



Fältstudie om kalciums betydelse för potatisens skalkkvalitet och lagringsförmåga

Field study on the importance of calcium for potato peel quality and storage capacity

Maria Weigl

Examensarbete•30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för mark och miljö
Agronom mark/ växt
Serietitel, arbetets nummer i serien • 2022:01
Uppsala 2022



Fältstudie om kalciums betydelse för potatisens skalkvalitet och lagringsförmåga

Field study on the importance of calcium for potato peel quality and storage capacity

Maria Weigl

Handledare: Karin Hamnér, SLU, institutionen för mark och miljö
Bitr. handledare: Nina Pettersson, Lovang Lantbrukskonsult AB
Examinator: Sigrun Dahlin, SLU, institutionen för mark och miljö

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Avancerad (A2E)
Kurstitel: Självständigt arbete i markvetenskap
Kurskod: EX0881
Program/utbildning: Agronom - mark/växt
Kursansvarig inst.: Institutionen för mark och miljö

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2022
Omslagsbild: Maria Weigl
Serietitel: 2022:01
Nyckelord: potatiskvalitet, skalfinish, kalcium, odling, mangan, zink, potatis

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för mark och miljö

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Potatisknölen skalkkvalitet blir allt viktigare i dagens potatisodling. Konsumenten kräver framför allt potatisar som har ett jämt, slätt och fint skal. De knölar som har olika sorters skorv eller andra fläckar väljs bort. Dessutom får lantbrukaren bättre betalt ju bättre skalkkvalitet potatisarna uppvisar och även lagringsdugligheten påverkas positivt ju finare skalet är vid inlagringen. De senaste åren har kalcium (Ca) diskuterats mer och mer i samband med potatisens kvalitet, dock framför allt när det gäller knölen inre kvalitet, och forskningsunderlaget om och i vilken omfattning kalcium påverkar sjukdomar på skalet är bristfälligt. På grund av kalciums centrala roll i växtens membran och cellväggar borde kalcium även kunna påverka skalets kvalitet.

En hypotes är att mer kalcium i marken och därmed i skalet leder till en förbättrad skalkkvalitet, vilket testades i det här arbetet.

I den här fältstudien, som har genomförts på potatisgårdar i Småland och Östergötland, har det undersökts hur kalcium i marken och i skalet påverkar potatisens skalkkvalitet i nyskördade och lagrade potatissorter. Totalt ingick 22 fält i studien och på varje fält valdes 3 områden ut som uppvisade en variation i växttillgänglig halt av Ca så att en gradient över fältet uppnåddes. På varje område togs det prover à 2x15kg. Hälften har analyserats av SMAK okulärt direkt efter upptaget, andra hälften lagrades in för senare analys. Parametrarna som SMAK tittade på var skalmisfärgningar, lackskorv, pulverskorv, vanlig skorv, silverskorv och skalbristning i % angripna knölar. YARA har genomfört en analys av näringsämneshalten i skalet.

Utvärderingen visade att en högre halt av Ca i skalet ledde till att lagrade potatisar uppvisade mindre nivåer av skalmisfärgningar. Även nivån av silverskorv minskade efter lagringen då högre halter Ca fanns i skalet. Det fanns tvärtom en tendens till högre angrepp av lackskorv vid högre kalciumhalt i skalet. Det fanns inga samband mellan kalciumhalten i marken och de olika skalsjukdomarna. Då det dock rekommenderas att Ca-talet i fält bör ligga över 100 mg Ca/100 g jord för att undvika Ca relaterade kvalitetsfel testades detta i arbetet. Resultatet stämde inte överens med denna hypotes, däremot visade sig att nivån av skalmisfärgningar samt den sammanlagda angreppsnivån minskade då Ca-AL-tal ökade i avsnittet under 100 mg Ca/100 mg jord. Även andra näringsämnen i skalet visade sig påverka skalkkvalitet. Mangan och fosfor verkade öka skalmisfärgningar i nyskördade potatisar. En högre kvot av kalcium/magnesium respektive kalcium/ kalium verkade minska skalmisfärgningarna i lagrade potatisar. Dessutom tycks zink minska den sammanlagda angreppsnivån i lagrade potatisar.

För att minimera risken för en sämre skalkkvalitet behöver odlarna fokusera mer på Ca, speciellt när Ca-AL är under 100 mg Ca/100 g jord. Det bör även forskas mer kring den positiva påverkan av zink i lagrade potatisar. Dessutom behöver det fokuseras mer på mangan, som tillsätts regelbundet i dagens odlingar, och dess eventuella negativa påverkan på skalkkvaliteten.

Nyckelord: kalcium, mangan, odling, potatis, potatiskvalitet, skalfinish, zink

Abstract

Peel quality of the potato tuber is becoming increasingly important in potato cultivation. Consumers primarily demand potatoes that have an even, smooth, and fine peel. Tubers that have different types of scabs or other stains are rejected. In addition, farmers get paid more at higher peel quality. The storage capacity is also positively affected by a high peel quality prior to storage. In recent years, calcium (Ca) has been increasingly discussed in connection with tuber quality, but most often regarding the inner quality of the tubers. Research on how and to what extent Ca affects diseases on the peel is lacking. However, due to the central role of Ca in the plant's membranes and cell walls, Ca could potentially also affect the quality of the tuber peel.

One hypothesis is that higher concentration of Ca in the soil and thus in the peel leads to an improved tuber peel quality, something that was tested in this work.

In this field study, which was carried out on commercial farms in Småland and Östergötland counties in Sweden, the effect of the Ca concentration in the soil and in the peel on tuber peel quality of potatoes in freshly harvested and stored potatoes. A total of 22 fields were included in the study. In each field, three areas with varying concentrations of plant available Ca were selected to achieve a gradient across the field. In each area, samples of 2x15 kg of potato tubers were collected. Half of each sample was analysed ocularly immediately after harvesting, whereas the other half was stored for later analysis. The evaluated parameters were skin discolorations, black scurf, powdery scab, common scab, silver scurf and skin cracking and the results were presented as percentage of infected tubers. In addition, peel nutrient concentrations were determined.

The results showed that a higher Ca concentration in the peel led to lower levels of peel discoloration in stored potatoes. The level of silver scurf after storage also decreased at higher levels of Ca in the peel. The opposite effect was noticed for black scurf in stored potatoes as higher Ca concentrations correlated with higher levels of black scurf. There was no correlation between the Ca content in the soil and the different analysed peel diseases. Soil Ca concentration in the field should according to recommendations be above 100 mg Ca/100 g soil to avoid Ca related quality defects on the tuber, and this assumption was also tested. The result did not agree with this recommendation, however, it turned out that the level of skin discoloration as well as the total amount of all skin diseases decreased as Ca-AL increased in the section below 100. In this study, the concentrations of other nutrients in the peel were also shown to correlate with skin quality. Positive correlations were found between manganese and phosphorus concentrations and the skin discoloration in freshly harvested tubers. In addition, there was a negative correlation between skin discolorations and the calcium-to-magnesium ratio and the calcium-to-potassium ratio, respectively. Furthermore, there was also a negative correlation between peel zinc concentration and the total amount of all skin diseases in stored potatoes.

To minimize the risk of reduced potato peel quality, farmers need to focus more on Ca, especially when Ca-AL is below 100 mg Ca/100 g soil. The potential positive impact of zinc in stored potatoes should also be further investigated. In addition, there is a need to focus more on manganese, which is added regularly in today's potato production, and which might have a negative impact on the peel quality.

Keywords: calcium, cultivation, manganese, peel finish, potato, potato quality, zinc

Förord

Detta examensarbete motsvarar 30 högskolepoäng och har skrivits inom mark/växt agronomprogrammet vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala. Arbetet utfördes på förslag från Lovang Lantbrukskonsult AB vilka också har hjälpt till under arbetets gång med handledning och kontakter.

Det hade inte varit möjligt att genomföra arbetet i den omfattningen det gjordes utan den generösa sponsringen av företaget YARA AB. Företaget har genomfört analyser av näringsämnen i potatisskalet och har dessutom sponsrat den okulära bedömningen som har genomförts av ytterligare ett annat företag. Ett stort TACK till er!

Jag vill även tacka mina handledare Karin Hamnér, SLU, och Nina Pettersson som båda har bidragit med mycket kunskap och vägledning genom arbetet. Dessutom vill jag tacka min far som har hjälpt mig att ta potatisproverna ute i fält. Jag vill också tacka alla lantbrukare som lät mig ta proverna på sina fält och som fick ge mig den ena eller andra vägbeskrivning till rätt skifte. Dessutom vill jag tacka min kompis Elin som har hjälpt mig skala över 100kg potatis för hand.

Potatisarna som analyserades okulärt i december fick, förutom att ingå i mitt arbete, ett till syfte då de kunde doneras till välgörenhet.

Jag hoppas att detta arbete ger inspiration för att fortsätta forska kring kalcium och potatisskalkkvalitet då jag är övertygat om att det finns mycket mer som vi inte riktigt förstår än. Vi behöver också se till att vi kan producera potatis av hög kvalitet i Sverige och då är kanske kalcium ett ämne som kan hjälpa till på vägen.

Innehållsförteckning

| | |
|---|-----------|
| 1. Inledning | 13 |
| 2. Syfte och mål | 14 |
| 3. Bakgrund | 15 |
| 3.1. Odling av potatis | 15 |
| 3.1.1. Potatisens bakgrund | 15 |
| 3.1.2. Potatissorter i Sverige..... | 16 |
| 3.2. Kvalitetsaspekter i potatisodling | 17 |
| 3.2.1. Faktorer som påverkar kvaliteten | 18 |
| 3.2.2. Näringsämnen som påverkar skalkkvaliteten..... | 18 |
| 3.3. Kalcium i marken | 19 |
| 3.4. Kalciumupptag..... | 20 |
| 3.5. Kalciums funktioner i växten..... | 21 |
| 3.5.1. Allmänt..... | 21 |
| 3.5.2. Kalcium i antagoni och synergi med andra näringsämnen..... | 22 |
| 3.5.3. Kalcium och potatiskvalitet | 22 |
| 3.5.4. Kalcium och kalk i potatisodlingen..... | 23 |
| 3.6. Sjukdomar och övriga kvalitetsproblem relaterade till potatisens skal..... | 23 |
| 3.6.1. Skalmissfärgningar | 24 |
| 3.6.2. Skalbristning | 24 |
| 3.6.3. Lackskorv..... | 24 |
| 3.6.4. Vanlig skorv | 25 |
| 3.6.5. Pulverskorv | 25 |
| 3.6.6. Silverskorv | 26 |
| 4. Metod | 27 |
| 4.1. Statistisk analys..... | 29 |
| 5. Resultat | 30 |
| 5.1. Samband mellan markfaktorer och näringsämnen i skalet | 30 |
| 5.1.1. Näringsinnehållet i skalet för de två potatissorterna..... | 31 |
| 5.2. Effekt av lagringen, sort- och område på skalkkvaliteten..... | 33 |
| 5.3. Kalcium i skalet och skalkkvalitet | 35 |
| 5.3.1. Silverskorv och kalcium i skalet..... | 36 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.4. | Kalcium i marken och skalkkvalitet | 36 |
| 5.4.1. | Silverskorv och kalcium i marken | 38 |
| 5.5. | Andra näringsämnen som inverkar på skalkkvalitet..... | 38 |
| 5.5.1. | Silverskorv och andra näringsämnen i skalet och i marken | 40 |
| 6. | Diskussion..... | 41 |
| 7. | Populärvetenskaplig sammanfattning | 46 |

Tabellförteckning

| | |
|--|----|
| Tabell 1 Sammanfattning av vilka fält som ingick i fältstudien, vilken sort som odlas på respektive fält, i vilken kommun fälten ligger, vilket år markkarteringen är utförd samt när provtagningen skedde. Detaljerad information om varje fält finns under bilaga 1..... | 28 |
| Tabell 2 Samband mellan olika näringsämnen i skalet och skalkvaliteten i nyskördade potatisar till vänster och lagrade potatisar till höger. + eller - efter R^2 värdet indikerar positiva respektive negativa samband..... | 39 |
| Tabell 3 Trenderna mellan olika näringsämnen i skalet och skalkvalitet i nyskördade och lagrade potatisar. + eller - indikerar positiva respektive negativa samband. | 39 |

Figurförteckning

| | |
|---|-------------------------------------|
| Figur 1 Sambandet mellan Ca% och Ca-AL | Error! Bookmark not defined. |
| Figur 2 Samband mellan Ca% och pH i marken. | 31 |
| Figur 3 Medelvärden för makronäringsämnen i skalet i sorterna Gala och Belana. * markerar en statistisk skillnad. näringsämnen som är markerad med * är statistisk signifikanta på minst 0,05 signifikants nivå, ** motsvarar minst 0,01 signifikants nivå och *** 0,0001 signifikants nivå. "Ns." visar att inga statistiska skillnader har hittats..... | 32 |
| Figur 4 Medelvärden för mikronäringsämnen i skalet i sorterna Gala och Belana. Näringsämnen som är markerad med * är statistisk signifikanta på minst 0,05 signifikants nivå, ** motsvarar minst 0,01 signifikants nivå och *** 0,0001 signifikants nivå. "Ns." visar att inga statistiska skillnader har hittats. | 32 |
| Figur 5 Angreppsgraden för olika skalsjukdomar samt den sammanlagda summan av dessa. *** markerar en statistisk skillnad på 0,0001 signifikansnivå och "ns." visar att inga statistiska skillnader hittades. Σ = de sammanlagda kvalitetsparametrarna. | 33 |
| Figur 6 Angreppsgrad av olika skalsjukdomar i Belana och Gala i nyskördade potatisar. Σ = de sammanlagda kvalitetsparametrarna. | 34 |
| Figur 7 Angreppsgrad av olika skalsjukdomar i Belana och Gala i lagrade potatisar. Σ = de sammanlagda kvalitetsparametrarna..... | 34 |
| Figur 8 Sambandet mellan kalciumhalt i skalet och skalmissfärgningar i lagrade potatisar. | 35 |
| Figur 9 Sambandet mellan kalciumhalt i skalet och lackskorv i lagrade potatisar. | 35 |
| Figur 10 Kalciumhalt i skalet i tre grupper av lagrade potatisar med olika angreppsgrad av silverskorv. | 36 |
| Figur 11 Samband mellan skalmissfärgningar i lagrade potatisar och Ca-AL-tal från markkarteringen. | 36 |
| Figur 12 Samband mellan de sammanlagda kvalitetsparametrarna i lagrade potatisar och Ca-AL-tal från markkarteringen. | 37 |
| Figur 13 Samband mellan Ca-talet i marken och förekomst av skalmissfärgningar i nyskördade potatisar. Halterna i marken var under 100 mg Ca/100 g jord. | 38 |

Figur 14 Kalciumhalt i marken verkar minska de sammanlagda kvalitetsparametrarna i nyskördade potatisar. Halterna i marken var under 100 mg Ca/100 g jord.....38

Förkortningar

| | |
|------|----------------------------|
| AL | Ammonium lactat |
| B | Bor |
| Ca | Kalcium |
| CEC | Katjonbyteskapacitet |
| Cu | Koppar |
| Fe | Järn |
| K | Kalium |
| Mg | Magnesium |
| Mn | Mangan |
| Mo | Molybden |
| N | Kväve |
| P | Fosfor |
| SMAK | Svensk Matpotatis Kontroll |
| S | Svavel |
| Ts | Torrsubstans |
| Zn | Zink |

1. Inledning

Matpotatisens utseende med ett jämnt och fint skal blir allt viktigare i svensk potatisodling. Stora krav på utseendet ställs framför allt från konsumenten men också från matgrossister. Potatisarna ska ha ett slätt och fint skal när konsumenten köper potatis i lösvikt eller färdigpackad. Knölarna som uppvisar skal med olika sorters skorv eller andra fläckar väljs bort och behöver ofta slängas trots att dessa potatisar är ätbara. Ju högre kvalitet potatisen uppvisar desto bättre får också lantbrukaren betalt, därför är en förbättrad skalfinish många gånger önskvärt ur en ekonomisk synvinkel. En bättre skalkvalitet vid upptaget leder också till att potatisarna kan lagras länge utan stora förluster.

Den svenska marknaden för potatis behöver också bli mer konkurrenskraftig gentemot utländska produkter och andelen importerade produkter behöver minska av flera anledningar. I länder från vilka potatisar importeras tillåts kemiska bekämpningsmedel för att optimera skalkvalitet vilka ofta inte är tillåtna i Sverige. Dessutom är det av försvarspolitiska skäl önskvärt att öka självförsörjningsgraden i Sverige vilket också har lagts fast i livsmedelsstrategin av riksdagen 2018.

Inom växtnäringsområdet ligger fokus i potatisodlingen framför allt på kväve- och kaliumgödsling då potatis kräver stora mängder av dessa makronäringsämnen och som har stor påverkan på potatisens kvalitet och skördenivå. Ett näringsämne som det däremot inte läggs så stort fokus på är kalcium. De senaste åren har kalcium dock diskuterats mer och mer i samband med potatisens kvalitet. Dock är det framför allt kvalitet som avser potatisens inre såsom rostfläckighet, ihållighet, kokegenskaper och stötblått som brukar diskuteras när det gäller kalcium. Underlaget om och i vilken omfattning detta näringsämne påverkar sjukdomar på själva skalet eller skalkvalitet så som skalmissfärgningar, skalbristningar, vanlig skorv, lackskorv, pulverskorv och silverskorv är bristfällig. På grund av kalciums centrala roll i växtens membraner och cellväggar borde kalcium även kunna påverka skalets kvalitet.

2. Syfte och mål

Syfte med detta arbete är att undersöka om och i vilken omfattning halten tillgängligt kalcium (Ca-AL eller mg Ca/100 g jord) i marken respektive kalciumhalten i skalet påverkar skalkkvalitet i potatissorterna Belana och Gala. Frågeställningar som har behandlats i arbetet är:

- Hur påverkar Ca-AL-talet i marken respektive kalciumhalten i skalet skalkkvalitet i nyskördad respektive lagrad potatis?
- Hur påverkar Ca-AL-talet respektive kalciumhalten i skalet skalkkvalitet i olika potatissorter?
- Vilka andra näringsämnen i skalet respektive AL-värden inverkar på skalkkvalitet?

Hypotesen var att högre Ca-AL tal i marken och kalciumhalt i skalet minskar omfattningen av olika skalsjukdomar.

Dessutom kommer arbetet att ge en bakgrund till potatis, odling, skalkkvalitet och kalcium i form av en litteraturstudie.

Målet med arbetet är att rådgivare och lantbrukare ska kunna få ett bättre underlag för hur fältets Ca-AL-tal från markkarteringen påverkar skalkkvalitet i matpotatis och därmed kunna ge anpassade rekommendationer för kalciumtillförsel vid olika kalciumtal. Ökad kunskap inom detta ämnesområde kan leda till en bättre anpassad gödslings och därmed utjämnade kvalitetsskillnader och uppnå en bättre kvalitet totalt sett, vilket i slutändan kan medföra en bättre odlingsekonomi för lantbrukaren.

