



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Faculty of Natural Resources  
and Agricultural Sciences

# Orsaker till problem med skal- fasthet hos matpotatis

## Causes of problems concerning skin-set on table potatoes

*Gabriella Olsson*



Foto: Gabriella Olsson

Institutionen för växtproduktionsekologi  
Självständigt arbete i biologi • 15 hp • Grundnivå, EX0689  
Agronom mark/växt  
Uppsala 2014

# Orsaker till problem med skalfasthet hos matpotatis

Causes of problems concerning skin-set on table potatoes

*Gabriella Olsson*

**Handledare:** Jannie Hagman, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi

**Examinator:** Birgitta Båth, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå

**Kurskod:** EX0689

**Program/utbildning:** Agronom mark/växt

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2014

**Omslagsbild:** Gabriella Olsson

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** skalfasthet, periderm, skal, skalmognad, matpotatis, kalcium, torquemeter, knölar, phellem, phellogen, phelloderm, skalfinish

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences  
Department of Crop Production Ecology

## Sammanfattning

Idag ställs stora krav på matpotatisen utseende. Att förbättra skalfinishen är många gånger önskvärt för matpotatisodlaren. En försämring av skalfastheten hos etablerade matpotatissorter har uppmärksammats av Lars Bolin, VD på Svensk Potatis. Genom att undersöka praktisk odling och därigenom samla in underlag för slutsatser alternativt för framtida studier inom området är förhoppningen att minska problem med skalhållfasthet. Målsättningen är att hitta metoder som ger potatisen ett bra hållfast skal vilket skulle öka lönsamheten för odlarna.

Skalet består av tre olika lager av celler: phellem, phellogen och phelloderm. Flossning inträffar när phellogencellaget går sönder och på så vis inte kan hålla ihop phellem och phellogen längre. Det ursprungliga skalet är färdigbildat strax efter knölsättning när knölna har samma storlek som en ärt. För att skydda knölen mot patogener och uttorkning i lager är det viktigt att skalet behålls intakt. Skalets bildning och mognad är ett komplext samspel mellan många olika processer vars fullständiga funktion inte är fullt utredd.

Blastdödning är en åtgärd som genomförs för att påskynda mognaden av knölnas skal. Dess effektivitet beror på genotyp där tidiga sorter är lättare att blastdöda jämfört med sena. Skalbildningsutveckling hos rödskaliga sorter är oftast långsammare och mer problematisk jämfört med gulskaliga sorter. Alltför höga kvävegivor förlänger tillväxtsäsongen och signalen för initiering av avmognad senareläggs. Detta innebär att skalet inte hinner fullbildas innan lagringen. Varsam kvävegödsling i kombination med en strävan efter jämn tillväxt där näringsstatusen i plantan kontrolleras under säsongen är konkreta råd från potatisrådgivningen.

Försök i både Finland och USA visar på positiva resultat av kalciumgödsling i potatis. Potatisplantan behöver kalcium för att bygga upp bra cellmembran och starka cellväggar samtidigt som kalcium är ett viktigt växthormon. Då knölar är lågtranspirerande organ har de ofta kalciumbrist eftersom vattengradienten är mycket högre för vattentransporten från blad till luft jämfört med vattentransporten från knöl ut till fuktig jord.

För att kunna mäta och jämföra skalfasthet behövs en metod som är objektiv och reproducerbar. En idag accepterad metod är mätning med hjälp av torqueometer.

Matpotatisodlare och potatisrådgivare med geografisk spridning har intervjuats för att delge sina erfarenheter och åtgärder för att förbättra skalfastheten. Bland dessa finns odlare och rådgivare som gödslar respektive förespråkar kalciumgödsling. I intervjuerna ställdes frågor om odlarnas strategier för att uppnå bra skalfasthet, blastdödningstekniker, gödslingsstrategier, upptagningsförhållande, lagring m.m.

*Nyckelord:* skalfasthet, periderm, skal, skalmognad, matpotatis, kalcium, torqueometer, knölar, phellem, phellogen, phelloderm, skalfinish

## Abstract

Today the requirements on the visual appearance of table potatoes are set high. Improvement of the surface of the potato is often desirable to the grower of table potatoes. A deterioration of skin-set in frequently grown varieties of table potatoes has been seen by Lars Bolin, CEO at Svensk Potatis. By examining the practical potato farming and collect material for conclusions alternatively for future studies in the area, hope is to reduce the problems concerning bad skin-set. The goal is to find methods that give the potatoes a good strong skin which would increase profitability for the growers.

The skin consists of three different layers of cells: phellem, phellogen and phelloderm. The native skin is completely formed shortly after the nascent tuber has reached the size of a pea. To protect the tuber against pathogens and dehydration it is crucial that the skin is kept intact. The formation and maturity of the skin is a complex interaction between numerous processes' whose complete function is not determined.

Haulm desiccation is a measure used to enhance the maturity of the skin of the tubers. The efficiency of this measure is partly dependent on the genotype with early maturing varieties are easier to haulm desiccate than late maturing varieties. Skin-set development in red skinned varieties is often slower and more problematic than in yellow skinned varieties. Excessive use of nitrogen fertilizers extends the growing period and the signal of initiation of maturity is delayed. This means that the skin does not have time to fully form before the tuber is being put into storage. Careful use of nitrogen fertilizers in combination with an ambition of continuous growth with regular measurements of the nutritional status of the plant during the growth season are concrete advice given by potato crop advisers.

Field trials in both Finland and the U.S show positive results in calcium fertilization in potato crop. The potato plant needs calcium for the formation of good cell membranes and strong cell walls while calcium also being a plant hormone. Given that tubers are low transpiring organs calcium deficiency is common since the water gradient is much higher for water transport from leaf to air compared to water transport from tuber to moist soil.

In order to measure and compare skin-set there is a need for a method that is objective and reproducible. An accepted method is measurement by use of a torque-meter.

Table potato growers and potato crop advisers geographically scattered have been interviewed in order to share their experience and measures taken to enhance skin-set. Among these there are growers and crop advisers who use and recommend calcium fertilization. In the interviews the growers were asked about their strategies for achieving a good skin-set concerning haulm desiccation strategy, fertilization plan, harvesting conditions, storage and so on.

