

Inventering av skördeeffekten av fosfortillförsel i kommersiell svensk potatisodling

Joakim Ekelöf, Håkan Asp. Institutionen för Biosystem och Teknologi, SLU, Alnarp

Sammanfattning

Fosfor har uppmärksammats de senaste åren på grund av miljöproblem och begränsade naturresurstillåningar. Det faktum att fosfor är en ändlig resurs som nu börjar sina ökar kraven på ett effektivt användande. Potatis är den gröda som har högst fosfor-rekommendationer i Sverige. Jordbruksverket har sänkt sina rekommendationer men forskare befarar att potatisjordarna har gödslats upp till en nivå där extra tillförsel av fosfor inte längre har någon effekt på skörden. Projektet syftade till att inventera effekten av fosforgödsling i svensk potatisproduktion samt studera hur markfysikaliska parametrar samspelar med skörderesponsen. Mellan åren 2009 och 2011 lades 120 nollrutor (där ingen fosfor tillfördes) ut i bevattnade kommersiella fält med sorterna King Edward och Saturna. Skörd och kvalitet jämfördes mellan nollrutorna och den på fältet intilliggande gödslade delen. Resultaten visar inte på några negativa effekter av 0-fosforbehandlingen gällande kvalitet. King Edward svarade skördemässigt mer (6 %) än Saturna (0,7 %), skillnaderna var dock inte signifikanta. Det är mycket svårt att förutspå när potatisen svarar på fosforgödsling med dagens analysmetoder. P-AL tal och silt-halt har dock viss betydelse. Skördeeffekten av P gödslingen var signifikant högre i de fält där man lyckats höja koncentrationen i bladskaffet med 1 mg P per g ts eller mer. Det som avgör hur stor koncentrationshöjning man får är P-ox (fosforstatusen i marken), mullhalt, tillförd mängd P, pH och buffertkapaciteten. I King Edward var buffertkapaciteten och därefter P-AL talet avgörande för om koncentrationen i bladskaffet höjdes eller inte.

Bakgrund

Potatisplantan har behov av fosfor i ett stabilt flöde då många viktiga processer påverkas av ämnet. Fosfor används vid bland annat uppbyggnaden av kolhydrater och är aktivt i energitransporten då ämnet är en del av både ATP, DNA och RNA samt ingår i cellmembranens fosfolipider. Vid brist går de flesta processer i plantan långsammare; både celldelning, respiration och fotosyntes påverkas (15). Eftersom fosfor påverkar celldelning och cellexpansion beror skördeeffekterna av fosfortillförsel främst på att bladytan blir större och att grödan täcker marken tidigare på säsongen.

Jordar i Sverige innehåller ofta stora mängder fosfor (omkring 1500-2000 kg P/ha (6)) men omkring 80 % är bundet eller fastlagt i olika former (7). Den vanligaste oorganiska formen som fosfor förekommer i är apatit som är ett svårslösligt mineral bestående till största delen av kalciumfosfat. Fosfor kan fastläggas vid både högt och lågt pH. Vid högt pH bildar fosfor svårslösliga föreningar med kalcium (10). Frigörandet av den fosfor som finns bunden i marken sker dessutom effektivare vid lågt pH och hämmas av kalk (10). Redan vid måttliga höjningar > pH 6 försämras upptaget. Det beror på att den form av fosfor som främst tas upp av växterna, $H_2PO_4^-$, övergår till HPO_4^{2-} som är mycket svårare för växterna att ta upp. Det kan således krävas högre tillförselnivåer av fosfor på jordar med högt pH och dessa jordar brukar också ha en högre buffertkapacitet än andra jordar.

Vid sura markförhållanden bildar fosfor ofta föreningar med järn och aluminium. Den fastläggningen gäller främst löslig oorganisk fosfor som är tillförd med handelsgödsel, fosfor som tillförs i organiska gödselmedel förblir ofta tillgänglig vid låga pH-värden.

Förståelsen om hur fosfor binds i marken har ökat på senare år. Forskning har tidigare visat att oorganisk fosfor är bundet främst till markpartiklarna där det mer eller mindre fastläggs. På senare tid har man funnit att denna fastläggning inte är permanent utan i stället reversibel och att upp till 90 % av den tillförda fosfor blir tillgänglig på sikt. Detta gör att fosfor har en mycket hög utnyttjandegrad om upptaget beräknas över lång tid (21).

