



## FOREBYGGELSE AF LAGERSYGDOMME I LÆGGE- OG SPISEKARTOFLER PÅ KØLELAGER

STØTTET AF

# Kartoffelafgiftsfonden

Smittespredning sker primært ved optagning og sortering specielt ved lav temperatur. Kartofflerne skal holdes tørre (uden kondensdannelse) i hele lagerperioden.

**Tørring og køling med specielt udeluft kræver kendskab til luftens temperatur og kartofflernes dugpunktstemperatur.**

### I MARKEN

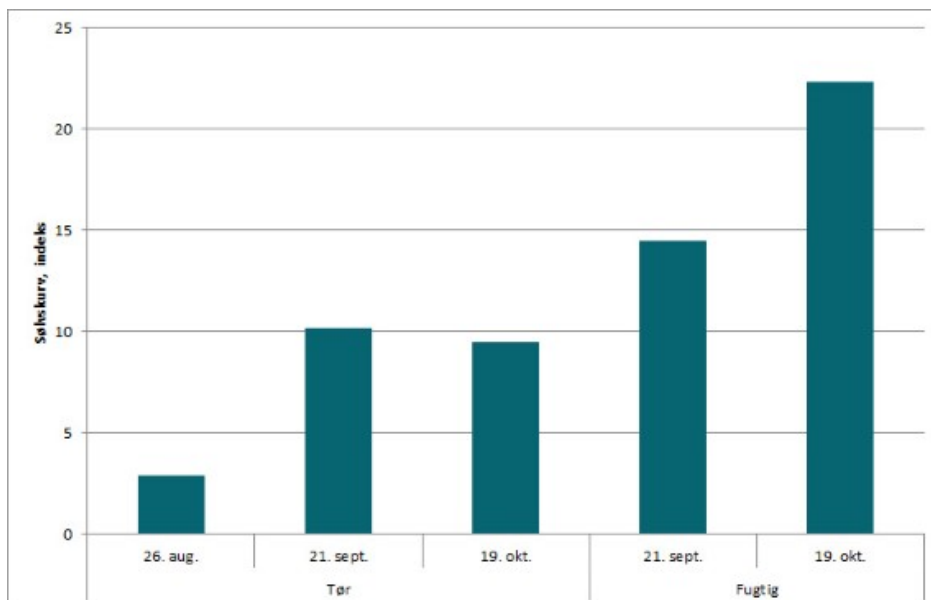
De fleste lagersygdomme kommer fra to primære smitekilder: læggeknoldene eller fra jorden. Mange af sygdommene er svære at se på optagetidspunktet, men smitstoffet kan ligge latent på knoldene og udvikle sig senere på lageret eller i kulen. Der skal stilles samme krav til egen opformering som til indkøbte certificerede læggekartofler, hvor der er tolerancer for sygdomme og kvalitetsparametre. Jo længere sædskifte jo bedre, men der bør mindst være tre frie år mellem to kartoffelafgrøder for at reducere risikoen for opformering af sygdomme.

- Minimum 3 frie år mellem to kartoffelafgrøder - gerne 4-5 år.
- Brug sunde læggekartofler af samme kvalitet som certificerede læggekartofler for at forhindre introduktion af smitte.

### OPTAGNING

Følgende gælder i normale år. Smittespredning sker ved optagning, håndtering og sortering specielt ved sen optagning (lav temperatur).

