



Examensarbete i Lantmästarprogrammet 02/04:34

POTATISLAGRING

POTATO STORING

Carl-Johan Olsson

**Handledare: Allan Andersson
Examinator: Allan Andersson**

**Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för växtvetenskap**

Alnarp 2004

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<i>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</i>	0
<i>SAMMANFATTNING</i>	3
<i>SUMMARY</i>	3
1. INLEDNING	4
1.1. METOD	4
2. POTATISKNÖLEN	5
2.1. STÄRKELSE.....	5
2.2. SOCKER.....	5
2.3. KVÄVE	5
2.4. FETT	6
2.5. SKALET	6
3. OLIKA LAGRINGSMETODER	7
3.1. LAGER FÖR LÅDOR.....	7
3.2. LAGER FÖR LÖST LAGRAD POTATIS.....	7
4. GENERELLT OM LAGRING	8
4.1. LAGRINGENS PÅVERKAN PÅ KNÖLEN.....	8
4.2. RÖTOR.....	9
4.3. INLAGRING	9
4.4. SÅRLÄKNING.....	10
5. LAGRINGSTEKNIK	11
5.1. FLÄKTKAPACITET	11
5.2. SITUATIONER DÄR FLÄKTNING KRÄVS	12
5.3. BEFUKTNING AV LUFTEN.....	12
5.4. ARTIFICIELL NERKYLNING.....	12
5.5. NEDKYLNING	13
5.5.1. Luftens påverkan på potatisen	14
5.6. KONDENS I LAGRET	15
5.6.1. Några orsaker till kondens	15
5.7. VÄRMESLINGOR.....	16
6. POTATISLAGRING INTERNATIONELLT	17
6.1. DANMARK	17
6.1.1. Friströmsventilation.....	17
6.1.2. Tvångsventilation	17
6.1.3. Ventilation för löst lagrad potatis	17
6.2. USA OCH KANADA	18
7. SOLANUM I KÄVLINGE	19

8. BESÖK PÅ KULLA GÅRD	20
9. SLUTSATS	22
10. LITTERATURFÖRTECKNING	23

SAMMANFATTNING

Jag har valt att fördjupa mig i lagring av potatis. Hur ska man gå tillväga för att behålla kvaliteten på potatisen under lagringsperioden med en så liten viktförlust som möjligt? Mitt mål med detta arbete är att få en inblick hur potatisknölen beter sig i lagringsutrymmet. Lagringsmiljön är väldigt betydelsefull i potatislagret. Luftfuktigheten ska vara hög under hela lagringsperioden. Hastigheten på luften i ventilationskanalen skall max vara 3 m i sekunden. Knölna ska själv ta till sig luften genom självkonvektion. För stort luftflöde ger en uttorkad knöl och en större viktförlust som följd.

Temperaturen ska sänkas successivt under hösten till en slutlig temperatur på 4 grader. Jag har kommit fram till att klimatet ska vara den samma i alla lagerhus. Sedan hur man uppnår detta klimat finns det olika teorier om.

Potatislagring kräver god kunskap i hur knölen beter sig i lagret och en god tillsyn under lagerperioden.

SUMMARY

The aim with the thesis is to get deeper knowledge in one of the subjects botany, livestock technology or economy.

I have chosen to get deeper knowledge in how to store potatoes. How are you going to act to keep the quality on the potato during the storage, with a minimum of weight lost?

My aim with this thesis is to get a view over how the potato act in storage space. The storage environment is very important in the storage space. The humidity of the air shall be high during the whole storage period.

The temperature shall gradually be reduced during the autumn to a final temperature of four degrees. My summary are that the temperature should be the same in every storage spaces.

There are a lot of theories of how reach this environment.

1. INLEDNING

I lantmästareprogrammet ingår det att göra ett examensarbete på fem poäng som motsvarar 200 timmar. Huvudsyftet med arbetet är att fördjupa sig i något ämne man finner intressant inom växtodling, husdjursteknik eller ekonomi.

I detta arbete tar jag upp hur man ska gå tillväga för att lyckas med potatislagringen. Potatislagerhus är ett bra komplement som skulle passa min familjs företag bra. Solanum i Kävlinge där vi levererar all potatis idag har i höstas gjort en förfrågan om odlarna själv skulle kunna tänka sig att lagra potatisen mot ersättning, för att sedan direktleverera till Procordia i Eslöv.

Att själv kunna lagra sina produkter resulterar oftast i att man kan få ut ett högre pris vid försäljning. Dessutom kommer man i ett annat förhandlingsläge då man lagrar produkten själv.

Arbets säsongen blir också mer utjämnad vilket gör det lättare att behålla personalen över vintern.

I dagligt tal brukar man tala om tre olika sätt att lagra potatis på, löslagring, lådlagring och lagring i stuka utomhus. Stuklagring har jag ej behandlat i detta arbete.

Mitt mål med arbetet är att få en kunskap i hur man går tillväga för att bibehålla kvaliteten på potatisen under lagringsperioden med så liten viktförlust som möjligt och en så rationell hantering som möjligt.

Arbetet behandlar både lagring i lådor och lagring löst och jämför för- och nackdelar med respektive lagringsmetod.

1.1. METOD

Detta arbete bygger mycket på litteraturstudier. Jag har dessutom varit i personlig kontakt med personer som sysslar med potatislagring.

Hushållningssällskapet anordnade en endagskurs i potatislagring tidigt i våras där bland annat Alf Johansson, lagerkonsult deltog i.

Jag har också besökt Solanum i Kävlinge där jag var i kontakt med Jan-Anders Johansson.

2. POTATISKNÖLEN

2.1. STÄRKELSE

Stärkelse är den dominerande delen av knölens torrsubstans. Stärkelsen har stor betydelse på knölens olika egenskaper. Potatisens förmåga att blötkoka och mjölas sönder vid kokning beror mycket på stärkelsehalten i knölen. Stärkelsens vattenbindande och svällningsförmåga har betydande roll vid olika stärkelseframställningar. Stärkelsen förekommer som små korn i potatisens celler och är uppbyggd av glukosenheter som förekommer i två varianter, amylos och amylopektin.

