



## Slutrapport

*Underlag för nya kaliumrekommendationer till svensk potatisproduktion*

*A study to support well-founded potassium recommendations for Swedish potato production*

**Projektnummer: H1342093**

**Projektperiod: 2014-01-01 – 2017-12-31**

**Huvudsökande:**

*Helene Larsson Jönsson, Biosystem och teknologi, SLU, helene.larsson.jonsson@slu.se*

**Medsökande:**

*Joakim Ekelöf, då SLU, numera NBR*

### **Del 1: Summary**

During three years, potassium fertilization strategies for potato, cultivar Fakse, Folva and King Edward, have been investigated at three different locations in north east of Scania. Both the effect of potassium on yield and on tuber quality was investigated. The goal of the project was to increase the knowledge about potassium fertilization in Swedish potato production for food and to see if the recommendations of potassium application amounts still are valid. We also wanted to see if it was possible to decrease the level of applied potassium and still get high yield and high quality. Potassium has been applied as potassium sulphate at the levels; 0, 90, 180, 270 and 360 kg/ha. During the growing season the petiole concentration of potassium was monitored and the data will be used for producing standard curves for food potato cultivars. Both Fakse and Folva had a higher potassium concentration in petioles at start, compared to King Edward, however, the development of the curves during the growing season was similar for all the cultivars. These field measurements of petiole sap are used by potato advisors and growers and the data from this project will be helpful when making standard curves for food potato cultivars that can be used for advisory support. The field trials showed that potassium applied at 180 up to 360 kg/ha did not generate a higher yield, which is consistent with many international studies. However, it can be valid to apply as high amounts as 360 kg/ha to sensitive cultivars, since the trials showed that the incidence of blue spot bruising decreased in both King Edward and Folva at increased potassium fertilization.

Projekt har fått finansiering genom:



## Del 2:

### **Inledning**

Att kalium i vissa fall kan påverka kvaliteten hos potatisen har varit känt sedan länge och det är också den främsta anledningen till att stora kaliumgivor tillförs till matpotatis i Sverige i dag (Biärsjö, 1994; Erjefält, 1997; Hahlin och Ericsson 1984; Svensson, 1984). Det som framförallt lyfts fram som kaliumrelaterade kvalitetsförbättringar är minskad stötkänslighet samt minskat problem med mörkfärgning. En omfattande litteraturgenomgång gjord på senare år visar dock att kvalitetseffekterna av kaliumgödning är långt ifrån entydig. I många fall har inte kaliumgödning gett några positiva kvalitetseffekter och man hävdar att tillförselnivåer som ligger högre än vad som behövs för optimal skörd med stor sannolikhet inte kommer medföra några positiva kvalitetseffekter (Allison et al., 2001). Resultaten från de nyare svenska kaliumförsöken visar också de på mycket blygsamma kvalitetseffekter (Biärsjö, 1994; Erjefält, 1997).

I Sverige används främst kalimagnesia och kaliumsulfat ( $K_2SO_4$ ) som kaliumkälla till potatis. I flertalet internationella studier så studeras både KCl och  $K_2SO_4$ . Självklart så har kaliumformen viss betydelse för resultaten. Användningen av KCl kan inverka på kvalitetsegenskaperna samt torrsubstanshalten, då man i en del fall sett en koppling mellan KCl och minskad ts-halt, i andra fall syntes ingen skillnad mellan KCl och  $K_2SO_4$  (Laboski och Kelling; 2007; Allison et al., 2001; Mohr och Tomasiewicz, 2012). Enligt Laughlin (1962) så beror det inte på Cl då man med  $CaCl_2$  inte fått samma effekt på ts. En teori är att då KCl är mer löslig tar växten upp mer kalium och i sin tur mer vatten via osmos. En annan teori är att det är sulfatets fytotoxiska egenskaper som påverkar de jordlevande svamparna, vilket indirekt har en positiv inverkan på potatisen.

I flertalet studier har man inte sett någon ökad avkastning vid delad giva eller då man undersökt olika appliceringstidpunkter, utan den största effekten av kaliumgödning har erhållits då kalium applicerats före eller i samband med sättningen (Davenport och Bentley, 2001; Mohr och Tomasiewicz, 2012; Biärsjö, 1994).

