



24 FEB. 1992

Litteraturuddrag om frøalder og dens indflydelse på spireevne og plante- vækst specielt hos bederoe og kålroe

Abstract of literature on seed age and its influence on germination capability and plant growth, with special relation to beets and swedes

C. P. Lysgaard

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

Beretning nr. S 2162 - 1991



Litteraturuddrag om frøalder og dens indflydelse på spireevne og plante- vækst specielt hos bederoe og kålroe

Abstract of literature on seed age and its influence on germination capability and plant growth, with special relation to beets and swedes

C. P. Lysgaard

Beretning nr. S 2162 - 1991

Resumé

I artiklen omtales fund af antal frø i jordbunden og fund af meget gamle frø, som var i stand til at spire. Ligeledes omtales spireevnen hos frø nedgravet i jorden og hos frø opbevaret i lagerrum ved forskellige temperaturer og med forskelligt vandindhold. Gammelt og især ugunstigt opbevaret frø havde lavere spireevne og gav lavere planteudbytte end nyt og gunstigt opbevaret frø.

Nøgleord: Frøalder, spireevne, plantevækst, bederoe, kålroe.

Summary

The article deals with the number of seeds in the soil and the number of old seeds able to germinate. It also deals with the germination capacity of seeds buried in the soil and seeds kept stored at different temperatures and with different water contents. Old and especially seeds stored in unsuitable conditions had a lower germination capacity and yielded lower plant production than new seeds and seeds stored in favourable conditons.

Key words: Seed age, germination capability, plant growth, beet, swedes.

Indledning

Et frø er en afslutning og en begyndelse, det er bæreren af arvelige egenskaber. Det symboliserer mangfoldiggørelse og spredning, videreførelse og nyskabelse, overlevelse og fødsel (19).

Litteraturen om frø er meget omfattende. Her kan nævnes nogle forfattere til bøger og afhandlinger med mange litteraturhenvisninger: *Owen* (42) 552 henvisninger, *Barton* (3,4) 780 og 126, *Bruce & Roos* (5) 275, *Justice & Bass* (25) 514, *Roberts* (49,51) 1173 og 125, *Saxena & Pakeeraiah* (55) 162 og *Jensen* (22) 124 henvisninger.

Antal frø i jordprøver

I de øverste jordlag kan mængden af ukrudtsfrø være forbavsende stor både i dyrkede jorder og i jordlag, som har ligget urørt gennem lange tider. *Jensen* (21) undersøgte jordprøver fra pløjelaget i 0-20 cm's dybde i 57 dyrkede marker og fandt i gennemsnit ca. 135.000 frø pr. m², varierende fra 12.600 til ca. 934.000 frø. Ca. 27 pct. af de fundne frø var spiredygtige. Nye undersøgelser tyder på, at antallet af frø i de øverste jordlag har været tiltagende gennem de sidste ca. 20 år (61). Frømængder af samme størrelsesorden er fundet i forbindelse med arkæologiske udgravninger. I tre jordprøver fra Tvedgade, Ribe, dateret til det 8. århundrede, var det gennemsnitlige indhold 4.715 frø pr. liter, varierende fra 2.240 til 6.235 frø (22,24).

Hvor længe kan frø bevare spireevnen i jorden?

Alle former for liv svækkes med alderen og ender uundgåeligt med døden. Frø betragtes her som dødt, når det under gunstige betingelser ikke er i stand til at spire, såfremt der ikke er tale om spirehvile eller "hårde" korn. Under normale opbevaringsforhold taber frø spireevnen i løbet af en periode på 3-20 år, men i ekstreme tilfælde er der fundet meget gamle frø, som har været i stand til at spire.

På Rothamsted, England, er der fundet spiredygtige ukrudtsfrø i jordprøver taget under vedvarende græsareale, som har ligget ca. 300 år (64). I Manchuriet er der i et tørvelag fundet frø af en vandlilje (*Nelumbium speciosum*), som kunne spire med næsten 100 pct. (41). En del af denne frøprøve er senere med kulstof-14-metoden bestemt til at være 1040 ± 210 år gammel (31).