2.2. SOCKER

Socketinnehållet i knölen varierar främst beroende på vilken sort, utvecklingsdatum, odlingsbetingelser och vilken lagringstemperatur knölen har. En låg lagertemperatur och yngre knöl ger som regel en högre sockerhalt. Liksom stärkelsehalten är sockerhalten också en viktig kvalitetsegenskap. Vid chips och pommes frites tillverkning är det mycket viktigt med rätt sockerhalt i knölen. Till denna tillverkning används en högre lagringstemperatur än vid lagring av matpotatis. (se tabell 1 sid 6)

Socketarterna som är dominerande i knölen är glukos, fruktos och sukros. Sockret kan ingå förening med vissa aminosyror genom karamellisering. Detta innebär att produkten kan bli brunfärgad vilket påverkar kvaliteten på knölen.

2.3. KVÄVE

I potatisknölen finns det också en rad olika kväveföreningar. Genom att bestämma halten av kväve i knölen kan man se vilka olika föreningar som ingår. I en normalt utvecklad knöl innehåller kvävet 50-75 % proteiner. Proteinerna är till största delen enzymproteiner. De flesta kväveföreningarna är positiva för potatisens näringsvärde vilket ger en mer lagringsduglig knöl.

Det finns också föreningar som bidrar till sämre kvalitet som t, ex glykoalkaloider.

2.4. FETT

Fetthalten i potatisen är mycket låg och utgör endast någon tiondels procent av knölens vikt. Trots den låga andelen fett i knölen har ändå fett en betydande del på kvaliteten. Smakfel i torkade potatisprodukter kan förekomma på grund av fettinnehållet i knölen. Den största delen av fettets fettsyror är fleromättade och oxideras lätt.

2.5. SKALET

På knölens utsida finns ett korkcellslager som omger potatisen. En mogen potatis omges av cirka 7 korkcellslager. Skalet är ogenomträngligt för gaser. Gasutbytet sker därför genom små porer, som är ombildade klyvöppningar. Den sammanlagda ytan av porer täcker cirka 1,5-2 kvadratcentimeter på en normalstor potatis. Korkcellslagret är till viss del vattengenomsläppligt.

För att få bästa förutsättningarna för en god lagring krävs det att potatisen har ett betryggande korkcellslager samt en optimal näringsbalans. Cellstrukturen (kväve/kalium) ska vara i balans och turgortrycket ska vara högt i knölen. En uttorkad knöl blir svår att lagra. (Johansson, A 2004)

Tabell 1. Lagringstemperaturer vid olika ändamål.(Ascard och Åström 1985).

Potatis till:	Temperatur (grader Celsius):
Mat	3 – 5
Mos	6 - 8
Pommes frites	6 - 8
Chips	8 – 10

3. OLIKA LAGRINGSMETODER

I dagligt tal brukar man tala om tre olika sätt att lagra potatis på, löslagring, lådlagring och lagring i stuka utomhus. Stuklagring har jag ej behandlat i detta arbete.

3.1. LAGER FÖR LÅDOR

Lagring i lådor passar för alla kvantiteter. Vid lagring av en mindre mängd på 200-300 ton är det en fördel med lådlager. Vid lådlagring kan man med fördel lagra flera sorter samtidigt och på så sätt utnyttja lagret maximalt. Om lådorna fylls direkt med potatisupptagaren på fält blir det en hantering mindre vilket minskar risken för stötskador.

Vid eventuell sortering på vintern är det lätt att flytta in lådorna i en varmare lokal ett par dagar innan för att minska skadorna vid sorteringen. I ett lådlagerhus behövs ej några nedsänkta luftkanaler i golvet. Lådornas hål till pallgaffeln fungerar bra som luftkanal. Väggarna i lagerhuset behöver ej vara förstärkta eftersom det inte förekommer något tryck från potatisen på väggen.

Nackdelar: Det är en stor hantering av lådor och lådorna ska förvaras året om. Lådorna måste underhållas och rengöras för att förhindra smittspridning. Inköpspriset är högt på lådorna. För att få en smidig hantering krävs det en truck, vilken kan vara dyr i inköp.

3.2. LAGER FÖR LÖST LAGRAD POTATIS

Systemet för löst lagrad potatis passar bra till då stora kvantiteter och få sorter ska lagras. I ett bra konstruerat löslagersystem kan det i många fall vara lättare att styra klimatet än i ett lådlager. Ett jämnt klimat och genomluftning minskar risken för rötangrepp.

Nackdelar: Vid lagring av flera sorter kan det bli svårt att utnyttja lagret maximalt. Vid rötangrepp blir det svårt att hindra smittspridning. Ofta blir det flera hanteringar vilket ökar risken för stötskador. Luftkanaler i golvet är kostsamt att lägga in.

4. GENERELLT OM LAGRING

Med lagring menas att man bevarar tillståndet på produkten från den tidpunkt den producerades tills den ska förbrukas. Kvaliteten på potatisen kan aldrig förbättras under lagringen utan endast bibehållas. Vid lagring av potatis är det viktigt att lagringen sker omsorgsfullt. I knölen sker biologiska processer som också är en orsak till att en vikt förlust sker.

Vid lagring kan man aldrig stoppa reduktionen av kvalitet- och vikt förlusten, utan vi kan bara påverka hastigheten och hur stor reduktionen ska bli. Reduktionen påverkas av vilket tillstånd knölen har vid inlagring och senare vilken temperatur och luftfuktighet det är i lagret under lagerperioden.

Att lagra är att fasthålla så många som möjligt av de önskvärda egenskaperna i knölen, tills den ska användas. Samtidigt som oönskade egenskaper ska hållas borta. (Schmidt, G 2004)

Potatisknölen består av 20% torrs substans och 80% vatten. Det är viktigt att hushålla med potatisens vatteninnehåll under lagringen. Ur ekonomisk synvinkel blir potatisen lättare vid en högre vattenförlust vilket ger en sämre betalning. Större vattenförluster gör också knölen insjunken, cellernas saftspänning minskar. Kvaliteten blir sämre och risk för stötblått, bismaker, tryckskador och skador från mikroorganismer ökar.

