



Lagring av potatis i ett föränderligt klimat

Storage of potato in a changing climate

Tillväxt Trädgård

Andreas Kronhed Lovanggruppen

Rolf Lindholm Växa/HS Halland

Stina Andersson HIR Malmöhus AB/HS Kristianstad

Sven-Erik Svensson Område Agrosystem, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Rapport 2011:48

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-86373-80-1

Alnarp 2011



LANDSKAP TRÄDGÅRD JORDBRUK

Rapportserie

Lagring av potatis i ett föränderligt klimat

Storage of potato in a changing climate

Tillväxt Trädgård

Andreas Kronhed Lovanggruppen

Rolf Lindholm Växa/HS Halland

Stina Andersson HIR Malmöhus AB/HS Kristianstad

Sven-Erik Svensson Område Agrosystem, SLU Alnarp

Tillväxt Trädgård

Är ett projekt som syftar till att ge förutsättningar för ökad konkurrenskraft och tillväxt inom trädgårdsnäringen genom nytänkande och samarbete.

Projektet finansieras av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden, SLU, LTJ-fakulteten Alnarp, LRF/GRO, Hushållningssällskapen i Malmöhus, Halland och Kristianstad, Lovang Lantbrukskonsult AB, Mäster Grön samt Prysek.



Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden

Förord

Tillväxt Trädgård är ett projekt i samverkan mellan LTJ-fakulteten vid SLU Alnarp, LRF/GRO samt företag och organisationer inom trädgårdsnäringen och som syftar till att ge förutsättningar för ökad konkurrenskraft och tillväxt inom branschen genom nytänkande och samarbete. Samarbetet sker bland annat i form av forskningsprojekt, utvecklingsprojekt, kompetensutvecklingsprojekt etc.

Detta projekt ”Lagring av matpotatis i ett föränderligt klimat” (TT 9/08) har finansierats av Tillväxt Trädgård via Tillväxtfonden. Tillväxtfonden finansieras gemensamt av LRF/GRO och LTJ-fakulteten.

Denna rapport, som vänder sig till potatisodlare och rådgivare, har utarbetats av Stina Andersson HIR Malmöhus AB/ HS Kristianstad, Andreas Kronhed, Lovanggruppen och Rolf Lindholm, Växa/HS Halland. Sven-Erik Svensson, processledare vid Tillväxt Trädgård och verksam inom Område Agrosystem, vid SLU Alnarp, har varit projektledare. Stina Andersson, HIR Malmöhus AB/ HS Kristianstad, har varit biträdande projektledare.

Vi vill tacka alla som bidragit med information och synpunkter på rapportens innehåll, och då speciellt Sven Nimmermark, Lantbrukets Byggnadsteknik, SLU Alnarp samt Tora Råberg vid Område Agrosystem som slutredigerat rapporten. Vidare vill vi tacka Sara Lundberg, Växa Sverige, som ritat de flesta illustrationerna i rapporten.

Författarna ansvarar för rapportens innehåll. De eller utgivaren kan dock inte ställas till ansvar för läsarens tolkning och användning av informationen i rapporten som finns i text och bild.

Alnarp i december 2011

Sven-Erik Svensson
Projektledare

Erik Steen Jensen
Områdeschef

Område Agrosystem
SLU Alnarp

Område Agrosystem
SLU Alnarp

Fotot på rapportens framsida har tagits av Stina Andersson, HIR Malmöhus AB.

Innehållsförteckning

Förord	1
Sammanfattning	5
Summary	6
Inledning	7
Litteraturgenomgång	8
Lagringsprocess	8
Upptorkning	9
Sårläkning	11
Temperatursänkning	12
Fukt och temperatur under lagringsperioden	13
Uppvärmning inför uttag ur lager	13
Befintliga lagringssystem för potatis	14
Löslagring	14
”Alf Johansson systemet” - lådlagring	15
Rumsventilering - lådlagring	16
Undertrycksventilation - lådlagring	20
Övertrycksventilation - lådlagring	23
Nya metoder för lagring av potatis	24
Groningshämmare	24
Etylen som groningshämmare	24
Praktisk lagringsstudie i högflödeslager	25
Diskussion	26
Diskussion kring driftsekonomi	27
Referenser	28
Litteratur	28
Personliga meddelande	28
Internet	28

Sammanfattning

I en tid med diskussioner om förändrat klimat, med milda regniga höstar och vintrar, såg vi behovet av en sammanställning av aktuella ventilations- och lagringssystem för matpotatis. Inom projektet besökte vi British Potato Council i Sutton Bridge, utanför Boston i östra England, där en relativt omfattande forskning inom området potatis och lagring utförs. Härifrån fick vi värdefull kunskap med oss hem.

En litteraturstudie har genomförts där vi beskriver lagringsprocess, upptorkning, sårhäkning och temperatursänkning vid potatislagring. Vidare beskrivs olika lagringssystem; löslagring, ”Alf Johansson systemet”, rumsventilering samt under- och övertrycksventilering. Rapporten avslutas med en diskussion och vilka funderingar du som odlare bör ha med dig inför val av lagrings- och ventilationssystem för matpotatis. Vi nämner även några leverantörer av systemen samt beskriver översiktligt systemens för- och nackdelar.

Det finns stora skillnader på hur vi har lagrat potatis i Sverige och hur det lagrats potatis i andra stora potatisproducerande länder, t.ex. England och Holland. En del skillnader kan förklaras med tradition, men de klimatmässiga förutsättningarna är också olika.

Lågflödesventilation enligt ”Alf Johansson systemet” som använts under lång tid i Sverige förutsätter att vi lagrar in en relativt torr potatis. Med de förväntade klimatförändringarna samt odling på allt styvare jordar och på de allt större odlingsföretagen måste vi ha tillgång till alternativa lagringssystem, för att klara såväl snabbare upptorkning som effektivare temperatursänkning.

Vilket eller vilka system som är bäst beror på parametrar som försäljningsstrategi, energiåtgång och investeringens storlek. Tittar vi bara på vilka system som är effektivast när det gäller upptorkning och temperatursänkning av potatis vid lådlagring, så är de system som tvingar luften genom lådorna, d.v.s. undertrycksventilering respektive övertrycksventilering bäst. ”Alf Johansson systemet” behöver flest driftstimmar för att torka upp och kyla potatisen vid lådlagring, medan rumsventilering, med glest ställda lådstaplar, intar en mellanställning.

Under- respektive övertryckssystem vid lådlagring kommer i de flesta fall att ha större kapacitet än vad som normalt behövs. Samtidigt kan dessa system vara räddningen ett år med mycket blöt potatis, t.ex. p.g.a. rötter eller frostskadad potatis, och de kan därför vara skillnaden mellan en lyckad inlagring och ett totalhaveri i lagret.

Summary

In an age of discussions on climate change, with mild, rainy autumns and winters, we perceived a need to review available ventilation and storage systems for table potatoes. Within the project we visited the British Potato Council at Sutton Bridge, Boston, south-east England, where relatively extensive research within the area of potatoes and storage is being conducted. We returned with valuable knowledge from this visit.

Following a review of the literature, this report describes the storage process, drying, wound healing and temperature lowering in potato storage. Various storage systems are also described: loose storage, the 'Alf Johansson system', room ventilation and suction/pressure forced ventilation. The report concludes with a discussion and considerations about what growers should take into account when choosing a storage and ventilation system for table potatoes. It also mentions some manufacturers of such systems and sums up the advantages and disadvantages of their particular systems.

There are great differences between conventional potato storage in Sweden and that in other potato-producing countries, e.g. England and Holland. Some of these differences can be attributed to tradition, but the climate conditions are also different.

Low flow ventilation according to the 'Alf Johansson system' has long been used in Sweden, since we store relatively dry potatoes. With predicted climate change, more potato production on heavier soils and increasing size of production units, we must have access to alternative storage systems in order to carry out faster tuber drying and more effective temperature lowering.

The system or systems that are best for a particular case depends on parameters such as sales strategy, energy consumption and investment budget. Looking only at the systems that are most effective in terms of drying and temperature lowering of potatoes in bin storage, then those systems that force air through the bins, i.e. pressure ventilation and suction ventilation, are the best. The 'Alf Johansson system' requires the most operating hours to dry and cool potatoes in bin storage, while room ventilation is intermediate in this regard.

Forced ventilation systems generally have greater capacity than is normally required. However, these systems can be the salvation in a year with very wet tubers, e.g. due to rot or frost damage, and can therefore be the difference between successful storage and total destruction of the stored crop.

Inledning

Bakgrund

Fokuseringen på potatisens skalkkvalitet har ökat markant i Sverige under de senaste åren. Skalmisfärgning har blivit ett ökande problem och är till stor del beroende av angrepp av svampen *Helminthosporium solani* (silverskorv) även om andra sjukdomar och parasiter inte kan uteslutas. Primär infektion av silverskorv sker i fält, men hög relativ luftfuktighet gynnar utvecklingen och tillväxten i potatislagret (Errampalli, 2001).

Under ett antal år har potatissorterna blivit känsligare, vilket resulterat i försämrad skalkkvalitet (Rodriguez, 1996). Dessutom har kapaciteten i upptagningen ökat samtidigt som modernare upptagare klarar av att skörda på tyngre jordar och under blötare förhållanden. Potatisodlingarna har ökat i storlek varpå det i bland skördas under sämre förutsättningar. Detta resulterar ofta i att potatisen är fuktigare vid inlagring jämfört med tidigare. Vidare tenderar klimatet i Sverige att förändras så vi får mildare och fuktigare samt nederbördsrikare höstar (Westermarck, 2011). Detta riskerar att ytterligare öka problemet med försämrad skalkkvalitet efter lagring.

