



Varierad kaliumgödsling i potatis en fältstudie i Hedemora



Examensarbete av Johan Andersson
Handledare: Thomas Kätterer

Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för växtnäringslära
Box 7014
750 07 Uppsala

Examensarbete 149
2007

SAMMANFATTNING

Stora variationer inom fälten i skördarnas kvalitet är ett problem som ligger till grund för den pilotstudie på potatis som inleddes i Halland 2002. I dagens rationaliserade jordbruk är det allt vanligare att mindre fält slås samman till större. Det medför att samma fält kan ha stora jordartsvariationer och därmed varierande förmåga att leverera näring.

Kvalitetsparametrar som mörkfärgning efter kokning, blötkokning och stötblått är direkt relaterade till mängden kalium i knölen. Potatisens storlek påverkas även den av mängden tillgängligt kalium.

I Halland var målet att få potatisskördar med jämnare kvalitet med hjälp av platsspecifik kaliumgödsling. Resultatet av att gödsla platsspecifikt utifrån markens K-AL gav i Halland skördar med jämnare knölstorlek och jämnare kvalitet, däremot förblev skördarna de samma. Tekniken har nu tillämpats under några år i Halland och Lantmännen ville testa tekniken inom nya geografiska områden. Hedemora i Dalarna ansågs som en lämplig plats för fältstudien, eftersom området har en relativt omfattande odling av potatis och där fanns intresserade odlare och rådgivare. Kaliumupptaget i potatis är stort och kaliumkoncentrationen kan direkt kopplas till potatisens kvalitet och storlek. Traditionellt gödslas fält ofta utifrån ett medelvärde med en medelgiva över hela fältet, vilket resulterar i positiva eller negativa K-balanser, beroende på markstatus och skördenivå.

Gödslingsförsöken som presenteras här genomfördes på tre platser (med hög, medel respektive låg K-nivå i marken) inom samma fält i Hedemora under sommaren 2006. Vid sättningen radgödslades hela fältet med 850kg NPK 6,8 7,1 16,2 vilket gav en grundgödsling på 138kg K/ha även i försöken. Sex veckor efter uppkomst var det dags för den platsspecifika kaliumgödslingen som då gjordes på hela fältet utom i försöken. I samband med kompletteringsgödslingen gödslades försöken med 0, 30 och 60 kg kalium per ha.

Sommaren 2006 var varm med begränsad nederbörd fram till augusti. Sommarens torra stressade med största sannolikhet potatisen. När potatisen skördades i slutet av september hade tillväxten återupptagits. Årets skördar och dess kvalitet skiljde sig mycket från tidigare resultat i Halland. Skillnaderna i skörd, storleksfördelning och kvalitet mellan de tre K-givorna var inte signifikanta. Däremot fanns signifikanta skillnader mellan de tre platserna på fältet. En fråga som kan vara intressant att ställa är om jordarterna hade större betydelse för potatisens möjlighet att ta upp kalium än effekten av själva mängden tillförd kalium. Trots de variationer i jordart och gödslingsmängd som fanns, skördades alla led med bästa kvalitet.

ABSTRACT

Variation in tuber quality within a single field was one of the motives for a pilot study in Halland, in south-western Sweden conducted during 2002. Quality problems in potatoes have been increasing due to the aggregation of several small fields with different land use history into larger farm units, which are heterogeneous in soil properties and fertility. The study in Halland indicated that both the uniformity and the mean size of tubers may increase from site-specific K fertilization, whereas total yields may be unaffected. The results from this pilot-study with site-specific fertilization showed that tubers reached a more uniform quality and gave a more uniform mean size, while the total yield wasn't affected at all.

Site-specific K-fertilization has been applied for some years in Halland with good results. The aim of this study was to test this technique in another potato growing area. Potatoes have a high uptake of potassium. Potassium has quality effects on potatoes, as after cooking darkening, sogginess and decomposition. Usual fertilizing is based on the mean need of nutrient adapted to soil content of K-AL and P-AL. Normally there are variations in soil content all over the field.

During the growing season of 2006, a field experiment was conducted close to Hedemora in central Sweden for testing the hypothesis that different rates of potassium fertilization affect tuber quality and mean size. Within the same field, three homogenous areas were selected that differed in soil properties. The whole field in Hedemora was fertilized with 850kg NPK(6.5, 7.1 and 16.2% respectively). Before the last weed treatment, potassium was site-specifically fertilized over the field. However, in the experimental areas K was applied at three fertilization doses (0, 30 and 60kg K ha⁻¹) in a randomized block design with four replicates. Tuber yields differed significantly between two of the three locations within the field but yields did not differ significantly between the three fertilisation rates. Quality did not differ between the fertilizing rates but significant differences were found between the experimental areas. The non-significant effect of K fertilization on tuber mean size and quality was unexpected since previous field studies in Halland resulted in differences between K-application rates.

FÖRORD

Mitt examensarbete har haft till syfte att testa tekniken för varierad kaliumstyrning i potatis på ett nytt geografiska område, i huvudsak Hedemora, men även i mindre skala i Karlskrona. Projektet har finansierats av Lantmännen och försöken i Karlskrona av Stärkelsen. Initiativtagare till projektet var Kjell Gustafsson på Lantmännen. Jag vill rikta ett stort tack till min handledare och examinator Thomas Kätterer vid institutionen markvetenskap vid SLU och Kjell Gustafsson vid Lantmännen för handledning i fält och alla resurser som ställts till mitt förfogande. Jag vill även ägna ett stort tack till lantbrukare Gunilla Gustafsson och Johan Holmberg som ställt upp med sina maskiner, sin tid och sitt tålamod och därmed gjort detta examensarbete möjligt. Jag vill sist men inte minsta tacka min tekniska support Knud Nissen som ställt upp med tid och GPS-utrustning.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. LITTERATURSTUDIE	7
INLEDNING	7
Potatisens historia	7
SNABBFAKTA OM POTATISODLING I SVERIGE	8
KNÖLUTVECKLING	8
STÄRKELSE	9
KALIUM	9
I marken	9
<i>Analysmetod för P-AL och K-AL</i>	10
<i>Analysmetod för P-HCl och K-HC</i>	11
<i>Växttillgänglighet</i>	11
Kaliums funktion i växten	12
Potatisknölen	12
<i>Gödsling</i>	13
Bristsymptom	14
KVALITETSFEL	14
Blötkokning	14
Enzymatisk mörkfärgning	15
Mörkfärgning efter kokning	15
KVALITETSMÄRKNING	16
ODLINGSTEKNIK	17
Precisionsodling och markkartering	17
Markkartering och EM 38	18
GPS	19
Precisionsgödsling	19
<i>Växt- och jordanalys</i>	20
<i>Nitratstickor</i>	20
<i>Kalksalpetermätare</i>	20
<i>N-sensor</i>	20
<i>Specifik vikt</i>	20
Precisionsgödsling	20
2. BAKGRUND OCH SYFTE TILL EXPERIMENTEN	21
3. MATERIAL OCH METODER	23
Försöksplatserna	23
<i>Hedemora</i>	23
<i>Nederbörd</i>	24
4. RESULTAT	25
Karlskrona	25
Hedemora	28
<i>Växtanalys</i>	29
<i>Skörd</i>	29
5. DISKUSSION	33
6. SLUTSATS	34
7. REFERENSLISTA	35
Internetreferenser	36
Personliga meddelanden	36
APPENDIX	37

1. LITTERATURSTUDIE

INLEDNING

Gödningen till potatis måste noga planeras eftersom både växtnäringstillgång och balansen mellan de olika växtnäringsämnenen påverkar avkastning och kvalitet. Det är viktigt med rätt balans mellan de olika växtnäringsämnenen för att inte äventyra potatisknölarnas kvalitet. Vid låg växtnäringstillgång utnyttjas inte potatisens avkastningspotential fullt ut. Gödningen måste styras efter uppsatta mål och utifrån de förutsättningar som råder för den förväntade skörden. Faktorer som potatissort, jordart, näringsstatus, stallgödselanvändning, tillgång till bevattning och tekniken för att applicera gödseln är avgörande för vilken mängd som ska tillföras. Det viktigaste när en växtnäringsplan görs är att gödselgivorna alltid justeras utefter egna erfarenheter och utifrån den förväntade skörden (Jordbruksverket, 2006; Harris, 1992). Priset på vara avsedd för avsalu bestäms utifrån dess kvalitet. Kvalitetsaspekterna kan vara storleksfördelning, torrsubstanshalt, stärkelsehalt, benägenhet till mörkfärgning och blötkokning.

Växtplatsanpassad odling eller precisionsodling kan något förenklat beskrivas som att varje delyta på ett fält tillförs "optimal" insats av exempelvis gödsel eller kemisk bekämpning. Ordet "optimal" kan syfta på ekonomiska, miljömässiga och/eller kvalitetsaspekter. Precisionsodling innebär alltså att rätt insats görs på rätt plats vid rätt tid i rätt mängd. Dagens rationaliserade jordbruk har resulterat i sammanslagningar av flera mindre tegar till större fält. Då endast de små tegarna brukades kunde lantbrukaren lättare sköta grödan optimalt, eftersom fältet var mindre och därmed troligen bestod av mer homogen jordart, mullhalt, näringsinnehåll och fuktighetsförhållanden. Idag gödslas många stora fält utifrån medelvärden beräknade på hela fälten, vilket lätt leder till att vissa områden får för mycket gödsel och andra delar får för lite. Med ny teknik kan markkartor och skördekartor tillsammans med GPS användas som gödslingsunderlag, vilket gör att vi åter kan styra våra insatser på tegnivå (Fogelfors, 2001). Försök med varierad kaliumgödning i potatis har gjorts i Halland under 2000-talet, ett samarbete mellan Lantmännen och Hushållningssällskapet i Halland. Denna varierade spridning bygger på markkarteringens kaliumvärden och GPS-teknik (Greppa näringen).

Potatisens historia

Den odlade potatisen kommer av familjen *Solanaceae* som är en mycket stor familj omfattande ett hundratal arter, däribland många giftiga arter. Några av potatisens nära släktingar som många känner till är kulturväxterna tobak, tomat och paprika (Fogelfors 2001).

Potatisen utgör idag en viktig gröda och används i många länder, men för 400 år sedan var potatisen okänd utanför Sydamerika (Svensson, 1982). Potatisen odlades från början i Anderna i Sydamerika (Fogelfors, 2001). De första européerna som kom i kontakt med potatisen var de spanska erövrarna som omkring år 1570, då de invaderade norra Sydamerika. Efter invasionen introducerades potatisen i Europa och då först i Spanien där den sedan spred sig vidare över Centraleuropa, men till en början användes den endast sporadiskt och en mer regelmässig odling startade inte förrän under 1700- och 1800-talet. Först kring 1590-talet introducerades potatisen i England. Eftersom potatisen härstammar från Sydamerika har den med hjälp av mänskligt urval anpassats till långdagsförhållande (Harris, 1992). Till Sverige och Uppsala kom potatisen under 1600-talet och odlades till en början i Uppsala botaniska trädgård av Olof Rudbeck. Men det finns också berättat att soldater som återvänt hem efter trettioåriga kriget haft med sig potatis hem till Sverige. Men även här dröjde den vidare

bruksodlingen fram till 1700-talet (Svensson, 1982). Jonas Alströmer propagerade hårt för potatisens förträfflighet och verkade för en ökad odling i Sverige. Han menade här att de förträffliga knölarna ”jordpäron” (som han kallade dem) kunde användas till det mesta och att om de torkades och maldes, bildades ett mjöl som var som det finaste vetemjålet (Alströmer, 1727). Utvecklingen av svensk potatisodling var sådan att den under 1950 -60-talen förbättrade odlingstekniken m.m. bidrog till höjda skördar och kvalitetsförbättringar (Svensson, 1982). I Sverige har matpotatisarealen stadigt sjunkit sedan början av 1900-talet. År 2005 odlade vi i Sverige ca 22 100 ha matpotatis. Fabrikspotatisarealen var samma år ca 8400 ha och har då stigit sedan början av 1990-talet (www.SJV.se). Förutsättningarna för att odla potatis är bäst i de södra delarna av landet och hälften av matpotatisen som produceras i Sverige produceras i Skåne, Halland och Västergötland. Men matpotatis odlas över hela Sverige. Den potatis som odlas i Europa idag tillhör släktet *Solanum tuberosm ssp. tuberosum* (Fogelfors, 2001).

SNABBFAKTA OM POTATISODLING I SVERIGE

Potatis odlas oftast på grovkorniga lätta jordar för att skörden ska underlättas och att minimera potatisens missformning. Potatis är en vattenkrävande gröda som behöver en lång utvecklingsperiod. Då potatisen odlas på lättare jordar uppstår ofta vattenbrist och utvecklingen hålls tillbaka. Potatis är en av få grödor som det verkligen lönar sig att bevattna i Sverige, till hjälp av den högre och jämnare kvalitet som kan nås med jämn vattentillgång. Då odlingen sker på mer finkorniga jordar finns risk att upptagningen kan bli mycket besvärlig, då lera kletar vid potatisen och bidrar till en försvårad bortsortering av sten och klump.

I Sverige odlade vi år 2005 matpotatis på ca 22 100 ha. Matpotatisen kan delas in i följande klasser:

- Primörpotatis är potatis som har förgrots och odlas oftast under väv för att säkerställa tidig skörd. Denna potatis är ofta mycket känslig då den inte uppnått full mognad vid skörd och tål därför inte hårdhänt hantering och tål endast kortare lagringstid.
- Färskpotatis skördas lagom till midsommar. Även dessa knölar skördas innan full mognad nåtts, varför även dessa är mycket känsliga. Sättnölar har som regel förgrots innan sättning.
- Sommarpotatis skördas oftast skalmogen men säljs och konsumeras direkt efter skörd. Knölar är oftast något fastare i sina kokegenskaper än primör och färskpotatis.
- Höst/vinterpotatis får mogna i jorden efter det att blasten dödats tills upptagning sker. Potatisknölar kan nu bilda hårdare skal och klarar då upptagning och sortering bättre, med färre skador som följd, vilket är viktigt då potatisen ska lagras fram till konsumtion.

Stärkelsepotatis odlas idag på ca 8400 ha i Skåne och Blekinge för produktion av stärkelse. (Potatisodling, Lantmännen, 2006)

KNÖLUTVECKLING

Potatisknölar producerar stoloner som vanligen börjar bildas på utsädesknölens nedre delar. De första knölar bildas i sin tur från de lägre sittande stolonerna. Knölbildningen börjar som en förtjockning av den första internoden bakom stolonspetsen. De knölar som oftast uppnår högst vikt är de knölar som producerats av de lägre sittande stolonerna. Storleksuppdelningen syns redan tidigt under säsongen då dessa lägre sittande knölar uppnått större diameter än en och en halv tum till skillnad från knölar högre upp. Potatisknölen

anses vara en modifierad stamdel med dåligt utvecklade blad och dålig förgrening. Knölens ögon utgör ärr efter bladanlag. Enligt boken *The Potato Crop* finns skilda uppfattningar om hur potatisknölbildningen initieras. Om det är genom cellsträckningen eller genom celledelning. Vilket får förbli oklart för detta arbete då det finns experiment som talar för båda delarna. Vilken typ av tillväxt potatisen får i fortsättningen varierar med balansen mellan tillväxten längd och bredd (Harris, 1992).

Knölsättning startar tidigare med låga temperaturer och fördröjs med höga temperaturer. Det har även påvisats att potatisen växer och ger stora skördar under kortdagsförhållanden med låg nattetemperatur, medan knölbildningen uteblir vid höga nattetemperaturer. Potatis som växer i kortdagsförhållanden producerar knölar tidigare än potatisplantor i långdagsförhållanden. Exempelvis kan en ung snabbt växande planta uppehållas i en temperatur av 7°C eller lägre under sju dagar och därmed initiera en tidigarelagd knölbildning hos plantan. Till skillnad från att knölbildning sker snabbare vid låga temperaturer sker plantans blombildning snabbare vid högre temperaturer (Harris, 1992).

STÄRKELSE

Redan Alströmer pratade om potatisen förträffliga stärkelse, som kunde användas till soppor, redningar m.m. (Alströmer, 1727). Potatisens torrsbstanshalt utgörs till en stor del av stärkelse. Stärkelsehalten och stärkelsens egenskaper påverkar potatisens textur samt dess energiinnehåll. Detta medför att stärkelsen även inverkar på potatisens kokkvalitet (Svensson, 1982). Stärkelse lagras som små stärkelsekorn i knölens parenkymceller (Harris, 1992; Svensson, 1982). Stärkelsen består av amylos och amylopektin i förhållandet ungefär 1:3 enligt Svensson (1982). Även potatisknölar med en diameter av en centimeter har parenkymceller som påvisats innehålla mängder av stärkelsekorn. Stärkelseinnehållet i potatisknölen är i vanliga fall mellan 10 och 25 % och kan som mest vara upp till 35 % beroende på sort. Produktionen av stärkelse sker snabbare i tidiga sorter än i senare. I vissa sorter finns stora variationer beträffande stärkelsehalten inom den enskilda knölen (Harris, 1992).

KALIUM

I marken

Kalium är ett viktigt näringsämne för växter och djur. Det tillhör gruppen makronäringsämnen, alltså de ämnen som behövs i större mängder. Kalium som växtnäringsämne har varit känt sedan mitten på 1800-talet. Intresset ökade i samband med att myrmarker som i övrigt är mycket mineralfattiga började uppodlas. Mineraljordar innehåller stora mängder kalium men endast en liten del är tillgängligt för växterna, innehållet är ungefär 1,5 – 2,5 % kalium. Detta innebär att den mängd kalium som finns i rotzonen hos växterna i många fall kan vara 100 ton eller mer per hektar. Potatis är en gröda som har ett mycket stort kaliumbehov på uppåt 300 kg per hektar (Hahlin & Ericsson, 1984).

Kalium rör sig i cykler mellan fyra olika pooler i marken (Fig. 1) med olika möjlighet att tillgodogöras av växterna (Brady & Weil, 2002). I markvätskan finns alltid en viss mängd fria kaliumjoner (ca 1-5 kg per hektar). Mängden kalium i marken motsvarar inte alls grödors behov, men för höga halter i markvätskan kan leda till saltskador på växten (Hahlin & Ericsson, 1984).