- Skånsom optagning og håndtering af læggekartoflerne er afgørende for at svampe- og bakteriesporer ikke inficerer knoldene. Ved lave temperaturer under 8-10 grader C stiger kartoflernes modtagelighed overfor beskadigelser og holdbarheden er stærkt reduceret.
- Når nattemperaturen falder under 5 grader C, bør man måle jordtemperaturen og udsætte optagningen om morgen og formiddagen til senere på dagen, hvor jordtemperaturen er over 8-10 grader C.
- Kartofflerne bør tages op, så snart de er skinfaste. Jo længere tid kartoflerne ligger i jorden jo højere risiko for mekaniske skader, rodfiltsvamp, black dot, sølvskurv, phoma og bakterieråd (figur 1 og 2).
- Kontroller at optageren står korrekt ved løbende at kontrollere for stødmærker og såringer.
- Undgå faldhøjder over 30 cm ved læsning i tørrevogn og mellem vogn og kasser.
- Håndter kartoflerne så få gange som muligt. Fusarium inficerer primært via sår og stød og i lavere grad gennem sår fremkaldt ved snit. Angreb af fusarium øges med 50 procent hver gang knoldene sorteres.
- Det er sværere at sårhele mekaniske beskadigelser i form af stødmærker (dyb sårning) sammenlignet med snit og overfladisk flossede kartofler (tabel 1).
- Kartoffler fra vandings- og sprøjtespor lagres separat eller køres til fabrik.
- Der kan ske smitte af læggekartofler, hvis man kører fra en brugsmark inficeret med eksempelvis sortben til en mark med opformering (figur 3).

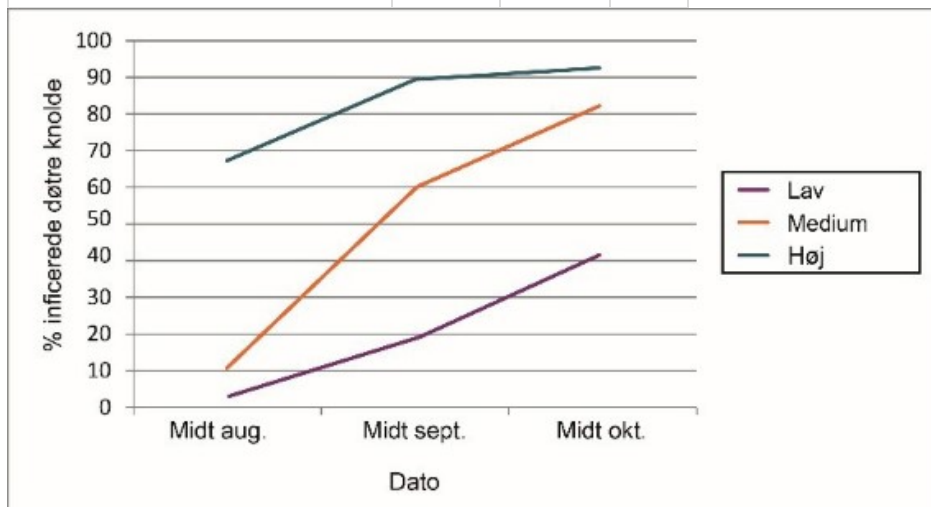


**Figur 1.** Betydning af optagetidspunkt og fugtighedsforhold efter optagning for angreb af sølvskurv.

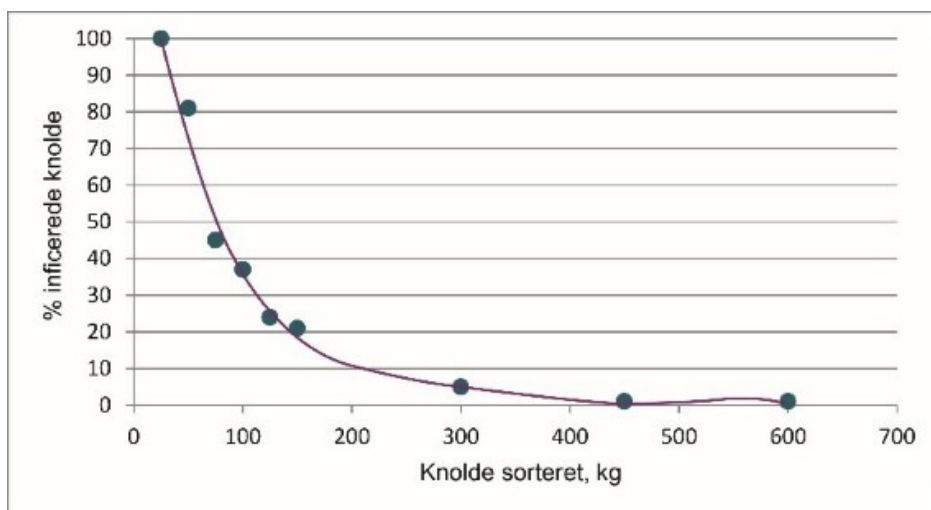
**Tabel 2.** Procent knolde med phomaråd efter forskellige former for beskadigelser (Stødmærke, afskrabning af skin, snit i kartoflen) ved sårheling ved 8, 12 og 16 grader C. Tabellen viser at stødmærker = knusning af væv giver størst risiko. Sårheling ved 16 grader er vigtig for specielt phoma