Det lagringssystem för potatis som är dominerande i Sverige tillämpar låga lufthastigheter. Systemet är utvecklat av Alf Johansson och kallas ”Alf Johansson systemet”. Detta lågflödes-system har fungerat utmärkt i Sverige under hitintills rådande klimat- och skördeförhållanden, men systemet har vissa år visat brister i form av långsam upptorkning och tidig skalmisfärgning av potatisen i lagret (Olsson *et al.*, 2008).

Detta projekt har fokus på långtidslagring av matpotatis utifrån framtidens förväntade milda och fuktiga höst- och vinterklimat. Vi har valt att endast kort nämna och inte fördjupa oss i löslagring och lagring utomhus i stuka, då vi anser att dessa metoder inte kan leva upp till de kvalitetskrav som ställs vid långtidslagring av matpotatis.

I löslagersystem finns luftningskanalerna i golvet och luft trycks upp genom potatisen, som ligger löst i hela lagret upp till en höjd på 4-5 m. Löslagring fungerar tillfredställande till industripotatis, t.ex. till chipsproduktion. I normala fall är det, förutsatt att man kan undvika jordansamlingar i lagret, relativt lätt att styra själva klimatiseringen i ett välkonstruerat löslager, och att det jämfört med ett lådlager är lättare att klimatisera. Eventuell sjukdomsspridning kan dock mycket lättare begränsas i ett lådlager där olika partier kan hållas isär (Nimmermark, pers. medd., 2011).

Lagring utomhus i stuka fungerar vid korttidslagring av stärkelse- och industripotatis. Även i den här typen av lagringssystem har temperatur och luftfuktighet en avgörande betydelse för lagringsresultatet. I en stuka är det svårt att reglera dessa parametrar och vid varma fuktiga höstar blir kvaliteten på potatisen för dålig för försäljning som matpotatis. Försäljningsmässigt kan det även ställa till problem, då uttag av potatis från stukan kräver lämpligt väder. Potatisen är på så sätt inte alltid tillgänglig för försäljning vid lagring i stuka.

Syfte och mål

Projektets syfte var att beskriva och analysera lagringssystem som fungerar bra för matpotatis under svenska förhållanden, med fuktiga och varma höstar, samt kommunicera projektresultatet till potatisodlarna. I förlängningen av projektet skall svenska potatisodlare kunna erbjuda system som tillåter lagring av potatis under lång tid utan nämnvärd försämring av kvaliteten och då inte minst skalkkvaliteten. Lagringssystemen skall erbjuda en säker lagring med rimlig energiförbrukning. Målet med genomgången av befintliga lagringssystem var att potatisodlaren skall få en överblick över vilka olika system som finns samt vilka för- och nackdelar som de

olika systemen har. Vidare skall potatisodlaren kunna välja det lagringssystem som passar produktionen bäst. Rapporten syftar även till att potatisodlarna ska bli medvetna om vilka anpassningar de olika systemen behöver för att fungera under olika svenska förhållande.

Metod och arbetssätt

2008 anordnades en potatislagringskurs i Skåne, Halland och Östergötland av Lovanggruppen, HIR Malmöhus AB och Växa. Under dessa möten väcktes frågeställningar som problem med skalmissfärgning och framtidens krav på långtidslagring i ett allt mildare klimat. Detta resulterade i att kunskapsluckor inom lagring av matpotatis i Sverige kunde identifieras. Mot denna bakgrund ansöktes om medel från Tillväxt Trädgårds Tillväxtfond, vilket resulterade i detta projekt.

Projektet inleddes med en studieresa till England där vi besökte British Potato Council i Sutton Bridge, som ligger strax söder om staden Boston (www.potato.org.uk). Här bedrivs en omfattande forskning rörande olika lagringssystem för potatis. På forskningsstationen finns 36 klimatkamrar, vilket gör att många projekt kan utföras samtidigt.

Rapporten består av en litteraturgenomgång om lagringsprocessen, befintliga lagrings- och ventilationssystem för matpotatis, samt kommentarer från intervjuer, kurstillfällen, möten med odlare, försäljare av ventilationssystem samt forskare från England, Holland och Tyskland.

Litteraturgenomgång

Lagringsprocess

Oavsett vilket lagringssystem odlaren väljer, så är målet för lagringen det samma. Genom att kontrollera klimatet i lagret är målet efter lagring att ha en potatis som i så hög grad som möjligt ser ut som den potatis som lades in i lagret. En viss viktminskning hos potatisen är ofrånkomlig, men variationen mellan ett idealiskt ventilerat lager och ett överventilerat lager med för torr luft, som resulterar i stor viktminskning, kan vara avsevärd. En överventilerad potatis kan dessutom tappa så mycket i kvalitet (främst genom att den mjuknar) att den blir fullständigt oanvändbar.

Utseendet och sundheten hos den lagrade potatisen önskar vi likvärdig med den nyupptagna potatisens, vilket bl.a. kräver en väl fungerande upptorkning i lagret och att potatisen under hela lagringssäsongen är fri från kondens. Fukt är normalt grogrunden för många bakterie- och svampsjukdomar.

Temperaturen har stor betydelse för såväl sårhäkning som knölarnas utveckling av fysiologisk ålder. När temperaturen inte är optimerad riskerar potatisen få problem med viktminskning, sjukdomar, groning i lager och en försämrad utsädeskvalitet. Vid för låga temperaturer kommer även en viss del av knölens stärkelse att omvandlas till socker varpå i första hand missfärgningar vid fritering kan uppstå och vid högre sockerhalter även smakförändringar.

Vid fritering av potatis har även koldioxidhalten i lagret stor betydelse för färgen på slutprodukten. Högre halt ger en mörkare friteringsfärg än önskvärt (Mazza, 1990). Vid lagring av mat- och utsädespotatis har denna parameter vanligtvis ignorerats. I nyare, tätare lager och lager som arbetar mer med artificiell kyla bör även koldioxidhalten vara en parameter som man har i åtanke vid lagringen. Ljus får naturligtvis inte förekomma i lagret då det ger grönfärgning av potatisen och därmed också höjda halter av de giftiga glykoalkaloiderna, såsom solanin (Dale, 1993). Den potatis som lagras är ett livsmedel och då skall lagret hållas fritt från skadedjur och insekter samt potentiellt skadliga ämnen som oljor och andra kemikalier.

Upptorkning

Grogrunden för det som försämrar skalkkvaliteten på potatis, och som oftast går under benämningen skalmisfärgning, utvecklas i lagret. Smittan kommer som regel med potatisen från fältet där potatisen vuxit, men kan även ligga kvar i lager och lådor sedan tidigare skördar. Oavsett var smittan kommer ifrån, så kan den utvecklas i lagret. Upptorkning och att undvika att potatisen blir fuktig igen är de enda effektiva, icke kemiska, metoderna för att minska problemet. Sporer från infekterade potatisar kan transporteras med luftströmmar i lagret och gro på friska potatisar där fukt fällts ut, t.ex. genom kondens, och sedan kan smittan sprida sig i lagret (Rodriguez, 1996).

En nyupptagen potatis har en mycket hög cellandning (respiration), vilket även innebär att mycket fukt avges (Schippers, 1977). Om denna fukt inte ventileras bort kan den utgöra en grogrund för svampar och bakterier. Första veckan efter upptagningen är respirationen som kraftigast, för att sedan relativt snabbt börja avta. Om potatisen är varm vid skörd ökar respirationen och behovet av ventilation för att föra bort fukt och värme som alstras ökar ytterligare.

Fuktig jord i samband med upptagning av matpotatis är att eftersträva, eftersom de mekaniska skadorna i samband med skörd normalt då blir betydligt mindre. Om det finns för lite fukt i jorden vid tillfället för skörd, bevattnar kvalitetsmedvetna potatisodlare fältet före upptagning.

De senaste årens storleksrationaliseringar inom svensk potatisodling har gjort att de växande företagen behöver mer tid på sig för att klara av att bärga de allt större arealerna. Skördesäsongen har med andra ord förlängts och det skördas under blötare förhållande än vad det tidigare gjorts. Detta innebär att behovet av upptorkning av potatisen i lagret har ökat. Matpotatis tenderar att odlas på allt styvare jordar, vilket ofta resulterar i en bättre skalkkvalitet, men behovet av upptorkning i lagret kan öka ytterligare, eftersom styvare jord kan hålla mer vatten.

Sjukdomar som till stor del kan motverkas eller bromsas i utvecklingen via en snabb upptorkning är stjälbakterios (*Erwinia spp*), foto 1, silverskorv (*Helminthosporium solanum*), foto 2, och svartprick (*Colletotrichum spp*), foto 3. Svartprick kan förväxlas med silverskorv och är förmodligen tillsammans med övriga svampar en del av problemkomplexet som klassas som skalmisfärgning. Upptorkning av skadade knölar, av t.ex. frost, syrebrist eller andra bakteriesjukdomar än *Erwinia*, är också viktigt för att förhindra spridning av sjukdomar till andra delar av lagret (Cunnington, 2008).



Foto 1. *Erwinia spp*, Stjälbakterios. Foto Rolf Lindholm.



Foto 2. *Helminthosporium solanum*, Silverskorv. (www.smak.se)



Foto 3. *Colletotrichum spp*, Svartprick. (www.smak.se)

Sårläkning

Oavsett hur goda förhållandena är vid skörd och inlagring och hur modern maskinpark det finns tillgång till, så kommer det att uppstå vissa skador på knölna i samband med skörden och inlagringen. Med en nyare maskinpark som används rätt, kan förutsättningarna för en minskad skadefrekvens förbättras. Dock sker upptagningen numera under en betydligt längre period, vilket ökar risken för att skörden utförs vid lägre temperaturer. Detta ökar risken avsevärt för mekaniska skador. Dessa skador är sedan inkörspört för såväl svamp- som för bakteriesjukdomar. Via skador i skal och kött kommer sedan potatisen att förlora vatten som behövs för att upprätthålla dess form och spänst.