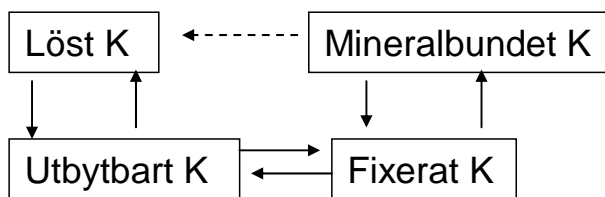


Fig 1. Markens fyra kaliumpooler delas in i löst kalium, utbytbart kalium fixerat och mineralbundet kalium.

90 – 98 % av kaliumet i mineraljordar är relativt fixerat eller mineralbundet. Källan för kalium är primära mineral som Biotit, Muskovit och Kalifältspat. När dessa mineral vittrar blir kaliumet tillgängligt för växterna. Kalium kan exempelvis sitta fast i ett 2:1 mineral. Kaliumjonerna är hårdare bundna i ett glimmermineral än i Illit eller Vermikulit. De kaliumjoner som sitter hårt bundna och är outbytbara fungerar som en viktig reserv av långsamt tillgänglig näring. Mängden utbytbart eller fixerat kalium kan vara mycket stor i vissa jordar. Men det har visat sig att kalium från dessa pooler i vissa fall till stora delar täcker behovet av kalium. Jämvikten från poolen ”ej utbytbart K” till ”utbytbart K” går långsamt medan övergången till ”löst K” går snabbt. Förhållandet mellan dessa gör att sandiga jordar med låg CEC (katjonbyteskapacitet) har låg buffrande förmåga av kalium. I dessa jordar är kaliumjonkoncentrationen hög vid växtodlingssäsongens början eller strax efter gödning. Jordens dåliga förmåga att uppehålla kaliumkoncentrationerna när växterna tar upp löst kalium kan bidra till sensommarbrist av kalium. I jordar med högre CEC har jorden större förmåga att bibehålla leveransen av kalium under hela säsongen. Kalium kan återföras naturligt till fälten med organiskt material exempelvis stallgödsel (Brady & Weil, 2002). Eftersom växterna tar upp kalium från markvätskan måste den poolen fyllas på hela tiden för att inte växterna till slut ska lida av kaliumbrist (Hahlin & Ericsson, 1984).

Större delen av det kalium som växterna tar upp har återförts eller återgetts av växtrester på fältet, vilket kanske inte är fallet för potatis som har ett större behov. Kalium lakas ut med eroderande jordpartiklar, avrinningsvatten och genom förluster till grundvattnet. Under hela tiden finns den större delen av kaliumet i primära mineral och är då inte utbytbart. På riktigt näringsrika jordar är tillgången på utbytbart kalium tillräcklig för att tillgodose växtens behov för en snabb och optimal utveckling. De flesta fälten har för dålig vittringsförmåga av kalium, vilket innebär att kalium måste tillföras utifrån, antingen som konstgödsel eller stallgödsel. Till skillnad från fosfor kan kalium hittas i någorlunda höga koncentrationer i mineraljordar, förutom de som till större delen består av kvarts. Det är inte alls ovanligt att hitta kaliumnivåer på upp emot 30-50 ton/ha i jordens övre 15cm skikt. Kväve, fosfor och kalium finns alla i jordar men oftast i allt för små tillgängliga mängder vilket gör att vi får en positiv effekt av att gödsla (Brady & Weil, 2002).

Är kolloiderna mättade med K^+ och det tillförs $CaSO_4$ (gips) kommer några av de upptagna K^+ att byta plats med Ca^{2+} . Mängden joner som kommer att byta plats beror på vilket sorts salt och hur mycket av saltet som tillsätts, men även hur mycket K^+ som finns på lerkolloiderna. När kaliumet byts ut är det i löst form i markvätskan och blir därmed mer växttillgängligt (Havlin, 1999).

Analysmetod för P-AL och K-AL

För att bestämma åkerjordens fosfor och kaliumtillstånd används i Sverige Egnérs AL-metod. Extraktion av jorden sker med en buffrad lösning av 0,10 M ammoniumlaktat och 0,40 M ättiksyra (AL-lösning), mängden P och K bestäms i det erhållna extraktet. Extraherat P och K

beräknas i mg per 100g lufttorr jord. Dessa värden kallas P-AL och K-AL. AL-lösningen är ett relativt starkt extraktionsmedel och frigör betydligt mer P än växternas behov under en vegetationsperiod. Med korrelation till gödslingsförsök kan de kemiska jordanalyserna ligga till grund för våra gödslingsrekommendationer (Wiklander, 1976).

Analysmetod för P-HCl och K-HC

För att bedöma jordens näringstillstånd räcker det inte enbart med de lättlösliga fraktionerna, utan även jordens reservförråd av P och K måste tas i beaktning. Mängden förrådsfosfor och förrådskalium bestäms genom extraktion av jorden med 2,0 M HCl och uttrycks i mg P resp. mg K per 100g lufttorkad jord. Storheterna uttrycks i P-HCl och K-HCl (Wiklander, 1976).

Växttillgänglighet

Störst fixeringer av kalium sker i Illit som är ett 2:1 mineral. Fixeringen av K är ett resultat av att K-jonerna kilas fast mellan 2:1 mineralen. Ett 1:1 mineral som Kaolinit fixerar inte kalium. Kaliumfixeringen är generellt av störst vikt i finkorniga jordar och avtar med ökande kornstorlek. Lufttorkning av jordar med hög mängd utbytbar kalium kan bidra till att kaliumet fixeras och avtar i sin tillgänglighet. I motsats till då markfuktig jord med liten mängd utbytbar kalium torkas, ökar utbytbarheten frekvent. Detta tolkas så att leran vid torkning spricker sönder och fler ytor exponeras vilket vidare leder till att tillgängligheten av kalium ökar. Tillgängligheten av kalium under våta och torra fältförhållanden är svåra att storleksbestämma.

I de flesta jordar förutom de sandigaste är kaliumförlusterna mycket små. Men i humida områden har läckage av kalium härletts som huvudorsak till den begränsande produktionen. I mycket sura jordar med giftiga halter av utbytbar Al^{3+} och Mn^{2+} skapas miljöer som gör det svårt för rötterna att ta upp K^+ och andra näringsämnen i de mängder som behövs (Havlin, 1999; Wiklander 1976).

En sandjord med hög basmättnadsgrad förlorar en mindre mängd utbytbara K^+ genom läckage än jordar med låg basmättnadsgrad. Vid kalkning ökar basmättnadsgraden och därmed minskar förlusterna av utbytbar K^+ (Havlin, 1999).

Markens odlingsbetingelser varierar ofta inom ett fält. Markens fysiska, biologiska och kemiska egenskaper kan variera vertikalt, horisontellt med olika behandlingar och över tiden. Markens förråd av organiskt material kan leverera växterna tillräckligt med kväve på vissa områden av fältet medan det finns ett stort kompletteringsbehov på andra (Svensson, 1982). Större delen av jordens kaliumförråd är bundet i lermineral som allt efter som tiden går vittrar och blir tillgänglig för växterna. Ett problem med lättare jordar är att kaliumet lätt lakas ut. Humusen medverkar till att hålla kvar kaliumjonerna så att de kan tas upp av växterna, eftersom organiska material bidrar till ett högre CEC (Hydro, 1998). Kalium uppträder alltid som K^+ och likt fosfor bildar inte heller kalium några flyktiga gaser under naturliga förhållanden som kväve gör som då lätt förloras till atmosfären (Brady & Weil, 2002). Kaliumbrist uppträder oftast på lättare jordar där inte lermineralen frigör tillräckliga mängder kaliumjoner för att tillgodose potatisens stora behov (Hydro, 1998). De stora variationerna av tillgängliga växtnäringsämnen bidrar till ojämn kvalitet på den skördade grödan (Svensson, 1982).

Enligt ett gödslingsförsök i potatis under 1999, genomfört på fyra gårdar i Skåne med varierande jordart studerades kompletteringsgödslingens verkan. Kompletteringen gjordes efter blad- och jordanalys. De gödselmedel som användes i försöket var kalksalpeter, N-K 12-42, kalium magnesia, flytande magnesiumfosfat, flytande magnesiumsulfat samt mangan 235. I medeltal var merskörden 3000 kg/ha och medelvinsten 1500kr/ha. Den slutsats som kunde

dras från försöket var att det är viktigt att alla näringsämnen är i balans i potatisplantan för att nå maximal skörd och kvalitet (Andersson, 2001).

Vid kaliumgödning är markkartering en förutsättning för att få ett planeringsunderlag att utgå från. Kalium tas upp i stora mängder av blast och knölar och behöver därför tillföras i stora mängder för att inte jorden ska utarmas. Hur mycket kalium som ska spridas grundas hittilldags på markens innehåll av kalium (Svensson, 1982). Kalium är ett viktigt näringsämne för potatisens kvalitet som bidrar till minskad mörkfärgning efter kokning medan blötkokningen ökar med stigande givor. Kalium sänker potatisens torrsbstanshalt vilket blir extra märkbart vid användning av klorhaltiga gödselmedel. Med utgångspunkt från några försök som gjorts före 1982 anges följande riktvärden ligga till grund för potatisodling på jordar med KAL – klasserna 1-4 respektive 240, 200, 140 och 100kg K/ha. Mindre skillnader finns mellan olika sorter (Svensson, 1982)

Kaliums funktion i växten

Användningen av kaliumgödselmedel har minskat kraftigt sedan 1982 fram till 2002 vilket även Lars Bolin vid SMAK uttryckte som ”Det snålas med kalium”. Men kalium är mycket viktigt för grödans kvalitet och skördemängd. Grödor som vall, sockerbetor och potatis behöver mycket kalium jämfört med spannmål och oljeväxter (Öborn m. fl., 2005).

Kalium är ett växtnäringsämne som oftast inte är det ämne som vid liten tillgång begränsar grödans tillväxt. Vid extensiv odling, så som ekologisk odling eller odling på organogena jordar, uppstår snabbt kännbar kaliumbrist (Öborn m. fl., 2005).

Kalium förekommer i mer eller mindre växttillgängliga former för växterna. Kalium har en viktig roll i växters näringsförsörjning, men är inte inblandad i några organiska föreningar. Kalium finns verksam i olika lösningar i växtcellen och fungerar där som aktivator i mer än 80 enzym i växter och djurs metabolism, bildning av stärkelse, nitratreduktion, fotosyntes och sockerreducering. Kalium är viktigt för att växten ska kunna sänka den cellulära osmotiska potentialen, bl.a. minskning av vattenförlusterna från bladens klyvöppningar och öka förmågan för rotcellerna att ta upp vatten från jorden. Kalium har även en viktig roll vid växtens fotosyntes, proteinsyntes, kvävefixering i baljväxter, bildningen av stärkelse och fördelningen av socker (Brady & Weil, 2002). Kalium har fått den speciella uppgiften att stänga och öppna stomata, vilket vidare styrs av cellernas osmotiska potential (appendix 1) (Öborn m. fl., 2005). En stor tillgång på kalium bidrar vidare till en ökad produktion av stora potatisknölar (Brady & Weil, 2002). Stor tillgång på kalium bidrar också till att mindre mängder Ca, Mg, Zn, AL och Mo tas upp av växtvävnaden (Öborn m.fl., 2005). Kalium motverkar att växten blir stressad av omgivande faktorer som köld, svampangrepp och insektsangrepp. Att växten får bättre motståndskraft vid tillräcklig tillgång på kalium kan förklaras med att växten förhöjer kvalitén på blommor, frukt och grönsaker genom bättre smak, färg och bra stjälk/stråstyrka. En positiv effekt av kalium är att det kan minska effekterna av höga kvävegivor (Brady & Weil, 2002).

Potatisknölen

Det finns 13 växtnäringsämnen som tas upp i varierande mängder av alla växter. Potatisplantan består till 1 % av kalium och till 1,5 % av kväve. Kalium och kväve är alltså de näringsämnen som används i störst mängder av potatisplantan (Harris, 1992). Enligt Bodin (1983) har den forskning som gjorts på potatis i Sverige fram till början av 80-talet visat att potatis har ett stort behov och upptag av kalium. Potatisen tar upp mer kalium än kväve.

Enligt Bodin (1983) vet forskarna att kalium fungerar som aktivator till enzymer och att det har betydelse för oxidativ och fotosyntetisk fosforering. Kalium ingår som beståndsdel i cellsaften där den har en avgörande betydelse för vakuolens osmotiska potential och verkar även buffrande. Enligt Bodin (1983) visar inte torrsubstanshalten eller kaliumhalten i knölen på några tydliga samband dem emellan. Bodin skriver även att ”kaliumhalten förefaller inte vara kritisk beträffande sönderfallsbenägenheten”. Detta gäller främst plantor utan bristsymptom (Bodin, 1983).

Gödsling

Potatisens kaliumbehov varierar stort mellan olika fält och olika sorter se Tab. 1 (Lantmännen, 2005). Koncentrationen av kalium i den skördade knölen varierar även den med sort, växtplats, år och mängd tillförd kalium (Öborn, m.fl., 2005). Sorter som är känsligare för mörkfärgning och/eller sönderkokning har ett betydligt större behov av kalium än andra. Då potatisen gödslas med för mycket kalium finns risk för blötkokning samtidigt som knölens ts-halt sjunker. För att kunna lösa dessa problem krävs en markkartering som gärna föregåtts av en EM-38 mätning. Vad en EM -38 mätning innebär redogörs i kapitlet om Teknik. Kaliumgödslingen anpassas efter markkarta, potatistyp och sort (Lantmännen, 2005).

Potatisen har en lång växtperiod och behovet av näring är därmed också utdraget. Vid potatisodling kan det vara av stor vikt att dela på kväve- och kaliumgivorna då dessa är lätttröliga i marken. Detta bidrar till att en mindre mängd näring riskerar att lakas ut och att potatisen har större möjligheter att ta upp tillförd mängd växtnäring. Bästa sättet att bestämma hur mycket gödsel som ska tillföras ett fält med potatis är att brukaren utgår från tidigare års erfarenheter samt förväntad skörd och markkartor för att se jordens näringslevererande förmåga (Jordbruksverket, 2006).

En normal potatisskörd på ca 30 ton för bort ca 150 kg kalium per hektar, vilket kräver en gödsling med lika mycket. Blasten innehåller även den nästan samma mängd kalium. I försök har kaliumgödslingen gett mycket stor skördeökning vid 150 kg kalium per hektar i K-AL klass 1. På kaliumrikare jordar avtar kaliumeffekten på tillfört kalium. Kaliumgödslingen påverkar endast storleken på knölna och inte antalet. Enligt de försök som studerats av Hahlin & Ericsson (1984) minskar stärkelseskörden i fabrikspotatis vid allt för höga kaliumgivor. I matpotatisen riskerar kvalitén att försämrats och även blötkokning kan öka med höga kaliumgivor. Däremot motverkas mörkfärgning med stigande kaliumgivor (Hahlin & Ericsson, 1984).

Tab. 1. Riktvärden för kaliumgödsling, kg K/ha beroende på användningsområde, skördenivå och kaliumklass enligt Yara,(2006)

	Skörd ton/ha	Klass	I	II	III	IV - V	
		0-4	4-8	8-12	12-16	>20	
Mat- och Industripotatis	30	275	240	170	100	40	0
	40	320	280	200	120	40	0
	50	365	320	230	140	60	0
	60		360	260	160	80	0
Stärkelsepotatis	50	240	200	120	40	0	0

Enligt Yara (2006) har stärkelsepotatis ett lägre kaliumbehov än matpotatis (Tab. 1). Kalium ger minskad risk för stötblått och mörkfärgning efter kokning. För mycket kalium kan medföra blötkokning genom sänkt ts-halt.

Potatis har ett stort kaliumupptag under hela sin växtperiod. En stor del av det kalium som tas upp används vid blastutvecklingen, men ytterligare kalium behövs till knölarnas tillväxt. Resultat från försök med olika varianter av kaliumkomplettering har visat att komplettering med Promagna NK eller Ks + UniKa innan slutkupning gav samma skörderesultat som då kalimagnesia spreds innan sättnig. Enligt rapporten har tidigare försök visat tendenser till att en delad kaliumgiva minskar risken för mörkfärgning efter kokning (Andersson, 1999).

Bristsymptom

Generellt sett är bristsymptom av kalium lättare att identifiera än många andra växtnäringsämnen. Kalium är mycket lätttrögligt i växten vilket innebär att det vid brist translokeras kalium från de äldre bladen till de yngre för att korrigera bristen. Detta bidrar vidare till att de första bristsymptomen yttrar sig på plantans nedre blad (Brady & Weil, 2002). Kaliumbrist hos potatis kan i tidiga stadier identifieras med att de äldre bladen blir mörkgröna nästintill blålila. Vidare så bildar bladkanter och bladspets nekroser i varierande storlek. Senare stadier medför att bladen blir krusade och buckliga med vissna bladnerv (appendix 3). Detta medför att när potatisen ska skördas är den mer ömtålig än vanligt för stötar. När potatisen sedan kokas har den en benägenhet att mörkfärgas (Hydro, 1998).