*Keywords:* skin-set, periderm, skin, table potato, skin maturity, calcium, torque-meter, tubers, phellem, phellogen, phelloderm



# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>8</b>
1.1	Bakgrund	8
1.2	Syfte	9
<b>2</b>	<b>Metod</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Potatisens mognad</b>	<b>11</b>
3.1	Varför är skalmognad viktigt?	12
<b>4</b>	<b>Skalbildning</b>	<b>13</b>
4.1	Åtgärder som påverkar skalbildning	15
4.2	Hur kan odlaren påverka skalbildningen?	16
4.3	Bidrar tillförsel av kalcium till bättre skalbildning?	17
4.4	Kalciums rörelse i potatisplantan	18
<b>5</b>	<b>Hur kan skalfasthet mätas?</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Intervju med potatisrådgivare och odlare</b>	<b>20</b>
6.1	Intervju med potatisrådgivare Åsa Rölin	21
6.2	Intervju med finska potatisrådgivaren Jan Norrvik	22
6.3	Intervju med matpotatisodlare i Närke respektive Västergötland	23
6.4	Intervju med matpotatisodlare som gödslar med kalcium	24
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>26</b>
	<b>Referenslista - litteratur</b>	<b>28</b>
	<b>Hemsidor</b>	<b>29</b>
	<b>Icke publicerat material – Muntliga källor</b>	<b>30</b>



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Idag ställer konsumenter stora krav på skalfinish hos matpotatis. Konsumenter eftersträvar snygga potatisknölar utan skorv och missfärgningar. För att tilltala konsumenterna är det därför mycket viktigt att odlarna skapar optimala förhållanden för potatisens skalmognad. Lars Bolin som arbetar på Svensk Potatis har upplevt att odlarnas problem med skalfasthet hos matpotatis har ökat, även bland äldre etablerade sorter. Att eftersträva en god skalfasthet är viktigt ur ett ekonomiskt perspektiv för odlarna. En minskad frånrensning av matpotatis på grund av dålig skalfasthet skulle öka lönsamheten för odlarna. Förutom frånrensning leder dålig skalfasthet även till ökade viktsförluster då mer skal skall återbildas samtidigt som risken för tillväxt av silverskorv ökar. En förbättrad skalfasthet skulle minska intäktsbortfallet på många miljoner kronor som uppkommer i den svenska potatisodlingen på grund av problem med dålig skalfasthet (Bolin, 2014).

Förr skördades potatisen efter spannmålsskörden men numera är det inte ovanligt att potatisen är färdig att skörda innan spannmålsskörden som startar i början av augusti. Orsaken till det är att tidigare sorter har utvecklats. Matpotatis säljs tvättad vilket ställer stora krav på skalkvaliteten och omöjliggör utrymme för att dölja eventuella kvalitetsfel. King Edward som är rödfläckig är en av de mest populära sorterna i handeln. Även om yttre defekter inte påverkar potatisens smak är det negativt ur försäljningssynpunkt då konsumenter eftertraktar prydliga produkter (Bolin, 2014).

Frågan är vilka orsaker som kan ligga bakom ökade problem med skalfasthet. Kan det vara något mikronäringsämne som saknas för komplett skalbildning? Gödslas dagens potatis med för höga kvävegivor? Kan växtföljd, jordart, pH-värde eller bevattningsintensitet spela någon roll i problematiken? Vilken tidsperiod krävs



mellan blasdödning och skörd för att få optimal skalbildning? För att få klarhet i en del av dessa frågeställningar genomfördes en litteraturstudie och en intervjuundersökning av matpotatisodlare om deras odlingsförutsättningar och åtgärder för att få bra skalbildning.

## 1.2 Syfte

Syftet med kandidatuppsatsen är att utreda orsaker till problem med skalfasthet hos matpotatis. Genom att undersöka praktisk odling och därigenom samla in underlag för slutsatser alternativt för framtida studier inom området är förhoppningen att minska problem med skalfasthet. Matpotatisodlare med varierande resultat av skalfasthet kommer att intervjuas för att om möjligt kunna fastslå orsakssamband.

## 2 Metod

Uppsatsen innefattar en litteraturstudie där processerna som ingår i skalbildningen beskrivs och orsaker till problem med skalfasthet presenteras. I uppsatsen ingår också en enkätundersökning med matpotatisodlare och potatisrådgivare. Källor till uppsatsen är vetenskapliga artiklar, internetsidor med säkra källor samt intervjuer med odlare och potatisrådgivare.

### 3 Potatisens mognad

Kväve är kraftigt avkastningshöjande i potatisodling samtidigt som det har stor inverkan på knölarnas kvalitet. Beroende på genotyp kan samma mängd kväve ge olika resultat på inre kvalitet. En del sorter har större benägenhet för sönderkokning t.ex. King Edward, medan andra sorter är mer fastkokande t.ex. Asterix (Fogelfors, 2001). Enligt försök gjorda av Molteberg et al. (2005) finns statistiskt säkerställda skillnader gällande flossning mellan olika sorter. Vid mätning med en torquemeter uppvisade Saturna och Asterix bäst skalfasthet (Molteberg et al., 2005). Behovet av kväve varierar beroende på sort, beståndstäthet, odlingsplats och vegetationsperiodens längd. Då plantorna är 15-20 cm höga är blastutvecklingen som störst och kväveupptaget särskilt stort. Blasttillväxten gynnas utav kväve men samtidigt leder riklig kvävetillförsel till senare knölinitiering och försenad utveckling utav grödan (Fogelfors, 2001).

I Sverige varierar växtperiodens längd och odlingssäsongen är relativt kort. Det är därför viktigt att anpassa sortvalet efter lokala förutsättningar. Ju längre dagslängden är desto mer blast bildar potatisplantan. Blastutvecklingen är därför kraftigare i Norrland än i södra Sverige. Vad gäller knölbildningen är dagslängdens påverkan mer invecklad. Korta dagar stimulerar vissa sorter till knölbildning, andra sorters knölbildning stimuleras av lång dag medan en del är dagslängdsneutrala (Nilsson, Rölin & van Schie, 2012).

Mognadsgraden vid skörd påverkas av växtsäsongens längd, mark- och väderförhållande, näringsupptag, sort samt utsädets fysiologiska status (Molteberg & Knutsen, 2013). Den slutgiltiga knölmognaden beror på en mängd olika mognadsprocesser både fysiologiska, kemiska och fysiska. Knölmognaden initieras av att blasten vissnar. Den fysiologiska mognaden uppnås när torrsubstansen i knölen är maximal. Den kemiska mognaden inträffar då sockerhalten är som lägst i knölen vilket inträffar strax efter att TS-halten nått sitt maximum. Då knölen är fysiskt mogen har ett moget periderm utvecklats som motstår flossighet och fortare

bildar sårperiderm vid skada jämfört med en omogen knöl (Molteberg & Knutsen, 2013).

### 3.1 Varför är skalmognad viktigt?

Ett moget skal är mer motståndskraftigt mot flossning medan ett omoget skal är mer ömtåligt och flossar lätt vid hantering under skörd (Lulai, 2008). Enligt Lulai (2008) har 9-40 % av skördade knölar sårrelaterade defekter. En omogen potatis orsakar kvalitetsproblem eftersom sockerhalten är alltför hög och potatisen inte hunnit bilda ett fullgott skal som skyddar mot uttorkning och patogener under lagring (Molteberg & Knutsen, 2013). Skalkvaliteten är också viktig för utsädespotatis eftersom ett bra skal motverkar angrepp av patogener (Lulai, 2008).