| Type af skade på knolde | Lagringstemperatur, °C |
|-------------------------|------------------------|
|-------------------------|------------------------|

|                             | 8   | 12  | 16 |
|-----------------------------|-----|-----|----|
| Stødmærke (knusning af væv) | 100 | 100 | 51 |
| Afskrabning                 | 70  | 43  | 0  |
| Snit                        | 12  | 5   | 0  |



**Figur 2.** Sammenhæng mellem smitteniveau i marken (lav, medium, høj) tidspunkt for optagelse (august, september, oktober) og procent inficerede knolde med sortben.



**Figur 3.** Hvis blot én rådden kartoffel kører over et rullebord, kan der efterfølgende inficeres helt op til 600 kg kartofler. Af de første 50 kg. vil ca. 80 procent af knoldene blive latent inficerede (bakterierne sidder i skindet og udvikler sig kun, hvis der sker en sårning af vævet og forholdene er gunstige for bakteriernes udvikling på lager eller i den efterfølgende sæson).

## INDLAGRING

Fyld lagret indenfor en uge og maksimum 14 dage. Hvis der går længere tid, bør lageret opdeles.

Alle kasser skal stables til samme højde på lageret.

Der skal være mindst 60 cm mellem bagvæg og kasser.

## VENTILERING OG TØRRING

Ventilering og tørring bør igangsættes senest to timer efter at kartofler er læsset enten i tørrevogn eller kørt ind på lageret til tørring. Kartofflerne skal derefter holdes tørre i hele lagerperioden dog uden at blive udtørret. Ved for stærk tørring hæmmes sårhelingen, og der sker en ophobning af døde celler i sårene, som er indfaldsvej for blandt andet Fusarium (tørråd). Kartofflerne ånder meget under sårhelingsfasen og frigiver fugtighed, som kan kondensere igen. Der anvendes som tommelfingerregel 0,02-0,04 m<sup>3</sup>/sekund/ton for løslager (mest luft ved tidlig optagning) og 0,08 m<sup>3</sup>/sekund/ton for kasselager.

## SÅRHELING

- Sårheling foretages ved 12-16 grader C i 10-14 (21) dage (jo lavere temperatur jo længere tid) efter optagning –afhængig af sorten.
- Sårhelingen hæmmes af stødpletter = knust væv i sårene. I dybe sår er sårhelingen ofte ufuldstændig! Jo mere knoldene er beskadiget, desto længere skal sårhelingsperioden være.
- Sårheling er vigtig for specielt forebyggelse af Phoma og til dels Fusarium, men en for høj temperatur i sårhelingsperioden og i tiden efter indlagring øger risikoen for udvikling af råd og specielt black dot, sølvskurv, skimmel og bakterieråd samt tidligere brydning af spirehvilten.
- Hvis specielt Phoma og fusarium er et problem, bør der sårheles i mindst 10-14 dage ved 12-16 grader C.
- Hvis black dot, sølvskurv, skimmel og bakterieråd er det primære problem, bør kartoflerne køles ned umiddelbart efter optagning, tørring og indlagring til den endelige lagertemperatur.
- Hvis kartoflerne tages op ved høje temperaturer (>18-20 grader C = tidlig optagning), bør man efter indlagring og tørring begynde at sænke temperaturen langsomt (0,5 grader C/dag), da der vil gå mindst 10 dage inden temperaturen er 15 grader C (optimal sårhelingstemperatur). Sårhelingen foregår medens at temperaturen sænkes.
- Hvis kartoflerne tages op ved lave temperaturer (< 18-20 grader C = sen optagning), bør man foretage en sårheling ved 12-16 grader C.