KVALITETSFEL

Blötkokning

Kvalitetsfelet blötkokning är i litteratur mindre omskrivet än sönderfalls- och mörkfärgningsbenägenhet, då defekten är mest framträdande i områden med kort odlingsäsong. Det är mycket som talar för att även blötkokningsbenägenheten påverkas av cellväggarnas egenskaper. För att motverka blötkokning krävs en lång tillväxtperiod vilket ofta hänger samman med hög torrsubstanshalt, hög stärkelsehalt och låg kvävehalt. Blötkokning uppträder starkast i den egentliga mörgen samt den sekundära mörgen. Här är torrsubstanshalten och stärkelsehalten relativt låg medan kvävehalten är hög (Bodin, 1983). Potatisstärkelse kännetecknas av bl.a. kovalent bundna fosfatgrupper. Det är främst kalcium- och magnesiumjoner men även järn- och kopparjoner som bidrar till gelegsenskaperna. Under kokningen tar stärkelsen upp vatten och får en vidgad struktur. Då vattenmolekylerna tas upp förlorar de delar av sin kinetiska energi, vilket påverkar uppvärmningen och volymutvidgningsförloppet. Stärkelsen gelatiniserar vidare inom temperaturintervallet 55°C-70°C som varierar med utvecklingstidpunkten. Gelén kännetecknas av ett tredimensionellt system. Gelén kan bildas ned till ett stärkelseinnehåll på 0,3 %. Under kokningen är väggtrycket av stor betydelse vilket begränsar stärkelsens vattenupptag. Enligt rapport 125 från institutionen för växtodling är benägenheten för blötkokning starkare i mörgvävnaden än i den ytliga vävnaden samt att saltkoncentrationen är lägre här. Tidigare i rapporten antogs det här beror på de fria aminosyror och amider i knölen. Geléns skjuvningsmotstånd sänks kraftigt vid förändringar i stärkelsemolekylen som då påverkats av kväveföreningarna (Bodin, 1983).

Med hjälp av varierad kaliumgödsling i försök och på fältnivå har Lars Wijkmark och Rolf Lindholm vid Hs Halland lyckats nå jämnare och högre knölkvalité vilket vidare resulterat i minskad andel blötkokande knölar. Principen för platspecifik kaliumgödsling är att mängden

kompletteringsgödsel styrs utifrån markkartans KAL-värden. Tanken har varit att potatisen ska ha tillgång till samma totala mängd kalium över hela fältet (Wijkmark et al., 2005).

Enzymatisk mörkfärgning

Mörkfärgning av den vanliga typen hos potatis benämns enzymatisk mörkfärgning respektive mörkfärgning efter kokning. Mörkfärgningen orsakas av en oxidation av aminosyran tyrosin till dihydroxyindol som vidare polymeriseras till melanin som ligger till grund för pigmentförändringen som uppkommer efter skador på cellen. Mörkfärgningen framträder tydligt på exempelvis rå skalad potatis som får ligga en stund i direktkontakt med luft. Pigmentförändringen kan fördröjas och till och med förhindras om den skalade potatisen läggs i vatten (Svensson, 1982). Stötblått är ett allvarligt kvalitetsfel som orsakats av yttre mekanisk påverkan (appendix 2). Stötblått uppträder oftast i kärlingsområdet där förutsättningarna är små att fördela en yttre krafts skadeverkan. Potatisens benägenhet att bilda stötblått varierar vida mellan olika sorter. Det som är huvudorsaken till stötblått är ovarsam hantering vid upptagning och sortering (Harris, 1992). Samma tryck kan påverka olika potatisar olika. Knölens känslighet avtar med stigande temperatur och turgortryck. Faktorer som verkar för stötblått är riklig nederbörd och låg tillgång på kalium. Mörkfärgningen ökar även vid stor kvävetillförsel och otillräcklig kaliumtillgång. Hur torrsubstanshalten inverkar är ovisst, men Bodin (1983) antar att de stärkelsepackade cellerna bidrar till mekaniska skador då cellerna trycks ihop. Det finns ett tydligt samband mellan bildningen av ämnet tyrosin och mörkfärgning hos potatis. Förhållandet varierar mellan olika sorter och med omgivningens påverkan. Med hjälp av högre kaliumgivor kan problem med stötblått minimeras (Harris, 1992). Resultatet av stötblått på potatisknölen illustreras i appendix 2.

Mörkfärgning efter kokning

Mörkfärgning uppkommer genom en oxidation av järnkomplex. Detta kan medföra att den kokta knölen redan under avsvälningen antar grå till gråsvart färg (Bodin, 1983). Detta är inte en enzymatisk mörkfärgning till skillnad från stötblått. Järnkomplexet oxiderar och bildar klorogensyra som orsakar mörkfärgningen av potatisen. Graden av mörkfärgning efter kokning är beroende av två syror, nämligen klorogensyra och citronsyra (Harris, 1992). Relationen mellan klorogensyrhalten och citronsyrahalten i vävnaden är avgörande för om mörkfärgning efter kokning ska ske eller inte (Bodin, 1983). Mörkfärgningen är mycket sortberoende och risken för mörkfärgning ökar vid god tillgång på kväve och endast måttlig tillgång på kalium. Effekterna blir extra tydliga under svala och regniga somrar. Dessa omgivande faktorer påverkar direkt mängden citronsyra och i vissa fall även mängden klorogensyra. Harris (1992) redogör för en studie gjord av Hughes och Mapson (1967) som visar att potatis odlad på lätta jordar med låg kaliumhalt och mycket organiskt material oftare blir mörkfärgad efter kokning. Vid låg kaliumhalt visas även låga koncentrationer av citronsyra och något högre koncentrationer av klorogensyra. Detta till skillnad från fält med lera, hög kaliumhalt och låg halt organiskt material, där mörkfärgning var sällsynt. I Hughes & Mopsons försök fanns en hög korrelation mellan potatisens innehåll av K^+ och citronsyranivån, utom när klor fanns med i lösningen (Harris, 1992). Genom att balansera tillgången på kväve och kalium efter sort och odlingsförhållanden kan denna kvalitetsdefekt nå acceptabel nivå (Bodin, 1983). Som nämnts här ovan blir effekten störst då klorhaltiga kaliumgödsel används. Klor sänker knölens ts-halt och citronsyrakoncentration i cellerna, vilket vidare kan öka den oxidativa mörkfärgningen i kokta knölar (Fogelfors, 1998). Även

lagringstemperaturen påverkar koncentrationen av citonsyra och klorogensyra som motverkar/bidrar till potatisens mörkfärgning efter kokning (Harris, 1992).

KVALITETSMÄRKNING

Potatisens kvalitet diskuterades och kritiserades livligt efter första världskrigets slut. Detta bidrog vidare till att statens centrala frökontrollanstalt började kontrollera potatisens kvalitetsegenskaper. I början av 1940-talet bildades den första kvalitetsmärkningsen. Men bestämmelserna var inte tillräckligt effektiva och fick därmed inte avsedd verkan.

Konsumenternas missnöje fortsatte efter andra världskrigets slut och under medverkan av Lantbruksstyrelsen bildades Svensk matpotatiskontroll (SMAK). Deltagandet i SMAK var även i fortsättningen frivilligt. Men inte heller den nya satsningen bidrog till någon avsevärd kvalitetsförbättring. I slutet av 50-talet beslutade regeringen att matpotatis inte fick marknadsföras med extra god beskaffenhet, om den inte var kontrollerad genom SMAK. Från den obligatoriska märkningen och kontrollen undantogs försäljning från odlare direkt till enskild konsument (Statens jordbruksnämnd, 1988). SMAK är Landets ända godkända kontrollorgan för potatis och klassificerar potatisen utifrån olika kvalitetsparametrar. Matpotatis som inte är kvalitetskontrollerad eller som inte uppfyller kraven ska betecknas som oklassificerad (Svensson, 1982; Bohlin, 2006).

Enligt Statens jordbruksnämnd (1988) skiljer sig kvalitetsuppfattningen konsumenter emellan. Vissa vill att potatisen ska koka sönder men ingen vill nog att potatisen ska blötkoka. De generella sambanden mellan koncentrationerna av näringsämnen och kvalitetsegenskaper visas i Tab. 2. Kokegenskaperna är till stor del sortbundna vilket också styr konsumenternas sortval.

Tab. 2. Näringsämnenas påverkan på kvalitetsegenskaperna blötkokning, mörkfärgning, sönderkokning och torrsbstanshalt. Ett +(plus) betyder ökning och -(minus) betyder minskning av kvalitén (Warlin & Rosendahl, 1987)

	Kväve	Fosfor	Kalium
Blötkokning	+	-	+
Mörkfärgning	+	-	-
Sönderkokning	-	+	-
Ts-halt	-	+	-

För att fastställa kvalitén på ett potatisparti tar man slumpmässigt ut ett visst antal delprover som tillsammans utgör ett samlingsprov på minst 20 kg. Kvalitén påverkar hur stor den slutliga betalningen blir för potatisen. Vid insamlingen tittar kontrollanten på förekomsten av blötröta, groddar, grad av uttorkning och om potatisen är våt eller jordig.

Sedan utförs:

- *Storleksortering och sortrenheten studeras.* Knölnarna får inte vara mindre än 20 mm. Vid storleksklassningen förs potatisarna genom ett galler med fyrkantiga hål (Tab. 3). Några specialregler gäller för vissa områden.
- *Skador och sjukdomar kontrolleras.*
- *Kokegenskaper*

Tab. 3. Storleksindelning av potatis för olika klassning(SMAK, 2006)

	SMAK Klass 1 /	
	SMAK Storköks-Prima	SMAK Klass 2
Liten: högst 40 mm	10 mm	10 mm
Medel: 40- 65 mm	15 mm	20 mm
Stor: (får ej innehålla potatisar under 55 mm)	15 mm	20 mm

50 stycken potatisar tas ut för provkokning. Hälften kokas med skal och hälften utan. Potatisen kokas nått och jämnt täckta med vatten. Då potatisen är färdig hålls vattnet bort. Fem potatisar ur varje kok provsmakas (SMAK, 2006). Kokegenskaperna bedöms sedan på hur många som har kokat sönder, mörkfärgats och/eller blötkokat enligt parametrarna här nedan.

- Sönderkokande/torr mjölig
- Mjölig
- Fast/mjölig
- Fast
- Blöt/krämig

Vid de olika klasserna ges olika poäng som i slutändan summeras med de andra testerna för att ge den slutgiltiga klassificeringen. För kvalitetsklass SMAK Klass 1/SMAK Storköks-Prima, tillåts högst 6 kokningsfelpoäng och för SMAK Klass 2 högst 10 kokningsfelpoäng. Felpoängen beräknas genom att varje specifik kokegenskap multipliceras med angivet relationstal, se Tab. 4. Poängen summeras därefter.

Tab. 4. Relativa tal för klassificering (SMAK, 2006).

	rel. tal
Stark blötkokning	1
Stark mörkfärgning	1
Svag mörkfärgning	0,25
Starkt sönderfallande	0,25

ODLINGSTEKNIK

Precisionsodling och markkartering

Tillgången på olika växtnäringsämnen kan variera stort inom och mellan fält. Fosforhalten varierar ofta med fältets varierade skördepotential. I fältdelar med hög skörd förs det oftast bort mer fosfor än vad som tillförs. Behovet av kalium, magnesium och koppar varierar starkt med jordarten. Ju lättare jorden är desto mer kalium behöver tillföras. Den mängd kalium som tas upp av växterna varierar stort mellan olika grödor och skördenivåer. Potatis och vall är de

grödor som behöver mest kalium. Kaliumbehovet är beroende av magnesiumhalten och det är viktigt att K/Mg – kvoten är i balans. Med balans menas att tillgängligheten av det ena ämnet inte konkurrerar ut upptaget av det andra. Om växtnäringstillgången på fältet varierar stort är det viktigare att kunna anpassa insatserna efter de olika delarnas behov. Ett första steg mot precisionsodling är att ha en väl utförd markkartering med GPS. För att få tillförlitlig fakta till sin gödslingsplanering bör marken markkarteras vart 7-10:e år.

Markkartering och EM 38

Markkartering är en viktig del i dagens precisionsjordbruk. Precisionskartor behövs för att kunna göra noggranna och anpassade insatser på fältet. Målet med precisionsodling är att kunna optimera insatserna för varje del av fältet. Än så länge styrs kalium, fosfor, magnesium och koppargödslingen utifrån kemiska analyser av jordprover. I Sverige tas enligt GMS (God markkarteringssed; Jordbruksverket, 2006) ett prov per hektar, men i många andra länder anses detta som otillräckligt eftersom viktig information kan utelämnas och att kartorna därmed inte visar vad marken verkligen innehåller. Därför behövs nya enkla och billiga sätt för kartering med större rumslig upplösning.

Markkartering med ett prov per hektar består i sin tur av 7-12 delprover som är tagna inom en cirkels radie på 3-5 meter. Ett ökat antal av delproverna gör det sammanlagda provet mer representativt för provplatsen. Varje provplats bör anges med DGPS (direct global position system). Antalet prover som ska tas per hektar bör grundas på fältets historia, topografi och gödsling. I Norden används ofta något som kallas Grid Sampling vilket innebär att ett prov tas med 100 meters mellanrum i ett rutnät över hela fältet. Stratified random sampling är en kombination av grid och random. Här delas fältet upp i rutor om 100 gånger 100 meter samtidigt som provpunkten randomiseras inom den tänkta rutan. Detta gör att spridningen blir mer eller mindre jämt fördelad över hela fältet samt att det finns större möjlighet att få med representativa variationer. En fullständig randomiserad provtagning är oftast mindre effektiv då vissa delar av fältet riskerar att få väldigt få provpunkter vilket gör kartan missvisande. Provtagning med högre provtäthet är ett alternativ som ofta rekommenderas. För att vara säker på att kartan visar korrekta variationer bör provtätheten öka till 70 x 70 meter enligt amerikanska rekommendationer. Denna provtäthet är tillräcklig för att ge ett säkert värde på

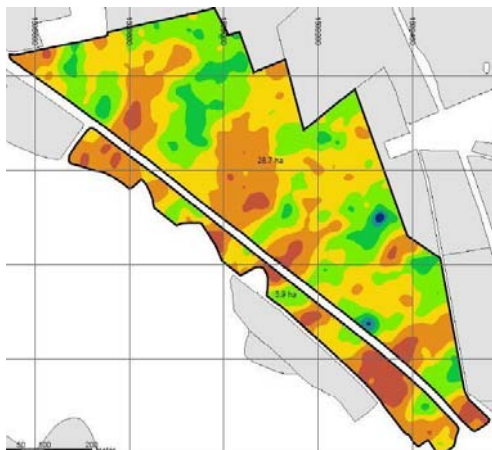


Fig. 4. EM- 38 karta



Fig 3. Skanning med EM-38

markens K, P och pH. År 2001 introducerades mätningar av jordens elektriska konduktivitet i Sverige (Söderström, 2005). Genom att på förhand ha kunskaper om jordens variationer inom fältet kan provtagningen styras så att proven tas på de platser där variationen är som störst och mest representativa (Analycen, 2005).

Med dagens teknik kan man med en EM 38-mätning skaffa sig information om ett fälts jordartsvariationer genom att mäta markens elektriska ledningsförmåga (Fig. 3). Provutrustningen benämns EM-38 och består

av en sensor som tillsammans med en GPS registrerar mätvärde och position. Det som är av störst intresse är inte själva mätvärdena utan variationen de visar (Fig. 4). Tillsammans med en EM 38-mätning kan en tydligare bild skapas över fältets jordartsfördelning. Med andra ord är det till stor del lerhalt, vattenhalt och salthalten som styr markens ledningsförmåga. Em-38 utrustningen är mycket känslig för yttre störningar som stängsel, kraftledningar, allt för stora variationer i markens fuktighet samt tjäle (Analycen, 2005; Gustafsson, 2006). För att kunna fatta beslut om gödselspridningen ska ske enhetligt eller platsspecifikt använder lantbrukaren gamla markkarteringar, gamla skördekartor, N-sensorkartor, EM 38 kartor och topologikartor (Söderström, 2004).

GPS

Precisionsodling har beskrivits som att göra rätt sak vid rätt tillfälle och på rätt plats. För lantbrukaren har nog målet alltid varit att eftersträva detta även om det blivit svårare då fältens storlek blivit större och då samtidigt inte den rätta tekniken funnits att tillgå. Globalt positioneringssystem (GPS) och Geografiska informationssystem (GIS) är benämningar på några av de tekniker som idag används då insamlad information från olika provtagningar och skördekarteringar från fältet ska bindas till en plats med dess specifika koordinater. Geografiska informationssystem är ett mycket användbart verktyg som ska hjälpa oss att hitta nya samband inom jordbruksproduktion, forskning, markkartering, skördekartor samt en mängd andra tillämpningar. GPS, skördemonitorer och kartverktyg är numera standard i flera nya traktorer och tröskor. I dag kan flera av lantbrukets insatser styras efter variationer ute i fält. Insatser som stallgödsel-, konstgödselspridning och kemiska bekämpning anpassas efter avläsning med sensorer av behov och skördepotential (Harrigan & Brook, 2001).

Precisionsgödsling

På många platser i Sverige varierar markens texturer i och mellan fälten från sand till styv lera. Detta gör att näringstillgången kan skilja sig vida inom fältet. De stora variationerna kan vara ett resultat av hopslagningar av flera gårdars mindre skiften med olika odlings- och gödslingshistoria till färre stora skiften. Då gödsel och kalk sprids med en enhetlig giva, frigörs olika stora mängder näringsämnen beroende på odlingshistoria. Ett sätt att sakta ner sig precisionsodlingen kan vara att börja med precisionskalkning. Om pH värdet är något så när lika över fältet finns större chans att näringen är lika tillgänglig över hela fältet. K-HCl är markens svårtillgängliga kalium som mäts vid markkarteringen. K-HCl blir så småningom tillgängligt för växterna genom mineralens vittring. Markens innehåll av kalium kan positivt korreleras till markens lerinnehåll. På Svalöf Weibulls gård Bjertorp bedrivs försöksodlingar på 780 ha odlad mark, här hittades pH-variationer från 5,3 till 6,5 inom ett och samma fält. När markkarteringen gjordes 1995 med hjälp av GPS och ett prov per hektar visades lerinnehållet variera mellan 10–40 % inom fältet. En varierad tillförsel av kalium och fosfor kan grundas på skördedata och jordanalyser. Beträffande markens P-AL, hittas de lägsta värdena på områden där de högsta skördarna tas, där även bortförselelsen av näring är störst (Gustafsson, 2005).

Trots att fält sedan en lång tid gödslats enhetligt (med samma gödselgiva över hela fältet) varierar oftast växtnäringstillståndet över fältet. Orsaken kan bero på geologiska skillnader, men också på skillnader i avkastning och därmed variationer i bortförd växtnäring. Precisionsgödslingen kan styras utifrån:

Växt- och jordanalys

Växtprov ska tas på 20 ställen efter en provtagningslinje på 50-100 meter. Varje prov ska bestå av mellan 30 – 40 friska blad. Rekommenderad tidpunkt för provtagning är 20-80 dagar efter blastens uppkomst. Det är det fjärde bladet uppifrån som skall användas till analysen (Analycen, 2006).