Det är vanligt att svenska odlare främst kaliumgödslar för att undvika kvalitetsnedsättningar såsom, stötblått och mörkfärgning och inte för att höja skörden. Enligt Allison et al. (2001) skall kaliumgödning ske utefter skördeeffekter och inte utifrån kvalitetsskäl. Ett flertal odlare och en del rådgivare hävdar dock bestämt att vi behöver tillföra höga kaliummängder, upp mot 400 kg K/ha till känsliga sorter såsom Folva, i Sverige för att inte få kvalitetsproblem. Ett möjligt scenario är att vi har gödlat oss fram till dessa problem. Det finns tydliga resultat som visar att en för hög kvävegiva ger problem med mörkfärgning (Erjefält 1997). De senaste åren har dock kväverekommendationerna minskats för många sorter. Detta innebär att vi tidigare gödlat, kanske framförallt de nyare sorterna, med lite för mycket kväve. I ett sådant scenario kan man tänka sig att kalium historiskt har hjälpt till att minska problemen med mörkfärgning då det har en antagonistisk inverkan på kväve. När kvävenivån är balanserad är det inte säkert att vi har den effekten.

*Syfte*

Öka kunskapsbasen för kaliumrekommendationer i svensk mat- och industripotatisproduktion.

*Projekt mål*

Projektets målsättning är att minska kaliumanvändningen i matpotatis med bibehållen kvalitet. Detta för att skapa en bättre odlingsekonomi och en starkare konkurrenskraft i svensk matpotatisproduktion.

**Material och metoder***Fältförsök 2014-16*

Under 2014 till 2016 har tre fältförsök genomförts på tre olika platser i nordöstra Skåne; Everöd (2014), Hellegården i Skepparslöv (2015) samt Gringelstad (2016). Försöken placerades på mark med K-AL klass II alternativt låg klass III och före sättning togs det jordprov i varje block (tabell 1). I försöken ingår tre matpotatissorter, Fakse, Folva och King Edward. Folva är en sort som är känslig för mörkfärgning, som är en kvalitetssänkning som kan uppstå vid felaktig kaliumgiva. Fakse har i tidigare försök visat sig vara en tålig sort som har stabila kokegenskaper och är en sort som är attraktiv för skalerierna. King Edward är med som referenssort. Försöken består av en kaliumstege; 0, 90, 180, 270 samt 360 kg K ha<sup>-1</sup>, som applicerats som kaliumsulfat i samband med sättning. Försöken är upplagda som ett split-plot försök med fyra block, där kaliumgödslingsnivåerna är slumpade inom sorten, men även placeringen av sorterna är slumpade. I samråd med referensgruppen valdes kaliumsulfat som kaliumgödselmedel istället för kaliumnitrat (som angivits i ansökan), då de flesta lantbrukare använder sig utav kaliumsulfat eller kalimagnesia, som består av kaliumsulfat och magnesiumsulfat. Ett annat argument från referensgruppen var att kaliumnitrat är väldigt dyrt och för tillfället inget alternativ för lantbrukaren. Det är också lättare att balansera gödslingen så att alla försöksled fått samma mängd och form av övriga näringsämnen om man använder sig av kaliumsulfat. Gödslingsplanen visas i tabell 2.

Tabell 1. Försöksplatsdata 2014-2016. Ca-, K-, Mg- och P-AL anges i mg per 100 g lufttorkad jord, medan B anges i mg per kg lufttorkad jord.

	Everöd 2014	Hellegården 2015	Gringelstad 2016
<b>Sättdatum</b>	140414	150505	160414
<b>Ca-AL</b>	86	320	170
<b>K-AL</b>	7,9	10	9,4
<b>Mg-AL</b>	3,3	6,3	7,8
<b>P-AL</b>	12	35	38
<b>Bor</b>	0,33	0,69	0,82
<b>pH</b>	7,3	7,6	7,0
<b>Mullhalt</b>	1,3	1,7	2,2
<b>Lerhalt</b>	2,5	6	2,3

<b>Jordart</b>	mfsvlSa	mflSa	nmhsvlSa
----------------	---------	-------	----------

Tabell 2. Gödslingsplan 2014-2016. Försöket har även bladgödsplats med Mn, B, Zn, Cu.