3. Bakgrund

3.1. Odling av potatis

Potatis är en av världens mest populära och nyttiga råvaror och efter ris, vete och majs är denna knöl världens fjärde största matgröda. I Sverige äter varje person i snitt 85 kg potatis per år (Keskitalo 2008).

3.1.1. Potatisens bakgrund

Matpotatis utgör en stor andel av potatisodlingen i Sverige. Hit räknas primörpotatis, färskpotatis samt höst- och vinterpotatis som direkt konsumeras (Wahlstedt 2019). I Sverige kan matpotatis odlas från norr till söder. I Norrbotten finns 2,5 % av landets potatisareal, dock är huvudandelen, 80%, av arealen belägen i Skåne, Västra Götaland, Halland och Östergötland (Från Sverige 2015). Sammanlagt odlas det matpotatis på cirka 16 000 hektar år 2019 (Wahlstedt 2019) vilket motsvarar 0,6% av den totala åkerarealen (Olsson 2019). Hektarskörden av matpotatis inklusive färskpotatis under femårsperioden 2015 till 2019 var i genomsnitt cirka 30 000 kg/ha. Totalskörden i Sverige under samma femårsperiod uppgick till nästan 521 000 ton/år. Förutom matpotatis odlas också stärkelsepotatis vars areal år 2019 uppgick till cirka 7400 hektar inklusive utsädesodlingar av stärkelsepotatisar. Sammanlagt skördades 309 500 ton stärkelsepotatis år 2019 (Wahlstedt 2019).

Sveriges självförsörjningsgrad för potatis ligger på cirka 70% (LRF 2020). Detta innebär att det behöver importeras 40 000 - 60 000 ton potatisråvara per år, beroende på den inhemska produktionen det enskilda året (Törnquist 2015).

3.1.2. Potatissorter i Sverige

I Sverige odlas det hundratals olika potatissorter. Sorterna kan bland annat delas in beroende på skördetidpunkt, utseende, fasthet eller smak. När de delas in efter skördetidpunkt så skiljer man mellan primörpotatis, färskpotatis, sommarpotatis och vinterpotatis. Primörpotatis förgros och odlas under väv- eller plasttäckning. Dessa potatisar skördas med omoget skal och när blasten fortfarande är grön. Även färskpotatisar skördas före mognad och säljs direkt efter upptag. Sommarpotatis skördas skalmogen och säljs direkt efter skörd. Vinterpotatisar är lämpliga för lagring innan de säljs och uppvisar ett fast skal (Svensk Potatis 2019b).

2020 odlades följande sorter av potatisodlarnas medlemmar. Siffrorna baseras på cirka 7000 hektar eller ungefär hälften av Sveriges matpotatisareal. De vanligaste sorterna som skördas som sommarpotatis innan augusti månad är Solist 61%, Swift 10,5%, Rocket 4,7%, **Gala 4,2%**, Pentland Javelin 1,9% med flera Vinterpotatisarna skördade efter den sista augusti domineras av King Edward 13,2%, **Belana 9,5%**, Melody 7,4%, **Gala 6,6%**, Fakse 5,6%, Queen Anne 5,5%, Solist 5,2%, Fontane 3,1% med flera (Pettersson 2020a).

Fokus i arbetet ligger på de två sorterna Belana och Gala på grund av deras stora andel odlad areal i Sverige och på grund av deras lagringsegenskaper. Gala nämns två gånger i listan ovan då sorten kan användas som både sommar- och vinterpotatis (Norika 2006).

Belana

Belana är en fast matpotatis och godkändes för odling år 2000. Knölens form är oval och köttet samt skalet är gult. Denna sort har en väldig lång groningsvila vilket gör att den kan lagras fram till maj/juni året efter skörden (Europlant 2020). Belana är efterträdaren efter sorten Linda (Bundessortenamt 2019). Den är motståndskraftig mot skorv, inre rostfläckar, stötblått och mekaniska skador. Belana är resistent mot cystnematoderna Ro1 och Ro4 (Europlant 2020).

Gala

Gala är en fast matpotatis som har funnits på marknaden sedan 2002 (Bundessortenamt 2019). Sorten är den tidigaste höstpotatissorten och ger en bra skörd. Den är inte benägen för stötblått (Norika 2006). Dessutom har sorten en bra resistens mot skrov och en hög motståndskraft mot filtsjuka, potatis Y-virus och stjälbakterios. Däremot uppvisar Gala en viss känslighet för bladmögel (Rölin & Holstmark 2017). Den är resistent mot cystnematoderna Ro1 och RO4 samt D1. Gala anses ha en bra lagringshållbarhet och en lång groningsvila (Myllymäen 2018).

3.2. Kvalitetsaspekter i potatisodling

Med potatisens kvalitet menas bara kvaliteten av knölen och inte av själva plantan eller grönmassan. En god potatiskvalitet innebär att potatisens smak ska vara bra, den ska ha goda kokegenskaper och den ska vara fri från skador och sjukdomar, yttre såväl som inre (Rölin & Holstmark 2017). SMAK, en kontrollorganisation av Svensk Potatis, gör kvalitetsanalyser av potatisar och kan SMAK-märka matpotatisar som uppfyller Jordbruksverkets, Livsmedelsverkets men även potatisbranchens egna kvalitetsnormer (Svensk Potatis 2018b).

Enligt denna organisation ska klass 1 potatisar vara hela, friska och sorttypiska. Dessutom bedöms också knölens utseende och klass 1 potatisar ska bland annat bara ha mindre fel i form och färg samt goda kokegenskaper (Svensk Potatis 2018a).

Potatisens kvalitet är viktig ur flera synpunkter. Enligt en tidningsartikel från Gianuzzi (2020) kommer odlingen av speciellt stärkelsepotatis ligga i topp som den mest lönsamma grödan att odla år 2021. Mat- och industripotatis däremot skulle kunna generera ett ännu högre netto än stärkelsepotatis. Dock är risken i dessa odlingar mycket större jämfört med stärkelseodlingen då kvaliteten har en väsentlig betydelse för ekonomin. Det finns stora prisvariationer beroende på kvaliteten i matpotatis, i vissa fall tjänar en potatisodlare ingenting alls. Detta på grund av att lantbrukaren behöver lägga ned 60 000 till 70 000 kr/ha på odlingen innan den genererar någon vinst. Därför behöver risken för dålig skalkvalitet hos matpotatisar, vilken också leder till en sämre betalning, minimeras (Gianuzzi 2020). Det är framförallt privatpersoner som gärna vill köpa potatisar med en fin skalfinish utan skalmissfärgningar eller olika typer av skorv. Ju bättre skalkvalitet potatisarna uppvisar desto bättre får lantbrukaren betalt. Prisskillnaden mellan den bättre betalda klass 1 och den sämre betalda klass 2 kvaliteten kan vara upp till 40 000kr/ha. Även lagringsförlusterna kan ge stora ekonomiska förluster. Det försvinner motsvarande 1000 kronor/hektar för varje procentenhet i förlust under lagringen (YARA 2017a). Vid dålig skalkvalitet innan lagringen påverkas lagringsdugligheten negativt (Lindroos 2018).

3.2.1. Faktorer som påverkar kvaliteten

Det är många parametrar som påverkar knölens kvalitet. Lagring (Persson & Olsson 2017), tidpunkt för kupning (Lillgäls 2014), hantering vid upptaget, jordart och markstruktur, andel stenar i fältet, växtföljd, utsäde, gödsling, bevattning, växtskydd, skördetidpunkt, blastdöningstidpunkt (Petter 2012), temperatur och nederbörd (Levy 1986) är exempel på faktorer som påverkar knölens kvalitet och skalkkvalitet. Dessutom finns det skillnader i sorter då vissa sorter är mer benägna att få olika skalsjukdomar än andra (Pettersson 2020b).

3.2.2. Näringsämnen som påverkar skalkkvaliteten

Som redan nämnts påverkar gödsling och de flesta näringsämnen i olika grad potatisens kvalitet. Kväve (N) är det mest begränsande näringsämnet och har ingen större påverkan på skalkkvaliteten utan påverkar mest skördenivån, kokegenskaperna och ett flertal sjukdomar som angriper bladverket. För höga kvävegivor ökar risken för bladmögel. Vid optimal kvävetillförsel minskar risken för torrfläcksjuka och vissnesjuka (Råberg & Ekelöf 2011). Höga halter av kväve minskar den specifika vikten samtidigt som risken för blötkokning ökar (Mathiesen 1993). Den specifika vikten är en beskrivning av knölens densitet och är kopplad till potatisväxtens mognad (Rasmusson & Enochsson 2012) och stärkelsehalten (Paffrath 2005).

Det finns få studier som har undersökt sambandet mellan fosfor och potatisens kvalitet. Det är framför allt plantans tillväxt som avtar om för lite P finns tillgänglig och knölens specifika vikt påverkas negativt. Fosforbrist kan också öka risken för angrepp av vanlig skorv (Rosen et al. 2014).

Kalium (K) är det näringsämne som ligger i fokus gällande kvalitetsegenskaper och som tas upp i störst omfattning av plantan. Ämnet påverkar en rad kvalitetsaspekter och högre halter av K har visat sig vara fördelaktig mot mörkfärgning, stötkänslighet och ihållighet. Däremot ökar en hög nivå av K benägenheten för blötkokning. För att få en god frosttolerans i plantan (Perrenoud 1990), för att upprätthålla rätt stärkelsehalt och för att öka växtens motståndskraft mot sjukdomar (Marschner 1995) behövs det en bra K försörjning. Liksom för kväve så har däremot inte heller kalium någon större påverkan på skalkkvaliteten (Allison et al. 2001).

Svavelgödsling motverkar skorv och groddbränna. Vanlig skorv orsakas av att lenticellerna angrips av en bakterie. Det är inte bara den surgörande effekten av svavel (S) som gör att angreppen av skorv blir mindre utan också en fytotoxisk

effekt på svampen när vätesulfid bildas (Petitte & Ormrod 1988). Dessutom minskar svavel pulverskorv på knölens yta (YARA 2017b).

En hög kalciumhalt i knölen motverkar många kvalitetsproblem, till exempel rostfläckighet, stötblått och ihålighet. Dessutom minskar risken för sjukdomar och röta under lagringen om kalcium (Ca) finns i tillräckliga mängder i knölen (Palta 2010). Mer information om Ca finns i kapitlet nedan.

Brist på magnesium (Mg) i plantan yttrar sig genom en ökad stötkänslighet och missfärgningar av knölarna. Hög magnesiumhalt i skalet minskar också knölarnas mottaglighet för lagringssjukdomarna phoma- och fusariumröta. För mycket magnesium ökar däremot risken för rostfläckighet (Råberg & Ekelöf 2011) vilket troligen beror främst på att kalciumupptaget hämmas vid höga magnesiumhalter i marken (Tzeng et al. 1986).

Mikronäringsämnen som bor (B), zink (Zn), mangan (Mn) och klor (Cl) påverkar också skörden och knölens kvalitet. Högre halter av B kan, då det förbättrar kalciumupptaget, minska angrepp av vanlig skorv (YARA 2017b). Även kokegenskaper förbättras och rostfläckighet minskas av tillräckliga mängder B i marken (Råberg & Ekelöf 2011). Tillräckliga mängder Zn sägs kunna minska nivån av pulverskorv (YARA 2017b) och Mn kan hämma tillväxten av vanlig skorv. Klor kan, då det finns tillräcklig av ämnet i växten, minska risken för stötblått (Loon & Berg 2003), ihålighet och mörkfärgningar (Guo Hua et al. 2000).

3.3. Kalcium i marken

I marken föreligger Ca framför allt bundet till mineraler, lerpartiklar och organiskt material men även löst i markvätskan. Det huvudsakliga förrådet av Ca i marken består av Ca associerat med olika mineraler, främst fältspat, hornblände, augit och i kalkhaltiga jordar kalcit (Eriksson et al. 2017). Bindningar mellan Ca och lerpartiklar respektive organiskt material är centrala för markens stabilitet och struktur och motverkar bland annat erosion (Bodenfachzentrum 2020; Grant et al. 1992). Trots att marken kan innehålla relativt höga koncentrationer av Ca är bara en mindre mängd löst i markvätskan vilket beror på Ca höga bindningsbenägenhet till markens kolloider (Råberg & Ekelöf 2011). I marklösningen och i den utbytbara fraktionen i marken dominerar vanligtvis Ca^{2+} . Utbytbart Ca^{2+} utgör mellan 50–90% av de utbytbara baskatjonerna i odlade jordar. I åkermarken behöver nivån av utbytbart Ca^{2+} hållas relativt högt på grund av kalciumjonens stora betydelse för markens fysikaliska och kemiska egenskaper (Eriksson et al. 2017).

Kalciumhalten i åkermark är starkt beroende av jordarten och CEC (katjonbyteskapaciteten) (Eriksson et al. 2017) och näringsämnets koncentration påverkas mycket av markens pH-värde (Mattson 2008). Markens pH-värde påverkar i sin tur den effektiva CEC där jordar med lågt pH har lägre effektiv CEC (Su 2016). Katjonbyteskapaciteten påverkas också av organiskt material och lerhalt, där lägre halter innebär lägre CEC (Stendahl 2020). Ett optimalt pH-värde där kalciumjonerna är som mest tillgängliga för plantan är 5,5–6,7. Dock rekommenderas pH-värden över 6 då lösligheten i marklösningen kraftigt ökar. Det samma gäller för upptaget av näringsämnen (Tyler & Olsson 2001).

3.4. Kalciumupptag

Kalcium är tämligen svårörligt i marken vilket leder till att rötterna behöver växa konstant för att kunna ta upp tillräckliga mängder av detta näringsämne (YARA 2017a). Kalciumupptaget, eller leverans av Ca till växtens xylem är begränsat till den yttersta delen av rotspetsen som sitter på knölen och stolonen eller till regioner där laterala rötter utgår ifrån knölen. I dessa regioner är det Kaspiska bandet mellan endodermalcellerna avbrutet. Bandet begränsar apoplastiska rörelser av lösta ämnen såsom Ca^{2+} (White & Broadley 2003). Det Ca^{2+} som har transporterats ut i plantan via xylemet blir mer eller mindre orörligt vilket gör att bristsymptom syns först på yngre vävnad där celldelningen sker som snabbast (Palta 2010). Näringsämnet behöver alltså därför tillföras så nära knölen som möjligt (Kratzke & Palta 1985).

Rotmiljön är avgörande för kalciumupptaget (YARA 2017a). Upptaget påverkas av jordart, markpackning men även temperatur (Simmons et al. 1988). En låg temperatur påverkar rottillväxten negativt och därmed också upptaget av Ca. Dessutom är torkstress och dålig syresättning ogynnsam för kalciumupptaget (Scaife & Clarkson 1978).

3.5. Kalciums funktioner i växten

3.5.1. Allmänt

Kalcium är viktigt för cellväggarnas styrka, celledning, cellmembranens funktion och för aktivering av ett antal enzymer (Eriksson et al. 2017). Näringsämnet spelar en viktig roll för grödans tillväxt och utveckling och upprätthåller cellmembranens struktur och funktion vilken är avgörande för växtcellens överlevnad (Palta 2010). Kalcium binder till fosfolipider i membranen vilket stabiliserar det lipida dubbelskiktet och därmed får växtens membran struktur och stabilitet (Hepler 2005). Då kalciumhalten i cellmembranen minskar blir dessa genomsläppliga vilket resulterar i förluster av cellsalter och organiska beståndsdelar (Palta 2010).

Kalcium ingår också i cellväggarna där ämnet säkerställer bindningarna mellan pektin-molekylerna vilka behövs för cellväggarnas stabilitet (Palta 2010). På grund av komplexiteten hos kolhydrater och proteiner i cellväggarna är det troligt att det inte bara är Ca/pektin-komplexet som är viktigt för cellväggarnas struktur utan även interaktioner och komplex mellan Ca och andra molekyler (Hepler 2005).

Förutom kalciums funktion i cellmembran och cellväggar fungerar ämnet också som signalmolekyl som förmedlar växtens respons på yttre stressfaktorer (Palta 2010). Kalciumjonen är en allmänt förekommande intracellulär budbärare ("second messenger") som är involverad i en rad signalvägar och även fungerar som ett växthormon (Lecourieux et al. 2006). Förändringar i cytosolens kalciumhalter kan hjälpa en växt att reagera på abiotisk och biotisk stress (Palta 2010). Variation i kalciumkoncentration cytosolen kopplar ihop ett stort antal signaler samt responsen till dessa (Lecourieux et al. 2006). Kalcium agerar också som kofaktor vid hydrolysen av fosfolipider och ATP samt har funktioner i den metabola regleringen (Råberg & Ekelöf 2011).

Vanligtvis är Ca inte den skördebegränsande faktorn i fält men det kan finnas flera defekter som kan associeras med låga halter av ämnet (Hepler 2005). Kalciumbrist leder till döda skottspetsar och hämmad rottillväxt till följd av en stoppad celledning. Andra bristsymptom är deformerade blad, vilka orsakas av störningar i celledningen (Fogelfors 2015), bladnekroser och sprickbildningar i fruktkroppen samt försämrad lagringsförmåga (Hepler 2005). Brist av Ca kan också leda till ett hämmat upptag av andra näringsämnen som till exempel Mg (Mattson 2008).

3.5.2. Kalcium i antagoni och synergi med andra näringsämnen

Alla näringsämnen samverkar med varandra på olika sätt. I följande stycke beskrivs hur olika näringsämnen växelverkar med kalcium.

För att få en balans i plantan behöver K/Mg kvoten och K/Ca kvoten optimeras. Upptaget av Ca och Mg reduceras då höga halter K finns tillgänglig för plantan. Samtidigt ökar höga halter av Ca i marken risken för magnesiumbrist. Orsaken till detta är att jonerna till dessa två näringsämnen båda har två plusladdningar vilket gör att de konkurrerar om upptaget från marklösningen. Yttre missfärgningar ökar vid en Ca/Mg-kvot mellan 10 och 20. För att minimera risken för dålig skalkvalitet bör kvoten vara helst under 10 eller över 20 (Mattson 2008). Anledningen till att kvoten mellan 10 och 20 är ogynnsam är inte känt.

Lägre halter av kalcium och magnesium i bladskaftet har kunnat påvisas vid hög kvävegödsling. Även val av kväve-gödselmedel påverkar upptaget av näringsämnet kalcium. Då det gödslas med nitrat ökar kalciumupptaget och när det gödslas med ammoniumgödselmedel så minskar upptaget av kalcium (Råberg & Ekelöf 2011). Ett överskott av bor i marken kan påverka kalciumupptaget negativt (Abdulnour et al. 2000). Samtidigt säger andra källor att bor förbättrar effektiviteten av kalcium i växten då ämnet hjälper till att stabilisera Ca i cellväggarna. Bor behöver finnas tillgänglig för växten för att maximera fördelarna med tillfört Ca (YARA 2017b).