## 4 Skalbildning

Potatisknölen är inte anatomiskt en rot likt en morot utan utgör istället en underjordisk stamdel av potatisplantan. Det kan påvisas genom att utsätta potatisknölen för ljus vilket resulterar i att knölen börjar bilda klorofyll och blir grönfärgad (Fogelfors, 2001). Skalet är genombrutet av lenticeller som fungerar som andningsporer. Dessa är oftast inte synliga för blotta ögat men på nyskördad potatis kan lenticellerna visa sig som små vita svulster (Nilsson, Rölin & van Schie, 2012).

Potatisknölen täcks av ett periderm, även kallat skal, som består av tre olika lager av celler: phellem, phellogen och phelloderm (Lulai, 2008). Peridermet är viktigt för att skydda knölen mot yttre påverkan och innehåller dessutom försvarssubstanser. Flossning inträffar när phellogencellagret går sönder och på så vis inte kan hålla ihop phellem och phellogen längre. Peridermet bildas genom celledelning både i epidermis och i det underliggande cellagret. Phellogencellagret är det cellager som bildas först och så småningom blir meristemiskt vilket innebär att det genom delning produceras odifferentierade celler både inåt och utåt i radiell led. De celler som bildas inåt utgör phellodermcellagret och de som bildas utåt utgör phellemcellagret. Phellemet består av flera skyddande cellager och utgör potatisens ytterskal. Phellemcellerna är de enda som bildar suberin i både sårperiderm och ursprungspiderm (Neubauer et al., 2013). Suberin är en biopolymer som fungerar som en barriär mot patogener och andra miljöfaktorer (Lulai, 2008). När det bildats tillräckligt många phellemcellager slutar phellogencellerna att vara meristemiska och producerar då inte fler blivande phellemceller (Neubauer et al., 2013). Skalbildning styrs av inaktiveringen av phellogencellens meristemiska aktivitet vilket leder till att phellogencellens cellvägg förstärks och tjocknar (Lulai, 2008). Denna förtjockning fortgår under utvecklingen och mognaden av sårperiderm (Neubauer et al., 2013). Sårperiderm bildas genom sårläkningsprocessen som innebär nybildning av suberin och ackumulation av vax i cellväggarna kring sårskadan (Lulai, 2008).

Under skalmognad förankras phellemet tätt ihop med de underliggande cellerna vilket skapar motståndskraft mot flossighet. Phellemets cellväggar i det ursprungliga peridermet har en vaxig komponent samt suberin (Lulai, 2008). Vaxigheten skyddar mot uttorkning av celler. Även om sårhäkning består av ett flertal olika processer så är nybildning av suberin vid skada den viktigaste delen av sårhäkningsprocessen (Lulai, 2008). De radiella phellogencellväggarna fortsätter att förtjockas under sårperidermets utveckling och mognad (Neubauer et al., 2013).

Det ursprungliga peridermet är färdigbildat strax efter knölsättning när knölarna har samma storlek som en ärt. Redan i det här relativt unga utvecklingsstadiet hos knölen finns det antal phellemceller som är karaktäristiskt för genotypen (Neubauer et al., 2013). Phellogencellerna är fortsatt aktiva under knölens tillväxtfas och bildar phellemceller i en takt som håller jämna steg med knöl-expansionen och förlusten av phellemceller vid knölens yta. Balansen mellan nybildning och förlust av celler gör att phellemet håller ungefär samma tjocklek genom tillväxtfas och mognadsfas. Nedvisningen av potatisplantan leder till att phellogencellerna slutar bilda phellemceller. Neubauer et al., (2013) undersökte om det är samma gener inblandade i cellcykeln och cellväggssyntes vid bildandet och mognaden av sårperiderm och ursprungsperiderm. Ett annat mål med deras forskning var att undersöka om uttrycksprofiler för dessa gener skulle kunna fungera som molekylära markörer eller indikatorer på mognadsprocessen vilket skulle vara ett bra verktyg i förädlingsarbetet för att framställa nya sorter med förbättrad lagringskvalitet (Neubauer et al., 2013).

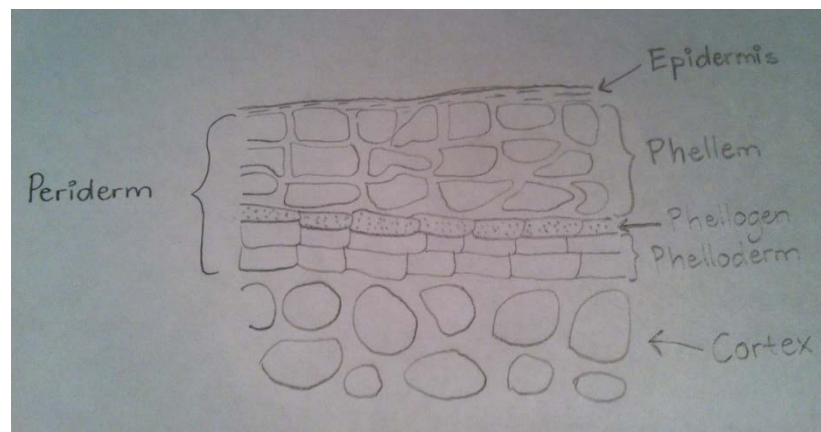


Bild 1. Peridermets uppbyggnad. Skiss av Gabriella Olsson, inspirerad av Anonym (2013).

## 4.1 Åtgärder som påverkar skalbildning

Vid ekologisk potatisodling är det ofta tidpunkten då bladmögel infekterar som bestämmer tid för blastdödning alternativt nedvissning. I konventionella matpotatisodlingar där bladmögel kan bekämpas kemiskt finns det olika tekniker för att blastdöda när lämplig storlek och kokkvalité har uppnåtts. I slutet av växtsäsongen bör provgrävning och provkokning genomföras för att säkra att god kvalité uppnås. Allteftersom potatisen mognar ökar torrsubstanshalten samtidigt som risken för blötkokning minskar. En övermogen potatis blir dock mjölig och sönderkokar lätt (Rölin, 2012).

Den enda bevisade metod som finns för att initiera och förbättra skalbildning är blastdödning. Metoden startar en onaturligt tidig plantdöd för att påskynda mognad av knölarnas periderm. Blastdödningens effektivitet beror på genotyp där tidiga sorter är lättare att blastdöda än sena. Höga kvävegivor och väderförhållande som t.ex. en torr växtsäsong med blöta skördeförhållanden påverkar och försvårar blastdödningen. Skalbildningsutveckling är oftast långsammare och mer problematisk hos rödskaliga sorter jämfört med hos gulskaliga sorter. Orsaken till detta fenomen är inte klarlagt vetenskapligt (Lulai, 2008). Det finns idag stora kunskapsluckor när det gäller de biologiska mekanismerna som påbörjar och styr skalmognad och detta hindrar utvecklingen av teknik för att inducera och påskynda skalbildningsutveckling. I väntan på bättre metoder är odlarna hänvisade till att hantera eventuell sårläkning i lager. Det är bland annat viktigt att hålla hög luftfuktighet i lagret för att motverka uttorkning av cellerna och därmed celldöd (Lulai, 2008). Vid lämpliga lagringstemperaturer gynnas sårläkning samtidigt som risken för infektioner minskar. Det är även viktigt att ventilerar ut koldioxid för att hålla rätt syrenivå vilket bidrar till ökad vaxackumulation och suberinbildning. Knölar med sårsador ökar koldioxidhalten i lagret genom ökad respiration hos knölna. Förhöjda koldioxidhalter är negativt för sårläkningsprocessen och kan öka mängden reducerat socker som ger mörkfärgning av processade produkter (Lulai, 2008).

