

Læggekartoflers fysiologiske alder



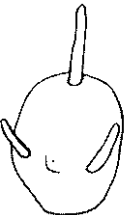
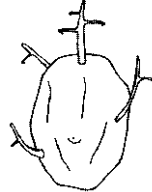
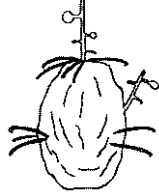
*Jørgen Christiansen og Poul Erik Lærke,
Danmarks JordbrugsForskning.*

Introduktion

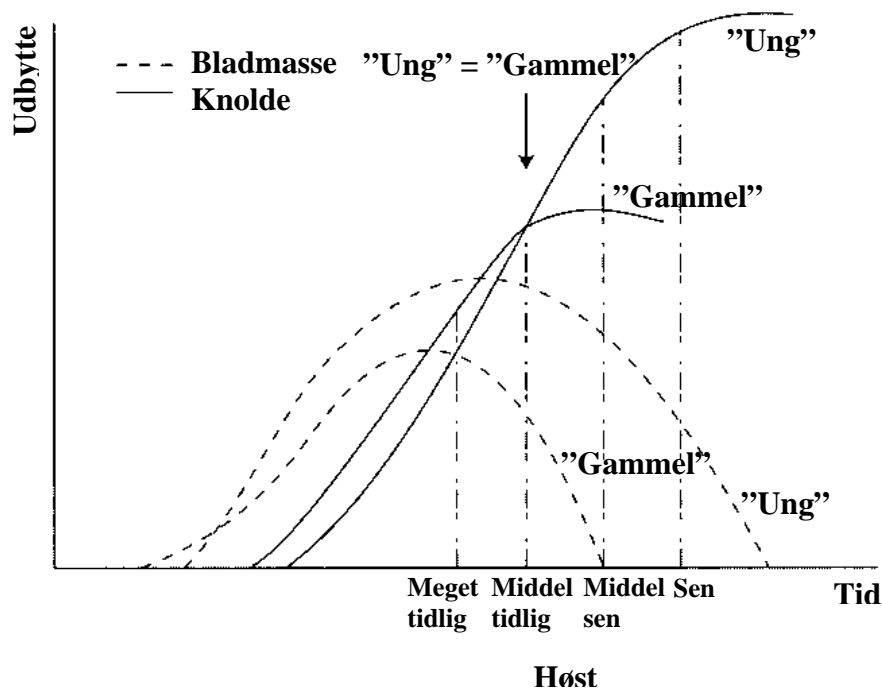
I praksis observeres store forskelle mellem læggekartoffelpartiets udbyttegivende egenskaber, på trods af at alle partier opfylder de nuværende minimumskrav for læggekartoflers kvalitet. Denne uoverensstemmelse skyldes, at de nuværende minimumskrav primært omfatter de sygdomsmæssige aspekter, som kun delvist er bestemmende for læggematerialets udbyttegivende evne. Læggematerialets fysiologiske tilstand/-alder er ikke omfattet af de nuværende kvalitetskrav, selvom den fysiologiske tilstand er af afgørende betydning for læggekartoflers fremspirings hastighed, antal fremspirende hovedstængler, kartoffeltoppens udviklingsmønster og –hastighed, samt udbytteprofil. De produktionsmæssige fordele, som kendskab til og styring af læggematerialets fysiologiske alder indebærer, udnyttes ikke tilstrækkeligt i praksis. Disse forhold, samt en ofte u hensigtsmæssig håndtering af læggematerialet umiddelbart før og efter udlevering, er nogle af de væsentligste årsager til de observerede udbytteforskelle. Der er derfor et stort behov for at få formidlet viden til praksis om de forhold, der påvirker læggekartoflers kvalitet i bredere forstand. Ligeledes er det vigtigt at få identificeret nye kvalitetsparametre for læggekartofler, som rækker ud over de nuværende minimumskrav og tillige beskriver den fysiologiske kvalitet, så aftagerne sikres læggemateriale af dokumenteret høj brugskvalitet. I den foreliggende artikel beskrives betydningen af læggekartoflers fysiologiske alder. Endvidere omtales et nystartet projekt om læggekartoflers fysiologiske alder, som gennemføres ved Danmarks JordbrugsForskning i samarbejde KMC og AKV-Langholt, og finansieret af Kartoffelafgiftsfonden.

