

Potatissorter skiljer sig i fosforeffektivitet

SIRI CASPERSEN, JOAKIM EKELÖF, INSTITUTIONEN FÖR BIOSYSTEM & TEKNOLOGI, SLU
 ULRICA CARLSON-NILSSON, INSTITUTIONEN FÖR VÄXTFÖRÄDLING, SLU

Potatis anses ha ett stort behov av fosfor och rekommenderade fosforgödselmängder är relativt höga jämfört med många andra grödor. Eftersom potatis ofta odlas på lätta jordar i kombination med bevattning finns risk för förluster av fosfor. Både för odlarens ekonomi och för miljön är det därför angeläget att öka precisionen i fosforgödslingen. Under 2011 och 2012 har vi undersökt hur några olika potatissorter responderar på fosforgödsling. Båda åren svarade sorterna positivt på fosfortillförsel. Sena sorter hade emellertid ett mer effektivt fosforutnyttjande än tidiga sorter.

Bakgrund

Fosfor är en begränsad resurs och huvuddelen av de kända förekomsterna av råfosfat är koncentrerade till ett fåtal länder. Under senare år har priset på fosforgödselmedel ökat kraftigt. Förluster av fosfor från åkermark bidrar dessutom till eutrofiering och algblooming i sjöar och vattendrag samt i kustnära områden (Bergström m.fl. 2007). Fosfor har visat sig vara en huvudorsak till problemen med algblooming och bottendöd i Östersjön.

För att minska vårt beroende av inköpt fosfor och för att hushålla med en resurs som dels behövs av kommande generationer, dels har en stor miljöpåverkan, är det viktigt att vi använder fosfor så effektivt som möjligt. Det kan vi dels göra genom att återföra fosfor från livsmedelsproduktionen till jordbruket, dels genom att inte tillföra mer fosforgödselmedel än det som grödan verkligen behöver.

Potatis odlas gärna på lätta jordar med bevattning och höga nivåer av fosforgödselmedel, ofta i kombination med att marken redan har en hög fosforklass. Vid intensiv odling av både potatis och fri-



landsgrönsaker finns risk för höga halter av tillgänglig fosfor i jorden och därmed en ökad fara för förluster av löst, reaktiv fosfor (Bechmann m. fl. 2008, Ulén m. fl. 2012). Även återkommande användning av stallgödsel kan bidra till förhöjda P-AL halter i jorden och till ökad risk för förluster av fosfor (Bechmann m.fl. 2008, Ulén m.fl. 2012).

En anledning till att rekommenderade fosformängder för potatis är högre jämfört med många andra grödor är att potatisplantan anses ha en låg fosforeffektivitet. Begreppet fosforeffektivitet används på olika sätt, men kan förstås som en växts förmåga att växa och ge en bra skörd i jordar med låga halter av tillgänglig fosfor. En hög fosforeffektivitet kan innebära att växten har ett lågt behov av fosfor för

optimal tillväxt och skörd, och/eller att växtens förmåga att ta upp fosfor är hög.

Växternas rötter har olika anpassningar för att öka upptagningen av fosfor. Ett stort och finförgrenat rotsystem med mycket rothår ökar växtens kapacitet att utnyttja tillgängligt fosfor i marken. Rötter kan även utsöndra vätejoner, enzymer eller organiska syror som kan öka tillgången på fosfatjoner. De flesta jordbruks- och trädgårdsväxter kan dessutom bilda symbios med arbuskulära mykorrhizasvampar som kan ta upp fosfor genom sitt finförgrenade nätverk av svamptrådar (*hyfer*) och transportera det till värdväxten.

För potatis finns det indikationer på att både rotens upptagningseffektivitet och växtens förmåga att utnyttja upptaget



Potatisupptagning i Tosteberga

fosfor har betydelse för skillnader i fosforeffektivitet mellan olika sorter. Trehan och Sharma (2002) jämförde sju potatissorter och drog slutsatsen att det var den sorten som hade den högsta upptagnings-effektiviteten som var mest fosforeffektiv. Balemi och Schenk (2009) rapporterade att två fosforeffektiva sorter hade en högre relativ tillväxthastighet och en större skottbiomassa jämfört med två mindre effektiva sorter. Även här var emellertid rotens förmåga att ta upp fosfor en viktig bidragande faktor för en hög fosforeffektivitet.