Viktigt att tillägga är att fosfor är fastlagt i olika ”poler”. Dessa poler kan vara mer eller mindre tillgängliga för växten. Den lägsta, för växten tillgängliga, fosfornivå som behövs för att maximal skörd och kvalitet skall kunna uppnås brukar kallas ”kritisk nivå”. Konceptet ”kritisk nivå” spelar stor roll i diskussionen kring ett effektivt fosforutnyttjande. Detta då många försök visat att utnyttjandegraden för fosfor är som högst när fosfornivån i marken är i närheten av den kritiska nivån, oavsett vilken beräkningsmodell som används. Att ha högre fosfornivåer i marken resulterar bara i ökade risker för näringsläckage (21).

Syfte

Kraftigt stigande fosforpriser, larmrapporter om övergödning och ökande krav från regeringen om att minska utsläppen från det svenska lantbruket ligger till grund för projektet (1, 3, 4). För att uppnå de mål och riktlinjer som regeringen satt upp krävs att fosforanvändningen effektiviseras så långt det är möjligt.

Omfattande litteraturstudier har visat att skördeeffekten av fosfortillförsel vid odling av potatis är överskattad (2, 9, 12 inklusive dess referenser). Dessa studier ledde till att Jordbruksverket sänkte sina rekommendationer för fosfor till potatis från och med år 2008.

Utifrån den inventering som Gustavsson och Söderström (5) gjorde 2006 kan man se att många av våra svenska jordar har ett P-AL tal runt 15. Man kan därför anta att många potatisjordar nu är uppgödslade till en sådan hög grad att inga skörde- och/eller kvalitet förbättringar uppnås vid extra tillförsel av fosfor. Då tillgängligheten av markbunden- och tillförd fosfor varierar kraftigt mellan jordar kan dock rekommendationer vara svåra att ge (8, 9, 13, 14). Andra påverkande faktorer är markfukt och jordtemperatur, där båda ökar tillgängligheten av fosfor vid stigande värden (2, 11, 17). Hundratals fältförsök, runt om i världen, har under åren genomförts i potatis, med olika fosforstegar i olika typer av jord (11, 9, 16). Trots detta kan skördeeffekten av en fosforgiva än idag inte förutspås fullt ut.

Det råder därför en viss osäkerhet bland såväl lantbrukare som rådgivare om tillförseln ska sänkas eller inte, trots de sänkta rekommendationerna från jordbruksverket. Detta pga. risken att tappa skörd och kvalitet. Det anses även att det finns för få nya svenska studier som styrker ett sådant beslut. Det är denna bakgrund som lett fram till projektet då det finns ett starkt behov av att ge bättre underlag till våra rådgivare och lantbrukare. Denna studie syftade till att kartlägga de faktiska skörde- och kvalitetsförbättringar som fosforgödsling medför. Studien innefattade en rikstäckande inventering där nollrutor, helt utan fosfortillförsel, etablerades i ett hundratal kommersiella potatisfält.

Material och metod

Grundläggande upplägg

Den faktiska effekten av fosforgödsling skulle testas. Nollrutor (rutor där ingen fosfor tillfördes) om ca 50 m² lades därför ut i kommersiella potatisfält runt om i Sverige under åren 2009-2011. Den enda skillnaden på nollrutan och det övriga fältet var att fosfor i handelsgödseln hade tagits bort. Prover i nollruta och intilliggande fält (kontrollruta) skördegraderades och kvalitetsbedömdes. Prover på jord och växande gröda togs även ut.