Læggekartoflers fysiologiske alder

Læggekartofler har dels en kronologisk alder, dvs. alder målt fra knoldinitiering, uden hensyntagen til miljøpåvirkninger under vækst og lagring, og dels en fysiologisk alder, dvs. fysiologiske udviklingsstadier, som ikke blot afhænger af den kronologiske alder, men også påvirkes af vækst- og lagringsbetingelser. Den fysiologiske alder har afgørende betydning for læggematerialets udbyttegivende potentiale, idet den påvirker antallet af spirer der vokser, deres spirekraft, samt kartoffeltoppens vækstmønster og dermed også udbyttet. I sin udviklingsproces gennemløber læggekartoflen en række fysiologiske stadier, stadier som ikke alle nødvendigvis visuelt kommer til udtryk ved lave lagringstemperaturer, eller kan sløres af afspiring(er), hvorfor man ikke altid umiddelbart kan bedømme en læggekartoffels fysiologiske alder ud fra dens udseende. Under væksten på moderplanten og efter optagning befinder læggekartoflen sig i et hvilestadium, hvor den selv under optimale forhold ikke spirer. Herefter følger en periode, hvor læggekartoflen kun spirer ved tilstrækkeligt høje temperaturer. Denne periode kan opdeles i en fase, hvor kun det apikale spireøjne (topspiren) spirer, efterfulgt af en fase hvor flere spireøjne spirer. I næste fase udvikles forgrenede spirer. Endelig følger en fase, som er karakteriseret ved mange forgrenede spirer med miniknolde samt meget tynde spirer. I den sidste og ældste fase dannes end ikke spirer, idet der dannes miniknolde direkte på læggekartoffelns overflade. Læggekartoffelns fysiologiske udviklingsstadier, deres udseende og betydning for spireegenskaber, kartoffeltoppens udviklingsmønster og udbytteprofil fremgår i detaljer af tabel 1 og 2 samt figur 1. Den fysiologisk set mest optimale alder for læggematerialet vil afhænge af den produktion, som læggekartoflerne skal indgå i. For tidlige spisekartofler vil man således tilstræbe læggekartofler med apikal dominans og høj fysiologisk alder. Til produktion af læggekartofler ønskes derimod læggemateriale uden apikal dominans, men med høj fysiologisk alder. Til fabrikskartofler ønskes fysiologisk unge læggekartofler uden apikal dominans.

Fysiologisk alder	Ung Gammel					
	Læggeknoledenes udseende					
Fysiologisk stadie	Hvilestadie	Apikal dominans	Normal spiring	Normal spiring	Senilt	Ynglesyge
Spireegenskaber	Ingen spirer	Apikal spirer	Få spirer	Mange spirer med ingen eller få forgreninger	Mange og forgrenede spirer Tynde spirer Få spirer med minikolde	Ingen spirer Døtrekolde direkte på moderknold
Karakteristik af afgrøden	Ingen eller forsinket fremspiring	Én stængel per plante	Få og kraftige stængler per plante	Mange stængler per plante	Svage, mange-stænglede planter	Ingen fremspiring
Udbyttepotentiale Kort vækstperiode	Intet	Lavt	Middel	Højt	Næsten intet	Intet
Udbyttepotentiale Lang vækstperiode	Meget lavt	Lavt	Meget højt	Højt	Næsten intet	Intet

Tabel 1. Betydningen af læggekartoflers fysiologiske alder for spireegenskaber. De angivne udbyttepotentialer er kun gældende ved normale plantetal og for middel-sene sorter.



Figur 1. Vækst af top og knolde fra fysiologisk unge kontra fysiologisk gamle læggekartofler.