**Tabel 3.** Sårheling i relation til knoldtemperatur

| Knold temperatur (°C) | Begyndende sårheling (dage) | Afsluttet sårheling, (dage) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <5                    | 7-14                        | 21-42                       |

|    |     |      |
|----|-----|------|
| 10 | 4   | 7-14 |
| 20 | 1-2 | 3-6  |

Mange af de nyere sorter (eksempelvis Stratos, Avenue, Aventura, Seresta, Energie) er mere spirevillige og nogle er tyndere i skindet end de gammelkendte sorter som eksempelvis Kuras. Den fysiologiske alder starter allerede i marken, så kartofler, som har siddet længe i varm jord er allerede længere fysiologisk end kartofler, som er taget op og lagt på køl. Spirehvilten forkortes derfor af tørre varme forhold, og hvis kartofler er dyrket under vandlidende forhold, mens kartofler dyrket under kølige forhold har længere spirehvile. Spirevillige sorter bør køles ned, så snart sårhelingsperioden er overstået. Disse sorter egner sig ikke til kulelagring og andre former for lagring med større udsving i temperatur og luftfugtighed.

## KONDENSERING

Der er flere koncepter for ventilation: Fristrømsventilation, tvangsventilering med over- eller undertryk og med og uden blandefunktion og det er vigtigt at lageret er konstrueret til netop den type køl som anvendes og at kasserne og ikke mindst antallet af kasser er i overensstemmelse den oprindelige dimensionering. Kondens på overfalden af kartofler skaber grobund for svampe og bakterier, som sidder på knoldene og som hvirvler rundt i luften på lageret.

Luft med en temperatur på 20 grader C kan bære 17,5 g vand/ m<sup>3</sup> uden at kondensere men kun 6,4 g/ m<sup>3</sup> ved 5 grader C. Når kold udeluft rammer varme kartofler opvarmes luften og kan dermed bære fugtighed væk fra kartoflerne. Man er altid sikker på, at der ikke dannes kondens, hvis udeluften er koldere end kartoflerne på lageret. Men kondensrisikoen afhænger af udeluftens temperatur og fugtighed og temperaturen på kartoflerne på lageret (se tabel 2 om dugpunkt). Monter ventilatorer henover kartoflerne for at fordele den fugt, som kan dannes på de øverste kartofler. Kontakt din køleleverandør vedrørende styringssystemer, og hvis der er tvivl om placeringen og mængden af kasser på kølelageret.

Der er risiko for kondens:

- Når kartoflernes temperatur på lageret er lavere end udeluftens dugpunkt (se tabel 2 og eksempel!).
- Når varme kartofler sættes ind på et koldt lager. Fugtigheden i den varme luft vil kondensere på de koldere kartofler.
- Når ventilationen hen over kartofler er utilstrækkelig og temperaturen falder bare en 1 grad.
- Når der sker en afkøling af et for dårligt isoleret hus, som sænkes temperaturen uden at fjerne fugt.
- Når der mangler udluftning, så den relative luftfugtighed (RH) er >100 %.
- Når varm udeluft trænger ind gennem en åben dør eller utætheder til et koldt lager.
- Når recirkuleret varm luft kommer ud i toppen af lageret og ledes ind i en koldere lavere del af lageret.
- Når ventilationen stopper og varm luft stiger opad og afkøles på undersiden af de øverste kartofler.

- Når der ventileres med kold natteluft og på den efterfølgende dag med naturligt opvarmet luft.
- Når temperaturforskellen overstige 0,5 grader C mellem de to temperaturmålere placeret henholdsvis 70 og 300 mm ned i kartofler i de øverste kasser.
- Når temperaturforskellen mellem kasser overstiger 4 grader C i indlagrings- og sårhelingsperioden.
- Når temperaturforskellen er mellem kasser overstiger 1-1,5 grader C, når kartoflerne er nedkølet til den endelige lagertemperatur.
- Dugpunktstemperaturen af luften til opvarmning og varmestød skal være over temperaturen på kartoflerne.
- Ved en temperaturforskel mellem ude- og lagertemperatur kombineret med dårlig isolering kan der dannes kondens på bygningskonstruktioner.
- Etc.