Försök gjorda i Wisconsin (Sabba & Bussan, 2012) visade att tjockleken på phellogenets cellväggar fördubblats mellan knölfyllnad och blastdödning. Dock syntes ingen förändring under de tre veckorna mellan blastdödning och skörd trots att en förbättrad skalfasthet observerades. Författarna drar därför slutsatsen att andra fysiologiska processer förutom cellväggsförtjockning påverkar skalfastheten efter blastdödning.

## 4.2 Hur kan odlaren påverka skalbildningen?

Blastdödning genomförs för att avbryta tillväxten vid önskvärd torrsubstans och knölstorlek samt för att minska risken för brunröta. Åtgärden bör ske när blasten börjat mogna av. Blastdödning som sker när potatisplantorna har knallgrön blast ökar risken för låg torrsubstans, kväveutlakning samtidigt som en ökad dos av blastdödningspreparat krävs. De mekaniska skadorna ökar hos en omogen potatis. Hos en omogen knöl kan flossning av skalet samt sprickskador bli problem som i sin tur kan leda till ökade angrepp av lagringsrötter och skalmissfärgningar. För att blastdödningen ska ske vid optimal torrsubstanshalt kan den specifika vikten mätas med en elektronisk mätare (Nilsson, Rölin & van Schie, 2012). Det finns både kemiska och mekaniska metoder för att blastdöda. Försök har visat att användning av kemiska medel, Reglone (diquat), kan reducera knölens motståndskraft mot rötter i jämförelse med mekanisk blastkrossning (Nilsson, Rölin & van Schie, 2012).

En optimal tidpunkt att skörda efter genomförd blastdödning är normalt 10-14 dagar. Det är en viktig avvägning mellan tillräcklig skalmognad och risken för olika angrepp av sjukdomar om knölna får ligga i marken för länge. Efter tre veckor ökar risken för svartpricksjuka, silverskorv samt utveckling av phoma-röta och lackskorv (Nilsson, Rölin & van Schie, 2012).

Målet är att skörden ska ske så skonsamt mot knölna som möjligt. Fallhöjder ska begränsas och stötar bör dämpas med fallskyddsduk. Trots hjälpmedel finns det alltid sår och skador på skalet vilket leder till en hög andningsintensitet tills det att nytt skal hunnit bildas. Sårsläkningsprocessen är en biologisk process som sker under lagringen. Vid en skada friläggs celler som ska ombildas till skal. Processen kräver tillgång till syre, relativt hög temperatur och en relativ luftfuktighet på 90-95 %. Ett parti med en knöltemperatur på 12-20 °C har en optimal sårsläkningstemperatur på 12-15 °C. Processen i det här fallet skulle ta 7-14 dagar. Ett parti som är skonsamt hanterat och som saknar behov av sårsläkning kan kylas ner direkt vilket leder till en snabbare upptorkning vilket i sin tur minskar risken för skalmissfärgningssjukdomar (Nilsson, Rölin & van Schie, 2012).

Potatisrådgivare Jan Norrvik tror att för höga kvävegivor i kombination med obalans mellan mikronäringsämnen är förklaringen till dålig skalfasthet. Genom uppföljning av potatisplantans näringsstatus kan tillförsel av rätt mängd mikronäringsämnen ske (Norrvik, 2014).

Enligt Anders Olsson som arbetar på Skånes potatisodlarförening har nya sorter fått uteslutas ur odlingen eftersom kvävegivorna ofta är för generösa. Ett exempel är en ny sort från Tyskland som provodlats i Sverige. Rekommendationen var att lägga 70 kg kväve men troligtvis gödslades sorten med dryga 100 kg kväve vilket förlänger tillväxtsäsongen och avmoganden senareläggs. Sor-



ten höll inte kvalitetskraven på grund av ett för tunt skal som inte var motståndskraftigt (Olsson, 2014).

#### 4.3 Bidrar tillförsel av kalcium till bättre skalbildning?

Tillförsel av kalcium har i amerikanska försök gett positiva resultat på skalbildning under varma och torra förhållanden (Palta, 2010). Potatisplantan behöver kalcium för att bygga upp bra cellmembran och starka cellväggar samtidigt som kalcium utgör ett viktigt växthormon. Näringsämnet spelar därmed en stor roll genom hela plantans tillväxt och utveckling. Kalcium stabiliserar cellmembraner genom att sammanbinda de polära grupperna vid fosforlipideras hydrofila ändar dvs. vid cellmembranets yta. Välfungerande cellmembraner är livsviktigt för en växtcells överlevnad och kondition. Vid otillräcklig koncentration av kalcium börjar cellmembranen läcka vilket slutligen leder till celldöd (Palta, 2010).

Kalcium bidrar till uppbyggnaden av en stabil och hållbar cellvägg genom intra-molekylära bindningar mellan pektinmolekylerna i cellväggen. Förutom betydelsen för stabiliteten hos cellmembraner och cellväggar fungerar kalcium som en signalsubstans och som ett växthormon i termens moderna betydelse. Förändringar av kalciumkoncentrationerna i cytosolen utgör en del av växtens signalsystem för biotisk och abiotisk stress. Abiotisk stress så som värme, kyla eller torka stör cellmembranens funktion vilket kan resultera i celldöd. Biotisk stress t.ex. bakterie- eller svampangrepp mildras av högre kalciumhalter i knölen (Palta, 2010). Värmestress tenderar att ge längre stam och sidoskott samtidigt som arean på bladverket reduceras. Sammantaget leder detta till lägre nettofotosyntes, planttillväxt och skörd. År 1998 gjordes ett försök i Wisconsin där man under den ovanligt varma och torra sommaren fann att lösligt kalcium som tillfördes under knölfyllnadsfasen gav en skördeökning på 20-30 % i fältförsök. En studie i kontrollerad miljö utan torkstress gav dock ingen skördeökning vid tillsats av lösligt kalcium. Gällande avkastning tycks det alltså finnas en vinst i att gödsla med kalcium under varma och torra förhållanden jämfört med under optimala väderförhållanden. Värmestress kan leda till att stomatas normala funktioner störs. Då stomata stängs stryps transpirationen vilket leder till värmestress men vid tillräcklig mängd kalcium kan stomata fungera normalt även vid höga temperaturer (Palta, 2010).