Led	K-giva kg/ha	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (kg/ha)	P20 (kg/ha)	Före sättnig			Kieserit (kg/ha)	3 veckor efter uppkomst			5 veckor efter uppkomst		
				N27 (kg/ha)				N27 (kg/ha)			N27 (kg/ha)		
				Fakse	King E	Folva		Fakse	King E	Folva	Fakse	King E	Folva
A	0	0	150	259	259	259	180	148	148	148	0	148	148
B	90	214	150	259	259	259	180	148	148	148	0	148	148
C	180	429	150	259	259	259	180	148	148	148	0	148	148
D	270	643	150	259	259	259	180	148	148	148	0	148	148
E	360	857	150	259	259	259	180	148	148	148	0	148	148

Under odlingssäsongen har bladskafthprov tagits, bladsaft pressats ut och innehållet av kalium, nitrat och kalcium har mätts med en handhållen snabbmätare (LAQUA-twin från Horiba). Bladskafthproven består av 4:e fullt utvecklade bladets bladskafth från 20 slumpvisa plantor i varje försöksruta (standardförfarande vid bladskafthanalys i Sverige). Bladskafthproverna plockades alltid på förmiddagen för att få så lika förhållanden som möjligt mellan provtillfällena. Det är också viktigt att plantorna har så lika vattenstatus som möjligt. Bladskafthprov har tagits fem ggr under säsongen med ca 14 dagars mellanrum. Vid skörd storleksorteras i följande fraktioner; < 42 mm, 42-55 mm, 55-65 mm and > 65 mm och det mättes även specifik vikt.



Figur 1. Fjärde bladets bladskafth plockades för bladsaftanalys av kalium i fält. Foto: Helene Larsson Jönsson, SLU

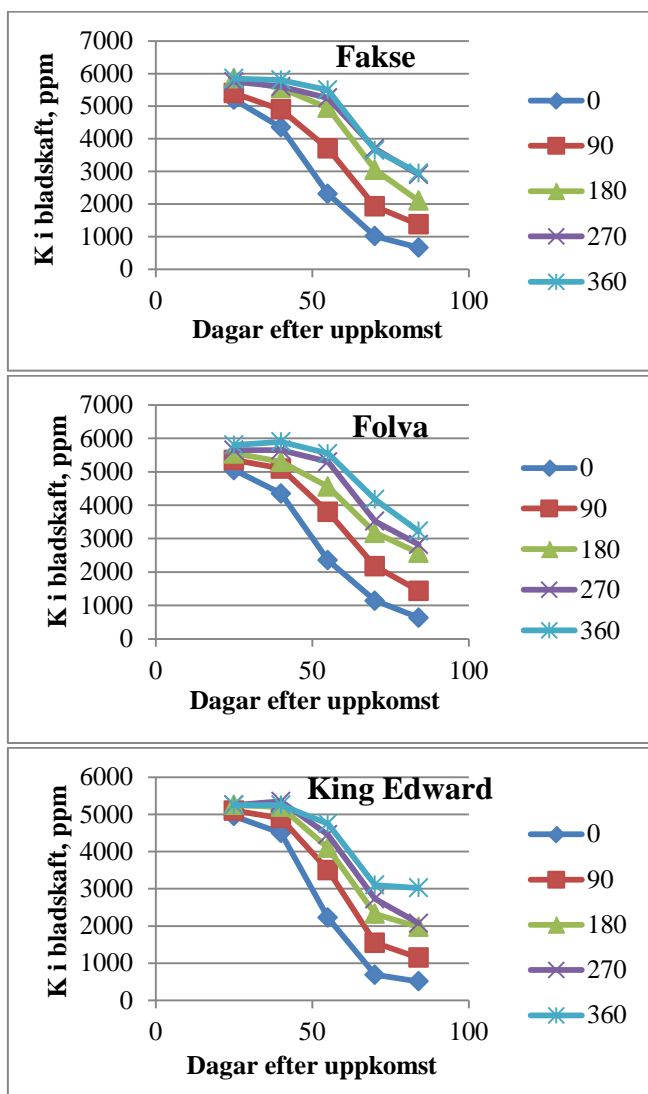
### Analys

Tjugo knölar per ruta sparades för analys av växtnäringssinnehåll. Dessa knölar skalades, delades på längden, varefter en fjärdedel per knöl hackades och torkades i 70 °C i två dygn. Sedan maldes proverna och 0,5 g våtförbrändes i HNO<sub>3</sub> (65 %) i mikrovågsugn varefter proverna analyserades på ICP-OES (B, Ca, K, Mg, Mn, P, S). Resten av skörden lagrades för att under våren graderas med avseende på kokkvalitet och stötblått. För att inducera stötblått kördes knölar i cementblandare när de var kalla och sedan lagrades de vid 15 °C i två veckor innan graderingen utfördes. Analys av kokkvalitet genomfördes av Svensk potatis.