3.5.3. Kalcium och potatiskvalitet

Kalciumhalten i potatisknölar är cirka 0,05% av torrsubstansen (ts) (Mattson 2008). Halten i skalet ska vara över 0,15% för att minska risken för kalciumrelaterade kvalitetsfel (YARA 2018). Behovet av lättillgänglig och upptagbar Ca är störst under knöltillväxten (YARA 2017a). Kalcium påverkar inte avkastningen nämnvärt men kan ha en positiv påverkan på knölstorleken samtidigt som antalet knölar minskar (Ozgen & Palta 2005). Det finns också ett samband mellan knölens placering på plantan och kalciumhalten i knölen. Ju närmare sättpotatisen en knöl växter desto högre blir kalciumhalten i knölen (Cother & Cullis 1992).

Som nämnts tidigare behövs Ca för att bygga upp och stärka plantans cellväggar och membran. Vid tillräckliga mängder Ca i knölen ökar lagringsförmågan (Palta 2010) och risken för lagringsröta och andra sjukdomar som förvärras under lagringen minskar (Lindroos 2018). Även kokkvaliteten blir bättre med en ökad kalciumgödsling. Det är framförallt mörkfärgning efter kokningen som minskar vid ökad kalciumhalt (LeRiche et al. 2009) men också sönderkokningen minskar (Lindroos 2018).

Höga halter av Ca i knölen minskar risken för stötblått och sprickor (YARA 2018) men också mekaniska skador (Lindroos 2018). Då stötblått minskar, minskar också de sekundära skadegörare och patogener som skulle kunna angripa redan skadade knölar (Råberg & Ekelöf 2011). Även inre rostfläckighet och ihåligheter minskar vid en ökad kalciumhalt i knölen (Palta 1996; Tzeng et al. 1986). Angreppen av inre rostfläckighet ökar även med höga temperaturer under knölmognaden (Olsen et al. 1996). Det finns bara ett fåtal studier som har undersökt effekten av Ca på skalkkvaliteten. Rost som bara sitter på skalet och skalmissfärgningar sägs minska med ökad kalciumhalt. (Ginzberg et al. 2012). Vanlig skorv däremot sägs öka med ökade halter Ca i marken (Mattson 2008).

3.5.4. Kalcium och kalk i potatisodlingen

Potatis behöver Ca i en löslig och upptagbar form. En ibland förekommande missuppfattning är att kalkprodukter och kalkning innehåller tillräckliga mängder Ca för att förse grödan. Många kalkprodukter är baserade på kalciumkarbonat vilket innebär att Ca inte är tillgänglig för potatisgrödan under tillväxten då dessa produkter inte är vattenlösliga. Det tar några år innan Ca som tillförs via kalken är växttillgänglig. Kalciumgödselmedel baserat på nitrat istället för karbonat däremot är lösligt och kan tillgodose potatisväxten med tillräckliga mängder Ca (Decamp 2021). Kalk används främst för att höja pH-värdet i marken, för att motverka markens försurning eller för att strukturkalka och därmed ge marken en bättre markstruktur (Kvarmo et al. 2019).

3.6. Sjukdomar och övriga kvalitetsproblem relaterade till potatisens skal

Följande skalsjukdomar och andra kvalitetsproblem på potatisskal analyseras av SMAK: skalmissfärgningar (missfärgningar på skalet med okänt ursprung), skalbristning, vanlig skorv, lackskorv, pulverskorv och silverskorv.

3.6.1. Skalmissfärgningar

Skalmissfärgningar kan ha många olika orsaker och kan uppstå genom till exempel kemisk ogräsbekämpning. Låg nederbörd kan leda till att preparatet inte bryts ner i tid och rester i marken missfärgar skalet. Vid skalmissfärgningar är skalet eller de närmast underliggande vävnaderna missfärgade och skalet blir ofta mörkt och på något sätt avvikande mot frisk vävnad (Brate & Kroeker 1981). Som skalmissfärgningar räknas också uppsvällda lenticeller vilka är porer på potatisens yta som kan bli uppsvällda när jorden har varit vattenmättad under en längre tid (Nilsson et al. 2016). Enligt SMAK uppträder kvalitetsproblem som skalmissfärgningar regelbundet i de potatisar som företaget granskar och skadorna är ganska vanliga.

3.6.2. Skalbristning

Skalbristning sker på knölens yta där skalet spricker upp under knölens utveckling. Symptomen kan variera kraftigt, från ett nätformigt skal till djupa sprickor (Ephytia 2018). Skalbristning utvecklas vid skiftande odlingsförhållanden där huvudorsaken är ojämn vattentillgång under knölens utvidgningsfas. Skalbristning kan också orsakas av för stora kvävegivor, dålig markstruktur och borbrist. Liknande symptom kan orsakas av vanlig skorv och lackskorv (Ephytia 2018) och även svampen *Rhizoctonia* kan orsaka sprickor (Nilsson et al. 2012).

3.6.3. Lackskorv

Svampen *Rhizoctonia solani* orsakar lackskorv på knölen men också groddbränna och filtsjuka på stälkbasen (Andersson 2001). Typiska symptom är svarta, oregelbundna sklerotier av olika storlekar på knölen vilka utvecklas under senare delen av växtsäsongen (Tsrör 2010). *Rhizoctonia solani* kan både vara en jordburen och en utsädesburen patogen. Svampen minskar i marken om ingen ”värd” odlas.

Friskt utsäde brukar vara den vanligaste rekommendationen för att förebygga lackskorv (El Bakali & Martín 2006). Potatis ska dessutom inte odlas oftare än vart 4 till 5 år och det rekommenderas att använda sig av sorter med snabb uppkomst (Andersson et al. 2013). Höga halter kväve och fosfor i marken höjer risken för lackskorv medan låga halter av kalium, natrium och kalcium ökar sjukdomssymptomen (Tsrör 2010). Lackskorv brukar inte ge större problem i matpotatis då den kan poleras bort (Almerus 2021).

3.6.4. Vanlig skorv

Vanlig skorv orsakas av en jordburen bakterie från släktet *Streptomyces* som kan hittas i de flesta jordar (Robinson 2017) och som även kan överföras via utsäde (Dees & Wanner 2012). Släktet *Streptomyces* har flera hundra olika bakteriearter (Lawrence et al. 1990) och de arterna som orsakar huvudsakligen vanlig skorv är *S. scabies*, *S. europaeiscabiei* och *S. turgidiscabies* (Dees & Wanner 2012).

Typiska symptom är ytliga gropar eller upphöjda lesioner på knölens skal (Dees & Wanner 2012). Mindre och större delar av knölens skal blir fransigt fjälliga och skrovliga. I de infekterade områden avstöts och nybildas korkvävnaden vilket ger dessa symptom. Beroende på skadebilden klassificeras angreppen som djupskorv, slätskorv eller puckelskorv (Brate & Kroeker 1981).

Vanlig skorv är väldigt komplext och trots att sjukdomen beskrevs redan för över 100 år sedan har forskare fortfarande väldigt lite information om vilka faktorer som påverkar sjukdomens förekomst och svårighetsgrad (Dees & Wanner 2012). Bor och magnesium kan minska angreppen av vanlig skorv och likaså svavel (YARA 2017b). Även mangan har en positiv inverkan för att minska angreppen av vanlig skorv, då mangan har förmågan att hämma de markbakterier som inducerar knölinfektionen (Brazda 1995). Sjukdomen vanlig skorv är i allmänhet mer sällsynt bland alla skalsjukdomar (Almerus 2021).

3.6.5. Pulverskorv

Svampen *Spongospora subterranea* orsakar pulverskorv och är en utsädesburen smitta. Typiska symptom i ett tidigt stadium är platta, genomskinliga och släta vårtor med ett par millimeters diameter. Under senare stadium spricker skalet över vårtorna och en ojämn kant utvecklas runt såren. I dessa sår hittas bruna pulverliknande svampsporer. Symptomen förvärras under fuktiga förhållanden och dåligt dränerade jordar (Brate & Kroeker 1981). Svampen kan överleva i marken i över 10 år (NDSU 2018).

Åtgärder mot pulverskorv är att använda friskt utsäde och inte odla potatis i jordar där det finns smitta. Dessutom ska redskap som har varit i smittade fält rengöras. Det ska även undvikas en för hög kvävegödning (NDSU 2018). Däremot kan zink och svavel minska angreppsnivån av pulverskorv (YARA 2017b). Pulverskorv förekommer i något mindre utsträckning än lackskorv och är främst ett problem vid väldigt kraftig förekomst då denna patogen går på djupet (Almerus 2021).

3.6.6. Silverskorv

Silverskorv orsakas av svampen *Helminthosporium solani* som framförallt angriper knölarna och är huvudsakligen en lagringssjukdom (Mathiesen 1993). Under dåliga lagringsförhållanden, som en för hög temperatur eller fel luftfuktighet, kan angreppen av silverskorv förvärras (Fiers et al. 2012). De första symptomen av angreppen är svagt insjunkna missfärgade fläckar som antar en silvergrå färg efter en kortare lagringstid. I dessa helt ytliga fläckar bildas små, svarta sklerotier. Omfattningen av angreppen av silverskorv kan påverkas av kvävegödslingsnivån och sortval (Svensk Potatis 2019a).

Smittspridningen sker via infekterat utsäde och gynnas av en fuktig miljö. Angrepp av silverskorv är en kvalitetsförsämring för både mat- och industripotatisar. Dessutom leder angrep också till en kvantitativ förlust under lagringen då potatisarna lätt förlorar vatten genom det skadade skalet (Mathiesen 1993). Silverskorvens förekomst är ganska vanlig (Almerus 2021).

4. Metod

Arbetet genomfördes i form av en fältstudie med provtagningar i praktiska potatisodlingar i Östergötland och Småland under september 2020. Med hjälp av markkarteringskartor från olika lantbrukare från Östergötland och Småland hittades fält som uppvisade en gradient över fältet i Ca-AL talet. På dessa fält togs prover från tre områden inom samma fält i en gradient från lågt till högt Ca-AL-tal. Analysen av skalkkvaliteten genomfördes av kontrollenheten SMAK i Skänninge, en del av organisationen Svensk Potatis, och genomfördes i form av en okulär bedömning. Detta för att få en professionell bedömning av skalkkvaliteten. En analys av näringsämnen i skalet genomfördes av YARA och användes för att jämföra näringsinnehållet i skalet och i marken samt att titta på samband mellan skalkkvaliteten och näringsinnehållet i skalet.

Sammanlagt ingick 22 fält i studien. I Östergötland togs prover från åtta fält där det odlades potatissorten Belana och sex fält där det odlades potatissorten Gala. I Småland togs prover från åtta fält där det odlas potatissorten Belana. I Östergötland togs proverna vecka 36 och vecka 37. I Småland togs proverna vecka 37 och vecka 39 (Tabell 1).

Med hjälp av GPS lokaliserades området på fältet där provet till markkarteringen tidigare tagits och potatisprover togs ut i samma område. Provtagningen skedde för hand med en skyffel och spade. Knölar grävdes upp ur två intilliggande rader inom området. Med en tumstock mätes 2 meter och antalet plantor och knölskörden från dessa 2 meter antecknades. Från varje område togs prover om cirka 30 kg potatis. Sammanlagt togs 3x30 kg potatis från varje fält, dvs totalt 66 prover. Provtagningen skedde minst 2 veckor efter lantbrukaren blastdödade. Potatisarna var alltså skalfasta vid provtagningen, där skalfasthet innebär att potatisen efter blastdödningen har bildat ett fast skal som skyddar knölen.

Halva provet, eller 15kg potatis från varje område, bedömdes direkt efter provtagningen och den andra halvan lagrades in för senare bedömning. Potatissorten Belana inlagrades fram till vecka 51 vilket motsvarar cirka 15 veckors inlagring. Potatissorten Gala inlagrades fram till vecka 46 vilket motsvarar 10 veckors inlagring. Lagringstiderna skilde sig åt mellan sorterna eftersom Belana har en lång groningsvila och kan lagras in en längre tid än Gala som har en kortare groningsvila.

Tabell 1 Sammanfattning av vilka fält som ingick i fältstudien, vilken sort som odlas på respektive fält, i vilken kommun fälten ligger, vilket år markkarteringen är utförd samt när provtagningen skedde. Detaljerad information om varje fält finns under bilaga 1.

| Fält | Sort | Kommun | År | Provtagning |
|-------------|-------------|---------------|-----------|--------------------|
| B1 | Belana | Skänninge | 2010 | V37 |
| B2 | Belana | Mjölby | 2013 | V36 |
| B3 | Belana | Skänninge | 2017 | V37 |
| B4 | Belana | Skänninge | 2013 | V36 |
| B5 | Belana | Skänninge | 2017 | V36 |
| B6 | Belana | Mjölby | 2017 | V36 |
| B7 | Belana | Skänninge | 2010 | V37 |
| B 10 | Belana | Hultsfred | 2019 | V37 |
| B 11 | Belana | Hultsfred | 2019 | V39 |
| B 12 | Belana | Hultsfred | 2019 | V39 |
| B 13 | Belana | Hultsfred | 2015 | V39 |
| B14 | Belana | Hultsfred | 2019 | V37 |
| B15 | Belana | Hultsfred | 2019 | V37 |
| B16 | Belana | Hultsfred | 2019 | V37 |
| B17 | Belana | Hultsfred | 2019 | V39 |
| B25 | Belana | Skänninge | 2019 | V37 |
| G1 | Gala | Skänninge | 2019 | V36 |
| G2 | Gala | Linköping | 2010 | V37 |
| G3 | Gala | Motala | 2013 | V36 |
| G4 | Gala | Skänninge | 2020 | V37 |
| G5 | Gala | Skänninge | 2010 | V36 |
| G6 | Gala | Linköping | 2011 | V37 |

Parametrar som ingick i SMAK:s bedömningsprotokoll var: skalmissfärgning, skalbristning, vanlig skorv, lackskorv, pulverskorv och summan av alla 5 parametrar (sammanlagda kvalitetsparametrar). Under skalmissfärgningar räknas in alla andra sjukdomar och patogener som sitter på skalet och som inte kunde delas in i skalbristning, vanlig skorv, lackskorv eller pulverskorv.

Resultatet av bedömningen angavs som andel angripna potatisar per prov i %. Ingen gradering av angreppets omfattning på varje enskild knöl gjordes. Dessutom bedömdes angreppsgraden av silverskorv och betecknades som ”obetydligt”, ”en del” och ”mycket” vilket motsvarar procenthalterna 0%, 0–10% respektive >10% angripna knölar. Silverskorv hamnade i en egen grupp utanför de andra skalsjukdomarna. Detta på grund av att i praktiken kan ett parti med >10% silverskorv ändå bli klass 1 om silverskorven är så pass ljus att den inte skämmer partiet i stort vilket gör att den behöver särbehandlas (Almerus 2021).

Efter 6 veckors inlagring, under vecka 42, togs 15 knölar i storleken mellan 40 och 50 mm från varje inlagrat prov. Dessa knölar tvättades i labb med destillerat vatten och skalades sedan med en vanlig potatisskalare. Skalet torkades i 4 dygn i 50 grader i torkskåp i små papperspåsar. De torkade skalen skickades sedan till ett av YARA:s laboratorier i England där det genomfördes en analys av näringsinnehållet i skalet från varje prov. Näringsämnen som analyserades var kalcium (Ca), magnesium (Mg), bor (B), mangan (Mn), koppar (Cu), molybden (Mo), järn (Fe), zink (Zn), svavel (S), fosfor (P), kalium (K) och kväve (N).

4.1. Statistisk analys

Resultaten från alla analyser sammanställdes i ett Excel-dokument. Programmet JMP användes för att utvärdera resultaten statistiskt. Alla figurer och tabeller gjordes i Excel.

Tre-vägs ANOVA användes för att analysera effekter av de olika sorterna (Belana och Gala), tidpunkt (nyskördad och lagrad) samt området för odlingen (Linköping och Hultsfred).

Linjär regressionsanalys användes för att studera sambanden mellan näringshalterna i marken (-AL) respektive näringshalterna i skalet och de olika skalsjukdomarna. En så kallad ”mixed modell” användes som tog hänsyn till fältfaktorn eftersom det togs 3 prover per fält och dessa inte kunde anses vara oberoende av varandra. Faktorn ”fält” ingick i analysen som en fix faktor. Om p-värdet för en enskild analys blev <0,05 gjordes det en enkel linjär anpassning för att få fram ett R^2 värde.

Vid regressionsanalys av Ca-AL-tal och skalkvalitet gjordes även en uppdelning av proverna i två grupper med Ca-AL-tal <100 respektive >100 mg Ca/ 100 g jord då rådgivare rekommenderar att Ca i marken bör ligga över 100 mg Ca/100 g jord för att minimera risken för Ca relaterade sjukdomar och kvalitetsfel i potatis (Pettersson 2020b).

5. Resultat

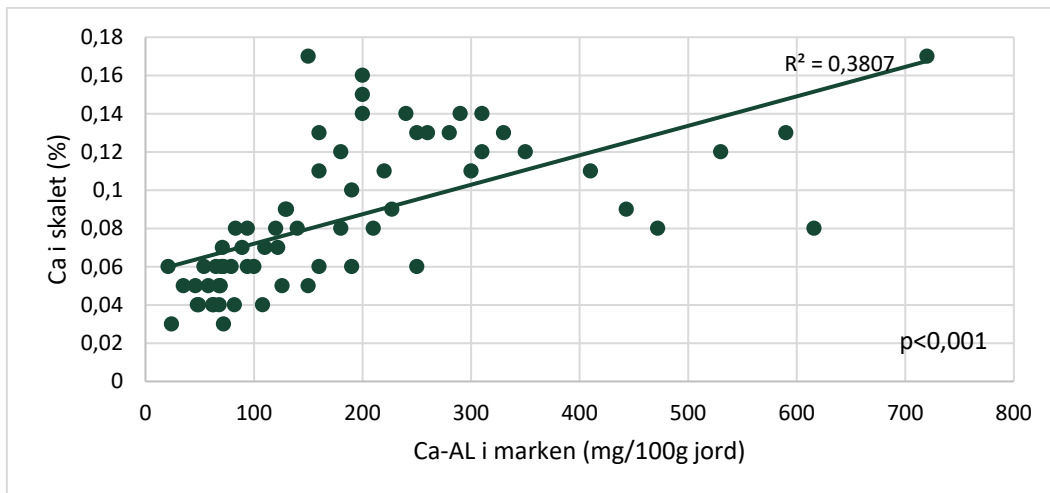
Analysresultat av näringsämnen i skalet i de olika proverna betecknas med ”%” eller ”ppm”. Uppgifterna från markkarteringen betecknas med -AL. Värden eller näringsämnen som är markerade med * är statistiskt signifikanta på minst 0,05 signifikans nivå, ** motsvarar minst 0,01 signifikansnivå och *** minst 0,0001 signifikansnivå.