I Danmark har *Ødum* (70) fundet frø af mange ukrudtsarter, som havde bevaret spireevnen i mindst 100 til 600 år, og få frø af hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*) og alm. spergel (*Spergula arvensis*) havde bevaret spireevnen i mindst 1700 år. Også i senere undersøgelser (71) har *Ødum* fundet ukrudtsfrø, som havde bevaret spireevnen i uforstyrret jord i op til 850 år.

Libby & Ohga (32) fandt 4 spiredygtige lotusfrø i resterne af en trækano, som havde ligget ca. 6 m under jordoverfladen i nærheden af Tokyo, Japan. *Libby* (32) fremfører indiciebevis for, at disse frø kan have overlevet i mere end 3000 år. *Porsild et al.* (45) beretter om *Lupinus arcticus* frø, der menes at være mindst 10.000 år gamle. De er fundet i en lemminghule i frossent mudder 3 til 6 m under jordoverfladen i Yukon, Canada. Disse frø var spiredygtige og gav normale planter. *Godwin* (16) sætter dog spørgsmålstegn ved rigtigheden af denne frøalder, fordi den kun er indirekte bevist.

Kontrollerede forsøg med frø nedgravet i jorden

Statsfrøkontrollen påbegyndte i 1934 et nedgravningsforsøg. Det omfattede 27 prøver (19 arter) af ukrudtsfrø samt 2 kornarter, 3 græsarter, 3 kløverarter, kålroe og turnips. Frøet blev sået i urtepottes, der placeredes i en sådan dybde, at frøet var dækket med et jordlag på 20 cm. Nogle udpluk af resultaterne, taget fra *Kjær* (28,29), *Madsen* (37) og *Jensen* (23), er samlet i nedenstående oversigt:

Efter antal år i jorden <i>Years in the soil</i>	1	5	10	20	26	49
Ukrudtsfrø, antal prøver <i>Weed seeds, number of trials</i>	25	23	18	11	5	2
Procent frø spiret gns. <i>Per cent seeds germinated average</i>	50	44	27	23	34	13
Kulturfrø, antal prøver <i>Cultivated seeds, number of trials</i>	8	6	2			
Procent frø spiret gns. <i>Per cent seeds germinated average</i>	8	5	1			

De arter, der holdt spireevnen længst, var af ukrudtsfrø hvidmelet gåsefod og af kulturfrø kålroe og turnips. Statsfrøkontrollen har tidligere udført forsøg med bederoefrø nedgravet i 30 cm's dybde. Efter henholdsvis 1, 3 og 5 år kunne dette frø spire med 45, 18 og 2 pct. (10).

I Michigan, USA, påbegyndte *Beal* et nedgravningsforsøg i 1879. Frø af 20 arter, især vilde planter, blev blandet med sand og påfyldt flasker, der blev placeret i ca. 50 cm's dybde med mundingen pegenude skræppe nedad. Efter 10, 30, 50 og 70 år kunne nogle frø af henholdsvis 9, 8, 5 og 3 arter spire (8). Kruiset skræppe, toårig natlys og klasse kongelys holdt spireevnen længst (9). Efter 100 år spirede kongelys med 42 pct. (27).

I Virginia, USA, såede *Duvel* i 1902 frø af 107 arter af vilde og dyrkede planter i urtepottes og placerede dem i henholdsvis ca. 20, 56 og 107 cm's dybde. Frøene af 15 dyrkede arter havde mistet spireevnen efter 1 år, men frø af sukkerroe spirede med 5 pct. efter 10 år. Efter 39 år blev jorden beslaglagt til byggeri. Da var 36 arter i stand til at spire, og sort natskygge og pigæble spirede med 81 og 90 pct. Der var tendens til, at spireevnen holdt sig bedre i større end i mindre dybde (62).

