävet med 9 kr ha⁻¹ och ett värde på majsensilaget på 1,10 kr kg ts⁻¹ går förvisso att beskriva som en funktion ($f(x)=3,10+0,026x-1,65z$) vilken korrigerar för förväntad skörd samt tar hänsyn till det mineraliserade kvävet i marken men det är också där begränsningen ligger. Det är med dagens praktiska metoder svårt att ta hänsyn till det mineraliserade kvävet i marken. Som tidigare beskrevs är inte mängden mineralkväve i marken under våren tillräcklig information för att skattningen av den optimala givan ska vara godtagbar.

Majsen har ett kväveupptag under hela växtsäsongen men 70-75 % av näringsupptaget sker under 5-6 veckor omkring blom-

ningsperioden. Rotutvecklingen är långsam till en början vilket gör att näringsupptaget inledningsvis är. Teoretiskt finns det därför stor risk för kväveutlakning under regniga försomrar. Försöken att dela kvävegivan så att en del lades i samband med sådd och en del i mitten av juni gav inga signifikanta skillnader jämfört med att lägga samma mängd vid ett tillfälle. Det kan bero på att den totala givan på 170 kg N ha⁻¹ var överoptimal på flera ställen men också att det inte var så kraftiga nederbörds mängder på försommaren 2008-2009. Att dela kvävegivan bör ändå vara intressant i områden med hög avkastningspotential och där det är stor risk för regniga försomrar.

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

Sammanfattning fosforgödsling

Trots att tydliga skillnader sågs vid tidiga utvecklingsstadier mellan majs som fått en startgiva med fosfor och majs som inte fått någon, är det svårt att hitta entydiga svar i resultaten. Det gav oftast en högre ts-skörd, i genomsnitt 7 % med en kombination av kväve och fosfor. Det innebär ett ungefärligt netto på 500 kr ha⁻¹ men av 15 försök visar nästan hälften ett negativt netto. Alltifrån en vinst av att gödsla med MAP på ca 1600 kr ha⁻¹ till en förlust av samma behandling med ca 250 kr ha⁻¹. Begränsningen i detta läge är att förutspå när det ena scenariot är aktuellt eller det andra. Det fanns i detta material ingen korrelation till fosforvärdet i marken.

Lerhalten verkade inte heller påverka responsen av en startgiva och inte heller det geografiska läget. Majsen anses i synnerhet gynnad av en startgiva med fosfor vid låga temperaturer vilket då skulle göra effekten större i Uppland/Västmanland och Västergötland. Effekten var god i Västergötland

men mindre tydlig i Uppland/Västmanland. Materialet är dock litet för att kunna dra några långtgående slutsatser på den punkten.

Det finns en tendens men ingen signifikans att den högre fosforgivan har mindre positiv påverkan på majs-skörden jämfört med den lägre. I utländska försök finns uppgifter som visar att majsen ger lägre respons på startgivor med fosfor om fosforstatusen i marken är hög och att fosforgivor tillsammans med stallgödsel kan ge negativ inverkan på majsen, troligtvis pga konkurrens i upptaget av andra näringsämnen. Några så

tydliga samband gick i det här fallet inte att upptäcka.

Enbart kväve som startgiva gav inte någon visuell skillnad till en början av säsongen men gav ändå merskörd, dock inte signifikant bättre än nollrutan. Ts-halten var signifikant högre vid tillförsel av en startgiva med fosfor alternativt fosfor och kväve jämfört med en giva med enbart kväve eller ingen startgiva alls vilket kan grunda sig i att majsen får en bättre start med lättillgänglig näring och därmed en snabbare utveckling, tillväxt och därmed också mer tid för mognad.