Med saftspända friska knölar kan man ha en högre lagringshöjd vilket medför sänkta driftkostnader och investeringskostnader. Målet i lagringen är att man ska få en lägre vattenavgång och små andningsförluster. (Hylmö 1976, c)

4.1. LAGRINGENS PÅVERKAN PÅ KNÖLEN

Potatisen liksom alla andra levande organismer är i behov av att kunna andas. När knölen andas frigörs värme. Om inte värmen bortföres från knölna så stiger temperaturen efterhand till en önskad nivå.

Ventilationen i lagret har flera uppgifter bland annat har den till uppgift att torka fuktiga knölar efter inläggningen och sedan sänka temperaturen bland knölna till ett önskat läge. Ventilationen har också en viktig uppgift att hålla rätt temperatur bland knölna under långlagringen. Skulle luften stå still under en längre tid i lagret, får man en temperaturhöjning med 1 grad Celsius på fem dygn vilket kan få förödande konsekvenser.

För att förstå hur ventilationen i lagret fungerar har jag valt att visa ett exempel.

I Afrika kyler man sitt dricksvatten i lerkrukor med hjälp av att låta den torra öken vinden svepa omkring de porösa lerkrukorna. Fastän att luften är mycket varm sker en kylning av vattnet. Detta beror på att vattnet i krukorna kryper ut genom lergodset och avdunstar sedan på utsidan av krukorna. För att avdunstningen ska ske krävs det värme som tas från vattnet i krukorna och en nedkylning sker. Ibland kan nedkylningen bli så effektiv att det blir isbildning. Nedkylningen i potatislagret fungerar på ett likvärdigt sätt. (Hylmö 1976, b)

4.2. RÖTOR

Rötor på knölen orsakas av svampar och bakterier. Potatisar med rötskador kan orsaka förödande skada i ett potatislager. De tre vanligaste ursprungsorsakerna till röta är utsädet, fältet eller mekaniska skador.

Spridning av rötor undviks lättast genom att hålla potatisarna torra i lagret. Luften runtomkring knölen skall dock hållas fuktighetsmättad. Om möjligt ska man in i det längsta undvika att lägga in regnvåt potatis. Skulle potatisen mot förmodan ändå vara våt vid inlagringen är det viktigt att potatisen torkas omgående genom konstant fläktning.

Blöta rötor smittar snabbt ner omkringliggande knölar och på så sätt får man snabbt en kedjereaktion. Här är det viktigt att snabbt skilja av det dåliga partiet från närliggande potatis för att undvika spridning. Torra rötor har ej samma tendens att sprida sig i lagret. (Johansson, A.2004)

4.3. INLAGRING

För att få ett bra resultat på den lagrade potatisen krävs det att knölen är i bra skick med rätt näringsbalans och fri från yttre skador. Skörden av potatisen måste ske på ett skonsamt sätt och vid rätt tidpunkt när knölen är mogen. Skydda knölen från väta och ljus. Temperaturen på knölen vid upptagning har direkt inflytande på mekaniska skador och indirekt på lagringsförloppet. (Johansson, A.2004)

Även vid upptorkning av knölna ska luft som är 99,4% fuktighetsmättad användas.

I normala fall kan befuktningssystemet startas redan vid inläggningen, detta har positiv effekt på sårläkningen. Det är bra om lagret håller en temperatur på 10-15 grader Celsius vid inlagring vilket ger en bra sårläkning. Om det är möjligt bör man skörda så att den inkommande knölen är något varmare än luften i lagret. Detta resulterar i en snabb upptorkning och minimal risk för kondens.

Viktigt är också att inkommande potatisar är fria från jord och blastrester. Den jord som följer med knölen in måste fördelas jämnt i partiet. Ojämn fördelning t, ex om inläggaren står stilla på samma ställe en längre tid resulterar i att jorden faller rakt nedanför inläggaren. Luften får sedan svårt att tränga genom där det finns mycket jord och väljer då en lättare väg att ta sig igenom.

Det översta skiktet i både lådan och löslagret ska vara utjämnat. Ojämn skikt resulterar lätt i att det bildas kondens högst upp. (Johansson, J-A .2004)

4.4. SÅRLÄKNING

Efter upptagningen behöver knölen sårläkning. Det är temperaturen som styr sårläkningen som normalt börjar vid 7 grader Celsius. Sårläkningen är som aktivast vid 15-17 grader Celsius. Vid dessa lite högre temperaturer gynnas även skadesvampar och bakterier. En temperatur på 12 grader Celsius är att rekommendera. Vid upptagning ska man tänka på att knöltemperaturen i marken följer temperaturen i luften med tre timmars fördröjning. När man tar upp potatis sent på hösten bör man undvika att starta på morgonen då knölna är kalla och känsliga för stötar. Potatisupptagning bör i teorin inte ske när temperaturen är lägre än 9 grader Celsius

Frisk luft och hög luftfuktighet gynnar sårläkningen (Johansson, A.2004).

Vid inlagring ställs tillluftstemperaturen på ett börvärde som ska ligga någonstans vid medeltemperaturen på uteluften. Med detta börvärdet tillåts en fläktning i genomsnitt på halva dygnet. När uteluften saknar kylvärde stoppas fläktningen automatiskt.

Under långa skördeperioder på hösten måste börvärdet sänkas efterhand som temperaturen utomhus sjunker. Detta gör man för att undvika att kall potatis lagras in i ett varmare lager. Börvärdet som man använder grundar sig på årsmånen, geografisk belägenhet och vilken skördetid det är.