## Resultat och diskussion

*Ökad kaliumgiva ger ökat kaliuminnehåll i bladskafth*

Innehållet av kalium i fjärde bladskaflets växtsaft ökade med ökad kaliumgiva i alla försöken och för alla kaliumgivor (figur 2). Detta tyder på att potatisplantan har ett lyxupptag av kalium, dvs finns det en ökad tillgång på kalium fortsätter växten att ta upp kalium även om den ej har ett behov av det. Kurvornas utseende har sett likadant ut under alla år, det som varierat är startvärdet. Kaliuminnehållet i de olika sorternas bladskaft minskar proportionerligt lika mycket under säsongen, eftersom kurvornas utseende är väldigt lika (figur 2), dock skiljer sig kaliumkoncentrationen vid start i de olika sorterna. År 2014 var t ex kaliuminnehållet i Folva 6000 ppm vid försöksstart, medan det var 5000 ppm 2015 och ännu lite lägre 2016. Detta kan bero på många olika faktorer, såsom nederbörd, temperatur och markens vattenhållande förmåga. År 2014 var ett väldigt torrt och varmt år, vilket kan avspeglats på växtsaftanalyser, då en växt med sämre vattenstatus kan få en högre koncentration av växtnäringsämnen. År 2014 var det enda året under försöksperioden då vi såg tydliga kaliumbristsymtom på potatisblasten. Detta år vissnade nollrutorna ned väldigt tidigt och även i rutorna gödslade med 90 kg K/ha syntes bristsymtom.

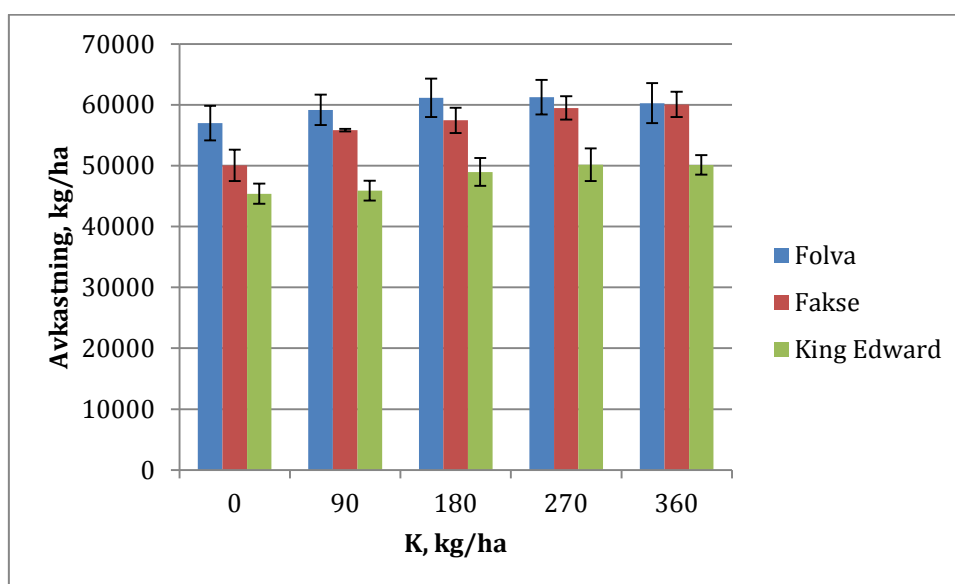


Figur 2. Kaliumkoncentration i fjärde fullt utvecklade bladets bladsaft i matpotatissorterna Fakse, Folva och King Edward under 2014. Kaliumnivåerna är 0, 90, 180, 270 samt 360 kg K/ha.