Potatisen är en levande organism som har möjlighet att läka ut sina skador om förutsättningarna är de rätta. Så fort som potatisen är upptorkad och gått ner i respiration bör klimatet i lagret anpassas för sårläkning. Sårläkning innebär att en skalliknande hinna bildas av de översta cellagren på knölen. Funktionen av den skalliknande hinnan är att fungera som en barriär mot svampar och bakterier, även om dess viktigaste funktion är att hålla kvar fukten i knölen.

Vid sårläkningen är temperaturen den absolut viktigaste parametern. Även luftfuktigheten i lagret kan ha någon påverkan, även om den är omtvistad (Nnodu, 1982). Precis efter skörd är respirationen fortfarande relativt hög. Sårläkningen i sig driver också respirationen med vattenavgång som resultat. Sammantaget handlar det fortfarande om att hålla knölna torra.

En högre temperatur skyndar på sårläkningen, men en allt för hög temperatur kommer att stressa potatisen, med risk för accelererande fysiologisk ålder, groning i lager och ev. kondensproblem till följd av ökande respiration. En lägre temperatur leder främst till att sårläkningen tar längre tid (Ascárd, 1988) och att knölen under en längre tid kommer att läcka vatten. Den totala viktsförlusten kan således bli större om sårläkningen sker långsamt vid en låg temperatur.

Vad är då rätt temperatur för sårläkning? Enligt Nimmermark (1996) bör temperaturen ligga i intervallet 10-15° C. Numera anges ofta en något snävare sårläkningstemperatur på 12 -14° C. Vidare bör den relativa luftfuktigheten vara 95-99 % (Ascárd, 2003). Skulle potatisen vara kallare än denna temperatur vid skörd, så får skördetemperaturen förbli sårläkningstemperaturen. En temperaturhöjning av potatisen efter skörd i lagret, medför en alltför stor risk för kondensutfällning på potatisen.

Även varierande temperaturer i lagret kan orsaka kondens på potatisen. Detta kan ske i alla lagringsfaserna, inte bara under sårläkningen. Det är därför viktigt att temperaturvariationerna blir så små som möjligt. Används uteluft utan någon modifiering av luftfuktighet och temperatur måste hänsyn tas för att undvika fuktutfällning på potatisen (Nimmermark, pers. medd., 2011).

Nytan med snabb sårläkning skall vägas mot risken med att hålla en hög temperatur i lagret. En snabb sänkning av temperaturen leder till minskad utveckling av:

- silverskorv i lager
- svartfläcksjuka i lager
- bakteriesjukdomar i lager
- virusbetingad rost i lager

(Cunnington & Pringle, 2008; Johansson, 1994; Pringle et al., 2008)

Temperatursänkning

Temperatursänkning är nödvändig för att få ner respirationen, vilket leder till minskad viktsförlust och ökad hållbarhet. Temperatursänkning är för många potatissorter den viktigaste parametern för att:

- bromsa utvecklingen av svamp- och bakteriesjukdomar,
- bromsa utveckling av fysiologisk ålder och
- minska problem med groning i lager.

Måltemperaturen kan variera något mellan olika sorter, men är främst beroende på vad potatisen skall användas till. För potatis som ska till industri är det viktigt att den inte har börjat spjälka stärkelse till enklare sockerarter, med mörkfärgning i samband med fritering som följd (sockret karamelliseras och ger mörkfärgning). Olika sorter är olika känsliga för denna process och som exempel bör måltemperaturen för Saturna och Lady Rosetta ligga mellan 8 och 10° C.

För matpotatis begränsas måltemperaturen neråt av samma process, men här är det våra smaklökar som avgör när för mycket av stärkelsen spjälkats till socker. Detta medför att man för matpotatis kan tillämpa en lägre måltemperatur, på 3-5° C, vid långtidslagring (Ascárd, 2003). I England och Holland rekommenderas generellt en lägre lagringstemperatur på 3° C för matpotatis.

Risken för störningar av kvaliteten i utsädespotatis är liten under 4° C, men den får naturligtvis inte frysa. Potatis som lagrats vid låga temperaturer och som av någon anledning inte duger som utsäde, kan bli svårsåld som matpotatis, om för mycket stärkelse omvandlats till socker.

Temperatursänkning är något som skiljer sig markant från vad vi är vana vid i Sverige och vad som är praxis i flera av våra grannländer. När potatisen är klar med sårsläkningen, har vi i Sverige haft en målsättning att sakta sänka temperaturen i lagret. Uttryckt i siffror har det handlat om max 0,2° C per dag eller grovt sett i ”lugn takt så att vi är nere vid 4° C vid jul”. Ser man på de stora potatisodlande länderna Holland och Storbritannien, är de inte rädda för att sänka temperaturen betydligt fortare. En temperatursänkning på 1,2° C per dag avskräcker inte, under förutsättning att man klarar kondensproblem (Hans van den Oever, pers. medd., 2009).

I internationell litteratur omtalas flitigt risken med kylning med för kall luft. Lämplig max skillnad mellan produkttemperatur och den luft man använder för kylning är 4° C vid kylning med uteluft (Cunnington & Pringle, 2008). Enligt Johansson (1994) bör temperaturdifferensen inte överstiga 1 - 1,5° C. Vid kylning med kylaggregat bör temperaturdifferensen inte överstiga 2,5° C (Cunnington & Pringle, 2008).

Har man inte möjlighet till att kyla potatisen, så stiger temperaturen i lagret vid höga utetemperaturer och då ökar risken för sjukdomar och lagringstiden förkortas. Vid kylning eftersträvas en låg och jämn temperatur i lagret. Även i ett kylt lager sker en upptorkning av potatisen, men om också luftbefeuktning används minimeras vattenförlusterna. Artificiell kylning innebär att en hel del energi går åt för kylningen och risk finns att energiförbrukningen och lagringskostnaden kan bli betydande under varma höstar.

Fukt och temperatur under lagringsperioden

När väl potatisen är nere på måltemperaturen skall temperaturen hållas så nära måltemperaturen som möjligt. För att inte potatisen skall tappa i vikt bör den relativa luftfuktigheten vara så hög att luften inte längre kan ta upp någon fukt, vilket enligt engelsk litteratur inträffar vid en relativ luftfuktighet på 97,8 % (Pringle et al., 2008). Enligt Johansson (1994) skall den relativa luftfuktigheten vara 99,3 % för att potatisen inte skall tappa i vikt under lagringen.

Enligt Nimmermark (pers. medd., 2011) så skall den relativa luftfuktigheten vara så hög som möjligt i potatislagret. Även vid en relativ luftfuktighet på 98-99 % så kommer potatisen att avge en mindre mängd vatten, eftersom potatisen avger värme och vatten till följd av respirationen. Luften som strömmar runt potatisen bortför detta och beroende på luftflödet, temperaturen och respirationens omfattning samt skalets fuktdiffusionsmotstånd, så kommer jämviktskoncentrationen (som anges till 97,8 resp. 99,3 % ovan) att variera något.

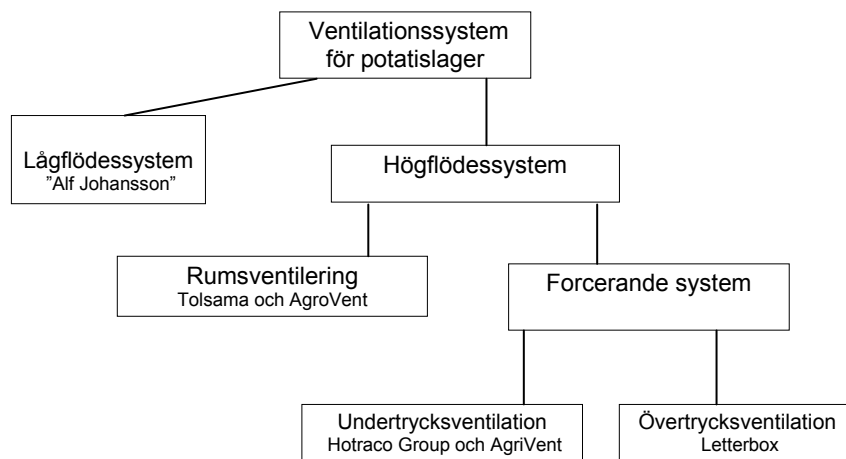
Uppvärmning inför uttag ur lager

Uppvärmning eller förvärmning av potatisen, inför uttag ur lagret, är en fas i lagringen som inte förekommer i någon större omfattning i Sverige. Anledningen är att vi ofta plockar ut potatis kontinuerligt under lagringsperioden. Svenska odlare har dessutom ofta många sorter till försäljning samtidigt. En situation där odlaren vet att all potatis skall levereras på en och samma gång är väldigt sällsynt i Sverige.

Förvärmning syftar främst till att göra potatisen tåligare för hantering och minska mekaniska skador. Temperaturen på knölen skall upp över 8° C och gärna upp mot 10° C för att klara hanteringen på ett bra sätt (Cunnington & Pringle, 2008). En möjlighet är att i anslutning till sorteringen ha ett mellanlager där potatisen kan förvärmas.

Befintliga lagringssystem för potatis

Fram till och med början av 2000-talet har lagringssystem för potatis i Sverige dominerats av lagerkonsult Alf Johanssons lågflödessystem, som ofta kallas för ”Alf Johansson systemet”. Detta ventilationssystem, med låga lufthastigheter, kan användas såväl i löslager som i lådlager. Sedan ett antal år finns det även potatislager med högflödessystem (figur 1).



Figur 1. Uppdelning av ventilationssystem vid potatislagring.