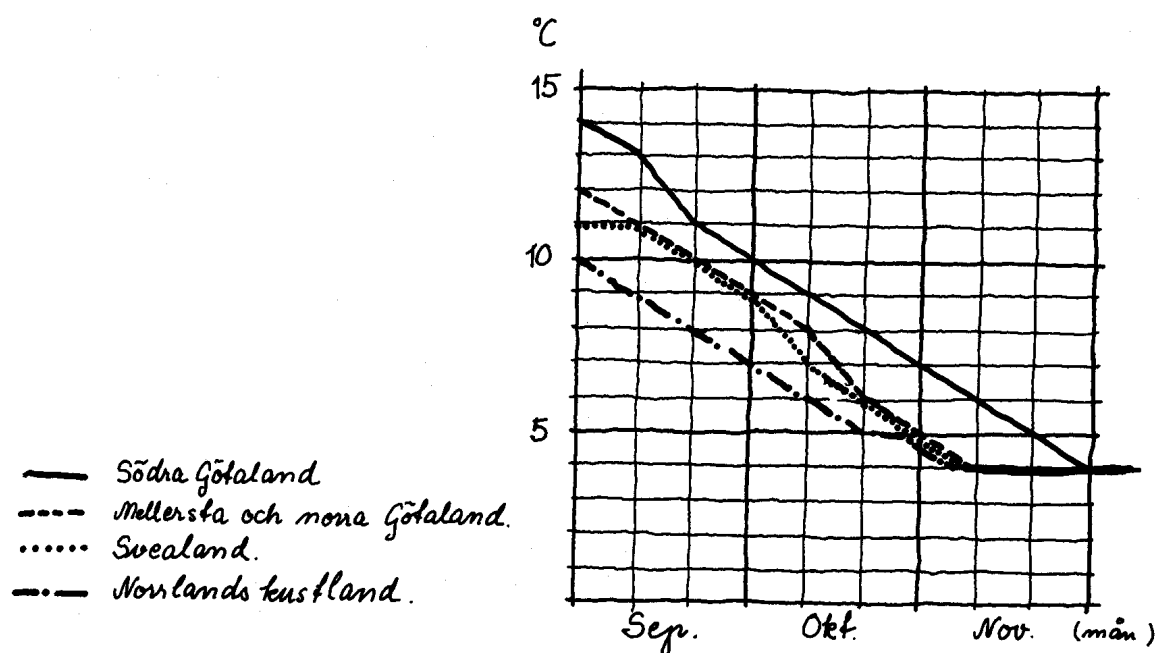


Fig.1 Visar temperatursänkningen i lagret under hösten (Ascard och Åström 1985).

5. LAGRINGSTEKNIK

5.1. FLÄTKAPACITET

För att hålla vattenförlusterna i knölna på så låg nivå som möjligt är det viktigt med starkt reducerade luftflödesvolymen och att luften befuktas till en nära vattenmättnadsgrad (99.4% RH enligt Johansson, A, 2004) (se figur 2, sid11). När man pratar om luftvolymen bör man inte använda begreppet fläktvolym per ton och timme om man inte samtidigt anger lagerhöjden på potatisen.

Luftvolymen ska alltid anges i luftvolym per kvadratmeter och timme, när olika lager med olika lagringshöjd skall jämföras. Den rekommenderade standardmodellen är idag att man har en flätkapacitet på 70 kubikmeter/kvadratmeter och timme. Fläktarna bör ha reduceringsmöjligheter. Vid såråknings- och nedkylningsperioden behövs en betydligt högre flätkapacitet medan under slutet av lagringsperioden är fläktbehovet betydligt lägre. (Hylmö 1976, c)

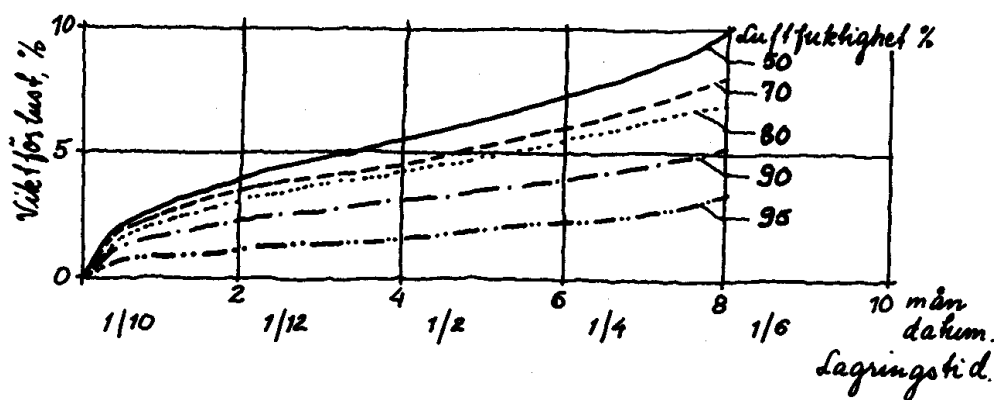


Fig.2. Visar vikt förluster på knölen vid olika grader av luftfuktigheter (Ascard och Åström 1985).

5.2. SITUATIONER DÄR FLÄKTNING KRÄVS

I moderna lagerhus finns i de flesta fall termostatstyrd ventilation. Under inlagringsperioden är det viktigt med regelbunden fläktning. Längre uppehåll mellan fläkttillfällena kan gynna rötangrepp. Det kan vara lämpligt att blanda ytterluften med returluften som kommer inifrån lagret till en temperatur som ligger nära den temperatur man önskar hålla på potatisen i lagret. Om fläktning inte sker bildas det lätt kondens. Kondens uppstår då varmare fuktighetsmättad luft från de undre knölarna i stacken stiger uppåt (självkonvektion) och träffar de översta knölarna som då kyls ner. Ett par dygns kondens på knölarna gynnar mikroorganismerna vilket inte är bra.