Afgrøde-egenskaber	Fysiologisk unge læggekartofler	Fysiologisk gamle læggekartofler
Fremspiring	Sen	Tidligere
Stængelantal	Få	Flere
Knoldsætning	Sen	Tidligere
Sekundær vækst	Lille	Større
Topvækst	Stor	Mindre
Knolde per stængel	Mange	Færre
Udbytte	Højt	Lavere
Afmodningstidspunkt	Senere	Tidligt

Tabel 2. Afgrødeegenskaber ved anvendelse af fysiologisk unge og gamle læggekartofler.

Måling af fysiologisk alder

Som det fremgår af ovenstående er den fysiologiske alder af afgørende betydning for læggematerialets udbyttegivende evne og en optimering af stængeltætheden i marken, hvorfor det er meget vigtigt at kende den fysiologiske alder af et givet parti læggekartofler, samt vide om/hvorledes den fysiologiske alder kan manipuleres, såfremt den ikke er optimal. Imidlertid er det endnu ikke lykkedes at identificere markører og måleparametre, som tillader en præcis forudsigelse/karakterisering af den fysiologiske alder, hvorfor det store udbyttepotentiale, som viden om læggekartoflers fysiologiske alder indebærer, ikke kan udnyttes fuldt ud. Indtil videre er den eneste sikre metode til bestemmelse af den fysiologiske alder, at registrere den tid det tager for læggekartoflerne, at nå et bestemt fysiologisk stadie under kontrollerede forhold, men denne metode er ikke tilstrækkeligt hurtig/prediktiv for praksis. Metoden er imidlertid udmærket til karakterisering af centrale sortsforskelle mht. egenskaber relateret til fysiologisk alder, hvorfor der kan beregnes et fysiologisk ældnings-index baseret på toppens vækstkraft fra knolde opbevaret ved 3 forskellige lagertemperaturer. En sådan sorts-karakterisering burde gennemføres for sorter dyrket og lagret under danske forhold. Temperaturen har stor betydning for den fysiologiske alder, hvorfor den akkumulerede temperatursum (grad-dage), som læggekartoflerne har været udsat for, tidligere har været anvendt som et mål for fysiologisk alder. Imidlertid er temperaturens effekt på ældningen ikke lineær, som tidligere antaget, ligesom effekten heller ikke er ens i de forskellige faser, bl.a. stimulerer høje temperaturer tidligt i lagringsperioden toppens grokraft langt mere, end hvis læggekartoflerne udsættes for tilsvarende temperaturer sidst i lagringsperioden. Disse observationer burde afprøves under danske forhold, idet den optimale behandling ikke er i overensstemmelse med dansk praksis, hvor man anbefaler en konstant lav temperatur i første del af lagringsperioden.

Fysiske faktorer der påvirker fysiologisk alder

Problemerne med at finde markører og måleparametre til bestemmelse af fysiologisk alder skyldes dets kompleksitet, idet en lang række faktorer påvirker de fysiologiske ældningsprocesser, se endvidere tabel 3. Hastigheden hvormed den fysiologiske ældning foregår er således bl.a. sortsbetingsbetaget, foruden at længden af spirehvilten kan variere med op til flere måneder mellem sorter. For hver sort skal lagringsbetingelserne (temperatur og varighed) derfor tilpasses individuelt for at opnå læggemateriale med en optimal vækstkraft. Under lagring er det ikke blot temperaturen, der påvirker den fysiologiske ældning, men også kulde-/varmechock, lysmængde, fotoperiode, fugtighed og lagerets gassammensætning har en effekt, som tillige ofte er sorts- og temperatur-

afhængig. Beskadigelser reducerer længden af spirehvilen og afspiring afkorter perioden med apikal dominans. Endvidere har små knolde en længere spirehvile end store knolde, men sammenhængen ikke er lige entydig i alle sorter. De vækstbetingelser hvorunder læggematerialet er produceret påvirker også længden af spirehvilen. Varme vækstbetingelser, let jord, lav jord-fugtighed og N-niveau reducerer således spirehvilen og fremskynder dermed den fysiologiske ældning af læggematerialet. Umodne knolde har normalt en længere spirehvile end modne knolde. Grønfarvede knolde har en kortere spirehvile.

