

# Slutrapport H1042050

## Kalciumstrategier för höjd kvalitet i svensk matpotatis

*Helene Larsson Jönsson & Håkan Asp, Biosystem och teknologi, SLU*

### Bakgrund

Vid kalciumbrist i potatis kan det uppstå inre defekter såsom rostfläckighet och ihåligheter i knölarna (Olsen *et al.*, 1996; Palta, 1996; Mattsson, 2008). Kalcium kan även påverka skalkkvalitet genom att öka stabiliteten i cellmembran och cellväggar (Karlsson & Palta, 2003) och denna ökade stabilitet tros även påverka känsligheten för mekaniska skador såsom stötblått. Det finns även undersökningar som visat på ökad knölsättning och ökad andel stora knölar med kalciumgödning (Ozgen & Palta, 2004).

Potatisplantan tar upp kalcium via rötterna som sedan distribueras till resten av plantan via vattenströmmen i xylemet (White, 2001; White & Broadley, 2003). Detta medför att växtdelar med en hög transpirationshastighet såsom blad och ovanjordiska stjälkar ofta ackumulerar stora mängder kalcium (Clarkson, 1984). Potatisknölar innehåller däremot två till fyra gånger mindre kalcium än blad och ovanjordiska stjälkar men skillnaden kan i ibland vara upp till 1000 gånger (Busse & Palta, 2006; Gunter & Palta, 2008). Anledningen till att knölar innehåller lite kalcium är att de oftast omges av fuktig jord och har låg transpiration. Busse och Palta (2006) har lyckats visa att det endast är rötter på stoloner och knölar som kan ta upp och transportera Ca till knölen. Det innebär att även om det finns kalcium tillgängligt vid huvudrotsystemet kan detta inte transporteras till knölarna utan detta kalcium transporteras till bladen (Busse & Palta, 2006; Kratzke & Palta, 1985; 1986).

Det finns ett flertal studier som visar att man kan minska risken för knöldefekter om kalcium tillförs under knöltillväxten (Gunter & Palta, 2008; Karlsson *et al.*, 2006; Kleinhenz *et al.*, 1999; Ozgen *et al.*, 2006; Palta, 1996). De kalciumgödselmedel som har testats är lättlösligt kalciumnitrat och kalciumklorid samt svårlösligt kalciumsulfat (gips). Kalciumsulfat är relativt svårlösligt i marken och utgör tillsammans med olika sorters kalk en mer långsiktig strategi för att höja Ca-halten i marken, men det finns ingen självklar koppling mellan Ca-AL och kalciuminnehållet i knölarna (Mattsson 2008).

Om det finns kadmium i marken så är det möjligt att en hög kalciumgiva kan leda till en ökad tillgänglighet av kadmium på grund av att kalcium- och kadmiumjonerna byter plats på kolloiderna. I ett tidigare projekt med matpotatis (SLF-slutrapport 2009; Larsson Jönsson & Asp, 2010) såg man att just kalksalpeter, som innehåller Ca, gav högre Cd-halter i knölen, vid jämförelse med NPK. Det konstaterades att det inte var en pH-effekt utan snarare skulle kunna bero på ökad Ca-gödning. Även i kalkningsförsök (Grant *et al.*, 1999; Maier *et al.*, 1997) har man fått högre Cd-halter i potatis efter kalkning, vilket var oväntat eftersom Cd-tillgängligheten i marken som regel minskar då markens pH ökar.

Syftet med studien var att undersöka om det är möjligt att öka kalciumhalten i potatisknölen, så att rostfläckighet, ihåligheter och mekaniska skador kan minimeras utan att kadmiumhalten höjs i knölen. För att undersöka detta har olika spridningstekniker samt kalciumgödselmedel med olika löslighet jämförts.