Löslagring

I ett löslager placeras potatisen på ett plant underlag och potatisen ventileras underifrån. Allt från körbara luftningsgolv till golv med enstaka kanaler eller på golvet placerade luftningskanaler förekommer. Luft för såväl upptorkning som för kylning trycks sedan in underifrån och upp genom potatisen. Enstaka lager där man i stället suger ner luft uppifrån förekommer också, men dessa lager blir svåra att styra eftersom upptorkningen och torkzonens rörelse samt kylningen sker från det lättövervakade ytlagret ner till lagrets botten. Att avgöra om potatisen är upptorkad flera meter ner i högen blir i princip omöjligt.

Upptorkningen i ett löslager går relativt fort eftersom man tvingar luften genom potatisen. Luftfördelningen brukar också bli relativt bra, under förutsättning att eventuell jord som kommit med in i lagret är jämt fördelad i högen. Löslagringssystemet är bra och fungerar väl, men har ett antal begränsningar som gör det mindre använt i Sverige för matpotatis på gårdsnivå. De flesta potatisodlarna har flera sorter, vilket kräver flera löslager eller fack för att alla sorter alltid skall vara tillgängliga. Sorternas odlade areal måste ställas mot de olika fackens storlekar.

Utlastningen av ett löslager är ett riskmoment med avseende på mekaniska skador. Skall utlastningen ske med måttliga skador måste potatisen förvärmas, vilket stöter på problem om det inte är så att hela lagret eller facket skall lastas ut vid samma tidpunkt. Vid odling mot kontrakt med en och samma leveranstidpunkt för respektive lager eller fack blir löslagringen betydligt mer intressant.

Vidare måste risken för okontrollerbara rötter beaktas. Skulle det finnas fläckar i fält med skadad potatis, av t.ex. syrebrist, bladmögel (brunröta), bakterier som stjälbakterios eller rödröta, så kan dessa spridas snabbt i ett löslager och det hela kan sluta med en katastrof. I ett lådlager kan samma scenario resultera i ett antal totalhavererade lådor, medan resten av partiet bör vara prima vara.

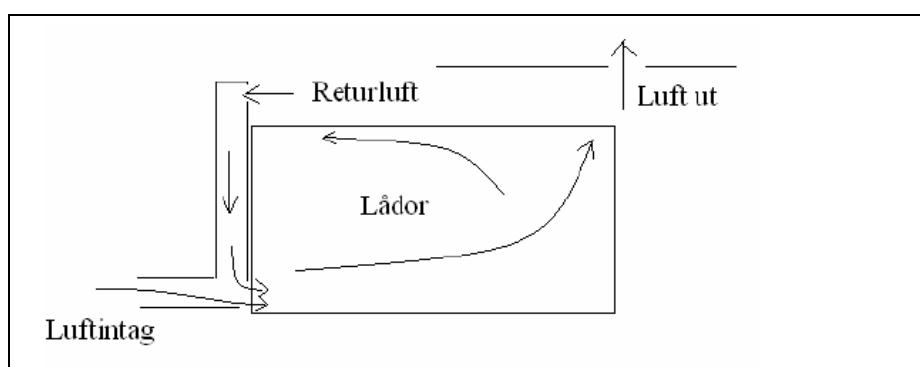
"Alf Johansson systemet" - lådlagring

Under 1960-talet inspirerades Alf Johansson av de potatislager som han såg i nordvästra USA. De principerna man där praktiserade har han sedan vidareutvecklat och anpassat efter vårt klimat. Lagersystemet har fungerat alldeles utmärkt och gör så fortfarande under vissa förutsättningar. Kravet är dock att potatisen är av god kvalitet, dvs. fri från rötter eller andra smittsamma lagringssjukdomar samt att skörden utförs under optimala väderförhållanden och är torr vid inlagringen. "Alf Johansson systemet" bygger på ett lågt luftflöde och har därför svårt att torka upp en blöt potatisskörd eller torka ut knölar som kollapsar till följd av bakterieangrepp eller frostsador, speciellt vid lådlagring.

"Alf Johansson systemet" kallas för "Pressure Wall" på engelska, eftersom den luft som är på väg in i lagret fördelas via en "tryckvägg" eller en "kanal" som oftast löper utefter en långsida av lagret. Anledningen till att kanalen oftast löper längs med långsidan är att systemet fungerar bäst om potatislåden inte sträcker sig mer än ca 12 m ut från tryckväggen.

Tryckväggen är försedd med öppningar längst ner där luften på väg in i lagret trycks ut med hjälp av fläktar. Potatislåden ställs sedan i rader med långsidan mot väggen. Lådornas ben utgör sedan "luftkanaler" för styrning av luften vidare in i lagret. Fläkten förser potatislagrets golv med kyld luft som sen stiger uppåt. Grunden i hela ventilationssystemet är att varm luft är lättare än kall luft och att luften som värms av potatisens andningsvärme därför stiger uppåt.

Den varma potatisen avger värme till luften som omsluter potatisen i lådan. När den varma luften stiger upp genom och ur lådan skapas ett sug i botten (och sidorna) på lådan (skorstenseffekt). Den utgående luften ersätts då med kallare luft från golvet, som kyler potatisen. Luften värms och dess fukttäthet ökar av potatisen som kyls och avger vatten. Luften som blir varm och mättad med fukt, stiger upp mot taket och släpps ut från lagret, vilket ger plats åt ny kall luft. Innertaketets temperatur liksom potatisens temperatur i översta skiktet vid taket kan vid kall väderlek vara så låg att kondensvatten faller ut, om inga åtgärder vidtas. Takvärme, t.ex. värmekablar, används därför för att höja temperaturen för att undvika kondens vid taket. Ventilationsanläggningens uppgift är att förse golvet med kall luft som lådstaplarna kan nyttja. Varm fuktig luft förs sedan ut vid taket, se figur 2.



Figur 2. Luftflöde enligt "Alf Johansson systemet". (Illustration Marie Olsson och Viktor Jansson i Olsson *et al.*, 2008).

För- och nackdelar med ”Alf Johansson systemet”

- + Låg risk för att utövaren gör något fel som stör kvaliteten.
- + Låg risk för häftiga temperatursvängningar, med stress som följd, om styrutrustningen är rätt inställd.
- + Investeringen i fläktar och luftkanaler blir liten då inga högre tryck och flöden krävs, speciellt vid lådlagring.
- + Lagerytan kan utnyttjas effektivt.

- Låga luftflöden och den långa vägen genom potatisen som luften skall transporteras gör att alla processer, så som upptorkning och temperatursänkning, går väldigt sakta. Detta gör att mycket blöta potatispartier eller partier med röt- eller frostsador blir svårhanterliga. Systemet kan också resultera i problem med skalmisfärgning till följd av allt för långa upptorkningstider. Detta gäller speciellt vid lådlagring.
- Kravet på takvärme för att undvika kondens vid taket gör att systemet kan kräva en hel del energi.
- Lagringssystem som kräver långa driftstider (lågflödessystem) har svårt att utnyttja korta perioder av kallt väder under såväl höst, för nedkylning, som under våren för att behålla låga temperaturer i lagret. Detta gör att systemet framöver kan behöva dimensioneras för högre luftflöden eller kompletteras med artificiell kyla för att uppnå önskade lagringskrav.

Rumsventilering - lådlagring

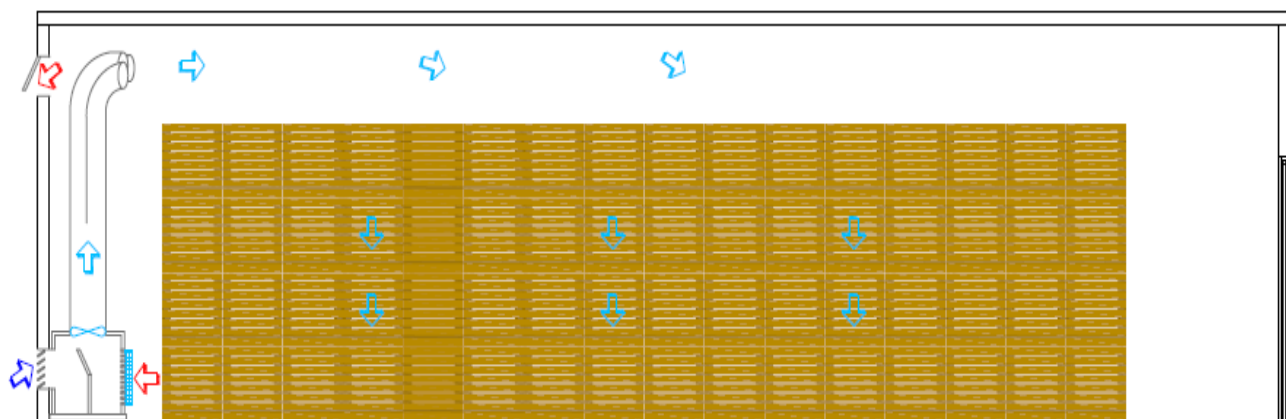
Rumsventilering eller ”Overhead throw system” som engelsmännen kallar det, är ännu mer dominerande för lådlagring i England än vad ”Alf Johansson systemet” är i Sverige. Rumsventilering förekommer även i stor omfattning i Holland och i Danmark. I Sverige finns det ett par leverantörer av anläggningar för rumsventilering: Tolsmas anläggningar som levereras via Bo R Adolfsson Consulting AB och AgroVents anläggningar som levereras via Grimme Skandinavien A/S.

Tolsma

Principen bygger på att rummet fylls under en kort period med luft av rätt temperatur och när detta har skett så stoppas fläkten. Under fläktens paus hinner värme och fukt flöda ut ur lådorna samt värma och fukta upp omgivande luft. Därefter ersätts den med ny luft.