**Tabel 4.** Dugpunktstabel. Tabellen viser hvornår, man kan anvende udeluft ved en given udetemperatur og luftfugtighed uden at der skabes kondens.

#### Relativ luftfugtighed, %

| Lufttemperatur, °C. | 60   | 62   | 64   | 66   | 68   | 70   | 72   | 76   | 80   | 84   | 88   | 92   | 96   | 100 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 20                  | 12,1 | 12,6 | 13,1 | 13,6 | 14,0 | 14,5 | 14,9 | 15,7 | 16,5 | 17,3 | 18,0 | 18,7 | 19,4 | 20  |
| 19                  | 11,2 | 11,7 | 12,2 | 12,6 | 13,1 | 13,5 | 13,9 | 14,8 | 15,5 | 16,3 | 17,0 | 17,7 | 18,4 | 19  |
| 18                  | 10,3 | 10,7 | 11,2 | 11,7 | 12,1 | 12,5 | 13,0 | 13,8 | 14,6 | 15,3 | 16,0 | 16,7 | 17,4 | 18  |
| 17                  | 9,3  | 9,8  | 10,3 | 10,7 | 11,2 | 11,6 | 12,0 | 12,8 | 13,6 | 14,3 | 15,0 | 15,7 | 16,4 | 17  |
| 16                  | 8,4  | 8,8  | 9,3  | 9,7  | 10,2 | 10,6 | 11,0 | 11,8 | 12,6 | 13,3 | 14,0 | 14,7 | 15,4 | 16  |
| 15                  | 7,4  | 7,9  | 8,3  | 8,8  | 9,2  | 9,7  | 10,1 | 10,9 | 11,6 | 12,4 | 13,1 | 13,7 | 14,4 | 15  |
| 14                  | 6,5  | 6,9  | 7,4  | 7,8  | 8,3  | 8,7  | 9,1  | 9,9  | 10,7 | 11,4 | 12,1 | 12,7 | 13,4 | 14  |
| 13                  | 5,5  | 6,0  | 6,4  | 6,9  | 7,3  | 7,7  | 8,1  | 8,9  | 9,7  | 10,4 | 11,1 | 11,7 | 12,4 | 13  |
| 12                  | 4,6  | 5,0  | 5,5  | 5,9  | 6,3  | 6,8  | 7,2  | 8,0  | 8,7  | 9,4  | 10,1 | 10,8 | 11,4 | 12  |
| 11                  | 3,6  | 4,1  | 4,5  | 5,0  | 5,4  | 5,8  | 6,2  | 7,0  | 7,7  | 8,4  | 9,1  | 9,8  | 10,4 | 11  |
| 10                  | 2,7  | 3,1  | 3,6  | 4,0  | 4,4  | 4,8  | 5,2  | 6,0  | 6,7  | 7,5  | 8,1  | 8,8  | 9,4  | 10  |
| 9                   | 1,7  | 2,2  | 2,6  | 3,0  | 3,5  | 3,9  | 4,3  | 5,0  | 5,8  | 6,5  | 7,1  | 7,8  | 8,4  | 9   |
| 8                   | 0,8  | 1,2  | 1,7  | 2,1  | 2,5  | 2,9  | 3,3  | 4,1  | 4,8  | 5,5  | 6,2  | 6,8  | 7,4  | 8   |
| 7                   | -0,1 |      | 0,7  | 1,1  | 1,5  | 2,0  | 2,3  | 3,1  | 3,8  | 4,5  | 5,2  | 5,8  | 6,4  | 7   |
| 6                   | -1,0 | -0,6 | -0,2 | 0,2  | 0,6  | 1,0  | 1,4  | 2,1  | 2,8  | 3,5  | 4,2  | 4,8  | 5,4  | 6   |
| 5                   | -1,8 | -1,4 | -1,0 | -0,7 | -0,3 | 0,0  | 0,4  | 1,2  | 1,9  | 2,5  | 3,2  | 3,8  | 4,4  | 5   |
| 4                   | -2,7 | -2,3 | -1,9 | -1,5 | -1,2 | -0,8 | -0,5 | 0,2  | 0,9  | 1,6  | 2,2  | 2,8  | 3,4  | 4   |
| 3                   | -3,5 | -3,1 | -2,7 | -2,4 | -2,0 | -1,7 | -1,3 | -0,7 | -0,1 | 0,6  | 1,2  | 1,8  | 2,4  | 3   |
| 2                   | -4,3 | -4,0 | -3,6 | -3,2 | -2,9 | -2,5 | -2,2 | -1,5 | -0,9 | -0,3 | 0,2  | 0,8  | 1,4  | 2   |
| 1                   | -5,2 | -4,8 | -4,4 | -4,1 | -3,7 | -3,4 | -3,0 | -2,4 | -1,8 | -1,2 | -0,7 | -0,1 | 0,4  | 1   |