Rekrytering av odlare

Rekryteringen av odlare skedde januari/februari inför varje försöksår. Då togs kontakt med i stort sett alla potatisrådgivare i Sverige. De ombads att lista tänkbara försöksvärdar som både var intresserade och hade möjlighet att utföra försök på sina fält. År 2009 kom ett hundratal förslag in från rådgivarna och omfattade odlare från chips-, stärkelse- och matpotatisindustrin. Alla de rekommenderade försöksvärdarna blev uppringda och tillfrågades om de var intresserade att vara med. Redan tidigt stod det klart att i stort sett inga stärkelseodlare skulle använda fosfor i form av konstgödsel år 2009 på grund av det höga priset, vilket var en förutsättning för att kunna vara med. Därför togs ett beslut tillsammans med Eva Petterson (SLF) och Jüri Kenno (Lyckeby Stärkelsen) om att utesluta stärkelseodlarna från studien. Totalt accepterade 29 lantbrukare att vara med, 19 matpotatisodlare (King Edward) och 10 chipspotatisodlare (Saturna), vilket medförde att 55 fält kom att vara med i studien 2009. Odlarna är spridda över hela Sverige med den sydligaste i Skivarp och den nordligaste i Umeå. Samma procedur upprepades 2010 och 2011. Efter stor ansträngning nådde vi 45 försöksrutor 2010 och 38 rutor 2011. Det var främst de lantbrukare som hade flera försöksfält med de första åren som efterhand drog ner på antalet rutor på grund av tidsbrist vid skördarbetet. Av olika anledningar ströks några rutor så att det totala antalet rutor, sammanlagt över tre år, tillslut blev 120 st.

Gödsel

För att kunna anlägga nollrutor av fosfor var vi tvungna att ha gödselmedel utan fosfor som i så stor utsträckning som möjligt liknade de två allra mest använda fullgödselmedlen till potatis, nämligen ProMagna 11-5-18 eller ProMagna 8-5-19. Yara specialtillverkade därför två olika gödselmedel som uppfyllde dessa krav. Gödseln distribuerades ut till odlarna av försökspersonal på Hushållningssällskapet i Skaraborgs län.

Gödsling/Sättning

Gödslingen och sättningen utfördes helt och hållet av lantbrukarna själva. Beroende på odlarens utrustning radmyllades eller bredspriddes (för hand) gödseln ut i nollrutan. Instruktioner om hur nollrutorna skulle anläggas och hur stor mängd av specialgödselmedlet som skulle läggas ut skickades via mail eller post till lantbrukarna i god tid innan vårbruket satte igång. Kontinuerlig kontakt hölls med lantbrukarna via telefon genom hela säsongen.

Bladskafsanalyser och Jordprov

Prover för bladskafsanalyser togs 20-30 dagar efter uppkomst i både nollrutorna och i kontrollrutorna. Proverna togs antingen av projektgruppen, lantbrukarna eller av rådgivare. Efter våtförbränning på SLU skickades prover till Eurofins för vidare P- och K - analys. I samband med bladskafsanalyserna togs även jordprov i alla nollrutor och kontrollrutor. Jordproverna

analyserades av Agri-lab i Uppsala på följande parametrar: pH, P-AL, K-AL, Mg-AL, K/Mg, Ca-AL, Al-AL, Fe-AL, mullhalt, lerhalt, silt, sand och grovmo. Dessutom gjordes en oxalat-extraktion av, Fe, Al och P, detta för att kunna beräkna buffertkapaciteten (7) för fosfor.

Skörd och Kvalitetsanalyser

Skördarbetet utfördes/utfördes av odlarna själva eller av deras rådgivare (Hushållningssällskapet eller Lovanggruppen). Tre rader om tre meter skördades i varje försöksruta. Kontrollrutan låg placerad i angränsning till nollrutan och skördades på samma vis.

Kontinuerlig kontakt har hållits via telefon med samtliga lantbrukare före, under och efter säsong dels för att påminna om kommande åtaganden och dels för att dokumentera eventuella synliga effekter i fält.

Efter skörd gjordes en kvalitetsanalys på alla noll- och kontrollrutor. Första året (2009) gjordes analysen av POKAB, år två och tre (2010, 2011) gjordes analyserna av SMAK. En fullständig SMAK-analys gjordes på alla King Edward fält. På potatisen från Saturna-fälten gjordes ingen kok-analys då denna sort är avsedd för chipsproduktion. För övrigt ingick alla parametrar även för Saturna.