Ventilationen kan designas lite olika. Gemensamt är dock att man med höga flöden blåser in luft i lagret över lådorna. Lådraderna skall placeras med ett mellanrum för att värme och fukt skall kunna flöda ur lådstaplarna, såväl åt sidorna som uppåt. Vid internventilation och vid inblandning av ytterluft tas returluften från lagret in i ventilationsenhetens botten, dvs. vid golvet, se figur 3.

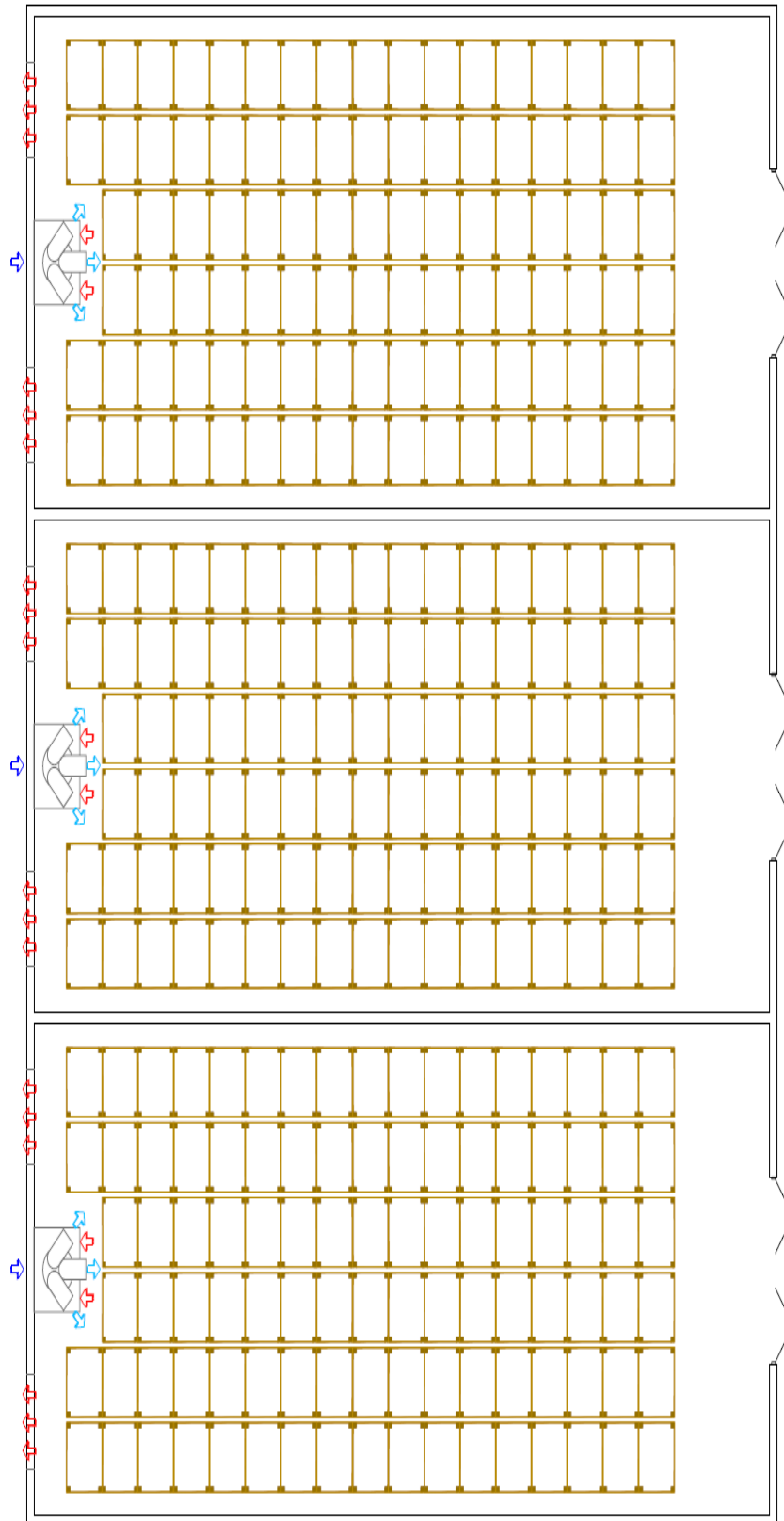
Rumsventilering under engelska förhållanden är ofta fasta installationer, till skillnad från Tolsmas ventilationsenheter, som står lösa i potatislagret. I England är det också vanligt att man ställer ihop lådorna utan spalt mellan raderna. Med hjälp av presenningar som avgränsning styrs ventilationsluften ut över lådorna för att på så sätt tvinga luften att gå genom lådorna på sin väg till ventilationsenhetens blandningskammare. På så sätt undviker man att luften går snabbaste vägen till ventilationsenhetens inlopp för returluft från lagret, dvs. vid blandningskammarens öppning vid golvet, se figur 3.



Figur 3. Luftflödet vid rumsventilation sedd från sidan, tex Tolsma eller Agri Vent. (Illustration Sara Lundberg).

För- och nackdelar med Tolsmas rumsventilering

- + Upptorkningen går fortare än i ”Alf Johansson systemet” pga. högre luftflöde. Våtare partier, partier med röt- eller frostsador kan troligen hanteras lättare och problem med skalmisfärgning bör minska.
- + I och med att den svala och torra luften för kylning och upptorkning blåses in över lådorna nära taket bör problemet med kondens i taket minska och takvärme behövs därför inte.
- + Effektiv lufttillförsel (högflödessystem) och kortare driftstider gör att svala perioder ute bör kunna utnyttjas effektivare, vilket även bör leda till ett lägre behov av artificiell kyla.
- + Tolsma är inte en fast installation, vilket gör att den kan avyttras om man så skulle önska.
- I och med att man inte ställer ihop lådorna helt, så tappar man en del lagringsvolym.
- Med för höga luftmängder kan man torka ut potatisen om ventilationen är felinställd.
- Varje lagerenhet (i Tolsmas fall 500 – 600 ton) skall helst fyllas under en kort period med potatis som har samma ventilationsbehov. Särbehandling av olika partier inom varje enhet är inte möjlig.



Figur 4. Luftflödet och lådornas placering vid rumsventilering sedd uppifrån, t.ex. Tolsma eller Agri Vent. (Illustration Sara Lundberg).

AgroVent

Grimme Skandinavien säljer ett ventilationssystem från holländska AgroVent i Skandinavien. De erbjuder ett system för rumsventilation som i sin funktion påminner om Tolsmas system, se figur 4. Till skillnad från Tolsmas system är AgroVents oftast en fast installation, även om det inte är en på långa vägar lika omfattande installation som ”Alf Johansson systemet” eller ett sugande system. AgroVent har även mobila anläggningar.

Ventilationsenheten består av en ”MIX-LUFT låda” som placeras på ytterväggen, mitt för tilluftsöppningen för uteluften. ”MIX-LUFT lådan” innehåller fläktar och blandningsspjäll och blåser in uteluft, ev. blandat med rumsluft, över lådorna. Luften blåses direkt från fläkten och ut över potatislådorna nära taket. Lufthastigheten i tilluften från fläkten skall vara hög och kastlängden lång, så att en stor del av luften når över kanten på de sista lådorna. Här sjunker denna kallare luft ner mot golvet. Skulle lagret vara mer än 20 m långt, så kan hjälpfläktar installeras för att hjälpa luften att nå hela vägen fram. Väl i bortre ändan på lagret skall luften kunna tränga in i de ”kanaler” som finns mellan lådorna, som därför inte får vara helt hopställda. Medan luften passerar utmed och igenom lådorna på sin väg tillbaka till den vägg där ventilationsenheten sitter, plockar den upp fukt och kyler potatisen i lådorna.

Avluftsöppningar (utloppsluckor) för att ventileras luft ut ur potatislagret är i detta system placerade lågt för att säkra att lådorna längst fram får lika mycket luft som lådorna längst bak i lagret. Vid drift med enbart återluft (internventilering) i lagret är utloppsluckorna stängda och luften som passerat potatisen sugas in i blandningskammaren och blåses åter ut över potatisen. När ingen blandning av uteluft och återluft (rumsluft) behövs går all luft ut genom utloppsluckorna.

Luftmängderna som används i detta system är höga och hastigheten för upptorkning beror huvudsakligen på lådornas bredd. Varm fuktig luft vandrar ut ur lådan till dess gavel och denna luft ersätts av kallare och torrare ventilationsluft. Den varma och fuktiga luften får aldrig längre väg än från centrum av lådan och ut till ytterkanten av lådan innan den ventileras bort.

I och med att man har placerat utloppsluckorna vid golvet anser man sig få ett jämnt luftflöde vid ventilation med uteluft, utan risk för att man får ett oventilerat utrymme vid golvet, närmast den vägg där ventilationsanläggningen är placerad (Hylleberg, pers.medd., 2010).