#### 4.4 Kalciums rörelse i potatisplantan

Kalcium rör sig löst i vatten i växtens ledningsvävnad xylemet (Palta, 2010). Drivkraften för förflyttning är transpirationen som främst sker via bladen. Eftersom knölar är lågtranspirerande organ har de ofta kalciumbrist. Vattengradienten är mycket högre för vattentransporten från blad till luft jämfört med vattentransporten från knöl ut till fuktig jord. Därför rör sig mindre mängd kalcium till knölar jämfört med till bladen. Kalciumbrist i knölar är vanligare på sandjord eftersom sandjord innehåller väldigt lite utbytbar kalcium samtidigt som jordarten kräver en hög bevattningsintensitet (Palta, 2010). Lättlösligt kalcium kan vid bevattning sköljas ut och det är därför viktigt att inte vattna mer än till fältkapacitet.

På stolon- och knölar har man funnit att det finns funktionella rötter som har förmåga att ta upp vatten och näring på liknande sätt som vanliga rötter. Funktionella rötter har normal rotanatomi som utvecklas från parenkymceller närliggande vaskulär vävnad. Studier har visat att tillförsel av kalcium till potatisplantans huvudrotsystem inte ökade kalciumkoncentrationen i knölen. Däremot ger tillförsel av kalcium i närheten av knöl- och stolonrötter en ökad koncentration av kalcium i knöl och skal (Palta, 2010).

För att kunna tas upp via knöl- och stolonrötter måste kalcium tillföras väldigt nära knölar. Traditionellt sker all gödsling innan slutkupning för att inte skada rötterna. Då potatisplantorna behöver kalcium senare under säsongen är ett alternativ att ta hjälp av bevattning för att ha möjlighet till en senare spridning. Applicering bör ske i toppen av kupan. Eftersom potatis kräver hög bevattningsintensitet och för att kalcium ska vara tillgängligt i knölar när skalbildning sker krävs det att tillförseln av kalcium inte görs för tidigt eftersom näringsämnet då riskerar att bli ursköljt och inte stanna kvar i toppen av kupan (Palta, 2010). Enligt Nilehn (2014) är kalcium relativt orörligt i marken och en period med kraftig tillväxt kan leda till reducerat upptag och därmed kalciumbrist i knölar.

## 5 Hur kan skalfasthet mätas?

För att se om skalet är tillräckligt hållfast för att påbörja skörden bör lantbrukaren genomföra ett ”skjuvningsprov”. Provet innebär att ta en knöl i handen, tycka hårt med tummen och samtidigt skjuta framåt. Om skalet sitter fast kan skörden starta, om inte riskeras flossning vid upptagning. Den idealiska temperaturen för hantering av knölarna är 15°C, sol och lite vind. Vid 5°C är knölarna dubbelt så känsliga för mekaniska skador (Nilsson, Rölin & van Schie, 2012).

En brett accepterad och standardiserad teknik att mäta skalfasthet behövs för att underlätta för framtagandet av nya sorter samt odlingsteknik som gynnar bra skalfasthet (Lulai, 2008). Därför har bland annat Lulai medverkat till utveckling av en så kallad torquemeter (Neubauer et al., 2013). Torquemetern mäter skalfastheten genom att en gummipropp vars yta har en hög friktionskoefficient, pressas mot skalet på det plattast möjliga området på knölen. Detta görs med en konstant vertikal kraft, därefter mäts det roterande momentet som kan påföras innan skalet lossnar (Molteberg et al., 2005). Molteberg et al. (2005) menar att metoden verkar relativt objektiv och reproducerbar.

## 6 Intervju med potatisrådgivare och odlare

För att få en uppfattning av förhållandena i den praktiska odlingen intervjuades matpotatisodlare och potatisrådgivare från olika delar av Sverige angående sina erfarenheter och åtgärder för att förbättra skalfastheten. En finsk potatisrådgivare intervjuades också. Jan Norrvik, från Finland, har åsikten att dålig skalfasthet beror på otillräcklig kontroll och uppföljning av växtnäringsbehovet. Problem med skalkvalitet orsakas, enligt honom, av för höga kvävegivor samt brist på kalcium. Åsa Rölin potatisrådgivare på Hushållningssällskapet i Skaraborg intervjuades per telefon och menar att chanserna för att lyckas med bra skalfasthet är att tillföra kväve i lagom mängd samt att sträva efter optimal fukthalten för att tillväxten inte skall bli ojämn. Under ett odlarmöte i Falköping kunde odlare som var intresserad av att delge sina erfarenheter och odlingsåtgärder anmäla sitt intresse för att vara med i intervjuundersökningen. Lars Bolin har också förmedlat en del kontakter. I intervjuerna ställdes frågor om odlarnas strategier för att uppnå bra skalfasthet, gödslingsstrategier, blastdöningstekniker, upptagningsförhållande, lagring m.m. Följande tre matpotatisodlare har intervjuats via telefon eller genom enkätsvar. Potatisodlaren i Ångermanland gödslar med kalcium för att förbättra skalfastheten.

Tabell 1. Information om odlarna som intervjuats. Källa till vegetationsperioderna Anonym (2011).

	<b>Odlingsområde</b>	<b>Vegetationsperiod</b>	<b>Jordart</b>	<b>Målsättningen tid mellan blastdöning och skörd</b>
<b>Odlare 1</b>	Närke	180 dygn	mulljord	Minst 3 veckor
<b>Odlare 2</b>	Västergötland	190 dygn	mullhaltig morän 10 % lerhalt	3,5-4 veckor
<b>Odlare 3</b>	Ångermanland	150 dygn	moig och mjällig	10-14 dagar

## 6.1 Intervju med potatisrådgivare Åsa Rölin

Åsa Rölin som arbetar som potatisrådgivare på Hushållningssällskapet i Skaraborg intervjuades angående olika odlingsåtgärder som används för att skapa bra förutsättningar för skalbildning. Hon upplever inte att det finns någon sort som har mer problem med skalbildning än andra. Dock kan senare sorter t.ex. King Edward upplevas som mer problematiska eftersom säsongen ibland kan bli för kort. Åsa berättade att en jord med bra fosfor- och kaliumklass är en viktig grund för ett bra skal. En förutsättning för bra skalbildning är att tillväxten aldrig stannar upp. Det är därför viktigt att jorden alltid håller en lagom fukthalt. En mager jord med låga fosfor- och kaliumklasser är svår att gödsla upp och det är lätt att få fel proportioner mellan näringsämnen. Den förfrukt som rekommenderas till matpotatis är i första hand spannmål. Rekommenderat odlingsuppehåll är 4 år även om det hade varit ännu bättre med längre odlingsuppehåll. I England rekommenderas 6-7 års odlingsuppehåll för potatis.

Vad gäller jordbearbetning är det viktigaste att se till att knölen har lucker jord under sig, absolut inte packad jord. I framtiden skulle det därför vara positivt med en utveckling av fasta körspår för att minska packningsskador. Kupning kan göras i samband med sätning eller så snart som möjligt eftersom en sen kupning efter knölsättning stör plantans rötter.