Nitratstickor

Växtsaften pressas på indikatorpapper. Färgen som uppstår jämförs med referensfärger i en tabell, för att utläsa nitralhalten. I potatisodling kan det vara lättare att använda sig av just nitratstickor då dessa inte påverkas av blastens olika färger beroende på provtagningstidpunkt och sort (Agroväst, 2006)

Kalksalpetermätare

Förutom flertalet spannmålsgrödor kan kalksalpetermätaren användas för mätningar i potatis. Mätningen i potatis görs på det yttersta småbladet på det tredje bladet uppifrån, och görs ca 5-6veckor efter uppkomst. För att få ett tillförlitligt värde bör mätningen göras av 30 blad, 3-4 gånger och sedan använda medelvärdet. Efter 7 veckor sjunker färgvärdet kraftigt. Kalksalpetermätaren är ett hjälpmedel för att avläsa kvävebehovet för kompletteringsgödslingen. I potatisblasten finns samband mellan Kalksalpetermätarens mätvärde och ts-halten vid skörd (Hydro Agri, 2006).

N-sensor

N-sensorn mäter grödans innehåll av klorofyll som omvandlar solljuset till biomassa. Ju högre innehåll av klorofyll desto mer kväve har plantan tagit upp. Sensorn beräknar även mängden biomassa utifrån reflekterat ljus inom ett våglängdsområde som inte vi kan se med blotta ögat. En kalibrering görs utifrån mätvärden i det enskilda fältet som sedan ligger till grund för gödslingen. Med ansluten GPS-teknik ges en gödslingskarta som ett kvitto på utfört arbete. N-sensorn är konstruerad som en ramp monterad på traktorns hyttak. I rampens båda ändar finns två sensorer som registrerar reflekterande ljus, riktade nedåt, framåt och bakåt. På rampens ovansida sitter ytterligare en sensor som registrerar infallande solljus. Genom varierad gödsling kan skördevariationerna i fältet minska och en skörd med jämnare kvalitet kan bärgas (Växtpressen, 2003; Odlå med precision, 2002).

Specifik vikt

Specifik vikt används som ett mått för att bestämma potatisens mognad och kvalitetstillstånd. För att lantbrukaren ska veta när det är dags att blastdöda, skördas några punkter från fältet, 3,6 kg potatis sänks ner i en bägare med vatten. Därefter används potatisens vikt och divideras med vattenvolymens ökning då potatisen sänktes ned. Detta ger ett mått på potatisens densitet vilket kan översättas till potatisens innehåll av stärkelse som påverkar potatisens kokkvalitet. Om den specifika vikten är 1080 är potatisen blötkokande om den specifika vikten däremot är 1090 sönderkokar potatisen (P.Gustafsson och G.Gustafsson, 2006).

Precisionsgödsling

För att kunna fånga upp variationerna i grödans kvävebehov, krävs många och noggranna mätningar. Fosfor och kalium kan varieras efter markkarta. Vid själva spridningen används en spridare där utmatningsmängden regleras av en styrmodul. Styrmodulen kan i sin tur kopplas

till en datamodul som kan hantera kartmaterial och GPS-data. Datamodulen beräknar positionen med hjälp av GPS. För att den ska veta vilken mängd som ska spridas på respektive position krävs en styrfil, som i vårt fall är det totala kaliumbehovet minus markkarteringens K-AL minus redan tillförd näring. Vilket är det återstående behovet (Lundström, 2001).

Precisionsgödsling med fosfor är viktigt då fältområden med höga skördenivåer tar bort mer fosfor än vad som tillförs, vilket i sig bidrar till markens sjunkande fosforhalt. På de delar där skördenivån är lägre än fältgenomsnittet, sker hela tiden en nettotillförsel av fosfor. Vid precisionsgödsling av fosfor sprids mer fosfor på fältets högavkastande delar och mindre på de lågavkastande (www.Lantmannen.com, 2006). Brödvete och malkorn är grödor som ger bra betalt då de levereras med rätt proteinhalt (Yara, 2006).

2. BAKGRUND OCH SYFTE TILL EXPERIMENTEN

Traditionellt sett tas vanligen ett jordprov per hektar vid markkartering. Utifrån markkarteringen beräknas ett medelvärde som kommer att ligga till grund för kommande gödselnivåer. Med varierad kaliumgödsling i potatis anpassas kaliumgödslingen utifrån en markkarteringskarta som interpoleras. Utifrån den interpolerade kartan görs en styrfil som genererar en gödslingskarta. Tillsammans med konstgödselspridare, styrfil och GPS kan arbetet nu börja och den valda mängden kalium är bunden till en GPS- punkt som i sig är bunden till ett specifikt värde. Arbetet kommer att redogöra för om det med hjälp av varierad kaliumgödsling går att nå en jämnare knölkvalitet på fältnivå. När det istället gäller stärkelsepotatis är inte kvalitén den stora frågan utan stärkelsehalten.

Min frågeställning inför det här projektet var om det med hjälp av varierad kaliumgödsling går att nå en jämn och hög kvalitet på matpotatis med varierad kaliumgödsling. Vid studien i Karlskrona är det inte kvalitén som vi fokuserar på utan här vill man se om det genom varierad kaliumgödsling går att få skördar med jämnare stärkelsehalt. Problem med stora variationer i stärkelsehalt finns i fält med brett varierande jordarter.

Gunilla Gustafsson och Håkan Flykt i Hedemora hade skaffat sig ett sidoarrende, Lantmännen fått i uppdrag att markkartera fältet. Fältet som markkarterats är 30ha och det var nu första året som det skulle odlas av Gunilla och Håkan. Fältet har enligt Gunilla mycket skiftande inslag av alla möjliga tänkbara jordarter. Sandjorden löper i flera stråk genom fältet för att avlösas av mindre leriga jordar. För att Gunilla skulle kunna bestämma hur stor del av arealen som skulle odlas med potatis ville hon veta fältets jordartsvariationer. Här kom jag in med mina försök som är en del av mitt examensarbete. Efter en lång och snörik vinter kunde vi äntligen komma ut i fält. Fältet skannades med EM-38 och fältets variationer kunde då urskiljas någorlunda grovt och Gunilla bestämde var och hur stor areal som skulle användas för potatisodling. Potatisen sattes i jorden innan vi fått markkarteringsresultaten. För att ge utrymme för kompletteringsgödsling med kalium användes en lägre grundgödselgiva på 850kg NPK 6,8 7,1 16,2, en gödselkombination som Gunilla blandat själv. Redan vid markkarteringen kunde stora jordartsvariationer konstateras på fält i Hedemora.

Potatis som skall användas för stärkelseproduktion är mycket känslig för varierad ts-halt vilket påverkas av tillgången på kalium. Med anledning av det som ovan nämnts ska vi använda två av Holmbergs (Karlskrona) fält i vår studie. Försöksplatsen Duverum utanför Karlskrona där de två fälten med stärkelsepotatis studerades för att se om en varierad kaliumgödsling liksom tidigare år kan bidra till en jämnare stärkelsehalt i de skörade knölarna. Fälten hos Holmberg odlades med sorterna Seresta och Kardal. Här fanns inget

riktigt försök med upprepningar eller nollrutor i fälten. Provgävningarna representerar platser där kaliumkompletteringen var störst, minst och något mitt emellan.

3. MATERIAL OCH METODER

Försöksplatserna

Fältstudien omfattar två försöksfält i Karlskrona och ett i Hedemora. Fälten i Karlskrona kommer hädanefter att skiljas dem emellan som Kardal och Seresta. I Karlskrona kommer tre representativa prover att tas ut från vardera av de två fälten Kardal och Seresta. Dessa provpunkter utgör exempel på markkarteringens högsta, lägsta och medel K-AL-värde för fältet (appendix 8). Detsamma gäller för fältet i Hedemora där tre regelrätta försök lagts ut på de tre markkarteringspunkterna T1, T2 och T3(appendix 4).

Hedemora



I Hedemora startade försöket med en EM-38-mätning som följdes av en markkartering. På fältet har det tidigare enbart odlats spannmål och oljeväxter och endast ett tag på 1980-talet tillfördes begränsade mängder stallgödsel (enligt Mats Erlandsson, växtodlingssäljare lantmännen, Hedemora), annars har gödslingen varit sparsam, vilket borde bidragit till låga K-AL klasser. Av det ca 30 hektar stora fältet som markkarterats skulle endast 10-15 hektar användas till årets potatisodling. Efter en lång och utdragen vår var det äntligen dags att komma ut i jorden. Den 1 juni kupfrästes den planerade potatisarealen och dagarna därefter sattes potatisen i den något uppvärmda drillen. Vidare kaliumkomplettering gjordes i samråd med potatiskonsulent Pirjo Gustafsson. Sorten på fältet var King Edward och utsädet kom från Norra Sverige, vilket ofta indikerar hög kvalitet med lågt smittetryck.

Den 7 juli hölls fältvandring på skiftet med potatis vid vilken jag deltog. Därefter lades 3 försöksplatser ut på fältets mest intressanta markkarteringspunkter, motsvarande högsta, lägsta och ett medelvärde på K-AL, vilket representeras av punkterna T1, T2 och T3. På vardera av de tre platserna gjordes tre behandlingar K0, K30 och K60 med fyra upprepningar vardera.

Den 10 juli kompletteringsgödslades hela fältet med en varierad kaliumgiva. Vid kompletteringen användes en handdator (IPAQ) från Lantmännen, samt Gustafssons egen centrifugalspridare av märket Bogballe. När centrifugalspridaren passerade över försöksplatserna stängdes centrifugalspridarens spridning av. Den 10 juli togs växtanalys på den växande potatisblasten.

Försöken gödslades i tre olika led (Tab. 5).

Tab. 5. Ledbeskrivning (K0, K30 och K60), den högra spalten visar kompletteringsmängden kalium som spridits i försöken i Hedemora.

Led	kg ha ⁻¹
K0	0
K30	30
K60	60

Julimånad var mycket varm och torr vilket kan ha bidragit till ett försämrat näringsstillgodgörande hos den växande potatisen. Under augusti månad var nederbörden riklig och markfukten god. Gunilla och potatiskonsulent Pirjo Gustafsson gjorde provgrävningar i fältet i början av september och fann då att den specifika vikten var 1085 vilket betyder att potatisen är färdigväxt. Potatisblasten krossades den 10 september. Fem dagar därefter besprutades fältet kemiskt för att stoppa vidare knöltillväxt. När det den 25 september var dags att skörda potatisen hade den fortfarande inte mognat av, vilket medförde att stora mängder potatis följde med blasten genom potatisupptagaren och ut på åker igen. Strax därefter skördades försöksrutorna och hela fältet var färdigskördat den 29 september. När potatisen väl var skördad var det min tur att storlekssortera knölarna i fraktionerna <35mm, 35-55, 55-65 och >65. Efter det att knölarna vägts och sorterats togs ett samlingsprov ut om 6 kg till SMAK-analys från varje led i försökscellerna. Samlingsproven bestod av knölar från fraktionerna 35-55 och 55-65 mm. Liknande samlingsprover togs ut om 0,9 kg och skickades till labb för bestämning av kaliumhalten.

Nederbörd

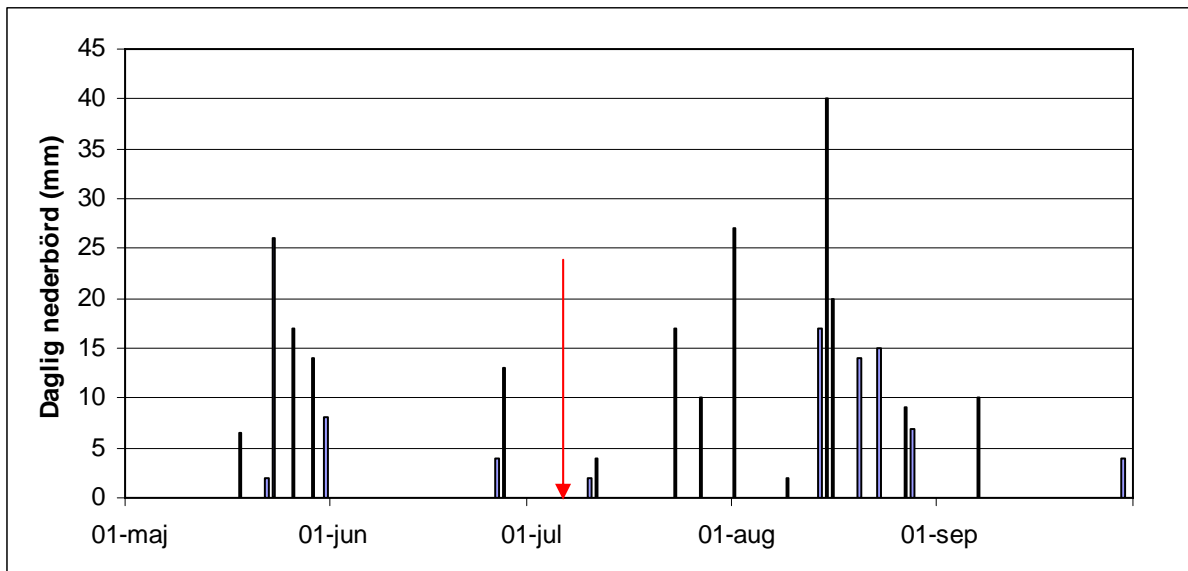


Fig. 5. Daglig nederbörd över fältet i Hedemora under, sommaren 2006, från maj – oktober, enligt Gustafssons egna mätningar, 2006. Pilen visar när kompletteringsgödslingen utfördes.

Under sommaren 2006 var medeltemperaturen över det normala och nederbörden långt under det normala. Fältet i Hedemora har inte konstbevattats vilket kan ha begränsat växternas möjlighet att ta upp näring (Fig. 5). Försök T1 var helt visset under hela juli-månad fram till augusti då regnet åter fick blasten att grönska. Under juli var nederbörden ca 30mm medan den under augusti var 150mm. Under perioden 1 maj till 1 oktober kom det ca 290mm regn.

Karlskrona



Försöket med stärkelsepotatis har ansvarats av Nina Persson som är min kontaktperson på Stärkelsen i Kristiansstad. En av hennes kunder är lantbrukaren Johan Holmberg som bor utanför Karlskrona. Holmbergs potatisfält har tidigare visat stora variationer beträffande markkarteringens KAL-värde men även i knölarnas stärkelsehalt. Holmberg markkarterade de två fälten 1999, vars resultat kommer att ligga till grund för den varierade kaliumgödslingen.

Enligt de rekommendationer som ges ut av Stärkelsen i Kristianstad ska stärkelsepotatis gödslas enligt Tab. 6.

Tab. 6. Gödslingsrekommendationer till stärkelsepotatis (Nina Persson, Stärkelsen 2006)

klass	K-AL	kg K ha ⁻¹
I	0-4	200
II	4-8	180
III	8-12	150
IV	12-16	90
V	16-	50

Fältet Kardal består av potatissorten Kardal och fältet Seresta av sorten Seresta. Vid odling av stärkelsepotatis går hela skörden oavkortat till stärkelsefabriken gröna, skorviga, stora som små. Holmberg sprider ca 25 m³ fruktsaft/ha på fälten under våren samt att kvävet kompletteras med gödselmedlet Axan vid själva sättningen. Inom odlingen av stärkelsepotatis är riktigivan för kalium ca 180 kg K/ha och ca 150 kg N/ha.

Fälten Kardal och Seresta slutkupades innan den varierade kaliumkompletteringen. Detta bidrog till att gödseln inte brukades ned och därmed inte heller lika snabbt kunde komma växterna till godo. Den 5 september utförde jag provgrävningar på de tre punkterna i de båda fälten, totalt 6 punkter. Vid skördetidpunkten var blasten fortfarande grön och markfukten god.

4. RESULTAT

Karlskrona

På fälten Kardal och Seresta spreds fruktsaft och Axan (mineralgödsel) under våren 2006, innan potatisen sattes i jorden. Eftersom fruktsaften används som gödselmedel är det viktigt att veta vad den innehåller och i vilka koncentrationer (Tab.7). Det tillfördes 133 kg k/ha vilket nästan motsvarar stärkelsepotatisens hela kaliumbehov.

Tab. 7. Fruktsaftens innehåll av kväve, fosfor och kalium samt förväntad utnyttjandegrad för kväve vid vårspridning.

	kg ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	kg m ⁻³	m ³ ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
Total-N	122	30	4	25	156
NH ₄ ⁺	73	30	2	25	61
Utnyttjande	61	30	2	25	51
P	13	30	0	25	11
K	160	30	5	25	133

Den 5 september 2006 skördades kontrollpunkterna i fälten Kardal och Seresta. I vardera av de två fälten skördades 2m i 2 rader på 3 platser i vardera fält. De tre platserna valdes med hänsyn till de punkter som markkarterats med högsta och lägsta K-AL värde. Alltså de provplatser som valdes representerade högsta, lägsta och ett medelvärde av K-AL i fältet. Här nedan finns en Tab. som presenterar skörderesultaten från de tre platserna. Från varje provgrävning togs 6 kg in för stärkelseanalys (Tab.8).

Tab. 8. Stärkelseskörden i Duverum utanför Kristianstad. Tabellen visar de mängder kalium som tillförts fältets olika delar med sorterna Kardal och Seresta. De skuggade rutorna är värden från de provpunkter som stämmer överens med markkarteringen.