## EKSEMPEL PÅ KONDENSERING:

### Nedkøling i forbindelse med indlagring:

Hvis luftens temperatur er 10 grader C, og den relative luftfugtighed (RH) er 76 procent, vil der dannes kondens, hvis kartoflerne på lageret er 6 grader C – altså en forskel på 4 grader. Men hvis det er lummert om natten, og fugtigheden er oppe på 96 procent, sker der en kondensering, hvis kartoflernes temperatur er lig med eller lavere end 9,4 grader C – altså kun

0,6 grad lavere. Man er derfor altid sikker på, at der ikke dannes kondens, hvis udeluften er koldere end kartoflerne på lageret.

### Opvarmning i forbindelse udlagring:

Ved opvarmning og varmetød i forbindelse med sortering og udlagring skal dugpunktstemperaturen af luften til opvarmning være over temperaturen på kartoflerne. Hvis kartoflerne lagres ved eksempelvis 3,8 grader C, og luftens fugtighed er 80 procent, kan man varme op med luft over 6 grader C. Da temperaturen oftest er højere, enten på grund af udeluft eller anvendelse af varmekilder, er det kun et problem, hvis temperaturen og dermed dugpunktet for luften pludselig falder til under temperaturen på kartoflerne.

## SENSORER

- Placer parvise sensorer flere steder i kartoflerne ca. 7 og 30 cm ned i kartoflerne og check temperaturen på lageret dagligt. Temperaturforskellen må ikke overstige 0,5 grader C mellem de to temperaturmålere.
- Husk at kalibrere sensorer inden brug.
- Check dagligt at lageret kører, som det skal. Kortvarige temperaturstigninger er med til at danne kondens og dermed risiko for specielt sølvskurv og råddudvikling, men også accelerering af den fysiologiske alder af knoldene.
- Hold dagligt øje med udvikling af temperatur og fugtighed på lageret.