## **Material och metoder**

### *Fältförsök 2011*

Två typer av försök har utförts under året. Båda försöken var randomiserade blockförsök med fyra block. I ett försök i Särdaal i Halland (mmh lSa, Ca-AL 100) bredspriddes respektive radmyllades kalksalpeter eller kalciumsulfat (gips). Dessa behandlingar utfördes vid olika Ca-givor; 0, 60 och 100 kg ha<sup>-1</sup>. Sorten var King Edward, som sattes 2011 05 14 och den totala NPK-givan var 125, 20 respektive 180 kg ha<sup>-1</sup>. Fältet där försöket låg hade kalkats hösten 2008 med 3,5 ton sockerbrukskalk/ha. Försöket övergödslades med N27 och kalimagnesia 4 veckor efter uppkomst. Svamp-, insekts- och ogräsbekämpning sköttes av lantbrukaren enligt praxis. Lantbrukaren sprutade med Mantrac två ggr samt Bortrac en gång. Blastdödning gjordes med Reglone en månad före slutskörd. Skörden sorterades i följande fraktioner; < 42 mm, 42-55 mm, 55-65 mm and > 65 mm. Tjugo knölar per ruta sparades för analys av växtnäring. Resten av skörden lagrades för att under våren graderas med avseende på rost, ihåligheter och stötblått. För att inducera stötblått kördes knölarerna i cementblandare när de var kalla och sedan lagrades de vid 15 °C i två veckor innan graderingen utfördes.

I det andra försöket, beläget i Hammarlunda i Skåne (mmh lSa, Ca-AL 160), jämförde vi effekten av olika mängder Ca (0, 50, 100, 150, 200 kg ha<sup>-1</sup>) vid olika appliceringstidpunkter och olika antal appliceringstillfällen (1-3). I detta försök användes kalksalpeter som kalciumkälla. Även här odlades King Edward, sättdatum 2011 05 01. Den totala PK-givan var 20 respektive 180, medan N-givan var 125 kg ha<sup>-1</sup> i alla led utom i 150 respektive 200 kg Ca leden som fick mer kväve pga tillförsel av kalcium som kalciumnitrat. Fältet där försöket låg hade kalkats hösten 2009 med 7 ton sockerbrukskalk/ha. Svamp-, insekts- och ogräsbekämpning sköttes av lantbrukaren enligt praxis. Grödan sprutades med Mantrac tre gånger och Bortrac en gång. Vi har i samband med gödslingstillfällena tagit jordprov i alla rutor för att se att inte gödningen gav stora skillnader i pH och ledningstal mellan behandlingarna. Vi har även plockat bladskaff och analyserat växtnäringssinnehåll i dessa. Blastdödning gjordes med Reglone en månad före slutskörd.

### *Fältförsök 2012-13*

Under denna period utfördes fyra nästan likadana försök (ett led skiljer sig), varav två försök i Borgeby samt två försök i Gärd's Köpinge (Tabell 1). Försöken var randomiserade blockförsök med fem block. I försöken undersöktes effekten av att tillföra 200 kg Ca vid olika tidpunkter och i form av olika gödselmedel (Tabell 2). I försöken 2012 radmyllades grundgivan vid sättnings, men år 2013 bredspriddes istället grundgivan och bearbetades in i jorden. Radmyllningen frångicks då det i Gärd's Köpinge 2012 blev problem med kvickrot

som fastnade och orsakade utmatningsproblem vid radmyllningsaggregatet. Även i dessa försök odlades sorten King Edward. Den totala PK-givan var 20 respektive 180, medan N-givan varierar mellan behandlingarna beroende av mängden tillsatt kalksalpeter. Svamp-, insekts- och ogräsbekämpning samt bor- och mangangödsling sköttes av lantbrukaren enligt praxis. I samband med gödslingstillfällena togs jordprov i alla rutor för att se att inte gödslingen gav stora skillnader i pH och ledningstal mellan behandlingarna. Blastdödning gjordes med Reglone en månad före slutskörd.

Tabell 1. Försöksplatsdata, 2011-13. Ca-, P-, K- & Mg-AL anges i mg per 100 g lufttorkad jord, medan B anges i mg per kg lufttorkad jord.

	2011		2012		2013	
	<i>Hammarlunda</i>	<i>Särdal</i>	<i>Borgeby</i>	<i>Gärds Köpinge</i>	<i>Borgeby</i>	<i>Gärds Köpinge</i>
Sättdatum	110501	110514	120430	120422	130428	130501
Ca-AL	160	100	230	170	270	300
P-AL	9,3	14	15	21	23	32
K-AL	5,9	8,4	5,0	12	9,0	14
Mg-AL	7,3	7,6	6,2	7,6	9,0	12
Bor	0,71	0,20	0,71	0,25	0,91	1,2
pH	6,5	6,3	7,5	7,7	7,2	7,2
Jordart	mmh lSa	mmh lSa	mmh lSa	mf sv lSa	mmh lSa	mmh lSa

Tabell 2. Försöksplan 2012-13. Kalksalpeter, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, användes då inget nämns i tabellen.