Utsäde med så få generationer som möjligt i fält rekommenderas. Idag säljs en del dåligt certifierat utsäde. Åsa skulle vilja att det fanns möjlighet för odlarna att köpa utsäde i högre klass som odlaren sedan skulle kunna uppfödrika själva. För skalbildningens skull rekommenderar Åsa att utsädet betas. Både kemiska och biologiska betningsmedel är effektiva och möjliggör ett gott näringsupptag vilket leder till jämnare form och bättre skalbildning. Utsädesmängden beror delvis på utsädeskostnaden men för skalbildningens skull är det positivt med ett avstånd som möjliggör att rätt storlek på potatisen hinner utvecklas. Det är därför viktigt att inte sätta tätare än att potatisen hinner bli färdig och får tid på sig att bilda skal.

Gödslingsrekommendationen för en förväntad skörd på 40 ton/ha King Edward på en jord med K-Al III (12 mg K/100 g jord) och P-Al III (6 mg P/100 g jord) är 220 kg kalium och 60 kg fosfor. För skalbildning krävs inga stora mängder kalium, dock får inte kalium begränsa tillväxten eftersom ojämn tillväxt kan leda till dålig skalbildning. Kalium är i första hand viktig för kokkvalité och inre kvalité. Åsa rekommenderar att dela upp kvävegivan på två eller tre tillfällen. Genom att dela upp givan kan skalbildningen lättare kontrolleras då kvävebehovet kan följas upp och mätas under säsongen. Den totala kvävegivan som rekommenderas är 120-140 kg/ha under samma förutsättningar som tidigare beskrivits. Eftersom ojämn tillväxt är negativt för skalbildning kan brist på näringsämnen som

kalcium, bor eller zink försämra skalbildningen. Genom att dela kvävegivan kan kalksalpeter användas vid senare givor vilket är positivt eftersom det innehåller kalcium.

Åsa Rölin tror att bevattningsintensiteten kan påverka skalbildningen. Fukt och syre måste finnas i rätt proportioner. Därför ger både för torra och för blöta förhållanden en långsammare skalbildning. Vid extremt torra markförhållanden kan bevattning behöva sättas in för att jorden ska följa med vid upptagningen vilket skonar skalet och minskar risken för mekaniska skador.

Vilken tidsperiod som är optimal mellan blastdödning och skörd skiljer sig mellan sorter. Sorter som Ditta och Solist bör mogna ner ordentligt med gulnande blast innan det är dags för blastdödning. Det kan sedan räcka med 10 dagar innan skörden kan ske. Odling på sandjord kräver bättre skalfasthet innan skörd eftersom sand utsätter skalet för mer yttre påfrestningar. Senare sorter som King Edward blastdödas med grön blast eftersom knölna inte ska bli för mjöliga. Tidsperioden mellan blastdödning och skörd blir då längre, upptill tre veckor för optimal skalbildning. Åsa Rölin förespråkar mekanisk blastdödning framför kemisk. Ur skalbildningssynpunkt kan det vara fördel att först köra en låg dos Reglone och sedan blastkrossa. På så vis kan skalmognadssignalerna påskyndas men samtidigt inte bli för starka som vid enbart kemisk bekämpning.

Nya moderna upptagare kan sålla bättre och upptagningen kan ske under svårare förhållanden. Under blöta förhållanden med syrebrist är potatisen stressad och kan lätt skadas om den tumlar runt för mycket. Körhastigheten ska anpassas så att tillräckligt mycket jord följer med upp på mattan och skakningen ska vara måttlig. Idag är potatisodlingarna arealmässigt större samtidigt som upptagarna klarar tuffare förhållanden. Sammantaget leder det till att en del odlare kör ut för tidigt vilket ökar risken för dålig skalfasthet och ställer högre krav på bra lager. Åsa förespråkar högluftslager och en snabb upptorkning.

Sammanfattningsvis ökar chanserna för bra skalbildning om kväve tillförs i lagom mängd och att fukthalten är optimal. Vid för höga kvävegivor försenas mognadsprocesserna. För att kunna reglera fukthalten spelar bevattning, dränering och jordart stor roll.

## 6.2 Intervju med finska potatisrådgivaren Jan Norrvik

Jan menar att den största skillnaden mellan finsk och svensk potatisodling är svenskarnas slentrianmässiga gödsling med traditionella NPK-gödselmedel medan finska odlare i större utsträckning gör bladsaftsanalyser under säsongen för att följa upp gödslingsbehovet. Han menar att svenskar känner till två NPK-gödselmedel, 11-5-18 och 8-5-19. Den finska rådgivningen har under lång tid re-

kommenderat kalciumgödsling. Samma växtsaftsanalyser som görs på tomat och gurka används i potatis. Mellan den 5 juli och den 1 augusti tas växtsaftsanalyser som ger analys svar redan dagen efter provet tagits. Med utgångspunkt från analysen blandas och tillförs vattenlösliga näringsämnen som enligt Jan finns att köpa i mycket större utsträckning jämfört med Sveriges utbud. Förutom växtsaftsanalyserna tar potatisodlarna jordprov vart annat år. Analyserna görs för att kontrollera och korrigera balanser mellan olika näringsämnen. Kalcium, bor, magnesium och kalium är alla positiva joner som konkurrerar med varandra. I jordanalysen bör det finnas ungefär 1500 mg/l kalcium, 150-200 mg/l magnesium och det samma för kalium samt 1,2-1,3 mg/l bor. Mängden varierar beroende på vilka sorter som skall odlas eftersom upptagningsförmågan skiljer mellan sorterna. En del sorter kan ta upp växtnäringen redan efter 3-4 dagar medan andra tar en vecka på sig.

I Finland säljs kalciumbaserad PK-gödsel och många NPK-gödselmedel innehåller kalcium. Det vanligaste är att sprida kalciummagnesium innan sättnig. Granulatet bör placeras så nära knölen som möjligt gärna med hjälp av gödselplaceringsaggregat. Jan menar att kalla jordar ofta har större behov av kalciumgödsling jämfört med varma jordar. Vid förgroning av utsäde kan ibland groddarna bli svarta på ändarna vilket många tror beror på Rhizoctonia. Jan påstår att det är kalciumbrist som ger dessa symptom.

Försök gjorda i Finland visar att kalcium ger bättre kvalitet, främst inre kvalitet. Han menar även att kalcium i rätt förhållande till de andra näringsämnen ger hållbarare celler. Jan tror att för höga kvävegivor tillsammans med obalans mellan mikronäringsämnen är förklaringen till dålig skalfasthet. Han avslutar med att säga att det kan gå bra att gödsla med mycket kväve men i slutändan handlar det om att ha mikronäringsämnen i balans i sin potatisodling för att lyckas.