När potatisen andas bildas inte bara värme utan koldioxid också. Under viloperioden avger knölen mycket koldioxid. Bara på tre dygn kan allt syre ha bytats ut mot koldioxid i ett lager där luften står still. Syrefria förhållanden gynnar många rötor. Detta fenomen sker sällan eftersom luften i de flesta fall styrs uppåt genom självkonvektion. Under ett förhållande kan luften styras neråt och det är när koldioxidhalten är hög. Koldioxid som strömmar neråt i stacken är ej bra eftersom luften uppe i stacken är varmare än luften nere i stacken och då blir det en nedkylning av de understa knölarna och kondens nere i stacken bildas. Genom kontinuerlig eller ofta återkommande fläktning minimeras detta problem. (Hylmö 1976, c)

5.3. BEFUKTNING AV LUFTEN

För att minska vattenbortgången från potatisen är det viktigt att fläktluften befuktas väl. I teorin skulle det bästa vara att få luften 100 % mättad men i praktiken är detta sällan möjligt. I vanliga fall hamnar man någonstans mellan 96-99.5 % fuktighet.

Ett bra hjälpmedel till att befukta luften är en såkallad evaporativ befuktare. Där får luften passera ett kraftigt ytförstorande filter som kontinuerligt befuktas.

En evaporativ befuktare kan aldrig överbefukta luften och den arbetar utan att blöta ner i luftkanalen.

Befuktaren är också ett mycket bra hjälpmedel att hålla temperaturen nere under vår och försommar då det annars kan bli varmt i lagret. Evaporativ kyla kan vara ett billigare alternativ till kompressordriven kylanläggning då man inte ska lagra potatisen alltför långa perioder.

5.4. ARTIFICIELL NERKYLNING

En kylanläggning är mycket bra då potatisen ska lagras länge (fram till våren och försommaren). Detta är en dyr investering. Med hjälp av kylanläggningen kan man få en kontrollerad och långsam temperatursänkning under hösten vilket knölen kräver.

Temperaturen kan hållas nere på våren när utomhustemperaturen börjar stiga. Artificiell nedkylning gör lagringsperioden betydligt säkrare och man blir inte så väderberoende. (Johansson, A.2004)

5.5. NEDKYLNING

Kylning av potatisen sker med hjälp av ventilationsluften som tillförs i botten på lådlagret eller löslagret. Luftströmmen får aldrig överstiga 3 meter i sekunden i ventilationskanalen. (Johansson, A.2004). Knölarna drar till sig luften själv genom självkonvektion.

Man skiljer på två olika nedkylningar och de kallas för konstanthållning och verklig nedkylning. Verklig nedkylning behandlas under kapitel 5.5.1. Konstanthållning fungerar som så att man försöker bibehålla temperaturen under såråkningsperioden och hela viloperioden med en så liten viktförlust som möjligt. Det bästa är om tilluften håller potatisens jämnviktsfukthalt vilken är 99,4%.

5.5.1. Luftens påverkan på potatisen

Luften som kommer från kanalerna värms upp något när den träffar de första knölna.

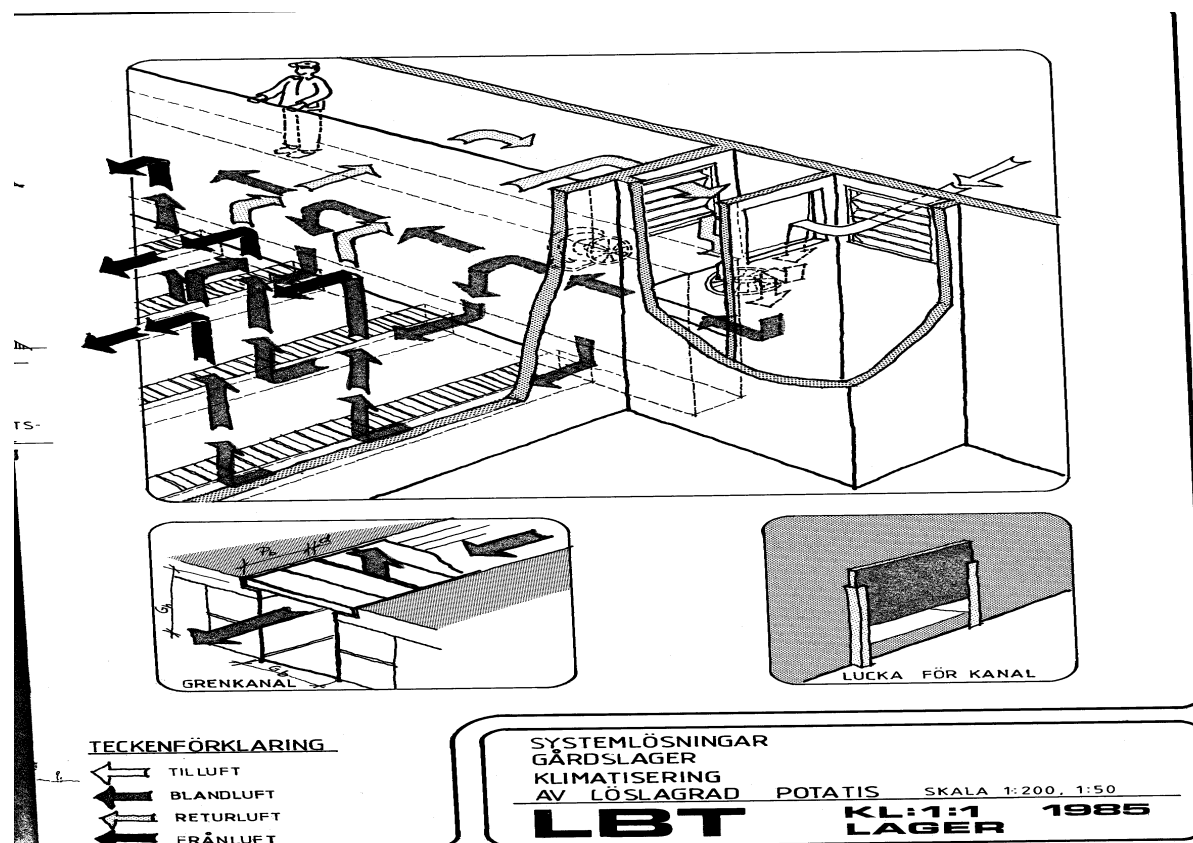


Fig.3 Visar luftens väg i lagringskanalerna (Ascard och Åström 1985).