För skalsjukdomarna vanlig skorv, lackskorv, pulverskorv och skalbristning fanns det ingen stor spridning av angreppsgrad för varken nyskördade och lagrade potatisar och mer än 50% av proverna hade inga angripna knölar av dessa sjukdomar. Detta gör att underlaget inte är tillräckligt och resultat från utvärderingen bör tolkas med försiktighet. I följande text betecknas resultaten gällande dessa skalkvaliteter som trender och inte som statistiskt säkra. Uppgifterna för skalmissfärgningar och de sammanlagda kvalitetsparametrarna utgör ett tillräckligt bra underlag och resultaten från dessa kan antas vara statistiskt säkra.

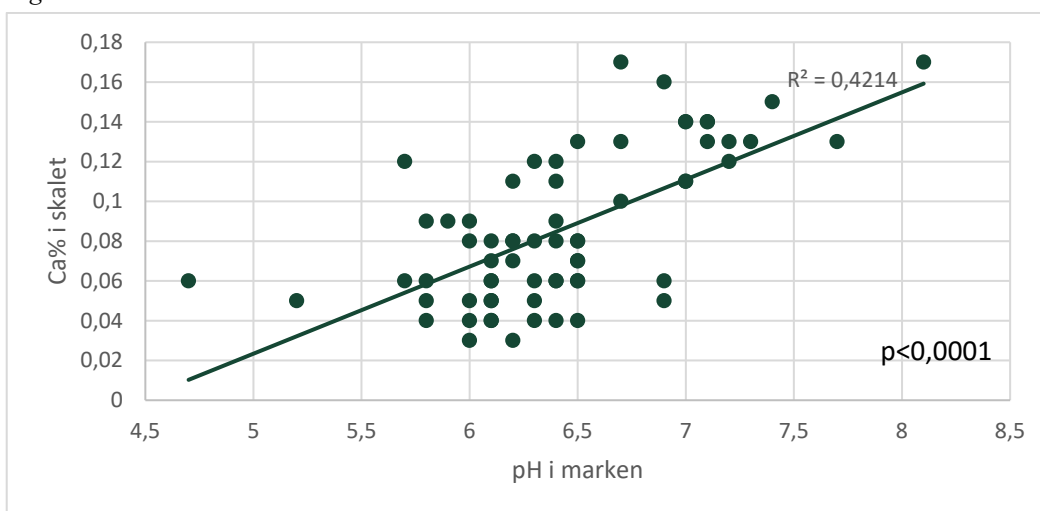
5.1. Samband mellan markfaktorer och näringsämnen i skalet

Det fanns ett signifikant, positivt samband mellan kalciumhalterna i skalet och Ca-AL-värdena från markkarteringen ($p < 0,001$; $R^2 = 0,3807$; Figur 1).

Det fanns även ett statistiskt samband mellan pH-värdet i marken och Ca% i skalet ($p < 0,001$; $R^2 0,4214$; Figur 2) och också mellan pH-värdet i marken och Ca-AL i marken ($p < 0,001$; $R^2 0,2121$).



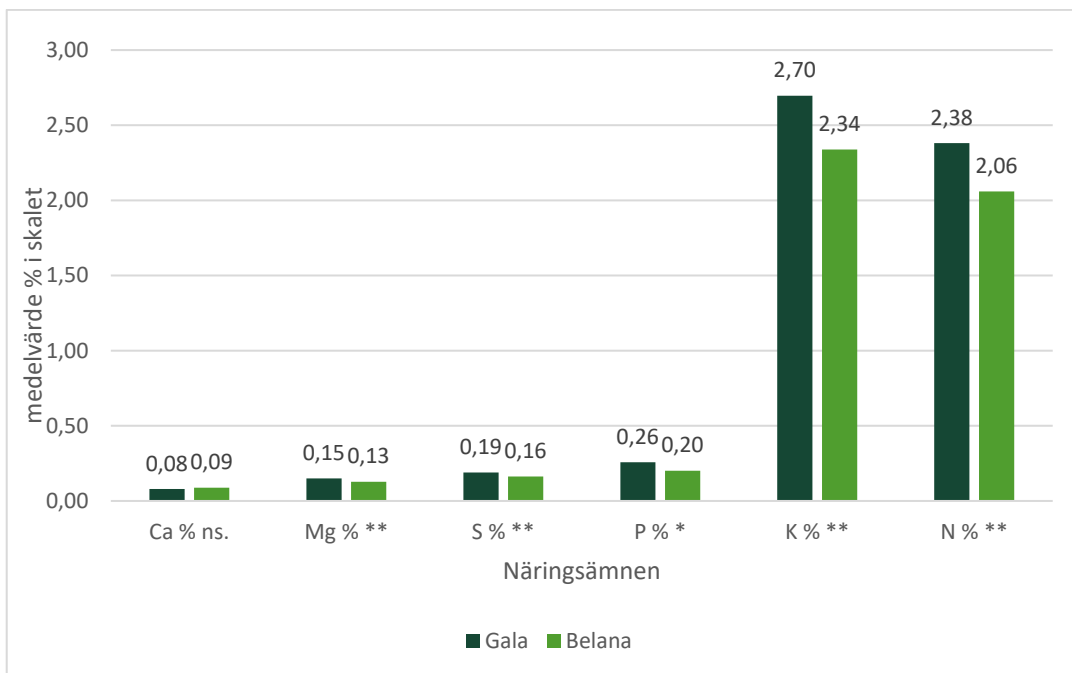
Figur 1 Sambandet mellan Ca% och Ca-AL



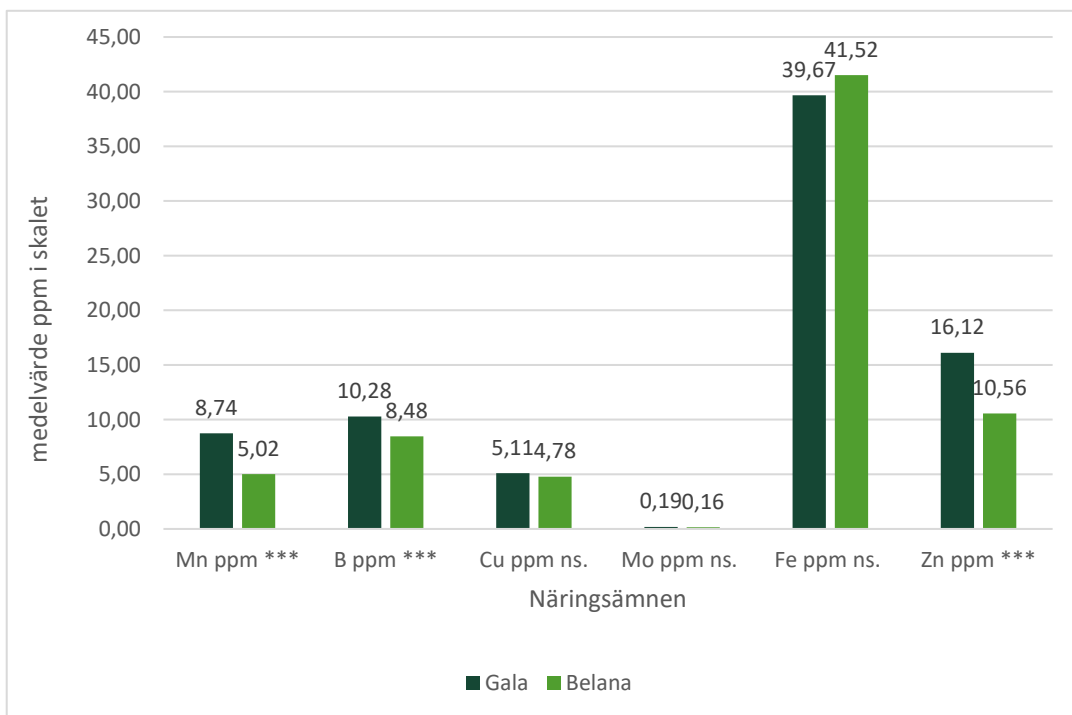
Figur 2 Samband mellan Ca% och pH i marken.

5.1.1. Näringsinnehållet i skalet för de två potatissorterna

De två studerade sorterna Belana och Gala innehöll olika halter näringsämnen i skalet. Sorten Gala innehöll signifikant högre halter av Mg, S, P, K, N, Mn, B och Zn än Belana. Halterna skiljde sig inte signifikant för de andra näringsämnen. Medelvärden för makro- och mikronäringsämnen för respektive sort återfinns i figur 3 och 4.



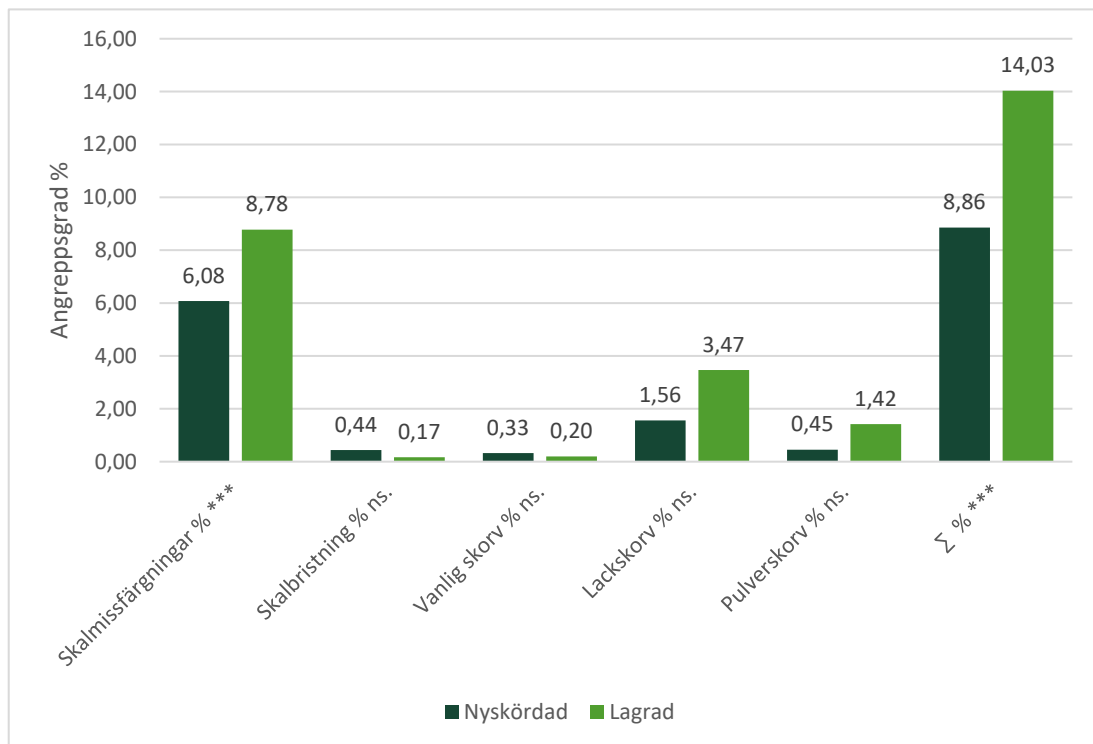
Figur 3 Medelvärden för makronäringsämnen i skalet i sorterna Gala och Belana. * markerar en statistisk skillnad. näringsämnen som är markerad med * är statistisk signifikanta på minst 0,05 signifikants nivå, ** motsvarar minst 0,01 signifikants nivå och *** 0,0001 signifikants nivå. "Ns." visar att inga statistiska skillnader har hittats.



Figur 4 Medelvärden för mikronäringsämnen i skalet i sorterna Gala och Belana. Näringsämnen som är markerad med * är statistisk signifikanta på minst 0,05 signifikants nivå, ** motsvarar minst 0,01 signifikants nivå och *** 0,0001 signifikants nivå. "Ns." visar att inga statistiska skillnader har hittats.

5.2. Effekt av lagringen, sort- och område på skalkvaliteten

Det hittades signifikanta skillnader för de olika skalsjukdomarna mellan de två analystidpunkterna (Figur 5). Nyskördade potatisar uppvisade lägre nivåer skalmissfärgningar än lagrade potatisar ($p < 0,001$). Dessutom var summan för alla skalsjukdomar, de sammanlagda kvalitetsparametrarna, lägre i de nyskördade potatisarna än i de som har varit lagrade ($p < 0,001$). Ju lägre summan var desto bättre var skalkvaliteten. För lackskorv såg trenden likadan ut och efter lagringen verkade det som att potatisarna uppvisade mer angrepp lackskorv än de nyskördade potatisarna. För skalbristningen såg denna trend annorlunda ut och skalbristningen minskade under lagringen, vilket kan förklaras med att knölar förmår att "läka" under lagringen.

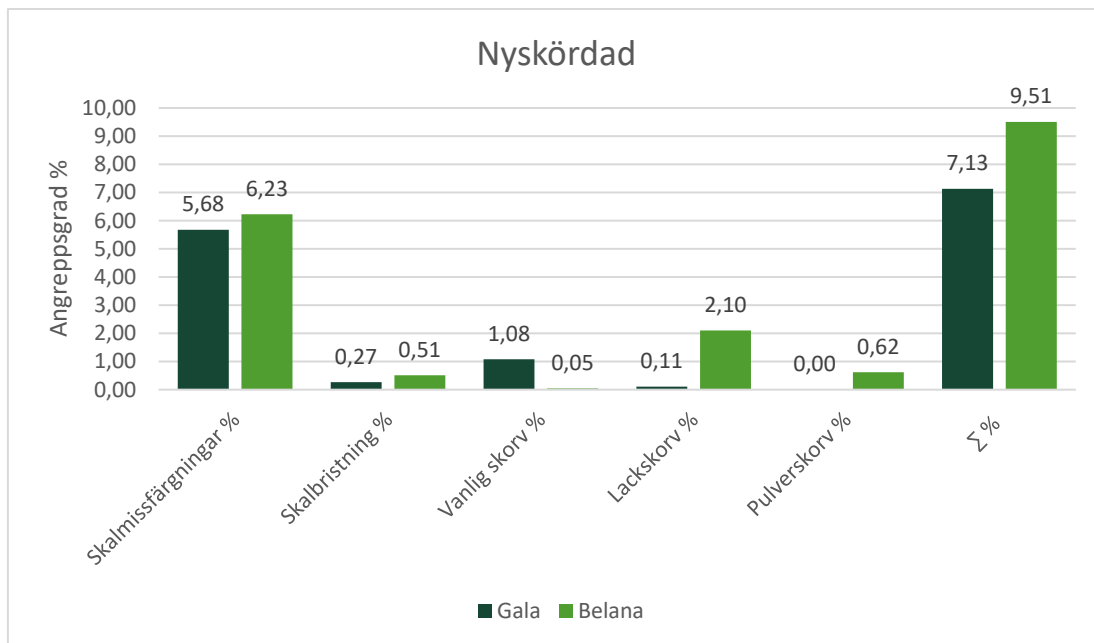


Figur 5 Angreppsgraden för olika skalsjukdomar samt den sammanlagda summan av dessa. *** markerar en statistisk skillnad på 0,0001 signifikansnivå och "ns." visar att inga statistiska skillnader hittades. Σ = de sammanlagda kvalitetsparametrarna.

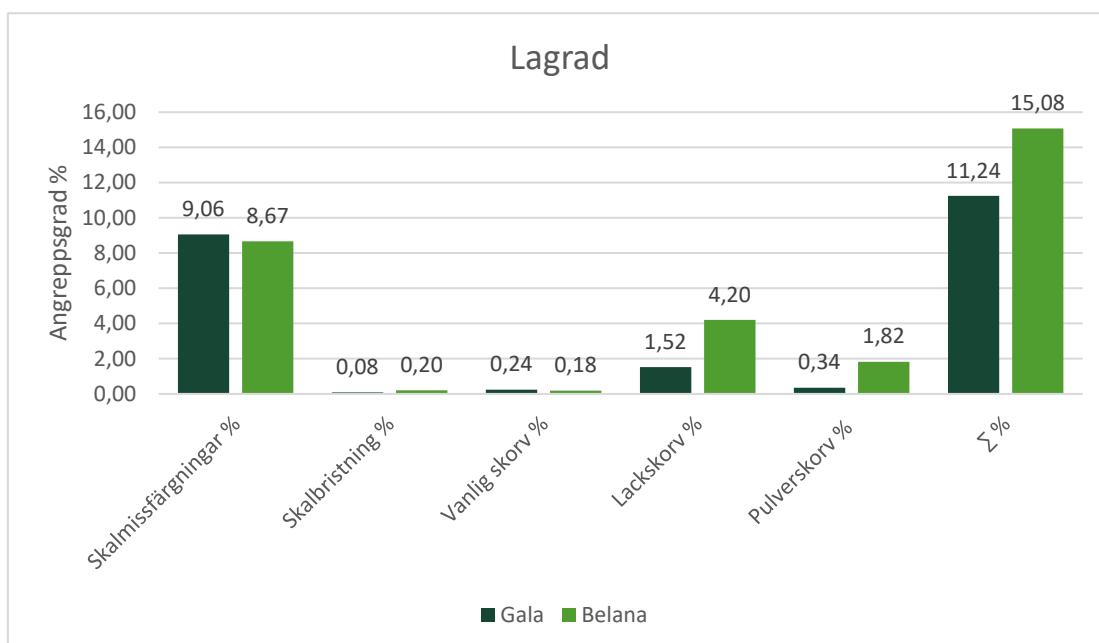
Statistiska skillnader saknades för skalsjukdomarna mellan de två regionerna, Hultsfred och Linköping. På grund av detta gjordes ingen uppdelning av de två regionerna i efterföljande delar av utvärderingen.

Det saknades även statistiska skillnader för skalmissfärgningar, vanlig skorv, pulverskorv och skalbristning mellan sorterna Belana och Gala. Däremot fanns det

en svag statistisk skillnad vid analys av sammanlagda kvalitetsparametrarna ($p=0,0513$). Skillnaderna mellan sorterna för de sammanlagda kvalitetsparametrarna var inte tillräcklig stora och sorterna kommer inte särbehandlas. Det fanns inte heller statistiska skillnader i interaktionseffekten av tid och sort. Skalmissfärgningar var den kvalitetsparametern där angrepp förekom i störst omfattning i både Gala och Belana i både nyskördade (Figur 6) och lagrade (Figur 7) potatisar.