Behandling	Vid sättnings kg ha <sup>-1</sup>	2 veckor e.u. kg ha <sup>-1</sup>	5 veckor e.u. kg ha <sup>-1</sup>	8 veckor e.u. kg ha <sup>-1</sup>	Tot. N-giva. kg ha <sup>-1</sup>
0 kg Ca		0	0	0	166
200 kg Ca		100	50	50	207
200 kg Ca		100	50	50 (CaCl <sub>2</sub> )	166
200 kg Ca		100	100		207
200 kg Ca			100	100	207
200 kg Ca		100		100	207
200 kg Ca		100		100 (CaCl <sub>2</sub> )	125
400 kg Ca (2012)		400 (CaSO <sub>4</sub> )			166
200 kg Ca (2013)	100		100		207

Vid skörd mättes avkastning samt storleksfördelningen enligt < 42 mm, 42-55 mm, 55-65 mm samt > 65 mm, samt specifik vikt. Knölar från fraktion 42-65 mm togs ut till näringsanalys. Gradering av rostförekomst samt stötblått utfördes också på denna fraktion efter lagring. Inducering av stötblått gjordes genom att behandla potatisen i en cementblandare varefter de lagrades vid 15°C i två veckor.

#### *Klimatkammarförsök*

King Edward odlades i stora spannar innehållande 13 kg jord från Borgeby. Potatisen odlades under kontrollerade förhållanden i klimatkammare; 400 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>PAR, dag/natt temperatur 20/18°C samt 70 % luftfuktighet. Kalcium tillfördes som kalciumklorid och mängden motsvarade 50, 150 respektive 300 kg Ca ha<sup>-1</sup>. Försöket bestod av fyra upprepningar per behandling. Kalciumklorid tillfördes antingen en vecka efter uppkomst eller vid knölsättning

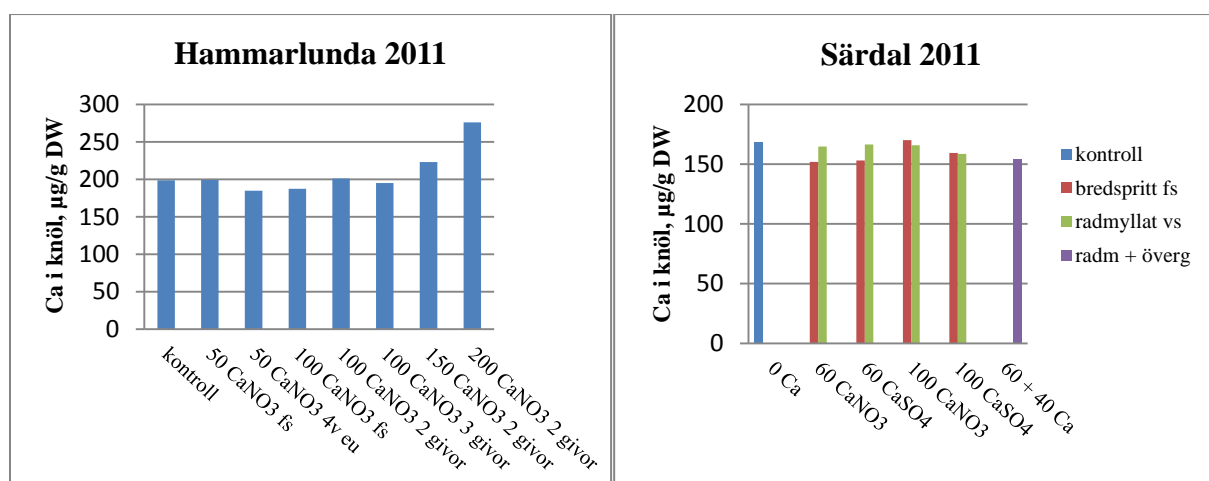
(fem veckor efter uppkomst) genom att vattnas ut. Vid sättnings gödslades jorden med NPK 11-5-18 motsvarande  $125 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Spannarna vattnades efter vikt, som justerades allt eftersom biomassan tilltog. Försöket skördades tre månader efter sättnings. Både blast och knöl vägdes, torkades i  $70^\circ\text{C}$  samt maldes inför växtnärsanalys.