### 6.3 Intervju med matpotatisodlare i Närke respektive Västergötland

Lantbrukaren är verksam i västra Närke och har odlat matpotatis på mulljord sedan 1973. Endast två utav alla dessa år har han upplevt kvävebrist. På grund av jordarten kan mineraliseringen vara betydande vilket gör att kvävegivan till King Edward kan variera mellan 50 och 100 kg/ha. För att komma rätt i gödslingen görs bladanalyser under säsong. Hans målsättning för tid mellan blastdödning och skörd är minst tre veckor. Detta för att uppnå skalfast potatis. Eftersom blasten tenderar att bli mycket frodig och hög krävs det att blastdödningen sker kemiskt, menar lantbrukaren. Främsta strategin för att skapa bra skalfasthet är att se till att gödsla med tillräcklig mängd kalium på mulljordar samt att ha goda lagringsmög-

ligheter. Han förespråkar att lagra potatis löst i ett lager med lågluftsystem. Potatisen lagras i fyra meters höga stackar och 3,5°C luft tillförs underifrån. Systemet innebär att luft tillförs underifrån. Med hjälp av potatisens värme drivs luften uppåt och kyler hela stacken. Temperaturen på den luft som lämnar stacken och som ventileras ut uppgår till ca 4,5°C. För att få bättre skalfinish bör nedkylningen gå fortare under hösten och det kan vara en bra idé att offra lite av såråkningsperioden menar han. Att blanda potatis i lagret som har olika ingående temperaturer kan vara fördande för kvaliteten eftersom det då bildas kondenszoner.

Odlaren menar att om skalet flossar eller skadas hos rödskaliga sorter återbildas ett mörkar skal vilket visar sig som en mörk fläck. Gulskaliga sorter återbildar ett gult skal vilket gör dem mer tacksamma vid skalåterbildning. Den situation som har uppstått på senare år är att uppköparnas enormt höga krav på skalfinish har resulterat i att stora andelar av skörden sorterats bort på grund av skalmissfärgning. Odlaren uttrycker att det inte är klimatsmart att kassera över 50 % av leveranser på grund av missfärgningar i skalet och sedan ersätta behovet med import där fungicider använts mer frekvent för att förbättra skalkvalitén.

En annan lantbrukare verksam i Västergötland odlar potatis på mullhaltig morän med 10 % lerhalt. Hans strategi för att uppnå bra skalfasthet är att gödsla med så lite kväve som möjligt, ofta mindre än vad rådgivningen säger samt att påbörja skörden tidigast 3,5-4 veckor efter första blastdödningstillfället med Reglone. Lantbrukaren uttryckte missnöje med SMAK-systemets allvarliga bedömning av sönderkok, vilket drabbar mjöliga sorter som King Edward särskilt hårt. Lantbrukaren menar att rådgivare och odlare därför garderar sig med extra mycket kväve vilket går ut över skalhållfasthet och kvalitet.

#### 6.4 Intervju med matpotatisodlare som gödslar med kalcium

Lantbrukaren Nyström är verksam i Ångermanland och har gödslat sin matpotatis med kalcium under 20 års tid. Inspirationen har han fått från sin finska växtodlingsrådgivare. Odling bedrivs på moig och mjällig jord med ett pH-värde mellan 5,5 och 6,0. Han odlar 10 olika sorters matpotatis som han själv paketerar och säljer till butiker. Nytt utsäde inhandlas vartannat och ibland vart tredje år. Utsäde från södra Sverige inhandlas aldrig eftersom han vill undvika den ökade risken för rattelvirus och potatismopptoppvirus.

Målet är att producera hög skörd potatis med fint skal och bra smak. Under 15-20 års tid har han köpt kalciummagnesium från Finland. Numera köper han släckt kalk som är en restprodukt från pappersbruket i Husum eftersom den är billigare än kalciummagnesium. Han sprider knappt 3 ton släckt kalk/ha, ifjol



spred han 2,7 ton/ha, med en stallgödselspridare. För att gödsla optimalt utgår han från sin markkarteringskarta. Spridningen görs inte för att höja pH-värdet utan för att höja kalciumvärdet i jorden. Lantbrukaren är noga med att föra fram vikten av ett bra kalciumvärde och jämför med människans benstomme. Kalcium stärker cellväggarna vilket ger ett bättre skal som har större motståndskraft mot rötter. Han ger ett exempel och berättar att han och två grannar köpte utsäde av Ovatio från samma parti. Efter två år kunde grannarna inte längre använda utsäde från odlingen medan lantbrukaren som gödslat med 600 kg kalciummagnesium (12% Ca) kunde använda utsädet i fyra år. Förklaringen, enligt lantbrukaren, är just den förbättrade motståndskraft mot rötter vid kalciumgödsling.

För att få en skörd på ca 30-35 ton/ha gödslar han med ca 60 kg kväve som tillförs före sättning. Kaliumgödslingen sker i huvudsak före sättning men en del tillförs som bladgödsling. Vattenlösligt kalium blandas i sprutan med låg omrörning och tillförs strax före blomning. Enligt lantbrukaren tas 60 % av potatisplantans kaliumbehov upp vid blomningen. Målsättningen för tid mellan blastdödning och skörd är 10-14 dagar. Under ångermanländska förhållanden finns det inte tid att vänta så länge som tre veckor. Den sort som upplevs som svårast att få bra skal på är King Edward. Han berättar att sorten har en tendens att inte bli lika möjlig som den kan bli i södra Sverige. Hans strategi för att uppnå bra skalfasthet och en potatis som smakar bra är att gödsla varsamt med kväve och tillföra kalcium. Vid för kraftfull kvävegödsling försenas mognaden, mängden blir naturligtvis större men potatisen blir oftast vattnig. De sorter som han anser bildar bäst skal är Gala och Serafina. Generellt sett tror han att de som har problem med skalhållfasthet gödslar med för mycket kväve och med för lite kalcium.

## 7 Diskussion

Sett ur ett miljöperspektiv är det olyckligt att stora mängder fullt ätduglig matpotatis kasseras i Sverige på grund av dålig skalfinish. Den kasserade mängden ersätts med importerad potatis som behandlats mer frekvent med fungicider (Anonym, 2014). Då det rådande regelverket inte tillåter fungicidbehandlingar eller antigrovningsmedel i potatislager måste vi finna andra lösningar som skapar goda förutsättningar för bra skalbildning som kan stå emot uttorkning och patogener. För att minska bortfallet och öka lönsamheten bör odlarna ta till sig den kunskap som finns inom området. Att ta växtsaftsanalyser under säsongen är ett bra sätt att ta reda på vilka näringsämne som finns i för låga respektive för höga koncentrationer. Rådgivningen talar mycket om att en jämn tillväxt är positiv för skalfastheten och då gäller det att se till att potatisplantan inte lider brist av något näringsämne. Brist på ett mikronäringsämne t.ex. zink, bor eller mangan kan leda till stora problem med skalfasthet samtidigt som det lätt kan åtgärdas om kännedomen finns.

I litteraturstudien har jag undersökt olika odlingsåtgärder som kan påverka skalbildningen. Det som bör undersökas mer är gödning med kalcium som gett goda resultat i USA och Finland. I grannlandet Finland har kalciumgödning under lång tid rekommenderats för att få ett hållbart skal. För att undersöka om kalcium leder till bättre skalbildning under svenska förhållanden bör fältförsök genomföras. Den finska rådgivaren Jan Norrvik menar att kalcium i rätt förhållande till de andra näringsämnena ger hållbarare celler. Jan tror att för höga kvävegivor tillsammans med obalans bland mikronäringsämnen är förklaringen på dålig skalfasthet.