Mer information om vilka egenskaper som bidrar till hög fosforeffektivitet hos potatis är av stor vikt för att mer effektiva sorter skall kunna tas fram genom växtförädling. Med en ökad kunskap om befintliga sorters fosforeffektivitet kan gödningen dessutom anpassas bättre efter



Storleksortering av potatis i Tosteberga

den enskilda sortens behov och upptagningsförmåga. Man kan även välja effektiva sorter för odling i känsliga områden där risken för förluster av fosfor är hög.

Under 2011 och 2012 jämförde vi responsen på fosforgödning för sex potatissorter i två fältförsök. Syftet med projektet var att bidra till en ökad precision i fosforgödningen till potatis och därmed till ett högre utnyttjande av fosfor. Bättre anpassade gödselgivor kan bidra till besparingar både för miljön och för odlarens ekonomi.

Försöksupplägg

Fältförsök med sex potatissorter, tre fosfornivåer och fyra block utfördes under 2011 och 2012. Försöken placerades på jordar med låg fosforklass för att vi skulle kunna bestämma eventuella skillnader i sorternas respons på fosforgödning samt få möjlighet att studera sorternas förmåga att ta upp fosfor vid en låg tillgång på ämnet. De sorter som testades var Solist (tidig), Fontane, King Edward, Saturna (intermediära), Quadriga och Kuras (sena). Försöken utfördes i Tosteberga, Fjälkinge (2011) och i Olseröd, Degeberga (2012), båda i Kristianstad kommun. Försöksutförare var Hushållningssällskapet i Kristianstad.

Jordprov togs från alla försöksrutor innan gödning. I försöksfältet i Tosteberga var jorden en svagt lerig sand med P-AL mellan 2,4 och 12 mg/100 g jord (P-AL klass II-IVa) medan pH varierade mellan 6,2 och 7,6. I Olseröd var jorden en lerig mo med ett högt innehåll av organiskt material. Här var P-AL 2,5-5,3 mg/100 g jord (P-AL klass II-III) medan pH låg i området 5,6-6,2. Försöken gödslades med 350 kg NK 11-0-25, 210 kg Unika Kali, 300 kg Suprasalpeter och 240 kg Kalimagnesia per hektar. Fosfor tillfördes i mängderna 0, 30 eller 60 kg P per hektar i form av P20.

Knölnarna sattes runt 1 maj med sätavstånd 35 cm och radavstånd 75 cm. Uppkomstdatum var kring 1 juni. Växtskydd och bevattning utfördes i samband med skötseln av omgivande fält där det odlades kommersiella potatisgrödor. Vid 25-30 dagar efter uppkomst skördades

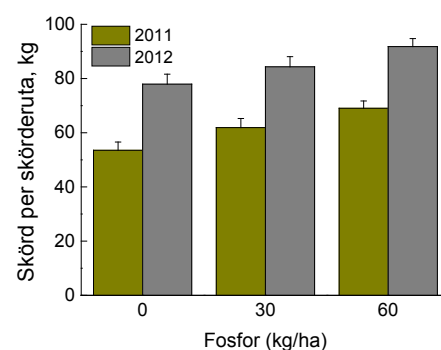
sex plantor per försöksruta för analys av fosforinnehåll. Direkt innan blasthuggning skördades ytterligare sex plantor per försöksruta. Blasthuggningen utfördes separat för varje sort efter bedömning av mognaden genom mätning av specifik vikt. Alla rutor skördades samtidigt kring 20 september för bestämning av knölskörden.

Knölnarna från provtagningen innan blastkrossning delades i två halvor från naveländan till kronändan och den ena halvan användes för vidare analys. Alla prov torkades vid 70 °C och fosforinnehållet bestämdes med hjälp av ICP-AES. Fosforeffektiviteten beräknades som kg skörd per kg tillförd fosfor per hektar.

Resultat och diskussion

Skörd

Under både 2011 och 2012 gav fosforgödningen en signifikant ökad skörd beräknad som ett medelvärde för alla sex sorter (Figur 1). Generellt motsvarade knölskörden i försöket i Tosteberga 70-75% av skörden i Olserödförsöket. En bidragande orsak till skillnaden mellan försöksfälten kan vara att jorden i Olseröd dels innehåller mycket mer organiskt material och dels låg lite lägre i pH, något som skulle kunna ha bidragit till en högre växttillgänglighet av fosfor.



Figur 1. Knölskörden (kg per skörderuta) som respons på fosforgödningen i försöken i Tosteberga 2011 och Olseröd 2012. Medelvärde av sex sorter (n=24).

Tabell 1. Skörden vid 0 och 30 kg P/ha som procent av skörden vid 60 kg P/ha (n=4).