### Analyser

Från fältförsöket tvättades 20 knölar per försöksruta. Dessa knölar skalades samt delades på längden, varefter en fjärdedel per knöl hackades och torkades i  $70^\circ\text{C}$  i 2 dygn. Sedan maldes proverna och  $0,5 \text{ g}$  våtförbrändes i  $\text{HNO}_3$  (65 %) i mikrovågsugn varefter proverna analyserades på ICP (ICP-MS; Cd, B, ICP-OES; Ca, K, Mg, Mn, P och S). Jordens pH och konduktivitetsförmåga mättes i destillerat vatten (jord:vatten, 1:5; ISO 10390:2005 IDT).

### Resultat

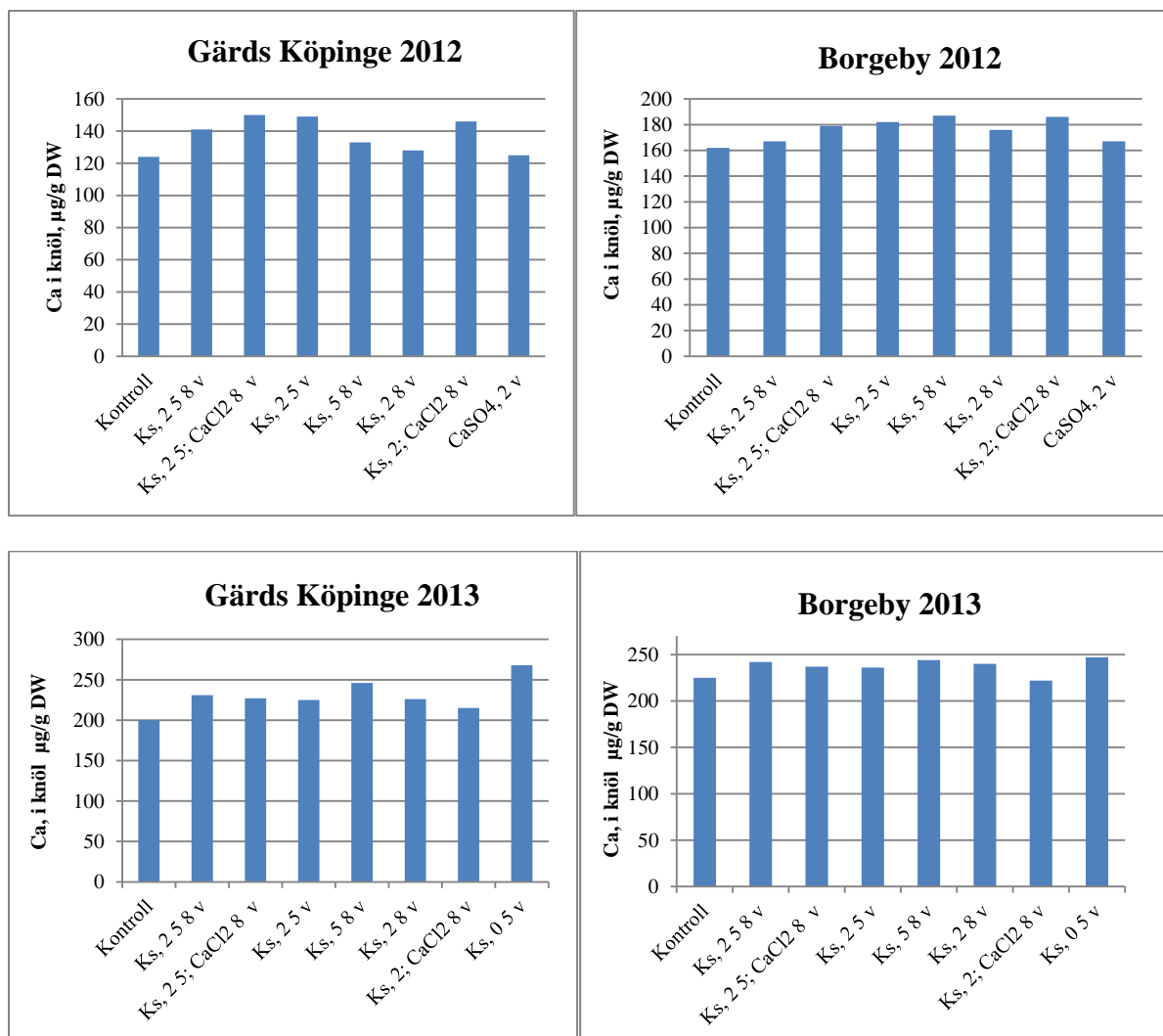
Fältförsöket där olika givror av kalksalpeter applicerades, visade att det krävdes  $200 \text{ kg Ca ha}^{-1}$  för att signifikant öka Ca-innehållet i knölar (Figur 1). Kalksalpetern var i detta fall applicerad vid sättnings ( $100 \text{ kg Ca ha}^{-1}$ ) samt sex veckor efter uppkomst ( $100 \text{ kg Ca ha}^{-1}$ ). Kalciuminnehållet i 4:e bladskafte tenderade att öka då Ca-givan var  $100\text{-}200 \text{ kg ha}^{-1}$ . Bladskafteanalysen visade också att bladskafte innehöll signifikant lägre koncentration av Mn då  $100\text{-}200 \text{ kg Ca ha}^{-1}$  applicerats. Den högsta Ca-givan resulterade i en högre koncentration av Cd i bladskafte, men ej i knölar. Då radmyllning vid sättnings jämfördes med bredspridning före sättnings erhöles inga signifikanta skillnader i närings- eller Cd-innehåll, varken i knöl eller i bladskafte. Det visade sig att oavsett om Ca gavs som kalksalpeter eller kalciumsulfat, så var de kalciumgivror, som applicerades ( $60$  respektive  $100 \text{ kg Ca ha}^{-1}$ ), inte tillräckliga för att öka Ca-innehållet i knölar, varken vid radmyllning eller vid bredspridning.