Då luften värms upp sjunker den relativa fuktigheten något. Lite vatten från knölen förångas då eftersom potatisen alltid försöker fukta luften till en jämviktsfukthalt.

När vattnet förångas från knölen går det åt värme, vilket toges från knölen som då avkyls något.

Luften går vidare, något uppvärmd men fortfarande nära jämviktsfukthalt och träffar nya knölar som värmer upp luften något. Detta upprepas genom hela skiktet med potatis. Luften som lämnar stacken med potatis har fått en högre temperatur och en högre vattenmättnadsgrad som fortfarande ligger nära jämviktsfukthalten. Generellt så kan man säga att vid kylning under bra förhållanden sker 55 % av kylarbetet genom förångning av vatten och 45 % genom höjning av luftens temperatur.

När tilluften som blåses in ligger på knölens jämviktsfukthalt eller högre finns det möjlighet att öka luftflödet utan att riskera en ökad vikt förlust på knölen.

Verklig nedkylning fungerar som så att temperaturen successivt sänks under sårläkningsperioden för att sedan hållas konstant under viloperioden. Nedkylningen skall göras i små etapper. Luften bör ej vara mer än 1-1,5 grader Celsius svalare än själva

knöltemperaturen och den ska även här hålla en jämviktsfukthalt med potatisen. (Johansson, A. 2004)

När man kör in svalare luft i kanalen sjunker den relativa fuktigheten snabbt när den träffar knölna. En kompensation hinner inte riktigt att ske innan nästa knöl träffas.

Alltså blir luften något svalare och torrare när den träffar nästa knöl.

Det krävs cirka 70 centimeter för att luften ska hinna fuktas och värmas upp till ursprungsläget. Detta kylskikt på 70 centimeter rör sig uppåt i stacken med cirka 40 millimeter i timmen. Under kylzonen blir det ett nytt stabilt läge med den nya temperaturen. En normal löslagrings höjd ligger på fem meter. Att kyla igenom en sådan stack tar minst 125 timmar. För att kunna kontrollera temperaturen i stacken under lagringen bör man ha en elektronisk termometer med god tillförlitlighet och som visar tiondels grader. I en stack med fem meters lagringshöjd bör man placera fyra mätpunkter jämnt fördelade i höjd ovanför varandra. Placeringen på mätpunkterna får ej vara ovanför en luftkanal utan cirka en halv meter bredvid.

5.6. KONDENS I LAGRET

Kondens uppstår på potatisen då varm, fuktighetsmättad luft når en knöl som är kallare än luften. När fläktarna står still i lagret kyls luften som finns ovanför stacken. Samtidigt kyls också potatisen som finns i det översta skiktet. Detta medför att potatisen i det översta skiktet är kallare än den luft som stiger upp underifrån. När den fuktighetsmättade luften underifrån träffar den kallare knölen i det övre skiktet uppstår kondens. Potatisen blir alltid först fuktig på undersidan, den sida som möter den uppåtstigande luftströmmen. För att upptäcka kondens på tidigt stadium bör man kontrollera knölna på undersidan.

Kondensen uppstår först mittemellan luftkanalerna (Johansson, A. 2004). Detta sker på grund av att mellan kanalerna har luftströmmen en längre väg att gå och hinner då värmas upp av andningsluften från knölna. När man fläktar blir därför potatisens övre skikt varmare mellan luftkanalerna än rakt ovanför luftkanalerna. De knölar som ligger i ovanskiktet mellan luftkanalerna är också de som kyls ner först vid ett fläktuppehåll av den kallare takluften. Det finns då risk att potatisen i det översta skiktet kommer i obalans med den uppåtstigande luften i stacken och kondens uppstår.

Det är viktigt med ett väl utjämnat övre skikt i lagret. Ojämna toppar påskyndar kondensbildningen (Johansson, J-A. 2004).

Det finns två metoder att lösa kondensproblemet. Det ena är att fläkta kontinuerligt och det andra är att ha extra värmestillskott ovanför potatisen. Kontinuerlig fläktning fordrar att ingångsluften är lika varm som bottenknölna om man inte vill sänka knöltemperaturen.

5.6.1. Några orsaker till kondens

Kondens kan bildas om kalla lådor sätts in i ett varmt lager. En alltför snabb nedkylning på hösten kan orsaka kondens. För stort luftflöde leder till att luften i ett lådlager går mellan lådorna istället för igenom potatisen, vilket kyler lådornas yttre och risken för kondens blir stor. Luftflödet ska vara max 3 m i sekunden (Johansson, A. 2004).

Vid löslagring ska ej kalla knölar lagras in ovanpå varma knöla. Ett 40 centimeter tjockt skikt av de nyinlagrade potatisen drar då till sig kondens. En nyupptagen våt potatis kan kvävas på 24 timmar.

Det är viktigt att anpassa den inkommande potatisens temperatur med temperaturen i lagret. Temperaturen i lagret ska helst vara något lägre än inkommande potatis för att upptorkningen ska kunna starta omedelbart. (Hylmö 1976, a)

5.7. VÄRMESLINGOR

Att ha värmeslingor i taket är vanligt och även ett mycket fungerande system(Johansson, A. 2004). Det är ett effektivt sätt att undvika kondens både på potatisen, väggar och tak. Den uppvärmda luften går också bra att använda till att blanda med ingångsluften för att få en rätt tempererad ingående luft. Känsliga platser där det lätt bildas kondens är på gavlarna och ovanför portarna.

Det kan räcka med att höja temperaturen på takytan och luften strax under med några tiondels grader. Då ökar luften sin vattenhållande förmåga och kan ta fukten med sig ut ur lagret.

Vanligast är att man använder elektriska värmekablar som placeras jämnt över takytan. Effektbehovet i södra Sverige ligger på sex - åtta watt per kvadratmeter beroende på isoleringsmaterial.

I nya lagerhus för löslagring med betongväggar sätter man idag också in värmekablar i ytterväggarna.