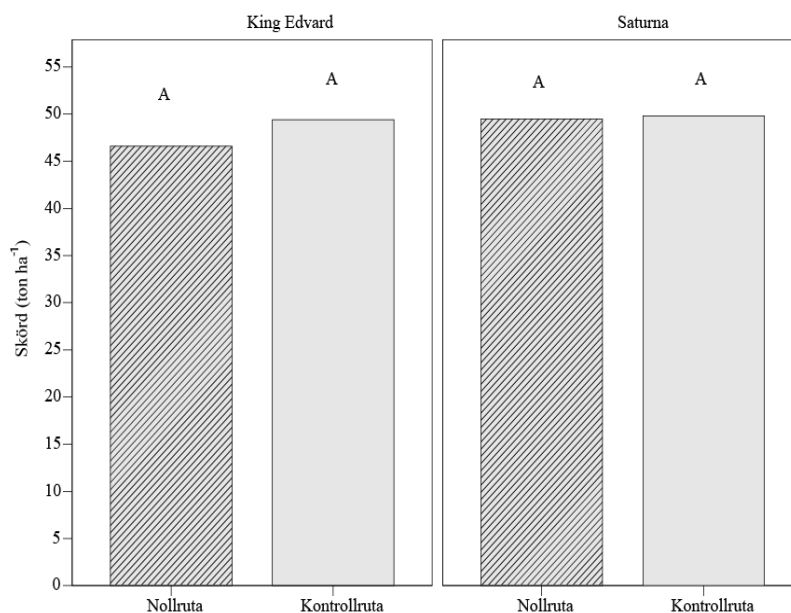
Resultat och Diskussion

En av frågeställningarna i detta försök var om vi med säkerhet kan sänka fosforrekommendationerna till våra odlare, och i så fall på vilka jordar kan detta vara aktuellt. Redan år 2008, dvs. året innan detta projekt startade sänkte jordbruksverket sina fosforrekommendationer till potatis. Året därpå kom ytterligare en sänkning. Ett av syftena med studien uppfylldes således redan efter ett års studier. Man kan säga att sänkningen var korrekt men resultaten från denna studie visar en något mer komplex bild av fosfors effekt på skörden i potatis.

Den andra frågeställningen som angavs i ansökan var om P-tillförsel på våra numera uppgödslade potatisfält har någon effekt på skörd och kvalitet? Dessa resultat presenteras nedan.

Effekt på skörd

Det fanns ingen signifikant skillnad i skörd mellan nollrutorna och kontrollrutorna i försöket. Ingen signifikans hittades heller om materialet delades upp på sort och år. Trots avsaknaden av signifikans var medelskörden i kontrollrutorna, d.v.s. de rutor som gödslats med fosfor ca 6 % högre för King Edward och



Figur 1 Fosforgödslingens effekt på skörd av King Edward och Saturna. Ett genomsnittligt radavstånd på 80 cm har använts för att konvertera skörd per radmeter till skörd per hektar. n=120.

ca 0,7 % högre för Saturna (figur 1). Det bör dock poängteras att, liksom förväntat, var variationen i datamaterialet något större än man normalt ser i ett fältförsök. Detta sannolikt beroende på att försöken låg spridda geografiskt, jordartsmässigt och till stor del sköttes av flera olika lantbrukare.

Effekt på kvalitet

Inga signifikanta skillnader fanns gällande de kvalitetsparametrar som undersöktes. Det var även små skillnader i medeltal (tabell 1).

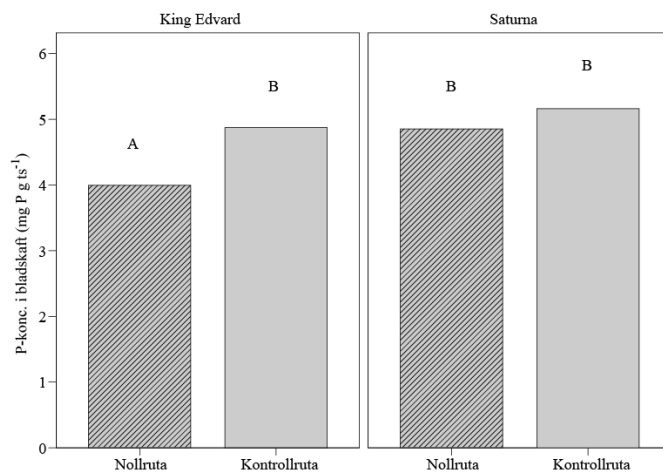
Tabell 1 Fosforgödslingens effekt på kvalitet i King Edward och Saturna. Medeltal av sorterna för kvalitetsparametrarna är presenterade. Kokegenskaperna gäller endast King Edward. n = 120. Inga skillnader i medeltal är signifikanta.