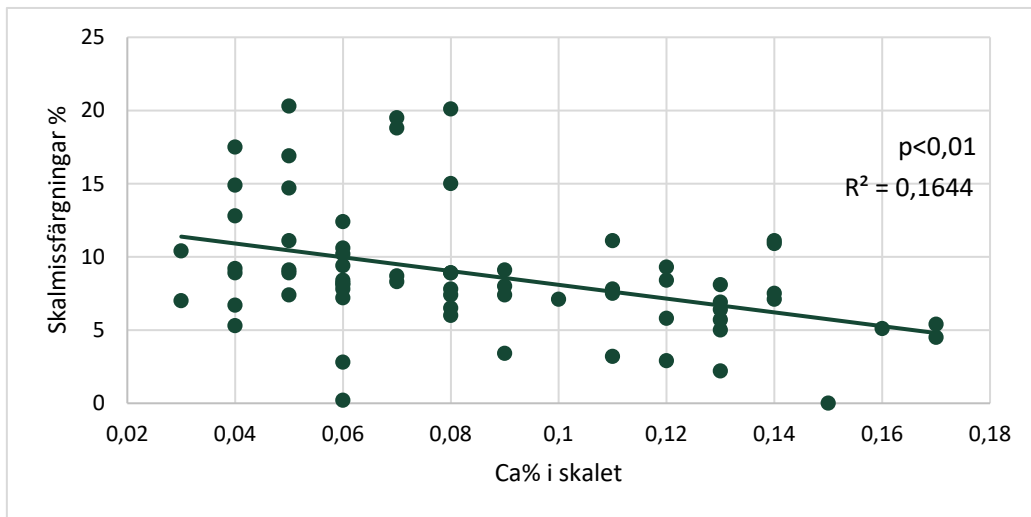
Figur 6 Angreppsgrad av olika skalsjukdomar i Belana och Gala i nyskördade potatisar. Σ = de sammanlagda kvalitetsparametrarna.



Figur 7 Angreppsgrad av olika skalsjukdomar i Belana och Gala i lagrade potatisar. Σ = de sammanlagda kvalitetsparametrarna.

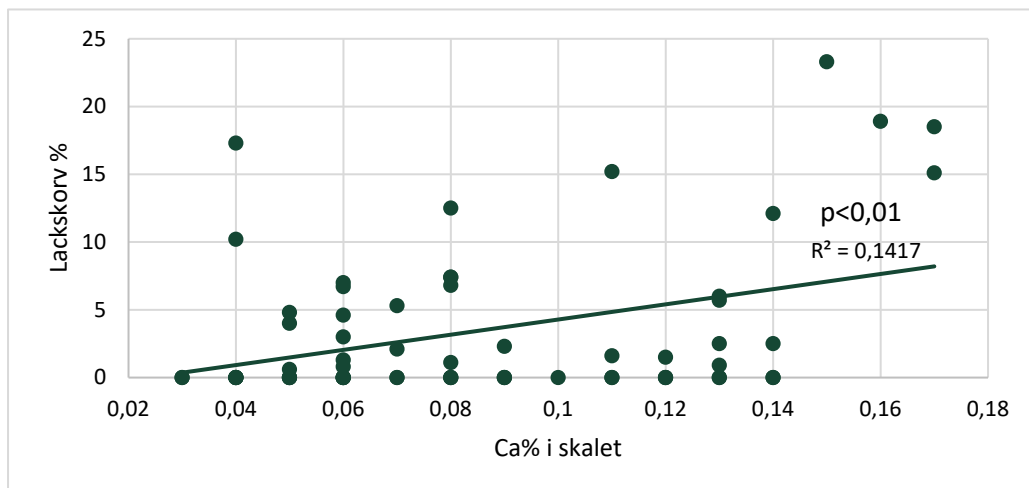
5.3. Kalcium i skalet och skalkvalitet

För de nyskördade potatisarna hittades inga statistiska samband mellan kalciumhalten i skalet och de olika skalsjukdomarna i potatisarna. Däremot fanns det ett negativt samband mellan Ca% i skalet och skalmissfärgningar hos de prover som har varit lagrade (Figur 8), men förklaringsgraden var låg och variationen var stor.



Figur 8 Sambandet mellan kalciumhalt i skalet och skalmissfärgningar i lagrade potatisar.

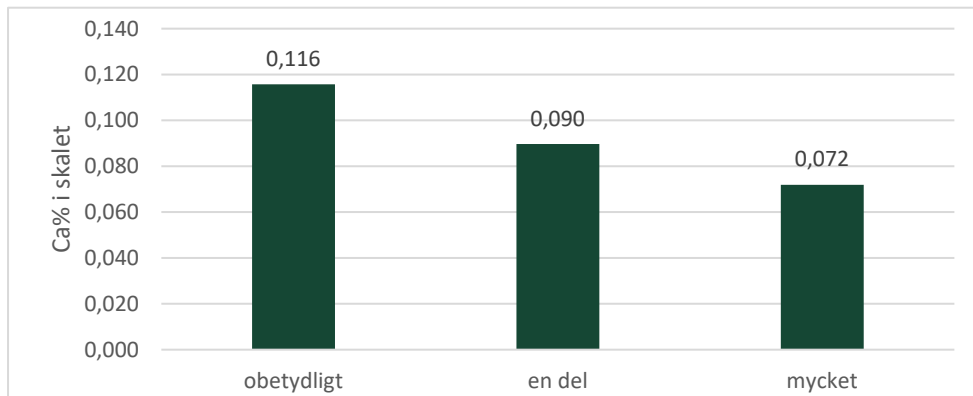
Det fanns å andra sidan ett positivt samband mellan lackskorv och kalciumhalter i skalet i de lagrade potatisarna (Figur 9).



Figur 9 Sambandet mellan kalciumhalt i skalet och lackskorv i lagrade potatisar.

5.3.1. Silverskorv och kalcium i skalet

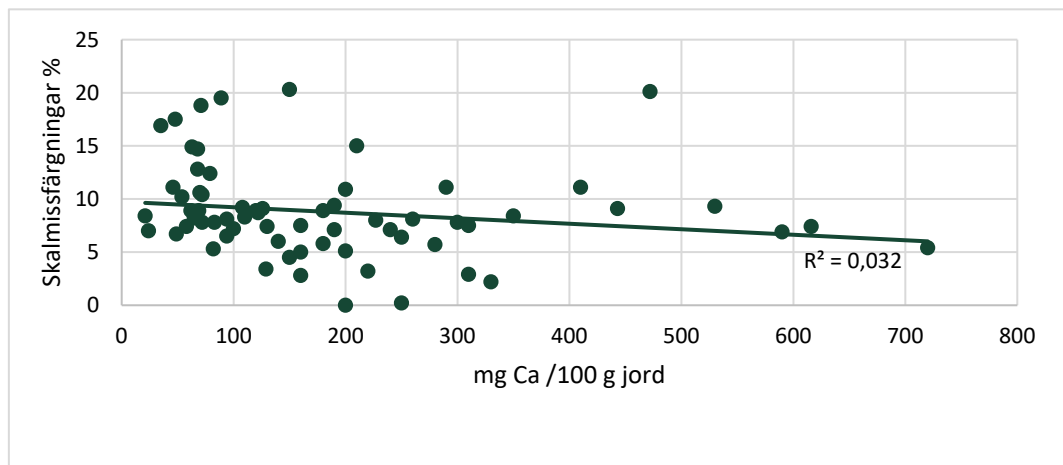
Analysresultatet från SMAK för silverskorv redovisades i tre grupper: obetydlig, en del respektive mycket angrepp. Det kunde inte påvisas signifikanta skillnader mellan grupperna i nyskördade potatisar gällande Ca%, men däremot fanns det signifikanta skillnader mellan grupperna obetydligt och mycket i lagrade potatisar ($p < 0,05$; Figur 10).



Figur 10 Kalciumhalt i skalet i tre grupper av lagrade potatisar med olika angreppsgrad av silverskorv.

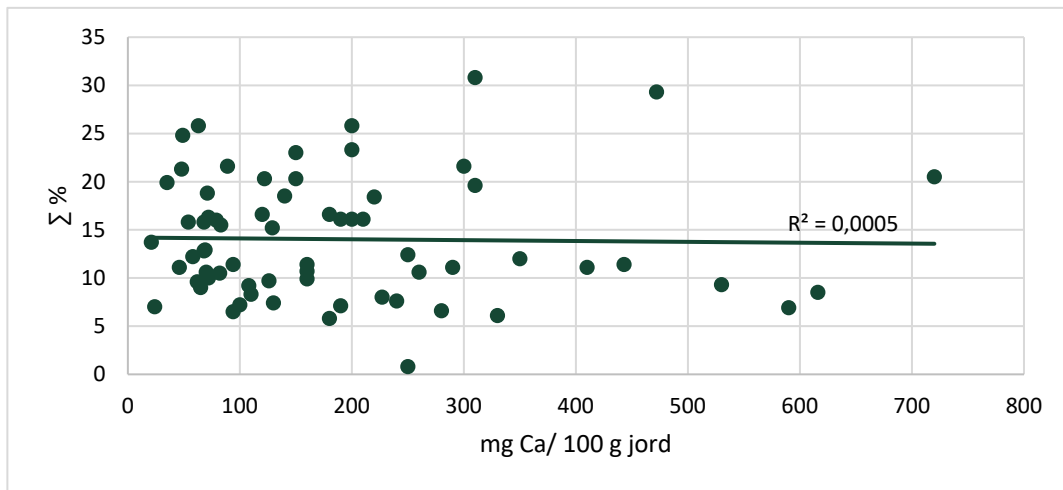
5.4. Kalcium i marken och skalkvalitet

Det fanns inga statistiska samband mellan Ca-AL-talet från markkarteringen och någon av kvalitetsparametrarna som ingick i den okulära analysen, varken i nyskördade eller lagrade potatisar. Då det fanns statistiska samband för Ca i skalet (avsnitt 5.3) och skalmissfärgningar i lagrade potatisar valdes det att visa sambandet mellan skalmissfärgningar i lagrade potatisar och Ca-AL-tal (Figur 11).



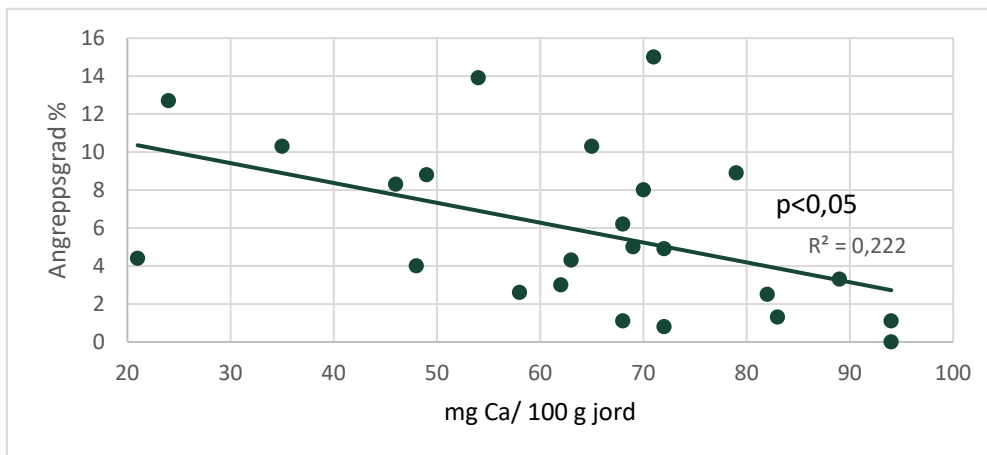
Figur 11 Samband mellan skalmissfärgningar i lagrade potatisar och Ca-AL-tal från markkarteringen.

Sambandet var inte statistiskt säkert. Ett liknande diagram gjordes för Ca-AL-tal och de sammanlagda kvalitetsparametrarna (Figur 12).

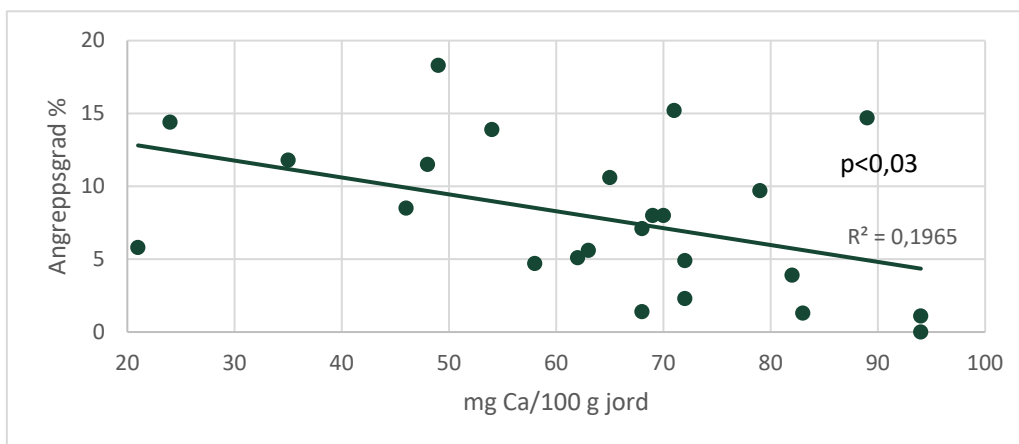


Figur 12 Samband mellan de sammanlagda kvalitetsparametrarna i lagrade potatisar och Ca-AL-tal från markkarteringen.

När en uppdelning av datasetet gjordes i två grupper med separata analyser för prover med Ca-AL-tal <100 respektive >100 mg Ca/100 g jord hittades negativa samband mellan Ca-AL-talet och förekomsten av skalmisfärgningar i gruppen med Ca-tal <100 mg Ca/100g jord ($p < 0,05$; Figur 13) respektive de sammanlagda kvalitetsparametrarna ($p < 0,05$; Figur 14) i nyskördade potatisar där en högre nivå av Ca i marken verkar sänka angreppsgraden av de två sistnämnda parametrarna.



Figur 13 Samband mellan Ca-talet i marken och förekomst av skalmisfärgningar i nyskördade potatisar. Halterna i marken var under 100 mg Ca/100 g jord.



Figur 14 Kalciumhalt i marken verkar minska de sammanlagda kvalitetsparametrarna i nyskördade potatisar. Halterna i marken var under 100 mg Ca/100 g jord.

I lagrade potatisar kunde inte några signifikanta samband hittas mellan Ca-talen i marken och skalmissfärgningar eller de sammanlagda kvalitetsparametrarna i gruppen med Ca-tal <math>< 100</math> mg Ca/ 100 g jord som kunde påvisas i nyskördade potatisar. För värden över 100 mg Ca/ 100 g jord fanns det inga samband i varken nyskördade och lagrade potatisar.

5.4.1. Silverskorv och kalcium i marken

Det kunde inte hittas några statistiska skillnader i Ca-tal i marken för de tre grupperna av silverskorvangrepp. Detta gäller både nyskördade och lagrade potatisar.

5.5. Andra näringsämnen som inverkar på skalkvalitet

För skalsjukdomarna vanlig skorv, lackskorv, pulverskorv och skalbristning fanns det ingen stor spridning av angreppsgrad för varken nyskördade och lagrade potatisar och mer än 50% av proverna hade inga angripna knölar av dessa sjukdomar. Detta gör att underlaget inte är tillräckligt och resultat från utvärderingen bör tolkas med försiktighet. I följande text betecknas resultaten gällande dessa skalkvaliteter som trender och inte som statistiskt säkra. Uppgifterna för skalmissfärgningar och de sammanlagda kvalitetsparametrarna utgör ett tillräckligt bra underlag och resultaten från dessa kan antas vara statistiskt säkra.

Förutom Ca testades också effekten av andra näringsämnen på skalkvaliteten. Det fanns statistiskt positiva samband mellan Mn- respektive P-halten i skalet och skalmissfärgningar i nyskördade potatisar, dvs en ökad halt av dessa ämnen verkade öka förekomst av skalmissfärgningar i nyskördade potatisar. Det kunde även hittas

statistiskt negativa samband mellan Zn-halten där ökade halter av Zn i skalet verkade minska de sammanlagda sjukdoms angreppen i lagrade potatisar och mellan kvoterna Ca/Mg och Ca/K i skalet och skalmissfärgningar i lagrade potatisar. Högre kvoter Ca/Mg och Ca/K i skalet verkade leda till lägre nivåer av skalmissfärgningar i lagrade potatisarna (Tabell 2).

Tabell 2 Samband mellan olika näringsämnen i skalet och skalkvaliteten i nyskördade potatisar till vänster och lagrade potatisar till höger. + eller - efter R^2 värdet indikerar positiva respektive negativa samband.

| nyskördad | p | R^2 | lagrad | p | R^2 |
|-------------------------------|--------|---------|--|--------|---------|
| Mn ppm: skalmissfärgningar | 0,0065 | 0,104 + | Zn ppm: sammanlagda kvalitetsparametrar | 0,0140 | 0,124 - |
| P%: skalmissfärgningar | 0,0251 | 0,128 + | Ca/Mg: skalmissfärgningar | 0,0069 | 0,165 - |
| | | | Ca/K: skalmissfärgningar | 0,0151 | 0,136 - |

Det hittades även flera trender till att halterna av andra näringsämnen i skalet kan påverka olika skalkvaliteter i nyskördade och lagrade potatisar (Tabell 3). Mangan och S tycktes sänka angreppsgraden av lackskorv i nyskördade potatisar och högre halter av P och Mo i skalet verkade minska angreppen av skalbristning i nyskördade potatisar. I lagrade potatisar verkade ökade halter av Zn och S i skalet minska angreppsgraden av lackskorv medans en ökad kvot av Ca/Mg och Ca/K tycktes öka angreppsgraden av lackskorv. Det fanns dessutom en mycket svag trend till att ökade halter av Mo verkar öka pulverskorv angrepp.

Tabell 3 Trenderna mellan olika näringsämnen i skalet och skalkvalitet i nyskördade och lagrade potatisar. + eller - indikerar positiva respektive negativa samband.

| nyskördad | p | R^2 | lagrad | p | R^2 |
|--------------------------|--------|----------|------------------------|--------|---------|
| Mn ppm: lackskorv | 0,0063 | 0,0435 - | Zn ppm: lackskorv | 0,042 | 0,1165- |
| S%: lackskorv | 0,0363 | 0,1113 - | S%: lackskorv | 0,0222 | 0,1401- |
| P%: skalbristning | 0,0038 | 0,0547 - | Ca/Mg%: lackskorv | 0,0088 | 0,1369+ |
| Mo ppm: skalbristning | 0,0151 | 0,0584 - | Ca/K%: lackskorv | 0,0232 | 0,1046+ |
| | | | Mo ppm: pulverskorv | 0,0425 | 0,0005+ |

Det testades också om det fanns samband mellan uppgifterna från markkarteringen och skalkvaliteten. Det fanns inga statistiska samband mellan uppgifterna från markkartering och nyskördade och lagrade potatisar, däremot fanns det en tendens till att Mg-AL ökar angreppen av lackskorv och pulverskorv i nyskördade potatisar.

5.5.1. Silverskorv och andra näringsämnen i skalet och i marken

För de tre olika grupperna av silverskorvsangrepp kunde inte några signifikanta skillnader hittas för några andra näringsämnen, varken för halter i skalet eller marken i nyskördade eller lagrade potatisar. Däremot fanns det skillnader i Ca/Mg-kvot i skalet för de tre grupperna där gruppen med lägst angrepp av silverskorv hade signifikant högre kvot än övriga grupper ($p < 0,05$). Ca/ Mg-kvotens medelvärde för de tre grupper obetydligt, en del respektive mycket var 0,96; 0,69 respektive 0,56.