I et forsøg på at opnå en anvendelig metode til vurdering af læggekartoflers fysiologiske alder er der forsøgt udviklet skemaer, hvor udvalgte faktorer, der påvirker udviklingen i fysiologisk alder vægtes og tildeles points af sælgeren, således at partiets samlede points-sum er et udtryk for den fysiologiske alder. Metoden er ikke særlig præcis, men skaber bevidsthed omkring betydningen af fysiologisk alder, og er et skridt på vejen. Skal problemet løses, er der imidlertid behov for mere grundlæggende undersøgelser i relation til fysiologisk alder, eventuelt kombineret med indsamling af centrale data (knoldinitiering, længden af spirehvilen, klima og lagringsdata) fra andre forsøg, mhp. at sikre tilstrækkelige datamængder til udvikling og test af modeller for fysiologisk alder. En anden strategi kunne være, at læggekartoffelproducenter og –centraler registrerede udvalgte nøgle-data, til dokumentation af partiernes fysiologisk alder, og samtidig indførte mere standardiserede procedurer i forbindelse med nedvisning, optagning, sårheling lagring etc., mhp. at eliminere mange af de komplekse variable, der påvirker den fysiologiske alder af læggematerialet. En sådan strategi ville stille store krav til lagerlogistik og kræve nytænkning mht. kartoffellagres udformning og indretning.

Styring af fysiologisk alder

Som beskrevet ovenfor påvirker en lang række faktorer i vækstperioden, ved optagning/indlagring, under lagringen, samt håndteringen mellem udlagring og lægning læggekartoflens fysiologiske alder/kvalitet. En del af disse faktorer er relaterede til klimaet og kan derfor ikke styres. I hvor høj grad de resterende faktorer påvirker den fysiologiske udvikling af læggekartoflerne er ikke helt klarlagt og kræver yderligere undersøgelser. Sådanne undersøgelser vanskeliggøres imidlertid pga. store variationer i fysiologisk kvalitet mellem læggekartofler inden for et parti, forskelle der primært skyldes variationen mellem knolde fra samme top, og ikke variationen mellem forskellige toppe. En del af variationen mellem knolde fra samme top kan tilskrives forskelle i knoldstørrelse, tidspunkt for knoldinitiering og knoldens placering på moderplanten, faktorer der er stærkt påvirket af vækstforholdene og derfor svære at kontrollere i praksis. Variationen i fysiologisk kvalitet (spirehvilen) mellem partier fra forskellige dyrkningslokaliteter eller dyrkningsår kan også variere betragteligt, fra uger til måneder. Tabel 3 giver en oversigt over hvilke fysiske faktorer, der påvirker læggematerialets fysiologiske kvalitet, og mulighederne for en styring heraf.

Læggekartoflers fysiologiske alder	Vækstsæsonen			Lagring		Efter lagring
	Vækstperiode	Nedvisning	Optagning	Sårheling	Lagring	Forbehandling
Fysiske faktorer der påvirker den fysiologiske alder	Temperatur Daglængde Lysintensitet Nedbør Jordtype	Vejrforhold (temperatur)	Vejrforhold	Temperatur Luftfugtighed <i>Afhængig af temperatur-påvirkninger i vækstsæsonen</i>	Temperatur Luftfugtighed CO ₂ -indhold Lysmængde Lysperiode <i>Afhængig af temperaturer i vækstperioden</i>	Temperatur Lys Beskadigelser
Muligheder for styring af den fysiologiske alder	Vanding Kvælstofniveau	Nedvisningsmetode og tidspunkt	Vanding efter nedvisning Interval mellem nedvisning og optagning	Temperatur Luftfugtighed Ventilation	Varme og kulde chock Temperatur Lys Afspiring Faser med varmebehandling	Forvarmning Forspiring Knoldstørrelse

Tabel 3. Oversigt over fysiske faktorer, der påvirker læggekartoflers fysiologiske alder samt mulighederne for en målrettet styring af den fysiologiske alder. De væsentligste styringsmuligheder er angivet med fed skrifttype.