Spireevnen hos *Beta*- og *Brassica*frø opbevaret på frølager og ved rumtemperatur

Det er velkendt, at frø af god kvalitet, det vil sige fuldmodent frø med høj spireevne, bevarer denne længere end umodent frø med lavere spireevne (11,36,42).

Det er også fastslået, at de ydre faktorer, der øver størst indflydelse på frøets opbevaring, er dets vandindhold, opbevaringstemperaturen og ilttrykket, og at en sænkning af disse faktorer forlænger spireevnets bevarelse. Ilttrykket betyder mindst, og temperaturen er mindre kritisk end vandindholdet (38,49).

Vandindholdet i frø, der lagres åbent (lufttilgængeligt), vil efterhånden indstille sig ved en ligevægt, der afhænger af den omgivende lufts relative fugtighed. Kreyger (30) fandt følgende resultater for *Beta*- og *Brassica*frø opbevaret ved 12 til 25°C:

Rel. fugtighed pct.	40	50	60	70	75	80	85	90	95
<i>Rel. humidity %</i>									
<i>Beta</i> , vand pct.	9,4	10,7	12,0	13,3	14,5	16,6	18,6	20,5	22,5
<i>Beta</i> , water %									
<i>Brassica</i> , vand pct.	5,2	6,0	6,9	8,0	8,6	9,3	10,3	12,1	15,3
<i>Brassica</i> , water %									

Ligevægten indtræder ret hurtigt i små frøprøver, men i midten af større partier ændres vandindholdet meget langsomt i forhold til luftens fugtighed (26).

Meteorologisk Institut har gennem 30 år fra 1931-60 målt luftens fugtighedsgrad. Den var i gennemsnit 82 pct., varierende fra 72 pct. i maj måned til 91 pct. i december (59). På et frølager vil den relative fugtighed ofte være noget lavere end udendørs.

***Beta*frø**

Statsfrøkontrollen har gennem 14 år udført forsøg med frøprøver opbevaret i lærredsposer pakket i større sække, som blev stablet op på et almindeligt frølager (18). Spireevnen faldt kun lidt de første 2 år, men efter ca. 5, 7 og 12 år var den i gennemsnit for 6 prøver faldet til henholdsvis 55, 32 og 7 pct. Den bedste prøve spirede med 20 pct. efter 12 år.

Andre fandt, at *Beta*frø af god kvalitet opbevaret på et frølager praktisk taget holdt den oprindelige spireevne i 3-5 år (13,14,15,36,58,65). Forsøg udført af Robertson og Thornton (53) viste, at sukkerroefrølagret åbent i 19 år tabte 2,5 pct. i spireevne pr. år. Men Longden og Johnson (33) fik 9 pct. færre kimplanter pr. år af enkmet sukkerroefrø lagret åbent ved 10°C.

Ved rumtemperatur holdt bederoefrø praktisk taget spireevnen i 4-5 år (11,13,56). MacKay og Tontin (34) opbevarede frø af foderbede, rødbede og sukkerroe i tætlukkede dåser ved rumtemperatur og fandt, at der gik 13 år, før spireevnen var gået ned til 50 pct.

***Brassica*frø**

Foreliggende undersøgelser viste, at kålroefrø og kålfrø af god kvalitet lagret åbent på alm. frølager praktisk taget holdt den oprindelige spireevne i 2-4 år (12,18,35,36,46). Men på Statens Forsøgsstation Kvithamar, Norge, holdt kålfrø spireevnen i 7 år (47).

Ved rumtemperatur holdt kålroe- og kålfrø en høj spireevne i 3-5 år (11,28,47,54). *MacKay og Tonkin* (34) opbevarede kål-, kålroe- og rapsfrø i tætlukkede dåser ved rumtemperatur og fundt, at der gik 9 år, før spireevnen var gået ned til 50 pct.

Spireevnen i frø opbevaret ved forskellig temperatur og med forskelligt vandindhold

Betafrø

Undersøgelser af *Madsen* (36) viste, at frø med ca. 5 pct. vand opbevaret i lufttætte flasker på alm. frølager holdt spireevnen i 11 år. Frø med et vandindhold på ca. 10 pct. opbevaret i flasker og i lærredspose ved 2-5°C holdt også spireevnen i 11 år.