För- och nackdelar med AgroVents rumsventilering

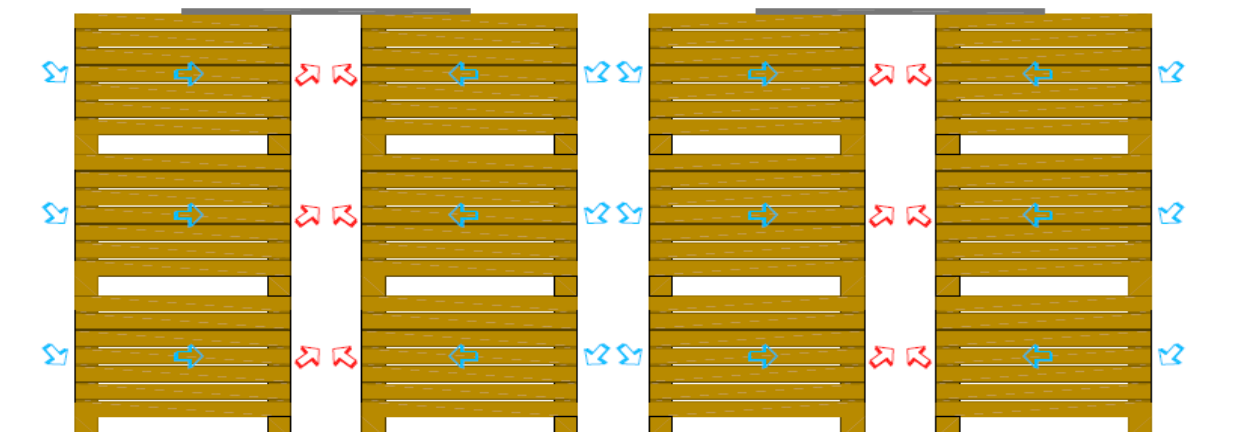
- + Effektivare upptorkning av potatisen och bättre kylning med kall uteluft samt kortare driftstider p.g.a. högre lufthastigheter.
- + Enkel installation.
- + Någon begränsning i antal ton per lagerutrymme finns inte i AgroVents anläggning eftersom flera storlekar på aggregat enkelt kan samverka.
- En del av lagringsutrymmet tappas eftersom lådorna inte skall ställas helt tätt tillsammans.
- Risk för uttorkning av potatisen i de översta lådorna nära luftutsläppen vid taket.
- Installationen är något mer omfattande än vad den är för Tolsmas anläggningar.

Undertrycksventilation - lådlagring

Undertrycksventilation eller ”Suction Wall System” skiljer sig främst i förhållande till tidigare nämnda system genom att man tvingar luften att gå igenom potatislådorna och att man arbetar med undertryck i stället för övertryck.

Hjärtat i ventilationssystemet är även här en fläkt, men här bygger fläkten upp ett undertryck i en luftkanal som medför att potatislådorna kan ventileras effektivt. Potatislådorna ställs i rader, med mellanrum mellan raderna, och luftkanaler för frånluft skapas genom att varannan lådradspalt täcks med en, med lattor förstärkt, presenning på toppen. Denna täckning görs även vid yttre gaveln av lådraden. Mitt för denna spalt finns det en öppning i luftkanalen vid väggen varpå undertrycket från luftkanalen når ut i lådradspalterna som nu utgör förlängningen av luftkanalen från väggen. Tilluften blåses in i lagret över lådorna, dvs. taknära, varpå condensproblemen i tak undviks på samma sätt som i system med rumsventilering. Varannan lådradspalt får således utgöra tilluftskanal och varannan lådradspalt frånluftskanal genom kopplingen till luftkanalen med undertryck, se figur 5 och 6.

Potatislager med undertrycksventilation är redan byggda i Sverige; ett på 600 ton och ett annat på 900 ton. Utrustning och styrenheter tillhandahölls av dåvarande Mooij Pressure Ventilation B.V. nu inordnat under Hotraco Groupe.

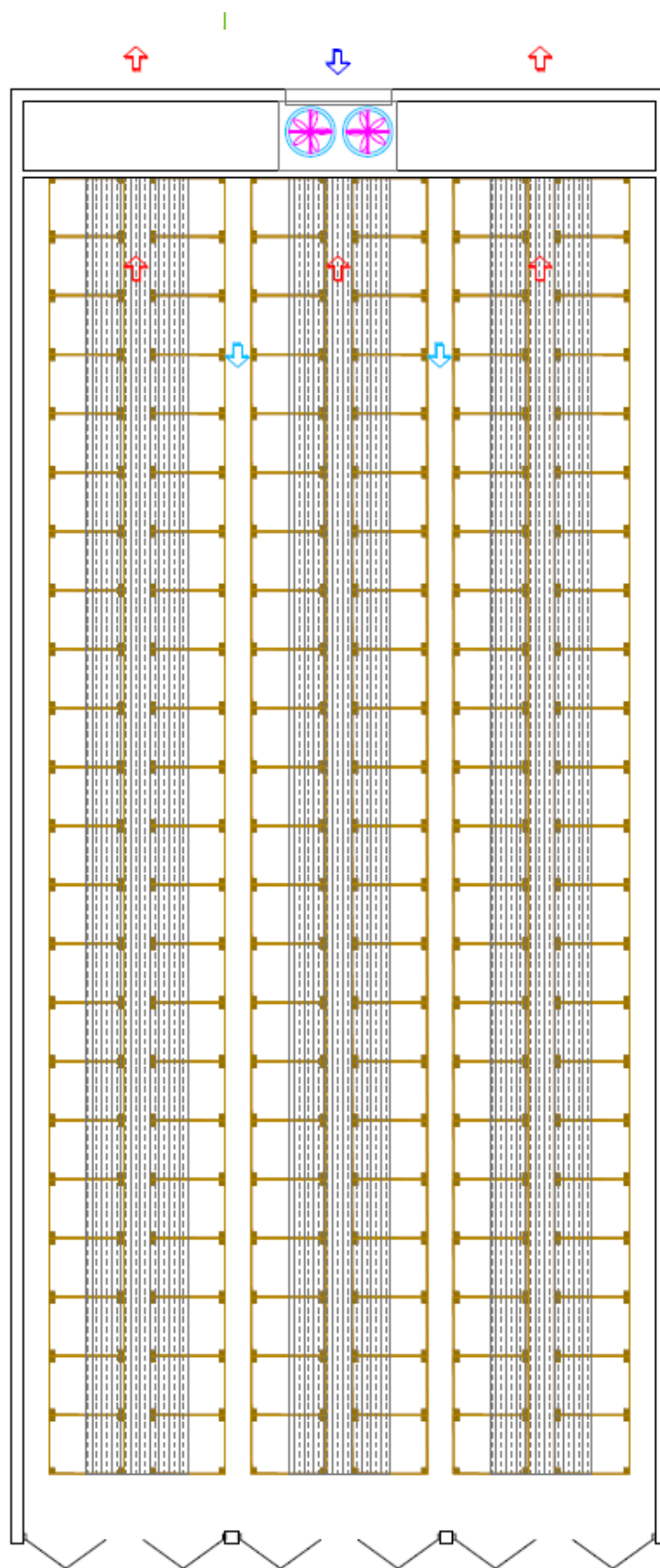


Figur 5. Luftflöde i undertrycksventilation (forcerande system), sedd från lådornas kortsida. Täckningen över lådorna formar en frånluftskanal, med undertryck, mellan lådorna (röda pilar). Tilluften, de blå pilarna, går genom lådorna och tar med sig varm fuktig luft ut till frånluftskanalen. (Illustration Sara Lundberg).

För- och nackdelar med undertrycksventilation

- + Kylning och upptorkning blir betydligt effektivare i och med att luften tvingas genom lådorna. Detta innebär att blöta, rötskadade och frusna partier kan hanteras i detta system.
- + Korta perioder med utomhuskyla kan utnyttjas effektivt varpå behovet av komplettering med mekanisk kyla minskar.
- + Enstaka delar av ett parti (minst två rader) kan särbehandlas.
- + Betydligt längre rader kan hanteras här än i tidigare beskrivna system.
- I och med att systemet har hög effektivitet vid kylning och torkning så kräver det mer regelbunden tillsyn och uppföljning av vad som händer i lagret jämfört med andra långsammare system.

- I och med att en luftspalt måste lämnas mellan varje rad så tappar man en del lagringskapacitet.
- Inlastning i lagret måste göras med hög precision för att inte ”tjuvluft” skall gå direkt in i undertryckskanalen.
- Vidare får inte lådorna vara allt för skeva eller vara av olika storlek i respektive rad.
- Tid åtgår också till att täcka lådspalterna och gavlarna med presenning.



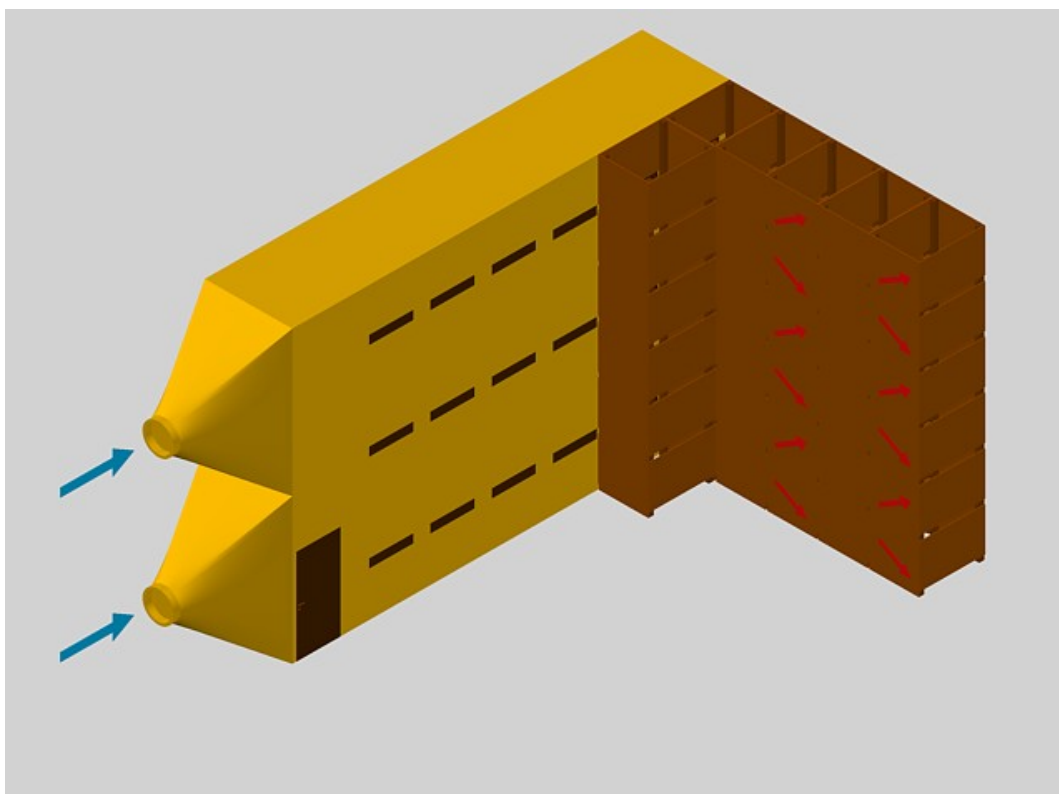
Figur 6. Luftflöde och lådornas placering i ett forcerande system, undertrycksventilation, sedd uppifrån. (Illustration Sara Lundberg).