Kvalitetsparametrar	Behandling	
	Nollruta	Kontrollruta
Svagt blötkokande skalad (%)	5,5	4,3
Sönderfallande skalad (%)	1,7	2,9
Sönderfallande oskalad (%)	1,0	1,7
Blötkokande skalad (%)	17,8	19,6
Bismak (%)	11,1	9,3
Skalåterbildning (%)	4,1	6,3
Skalmissfärgning (%)	2,0	2,0
Grovskorv (%)	0,7	1,0
Lackskorv (%)	0,5	0,7
Pulverskorv (%)	2,8	2,1
Nätskorv (%)	0,3	0,3
Silverskorv (%)	0,9	0,8
Summa skorv	5,2	4,9
Brunröta (%)	0,27	0,28
Torra rötter (%)	3,24	2,50
Blötröta (%)	0,02	0,09
Bakterios (%)	0,03	0,06
Rost (%)	1,15	0,96
Kärlringsmissfärgning (%)	0,23	0,15
Inre missfärgning (%)	1,0	1,0
Larvskador (%)	1,4	1,2
Grönfärgning (%)	3,5	3,0
Sprickor (%)	2,6	2,5
Specifik vikt	1,090	1,091

I medeltal fanns inga signifikanta skillnader varken på skörd eller kvalitet. Dock tycks King Edward svara något mer på fosforgödsling än Saturna även om resultaten inte är signifikanta. Efterföljande del av resultatredovisningen kommer därför att försöka beskriva i vilka fall man kan förvänta sig en skördeeffekt av fosforgödsling och varför sorterna skiljer sig åt.

Fosforgödslingen effekt på P-koncentrationen i växten

Generellt sett hade plantorna i nollrutan signifikant ($P < 0,01$) lägre fosforkoncentration i blandskaftet jämfört med kontrollrutorna. Om materialet delades upp per sort var det endast koncentrationen i King Edward som skiljde sig signifikant mellan noll- och kontrollruta (figur 2). Värt att notera är att nollrutan i Saturna-fälten ligger högre än nollrutorna i King Edward-fälten. Detta beror sannolikt på att Saturna-fälten i genomsnitt hade ett högre fosforinnehåll i marken, P-AL runt 20, än



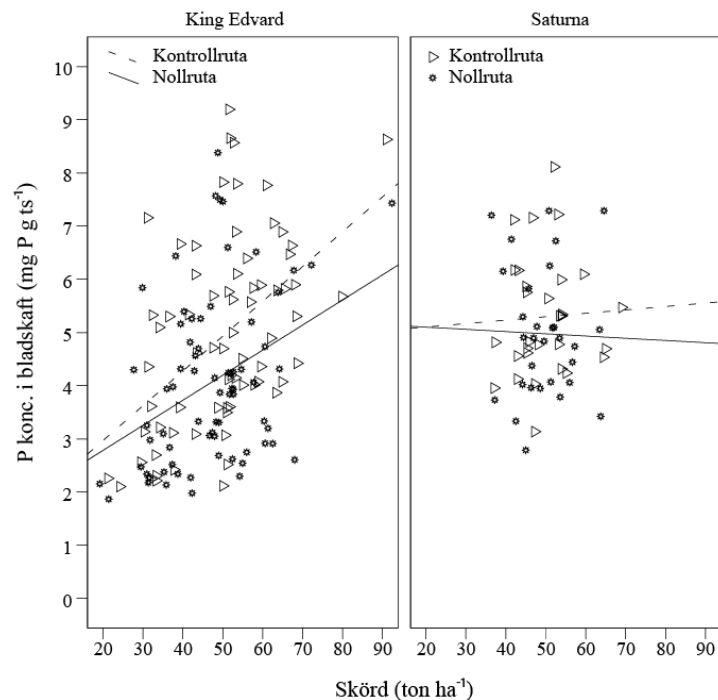
King Edward-fälten som hade ett snitt på P-AL runt 11. Även årsmånen påverkade fosforkoncentrationen i blandskaften. År 2009 och 2011 hade blandskaften i genomsnitt signifikant högre (23 till 24 %) P-koncentration jämfört med 2010. Detta kan troligtvis förklaras av den förhållandevis kalla försommaren vi hade 2010.

Figur 2 Fosforgödslingens effekt på P-koncentrationen i växten.

Som en kontroll på att gödslingen i nollrutan utförts på ett korrekt vis kontrollerades kaliumstatusen i plantan. Det fanns ingen signifikant skillnad avseende kalium mellan noll- och kontrollrutorna så man kan anta att gödslingen utförts enligt plan (data ej visat).