Punkt	Sort	K-AL	Axan NS 27-4	Kalium (kg)* 25m ³ fruktsaft	Kompl.giva	Totalt K	Skörd ton/ha	Stärkelsehalt (%)
1	Kardal	11	300	133	12,5	146	32,7	16
2	Kardal	6	300	133	62,5	196	38,3	18
3	Kardal	9	300	133	37,5	171	31,3	17
1	Seresta	7	330	133	57,5	191	26,0	21
2	Seresta	8	330	133	42,5	176	39,7	21
3	Seresta	12	330	133	22,5	156	23,3	20

K-AL skiljer sig mellan de olika provtagningsplatserna i och mellan fälten. I de fall KAL - värdet är skuggat i Tab. 8 här ovan överensstämmer markkarteringspunkten med den plats där det provgrävningen ägt rum. I de övriga två fallen har angivna KAL - värden interpolerats fram med invers distans, beräknat med viktning på de tolv närmast liggande markkarteringspunkterna. I Tab. 8 visas även variationen i kaliumkompletteringen mellan de olika platserna.

Skördarna från provgrävningarna tyder på stora avkastningsvariationer i fälten (Fig. 6). I sorten Kardal varierade skörden från 31,3 till 38,3 ton/ha och i Seresta från 23,0 till 39,7 ton/ha. I fältet Seresta skiljer skörden nästan 17 ton/ha mellan de provtagna värdena. Detta försvårar utförandet av en optimal kaliumgödsling.

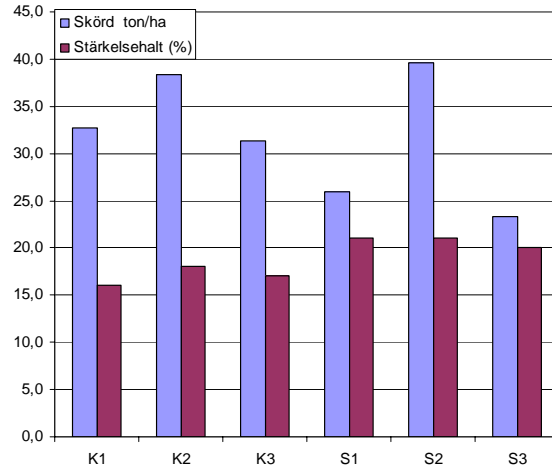


Fig. 6. Skörd och stärkelsehalter hos Kardal och Seresta presenteras i stapeldiagrammet här ovan. Sorterna har förkortats med begynnelsebokstaven för sorten och numret på provplatsen.

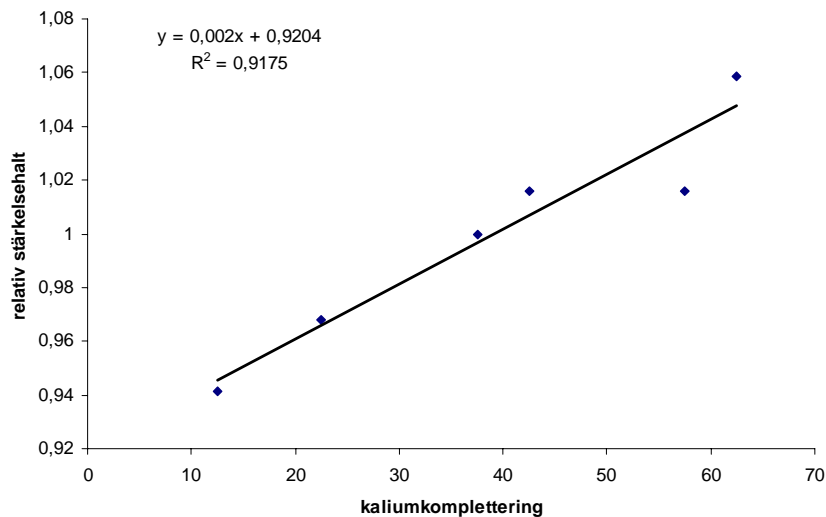


Fig. 7. Sambandet mellan den relativa stärkelsehalten inom sorten och mängden kalium som spreds vid kompletteringen i de två sorterna.

I Fig. 7 här ovan visas samband mellan den relativa stärkelsehalten och den relativa mängd kalium som använts vid kompletteringsgödslingen. Det var för övrigt svårt att se något samband mellan relativ stärkelsehalt och K-AL. Eftersom det inte finns några upprepningar och endast tre prov från varje sort, har de angetts i relativa värden.

Hedemora

Den 10 maj utfördes markkartering av fältet i Hedemora. Fältet skannades då först med en EM-38 för att få fram jordartsvariationerna över fältet (appendix 5). Utifrån denna karta valdes provpunkterna för markkarteringen. I början på juni sattes potatisen och radgödslades med 850 kg NPK 6,8 7,1 16,2. Grundgödslingen med 138 kg K/ha spreds enhetligt över hela fältet. Det som senare låg till grund för kompletteringsgödslingen var markens lättillgängliga kalium (K-AL), vilket åskådliggörs i Fig. 8. Styrfilen här nedan var den som användes vid kaliumkompletteringen, vilken återspeglar grödans återstående behov av kalium (Fig. 9) för ytterligare information om markkarteringen se appendix 9.

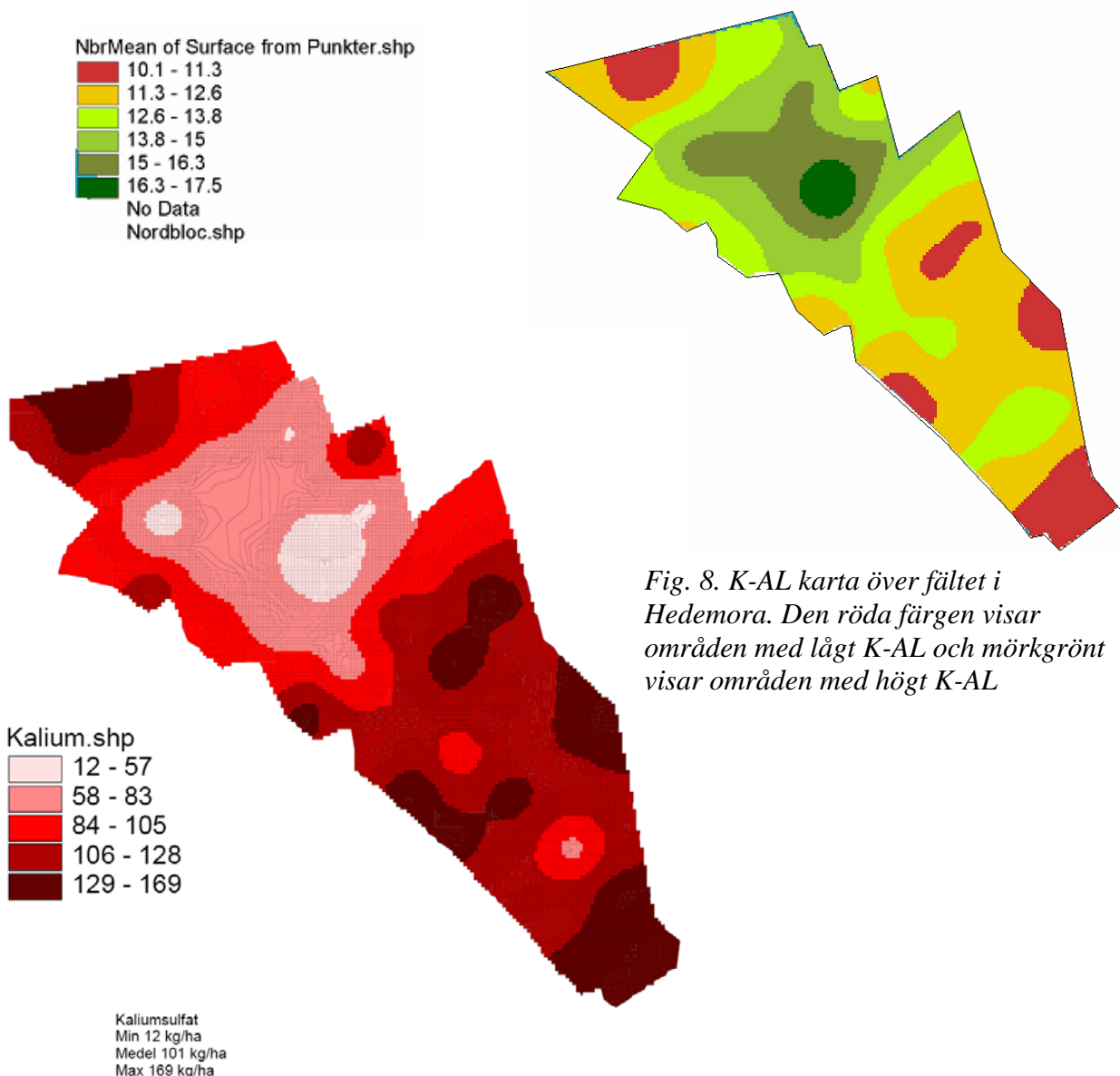


Fig. 8. K-AL karta över fältet i Hedemora. Den röda färgen visar områden med lågt K-AL och mörkgrönt visar områden med högt K-AL

Fig. 9. Kompletteringsgödsling har beräknats i Kaliumsulfat och har spridits som gödselmedlet Kalimagnesia. Mängderna är angivna i kg Kaliumsulfat/ha

Växtanalys

De växtanalyser som gjorts i försöket är samlingsprover från de försöksplatserna. På de tre provpunkterna plockades 30 blad från potatisblasten. Växtanalysen utfördes 20 dagar efter blastens uppkomst eller närmare bestämt den 10 juli (Tab. 9).

Tab. 9. Resultat från växtanalysen på de tre försöksplatserna i Hedemora.

prov		T1	T2	T3
Kväve enl.	enhet			
Dumas	g 100g Ts	6,10	5,30	5,50
Fosfor	g 100g Ts	0,49	0,44	0,48
Kalium	g 100g Ts	5,70	5,90	6,00
Magnesium	g 100g Ts	0,24	0,22	0,21
Mangan	mg kg ⁻¹ Ts	59	47	62

Bladanalys är något som inte används av Pirjo Gustafsson potatiskonsulent i GRO eftersom hon med flera tycker att de insatser som ska göras bör grundas på markens leverans av kalium vilket bestämts vid markkarteringen (Gustafsson P, 2006).

Skörd

Varje cell bestod av två rader som skördades, varje rad på 7,7m gav en full 25 kilosäck med potatis. För att kunna hålla isär radernas avkastning i matpotatis även inom cellen togs fraktionen 35-55 mm ut för varje rad, medan de övriga fraktionerna är summerade för båda raderna (appendix 9). Det finns vissa luckor i tabellen som beror på tekniska problem vid skörd eller invägning. Eftersom den invägda matpotatisen representeras av två värden för fraktionen 35-55mm har vidare beräkningar gjorts utifrån det beräknade genomsnittet adderat med fraktionen 55-65mm som är gemensamt för hela cellen. På detta sätt kom vi bort från de saknade värdena. Anledningen till att fraktionerna 35-55 och 55-65 slagits ihop är att matpotatis enligt SMAK ska vara i storleken 40-60mm. De sorteringsåll som fanns att tillgå var endast 35, 55 och 65mm vilket även försöksutförarna på HS konsult brukar använda i andra potatisförsök.

En felkälla som kan vara förklaringen till våra låga skördar i några rader i försök T1 kan enligt Gunilla bero på att raden legat vid ett sprutspår. Den bogserade spruta som använts hade felinställd spårvidd då gården nyligen bytt radavstånd. Vilket med stor säkerhet förklarar varför vi fått två rader med avsevärt mycket lägre skörd än övriga rader.

Det som kanske är lite märkligt är att sprutspåren endast påverkat avkastningen i försöksled 2A och 8C i försök T1(appendix 4). Detsamma skulle kunna tyckas gälla för försöksplatserna T2 och T3, men där finns inte några uppenbara skördereduktioner. Effekten kan ha förstärkts eftersom platsen T1 enligt lerhaltskartan har störst inblandning av lera. Gunilla konstaterar att sprutan har gjort sin sista säsong på gården då den är sliten och det att hjulinställningen inte överensstämmer med gårdens nya radavstånd (85 cm). Den felinställda sprutan gick alltså ovanpå den ena potatiskupan och packade den samman så att potatisplantorna fick svårt att utveckla bra rotsystem.

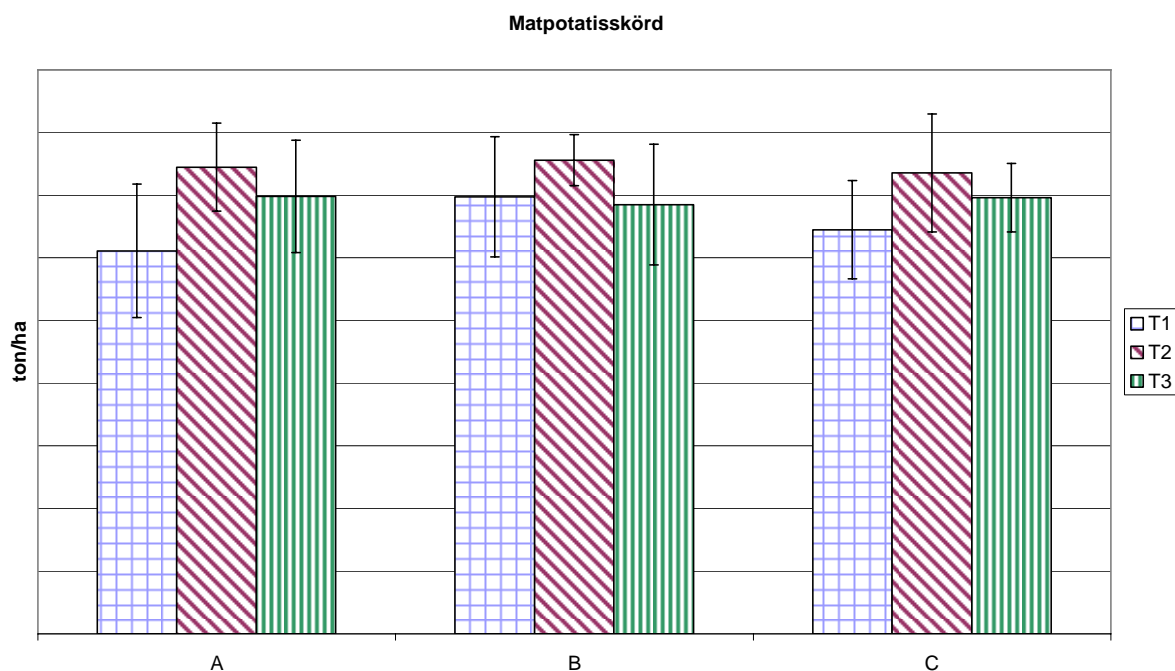


Fig. 10. Matpotatisskörd av försök T1, T2 och T3 i Hedemora 2006, presenterat med standardavvikelse.

Diagrammet (Fig. 10) här ovan visar att matpotatisskördarna är mycket jämna både mellan behandlingarna men även mellan försöken. Standardavvikelseerna visar att skillnaderna är mycket små mellan leden.

För att bestämma eventuella signifikanta skillnader har skörderesultaten analyserats i statistikprogrammet SAS. Resultatet från SAS visar att de olika behandlingarna inte går att särskilja från varandra. Det finns dock signifikanta skillnader i skördad mängd matpotatis mellan försök T1 och T3

Då matpotatiskvalitén analyserades av SMAK (Tab. 10) visade resultaten att potatisen var av bästa kvalitet (appendix 6). Den totala skörden varierade mellan 33 och 41 ton, vilket får sägas vara bra för den här delen av Sverige. Enligt Bexelius på SMAK kan en råskalad kokt potatis i det ena fallet vara fullt benägen att falla sönder medan potatis ur samma parti som istället kokats med skal inte visade några tecken på sönderkokning. En sortegenskap hos King Edward är just att den har möjlig konsistens vilket odlaren i det här fallet lyckats med då den analyserade potatisen till mellan 68 - 82 % var svagt benägen att falla sönder. För starkt sönderfall var motsvarande siffror 2 – 18 %.

Tab. 10. SMAK-kontroll med analys av specifik vikt, blötkokning och benägenhet för sönderfall av sorten King Edward i de tre försöksleden.

Behandling (Kg K/ha)	Skörd kg/ha	Spec vikt (g/cm ³)	Svagt blöta %	Starkt blöta %	Svagt mörk %	Obet. mörk %	Starkt söndf %	Svagt söndf %
K 0	36,9	1,1	34,7	0,0	0,7	2,7	10,0	75,3
K 30	38,6	1,1	34,7	0,0	0,0	0,7	6,7	72,7
K 60	37,1	1,1	34,7	0,0	0,0	3,3	6,7	71,3

Det är prissättningen som styr hur väl odlarna orkar lägga energi på att sortera ut klass 1 och klass 2 potatis. Oftast går merkostnaden för kvalitetssorteringen jämnt upp med merintäkterna på att få leverera ett helt parti som klass 1. Pirjo menar även ”att det är konsumentens dåliga kvalitetsmedvetenhet som gör att de lika gärna köper klass 2 eller sämre vara, bara priset är det rätta. När de sedan påträffar dålig kvalitet är det lätt att gnälla, men då är det ofta potatisen som gröda som får ta skiten och inte att konsumenten varit snål och köpt en vara som inte är klass 1.” Dagspriset på matpotatis den 20 september 2006 var 2.25kr/kg sorterat med 38mm undersåll. Till skillnad från SMAK-kontrollerad potatis som ska vara i storleken 40 – 60mm. Gustafsson tycker att skördarna i trakten kring Hedemora var mycket varierande i år, men variationen är mindre om lantbrukaren har haft möjlighet att bevattna potatisen (Gustafsson, 2006).

Mineralanalysen av knölna i Hedemora visade inte på några större skillnader mellan de olika behandlingarna. Mängden kalium som fanns i potatisen varierade som mest en tiondel procentenhet mellan de olika behandlingarna i försöket (Tab. 11). En signifikant skillnad fanns mellan försök T1 och T3 där kaliumkoncentrationerna kunde särskiljas. För vidare information om markkartor se appendix 10. Potatisens Ts-halt varierade mellan 20,5% och 21,7% beroende på gödsling och försök, men skillnaderna är inte statistiskt säkerställda. Vad som framgår helt klart är att skörden är lägst och har lägst kaliumkoncentration i T1 där också K-AL är lägst.

Tab. 11. Mineralanalys av potatis där NPK presenteras i procent av potatisens Ts-halt. Utförligare tabell i appendix 7.