Övertrycksventilation - lådlagring

Letterboxsystemet, som bygger på övertrycksventilation, finns både i Skottland och i England. Detta system liknar i sin funktion system med undertrycksventilation då man även här tvingar luften genom lådorna. Skillnaden är att man trycker luften igenom lådorna istället för att suga, se figur 7. I Sverige används systemet för torkning och lagring av lök, men i dagsläget är det ovanligt för lagring av potatis.

För- och nackdelar med övertrycksventilation

- + Kylning och upptorkning blir mycket effektiv och styrning av luftflöden till eller från vissa partier är möjlig.
- + Korta perioder med utomhuskyla kan utnyttjas effektivt varpå behovet av komplettering med mekanisk kyla minskar.
- Letterboxsystemet som har hög effektivitet vid kylning och torkning av potatisen kräver mer regelbunden tillsyn och uppföljning av vad som händer i lagret jämfört med långsammare system.
- Den vägg som utgör tryckväggen blir ganska avancerad och måste passa exakt med lådorna, både i bredd och höjd.
- Till skillnad från de andra systemen krävs speciellådor med täta gavlar och speciella luftningsspalter.
- Lådorna måste lastas in med stor precision i lagret.



Figur 7. Luftflödet vid Letterboxsystem. (Illustration Sara Lundberg).

Nya metoder för lagring av potatis

Groningshämmare

I Sverige har vi inte någon större tradition av att använda groningshämmande ämnen på matpotatis i lagret. Vi har heller inte samma problem med groning i lager som man har i England och Holland. Groningshämmare används för att potatisen inte skall gro, men långt innan potatisen börjar gro, så börjar stärkelse omvandlas till socker.

Även om dessa nivåer av socker är mycket låga, så kommer sockret ändå att missfärga potatisen. Denna process kommer även att starta om potatisen lagras vid för låg temperatur, varpå chips- och pommes frites-industrin är beroende av groningshämmare för att kunna lagra potatisen i något högre temperatur, utan att potatisen börjar närmar sig stadiet för groning.

Dominerande substans som använts för groningshämmning i potatis är klorprofam (oftast benämnd CIPC). Användningen är dock omstridd då det finns studier som pekar på hälsorisker. Vidare har rests substanser av CIPC uppmätts i chips (Livsmedelsverket). I Sverige gick flera registreringar för klorprofam-preparat ut 2005. Två klorprofamhaltiga preparat, ”Gro-Stop Innovator” och ”Neo-stop” är dock godkända fram till 2015 (Kemikalieinspektionen).

Etylen som groningshämmare

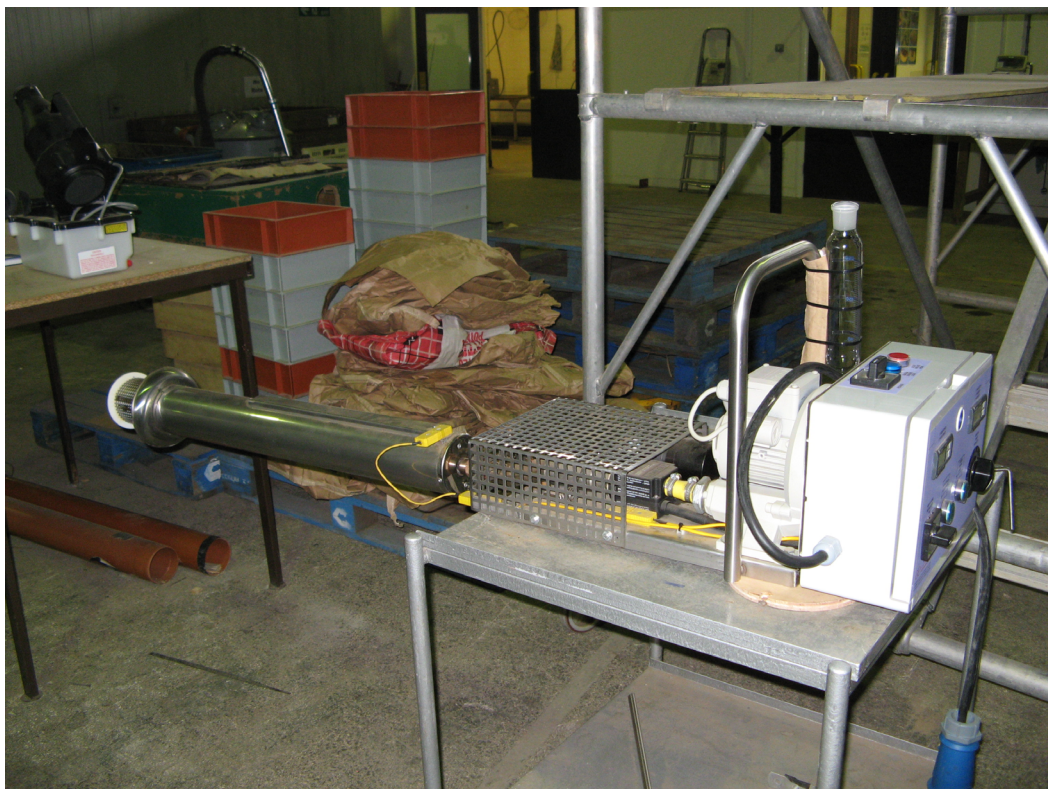
Etylen är ett mognadshormon som bidrar till nerbrytning av klorofyll hos växterna och påskyndar åldrandet. Etylen C_2H_4 finns naturligt hos vissa grönsaker och frukter. I England används etylen kommersiellt som groningshämmare i potatislager. Etylen är en ”biologisk gas” till skillnad från CIPC som är kemisk (Cunnington, 2008)

När etylen tillsätts luften i potatislagret kommer potatisens cellandning att öka, med ökade koldioxidhalter som följd. Vid en ökad cellandning kommer även processen att ombilda stärkelse till socker att påskyndas i potatisen. Vid förhöjda nivåer av koldioxid i lagret kan i värsta fall potatisen kvävas inifrån med mörkfärgning i mitten som resultat, på engelska kallat för ”Black heart” (Davis, 1926).

Förändringar av potatisens smak och textur kan också bli resultatet av höga halter koldioxid i lagret. Det finns också sortskillnader för hur potatisen påverkas av förhöjda koldioxidhalter. Det är således viktigt att vid tillförsel av etylen ha lagrets koldioxidhalt under kontroll och att det går att ventilerar ut den koldioxid som potatisen bildar vid den ökade cellandningen. Vid tillförsel av etylen behövs tillräcklig ventilation i lagret de tre påföljande veckorna. Genom den ökade cellandningen vid tillförsel av etylen kommer även temperaturen att öka i lagret, varpå man bör säkerställa att man har tillräcklig kylningskapacitet för att bromsa temperaturökningen.

Etylen går inte att använda i potatis som skall processas, t.ex. friteras inom chipsindustrin, eftersom dessa chips kommer att mörkfärgas till följd av för höga sockerhalter. Däremot går etylen att använda i utsädespotatis till skillnad från CIPC-preparaten. Potatis lagrad med etylen och som inte längre ligger i denna atmosfär kommer mycket snart att börja gro, om potatisens naturliga groningsvila har hunnit brytas.

Det finns olika system för tillförsel av etylen i lager. De två dominerande systemen som används i England är antingen etanol, som katalyseras till etylengas, eller etylengas som levereras i en tryckbehållare, se figur 8.



Figur 8. Etylengenerator som konverterar etanol (C_2H_5OH) via en katalysator till etylengas (C_2H_4) och vatten (H_2O) (Foto Rolf Lindholm).

Praktisk lagringsstudie i högflödeslager

En praktisk lagringsstudie av potatis, efter såväl betat som obetat utsäde, har genomförts under 2009-2010. Potatisen har lagrats under olika förutsättningar med olika ventilationssystem. Studien har genomförts av Rolf Lindholm och Magnus Melin, Växa Halland i samarbete med Syngenta. Studien visade att potatis lagrad i ett lager med ventilationssystem som kan ge stora luftmängder höll tillbaka problemen med skalmissfärgning och silverskorv. Problemen försvann inte helt, men utvecklades betydligt senare under lagringsperioden och omfattningen minskade. Man vann någon månad längre i lager, innan mängden skalmissfärgning eller silverskorv översteg max gräns för klass 1, jämfört med lågflödessystem (Melin, pers. medd. 2011).

Diskussion

Det finns stora skillnader mellan hur vi lagrar potatis i Sverige och hur potatis lagras i de stora potatisproducerande länderna England och Holland. En del skillnader kan förklaras med tradition, men de klimatmässiga förutsättningarna är också olika. Om det stämmer att vi på grund av växthuseffekten går mot ett klimat med varmare och blötare höstar (Westermarck, 2011), kommer vi också att närma oss de klimatmässiga problem som holländare och engelsmän står inför redan i dag. Därför tror vi att det finns många erfarenheter vi kan dra lärdom av från dessa länder. Viktiga parametrar är upptorkning och klimatstyrning i lagret, men det finns även fysiologiska skillnader vid potatisodling under deras förutsättningar och våra, vilket bl.a. innebär en svagare gröningsvila.