Figur 1. Kalciumkoncentration i knöl,  $\mu\text{g (g torrsvikt)}^{-1}$ .

Under 2012-2013 utfördes fyra fältförsök med nästintill samma gödslingsstrategier (Tabell 2). År 2012 skiljer sig från 2013 på så sätt att Ca-innehållet i knölar var mycket lägre under 2012,

även i knölar som inte fått något tillskott av Ca. Försöken visade att kalciumsulfat ( $400 \text{ kg Ca ha}^{-1}$ ) inte gav något ökat Ca-innehåll i knöl (Figur 2). Strategin med att tillföra  $100 \text{ kg Ca}$  vid sättnings och  $100 \text{ kg Ca}$  5-6 veckor efter uppkomst, allt som kalksalpeter, gav ett signifikant högre Ca-innehåll i knöl jämfört med både kontroll och andra strategier (Figur 1 & 2). Även strategin där kalksalpeter applicerades vid fem och åtta veckor efter uppkomst, samt strategin där kalksalpeter applicerades vid två, fem och åtta veckor efter uppkomst, var framgångsrika och gav ett högre Ca-innehåll i knölar under 2013. Då alla fyra försöken jämfördes så var de strategier där kalksalpeter applicerades vid två och fem veckor, fem och åtta veckor samt strategin där kalksalpeter applicerades efter två och fem veckor plus  $50 \text{ kg}$  kalciumklorid efter åtta veckor de signifikant bästa strategierna.



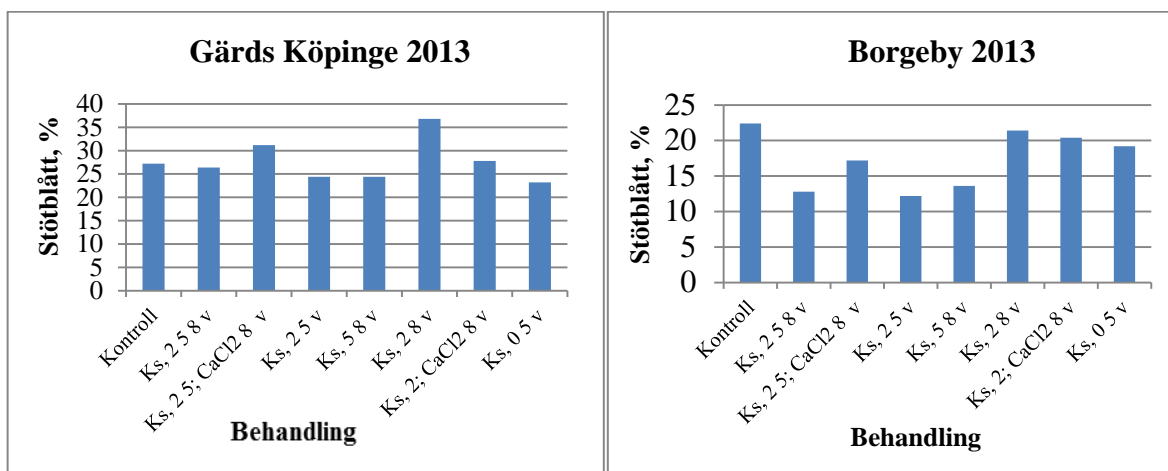
Figur 2. Kalciumkoncentration i knöl,  $\mu\text{g (g torrsvikt)}^{-1}$  2012-2013. Ks = kalksalpeter. Siffrorna anger appliceringstidpunkt i antal veckor efter uppkomst.