Plats	N i potatis (%) Ts	P i potatis (%) Ts	K i Potatis (%) Ts	Ts %	Totalskörd kg Ts * ha ⁻¹
T1	1,2	0,2	2,2	21,7	7728
T2	1,3	0,2	2,3	20,5	8137
T3	1,2	0,3	2,5	21,1	7886

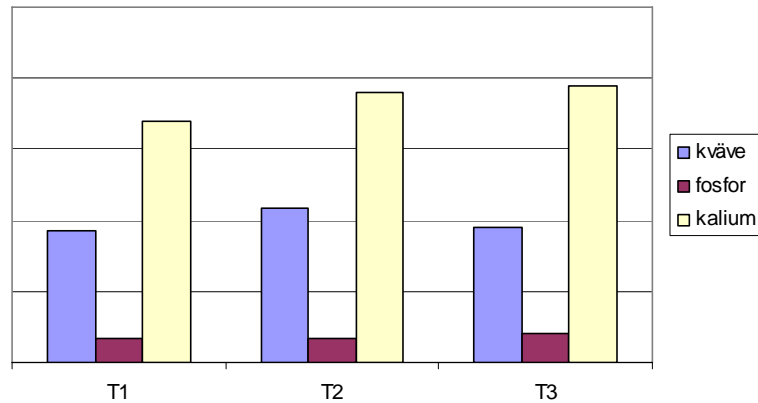


Fig. 11. Bortförsel av växtnäringsämnena N P K beräknat på potatisens torrsbstanshalt vid skörd. Eftersom ingen signifikant skillnad mellan behandlingarna förelåg, presenteras endast resultaten utifrån platsernas medelskörd.

I Fig. 11 redovisas bortförseln av växtnäring med skördad vara. Som Tab. 12 visar är behovet av kalium efter det att fältet blivit grundgödslat med 850 kg NPK 6,8 7,1 16,2 endast 47 kg K/ha, antaget att hela gödselmängden är växttillgänglig. Behovet på 47 kg K ska till stora delar kunna tillgodogöras från markens lättillgängliga förråd av kalium och därefter är behovet av ytterligare kaliumkomplettering minimalt. Vad som kan vara viktigt att ta med är det underskott på 41 kg N/ha som här konstaterats.

Tab. 12. Näringsbalans av N P K på fältnivå då fältet grundgödslats med NPK (6,8, 7,1 respektive 16,2 %). Det finns ett behov av 47 kg kalium och 41 kg kväve efter grundgödslingen.

	N	P	K
Procent (%)	6,8	7,1	16,2
Radgödslat vid sättnig (kg ha ⁻¹)	58	60	138
Borttaget med skörd (kg ha ⁻¹)	99	18	185
Behov (kg*ha ⁻¹)	-41	42	-47

5. DISKUSSION

Med anledning av de försök som utförts inom området tidigare år har det varit spännande att se om det med varierad kaliumgödsling går att nå jämnare knölkvalitet. I likhet med de försök som utförts av Hushållningssällskapet i Halland har inte heller försöken i Hedemora visat på några tydliga skillnader i skördemängden mellan de olika behandlingarna. I Halland har SMAK varit mycket övertygade om att platsspecifik kaliumgödsling bidragit till en bättre och jämnare kvalitet.

Försöken i Hedemora och Halland visar alla på att det inte blir någon skillnad i avkastning mellan de olika behandlingarnas gödslingsmängd. Samtidigt framhålls att en skördeökning kunnat ses där kaliumbehovet var som störst och då inte helt kunnat tillgodoses med enbart en enhetlig medelgiva (Lindholm, 2002). Samtliga försök i Halland har visat på klara kvalitetsförbättringar med varierad kaliumgödsling, då främst för att knölarna uppnått jämnare storlek med förbättrade kok- och lagringskvalitet. I Hedemora kunde vi dock konstatera att de fanns skillnader i avkastningen mellan försök T1 och T2 beträffande den totala skörden och den skörd som räknats som matpotatis. Skillnaderna stämmer väl överens med teorin att lågt K-AL ger mindre skörd. Försök T1 hade minst mängd växttillgängligt kalium och gav också minst skörd. Som tidigare nämnts, analyserades knölarnas mineralinnehåll, vilket visade att det här fanns en skillnad mellan knölarnas kaliuminnehåll i försök T1 och T3.

Analyssvaren från SMAK visade på mycket jämn och fin kvalitet. Knölarnas benägenhet till sönderkokning kunde med sju procents säkerhet sägas vara olika mellan behandlingarna. Hade den istället varit mindre än fem procent hade det funnits en signifikant skillnad mellan gödslingsnivåerna. Hela fältet gödslades enhetligt med 138kg K/ha vid sättningen i våras samt den komplettering som gjorts i försöken på 0 -60kg K/ha. Detta ger oss i största fallet en tillförsel av 198kg K/ha. Ute i fältet varierade kaliumkompletteringen mellan 5 och 71 kg K/ha.

Sommarens värme hör inte till det vi är vana vid här uppe i Norden och det kan ha påverkat skörden och knölarnas upptag av vatten och näring. Vi ser enligt nederbördsmätningar på området att den totala nederbörden under juni – juli var 50 mm. Att våra resultat inte visar större spridning kan bero på att det har funnits kalium att tillgå i tillräckligt stora mängder i alla behandlingar. Det kanske rent av är något annat näringsämne som begränsar ytterligare upptag?

Enligt våra beräkningar fanns det tillräckligt med växttillgängligt kalium i jorden vid sättningen i våras för att tillgodose knölarnas behov. Det konstiga är att de högre kaliumgivorna inte påverkat kvalitén i någon större utsträckning. Då vi studerat markkartorna fann vi mest växttillgängligt K-AL på försöksplats T3 och minst på T1, men kanske att skillnaderna inte var tillräckligt stora för att påverka kvalitén. Detta bidrog vidare till att växterna kunde tillgodogöra sig tillräcklig mängd kalium för att ge god kvalitet. Vid en översikt av fältbalansen konstaterades en brist på 41kg kväve per hektar, vilket i sin tur kan ha påverkat upptaget av kalium och skördens kvalitet. Om vi för detta resonemang vidare till Gunillas konstaterande av omogna knölar vid första skörde försöket stämmer det inte att det är brist på kväve, för kväve påverkar potatisen så att tiden fram till mognad blir längre med högre kvävegivor (Andersson, 2004). Inte heller potatiskonsulent Pirjo kunde se någon annan förklaring än den torra sommaren till att det inte blev någon skillnad mellan behandlingarna.

I fältet Kardal var kaliumkompletteringsvariationen 12,5- 62,5 kg K/ha och i fältet Seresta varierade kompletteringen mellan 22,5 – 57,5 kg K/ha. Variationerna är inte stora men eftersom stärkelsepotatis är känslig för fel kaliumgiva kan en giva beräknad på medelvärdet ge stora variationer i knölarnas stärkelsehalt. Det är i första hand för höga kaliumgivor som

sänker torrsubstans och stärkelsehalten. En skörd med stora variationer i stärkelsehalten är absolut inte bra. Stärkelsehalten mellan de tre provpunkterna inom fältet har en standardavvikelse i sorten Kardal på 1 procent medan den i Seresta är endast 0,6 procent. Med detta menas att stärkelsehalten i sorten Seresta är jämnare än i Kardal.

I övrigt kan vi bara konstatera att skördarna varierade mellan platser och sorter. På de provpunkter som grävts var stärkelsehalten jämnast i fältet med sorten Seresta.

Vid en normalisering fanns det ett samband mellan kompletteringsgödslingen och den relativa stärkelsehalten. Men som tidigare nämnts påpekade Holmberg att skörden hade jämnare stärkelsehalt på de fält som gödslades platspecifikt förra året.

Högst beundransvärt är ändå att potatis från försöken i Hedemora är så fin med så bra kvalitetsegenskaper under ett så speciellt år som året 2006. Min personliga åsikt är att det skulle vara intressant att göra samma försök följande sommar för att se hur utfallet blir då. Vad det är som påverkat årets skördar mest är svårt att säga då det finns flera variabler som spelar in för det slutliga resultat vi fått. Kanske inte bara markens kaliumvärden spelar in utan kanske även jordens kornstorlek d.v.s. om det är en sandjord eller en lera också har betydelse.

I Halland pågår utvecklingen av precisionsodling hela tiden och i år har även fosfor gödslats platspecifikt. Att kunna producera livsmedel med en jämn och hög kvalitet kommer att vara avgörande för ett fortsatt försörjande av världens växande befolkning som hela tiden kommer att efterfråga bättre livsmedel.

6. SLUTSATS

Från försöken 2006 i Hedemora kan slutsatsen dras att en varierad kaliumgödsling inte givit några signifikanta skillnader på kvalitén mellan kompletteringsgödsling med 0, 30 och 60 kg K/ha. Där emot fanns signifikanta skillnader i kvalitén mellan de tre försöksplatserna.

7. REFERENSLISTA

- Alströmer J. 1727. Den Swändska Wårdande Fåra-Herdens trogne Wäg-Wisare, Bihang om Potatoes eller JordPäron. Benj. G. Schneider. Stockholm
- Andersson A. 1999. Nya gödselmedel till potatis och verktyg för att bestämma behovet av kvävekomplettering. *Ingår i : Meddelande från Södra jordbruksförsöksdistriktet*. SLU, Södra jordbruksdistriktet. ISSN 0282-180X
- Andersson J.O. 2001. God lönsamhet att optimera växtnäringen till potatisen! *Potatisodlaren* nr 1. Sveriges Potatisodlares Riksförbund (SPOR).
- Analycen. 2006. Växt- och jord- Potatis information provtagning – växtprov, Analycen
- Analycen. 2005. Dags att markkartera?, Analycen
- Analycen. 2005. Jordartskartering med EM 38- för en bättre markkarta, Analycen
- Bodin B. 1983. Utveckling och kvalitetsetablering hos potatis. *Projekt: Kvalitetsetablering i potatis och brödspannmål*. Institutionen för växtodling. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 125. ISBN: 91-576-1813-5
- Brady N.C. & Weil R.R. 2002. The Nature and Properties of soils, Thirteenth Edition. New Jersey. Prentice Hall. Sid 621-635. ISBN: 0-13-016763-0
- Fogelfors H. 2001. Växtproduktion i jordbruket. LTs förlag, Borås, sid. 187-200. ISBN: 91-27-35292-7.
- Gustafsson K. Liming and P and K fertilisation in precision agriculture. Lantmännen Lidköping.
- Hahlin M. & Ericsson J. 1984. Kalium och kaliumgödsling. Aktuellt från Lantbrukuniversitetet 333 Mark Växter. Sveriges Lantbruksuniversitet. ISBN 91-576-1924-7
- Harris P. 1992. The Potato Crop, second edition. Chapman & Hall. London. ISBN: 0 412 29640 3.
- Hydro Agri. år?. Kalksalpetermätaren, Hydro Agri Landskrona.
- Harris P. 1992. Tuber quality. In: Storey R.M.J & Davies H.V. (Eds.). The Potato Crop, second edition. Chapman & Hall. London., pp. 507-553. ISBN: 0 412 29640 3.
- Harrigan T.M and Brook R.C. 2001. Precision Agriculture Provides New Challenges in Research, Teaching and Extension. *Agricultural Engineering*. January/February. Agricultural engineering department. Michigan State University.
- Havlin J, Tisdale S, Nelson W and Beaton J 1999. Chapter 6, Potassium. Soil Fertility and Fertilizers. An introduction to Nutrient Management sixth edition. Prentice Hall. Upper Saddle River USA. ISBN: 0-13-626806-4
- Jordbruksverket. 2006. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2006, Växtnäringsenheten
- Lantmännen. 2006. Potatisodling, Produkt- och marknadsinformation från Lantmännen
- Lantmännen. 2002. Odlar med precision. Produkt och marknadsinformation från Lantmännen.
- Lundström C. 2001. Nytt material om precisionsodling. *Regional växtodlings- och växtskyddskonferens. Uddevalla 10-11 januari 2001*. SLU, Institutionen för jordbruksvetenskap Skara
- Statens jordbruksnämnd. 1988. Bättre matpotatiskvalitet. En översyn av kvalitetsarbetet, Statens jordbruksnämnd vegetabiliebyrån, augusti 1988

- Svensson B. 1982. Potatis. Kompendium. Institutionen för växtodling. Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport 98. ISBN: 91-576-1080-0
- Söderström M. 2004. Inomfältsvariation en nyckelfaktor vid precisionsodling, Lantmännen precisionssupport.
- Warlin, B & Rosendahl, K. 1987. Fältförsök i matpotatis –ökande NPK-givor med olika NPK- förhållanden. Supra Referensen nr 15. Landskrona
- West Larsen E. 1998. Mangelsygdomme i lantbrugsafgrøder. 1 utgave. Hydro Agri. Danmark. ISBN: 87-986564-0-6
- Wijkmark L., Lindholm R., Nissen K. 2005. Uniform potato quality with site-specific potassium application. Precision Agriculture 05, Uppsala, HS Halland.
- Wiklander L. 1976. Marklära. SLU service. Uppsala
- Växtpressen februari 2003. Årgång 32. Hydro Agri AB, JMS Rulloffset, Helsingborg
- Öborn I, Andersson S, Simonsson M, Mattsson L and Edwards A. C. 2005. Critical aspects of potassium management in agricultural systems. Potassium management in agriculture. *British Society of Soil Science* **21**: 102-112.

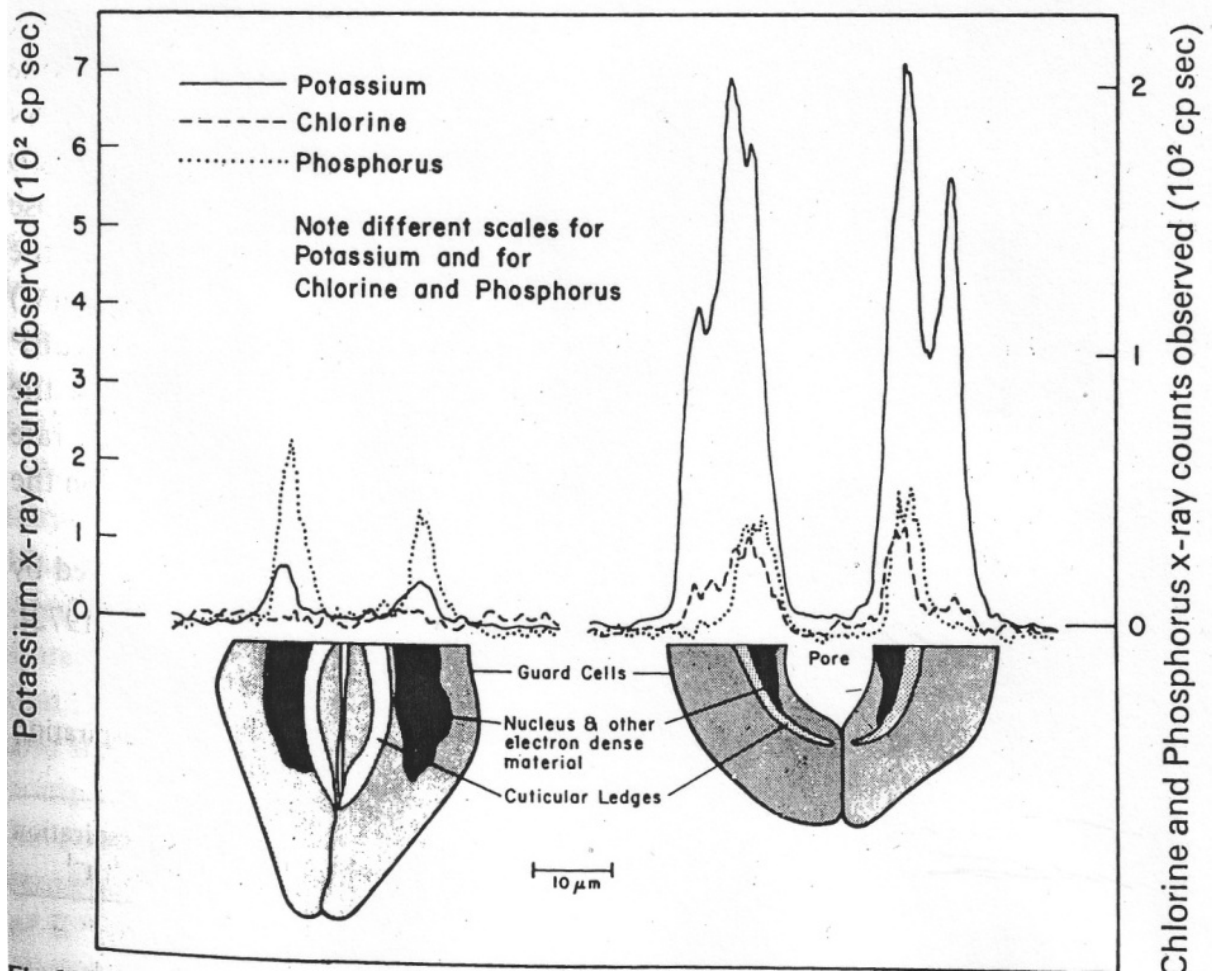
Internetreferenser

- Agroväst 2006-09-21, Nitratstickor, www.agrovast.se/precision/precisionsgodsling.htm
- Greppa näringen. Lindholm. R m.fl. 2005. Precisionsspridning av kalium säkrar kvalitén på potatisen. www.greppa.nu. 2006-02-05
- SJV. 2006-04-21. Statistik. Jordbruksverket.
http://www.sjv.se/download/18.16e46f510aa88e8d3b80001655/Kommundata_2005.xls .
2006-04-25
- Växteko. Lindholm R m fl. Precisionsspridning av kalium i potatis.
http://chaos.bibul.slu.se/sll/slu/meddelande_sjfd/MSJ55/MSJ55X.PDF. 2006-11-13.
- Yara. 2005. Gödslingsråd potatis.
http://fert.yara.se/se/crop_fertilization/crop_advice/agriculture/potatoes/potatoes.html . 2006-04-26