Korrelation mellan P-koncentration och skörd

En av anledningarna till varför King Edward och Saturna svarar olika på fosforgödsling tycks vara att sorterna har olika optimum för koncentrationen av fosfor i växten. I sorten King Edward fanns det en signifikant korrelation mellan P-koncentrationen i blandskaftet och skördenivån. Ingen sådant samband fanns i Saturna (Figur 4). Detta tyder på att Saturna har lägre koncentrationsoptimum än King eftersom skörden inte tycks påverkas av koncentrationsnivån. Det är alltså klart att fosforgödslingen i King Edward gett en högre P-koncentration och att koncentrationen är positivt korrelerad med knölskörden. För att ytterligare belysa P-koncentrationens inverkan på skörden jämfördes skördeeffekten mot skillnaden i P-



Figur 2 Korrelation mellan P-koncentration i blandskaft och skörd. Ett genomsnittligt radavstånd på 80 cm har använts för att konvertera skörd per radmeter till skörd per hektar.

koncentration mellan noll och kontrollrutorna. I ca 60 % av fälten hade koncentrationen i bladskافتen höjts med mindre än 1 mg P g ts⁻¹. Skörden på dessa fält var signifikant lägre jämfört med resterande fält där fosforgödslingen höjt koncentrationen med mer än 1 mg P g ts⁻¹ (data ej visat).

Jordens egenskaper och dess inverkan på skördenivå och skördeeffekt av fosfor

För att reda ut vilka jord-parametrar som är betydelsefulla för skördenivå och skörderespons av P-gödsling gjordes stegvis regression. Resultaten visar att den totala skördenivån i noll- och kontrollrutorna var starkast korrelerat med fosforkoncentrationen i bladskافتet därefter buffertkapaciteten i jorden. Viktigaste parametrarna som förklarade fosforkoncentrationen i bladskافتet var buffertkapaciteten därefter P-AL talet. Buffertkapaciteten som beräknas utifrån oxalat-extraktioner av järn (Fe-ox) och aluminium (Al-ox) styrdes i första hand av Fe-ox och därefter Al-ox.

Som nämnts ovan var det störst skördeeffekt i de fält där fosforkoncentrationen i bladskافتen höjts med mer än 1 mg P g ts⁻¹. De parametrar som signifikant bidrog till förklaringen av koncentrationshöjningen (skillnaden i P-koncentration mellan noll och kontrollruta) var i fallande ordning P-ox, mullhalt, Tillförd mängd P, pH och buffertkapacitet.

Koncentrationsökning av P = 0,142 – P-ox * 0,002 + mullhalt * 0,003 + tillfördmängd fosfor * 0,001 – pH * 0,037 – buffertkapaciteten * 0,002. (adj R² 33,6%). Denna formel var alltså den som bäst förklarar när fosforgödsling ger en effekt på P-koncentrationen i växten.

Buffertkapaciteten tillförde inte så mycket men var viktig på extremjordar (Buffertkapacitet >40) där i princip ingen höjning av P koncentrationen skedde oavsett vilken mängd fosfor som tillfördes.

Studerar man koncentrationshöjningen i King Edward separat så var buffertkapaciteten viktigast därefter P-AL talet, inga andra parametrar var korrelerade. För att sammanfatta lite så kan man säga att P-AL talet och buffertkapaciteten är viktiga för att förutspå den generella fosforkoncentrationen i växten, men för att förutspå hur en fosforgödsling påverkar koncentrationen krävs fler eller andra förklaringsfaktorer.

Utgår man från de markparametrar som man normalt sett har tillgång till är det endast P-AL och Fe-AL som signifikant bidrog till förklaringen av koncentrationshöjningen av P i bladskافتet. Båda parametrarna var negativt korrelerade och gav tillsammans en blygsam förklaringsgrad på 11,1 %. Mycket små effekter på P-koncentrationen kunde ses när Fe-AL talet översteg 50 eller när P-AL talet översteg 20. Då innehållet av järn (Fe-ox) i jorden till stor del styr buffertkapaciteten är det inte så förvånande att (Fe-AL) faller ut som en viktig parameter i detta fall.