Sort	2011			2012		
	0 kg P/ha	30 kg P/ha	60 kg P/ha	0 kg P/ha	30 kg P/ha	60 kg P/ha
Solist	67	83	100	84	87	100
Fontane	75	91	100	75	84	100
Kuras	83	87	100	93	100	100

I Olseröd svarade knölskörden olika på fosforgödslingen för olika sorter. För båda åren fanns en tendens till lägre respons på fosforgödsling för sena jämfört med tidiga sorter (Tabell 1). Den sena sorten Kuras gav generellt en högre skörd vid de lägre fosforgivorna jämfört med Solist och Fontane (Tabell 1). En starkare respons på fosforgödsling för tidiga jämfört med sena sorter har även observerats i andra studier (Jenkins & Ali 1999).

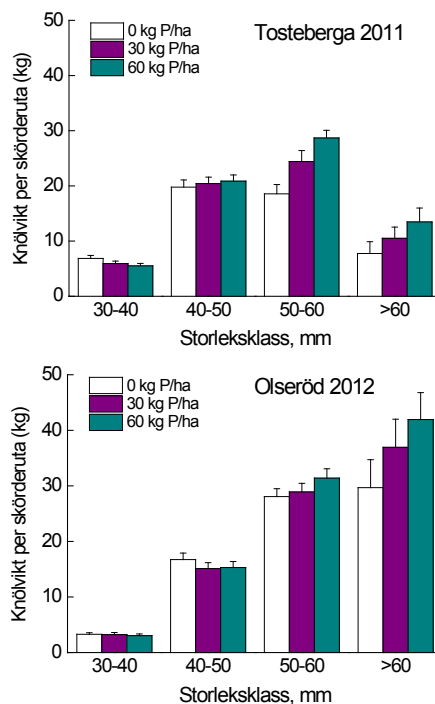
I Tosteberga var variationen i jordens innehåll av lättlöslig fosfor mycket stor mellan olika delar av fältet. Skörden visade ett signifikant samband med jordens fosforhalt bestämd med både AL-metoden och Olsen-metoden ($r=0,5$; $p<0,001$).

Knölarnas storleksfördelning

Generellt ökade fosforgödslingen skörden av knölar som var större än 50-60 mm (Figur 2). Antalet knölar påverkades emellertid inte signifikant av fosforgivnan. Detta resultat skiljer sig från Rosen & Bierman (2008) som fann att fosforgödsling ökade både knölskörden och antalet knölar per planta. I deras försök ökade även skörden av små knölar (< 85 g) medan skörden av stora knölar sjönk vid tillsats av fosfor.

Rosen & Bierman (2008) konkluderade med att fosfor troligen spelar en roll för knölsättningen, men att effekten av fosforgödslingen även beror på samspelet med andra faktorer som påverkar knölsättningen. De föreslog att den observerade reduktionen i knölstorlek med ökande fosforgödsling kunde bero på att en större andel fotosyntesprodukter hamnade i växtens vegetativa delar efterhand som bladens fosforhalt ökade.

I Rosen & Biermans försök var jordens fosforhalt mycket högre jämfört med våra försök, något som kan ha haft betydelse för skillnaden i resultat. Högre skörd av stora knölar i 2012 jämfört med 2011 i



Figur 2. Fosforgödslingens inverkan på knölarnas storleksfördelning i 2011 och 2012. Medelvärde av sex sorter (n=24).

vår undersökning kan sannolikt förklaras av en högre tillgänglighet av fosfor i jorden i försöksfältet i Olseröd.

Fosforinnehåll och fosforeffektivitet

Koncentrationen av fosfor i knölar 25-30 dagar efter uppkomst skilde sig mellan sorterna. Solist hade den lägsta fosforkoncentrationen både 2011 och 2012 med 0,16 respektive 0,21% av knölarnas torrs substans (TS). King Edward hade den högsta fosforkoncentrationen i knölar 2011 (0,21% av TS) medan Saturna hade den högsta koncentrationen 2012 (0,30% av TS). Normala koncentrationer av fosfor i mogna knölar ligger mellan 0,16 och 0,34% av torrs substansen (Brown m.fl. 2013). Ekelöf m.fl. (2012) rapporterade koncentrationer mellan 0,09 och 0,23% av TS för sorten Ditta efter 10 veckor i ett

klimatkammarförsök.

Fosforeffektiviteten, beräknad som kg knölotorrsvikt vid skörd per kg tillförd fosfor, skilde sig mellan olika sorter. I Olseröd varierade fosforeffektiviteten vid tillförsel av 30 kg P/ha från cirka 200 kg TS per kg tillförd fosfor för Fontane och Solist, till kring 500 kg TS per kg tillförd fosfor för Kuras.