Det finns både manuellt styrd takvärme och takvärme som är styrd via ventilationen. Detta förhindrar att takvärmen är igång när ventilationen har stannat på grund av hög utetemperatur. Värmekablarna monteras cirka 50 millimeter under takytan.(Johansson, A. 2004)

6. POTATISLAGRING INTERNATIONELLT

6.1. DANMARK

Danmark har ett tempererat kustklimat med milda vintrar. Generellt menar danskarna att det inte finns något behov av att lagra potatisen i ett välisolerat hus med ventilationssystem om potatisen ska levereras före jul. Vid produktion av sättpotatis av högsta kvalitet, bör lagringen ske i ett hus från upptagning till försäljning med styrt lagerklimat.(Schmidt, G. 2004)

6.1.1. *Friströmsventilation*

I nya lager för lådor finns det två olika ventilationssystem. Det vanligaste systemet är det så kallade friströmsventilationen där man med hjälp av undertryck suger ut luften ur lagret med fläktar och leder in uteluft igenom luckor eller spjäll. Utskiftningen av luften bland knölna sker med naturlig uppstigning på grund av värmeproduktionen i potatisen och den relativt höga lufthastigheten omedelbart ovanför potatisen.(Schmidt, G.2004)

6.1.2. *Tvångsventilation*

Det andra systemet är tvångsventilation med undertryck. Detta system är baserat på att lådorna ställs upp i rader. Mellan var tredje rad lämnas en 40 – 50 centimeter bred gång som fungerar som en sugkanal mellan lådorna. I den ena änden av lagret placeras en huvudkanal med ett mellanrum ut från varje sugkanal emellan lådorna. I sugkanalerna skapas undertryck genom att suga ut luften som blåses ut ur lagret. Mellanrummet på 40 -50 centimeter mellan lådorna täcks med pressening. Likaså täcks den motsatta delen av kanalen. När sedan fläktarna startas sugs luften ut under presseningen och undertryck skapas. Undertrycket gör att luften sugs igenom potatismängden i lådorna. Systemet kan också användas till snabb upptorkning av potatisen. Luften leds in i lagret via ett insugningsspjäll eller öppen lucka. Insugningsluften blir uppblandad med luften inne i lagret före den sugs genom potatisen. Systemet härstammar från USA. (Schmidt,G. 2004)

6.1.3. *Ventilation för löst lagrad potatis*

I löslager används nästan enbart tvångsventilation med övertryck. Luft blåses genom potatismängden med hjälp av fördelningskanaler som antingen finns nere i golvet eller ligger i form av rör ovanför golvet. Kanalerna i golvet förses med luft från en huvudkanal. Systemet fungerar som de svenska systemet gör.

Från början av 1970-talet till slutet av 1980-talet byggdes det många isolerade lagerhus för löslagring. I början av 1990-talet byggdes det allt fler lagerhus för lådlagring. Idag byggs i stort sett bara lager för lådor i Danmark.(Schmidt,G.2004)

6.2. USA OCH KANADA

I USA och Kanada lagras all potatis löst. I regel är lagerbyggnaderna mycket stora och rymmer flera tusen ton. Lagerhöjden brukar ligga på drygt sex meter. Golven i lagerhuset gjuts sällan utan potatisen läggs direkt på marken. Luftkanalerna består av stålrör som läggs ut på golvet efterhand som det kommer in potatis i lagret. Innan inläggning vattnas golven för att få upp fuktigheten. Deras lagringsteknik är mycket enkel och billig.(Schmidt, G. 2004)

7. SOLANUM I KÄVLINGE

Solanum är ett centrallager för potatis. Merparten av potatisen levereras till Procordia i Eslöv. En mindre del går till deras egna skaleri. Lagringskapaciteten i Kävlinge ligger på 70000 ton. Den största byggnaden rymmer 15000 ton.

All matpotatis lagras löst. Vid inlagringen på hösten är det viktigt att det dokumenteras vilka odlare och vilket parti som är deras. Genom att lägga en rand med kalk på toppen av stacken kan man lätt urskilja var partiet härstammar ifrån. Detta system fungerar bra och skulle något hända under lagringen är det lätt att ta reda på vems potatis det är.

Vid inläggningen är det viktigt att elevatorn rör sig i sidled regelbundet. Skulle den stå still får man ej den jämna fördelningen på potatisen och jorden som följer med. Jorden faller rakt ner under elevatorn och potatisen faller ut i sidorna. När sedan luft blåses in i stacken väljer luften att gå den lättaste vägen och det är genom potatisen och jorden blir ej upptorkad.

Lagringshöjden är fem meter. När man lagrar så här stora volymer är det viktigt att det finns flera portar så att utlastning kan ske från olika ställen. Skulle något gå fel t ex rötter i lagret ska man lätt kunna komma åt det skadade partiet.

Vid inläggning jämnas toppen på stacken till en jämn yta för att förhindra kondens.

Uttagning med lastmaskin sker varje dag vilket fungerar bra. Vid extrem kyla är det viktigt att hålla portarna öppna så kort tid som möjligt.

Vid uttagning kan man lätt se om knölna är friska. Friska knölar lämnar en rasvinkel på 35-40 grader medan sjukt material ställer sig närmare som en vägg.

Under lagringsperioden ska man ha regelbunden tillsyn i lagret. I lagerhusen i Kävlinge finns det inspektionsgång igenom hela byggnaden som ger en god överblick över potatisen. Det är viktigt att titta hur det ser ut och framförallt ska man använda näsan för att upptäcka fel i lagret. (Johansson, J-A. 2004)

8. BESÖK PÅ KULLA GÅRD

Jag har besökt Carl-Bertil Nilsson som har gått i pension i år men som har drivit Kulla gård. Carl-Bertil har odlat och lagrat potatis i många år. Han levererar all sin potatis till 3 N i Helsingborg.

Sorterna han odlar är Bintje, Saba, Jutlandia, Ukama och King Edward. Det är en fördel att odla flera sorter ur lagringssynpunkt eftersom groningstidpunkten är olika på sorterna vilket medför att en del sorter är lättare att lagra längre perioder.