I fältförsöken ingick två strategier där kalcium tillfördes två respektive åtta veckor efter uppkomst. I den ena strategin applicerades kalcium enbart som kalksalpeter medan i den andra strategin så ersattes den senare kalciumgivan med kalciumklorid. Då den sena kalciumgivan gavs som kalciumklorid erhöles en signifikant högre stärkelsehalt (15,5 %) jämfört med då givan gavs som kalksalpeter (14,4 %) i 2013 års försök. I Borgeby-försöket

2012 var det signifikant högre stärkelsehalt (17,5 %) med sen kalciumkloridgiva vid jämförelse med kontrollen (16,5 %).

De olika kalciumstrategierna hade ingen signifikant påverkan på skördenivån, dock varierade kvävegivan något mellan de olika behandlingarna beroende på val av kalciumgödselmedel (Tabell 2).

2013 års försök visade att 200 kg Ca ha<sup>-1</sup> som kalksalpeter delat på två givor; två och fem veckor efter uppkomst eller fem och åtta veckor efter uppkomst resulterade i knölar som var signifikant minst känsliga för stötblått. (Figur 3). Det gjordes kokanalys på ett försök per år under 2012-2013 för att bland annat undersöka kalciumklorids påverkan på kokkvaliteten. I den ledvisa bedömningen (totalt 25 knölar, fem från varje ruta), gav de olika gödslingsstrategierna inga signifikanta skillnader i mörkfärgning efter kokning. Förekomsten av rostfläckighet graderades också, men gav inga behandlingsskillnader. Det var främst i Halland och Gärds Köpinge som det förekom rost, men det var svårt att skilja på rostfläckighet och rostring (virusorsakat).



Figur 3. Angreppsgrad av stötblått (%) i fältförsök 2013.

I klimatkammarförsöket, där 0, 50, 150 samt 300 kg kalcium ha<sup>-1</sup> applicerades vid sättnings eller fem veckor efter uppkomst, ökade kalciuminnehållet i knöl signifikant då 300 kg kalcium applicerades fem veckor efter uppkomst. I detta försök där potatis odlades i stora kärl, minskade ts-halten då kalciumklorid sattes till, dock är det svårt att jämföra mognaden mot knölar i fältförsöket då kärnförsöket inte fick mogna av på samma sätt.

I både fältförsöken och i kärnförsöket mättes kadmiumhalten i knöl och blast. I kärnförsöket erhöles ett signifikant ökat kadmiuminnehåll då 300 kg kalcium ha<sup>-1</sup> applicerats som kalciumklorid en vecka efter uppkomst, men ingen ökning skedde vid applicering fem veckor efter uppkomst. I fältförsöken ökade inte kadmiuminnehållet i knöl med ökad kalciumgiva eller varierad kalciumstrategi.

## Diskussion

Fältförsöken visade tydligt att det krävs en hög kalciumgiva,  $200 \text{ kg Ca ha}^{-1}$ , i form av löslig kalksalpeter, för att påverka kalciumhalten i knölen (Figur 1). Försöken har utförts med matpotatisen King Edward, men försök med andra sorter (Russet Burbank, Dark Red Norland, Superior, Atlantic, Snowden) har visat liknande resultat (Gunter & Palta, 2008). Det är svårt att applicera en så stor kalciumgiva i form av kalksalpeter, med tanke på den höga kvävegivan som då blir följd. Flertalet lantbrukare applicerar en startgiva i form av NPK 11-5-18 och att sedan lägga en så pass hög giva kalksalpeter är orimligt. Utöver kalksalpeter, (kalciumnitrat) ingick även kalciumsulfat och kalciumklorid i studien. Kalciumsulfat är svårslösligt och i försöken där den applicerats vid sättnings eller senare, erhöles ingen ökning av kalciumkoncentrationen i knöl och inte heller syntes någon minskning av stötblåtskador. För att kunna utarbeta en praktiskt tillämpbar gödslingsstrategi så undersöktes möjligheten att applicera en del av kalciumgödslingen i form av kalciumklorid, framför allt i slutet på säsongen då det inte är så lämpligt att tillföra kväve. Gödslingsstrategierna innehållande kalciumklorid var varken sämre eller bättre än kalksalpeterstrategierna i egenskap av att öka kalciuminnehållet, däremot ökade stärkelsehalten signifikant då  $100 \text{ kg Ca ha}^{-1}$  applicerades i form av kalciumklorid åtta veckor efter uppkomst. En ökad stärkelsehalt är av största intresse för stärkelseodlarna och -industrin och vi kommer att arbeta vidare med detta område.