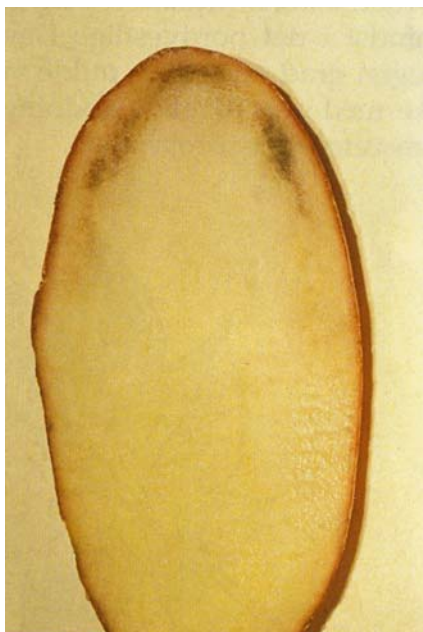
Personliga meddelanden

- Andersson Lars. SLU institutionen för Ekologi och växtproduktionslära. (Föreläsning) Växtproduktion 1 10p, 018-67 33 66/ 070-344 39 76, lars.andersson@evp.slu.se, 2004
- Bexelius Ulrica. SMAK. Stockholm 070-6649858. 2006-10-13
- Bolin Lars. Provtagningschef, SMAK, 08-55670835/070-63 78 344/lars.bolin@smak.se. 2006-05-03
- Gustafsson Gunilla. Potatisodlare, SG:s Potatis Hedemora. 070-7198355, 2006-09.10
- Gustafsson Pirjo. Potatiskonsulent i Hedemora, GRO, 0225-32192/070-3309614/pirjo.gustafsson@gro.lrf.se, 2006-05-15
- Söderström Mats. Precisionsodlingskurs 5 p. Föreläsare GPS-teknik och kartritning. SLU 0511-67244, mats.soderstrom@mv.slu.se. 2005

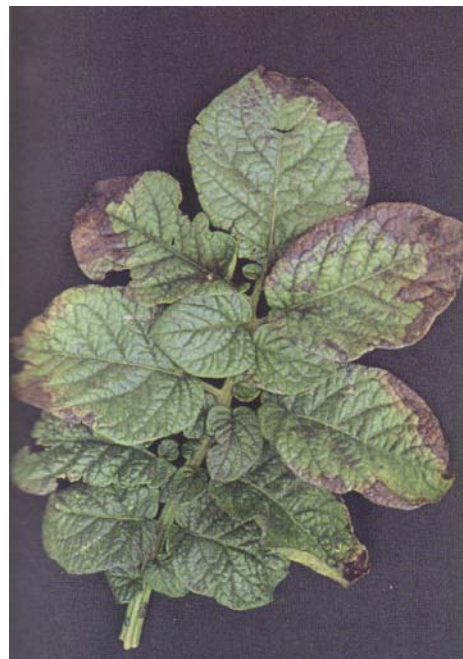
APPENDIX



Appendix 1. Kaliumhalternas förändring vid öppning och stängning av stomata.



Appendix 2. Stötblätt



Appendix 3. Kaliumbrist hos potatis

Appendix 4. Försöksupplägg med varierad kaliumgödsling i Hedemora för försök T1, T2 och T3. A, B och C anger vilken behandling cellen fått och 1, 2, 3 och 4 vilket block cellen hör till.

T3

C ₁	A ₁	B ₁	A ₂	C ₂	B ₂
B ₃	C ₃	A ₃	C ₄	B ₄	A ₄

A= 0kg K/ha tilläggsgödslat
B= 30kg K/ha tilläggsgödslat
C= 60kg K/ha tilläggsgödslat

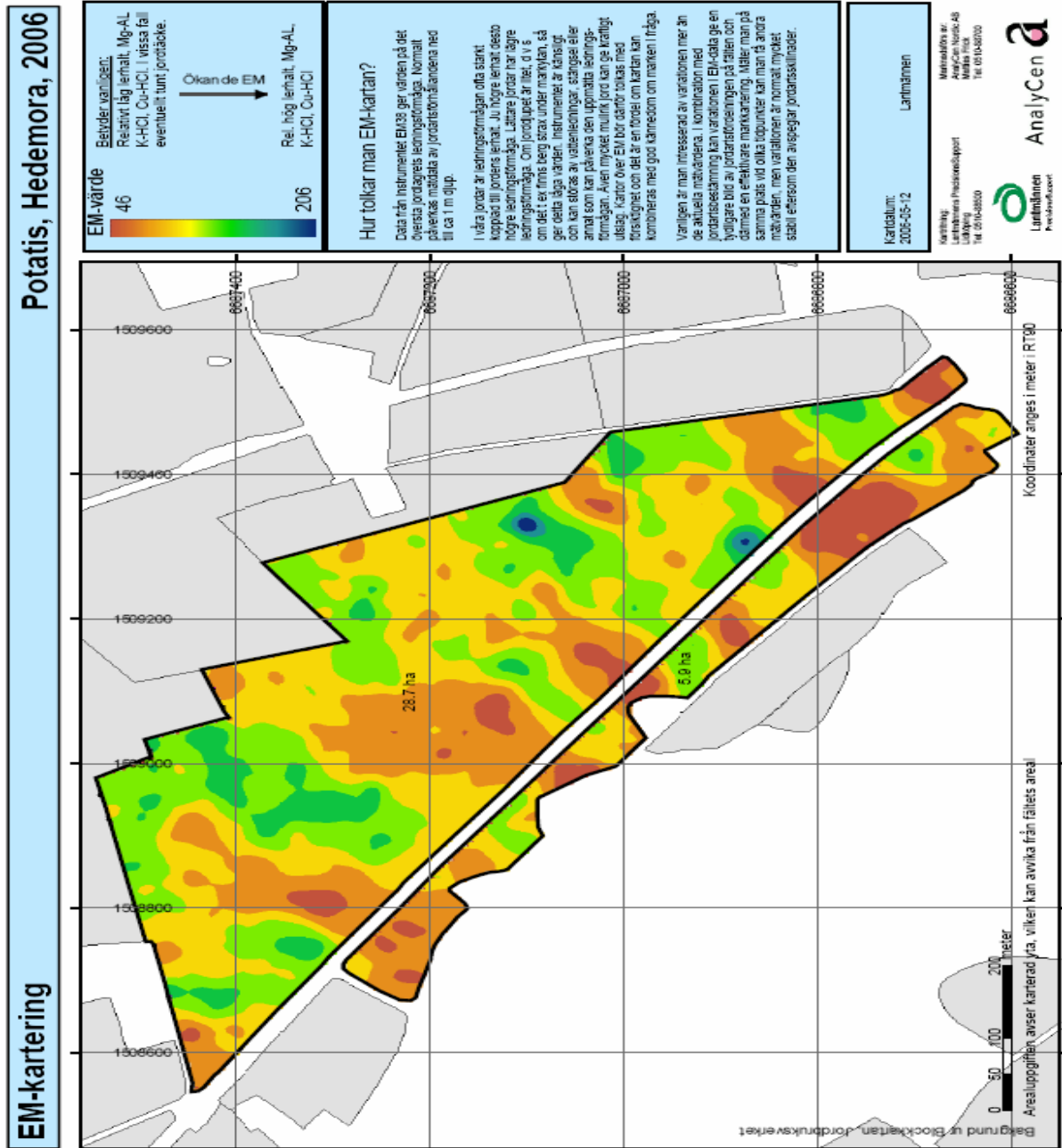
T2

C ₁	B ₁	A ₁	A ₂	C ₂	B ₂
A ₃	B ₃	C ₃	B ₄	C ₄	A ₄

T1

B ₁	C ₁	A ₁	C ₂	B ₂	A ₂
B ₃	A ₃	C ₃	B ₄	A ₄	C ₄

Appendix 5. EM-38 kartering av Gustafssons fält i Hedemora



Appendix 6. SMAK-analys där alla led på platserna T1, T2 och T3 presenteras, samt de olika skördarnas nivåer i de olika leden. Ingen skillnad finns mellan de olika behandlingarna och inte heller mellan de olika platserna.

Behandl ing (Kg)	Plats	K-AL mg/100g lufttorkat	K-HCl mg/100g lufttorkat	Kaliumg iva kg/ha	Skörd kg/ha	Spec vikt	Svagt blöta %	Starkt blöta %	Svagt mörk %	Obet. mörk %	Starkt söndf %	Svagt söndf %	Skörd < 35 (ton)	Skörd 35-65 (ton)	Skörd >65 (ton)
T1	K 0	10	140	0	33.41	1085	32	0	0	4	18	68	1.49	30.54	1.38
T1	K 30	10	140	30	38.07	1088	32	0	0	0	6	72	1.81	34.86	1.41
T1	K 60	10	140	60	35.36	1088	36	0	0	4	10	72	1.78	32.23	1.34
T2	K 0	12	100	0	38.83	1089	30	0	2	2	8	76	1.11	37.23	0.49
T2	K 30	12	100	30	40.91	1086	34	0	0	2	4	74	1.83	37.78	1.30
T2	K 60	12	100	60	39.14	1087	32	0	0	4	2	68	1.99	36.78	0.38
T3	K 0	19	110	0	38.52	1088	42	0	0	2	4	82	2.31	34.89	1.31
T3	K 30	19	110	30	36.93	1084	38	0	0	0	10	72	2.31	34.24	0.38
T3	K 60	19	110	60	36.87	1083	36	0	0	2	8	74	2.07	34.80	0.00

Appendix 7. Mineralanalys av potatistknöslarna skördade i Hedemora 2006. Här presenteras potatisens mineralinnehåll och hur mycket växtnäring som följer med skörden bort från fältet. Skillnad fanns mellan potatisens innehåll av kalium mellan försök T1 och T3.

Plats	Behandling (kg/ha)	N i Potatis		P i Potatis		K i Potatis		Totalskörd (kg Ts/ha)	N exp. kg/ha	P exp. kg/ha	K exp. kg/ha
		(%) Ts	(%) Ts	(%) Ts	(%) Ts	(%) Ts	(%) Ts				
T1	K 0	1,1	0,21	2,1	22,3	7450	82	16	156		
T1	K 30	1,3	0,22	2,2	22,1	8413	109	19	185		
T1	K 60	1,2	0,23	2,3	20,7	7320	88	17	168		
T2	K 0	1,4	0,2	2,3	20,7	8038	113	16	185		
T2	K 30	1,3	0,23	2,4	20,5	8387	109	19	201		
T2	K 60	1,3	0,19	2,3	20,4	7985	104	15	184		
T3	K 0	1,3	0,25	2,4	20,8	8012	104	20	192		
T3	K 30	1,1	0,24	2,4	21,3	7866	87	19	189		
T3	K 60	1,2	0,27	2,6	21,1	7780	93	21	202		

Appendix 8. Markkartering Karlskrona

Provnr	Fosfor										Kalium, magnesium och kalcium mg/100g										mg/kg	
	P-AL	P-IL	V	K-AL	IL	Mg-AL	K/Mg	Cs-AL	K-IL	Kg	P-IL	Kg	P-IL	Kg	Cs-IL	D	D					
K 19	7.0	19.9	V	5.9	I	7.2	0.9	162.2	71.4	2	73.9	4	9.2	12								
A 20	7.5	21.6	V	12.0	III	6.3	1.9	221.3	0.0		0.0		0.0	0.0								
R 21	7.3	22.0	V	6.0	I	7.1	0.9	160.9	61.4	2	76.0	4	11.0	0.0								
D 22	7.4	26.7	V	6.0	I	7.2	0.9	160.6	0.0		0.0		0.0	0.0								
A 23	7.5	20.7	V	6.4	III	10.9	0.9	169.6	135.6	3	73.9	4	16.2	0.0								
L 24	7.4	32.0	V	10.0	III	9.9	1.0	201.0	0.0		0.0		0.0	0.0								
26	7.3	62.6	V	7.0	I	6.0	0.9	173.0	77.8	2	142.2	6	11.9	0.0								
R 41	7.1	24.9	V	7.9	I	9.9	0.9	119.4	77.9	2	81.9	6	11.7	0.0								
E 42	7.0	16.4	V	6.0	I	11.6	0.7	214.4	0.0		0.0		0.0	0.0								
R 43	7.1	13.3	IV	12.3	III	10.0	1.2	169.0	61.9	2	69.9	4	10.2	0.0								
E 44	7.5	23.1	V	7.0	I	14.2	0.6	200.3	47.9	1	67.6	6	12.4	0.0								
S 45	7.5	26.7	V	6.9	I	9.1	0.9	161.3	0.0		0.0		0.0	0.0								
T 46	7.0	23.7	V	7.5	I	10.6	0.7	163.6	0.0		0.0		0.0	0.0								
A 47	7.0	22.7	V	6.0	I	11.9	0.0	167.8	65.2	2	76.0	4	9.0	0.0								

Appendix 9. Skörderesultat från försöksplatserna T1, T2 och T3. Blåmarkerade siffror visar avsevärt lägre skörd. Resultaten är räknade direkt från skörderutan på 2rader * 7,7meter. Kolumnen "genomsnitt" är medelvärdet av de övriga värdena i samma storleksklass.

T1						
Led	< 35 (mm) (kg)	35 - 55 (mm) (kg)	35 - 55 (mm) (kg)	35-55 (mm) (kg)	55 - 65 (mm) (kg)	> 65 (mm) (kg)
	genomsnitt					
A	2.30	20.42	10.86	15.64	2.98	0.28
A	0.72	15.50		15.50	3.44	0.44
A	3.12	21.80	23.96	22.88	2.92	0.00
A	1.68	18.72	17.04	17.88	6.78	1.08
B	3.28	22.16	24.66	23.41	4.76	0.00
B	1.50	18.68	13.54	16.11	5.06	0.98
B	2.70	20.94	22.70	21.82	5.50	0.60
B	1.98	17.44	20.60	19.02	6.50	0.26
C	3.56	23.40	19.82	21.61	2.66	0.82
C	1.14	16.82	17.52	17.17	6.20	0.70
C	2.78	22.98	9.42	16.20	3.28	0.24
C	1.82	17.08	23.82	20.45	5.78	0.00

T2						
Led	< 35 (mm) (kg)	35 - 55 (mm) (kg)	35 - 55 (mm) (kg)	35-55 (mm) (kg)	55 - 65 (mm) (kg)	> 65 (mm) (kg)
	genomsnitt					
A	1.63	20.32	25.42	22.87	5.06	0.00
A	1.66	18.72	25.14	21.93	9.02	0.64
A	1.08	19.14		19.14	3.98	0.00
A		23.80	20.78	22.29	4.40	0.00
B	1.98	22.28	21.48	21.88	5.76	0.00
B	2.82	20.98	22.88	21.93	4.14	0.22
B	2.86	20.76	20.66	20.71	5.72	0.40
B	1.92	23.20	22.26	22.73	7.72	1.08
C	3.12	23.94	20.80	22.37	5.34	0.00
C	2.32	18.64	24.32	21.48	5.62	0.00
C	2.68	17.66	18.32	17.99	3.66	0.26
C	2.28	20.84	29.58	25.21	3.84	0.24

T3						
Led	< 35 (mm) (kg)	35 - 55 (mm) (kg)	35 - 55 (mm) (kg)	35-55 (mm) (kg)	55 - 65 (mm) (kg)	> 65 (mm) (kg)
	genomsnitt					
A	3.92	16.00	18.70	17.35	2.40	0.42
A	2.56	20.48	21.30	20.89	5.22	0.60
A	2.96	26.52	20.18	23.35	1.64	0.00
A	2.66	22.80	23.50	23.15	3.96	0.70
B	3.10	17.74	23.96	20.85	1.94	0.26
B	2.10	21.98	21.82	21.90	4.20	0.00
B	3.48	18.98	14.58	16.78	2.98	0.00
B	3.42	22.68	23.50	23.09	4.92	0.24
C	2.66	22.94	21.74	22.34	2.00	0.00
C	2.64	23.78	20.94	22.36	4.62	0.00
C	2.82	19.68	19.30	19.49	1.78	0.00
C	2.72	18.72	20.88	19.80	5.84	0.00

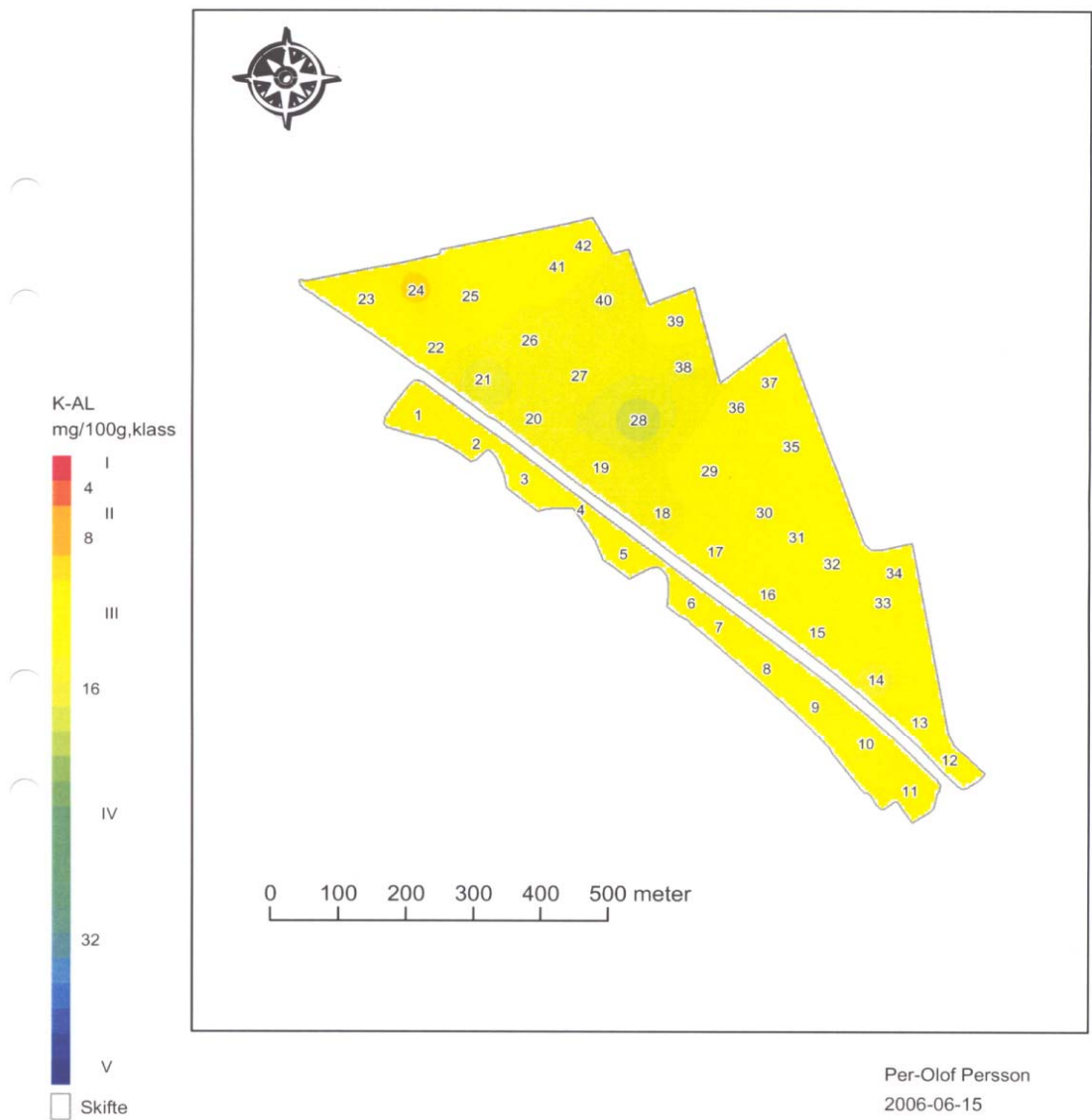
Appendix 10. Markkartor från markkarteringen våren 2006. K-AL, K-HCl, lerhalt, mullhalt och pH.