Lagerkapaciteten ligger på 1000- ton uppdelat på två byggnader. Det ena lagringsutrymmet är en gråstensbyggnad och den andra är en plåthall som är isolerad med Polytan som sprutas på både väggar och tak.

Nackdelen med Polytan är att det ibland blir för tätt, Polytan andas ej. Det är svårare att kyla detta lager och varma vårdagar kan det vara svårt att hålla nere temperaturen i lagret. Man ska också se upp när man har träåsar. Där blir ofta ett utrymme runt åsarna som kondensvatten ställer sig i och då ruttnar åsarna.

Gråstensbyggnaden fungerar bra som lagerbyggnad. Här är det lättare att styra temperaturen och varma vårdagar påverkar ej temperaturen i lagret på samma sätt som det gör i plåthallen. All potatis lagras i 600-kilos lådor. Skulle Carl-Bertil fortsatt med odlingen hade han bytt ut lådorna till 1000-kilos lådor för hanteringens skull.

Det finns många fördelar med att lagra potatisen i lådor tycker Carl-Bertil. Kontrollen över partiet blir optimalt. Skulle det hända något i något parti är det bara till att plocka ut detta parti.

Odlar man många sorter är det ett måste med lådlagring och lagerhuset kan utnyttjas fullt ut. Carl-Bertil lagrar fem lådor i höjd.

Nackdelarna med lådlagring är att det är något dyrare investering och lådorna tar mycket plats och ska förvaras året om. Det tar hårt på lådorna om dom ska stå ute på sommaren, därför bör man alltid förvara dem inomhus.

Vid upptagningen på hösten försöker Carl-Bertil att låta de nyupptagna potatisen stå ute en dag så att potatisarna snabbt ska torka upp.

Lådorna måste fyllas jämnt så att det inte blir kondens på topparna under lagringen.

Under hösten är det viktigt med en långsam temperatur sänkning i lagret så att såråkningsperioden gynnas. I december ska temperaturen vara nere på fyra grader som sen ska hållas. Skulle Carl-Bertil bygga nytt idag hade han satt in kylanläggning. Det är mycket lättare att hålla perfekt klimat med en kylanläggning, särskilt då potatisen skall lagras långt in på våren.

Innan sortering av potatisen är det bra om man har något uppvärmt utrymme som potatisen kan stå i några dagar. En uppvärmd knöl är ej så känslig för stötar.

Carl-Bertil har ej någon befuktare till luften, han tycker det har fungerat bra ändå men vikt förlusten blir något mer med detta system.

När det gäller tillsynen är det viktigt att man ofta går in och kontrollerar i lagret. Näsan är ett bra hjälpmedel att upptäcka om något är fel. Finns det mycket småflugor är det ett tecken på att det finns rötter i lagret.

Carl-Bertil tycker att hans lagerhus fungerar bra. Det finns mycket teknik man kan använda sig av men erfarenheten är också mycket viktig för att få det att fungera i sitt eget lagerhus.

9. SLUTSATS

För att lyckas med potatislagringen krävs det i första hand att potatisen är i god vigör. Potatisen ska skördas när den är mogen och på ett skonsamt sätt. När det gäller lagringen är det vissa huvudlinjer man ska följa. Dessa metoder skiljer sig något åt vid olika lagringsförhållanden.

Man kan generellt säga att ju längre potatisen ska lagras desto mer teknik krävs för bra resultat. Här nedan följer några punkter jag tycker är viktiga i potatislagringen.

- Skonsam behandling vid upptagning.
- Varmare knöltemperatur vid upptagning minskar mekaniska skador.
- Optimal näringsbalans i knölen.
- Skörda när knölen är mogen och har ett betryggande skal.
- Långsam och stabil nedkylning av knölen, från upptagning till början av december.
- Frisk luft och hög luftfuktighet gynnar sårläkningen.
- Anpassa lagringstemperaturen till skördetemperaturen.
- Lagring i fyra grader för att minimera groning.
- Luftfuktigheten bör ligga på 99,4% RH.
- Automatisk styrning på ventilationen.
- Lufthastigheten ska ej överstiga 3 m i sekunden i luftkanalen.
- Ventilationssystemet bör kunna blanda inneluft med uteluft.
- Takvärme för förhindra kondensbildning.
- Befuktare som fuktar luften i samband med fläktning.
- Kylaggregat är att rekommendera vid längre lagringsperiod.
- Bygg ett rum där potatisen kan värmas upp något före hantering. En varmare knöl är tåligare mot stötar.
- Lagringshöjden bör ej överstiga 5 m vid löslagring.
- Besök lagret ofta, använd ögon och näsa!

10. LITTERATURFÖRTECKNING

Litteratur

Ascard. K. Åström. P. 1985. Systemlösningar för jordbrukets driftsbyggnader. Gårdslager. Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik, LBT Lund.

Bodin. B. Svensson B, 1996. Potatis och potatisproduktion. Institutionen för växtodlingslära. Sveriges lantbruksuniversitet.

Hylmö. B, Wikberg. C, 1976. a. Takvärme hindrar kondens i potatislager, Lantmannen nr 8.

Hylmö. B, Wikberg. C, 1976. b. Värmebalansen i potatisstacken. Lantmannen nr 9.

Hylmö. B, Wikberg. C, 1976. c. Potatislagring: Findusmetoden. Lantmannen nr 10.

Johansson. A, 2004. Potatis och lagerhusbyggen. Lagerkonsult. Norrköping.

Schmidt. G, 2004. Hur lagras potatis internationellt?

Personliga meddelanden

Johansson Alf. Lagerkonsult (2004-01-12)

Johansson Jan-Anders. Solanum Kävlinge (2004-02-16)

Schmidt Gunnar. Maskin- och Arbetsmiljökonsulent. Danmark (2004-01-12)

Nilsson Carl-Bertil. Lantbrukare. Västerstad. (2004-02-25)