Under kaliumprojektets gång har det blivit allt vanligare att potatisrådgivarna mäter både nitrat- och kaliuminnehåll i odlarnas potatis under odlingssäsongen. Nitratvärdena används för att bestämma när en tilläggsgödsling skall göras och upplevs som ett bra stöd för rådgivarna. När det gäller kaliumvärdena, har det upplevts som att det är för sent att gödsla med kalium när man mäter upp låga kaliumhalter i bladsaften. Därför har kaliumvärdena främst använts för att se hur gårdens kaliumgödslingsstrategi fungerar och som ett stöd att justera denna till kommande odlingsäsong. När mätningsunderlaget ökar, både gällande sorter och odlingsplatser, kommer man kanske att kunna se tendenser till en kommande kaliumbrist tidigare på säsongen och kunna kompletteringsgödsla med kalium. Kurvorna som visar kaliuminnehållet i bladsaft under säsongen kommer att användas i arbetet med att ta fram standardkurvor för kalium i matpotatis, vilka kommer att kunna användas av rådgivare och potatisodlare i framtiden.

#### *Kaliumgödsling och avkastning*

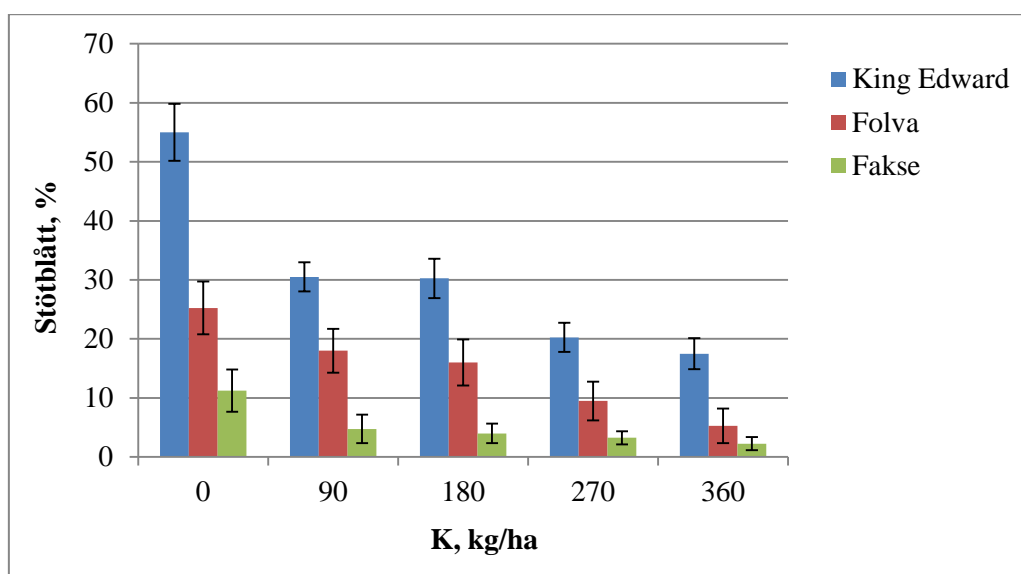
Enligt de tre årens försöksodlingar ger inte ökad kaliumgödsling, upp till 360 kg K/ha, en signifikant ökad avkastning (figur 3). Då alla sorter och kaliumgivor jämfördes, var det endast avkastningen vid noll kg K/ha som var signifikant skild från 180-360 kg K/ha. Dessa resultat ger en indikation på att kaliumgivor mellan 180-360 kg/ha inte ger någon skördeökning då kalium applicerats i form av kaliumsulfat. Försök med stärkelsepotatis 2014-2015 visade att vid låg kaliumklass och låg lerhalt ligger ekonomiskt optimum på 260 kg K/ha (Knutsson, 2015). Det är viktigt att tänka på i vilken form kalium har applicerats när man diskuterar kaliumeffekter, då det i Sverige är vanligt att ge kalium som kalimagnesia och då följaktligen även tillför stora mängder magnesium som kan ha skördeeffekter i sig.



Figur 3. Medelknölskörd 2014, kg/ha för matpotatissorterna Fakse, Folva och King Edward odlade vid kaliumgivorna; 0, 90, 180, 270 samt 360 kg K/ha. Felstaplarna visar SE.