Åsa Rölin har ombetts att svara på kritiken från Jan Norrvik och har svarat att det är svårt att säga om växtsaftsanalyser används i större utsträckning i Finland jämfört med Sverige. I många odlingar i Sverige tar rådgivarna bladsaftsanalyser där enbart kvävehalten mäts för att komma så rätt som möjligt. Hon tycker även att det hade varit intressant att mäta kalciumhalten i knölen men det är inget som görs idag. Kalciummagnesium från Finland har använts och an-

vänds fortfarande i delar av Dalarna och Uppland samt norrut. Åsa försöker få till kalciumgödning med kalksalpeter och extra magnesium med kieserit. Den finska kalciumgödningen är svår att få tag på och dyrare.

Vid alltför höga kvävekoncentrationer och gynnsamma milda höstar ges ingen signal till potatisen att mogna av och gå in i skalmognadsprocessen. Att dålig skalfasthet beror på alltför hög kvävegödning är ingen nyhet men bör tas på allvar. En minskad skörd på ett par ton per hektar kan bli billigare än hela fält som kasseras på grund av dålig skalfasthet. Många odlare har uppfattningen att en grön frodig blast tyder på god skörd och lägger stor vikt vid synintrycket av fältet. För att lyckas med bra skalbildning kan det vara god ide att ändra attityden och acceptera mindre frodig blast. Enligt en odlare bedömer SMAK sönderkok hos King Edward allvarligt vilket leder till att rådgivare och odlare garderar sig med extra mycket kväve som går ut över skalhållfasthet och kvalitet. En annan viktig aspekt är att anpassa sortvalet efter lokal. Tyvärr är det många gånger konsumenten som bestämmer vilka sorter som lantbrukaren ska odla och då kan inte odlare anpassa sort efter sin vegetationsperiod.

Förutom orsaker som brist på mikronäringsämnen och alltför höga kvävegivor finns det praktiska orsaker som kan föranleda sämre skalfasthet. Gårdarna blir större och maskinerna klarar idag tuffare upptagningsförhållanden vilket sammantaget leder till att upptagning kan eller måste ske vid sämre tillfällen.

Förhoppningen med enkätundersökningen var att hitta samband och utreda vad som orsakar dålig skalfasthet. Men då potatisodling är mycket komplex är det svårt att jämföra gårdar eftersom deras förutsättningar skiljer sig enormt mycket. Då jordart, pH-värde och näringsstatus skiljer sig åt är gödningen svår att jämföra mellan gårdarna. Förutsättningarna är olika för jordbearbetningsstrategier, möjlig bevattningsintensitet och blastdödningsstrategier. Lagringsmetoderna skiljer sig åt och vilken metod som är bäst är inte tydligt utredd. Undersökningar inom området vore välkommet för att utreda det optimala lagringssättet.

Utmaningen för framtida forskning är att hitta molekylära markörer som påvisar de gener som styr utveckling av mognadsprocesser. På så vis kan nya sorter med förbättras lagringskvalitet utvecklas. Enligt Sabba & Bussan (2012) finns ett behov av ökad forskning inom området eftersom de processer som startar efter blastdödningsen inte är fullständigt utredda. Odlarnas utmaning är att följa upp sin odling bättre genom jord- respektive växtsaftanalyser vilket göra att näringsstatusen kan upprätthållas och brister upptäckas.

## Referenslista - litteratur

Fogelfors, H. (2001) *Växtproduktion i jordbruket*. Lettland. Författarna och Bokförlaget Natur & Kultur/LTs förlag 192-197.

Lulai, E.C., (2008). The Canon of Potato Science: 43. Skin-set and Wound-healing/Suberization. *Potato Research* 50:387-390.

Molteberg, E.L, K. Haug, R. Nybråten, T.A. Guren & B. Glorvigen. (2005) Vekstavlutning i potet – effekter på flassing og andre modningsparametere. *Grønn kunnskap* 9 (2): 444-450

Molteberg, E.L. & Knutsen, S.H. (2013). *Effects of growing conditions, Pre-sprouting and haulm desiccation on maturity of potatoes*. (Proceedings of the 2<sup>nd</sup> international symposium on agronomy and physiology of potato) Prag, Tjeckien.

Neubauer, J.D., Lulai, E.C., Thompson, A.L., Suttle, J.C., Bolton, M.D. & Campbell, L.G. (2013) Molecular and cytological aspects of native periderm maturation in potato tubers. *Journal of Plant Physiology*. 170(2013)413-423

Nilsson, I., Rölin, Å. & van Schie, A. (2012). *Odla Potatis – en handbok*. Falköping. Hushållningssällskapet Skara. 12, 80-83, 86-88

Palta, J.P. (2010). Improving Potato Tuber Quality and Production by Targeted Calcium Nutrition: the Discovery of Tuber Roots Leading to a New Concept in Potato Nutrition. *Potato Research*. (2010) 53:267-275

Sabba, R.P. & Bussan A.J. (2012). Comparison of Skin-set and Periderm Maturation in 'Red Norland' Potatoes Grown in Two Soil Types in Wisconsin. *Am. J. Pot Res* (2012) 89:508-511

## Hemsidor

Anonym. (2013) Lecture 14 Periderm.

[http://nickrentlab.siu.edu/PLB400/LecturesDLN/Lecture14\\_Periderm.html](http://nickrentlab.siu.edu/PLB400/LecturesDLN/Lecture14_Periderm.html)  
[2014-05-29]

Anonym. (2011) Vegetationsperiod.

[http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.4075!image/p77.png\\_gen/derivatives/fullSizeImage/p77.png](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.4075!image/p77.png_gen/derivatives/fullSizeImage/p77.png) [2014-05-29]

Nilehn, A. (2014). Kalcium – viktigt för potatiskvalitet.

<http://www.nilehnteknik.se/kalcium-potatiskvalitet/> [2014-06-02]

Rölin, Å. (2012). Ekopotatis nr 2 - augusti 2012. Om hygien efter skörd och skalfasthet. Hushållningssällskapet Skara.

<http://www.jordbruksverket.se/download/18.6302e0a13b40dd4ba68000735/1354277835221/Ekopotatis+2+2012.pdf> [2014-03-26]

## Icke publicerat material – Muntliga källor

Anonym, 2014, matpotatisodlare, Närke.

Bolin Lars, 2014, VD Svensk Potatis, Stockholm.

Norrvik Jan, 2014, potatisrådgivare och matpotatisodlare, Finland.

Nyström Ulf, 2014, matpotatisodlare, Ångermanland.

Olsson, Anders, 2014, Skånes potatisodlarförening, Skåne.

Rölin Åsa, 2014, potatisrådgivare Hushållningssällskapet i Skaraborg.