Den enda parametern som var signifikant korrelerade med skörderesponsen, dvs. skillnaden mellan noll- och kontrollruta, (båda sorterna) var mängden silt som var svagt positivt korrelerad (adj R² 0,076). Studerar man skörderesponsen i King Edward, som var den sort som svarade mest, var det endast P-AL talet som var signifikant korrelerat (adj R² 0,072). Större effekter av P tillförsel kunde ses vid låga P-AL tal.

I en utvidgad tolkning av P-AL metoden för skördeanpassad fosforgödsling i Sverige drog man slutsatsen att markens pH värde samt mullhalt påverkade effekterna av fosforgödsling (förutom P-

AL). Bäst korrelation mellan P-AL och skördeutfall hade man då mullhalten var över 3 %, lerhalten under 15 % och med pH värden under 6,5 (19). Dessa resultat ligger till viss del i linje med resultaten i denna studie som också funnit att mullhalten och pH är viktigt för koncentrationshöjningen av P i växten. I denna studie uppfyllde endast en tredjedel av fälten kriterierna som nämns ovan.

I en australiensisk studie där man tittade på skördeeffekterna av fosfor i potatis på 33 fält drog man slutsatsen att jordanalyser kan användas för att förutsäga skördeeffekterna av fosfor. Men för att detta skall vara möjligt måste jordarna klassificeras och riktvärdena anpassas efter detta. Dessutom måste jordens buffertkapacitet tas i beaktande för att skördeeffekterna skall kunna förutspås (20). Även dessa resultat styrks med det som framkommit i denna studie.

Det är tydligt att man, om man fosforgödslar sin potatis efter dagens rekommendationssystem, löper stor risk att hamna på fel nivå. Denna studie visar att det finns en rad andra faktorer som också bör beaktas innan en rekommendation ges. Exakt hur rekommendationen skall se ut går inte att fastslå utifrån resultaten i denna studie utan kräver vidare studier. Det är således en hel del jobb kvar att göra innan vi kan ge P rekommendationer till potatis som man kan lita på fullt ut.

Sammanfattning

Skördeeffekterna av fosforgödslingen till potatis år 2009 till 2011 i Sverige var låga och inga negativa effekter av 0-fosforbehandlingen kunde mätas gällande kvalitet. King Edward svarade i medeltal mer än Saturna, dock ej signifikant.

Det är mycket svårt att förutspå en skördeeffekt med dagens analysmetoder. P-AL tal och silt-halt har dock viss betydelse.

Den totala skördenivån (i både noll- och kontrollruta) var i King Edward signifikant korrelerad med P-koncentrationen i bladskafte. Skillnad i P-koncentrationen i noll och kontrollruta förklarades av P-AL tal och buffertkapacitet.

Skördeeffekten av P-gödslingen var signifikant högre i de fält där man lyckats höja koncentrationen i bladskafte med 1 mg P g ts^{-1} eller mer. Det som avgör hur stor koncentrationshöjning man får är beroende på P-ox, mullhalt, tillförd mängd P, pH och buffertkapacitet. I King Edward var buffertkapaciteten och därefter P-AL talet avgörande för om koncentrationen höjdes eller inte.

Konkreta råd

Få Saturnafält behöver gödslas med P i form av handelsgödsel så länge P-AL talen är så höga som idag. Skall man få en skörderespons till följd av P-gödsling behöver P-koncentrationen höjas med ca 1 mg P g ts^{-1} . Detta är svårt att uppnå om P-AL/ (>20), mullhalten är hög (över 10 %) P tillförseln är låg (under 30 kg P/ha) eller om buffertkapaciteten är över 40.

Utifrån de parametrar som man i dagsläget har tillgängliga kan man ge följande rekommendationer. Har man höga Fe-AL tal (över 50) och höga P-AL tal eller hög mullhalt kan det krävas mycket stora mängder fosfor för att uppnå en koncentrationshöjning. Bladgödsling kan vara värt att prova i dessa fall men grödan skall då vara välvattnad (18).

Analysera buffertkapaciteten på jorden, den kan i vissa fall ge ett bättre underlag för hur man skall gödsla.

Resultatförmedling

Omnämnt i NilehnTeknik: <http://www.nilehnteknik.se/?p=16865>

Artikel i Viola: Viola 20:43, 2009

Artikel i Greppa näringen:

<http://www.greppa.nu/omgreppa/omwebbplatsen/artikelarkiv/aldreartiklar/nyhetsarkiv/fosfor2006/kanfosforgodslingipotatisslopasvidhogapaltal.5.424d259d121427244098000835.html>

Presentation 2013: <http://www.greppa.nu/5.53b6e8e714255ed1fcc79cc.html>

En vetenskaplig artikel kommer att finnas (manus) i Joakim Ekelövs doktorsavhandling 2014.