### Kaliumgödsling och knölkvalitet

Under både 2014 och 2015 minskade den specifika vikten signifikant med ökad kaliumgödsling, men under 2016 sågs ingen påverkan alls (opublicerade resultat). Flertalet internationella studier har pekat på att kaliumgödsling sänker den specifika vikten (Allison et al., 2001; Mohr och Tomaszewicz, 2012). I många av de internationella studierna har man använt kaliumklorid och det har i tidigare jämförelser framkommit att kaliumklorid har störst sänkande effekt på den specifika vikten, men att även kaliumsulfat har en sänkande effekt. I Sverige används nästan uteslutande kaliumsulfat som kaliumkälla till potatis.



Figur 4. Andelen stötblätt i knölar av Fakse, Folva och King Edward, 2015. Felstaplarna visar SE.

Den omilda behandlingen där potatisknölarna snurrade runt i en cementblandare visade verkligen att det finns stor sortskillnad vad gäller knölarnas tålighet mot mekanisk åverkan. De tre matpotatissorterna Fakse, Folva och King Edward skilde sig signifikant åt i känsligheten för stötblätt, där Fakse var den tåligaste sorten. Resultaten från både 2014 och 2015 visar att King Edward är känsligast för stötblätt, men år 2016 var Folva minst lika känslig som King Edward. Figur 4 visar andelen stötblätt 2015, ett år då potatiskvaliteten var hög och inga nematod- eller rötangrepp kunde påverka stötblågraderingen. Resultaten från 2015 visar att en ökad kaliumgiva minskar risken för stötblätt. Det obehandlade ledet hade signifikant högst andel stötblätt, men även ledet som gödslats med 90 respektive 180 kg K/ha skilde sig signifikant från ledet som gödslats med 360 kg K/ha (figur 4). Dessa resultat indikerar på att det finns en positiv inverkan av kaliumgödsling på kvaliteten hos matpotatis. Sortskillnaden kan inte förklaras av olika kaliuminnehåll i knölen, men en möjlig förklaring kan istället vara innehållet av kalcium i knölen. Fakse hade betydligt högre innehåll av kalcium i knölen och i tidigare försök med kalciumstrategier i matpotatis har vi sett en koppling mellan stötblätt och kalcium (Slutrapport H1042050, 2014)

## Slutsatser

Tre års fältförsök visade att kaliumgödsling mellan 180 – 360 kg/ha inte ger någon skördeökning i sorterna Fakse, Folva och King Edward, som odlats på kaliumklass II med låg lerhalt. Risken för stötblått minskade med ökad kaliumgiva och för de känsliga sorterna Folva och King Edward kan det vara relevant att tillföra upp emot 360 kg K/ha för att undvika risken för stötblått. Kaliumkoncentrationen i fjärde bladets bladskaff som följdes under tre säsonger visar att det finns en sortskillnad i kaliuminnehåll, vilket gör det svårt att ta fram en generell standardkurva för matpotatis.

## Nytta för näringen och rekommendationer

Lantbrukarna har under många år tvingats förlita sig på växtnäringsrekommendationer som till stor del saknar vetenskaplig grund eller grundar sig på försöksdata som är mycket gamla. Behovet av nya fältförsök gällande gödsling av matpotatis har ökat eftersom produktionen har ändrats och vi går mer och mer över till precisionsodling. För att kunna utnyttja precisionsodlingens fördelar behöver vi öka kunskapen om växtnäring och dess koppling till både skördenivå och kvalitet. Genom att använda enkla snabbmätare för att följa både nitrat- och kaliuminnehåll i bladskafften kan odlaren få bättre kontroll över sin odling. Kaliummätningarna som genererats i detta projekt kan bidra till att ta fram standardkurvor för matpotatis, vilka kan bli ett stöd för både odlare och rådgivare. Försöken har dock visat att det finns skillnader mellan de tre ingående sorterna och att det kan bli svårt att ta fram generella standardkurvor för matpotatis. Försöken visade tydligt att de i detta projekt höga kaliumgivorna (upp till 360 kg/ha) inte gav någon ökad skörd, men att en hög kaliumgiva kan vara av betydelse för att minska risken för stötblått hos känsligare sorter.