En viktig faktor för knölskördens storlek är hur lång period efter knölinitieringen som bladen håller sig gröna (Dyson & Watson 1971). Den längre knölfyllningsperioden för de sena sorterna kan vara en förklaring till att de dels producerade mer torrs substans per kg tillförd fosfor, dels uppnådde en större andel av maximal skörd när ingen eller halva mängden fosfor tillfördes (Tabell 1). De senare sorterna kan även ha haft en större möjlighet att utnyttja markens ursprungliga innehåll av fosfor eftersom de hade en längre tillväxtperiod jämfört med tidigare sorter.

Tidiga sorter verkar alltså ha ett större behov för fosforgödsling för att producera optimal skörd, samtidigt som de har en kortare tid på sig för att ta upp det fosfor som tillförs. Odlingen av tidiga sorter med kort tillväxtperiod förekommer ofta i kustnära områden där våren är tidig men risken hög för att eventuella fosforförluster när känsliga havsområden. I en treårig studie på Lilla Böslid i Halland var fosforförlusterna större efter tidiga sorter följt av mellangrödor än efter stärkelsepotatis (Neumann m.fl. 2012).

Vid den högsta fosfornivån (60 kg/ha), var fosforeffektiviteten i Olseröd endast 50-60% av fosforeffektiviteten vid 30 kg P/ha. Att fosforeffektiviteten sjunker med ökande tillförsel av fosfor har även observerats i andra försök (t.ex. Balemi & Schenk 2009, Ekelöf m.fl. 2012).

Våra resultat visar att olika potatissorter skiljer sig både i respons på fosforgödsling och i fosforeffektivitet. För att optimera utnyttjande av fosforgödselmedel är det därför viktigt att anpassa fosfortillförseln efter den aktuella sortens behov, både med avseende på önskad skörd och kvalitet och med hänsyn till lokala odlingsförhållanden.

Slutsatser

- Generellt var det skörden av stora knölar (>50 mm) som ökade med fosforgivan.
- Tidiga sorter tenderade att svara starkare på fosforgödsling än sena sorter.
- Fosforeffektiviteten var högre för sena jämfört med tidiga sorter.
- Resultaten visar att det är viktigt att anpassa fosforgödslingen efter sort.

Litteratur

- Balemi T, Schenk MK 2009 Genotypic variation of potato for phosphorus efficiency and quantification of phosphorus uptake with respect to root characteristics. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172: 669-677.
- Bechmann M, Delstra J, Stålnacke P, Eggstad HO, Øygarden L, Pengerud A 2008 Monitoring catchment scale agricultural pollution in Norway: Policy instruments, implementation of mitigation methods and trends in nutrients and sediment losses. *Environmental Science and Policy*, 11: 102-114.
- Bergström L, Djodjic F, Kirchmann H, Nilsson I, Ulén B 2007 Phosphorus from agricultural soils to water – the state, flows and countermeasurements in a nordic perspective. Report MAT 21 no. 2/2007.
- Brown CR, Haynes KG, Moore M, Pavek MJ, Hane DC, Love SL, Novy RG 2013 Stability and broad-sense heritability of mineral content in potato: Potassium and phosphorus. *American Journal of Potato Research*, DOI 10.1007/s12230-013-9323-2.
- Dyson PW, Watson DJ 1971 An analysis of the effects of nutrient supply on the growth of potato crops. *Annals of Applied Biology*, 69: 47-63.
- Ekelöf JE, Asp H, Jensen ES 2012 Potato yield response to foliar application of phosphorus as affected by soil moisture and available soil phosphorus. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 62: 637-643.
- Jenkins PD, Ali H 1999 Growth of potato cultivars in response to application of phosphate fertilizer. *Annals of Applied Biology* 135, 431-438.
- Neumann A, Torstensson G, Aronsson H 2012 Nitrogen and phosphorus leaching losses from potatoes with different harvest times and following crops. *Field Crops Research* 113, 130-138.
- Rosen CJ, Bierman PM 2008 Potato yield and tuber set as affected by phosphorus fertilization. *American Journal of potato research* 85, 110-120.
- Trehan P, Sharma RC 2002 External phosphorus requirements of different potato (*Solanum tuberosum*) cultivars resulting from different internal requirements and uptake efficiencies. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 73: 54-56.
- Ulén B, von Brömssen C, Johansson G, Torstensson G, Forsberg LS 2012 Trends in nutrient concentrations in drainage water from single fields under ordinary cultivation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 151, 61-69.