Det fanns en viss variation i resultaten mellan år och plats då olika strategier undersöktes. Gödsling med kalksalpeter vid sättnings samt fem veckor efter uppkomst gav hög kalciumhalt i knölna, men det fanns inget tydligt samband med känsligheten för stötblått. Störst effekt i att minska stötblått hade strategierna där kalksalpeter applicerades två och fem veckor efter uppkomst samt fem och åtta veckor efter uppkomst. Detta kan bero på att känsligheten för stötblått nära hänger samman med kalciumkoncentrationen i skalet och knölens yttre delar. I de fall då kalcium applicerats tidigt under odlings-säsongen har troligen kalcium transporterats längre in i knölen och ger därmed upphov till en hög kalciumkoncentration i våra mätningar (som vi gjort på skalad potatis) samtidigt som halten kanske är lägre i skalet och inte skyddar mot mekaniska skador i samma utsträckning som de senare kalciumgivorna. För att skydda mot inre defekter är det viktigt att kalciumkoncentrationen är hög även inuti knölen. Enligt resultaten ser det ut som att man säkert höjer kalciumkoncentrationen inuti knölen med en tidig giva kombinerad med en medelsen giva, vilket då bör minska de inre defekterna. Vill man minska risken för stötblått bör man tillföra kalcium även senare under säsongen.

Under första året jämfördes radmyllning med bredspridning, men det syntes inga skillnader i kalciuminnehåll i knölna. Försöket utfördes dock med  $100 \text{ kg Ca ha}^{-1}$ , men i enlighet med litteraturen så är det viktigt att kalcium hamnar nära knölar och stoloner och inte så djupt som vid normal radmyllning. Ett alternativ vore att radmylla pelleterat kalciumgödselmedel grunt i kupan eller att applicera flytande kalcium i samband med slutkupning, så att kalcium finns i knölnas närhet.

I fältförsöken gav den höga kalciumgivan på  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  ingen ökad kadmiumhalt i knölna, men i kärnförsöken under kontrollerade förhållanden gav  $300 \text{ kg Ca ha}^{-1}$  som kalciumklorid vid sättnings en högre kadmiumhalt. Skillnaden i resultatet kan bero på att givan i fält var

delad på minst två tillfällen samt att rötterna i kärnen är inom en begränsad yta och påverkas mer av näringstillförseln än vad rötterna i fält gör.

## Referenser

- Busse J. S. & Palta J. P. 2006. Investigating the in vivo calcium transport path to developing potato tuber using  $^{45}\text{Ca}$ : a new concept in potato tuber calcium nutrition. *Physiologia Plantarum* 128, 313-323.
- Clarkson D. 1984. Calcium transport between tissues and its distribution in the plant. *Plant, Cell and Environment* 7, 449-456.
- Grant C. A., Bailey L. D., McLaughlin M. J. & Singh B. R. 1999. Management factors which influence cadmium concentrations in crops. pp 151-198. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Gunter C. & Palta J. 2008. Exchangeable Soil Calcium May Not Reliably Predict In-season Calcium Requirements for Enhancing Potato Tuber Calcium Concentration. *American Journal of Potato Research* 85, 324-331.
- Karlsson B. & Palta J. 2003. Enhancing tuber calcium by in-season calcium application can reduce tuber bruising during mechanical harvest. *ISHS* 285-291.
- Karlsson B. H., Palta J. P. & Crump P. M. 2006. Enhancing Tuber Calcium Concentration May Reduce Incidence of Blackspot Bruise Injury in Potatoes. *HortScience* 41, 1213-1221.
- Kleinhenz M., Palta J., Gunter C. & Kelling K. 1999. Impact of source and timing of calcium and nitrogen applications on 'Atlantic' potato tuber calcium concentrations and internal quality. *Journal-American society for Horticultural science* 124, 498-506.
- Kratzke M.G. & J.P. Palta. 1985. Evidence for the existence of functional roots on potato tubers and stolons: Significance in water transport to the tuber. *Am Potato J.* 62: 227-236.
- Kratzke M.G. & J.P. Palta. 1986. Calcium accumulation in potato tubers: Role of the basal roots. *Hortscience* 21:1022-1024.
- Larsson E.H. & Asp H. 2010. Influence of nitrogen supply on cadmium accumulation in potato tubers. *Journal of Plant Nutrition* 34: 345-360.
- Maier N.A., McLaughlin M.J., Heap M., Butt M. & Smart M.K. 1997. Effect of current season applications of calcitic lime on pH, yield and cadmium concentration of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. *Nutr. Cycl. Agroecosys*, 47: 1-12.
- Mattsson L. 2008. Balansen kalcium – magnesium i marken och skalkkvalitet hos potatis. Inst. för mark och miljö, avd. för växtnäringslära, Rapport 217.