Lågflödesventilation enligt ”Alf Johansson systemet” som använts under lång tid i Sverige förutsätter att vi lagrar in en relativt torr potatis. Med de förväntade klimatförändringarna samt odling på allt styvare jordar och på de allt större enheterna, måste vi ha tillgång till alternativa lagrings- och ventilationssystem vid lådlagring, för att klara av såväl snabbare upptorkning som effektivare temperatursänkning.

Vilket system som är bäst är dock svårt att avgöra. Tittar vi bara på vilket system som är effektivast vid lådlagring när det gäller upptorkning och temperatursänkning, så går det fortare att torka upp potatisen i de system som tvingar luften genom potatisen, d.v.s. undertrycks- eller övertryckssystem. ”Alf Johansson systemet” behöver flest driftstimmar för att torka och kyla potatisen, medan rumsventilering, med glest ställda lådstaplar, intar en mellanställning. Har vi dock en någorlunda torr potatis av god kvalitet att stoppa i lagret, då kan lågflödesventilation enligt Alf Johansson räcka.

Eventuellt kan fläktarna och luftmängderna i ”Alf Johansson systemet” dimensioneras så att ett något högre luftflöde ges vid inlagringen av potatisen. Därefter kan man ställa in ett lägre luftflöde under själva lagringen. Vidare skulle det vara intressant att undersöka om ”Alf Johansson systemet” kan förbättras genom att ställa lådorna glesare, vilket tillämpas vid rumsventilering. Denna förändring löser dock inte problemet med kondensutfällning vid taket hos ”Alf Johansson systemet”, vilket medför att behovet av takvärme eller extra isolering kvarstår. (Nimmermark, pers. medd., 2011)

Under- respektive övertryckssystemen kommer i de flesta fall att ha en större kapacitet än vad som normalt behövs. Samtidigt som dessa system kan vara räddningen ett år med mycket rötter eller frostskadad potatis och kan därför vara skillnaden mellan en lyckad inlagring och ett totalhaveri i lagret.

Man får som odlare bedöma vilka behov man har av att fort kunna torka upp och kyla sin potatis. Följande frågeställningar bör vägas in vid val av ventilationssystem:

- Hur ofta har jag blöta förhållande vid skörd?
- Vilken jord odlar jag på?
- Hur mycket jord får jag med in i lagret?
- Vad har jag för kapacitet på upptagning och jordfrånskiljning?
- Hur känsliga är dagens (och framtidens) sorter för skalmisfärgning?
- Hur stora är problemen med bakteriesjukdomar, som stjälbakterios?
- Hur stora är problemen med groning i lager?

Måltemperatur under nedkylningsfasen och lagringsfasen skiljer sig från våra traditionella rekommendationer i jämförelse med t.ex. holländska och engelska. Generellt sett vill de kyla fortare och ner till en något lägre måltemperatur. Deras varmare väder under växtodlings-säsongen ger en svagare groningsvila, än vad vi är vana vid. Att man i utlandet dessutom siktar på större knölstorlekar innebär fler dagar i odling, vilket också ger en svagare groningsvila. Detta kan förklara en del av skillnaden i hantering och måltemperaturer. Även deras långa erfarenhet av att hantera system som snabbt kyler ner potatisen samt att de har betydligt större tillgång till kylanläggningar än vad vi har i Sverige, gör att de kunnat skaffa sig kunskaper kring snabbare nedkylning. Någon direkt risk med en snabbare nedkylning kan vi inte se, så länge man inte drar på sig kondensproblem eller använder luft att kyla med som är mycket kallare än potatisen.

Det är även av stor vikt att man kan hålla kvar temperaturen i lagret så att den inte stiger igen, efter att den en gång sänkts. Vidare bör temperaturen vara jämn i hela lagret utan några större variationer. Traditionellt har vi i Sverige inte velat gå under 4° C som lagringstemperatur och rekommendationer har gällt för all sorts potatis, utom den potatis som skall användas inom chipsindustrin. I England har man specifika temperaturrekommendationer för respektive användningsområde, och även för olika sorter, en kunskap som vi tyvärr oftast saknar i Sverige.

Diskussion kring driftsekonomi

Några säkra uppgifter om huruvida det är dyrare eller billigare att lagra in potatis i det ena eller andra lagret finns inte tillgängliga och det går inte riktigt att jämföra systemen så. Den rena investeringen hänger till viss del på vilken flätkapacitet som behövs, hur avancerade styrsystem som väljs samt hur omfattande installation som krävs i lagret. Samtidigt varierar investeringen mycket mellan olika företag beroende på om kanaler etc. byggs i egen regi eller ej och vilka möjligheter man har att skaffa eget byggnadsmaterial. Ofta blir lagringssystem med höga luftflöden något dyrare att investera i, samtidigt som dessa ger kortare tork- och kyltider. Höglödes-system klarar sig och andra sidan betydligt längre innan de behöver kompletteras med mekanisk kyla. När mekanisk kyla används så ökar investeringen markant liksom driftskostnaden.

Ventilationssystem som har stora flätkapaciteter kan komma ner rejält i energiförbrukning genom att använda frekvensstyrda fläktar samt betydligt färre driftstimmar, p.g.a. effektivare upptorkning och kylning av potatisen. Samtidigt ökar investeringskostnaden och ev. behov av större säkringar för strömförsörjningen kan leda till högre fast kostnad för elabonnemanget.

Referenser

Litteratur

- Ascárd, K. (1988), Lagerbyggnader och lagringsteknik för potatis och grönsaker, *Konsulentavdelningens rapporter. Trädgård*.
- Ascárd, K. (2003), Lager för kvalitetsprodukter. I: Ascárd, J. & Rehnstedt, C. (red.) 2003. Ekologisk odling av grönsaker på friland. Kurspärm. Jordbruksverket.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_2.pdf
- Cunnington, A. & Pringle, R. (2008), *Store managers' guide*, ed. A. & Jackson Cunnington, K., Potato Council; Lincolnshire: Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB).
- Cunnington, A.C. (2008), 'Developments in Potato Storage in Great Britain', *Potato research*, 51 (3), 403-10.
- Dale, M.F.B., Griffiths, D.W., Bain, H., & Todd, D. (1993), Glycoalkaloid increase in *Solanum tuberosum* on exposure to light, *Annals of Applied Biology*, 123 (2), 411-18.
- Davis, W.B. (1926), Physiological investigation of black heart of potato tuber, *Botanical Gazette*, 323-38.
- Errampalli, D. Saunders, J.M., & Holley, J.D. (2001), Emergence of silver scurf (*Helminthosporium solani*) as an economically important disease of potato, *Plant pathology*, 50 (2), 141-53.
- Johansson, A. (1994), Kompendium i praktisk lagrings- och kylteknik av potatis, Norrköping. Kemikalieinspektionen, (2011-12-28), Ämnesinformation, <<http://apps.kemi.se/bkmregoff/infoamnen.cfm?AmnID=5>>,
Livsmedelsverket, (2011-12-28), Antigroningsmedel, <<http://www.slv.se/sv/Settings/Sok/?q=antigroningsmedel&defst=True&uid=7C10D810DACC5D41CF0DB3B91B59CC4B:3139342E34372E35332E3935:5246292907649595404>>,
Mazza, G. & Siemens, A.J. (1990), Carbon dioxide concentration in commercial potato storages and its effect on quality of tubers for processing, *American Journal of Potato Research*, 67 (2), 121-32.
- Nimmermark, S. (1996), Potatislagring - Klimathållning och byggnadsutformning. Rapport 109, JBT, SLU Alnarp <<http://allan.jbt.slu.se/publikationer/rapport/Rapport-109.pdf>>
- Nnodu, E.C., Harrison, M.D. & Parke, R.V. (1982), The effect of temperature and relative humidity on wound healing and infection of potato tubers by *Alternaria solani*, *American Journal of Potato Research*, 59 (7), 297-311.
- Olsson, M., Jönsson, N., & Jansson, V. (2008), Hur kan problemet med silverskorv på potatis minskas?, Institutionen för växtproduktion, SLU Uppsala.
- Pringle, R., Bishop, C. & Clayton, R. (2008), *Potato postharvest*, Wallingford, CABI.
- Rodriguez, D.A., Secor, G.A., Gudmestad, N.C., & Francl, L.J. (1996), Sporulation of *Helminthosporium solani* and Infection of Potato Tubers in Seed and Commercial Storages, *Plant disease*, 1063.
- Schippers, P.A. (1977), The rate of respiration of potato tubers during storage 1. Review of literature, *Potato research*, 20 (2), 173-88.
- Westermarck, L., (2011-12-28), Framtida effekter i Sverige, <<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Klimat/Envarmare-varld/Sa-paverkas-Sverige/Framtida-effekter-i-Sverige/>>,

Personliga meddelande

- Adolfsson, Bo, 2008-03-26, Adolfsson i Odensbacken AB.
- Cunnington, Adrian, 2009-04-06, British Potato Council.
- Hylleberg, Heine, 2010-01-20, Grimme Skandinavien A/S.
- Melin, Magnus, 2011-12-05, Växa Halland.
- Nimmermark, Sven, 2011-12-05, LBT, SLU Alnarp.
- Stroude, Graeme, 2009-04-06, British Potato Council.
- van den Oever, Hans, 2008-03-26, Mooij Pressure Ventilation B.V.

Internet

- www.potato.org.uk
- www.odensbacken.com
- www.hotraco.nl
- www.agrovent.nl