Forbehandling af læggematerialet efter udtagning fra lager, i form af forvarmning eller forspiring med eller uden forudgående varmestød, er velkendte metoder til styring af læggekartoflers fysiologiske kvalitet. Specielt forvarmning har fundet stor udbredelse. Men igen, det er afgørende at kende læggematerialets fysiologiske alder og sortens reaktionsmønster, for at kunne tilpasse og maksimere udbyttet af forbehandlingen. Teknikker til forspiring (spiresække, storbakker) burde videreudvikles og anvendes i langt større omfang, specielt inden for økologisk kartoffelavl. Læggekartoffelcentraler kunne eventuelt udvide deres service og tilbyde levering af optimalt forspirede læggekartofler. Fordele og ulemper ved forskellige metoder til forbehandling af læggemateriale fremgår af tabel 4.

Forbehandling af læggekartofler	Ingen (direkte fra lager)	Forvarmet	Forspirt
Spirefarve	Hvide	Hvide	Grønlig
Spirelængde	Afhængig af fysiologisk alder, korte eller lange	1-3 mm	1-2 cm
Spirekraft	Lille	Høj	Meget Høj
Arbejdskraftbehov	Ingen	Højt	Meget højt
Spirer	Meget forskellige udviklingsstadier	Forskellige udviklingsstadier	Ens udviklingstadi
Fremspiring	Meget langsom og spredt	Langsom men ensartet	Hurtig og ensartet
Knoldsætning	Sen	Middel-tidlig	Tidlig
Afmodning	Sen	Middel-tidlig	Tidlig
Udbyttepotentiale	Lavt i en kort vækstsæson. Højt i en lang vækstsæson.	Middel i en kort vækstsæson. Middel i en lang vækstsæson.	Højt i en kort vækstsæson. Middel-lavt i en lang vækstsæson.

Tabel 4. Fordele og ulemper ved forskellige former for forbehandling af læggekartofler.

Nyt projekt om læggekartoflers fysiologiske alder

Kartoffelafgiftsfonden har i 2003 finansieret et projekt vedrørende betydningen af læggekartoflers fysiologiske alder. Projektet gennemføres i et samarbejde mellem Danmarks JordbrugsForskning, KMC og AKV-Langholt. Den i praksis observerede spredning i udbyttegivende egenskaber mellem forskellige læggekartoffelpartier dokumenteres i projektet og relateres til forskelle i partiernes sundhed og fysiologiske alder. I alt 40 læggekartoffelpartier dyrket og lagret i praksis, 10 partier af hhv. Kuras, Kardal, Oleva og Fontane, karakteriseres mht. sundhedsmæssig kvalitet, varighed af spirehvile, fremspiringshastighed, stængelantal/top, vækstkraft, topudvikling og udbytte ved høst.

Som tidligere nævnt reagerer kartoffelsorter forskelligt på de faktorer, der påvirker læggematerialets fysiologiske alder. Men også effekten af fysiologisk ældning på læggekartoflers forskellige brugs-egenskaber kan variere mellem sorter. Det er derfor vigtigt, at få karakteriseret de enkelte kartoffelsorters følsomhed og reaktion på fysiologisk ældning, så man via en målrettet lagringsstrategi eller forbehandling af læggematerialet kan regulere den fysiologiske ældning, og dermed opnå læggemateriale med optimale brugs- og produktionsegenskaber. Den viden, der foreligger om disse forhold i danske sortsdata-baser og -beskrivelser, er meget mangelfuld. Kartoffelsorter der repræsenterer forskellige vækst-/lagringstyper og produktionsgrene vil i projektet derfor blive karakteriseret mht. deres følsomhed og specifikke reaktioner på fysiologisk ældning, for at sikre et mere detaljeret vidensgrundlag for en optimering af læggekartoflers produktionsmæssige egenskaber. Sorterne Agata, Hamlet, Folva, Sava, Saturna, Tivoli, Oleva og Kuras vil i projektet blive karakteriseret mht. spirehvile, fysiologisk ældningsindeks, lagringstemperaturens betydning for spire- og vækstegenskaber, samt korrelation mellem knoldstørrelse og antal fremspirede stængler.