Det fanns också skillnader mellan grupperna för K/Mg-kvoten i skalet för lagrade potatisar där en högre kvot verkar minska angreppsgraden av silverskorv och en lägre kvot verkar öka angreppsgraden ($p < 0,05$). K/Mg-kvotens medelvärde var för respektive grupp 19,6, 18,6 respektive 17,7.

6. Diskussion

Kan kalciumtalet i marken användas för att ge en bra prediktion till kalciumhalt i potatisskalet?

Trots att det finns ett statistiskt positivt samband mellan kalciumhalten i marken och i skalet finns det stor variation och R^2 värdet är relativt lågt. Detta gör att det inte går att säga med säkerhet att mer Ca i marken automatiskt leder till högre halt av Ca i skalet. Därför kan man inte bara gå efter Ca-AL-talen i marken och med hjälp av detta bestämma exakta halten av Ca i skalet utan Ca-AL-talet ger bara en indikation. Bland annat kan pH-värdet påverka hur mycket Ca som kan tas upp och även bor påverkar Ca upptaget av plantan. Ju högre pH-värdet i marken desto högre var halterna av Ca i skalet. Även halterna av Ca i marken var korrelerade till pH-värdet vilket tyder på att även pH-värdet kan ge en indikation på nivån av Ca i skalet.

Hur påverkar Ca-AL-talet i marken skalkvalitet i nyskördad respektive lagrad potatis?

Enligt Mattson (2008) minskar nivån av skalmisfärgningar i potatis ju högre Ca-AL talet i marken är. I detta arbete kunde det inte hittas några samband mellan Ca-AL och någon av skalsjukdomarna i varken nyskördade eller lagrade potatisar. Det fanns en svag tendens till att högre halter Ca i marken leder till att skalmisfärgningar i lagrade potatisar minskar, dock är inte resultatet signifikant och R^2 -värdet är lågt. Att resultatet från fältstudien inte stämmer överens med tidigare studier kan ha flera olika anledningar. Markkarteringarna som användes i arbetet är inte alltid aktuella. Den äldsta är från 2010 vilket påverkar resultatet då Ca-AL kan vara lägre eller högre vid provtillfället beroende på om det gödslades med Ca eller kalkades under tiden. Dessutom är spridningen av Ca-AL talen i markkarteringen stor och värden över 700 mg Ca/100 g jord förekommer. Dock finns det bara ett fåtal resultat för de Ca-AL värden över 400 (7 av 66) och angreppsgraden varierar mycket i prover med höga Ca-värden vilket kan påverka resultatet på ett orimligt sätt.

Många rådgivare och företag rekommenderar att Ca-AL-talet bör ligga över 100 mg Ca/100 g jord för att minimera risken för Ca-relaterade kvalitetsproblem. I detta arbete verkade det som att högre kalciumhalter kan sänka nivån av skalmissfärgningar respektive de sammanlagda sjukdomarna i nyskördade potatisar på jordar med Ca-AL-värden under 100 mg Ca/100 g jord. Detta stämmer också delvis överens med det Mattson (2008) påstår, nämligen att mer Ca i marken minskar nivån av skalmissfärgningar. För Ca-tal över 100 syns dock inte detta negativa samband och inte heller för lagrade potatisar, varken för Ca-tal under eller över 100 mg Ca/100 g jord. Anledningen till att denna effekt syns just i nyskördade potatisar är oklar. När resultatet tolkas ska det tas hänsyn till att antalet prover för just Ca-tal under 100 är färre än proverna över 100. Framför allt då Ca-AL tal ligger under 100 i ett fält bör lantbrukarna ändå överväga att höja talet till minst 100 mg Ca/100 g jord speciellt om lantbrukaren vill påverka kvaliteten i nyskördade potatisar.

Hur påverkar kalciumhalten i skalet skalkvalitet i nyskördad respektive lagrad potatis?

Sambandet mellan kalciumhalten i skalet och de undersökta skalsjukdomarna skiljde sig jämfört det med Ca-AL-talet. I de nyskördade potatisarna hittades inga statistiska samband mellan kalciumhalten i skalet och skalsjukdomarna i potatisarna. Däremot fanns det ett negativt samband mellan Ca i skalet och skalmissfärgningar hos de proverna som har varit lagrade. Skalmissfärgningar efter lagringen var betydligt mindre då Ca i skalet var högre än 0,1%. Detta stämmer bra överens med Lindroos (2018) som anger att vid tillräckliga mängder Ca i knölen minskar risken för lagringsröta och andra sjukdomar som förvärras under lagringen. Även angreppsgraden av silverskorv i denna studie var lägre efter lagringen då högre halter Ca fanns i skalet. Det hittades ingen litteratur som beskrev samband mellan Ca och silverskorv. För att kunna minimera risken för silverskorv och skalmissfärgningar efter lagringen bör alltså kalciumhalten i skalet höjas.

Sambandet ser annorlunda ut för Ca i skalet och lackskorv i lagrade potatisar där en högre andel Ca leder till högre halter av lackskorv. Dock ska detta resultat tolkas med försiktighet då det bara fanns angrepp på cirka hälften av proverna. Variationen av angreppsgrad vid en viss kalciumhalt är stor och kan också bero på slumpen. Det hittades ingen litteratur som har tittat på sambandet mellan lackskorv och Ca i skalet. Enligt Mattson finns det ett positivt samband mellan Ca i marken och vanlig skorv där mer Ca i marken leder till högre angrepp vanlig skorv. Det skulle kunna även finnas en liknande tendens mellan lackskorv och Ca i skalet. Fler försök skulle behövas här för att veta om det faktiskt finns ett positivt samband mellan Ca och lackskorv.

Vilka skillnader finns mellan de två sorterna som ingick i studien?

För sorten Belana var medelvärdet för förekomsten av de flesta skalsjukdomar i lagrade och nyskördade proverna något högre än för Gala, dock var skillnaden inte statistiskt säker. Detta kan eventuellt förklaras med att antalet prover inte var jämnstora och det fann fler prover för Belana (48 st) än för Gala (18 st). Detta kanske gör det svårt att jämföra dessa två sorter direkt. Det fanns inga statistiska skillnader mellan de två sorterna för skalkkvaliteten trots att de två sorterna innehöll olika nivåer av näringsämnen.

Vilka andra näringsämnen i skalet verkar inverka på skalkkvaliteten?

Det fanns statistiska samband mellan halterna av flera olika näringsämnen i skalet och olika skalsjukdomar. Resultatet indikerar att ökande halter av både Mn och P kan medföra ökad förekomst av skalmisfärgningar i nyskördade potatisar. Det bladgödslas ofta med Mn i samband med en bladmögelsbehandling då potatisväxter ofta uppvisar manganbristsymptom. I framtiden skulle man kanske behöva fokusera mer på Mn-gödslingen och eventuellt minska mängden Mn som tillförs då överdriven Mn-tillgänglighet eventuellt skulle kunna leda till ökad förekomst av skalmisfärgningar.

I lagrad potatis verkade högre zinkhalter minska de sammanlagda angreppen. Enligt litteraturen kan Zn påverka pulverskorv (YARA 2017b). Det fanns dock inte tillräcklig med analysunderlag för pulverskorv i detta arbete. Den eventuella positiva effekten av Zn på de sammanlagda kvalitetsparametrarna i lagrade potatisar kunde dock påvisas i arbetet. Potatisarna verkar ha mindre skalsjukdomar efter lagringen ju högre Zn i skalet är. I framtiden bör det kanske fokuseras mer på Zn och dess eventuella positiva effekter av att förbättra skalkkvaliteten. Zinkbrist i potatisodling är sällsynt men trots det bör det eventuellt uppmärksammas mer just för att minska risken för en dålig skalkkvalitet.

Skalkkvaliteten påverkades positivt av Ca/Mg kvoten och Ca/K kvoten i skalet i lagrade potatisar. Den litteratur som hittades (Mattson 2008) påstår att en Ca/Mg kvot under 10 eller över 20 i marken ska eftersträvas. Det finns inga uppgifter om hur kvoten i skalet påverkar skalkkvaliteten. I det här arbetet verkar det som att ju högre kvoten mellan Ca och Mg i skalet är desto mindre blir skalmisfärgningarna efter lagringen. Kvoten varierade från 0,21 till 1,27 för Ca/Mg och mellan 0,011 och 0,075 för Ca/K.

Om det hade funnits ett större underlag för pulverskorv, skalbristning, vanlig skorv och lackskorv hade det kanske kunnat dras mer säkra slutsatser för just dessa skalsjukdomar.

Vilka andra näringsämnen från markkarteringen verkar inverka på skalkvalitet?

Det testades också vilka andra näringsämnen från markkarteringen förutom Ca som verkar påverka skalsjukdomarna men det kunde inte hittas några samband. Detta kan bero på att markkarteringen inte var tillräcklig aktuell för att kunna dra säkra slutsatser om andra näringsämnen än Ca. Det finns som nämnt innan inga uppgifter om fälten har gödslats med olika kalciumgödselmedel eller om de har kalkats under tiden mellan markkarteringen togs och mina provtagningar. Kalciumtalet kan därför i verkligheten vara en helt annan än vad som är angiven i markkarteringen. Dessutom omsätts K och Mg i marken ganska fort och om markkarteringen är utförd för 10 år sedan har värdena hunnit ändras. En förbättringsmöjlighet hade varit att ta ett jordprov vid varje punkt det togs potatisprover för att få en uppfattning om den aktuella statusen i marken vid provtillfället och för att därmed kunna dra bättre och säkrare slutsatser kring hur andra näringsämnen påverkar kvaliteten.

Felkällor och framtidsutblick

Det finns många faktorer som kan ha påverkat resultatet. En viktig aspekt är att arbetet genomfördes som en fältstudie och inte i en kontrollerad labbmiljö vilket gör att ett flertal parametrar i fälten skulle kunna påverka resultatet. Under analysen togs inte hänsyn till jordart, typ av gödsling, tidpunkt för sättnings, sjukdomstryck i fält, kalkning, utsäde, bevattning, vilka växtskyddsmedel som användes och mycket annat. Alla dessa parametrar påverkar knölens kvalitet. Dessutom togs proverna med hjälp av GPS och kartor och det finns en risk att provgrävningen inte skedde på exakt samma plats som där markkarteringspunkten var taget.

En fördel var att den okulära analysen genomfördes av en extern organisation med mycket erfarenhet inom området vilket gör att bedömningen av skalkvaliteten skedde objektivt. Om experimentet skulle genomföras igen skulle det finnas flera förbättringsmöjligheter. Experimentet skulle kunna genomföras som ett växthusförsök för att utesluta att andra parametrar påverkar resultatet. Om experimentet hade genomförts som en fältstudie igen hade det behövts tas jordprover i exakt samma område som det togs potatisprover och vid samma provtagningstidpunkt, dvs att jordproverna tas samtidigt som potatisproverna. Det kunde inte hittas direkta samband mellan Ca-AL tal och skalsjukdomarna vilket kanske hade sett annorlunda ut om aktuella jordanalyser hade funnits.

En annan förbättringsmöjlighet är att med tanke på att det rekommenderas 100 mg Ca/ 100 g jord skulle det vara bra att ha lika många prover som ligger under 100

mg Ca/100 g jord som det ligger över 100 mg Ca/100mg jord. I det här arbetet är förhållandet skevt och det finns nästan dubbelt så många prover som ligger över 100 mg Ca/ 100 g jord som prover som ligger under 100 mg Ca/ 100 g jord.

Det finns även möjligheter att testa olika Ca-gödselmedel i fält och undersöka hur dessa påverkar Ca-AL talen och skalkkvaliteten. Antalet prover var också begränsat till 66st fördelade på 22 fält och därmed blev dataunderlaget inte heller så stort. Detta har säkert påverkat resultatet då mycket kan bero på slumpen. Dock var det inte möjligt att gräva i flera fält då det skulle behövas en mer omfattande utrustning och transportmedel för att transportera så många kg potatis.

Det finns inte heller underlag på hur just de sorterna som ingick i studien påverkas av Ca. De två ingående sorterna valdes eftersom det fanns tillräckligt med fält av dessa i området som användes för provtagningen, eftersom dessa två sorter är relativt vanligt förekommande lagringssorter. I ett nytt experiment skulle man kanske använda sig av sorter som är känsliga för låga halter av Ca för att se större effekter. Själva angreppsnivån av olika skalsjukdomar i Gala och Belana är också svår att jämföra med andra sorter då det saknas uppgifter kring hur stora angreppsnivå som är vanliga och vilka procentandelar som anses vara mycket respektive lite. Dessutom är spannet för angreppsgraden i Gala och Belana inte jättestort i proverna. Oftast är det bara några få procent och då blir det svårt att dra säkra slutsatser av detta.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att kalciumgödsling bör beaktas mer för att säkerställa en hög kvalitet av skalet i potatisar. En större fokus på Ca-gödslingen är en enkel åtgärd för att säkerställa en hög skalkkvalitet i potatisar. Dessutom bör det läggas ett större fokus på Zn i potatisodlingen och dess möjliga positiva påverkan. Rekommendationen för mangangödsling bör däremot ses över och mer forskning behövs här.

7. Populärvetenskaplig sammanfattning

I Sverige äter varje person drygt 85 kg potatis per år, varav hälften köps och direktkonsumeras i färsk form. Vid själva köptillfället väljer kunderna oftast de potatisar som har ett fint och slätt skal utan några fel eller ojämnheter. Lantbrukaren får betalt efter hur mycket potatis hen säljer men också vilken kvalitet de har. Ju bättre skalkvalitet desto mer får hen betalt. Även lagringsdugligheten påverkas positivt när knölarna har ett fint och slätt skal utan sjukdomar innan de lagras in över vintern. De senaste åren har skalkvaliteten av flera anledningar uppmärksammats mer och mer och frågan har väckts hur just skalkvalitet skulle kunna förbättras på ett enkelt sätt. Potatisplantan behöver ett flertal näringsämnen som är viktiga för dess utveckling och där några behöver tillföras regelbundet under plantans tillväxt. Fokus i gödslingen ligger framför allt på kalium och kväve vilka behövs för att plantan ska kunna växa och bilda fina knölar men det finns ett näringsämne som har en extra viktig funktion för just växtcellens väggar och det är kalcium. Kalcium borde alltså kunna hjälpa till att ge knölen en stabil cellvägg och därmed också ett stabilt och fint potatisskal som är motståndskraftigt mot olika sjukdomar som kan angripa knölen och som kan ge ojämnheter och färgförändringar i skalet.

Målet med detta arbete var att undersöka om det fanns samband mellan kalciumhalterna i marken och skalkvaliteten i potatis eller samband mellan kalciumhalterna i skalet och skalkvaliteten. Dessutom testades också påverkan av andra näringsämnen på skalkvaliteten.

Resultatet visade att mer kalcium i skalet ledde till att lagrade potatisar uppvisade mindre förekomst av skalmisfärgningar. Också nivån av silverskorv minskade efter lagringen ju mer kalcium som fanns i skalet. Lackskorv, vilket också är en svamp som kan angripa potatisen yta, ökade däremot ju mer kalcium som fanns i skalet. Då sambandet mellan kalcium i marken och skalsjukdomarna i lagrade och nyskördade potatisar undersöktes fanns det inga samband mellan kalciumhalterna och de olika skalsjukdomarna. Däremot kunde det visas att skalkvaliteten generellt var bättre vid medelhögt kalciumvärde i marken än vid lågt kalciumvärde.

Sammanfattningsvis är kalcium ett viktigt näringsämne och odlare bör ta större hänsyn till ämnet om de vill förbättra kvaliteten på sina potatisar.

Referenser

- Abdulnour, J.E., Donnelly, D.J. & Barthakur, N.N. (2000). The effect of boron on calcium uptake and growth in micropropagated potato plantlets. *Potato Research*, 43, 287–295
- Allison, M., Fowler, J. & Allen, E. (2001). Response of potato (*Solanum tuberosum*) to potassium fertilizers. *The Journal of Agricultural Science*, 136, 407–426. <https://doi.org/10.1017/S0021859601008863>
- Almerus, D. (2021).
- Andersson, B. (2001). Lackskorv, Groddbränna och Filtsjuka på potatis.
- Andersson, S., Marmolin, C. & Björkholm, A.-M. (2013). *Rhizoctonia solani* i grönsakskulturer. 31
- Bodenfachzentrum (2020). *Bodennährstoff Calcium*. *boden-fachzentrum.de*. <https://www.boden-fachzentrum.de/bodenqualitaet/boden-naehrstoffe/bodennaehrstoff-calcium> [2021-01-19]
- Brate, H. & Kroeker, G. (1981). *Potatisens skador och sjukdomar- illustrerad exempelsamling*. Stockholm.
- Brazda, G. (1995). [Potato scabs (*Steptomyces scabies*)]. [German]. *Kartoffelbau*,. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DE19960157462> [2021-01-12]
- Bundessortenamt (2019). Beschreibende Sortenliste Kartoffel. https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/BSL/bsl_kartoffel_2019.pdf
- Cother, E.J. & Cullis, B.R. (1992). The influence of tuber position on periderm calcium content and its relationship to soft rot susceptibility. *Potato Research*, 35 (3), 271–277. <https://doi.org/10.1007/BF02357707>
- Decamp, T. (2021-04-08). *Agronomy Advice -Are your potatoes getting enough calcium? Yara United Kingdom*. <https://www.yara.co.uk/crop-nutrition/agronomy-advice/are-your-potatoes-getting-enough-calcium/> [2021-04-10]
- Dees, M.W. & Wanner, L.A. (2012). In Search of Better Management of Potato Common Scab. *Potato Research*, 55 (3), 249–268. <https://doi.org/10.1007/s11540-012-9206-9>
- El Bakali, A.M. & Martín, M.P. (2006). Black scurf of potato. *Mycologist*, 20 (4), 130–132. <https://doi.org/10.1016/j.mycol.2006.03.006>
- Ephytia (2018-10-07). *Potato - Tuber cracks*. <http://ephytia.inra.fr/en/C/21118/Potato-Tuber-cracks> [2020-12-09]
- Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I. & Simonsson, M. (2017). *Marklära*. Lund: Studentlitteratur.
- Europlant (2020). *Unser Pflanzkartoffel-Sortiment - EUROPLANT Pflanzenzucht GmbH*. <https://www.europlant.biz/sortiment/belana/> [2020-11-01]
- Fiers, M., Edel-Hermann, V., Chatot, C., Le Hingrat, Y., Alabouvette, C. & Steinberg, C. (2012). Potato soil-borne diseases. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32 (1), 93–132. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0035-z>