SG:s Potatis
Vikbyn 208
776 91 HEDEMORA
565656-912969
J004757-06 J004798-06
21-06

Nr.: 2621

AnalyCen 

Lättlösligt kalium (K-AL)

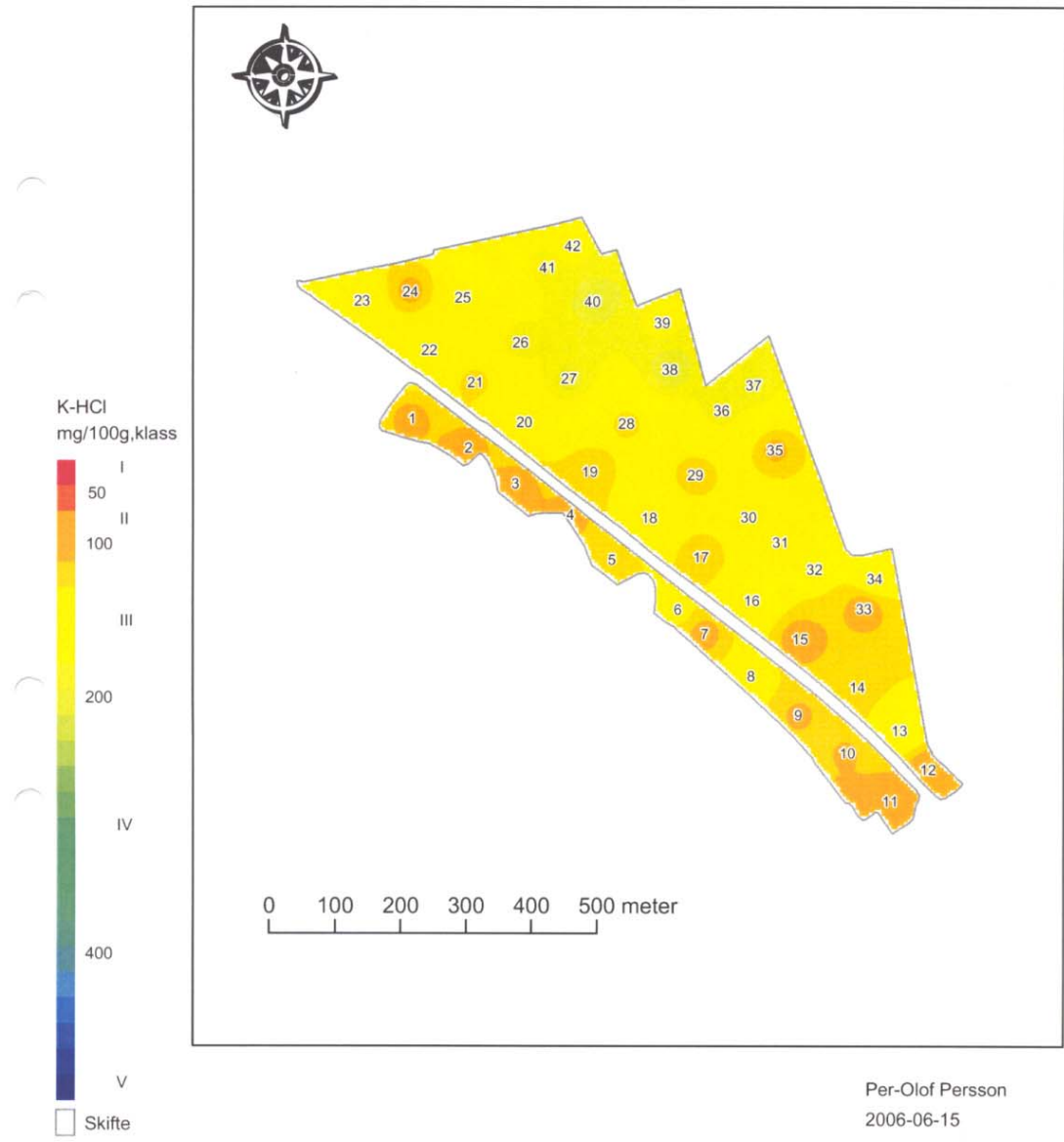


SG:s Potatis
Vikbyn 208
776 91 HEDEMORA
565656-912969
J004757-06 J004798-06
21-06



Nr.: 2621

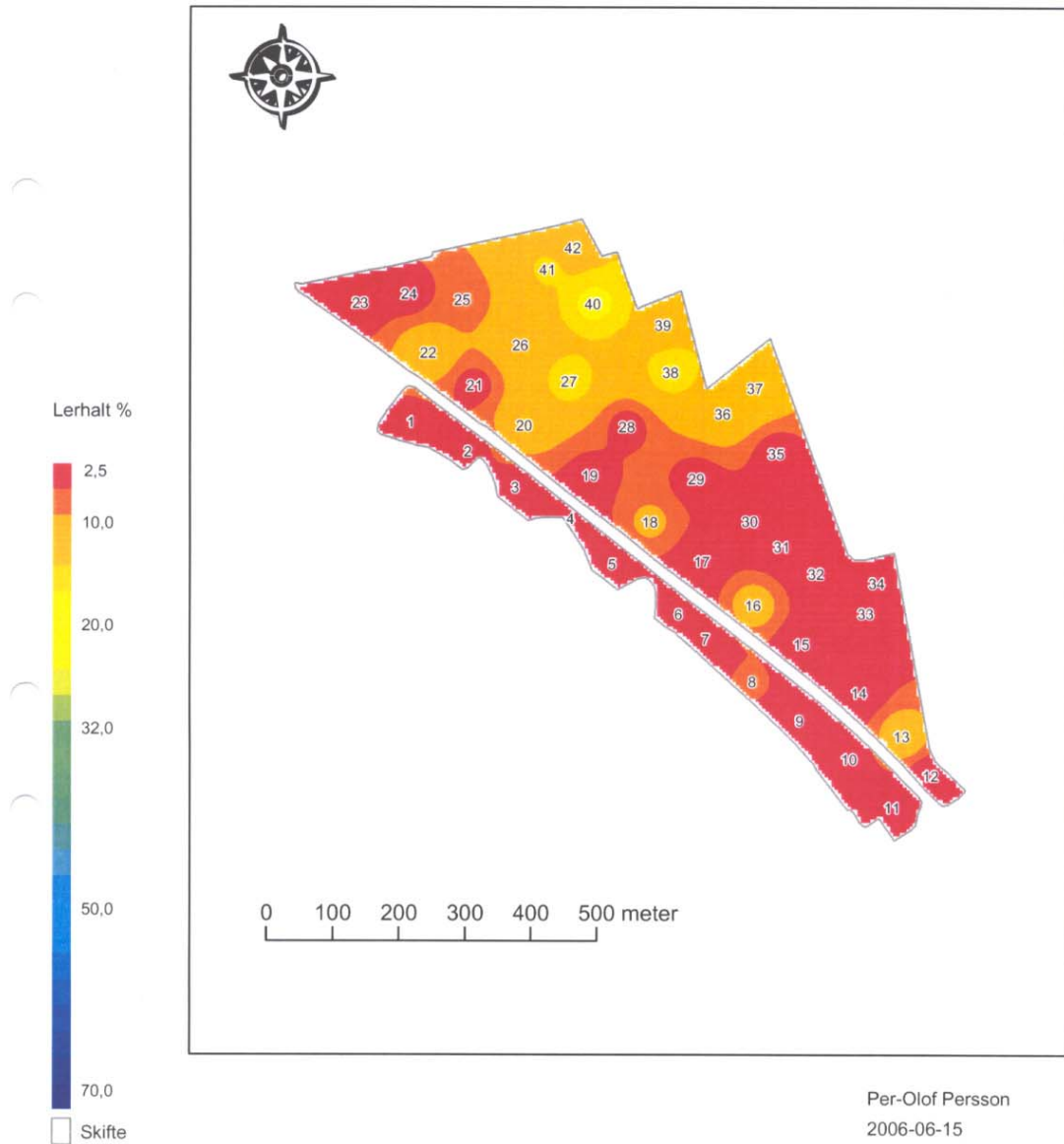
Förrådskalium (K-HCl)



SG:s Potatis
Vikbyn 208
776 91 HEDEMORA
565656-912969
J004757-06 J004798-06
21-06

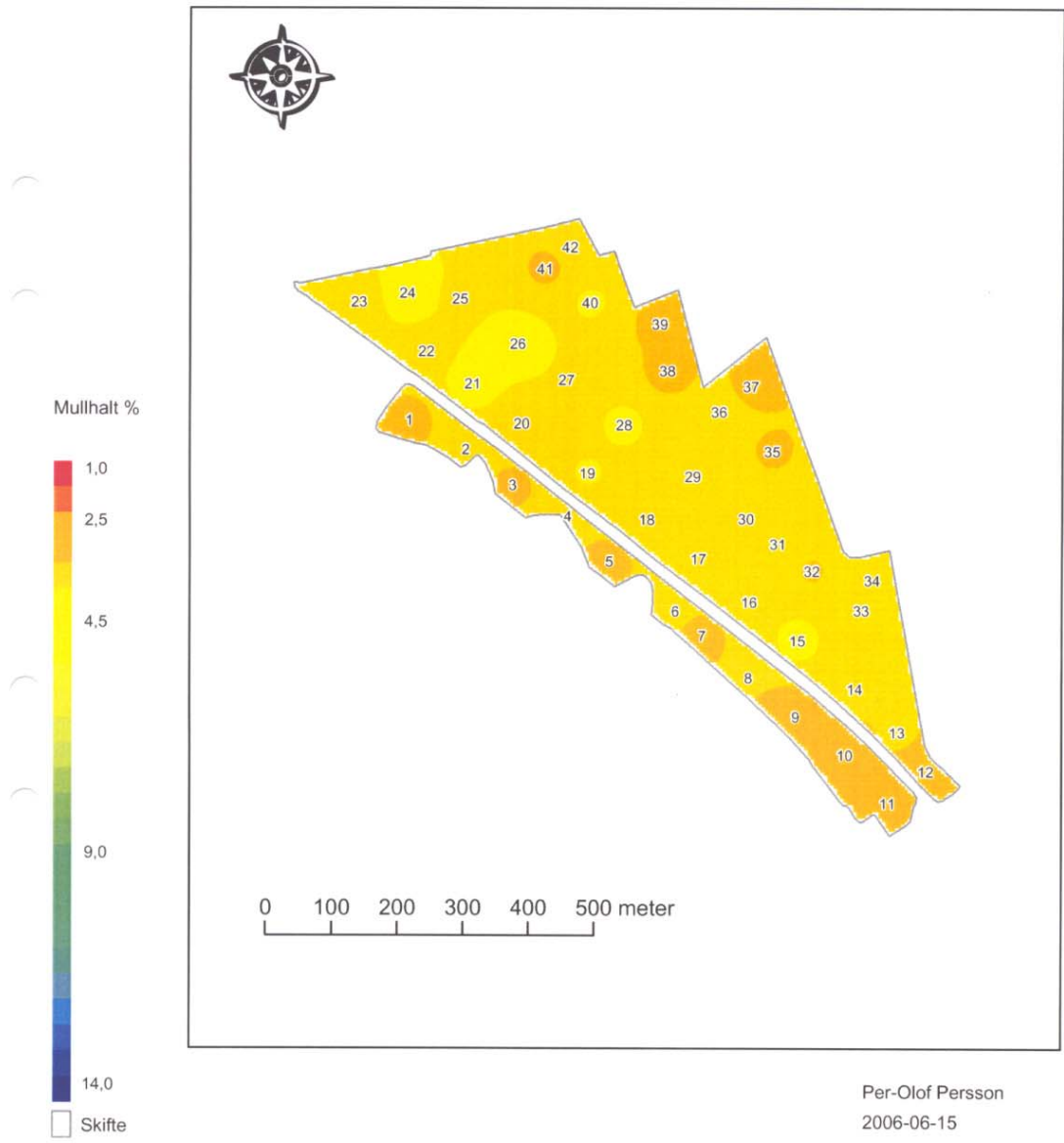
Nr.: 2621
Lerhalt (NIR)

AnalyCen 



SG:s Potatis
Vikbyn 208
776 91 HEDEMORA
565656-912969
J004757-06 J004798-06
21-06

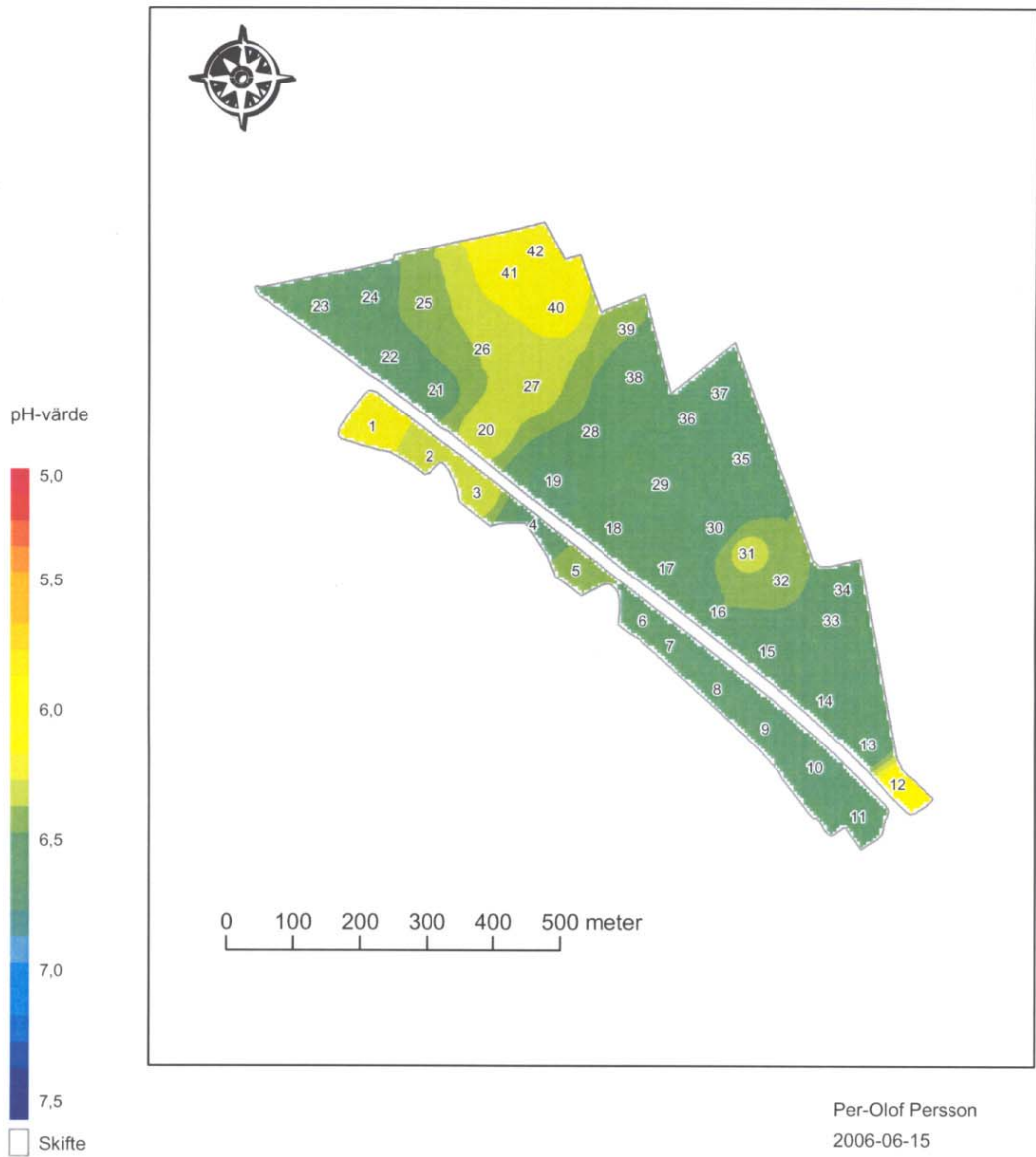
Nr.: 2621
Mullhalt



SG:s Potatis
Vikbyn 208
776 91 HEDEMORA
565656-912969
J004757-06 J004798-06
21-06

Nr.: 2621
pH-värde

AnalyCen 



Per-Olof Persson
2006-06-15