Fuld spireevne var bevaret i 8-9 år i *Betafrø* med 8-11 pct. vand opbevaret ved 5°C ved en relativ luftfugtighed på 45 pct. (20) samt i frø tørret og holdt tørt med silikagel og opbevaret ved 5-20 °C (40).

Longden og Johnson (33) har undersøgt virkningen af forskellige kombinationer af temperatur og vandindhold i frøet under lagringen. Nogle resultater derfra fremgår af nedenstående forenklede figur:

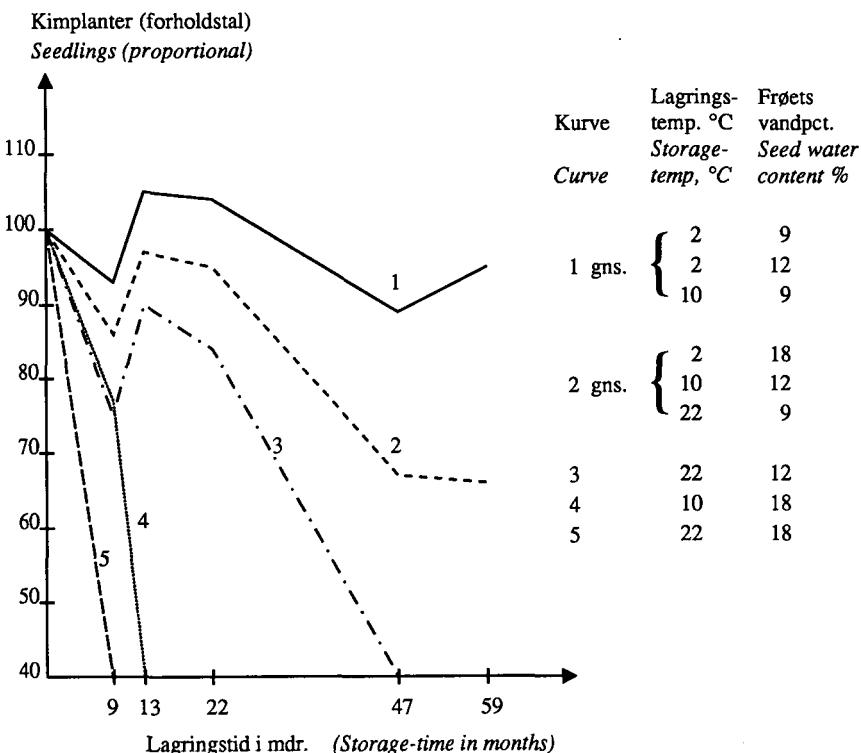


Fig. 1. Forholdstal for antal kimplanter af enkimet sukkerroefrø sået i drivhus efter lagring med forskelligt vandindhold i lukkede glas ved forskellig temperatur. Punkterne i kurve 1 og 2 svarer til gennemsnit af 3 ret nær liggende resultater. Efter *Longden og Johnson* (33).

Proportional figures for number of seedlings from monogerm sugar-beet seeds sown in a greenhouse after storage with varying water-content in sealed jars at different temperatures. The points in graphs 1 and 2 correspond to the average of 3 closely related results. After Longden and Johnson (33).

Lignende resultater er opnået af *Bulat* (6) ved anvendelse af tetrazoliumprøven.

Brassicafrø

Madsen (36) fandt, at 4 prøver af kålroefrø nedtørret til et vandindhold på ca. 4 pct. og opbevaret i luft-tætte flasker på alm. frølager holdt spirevnens i 11 år. Undersøgelser af *Reitan* (47) viste, at kålfrø med et vandindhold på 6-7 pct. i tætlukkede glas holdt spirevnens i 5 år ved rumtemperatur og 10 år på frølager.