- Fogelfors, H. (2015). *Vår mat*. Poland: Studentlitteratur.
- Från Sverige (2015). *Odling av potatis. Från Sverige*.
<https://fransverige.se/konsument/vilka-varor-marks/livsmedel-fran-sverige/odling-och-uppfodning/odling-av-potatis/> [2020-10-31]
- Gianuzzi, M. (2020). Mest lönsamt att odla stärkelsepotatis. *Land Lantbruk*. 2
- Ginzberg, I., Minz, D., Faingold, I., Soriano, S., Mints, M., Fogelman, E., Warshavsky, S., Zig, U. & Yermiyahu, U. (2012). Calcium Mitigated Potato Skin Physiological Disorder. *American Journal of Potato Research*, 89 (5), 351–362. <https://doi.org/10.1007/s12230-012-9249-0>
- Grant, C.D., Dexter, A.R. & Oades, J.M. (1992). Residual effects of additions of calcium compounds on soil structure and strength. *Soil and Tillage Research*, 22 (3), 283–297. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(92\)90044-C](https://doi.org/10.1016/0167-1987(92)90044-C)
- Guo Hua, X., Magen, H., Tarchitzky, J. & Kafkafi, U. (2000). Advances in chloride nutrition of plants. *Advances in Agronomy*, 68, 97–150
- Hepler, P.K. (2005). Calcium: A Central Regulator of Plant Growth and Development. *The Plant Cell*, 17 (8), 2142–2155. <https://doi.org/10.1105/tpc.105.032508>
- Keskitalo, I. (2008-04-09). *Potatis*. [Other]. <https://stud.epsilon.slu.se/12992/> [2021-04-10]
- Kratzke, M.G. & Palta, J.P. (1985). Evidence for the existence of functional roots on potato tubers and stolons: Significance in water transport to the tuber. *American Potato Journal*, 62 (5), 227–236. <https://doi.org/10.1007/BF02852802>
- Kvarmo, P., Andersson, E., Börling, K., Hjelm, E., Jonsson, P., Listh, U. & Malgeryd, J. (2019). Rekommendationer för gödsling och kalkning 2020. Jo19:12
- Lawrence, C.H. (Agriculture C., Clark, M.C. & King, R.R. (1990). Induction of common scab symptoms in aseptically cultured potato tubers by the vivotoxin, thaxtomin. *Phytopathology (USA)*,. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9050013> [2020-12-09]
- Lecourieux, D., Ranjeva, R. & Pugin, A. (2006). Calcium in plant defence-signalling pathways. *New Phytologist*, 171 (2), 249–269. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01777.x>
- LeRiche, E.L., Wang-Pruski, G. & Zheljzakov, V.D. (2009). Distribution of Elements in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tubers and Their Relationship to After-cooking Darkening. *HortScience*, 44 (7), 1866–1873. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.7.1866>
- Levy, D. (1986). Tuber yield and tuber quality of several potato cultivars as affected by seasonal high temperatures and by water deficit in a semi-arid environment. *Potato Research*, 29 (1), 95–107. <https://doi.org/10.1007/BF02361984>
- Lillgäls, J. (2014). *Kupningstidpunktens inverkan på potatisens kvalitet och skörd*. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/77486/Kupningstidpunktens%20inverkan%20pa%20potatisens%20kvalitet%20och%20skord.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lindroos, A. (2018). *Växtnäringsbristsymptom hos potatis*. [fi=AMK-opinnäytetyö|sv=YH-examensarbete|en=Bachelor's thesis]. <http://www.theseus.fi/handle/10024/145548> [2021-01-08]
- Loon, C.D.V. & Berg, W.V.D. (2003). The effect of chloride fertilization on blackspot susceptibility and other quality characteristics and on yield of potato. *Potato Research*, 46 (3), 147–154. <https://doi.org/10.1007/BF02736084>
- LRF (2020-05-13). *Självförsörjning. Lantbrukarnas Riksförbund*. <https://www.lrf.se/politikochpaverkan/foretagarvillkor-och->

- konkurrenskraft/nationell-livsmedelsstrategi/självforsörjning/ [2020-10-31]
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*.
- Mathiesen, A.S. (1993). *Dyrkning af kartofler*. Grenå: Landbrugets Informationkontor.
- Mattson, L. (2008). *Balansen kalcium – magnesium i marken och skalkkvalitet hos potatis*. <https://pub.epsilon.slu.se/5766/> [2020-10-31]
- Myllymäen, P. (2018). *GALA, universalpotatis*. <https://www.perunansiemen.fi/sv/gala-universalpotatis> [2020-11-01]
- NDSU (2018). *Powdery Scab of Potatoes — Publications*. <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/powdery-scab-of-potatoes> [2021-01-07]
- Nilsson, I., Rölin, Å. & van Schie, A. (2012). *Odling potatis - en handbok*. Tibro: Hushållningssällskapet Skaraborg.
- Nilsson, U., Rehwin, A. & Svensson, J. (2016). *Fråga rådgivarna allt om trädgård!* 2
- Norika (2006). *Gala*. <http://www.luenekartoffel.de/upload/downloads/sorten/Gala.pdf>
- Olsen, N.L., Hiller, L.K. & Mikitzel, L.J. (1996). The dependence of internal brown spot development upon calcium fertility in potato tubers. *Potato Research*, 39 (1), 165–178. <https://doi.org/10.1007/BF02358216>
- Olsson, Y. (2019-05-15). *Jordbruksmarkens användning 2019. Preliminär statistik*. <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2020-06-22-jordbruksmarkens-anvandning-2019.--preliminar-statistik> [2020-10-31]
- Ozgen, S. & Palta, J.P. (2005). Supplemental Calcium Application Influences Potato Tuber Number and Size. *HortScience*, 40 (1), 102–105. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.1.102>
- Paffrath, A. (2005). Einfluss von Ackerbohnen, Körnererbsen, Buschbohnen und Rotkleegrass auf die Folgefrucht Kartoffeln. In: Heß, J. & Rahmann, G. (eds.), 2005. *Kassel university press GmbH, Kassel*. <https://orgprints.org/3576/> [2021-01-15]
- Palta, J.P. (1996). Role of Calcium in Plant Responses to Stresses: Linking Basic Research to the Solution of Practical Problems. *HortScience*, 31 (1), 51–57. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.31.1.51>
- 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*, 53 (4), 267–275. <https://doi.org/10.1007/s11540-010-9163-0>
- Perrenoud, S. (1990). Potassium and Plant Health. 359
- Persson, J.H. & Olsson, M. (2017). Inlagringsteknikens påverkan på skalkkvalitet inom matpotatis – en pilotstudie. 30
- Petite, J.M. & Ormrod, D.P. (1988). Effects of sulphur dioxide and nitrogen dioxide on shoot and root growth of Kennebec and Russet Burbank potato plants. *American Potato Journal*, 65 (9), 517–527. <https://doi.org/10.1007/BF02908331>
- Petter, B. (2012). *Potatis - Handbok*. <http://handbok.alternativ.nu/Odling/Gr%C3%B6nsaker/Rotfrukter/Potatis> [2020-12-07]
- Pettersson, N. (2020a).
- Pettersson, N. (2020b).
- Råberg, T. & Ekelöf, J. (2011). *Växtnäringens påverkan på skörd och kvalitet i potatis*. https://www.researchgate.net/profile/Tora_Raberg/publication/268814947

- [_Vaxtnaringens paverkan pa skord och kvalitet i potatis/links/547856ae0cf2a961e485324b.pdf](https://www.scb.se/contentassets/3866371399c545329dcee056606dee9fjo0603_2019a01_sm_jo17sm1901.pdf)
- Rasmusson, M. & Enochsson, J. (2012). KOKKVALITET HOS MATPOTATIS BEROENDE PÅ ODLINGSÅTGÄRDER OCH SPECIFIK VIKT. 43
- Robinson, A. (2017). *Common Scab*. <https://www.ag.ndsu.edu/potatoextension/common-scab> [2020-12-09]
- Rölin, Å. & Holstmark, K. (2017). Ekologisk odling av matpotatis. https://www2.jordbruksverket.se/download/18.4c8614ac1602a4751f81d8b8/1512632904005/jo17_3.pdf
- Rosen, C.J., Kelling, K.A., Stark, J.C. & Porter, G.A. (2014). Optimizing Phosphorus Fertilizer Management in Potato Production. *American Journal of Potato Research*, 91 (2), 145–160. <https://doi.org/10.1007/s12230-014-9371-2>
- Scaife, M.A. & Clarkson, D.T. (1978). Calcium-related disorders in plants - a possible explanation for the effect of weather. *Plant and Soil*, 50 (3), 723–725
- Simmons, K.E., Kelling, K.A., Wolkowski, R.P. & Kelman, A. (1988). Effect of Calcium Source and Application Method on Potato Yield and Cation Composition. *Agronomy Journal*, 80 (1), 13–21. <https://doi.org/10.2134/agronj1988.00021962008000010004x>
- Stendahl, J. (2020-05-20). *Katjonbyteskapacitet och basmättnadsgrad*. SLU.SE. <https://www.slu.se/miljoanalys/statistik-och-miljodata/miljodata/webbtjanster-miljoanalys/markinfo/markinfo/markkemi/katjonbyteskapacitet-och-basmattnadsgrad/> [2021-01-18]
- Su, X. (2016). *Bestimmung der Kationenaustauschkapazität und der spezifischen Polarisierung von Tonen*. FH Aachen-Jülich, Bachelorarbeit, 2016. <https://juser.fz-juelich.de/record/826757> [2021-01-18]
- Svensk Potatis (2019). Silverskorv. <https://svenskpotatis.se/anslutnaforetag/skador-och-sjukdomar/silverskorv/> [2021-01-07]
- Svensk Potatis (2019). Sorter. <https://svenskpotatis.se/potatissskola/sorter/> [2020-11-10]
- Svensk Potatis (2018a). *Kvalitetsklasser*. <https://svenskpotatis.se/anslutnaforetag/for-packare/kvalitetsklasser/> [2020-11-10]
- Svensk Potatis (2018b). *Kvalitetsprovning*. <https://svenskpotatis.se/smakmarkning/kvalitetsprovning/> [2021-04-11]
- Törnquist, M. (2015). *Marknadsöversikt - potatis till mat och stärkelseproduktion 2015*. Jordbruksverket. https://www2.jordbruksverket.se/download/18.17f5bc3614d8ea10709e5311/1432820127276/ra15_9.pdf [2020-11-04]
- Tsrör, L. (2010). Biology, Epidemiology and Management of *Rhizoctonia solani* on Potato. *Journal of Phytopathology*, 158 (10), 649–658. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2010.01671.x>
- Tyler, G. & Olsson, T. (2001). Concentrations of 60 elements in the soil solution as related to the soil acidity. *European Journal of Soil Science*, 52 (1), 151–165. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2389.2001.t01-1-00360.x>
- Tzeng, K.C., Kelman, A., Simmons, K.E. & Kelling, K.A. (1986). Relationship of calcium nutrition to internal brown spot of potato tubers and sub-apical necrosis of sprouts. *American Potato Journal*, 63 (2), 87–97. <https://doi.org/10.1007/BF02853687>
- Wahlstedt, G. (2019). *Skörd av potatis 2019*. https://www.scb.se/contentassets/3866371399c545329dcee056606dee9fjo0603_2019a01_sm_jo17sm1901.pdf
- White, P. & Broadley, M. (2003). Calcium in Plants. *Annals of botany*, 92, 487–511. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg164>

- yar0050_godslingsradet_2018_okt.pdf.pdf (n.d.).
https://www.yara.se/contentassets/703f0c737816489c82fc98adc7b8148b/yar0050_godslingsradet_2018_okt.pdf/ [2021-04-13]
- YARA (2018-02-22). *Kalciumbrist i potatis*. Yara Sverige.
<https://www.yara.se/vaxtnaring/potatis/bristsymtom-potatis/kalcimbrist-brunfargning-i-knolar-potatis/> [2020-10-31]
- YARA (2017b). *How to improve potato skin finish* | Yara UK. Yara United Kingdom. <https://www.yara.co.uk/crop-nutrition/potato/improving-potato-skin-finish/> [2020-12-04]
- YARA (2017a). *Kalcium till potatis - viktigt för kvaliteten*. Yara Sverige.
<https://www.yara.se/vaxtnaring/potatis/kalcium-till-potatis/> [2020-10-31]

Bilaga 1

| Fält | ID | Sort | Ca-AL | pH | P-AL | K-AL | Mg-AL | K/Mg | Ca/K | Ca/Mg | Kommun | År |
|------|-------|--------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-----------|------|
| G6 | Gal6A | Gala | 530 | 6,3 | 8,5 | 19 | 17 | 1,1 | 27,89 | 31,18 | Linköping | 2011 |
| G6 | Gal6B | Gala | 180 | 5,7 | 9,2 | 13 | 5,8 | 2,2 | 13,85 | 31,03 | | |
| G6 | Gal6C | Gala | 410 | 6,2 | 7 | 13 | 18 | 0,7 | 31,54 | 22,78 | | |
| G2 | Gal2A | Gala | 590 | 7,1 | 12 | 19 | 18 | 1,1 | 31,05 | 32,78 | Linköping | 2010 |
| G2 | Gal2B | Gala | 190 | 6,7 | 8,7 | 11 | 6,4 | 1,7 | 17,27 | 29,69 | | |
| G2 | Gal2C | Gala | 250 | 6,5 | 3,9 | 15 | 15 | 1 | 16,67 | 16,67 | | |
| G3 | Gal3A | Gala | 100 | 6,1 | 7 | 15 | 6,1 | 2,5 | 6,67 | 16,39 | Motala | 2013 |
| G3 | Gal3B | Gala | 83 | 6 | 8,7 | 11 | 4,3 | 2,6 | 7,55 | 19,30 | | |
| G3 | Gal3C | Gala | 94 | 6,1 | 6,1 | 7,8 | 5,4 | 1,4 | 12,05 | 17,41 | | |
| G4 | Gal4A | Gala | 54 | 6,5 | 8,9 | 9,4 | 5,2 | 1,8 | 5,74 | 10,38 | Skänninge | 2020 |
| G4 | Gal4B | Gala | 94 | 6,4 | 11 | 15 | 7,4 | 2 | 6,27 | 12,70 | | |
| G4 | Gal4C | Gala | 180 | 6,3 | 11 | 14 | 13 | 1,1 | 12,86 | 13,85 | | |
| G1 | Gal1A | Gala | 110 | 6,1 | 5,6 | 10 | 8,7 | 1,1 | 11,00 | 12,64 | Skänninge | 2019 |
| G1 | Gal1B | Gala | 130 | 5,9 | 5 | 12 | 10 | 1,3 | 10,83 | 13,00 | | |
| G1 | Gal1C | Gala | 70 | 6,3 | 7,7 | 7,9 | 4,3 | 1,8 | 8,86 | 16,28 | | |
| G5 | Gal5A | Gala | 150 | 6,9 | 14 | 11 | 5,5 | 2 | 13,64 | 27,27 | Skänninge | 2010 |
| G5 | Gal5B | Gala | 63 | 6,3 | 11 | 11 | 3,9 | 2,8 | 5,73 | 16,15 | | |
| G5 | Gal5C | Gala | 79 | 6,4 | 12 | 11 | 4,6 | 2,4 | 7,18 | 17,17 | | |
| B1 | Bel1A | Belana | 240 | 7,00 | 8,2 | 6,9 | 7,1 | 1 | 34,78 | 33,80 | Skänninge | 2010 |
| B1 | Bel1B | Belana | 280 | 7,30 | 7 | 10 | 9,4 | 1,1 | 28,00 | 29,79 | | |
| B1 | Bel1C | Belana | 310 | 7,10 | 5,3 | 12 | 16 | 0,8 | 25,83 | 19,38 | | |
| B7 | Bel7A | Belana | 290 | 7,00 | 4 | 12 | 14 | 0,9 | 24,17 | 20,71 | Skänninge | 2010 |
| B7 | Bel7B | Belana | 350 | 7,20 | 6,3 | 17 | 11 | 1,5 | 20,59 | 31,82 | | |
| B7 | Bel7C | Belana | 250 | 6,70 | 5,3 | 7,7 | 8,1 | 1 | 32,47 | 30,86 | | |
| B4 | Bel4A | Belana | 220 | 7,00 | 8,8 | 7,9 | 9,2 | 0,9 | 27,85 | 23,91 | Skänninge | 2013 |
| B4 | Bel4B | Belana | 71 | 6,20 | 9,3 | 14 | 7,4 | 1,9 | 5,07 | 9,59 | | |
| B4 | Bel4C | Belana | 120 | 6,50 | 12 | 14 | 8,8 | 1,6 | 8,57 | 13,64 | | |
| B6 | Bel6A | Belana | 46 | 6,10 | 17 | 15 | 4,4 | 3,4 | 3,07 | 10,45 | Mjölby | 2017 |
| B6 | Bel6B | Belana | 24 | 6,00 | 8,1 | 16 | 3,3 | 3,3 | 1,50 | 7,27 | | |
| B6 | Bel6C | Belana | 65 | 5,80 | 12 | 12 | 6,4 | 6,4 | 5,42 | 10,16 | | |
| B2 | Bel2A | Belana | 200 | 7,10 | 9,5 | 13 | 9,9 | 1,3 | 15,38 | 20,20 | Mjölby | 2013 |
| B2 | Bel2B | Belana | 160 | 7,00 | 11 | 11 | 6,5 | 1,7 | 14,55 | 24,62 | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|-----|------|-----|------|------|-----|--------|-------|-----------|------|
| B2 | Bel2C | Belana | 200 | 6,90 | 13 | 10 | 8,7 | 1,1 | 20,00 | 22,99 | | |
| B5 | Bel5A | Belana | 720 | 8,1 | 7,3 | 5,5 | 11 | 0,5 | 130,01 | 65,45 | Skänninge | 2017 |
| B5 | Bel5B | Belana | 260 | 7,7 | 10 | 6,7 | 5,8 | 1,2 | 38,81 | 44,83 | | |
| B5 | Bel5C | Belana | 140 | 6,5 | 8,6 | 9,9 | 7,1 | 1,4 | 14,14 | 19,72 | | |
| B3 | Bel3A | Belana | 300 | 6,4 | 5,7 | 9,6 | 13 | 0,7 | 31,25 | 23,08 | Skänninge | 2017 |
| B3 | Bel3B | Belana | 310 | 6,4 | 4,2 | 12 | 15 | 0,8 | 25,83 | 20,67 | | |
| B3 | Bel3C | Belana | 330 | 6,5 | 3,7 | 10 | 14 | 0,7 | 33,00 | 23,57 | | |
| B25 | Bel25A | Belana | 200 | 7,4 | 19 | 12 | 8,5 | 1,4 | 16,67 | 23,53 | Skänninge | 2019 |
| B25 | Bel25B | Belana | 160 | 7,2 | 18 | 17 | 11 | 1,5 | 9,41 | 14,55 | | |
| B25 | Bel25C | Belana | 150 | 6,7 | 15 | 13 | 8 | 1,6 | 11,54 | 18,75 | | |
| B10 | Bel10A | Belana | 21 | 4,7 | 11 | 8,7 | 1,1 | 7,9 | 2,41 | 19,09 | Hultsfred | 2019 |
| B10 | Bel10B | Belana | 69 | 5,8 | 11 | 10,8 | 2,7 | 4 | 6,39 | 25,56 | | |
| B10 | Bel10C | Belana | 58 | 6 | 9 | 9,3 | 2 | 4,7 | 6,24 | 29,00 | | |
| B11 | Bel11A | Belana | 49 | 6,5 | 3,5 | 5,8 | 3 | 1,9 | 8,45 | 16,33 | Hultsfred | 2019 |
| B11 | Bel11B | Belana | 160 | 6,9 | 13 | 11,6 | 9,7 | 1,2 | 13,79 | 16,49 | | |
| B11 | Bel11C | Belana | 122 | 6,5 | 16 | 9,6 | 7,4 | 1,3 | 12,71 | 16,49 | | |
| B12 | Bel12A | Belana | 472 | 6,2 | 12 | 6,7 | 48,4 | 0,1 | 70,45 | 9,75 | Hultsfred | 2019 |
| B12 | Bel12B | Belana | 227 | 6,4 | 7,3 | 4,2 | 11,3 | 0,4 | 54,05 | 20,09 | | |
| B12 | Bel12C | Belana | 210 | 6,4 | 12 | 7 | 11,9 | 0,4 | 30,00 | 17,65 | | |
| B13 | Bel13A | Belana | 62 | 6,1 | 2,7 | 11,7 | 7,4 | 1,6 | 5,30 | 8,38 | Hultsfred | 2015 |
| B13 | Bel13B | Belana | 82 | 6,1 | 14 | 11,5 | 9,9 | 1,2 | 7,13 | 8,28 | | |
| B13 | Bel13C | Belana | 72 | 6,2 | 14 | 14,7 | 9,5 | 1,5 | 4,90 | 7,58 | | |
| B14 | Bel14A | Belana | 68 | 6 | 8,8 | 6,3 | 3,8 | 1,6 | 10,79 | 17,89 | Hultsfred | 2019 |
| B14 | Bel14B | Belana | 108 | 6,4 | 13 | 6,6 | 4,6 | 1,4 | 16,36 | 23,48 | | |
| B14 | Bel14C | Belana | 126 | 6,3 | 13 | 7,5 | 6,2 | 1,2 | 16,80 | 20,32 | | |
| B15 | Bel15A | Belana | 89 | 6,5 | 7,7 | 7,3 | 10,4 | 0,7 | 12,19 | 8,56 | Hultsfred | 2019 |
| B15 | Bel15B | Belana | 48 | 5,8 | 16 | 7,8 | 5 | 1,6 | 6,15 | 9,60 | | |
| B15 | Bel15C | Belana | 68 | 6,1 | 13 | 7,6 | 7,8 | 1 | 8,95 | 8,72 | | |
| B16 | Bel16A | Belana | 190 | 5,7 | 7,1 | 6,1 | 11,9 | 0,5 | 31,15 | 15,97 | Hultsfred | 2019 |
| B16 | Bel16B | Belana | 616 | 6,2 | 5,2 | 15,9 | 48,7 | 0,3 | 38,74 | 12,65 | | |
| B16 | Bel16C | Belana | 443 | 5,8 | 5,2 | 7,2 | 29 | 0,2 | 61,53 | 15,28 | | |
| B17 | Bel17A | Belana | 72 | 6,1 | 4,3 | 6,4 | 4 | 1,6 | 11,25 | 18,00 | Hultsfred | 2019 |
| B17 | Bel17B | Belana | 129 | 6 | 6,8 | 5 | 7 | 0,7 | 25,80 | 18,43 | | |
| B17 | Bel17C | Belana | 35 | 5,2 | 8,3 | 4,8 | 2,2 | 2,2 | 7,29 | 15,91 | | |