## Referenser

- Allison M.F., Fowler J.H., Allen E.J. 2001. Responses of potato (*Solanum tuberosum*) to potassium fertilizers. *Journal of Agricultural Science* 136, 407-426
- Biärsjö J. 1994. Kaliumgödsling och växtanalys. *Potatisodlaren* nr 1, 1994.
- Davenport J.R och Bentley E.M. 2001. Does potassium fertilizer form, source and time of application influence potato yield and quality in the Columbia Basin? *American Journal of Potato Research* 78, 311-318
- Erjefält L. 1997. Potatissorters reaktioner på kväve- och kaliumgödsling. Rapport från Svalöf Weibull AB. 32 s.
- Hahlin M., Ericsson J. 1984. Kalium och kaliumgödsling. *Aktuellt från lantbruksuniversitetet* 333. Mark växt. 17 s.



- Knutsson, H. 2015. Anpassa din kaliumgödsling för högsta nettot. Lyckeby Concept 2.
- Laboski C.A.M, Kelling K.A. 2007. Influence of fertilizer management and soil fertility on tuber specific gravity: a review, American Journal of Potato Research 84: 283-290
- Laughlin W.M. 1962. Soil and foliar application of nutrients affect dry matter and foliar necrosis. American Potato Journal 39, 125-134
- Mohr R.M. och Tomasiewicz D.J. 2012. Effect of rate and timing of potassium chloride application on the yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L. 'Russet Burbank'. Canadian Journal of Plant Science 92, 783-794
- Svensson B. 1984. Potatis. Kompendium, andra utgåvan. Institutionen för växtodling. Rapport 132. 65 s.
- Slutrapport H1042050, 2014, Larsson Jönsson H., Asp, H., Kalciumstrategier för höjd kvalitet i svensk matpotatis
- Slutrapport V0642004, 2009, Larsson Jönsson H., Asp H. & Gissén C. Kadmiuminnehåll i matpotatis. Betydelse av odlingsåtgärder, markfaktorer och sorter.

### **Del 3: Resultatförmedling**

<b>Vetenskapliga publiceringar</b>	<b>Preliminär titel: Influence of potassium on potato quality, Helene Larsson Jönsson &amp; Joakim Ekelöf</b>
<b>Övriga publiceringar</b>	<b>Kaliumgödsling i matpotatis – odlarexperiment i Skåne och Mellansverige, Helene Larsson Jönsson &amp; Åsa Rölin, SLU, LTV-fakultetens faktablad 2018:19</b>
	<b>Behov av nya kaliumstrategier i svensk matpotatisodling, Åsa Rölin, Viola Potatis, 2016:3</b>
<b>Muntlig kommunikation</b>	<b>Seminarium om K, Mg, Ca på ERFA-träff för stärkelseodlare, Lyckeby, 140224, Helene Larsson Jönsson</b>
	<b>Kaliumförsök och kaliumgödsling i potatis, ERFA-DDU träff med industripotatisodlare, Orkla, Eslöv, 141204, Helene Larsson Jönsson</b>
	<b>Kalcium- och kaliumstrategier för höjd kvalitet i potatis. NRL-kursuka 2014 potät, 141110-11, Norska rådgivare, Gardermoen, Norge, Helene Larsson Jönsson</b>
	<b>Kaliumgödsling i matpotatis, försöksvisning SPA, 150728, Hellegården, Skepparslöv, Helene Larsson Jönsson</b>
	<b>Kaliumgödsling i potatis, fältförsöksvisning på FK-dagen (potatisdag för branschen ca 80 st rådgivare, potatisföretag), 150827, Hellegården, Skepparslöv, Helene Larsson Jönsson</b>
	<b>Potassium strategies for food potato production, workshop om gödning i kartofler, 151202, Koldkaergård Conferencecenter, Århus, Danmark, Helene Larsson Jönsson</b>
<b>Studentarbete</b>	<b>Föreläsning om potatisodling på lantmästarprogrammet 2015 -2018, Helene Larsson Jönsson</b>
<b>Övrigt</b>	<b>Förmedling och diskussion av resultat med Åsa Rölin (potatisrådgivare), Ingmar Gruveus (potatisansvarig Yara), Anders Andersson (Ordförande Sveriges Potatisodlarförening)</b>
	<b>Helene Larsson Jönsson har deltagit med information rörande kaliummätningar i bladskäft till projekt ”Päranäring” där odlare skall kunna få information och råd kring N- och K-gödsling, ansvarig Anita Gunnarsson</b>