Jansen og *Liefink* (20) opbevarede rapsfrø med et vandindhold på ca. 6 pct. ved 5°C og en relativ luftfugtighed på 45 pct. i 7 år uden tab i spirevnens. *Takayanagi* (60) opbevarede rapsfrø med et vandindhold på 3,6 pct. i lukkede plasticdåsere, dels ved rumtemperatur og dels ved 2,4°C, det holdt spirevnens i henholdsvis 13 og 15 år (forsøget sluttede efter 15 år).

Langtidsopbevaring af frø

I Californien blev der i 1947 påbegyndt et forsøg, der er planlagt til at strække sig over 360 år. Frø af ca. 100 arter blev stærkt nedtørret og opbevares under vakuumb i tilsimtede glas ved ca. 10 °C om vinteren og ca. 20°C om sommeren. Den stærkt nedsatte respiration under vakuumb skulle nedsætte temperaturens indflydelse på spirevnens bevarelse. Spirevnens var ikke blevet ringere efter de første 20 år (66,67).

Forsøg med opbevaring af frø har vist, at for de fleste frøarter bevares spirevnens bedre ved temperaturer under 0 °C end over (3,4,51,55). Det Internationale Råd for Plantegen Ressourcer anbefaler at opbevare frø af de fleste arter ved ca. -20°C og med et vandindhold på ca. 5 pct. Under sådanne forhold skønnes det, at frø kan bevare en høj spirevnens i årtier, ja måske århundreder (51). Gode resultater af nedfrysning er opnået af *Rincker* (48) (260 frøprøver af græsser og græsmarksbælgplanter), *Pack* og *Owen* (43), *Weibull* (65) (sukkerroefrø) samt *Reitan* (47) og *Nienhuis* og *Baltjes* (40) (brassicaarter).

Nordisk Genbank i Lund opbevarer ret store prøver i fryschuse ved -20 °C. Af de samme prøver opbevares en mindre reserveprøve i en kulmine på Svalbard i Nordnorge, hvor temperaturen fra naturens hånd er -3,7°C året rundt. Forud for lufttæt indlagring bliver småfrøede og storfrøede prøver nedtørret til et vandindhold på henholdsvis ca. 3 og 6 pct. Prøverne forventes at kunne bevare en høj spirevnens i 50 til 100 år (68,69).

En lille genbank findes på Landbohøjskolens forsøgsgård Højbakkegård, hvor 44 frøprøver opbevaret ved -25°C foreløbig har holdt spirevnens i 22 år (1).

Frøalderens indflydelse på plantevæksten

Det har længe været kendt, at frøets spirehastighed aftager, før der kan konstateres tab i spirevnens (18). Lagringen kan medføre svækkelse af frøets vitalitet eller vigør, der viser sig ved langsom fremspiring og vækst af kimplanter (27,39,44,49). Langsom vækst af både unge og ældre planter kan nedsætte det endelige udbytte (50).

Der har været flere undersøgelser, hvor udbyttet efter gammelt frø var mindre end efter nyt frø, men i andre fandtes ingen forskel, og i enkelte tilfælde var udbyttet højest efter gammelt frø (49). *Barton* (3) fik 15 pct. større salathoveder efter 13 år gammelt frø end efter 7 måneder gammelt frø. *Harrison*

(17) fik derimod dobbelt så store hoveder efter nyt frø som efter 10 år gammelt frø. *Harrison* fik også dobbelt så stort udbytte efter gunstigt som efter ugunstigt opbevaret salatfrø. *Toole et al.* (63) fandt, at ugunstigt opbevarede bønner gav ca. 25 pct. mindre udbytte af både planter og bælge end gunstigt opbevarede bønner.

Hurtig svækkelse af vitaliteten hos byg, ærter og sesamfrø under opbevaring ved 45°C og 100 pct. relativ fugtighed i nogle dage medførte nedgang i spireevnen og i kiplanternes vægt, og denne nedgang tiltog med behandlingens varighed (55). *Roberts* (49) mener, at i de fleste tilfælde kommer reduktion i udbyttet først, når spireevnen er gået ned til 50 pct. og derunder.