Dessutom har resultat från projektet muntligen presenterats vid minst tre tillfällen.

Referenser

1. Brandt M. H., Ejhed, L. Rapp, 2008. Näringsbelastning på Östersjön och Västerhavet 2006. Naturvårdsverket. Rapport 5815. 95 s.
2. Ekelöf J, 2007. Potato yield and tuber set as affected by phosphorus fertilization. Master project in the Horticultural Science Program, Alnarp Sweden. 2007:2 38p.
3. Kynkäänniemi P., K. Kyllar, 2007. Växtnäringsförluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2006/2007. Avdelning för vattenvårdslära. Ekohydrologi 101. 36 s.
4. Lars B., F. Djodjic, H. Kirchmann, I. Nilsson, B. Ulén. 2007. Phosphorus from Farmland to Water. Swedish University of Agricultural Sciences. Report Food 21 no. 4/2007.
5. Gustavsson K., M. Söderström, 2006. Fosfortillståndet i sydsvenska jordar. Rapport från växtodlings och växtskydds dagar i växsjö. Medelande från södra jordbruksförsöksdistriktet. No. 59.
6. Bertilsson, G., H. Rosenqvist, and L. Mattsson. 2005. Fosforgödning och odlingsekonomi med perspektiv på miljömål. Naturvårdsverket, Rapport, 2005. 5518: p. 60.
7. Rengel, Z. and P. Marschner, 2005. Nutrient availability and management in the rhizosphere: exploiting genotypic differences. *New Phytologist*,. 168(2): p. 305-312.
8. Sims J. T., A., N. Sharpley, 2005. Phosphorus: Agriculture and the environment. American Society of Agronomy, Inc, Wisconsin USA. 1121p.
9. Börling K., 2003. Phosphorus Sorption, Accumulation and Leaching. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*. SLU, Agraria 428.
10. Magnusson, M., Mikronäringsämnen och pH, in *Ekologisk produktion av grönsaker*. 2003, Jordbruksverket: Umeå.

Slutrapport SLF projekt H0842029 och H1042146

11. Dampney P., P. Johnson, G. Goodlass, C. Dayer, 2002. Review of the response of potatoes to phosphate. [online] cited August 10th 2007, revised 2002. <URL Available at the internet:<http://www.google.se/search?hl=sv&q=Defra+project+pe0108&btnG=S%C3%B6k&meta=>>>
12. Allison J. H., J. H. Flower, E. J. Allen, 2001. Effects of soil- and foliar- applied phosphorus fertilizers on the potato (*Solanum tuberosum*) crop. *J agri sci.* 137:379-395.
13. Mattsson L., T. Börjesson, K. Ivarsson, K. Gustavsson, 2001. Utvidgad tolkning av P-AL för mark- och skördeanpassad fosforgödsling. Institutionen för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära. Rapport 202. 28 s.
14. Tunney H., O. T. Carton, 1997. Phosphorus loss from soil to water. CAB INTERNATIONAL. New York. 467p.
15. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. ed. 2..
16. Grewal J. S., S. P. Trehan, 1993. Phosphorus and potassium nutrition of potato. (in) *Advances in horticulture*, Vol. 7. pp 261-298.
17. Harris P.M. 1992. *The Potato Crop: The scientific basis for improvement*. Second edition. Chapman & Hall, London. 909pp.
18. Ekelöf, J., Asp, H. & Jensen, E. 2012. Potato yield response to foliar application of phosphorus as affected by soil moisture and available soil phosphorus. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science* 62:637-643 .
19. Mattsson, L., et al., 2001. Utvidgad tolkning av P-AL för mark-och skördeanpassad fosforgödsling. 20. Maier, N., et al., 1989. Effect of phosphorus fertilizer on the yield of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) and the prediction of tuber yield response by soil analysis. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 29(3): p. 419-431.
20. Syers J. K., A. E. Johnston, D. Curtin. 2008. Efficiency of soil and fertilizer phosphorus, reconciling changing concept of soil phosphorus behavior with agronomic information. Food and agriculture organization of the united nations, Rome 2008. 108s.