## UDVIKLING AF SYGDOMME PÅ LAGER

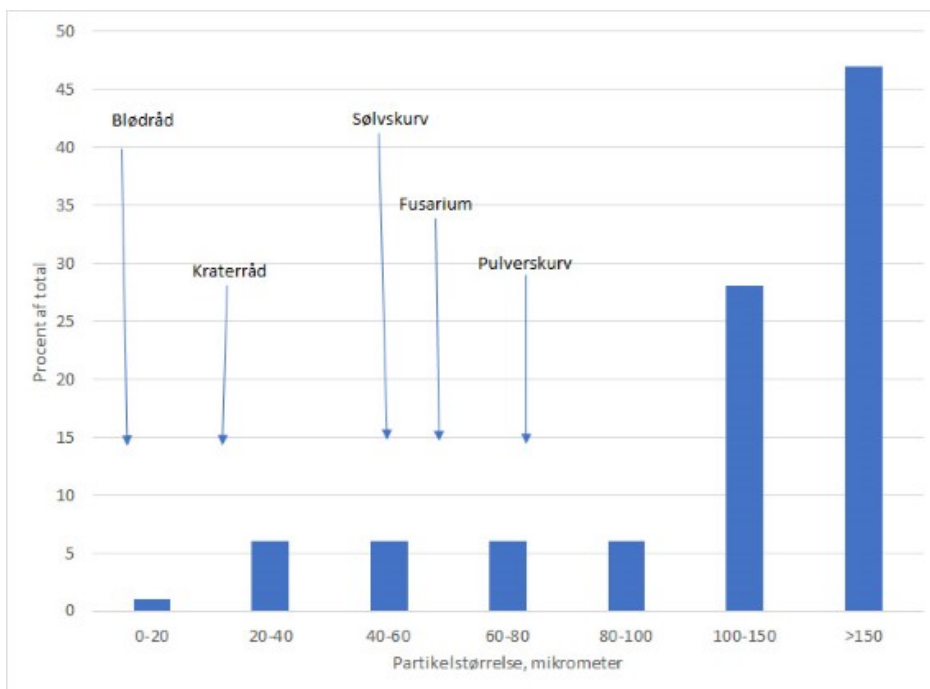
Mange af sygdomme ligger latent på knoldene og udvikler sig på lageret eller i kulen. Sunde læggekartofler og godt sædskifte er derfor en afgørende forudsætning for høst af sunde kartofler. Der er forskel på, hvor meget de enkelte forebyggende foranstaltninger betyder for de enkelte lagersygdomme.

| Betydning af:                    | Sølvskurv | Black dot | Fusarium | Phoma | Blødråd |
|----------------------------------|-----------|-----------|----------|-------|---------|
| Sårheling                        |           |           | √        | √     |         |
| Hurtig nedkøling, 0,5 °C/dag     | √         | √         |          |       | √       |
| Lav lagertemperatur              | √         | √         | √        |       | √       |
| Få skader ved håndtering         |           |           | √        |       | √       |
| Hygiejne på lager                | √         | √         |          |       |         |
| Desinfektion af kasser og sorter |           |           | √        | √     | √       |

## RENGØRING AF LAGER

Hold lageret rent både før indlagring (desinfektion med godkendte desinfektionsmidler) men også under selve lagringen, når der er kørt ud og ind af lageret med eksempelvis trucks. Brug hellere en industristøvsuger med effektivt filter end fejekost, da svampe og bakteriesporer

sidder i støv, som kan hvirvles op og spredes til kartofler (figur 4). Hvis der samtidig er kondens, sker infektionen af specielt sølvskurv men også andre svampe på lager. Undgå at placere sorteren i nærheden af lageråbningen, så der føres støv og svampesporer med ind på lager.

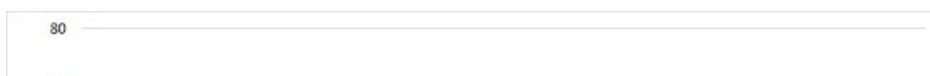


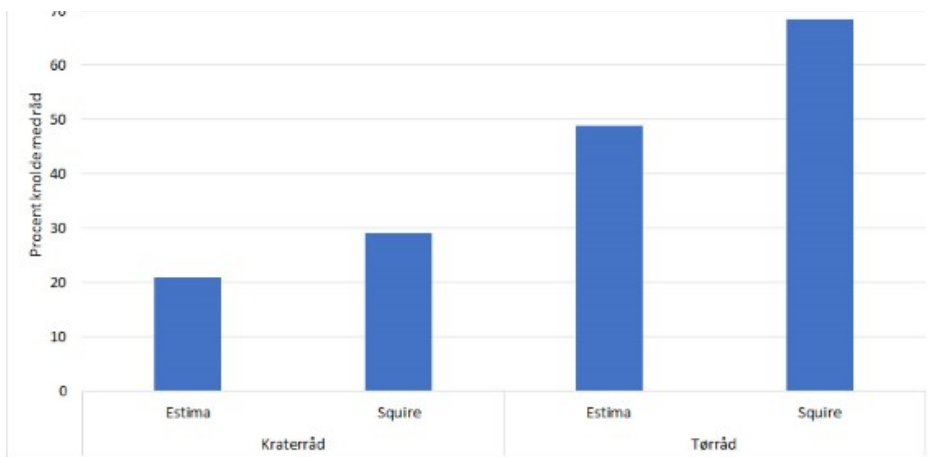
**Figur 4.** Svampesporernes størrelse i forhold til størrelsen af de jordpartikler, som findes og spredes på et kartoffellager. Kilde: Stuart Wale 2016.