| ID | Ca (%) | Mg (%) | Mn (ppm) | B (ppm) | Cu (ppm) | Mo (ppm) | Fe (ppm) | Zn (ppm) | S (%) | P (%) | K (%) | N (%) | Ca/Mg | Ca/K | K/Mg |
|--------|--------|--------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Gal6A | 0,12 | 0,14 | 7,3 | 8,7 | 8,9 | 0,25 | 45 | 20,9 | 0,2 | 0,4 | 2,5 | 2,74 | 0,86 | 0,049 | 17,5 |
| Gal6B | 0,12 | 0,14 | 7,9 | 9,6 | 6,9 | 0,17 | 42 | 19,4 | 0,2 | 0,3 | 2,3 | 2,68 | 0,86 | 0,052 | 16,6 |
| Gal6C | 0,11 | 0,14 | 7,5 | 9,3 | 7,9 | 0,25 | 50 | 20,7 | 0,2 | 0,3 | 2,5 | 2,83 | 0,79 | 0,045 | 17,6 |
| Gal2A | 0,13 | 0,11 | 7,5 | 8,9 | 4,6 | 0,3 | 49 | 14,7 | 0,2 | 0,4 | 2,2 | 2,79 | 1,18 | 0,060 | 19,6 |
| Gal2B | 0,1 | 0,14 | 8,7 | 9 | 5 | 0,23 | 49 | 17,3 | 0,2 | 0,3 | 2,5 | 2,73 | 0,71 | 0,041 | 17,5 |
| Gal2C | 0,06 | 0,12 | 7 | 9,3 | 4,6 | 0,17 | 42 | 13,1 | 0,2 | 0,3 | 2,2 | 1,88 | 0,50 | 0,027 | 18,7 |
| Gal3A | 0,06 | 0,15 | 10,8 | 12 | 4,8 | 0,11 | 32 | 16,5 | 0,2 | 0,2 | 3 | 2,23 | 0,40 | 0,020 | 20,1 |
| Gal3B | 0,08 | 0,16 | 9,7 | 11 | 5,6 | 0,14 | 31 | 18,2 | 0,2 | 0,2 | 3,1 | 2,55 | 0,50 | 0,026 | 19,3 |
| Gal3C | 0,08 | 0,15 | 10,3 | 11 | 4,8 | 0,11 | 34 | 17 | 0,2 | 0,2 | 3 | 2,37 | 0,53 | 0,027 | 19,9 |
| Gal4A | 0,06 | 0,18 | 11,8 | 11 | 4,8 | 0,22 | 26 | 18,3 | 0,2 | 0,2 | 3 | 2,23 | 0,33 | 0,020 | 16,6 |
| Gal4B | 0,06 | 0,18 | 8,7 | 12 | 5,6 | 0,32 | 24 | 17,4 | 0,2 | 0,2 | 3,1 | 2,41 | 0,33 | 0,019 | 17,2 |
| Gal4C | 0,08 | 0,15 | 10,9 | 10 | 4 | 0,28 | 39 | 14,3 | 0,1 | 0,2 | 2,9 | 2,03 | 0,53 | 0,027 | 19,4 |
| Gal1A | 0,07 | 0,15 | 10 | 11 | 4,4 | 0,16 | 44 | 16,8 | 0,2 | 0,2 | 3 | 2,06 | 0,47 | 0,023 | 19,9 |
| Gal1B | 0,09 | 0,15 | 9,4 | 11 | 4,2 | 0,12 | 44 | 16 | 0,2 | 0,2 | 2,8 | 2,16 | 0,60 | 0,032 | 18,9 |
| Gal1C | 0,06 | 0,16 | 11,4 | 10 | 5,1 | 0,2 | 41 | 18,8 | 0,2 | 0,3 | 3,1 | 2,61 | 0,38 | 0,019 | 19,3 |
| Gal5A | 0,05 | 0,15 | 4,8 | 10 | 3,5 | 0,1 | 32 | 8,9 | 0,2 | 0,2 | 2,4 | 2,13 | 0,33 | 0,020 | 16,3 |
| Gal5B | 0,04 | 0,19 | 8,6 | 13 | 4,5 | 0,18 | 51 | 14,7 | 0,2 | 0,2 | 3,1 | 2,29 | 0,21 | 0,013 | 16,1 |
| Gal5C | 0,06 | 0,13 | 5,1 | 8,5 | 2,7 | 0,1 | 39 | 7,1 | 0,2 | 0,2 | 2 | 2,14 | 0,46 | 0,030 | 15,3 |
| Bel1A | 0,14 | 0,11 | 3,6 | 7,1 | 4,1 | 0,15 | 42 | 9,1 | 0,2 | 0,2 | 2 | 1,95 | 1,27 | 0,069 | 18,4 |
| Bel1B | 0,13 | 0,12 | 3,7 | 7,2 | 4,3 | 0,16 | 48 | 10,4 | 0,2 | 0,2 | 2 | 2,2 | 1,08 | 0,065 | 16,8 |
| Bel1C | 0,14 | 0,11 | 3,6 | 7 | 4 | 0,13 | 45 | 9,8 | 0,2 | 0,2 | 1,9 | 2,13 | 1,27 | 0,075 | 16,9 |
| Bel7A | 0,14 | 0,11 | 3,9 | 7,3 | 5,2 | 0,18 | 48 | 9,9 | 0,2 | 0,2 | 1,9 | 1,81 | 1,27 | 0,075 | 17,0 |
| Bel7B | 0,12 | 0,12 | 3,9 | 8,3 | 5,3 | 0,15 | 41 | 9,8 | 0,2 | 0,3 | 2,2 | 1,7 | 1,00 | 0,055 | 18,2 |
| Bel7C | 0,13 | 0,12 | 4,7 | 7,3 | 5,5 | 0,21 | 50 | 11,3 | 0,2 | 0,3 | 2,2 | 1,92 | 1,08 | 0,059 | 18,5 |
| Bel4A | 0,11 | 0,13 | 7,7 | 8,4 | 3,8 | 0,22 | 32 | 8,1 | 0,2 | 0,2 | 2,4 | 1,99 | 0,85 | 0,045 | 18,8 |
| Bel4B | 0,07 | 0,13 | 9,2 | 8,4 | 5,2 | 0,09 | 40 | 10,2 | 0,2 | 0,3 | 2,5 | 1,9 | 0,54 | 0,028 | 18,9 |
| Bel4C | 0,08 | 0,13 | 10,4 | 8,6 | 5,9 | 0,15 | 44 | 11,9 | 0,2 | 0,3 | 2,6 | 2,2 | 0,62 | 0,031 | 19,7 |
| Bel6A | 0,05 | 0,14 | 6,8 | 8,9 | 5,2 | 0,2 | 49 | 13,5 | 0,2 | 0,2 | 2,3 | 2,22 | 0,36 | 0,021 | 16,6 |
| Bel6B | 0,03 | 0,14 | 8,4 | 9,3 | 5,6 | 0,15 | 40 | 14,2 | 0,2 | 0,2 | 2,6 | 1,96 | 0,21 | 0,011 | 18,8 |
| Bel6C | 0,06 | 0,14 | 6,2 | 9,2 | 5,5 | 0,13 | 46 | 12,8 | 0,2 | 0,2 | 2,5 | 2,02 | 0,43 | 0,024 | 17,6 |
| Bel2A | 0,14 | 0,13 | 4,7 | 9,6 | 5,4 | 0,13 | 62 | 10,9 | 0,2 | 0,2 | 2,5 | 2,17 | 1,08 | 0,055 | 19,5 |
| Bel2B | 0,11 | 0,13 | 4,6 | 9,2 | 4,7 | 0,11 | 66 | 10,7 | 0,2 | 0,2 | 2,6 | 2,05 | 0,85 | 0,042 | 20,2 |
| Bel2C | 0,16 | 0,13 | 4,7 | 9 | 6,2 | 0,13 | 78 | 11,7 | 0,2 | 0,3 | 2,5 | 2,14 | 1,23 | 0,064 | 19,2 |
| Bel5A | 0,17 | 0,13 | 4,3 | 8,1 | 4,3 | 0,15 | 41 | 7,3 | 0,2 | 0,2 | 2,4 | 2,13 | 1,31 | 0,071 | 18,5 |
| Bel5B | 0,13 | 0,15 | 8,3 | 11 | 3,5 | 0,17 | 33 | 10,8 | 0,2 | 0,3 | 2,8 | 2,1 | 0,87 | 0,047 | 18,3 |
| Bel5C | 0,08 | 0,14 | 6 | 9 | 2,9 | 0,14 | 37 | 8,7 | 0,1 | 0,3 | 2,4 | 1,97 | 0,57 | 0,034 | 16,8 |
| Bel3A | 0,11 | 0,12 | 4,3 | 8 | 4,7 | 0,1 | 59 | 10,3 | 0,2 | 0,2 | 2,2 | 2,45 | 0,92 | 0,050 | 18,3 |
| Bel3B | 0,12 | 0,12 | 4,2 | 8,2 | 4,6 | 0,12 | 56 | 10,6 | 0,2 | 0,2 | 2,3 | 2,39 | 1,00 | 0,052 | 19,2 |
| Bel3C | 0,13 | 0,12 | 4,2 | 7,7 | 5 | 0,09 | 74 | 10,4 | 0,2 | 0,2 | 2,2 | 2,31 | 1,08 | 0,059 | 18,3 |
| Bel25A | 0,15 | 0,11 | 4,3 | 8,5 | 3,4 | 0,17 | 45 | 7,3 | 0,1 | 0,2 | 2,3 | 2,43 | 1,36 | 0,066 | 20,7 |
| Bel25B | 0,13 | 0,13 | 4,7 | 8,4 | 4,4 | 0,21 | 44 | 10,5 | 0,2 | 0,2 | 2,5 | 2,26 | 1,00 | 0,053 | 18,9 |
| Bel25C | 0,17 | 0,12 | 4,1 | 7,8 | 3,6 | 0,2 | 38 | 8 | 0,1 | 0,2 | 2,3 | 2,34 | 1,42 | 0,073 | 19,4 |
| Bel10A | 0,06 | 0,13 | 5,9 | 8,7 | 4,8 | 0,1 | 28 | 9,4 | 0,2 | 0,2 | 2,4 | 1,97 | 0,46 | 0,025 | 18,2 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|-----|-----|-----|------|----|------|-----|-----|-----|------|------|-------|------|
| Bel10B | 0,05 | 0,12 | 5,2 | 8,5 | 4,8 | 0,17 | 39 | 11,9 | 0,2 | 0,1 | 2,4 | 1,92 | 0,42 | 0,021 | 20,0 |
| Bel10C | 0,05 | 0,13 | 6,7 | 9,6 | 5,2 | 0,11 | 36 | 13,6 | 0,2 | 0,2 | 2,7 | 2,36 | 0,38 | 0,019 | 20,8 |
| Bel11A | 0,04 | 0,13 | 4,4 | 9,5 | 3,9 | 0,12 | 32 | 10,2 | 0,2 | 0,2 | 2,5 | 2,2 | 0,31 | 0,016 | 19,3 |
| Bel11B | 0,06 | 0,13 | 3,2 | 7,6 | 3,4 | 0,15 | 24 | 6,7 | 0,1 | 0,1 | 2,3 | 1,75 | 0,46 | 0,026 | 17,5 |
| Bel11C | 0,07 | 0,13 | 3,9 | 9,3 | 3,8 | 0,16 | 29 | 9,1 | 0,2 | 0,1 | 2,5 | 2 | 0,54 | 0,028 | 19,1 |
| Bel12A | 0,08 | 0,14 | 4,3 | 8,9 | 7,7 | 0,41 | 39 | 13,4 | 0,2 | 0,2 | 2,4 | 2,45 | 0,57 | 0,033 | 17,2 |
| Bel12B | 0,09 | 0,12 | 3,6 | 7,6 | 5,7 | 0,12 | 29 | 11,9 | 0,2 | 0,2 | 2,1 | 2,24 | 0,75 | 0,043 | 17,3 |
| Bel12C | 0,08 | 0,11 | 3,9 | 7,2 | 4,7 | 0,11 | 31 | 9,6 | 0,2 | 0,2 | 1,9 | 1,89 | 0,73 | 0,042 | 17,2 |
| Bel13A | 0,04 | 0,14 | 4,1 | 8,6 | 4,4 | 0,09 | 40 | 11,1 | 0,2 | 0,1 | 2,6 | 2,1 | 0,29 | 0,016 | 18,4 |
| Bel13B | 0,04 | 0,16 | 8,1 | 9,5 | 6 | 0,19 | 80 | 17,3 | 0,2 | 0,2 | 2,9 | 2,37 | 0,25 | 0,014 | 17,9 |
| Bel13C | 0,03 | 0,13 | 6,2 | 8 | 4,3 | 0,17 | 50 | 11,5 | 0,2 | 0,2 | 2,3 | 1,8 | 0,23 | 0,013 | 17,5 |
| Bel14A | 0,04 | 0,12 | 4,1 | 8,4 | 4,2 | 0,22 | 43 | 8,4 | 0,2 | 0,1 | 2,1 | 1,62 | 0,33 | 0,019 | 17,7 |
| Bel14B | 0,04 | 0,13 | 4,1 | 7,7 | 3,7 | 0,17 | 43 | 9,2 | 0,1 | 0,2 | 2,3 | 1,7 | 0,31 | 0,018 | 17,5 |
| Bel14C | 0,05 | 0,13 | 4,4 | 8,3 | 4,1 | 0,16 | 44 | 8,6 | 0,1 | 0,2 | 2,2 | 1,64 | 0,38 | 0,022 | 17,2 |
| Bel15A | 0,07 | 0,13 | 3,2 | 8,9 | 3,2 | 0,13 | 26 | 8,1 | 0,1 | 0,1 | 2,5 | 1,9 | 0,54 | 0,028 | 18,9 |
| Bel15B | 0,04 | 0,14 | 4,3 | 8,5 | 4,3 | 0,16 | 25 | 10,7 | 0,2 | 0,1 | 2,6 | 2,04 | 0,29 | 0,016 | 18,3 |
| Bel15C | 0,05 | 0,13 | 4,2 | 9,3 | 4,7 | 0,16 | 36 | 10,7 | 0,2 | 0,1 | 2,4 | 2,14 | 0,38 | 0,021 | 18,5 |
| Bel16A | 0,06 | 0,12 | 3,1 | 8,5 | 5,5 | 0,19 | 23 | 9,9 | 0,2 | 0,2 | 2,3 | 1,57 | 0,50 | 0,026 | 19,3 |
| Bel16B | 0,08 | 0,11 | 2,7 | 7,6 | 6,2 | 0,25 | 22 | 10,4 | 0,2 | 0,2 | 2 | 1,77 | 0,73 | 0,039 | 18,5 |
| Bel16C | 0,09 | 0,12 | 3,1 | 8,4 | 6,1 | 0,23 | 24 | 9,7 | 0,2 | 0,2 | 2,1 | 1,78 | 0,75 | 0,044 | 17,2 |
| Bel17A | 0,06 | 0,13 | 5,6 | 9,1 | 5,6 | 0,1 | 32 | 13,1 | 0,2 | 0,2 | 2,6 | 2,35 | 0,46 | 0,024 | 19,6 |
| Bel17B | 0,09 | 0,12 | 4,7 | 8,8 | 6,1 | 0,16 | 34 | 12,4 | 0,2 | 0,2 | 2,3 | 2,4 | 0,75 | 0,040 | 18,8 |
| Bel17C | 0,05 | 0,12 | 7,5 | 9,2 | 4,8 | 0,08 | 26 | 11,9 | 0,2 | 0,2 | 2,2 | 2,16 | 0,42 | 0,023 | 18,2 |