- Olsen N., Hiller L. & Mikitzel L. 1996. The dependence of internal brown spot development upon calcium fertility in potato tubers. *Potato Research* 39, 165-178.
- Ozgen S., Karlsson B. & Palta J. 2006. Response of potatoes (cv russet burbank) to supplemental calcium applications under field conditions: Tuber calcium, yield, and incidence of internal brown spot. *American Journal of Potato Research* 83, 195-204.
- Ozgen S. & Palta J. 2004. Supplemental calcium application influences potato tuber number and size. *HortScience* 40, 102-105.
- Palta J. P. 1996. Role of Calcium in Plant Responses to Stresses: Linking Basic Research to the Solution of Practical Problems. *HortScience* 31, 51-57.
- Slutrapport 2009. V0642004. Larsson Jönsson H., Asp H. & Gissén C. Kadmiuminnehåll i matpotatis. Betydelse av odlingsåtgärder, markfaktorer och sorter.
- White P. 2001. The pathways of calcium movement to the xylem. pp 891-899. *Soc Experiment Biol*.
- White P. J. & Broadley M. R. 2003. Calcium in Plants. *Ann Bot* 92, 487-511.

## **Slutsatser**

För att öka kalciuminnehållet i potatisknölar måste man tillföra minst 200 kg kalcium ha<sup>-1</sup> som lösligt kalcium, t ex kalksalpeter. Försöken visade även att det är möjligt att byta ut den sena givan mot kalciumklorid för att inte överstiga kväverekommendationerna. Kalciumklorid verkade lovande för stärkelseodlarna då en sen giva, åtta veckor efter uppkomst, verkade höja stärkelsehalten, men fler försök inom detta kommer att behövas. Försöken visade tydligt att spridning av kalciumsulfat i potatis inte är något alternativ om man vill höja kalciumhalten i knölen.

## **Resultatförmedling**

Larsson Jönsson & Asp. Referensgruppsmöte 120320. Presenterade fjolårets resultat samt diskuterade försöksupplägget för år 2012 med referensgruppen.

Larsson Jönsson. Estrellas Potatisodlarförenings årsmöte 120703. Presenterade Ca-projektet och diskuterade betydelsen av Ca för potatisens kvalitet tillsammans med ett 20-tal potatisodlare.

Larsson Jönsson. Seminarium för område Hortikultur 121122. Presenterade resultat för forskare.

Larsson Jönsson. Seminarium på Potatisforskning Alnarp 121212. Presenterade resultat för rådgivare, odlare och forskare.

Larsson Jönsson & Asp. Referensgruppsmöte 130404. Presenterade fjolårets resultat samt diskuterade försöksupplägget för år 2013 med referensgruppen samt försöksvärd.

Larsson Jönsson. Seminarium på inst. Biosystem och teknologi 131128. Presenterade resultat för forskare.

Larsson Jönsson. Erfa-träff 140224 Lyckeby. Föreläste om Ca, Mg och K för potatisodlare.

Larsson Jönsson. Inbjuden till Norge för att presentera Ca-projektets resultat för norska rådgivare. Norsk Landbruksrådgiving «Kursuka 2014», 141110-11

Larsson Jönsson & Asp. Calcium fertilization strategies that improve tuber quality and calcium content, manus

Larsson Jönsson & Asp. Calcium effects on the cadmium content in potato, manus