## RENGØRING EFTER UDLAGRING

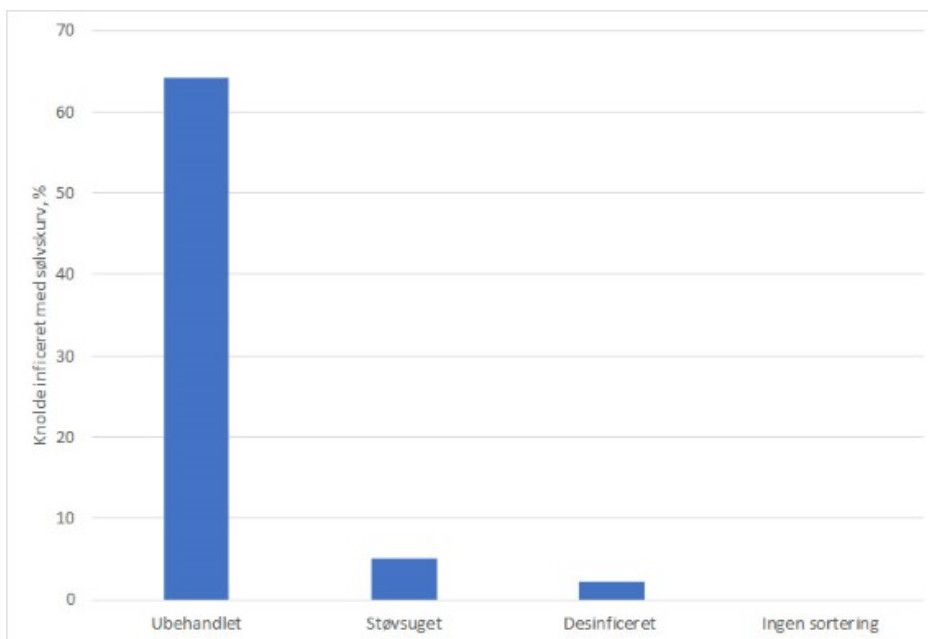
- Årlig desinfektion af lagerhuse efter fjernelse af fast materiale med højtryksrensning med skum eller gasning, specielt efter år med kraftig angreb af sølvskurv.
- Desinfektion efter sortering af inficerede partier (figur 6).
- Udbedring skader på isolering.
- Brug kun højtryksrenser på vandfaste overflader.
- Sæt de rensede kasser ind i det rensede lager.
- Daglig støvsugning og rengøring af horisontale flader.

Selvom det kan være vanskeligt at rengøre og desinficere sorter er det vigtigt, da der kan ske smitte ikke kun med bakterier (se figur 3), men også med tørråd (Fusarium), kraterråd (Phoma) og sølvskurv. Skotske undersøgelse har vist, at op til henholdsvis 30 og 70 procent af sunde knoldene kan blive inficeret med kraterråd og tørråd, hvis der lige inden sortering af sunde kartofler er sorteret et inficeret parti med de pågældende sygdomme (figur 5). Et andet studie har vist, at det er sorteringen som er årsag til spredning af sølvskurv og at en simpel støvsugning af sorteren reducere angrebet af sølvskurv markant (figur 6).





**Figur 5.** Procent knolde med forekomst af symptomer på henholdsvis kraterråd (Phoma) og Tørråd (Fusarium) efter et sundt parti er sorteret på en inficeret sorter. Kilde Stuart Wale 2016.



**Figur 6.** Forekomst af sølvscurv på knolde efter at et sundt parti er sorteret på en sorter som er henholdsvis støvsuget, desinficeret eller ikke-sorteret. Kilde Stuart Wale 2016.