Sukkerroefrø

opbevaret ved -12 til -23°C i 22 år gav planter med normalt vigør og sukkerindhold (43). *Filutowicz* og *Bejnar* (15) fandt, at 5-7 år gammelt frø spirede langsommere end 1-4 år gammelt frø, men der var praktisk taget ingen forskel på det endelige udbytte.

Longden og *Johnson* (33) undersøgte størrelsen af kiplanter af enkimet sukkerroefrø, der havde været opbevaret ved forskellig temperatur og med forskellig vandindhold i lukkede glas i ca. 5 år. Nogle af deres resultater fra to forsøg vises i nedenstående oversigt:

Opbevarings- temperatur °C <i>Storage temperature °C</i>	Vandindhold i frøet, pct. <i>Water content in seeds %</i>	Kiplantevægt forholdstal <i>Seedling weight proportional</i>
2	9	100
2	18	72
10	12	100
22	12	61

Kålroefrø

der spirede langsomt, gav ca. 30 pct. mindre roeudbytte end hurtigt spirede frø fra samme prøve. Udbyttet blev bestemt ca. 4 måneder efter såningen (57).

Konklusion

Beta- og *Brassica*frø opbevaret på alm. frølager bevarede næsten spireevnen i henholdsvis 3-5 og 2-4 år, i enkelte tilfælde længere, og i fuldt ud lige så lang tid under opbevaring ved rumtemperatur.

Under opbevaringen er frøets vandindhold mere kritisk end temperaturen. Frø kan opbevares ved 25°C, når dets vandindhold og luftfugtigheden er tilstrækkelig lav.

Beta- og *Brassica*frø opbevaret med lavt vandindhold i lukket emballage holdt spireevnen i henholdsvis 9-11 og 13-15 år, og opbevaret ved ca. -20°C holdt det spireevnen i mindst 20 år.

Gammelt frø og ugunstigt opbevaret frø spiret langsommere end nyt og gunstigt opbevaret frø. Den nedsatte vitalitet kan forårsage et mindre udbytte af unge eller ældre planter på 25-50 pct.

Opbevaringsforholdene har større indflydelse på frøets spireevne end frøets alder.

LITTERATUR

1. *Andersen, S.* 1989. Landbrugsplanterne, afsnittet om sædefrø. 43 pp.
2. *Andersen, K. & Andersen, S.* 1979. Spireevne og vitalitet hos sædekorn. Tolvmandsbladet 51 (1), 35-39.
3. *Barton, L. V.* 1961. Seed Preservation and Longevity. Plant Science Monographs, New York. 216 pp.
4. *Barton, L. V.* 1965. Longevity in seeds and in the propagules of fungi. Encyclopaedia of Plant Physiology 15 (2), 1058-1085.
5. *Bruce, M. P. & Roos, E. E.* 1972. Seed and Seedling Vigour. I Seed Biology (Ed. *Kozlowski, T. T.*) 1, 313-416.
6. *Bulat, H.* 1963. Das allmähliche, durch ungünstige Lagerungsbedingungen beschleunigte, Absterben der Samen bsv. Rückgang der Keimfähigkeit im Bilde des topographischen Tetrazoliumverfahrens. Proc. Int. Seed Test. Ass. 28, 713-751.
7. *Ching, T. M.* 1982. Adenosine triphosphate and seed vigour. The Physiology of Seed Development, Dormancy and Germination (Ed. *Khan, A. A.*) 487-506.
8. *Darlington, H. T.* 1951. The seventy-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. Amer. J. Bot. 38, 379-381.
9. *Darlington, H. T. & Steinbauer, G. P.* 1961. The eighty-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. Amer. J. Bot. 48, 321-325.
10. *Dorph-Petersen, K.* 1910. Nogle undersøgelser over ukrudtsfrøs forekomst og levedygtighed. Tidskr. Planteavl 17, 584-626.
11. *Dorph-Petersen, K.* 1925. Hvor længe bevarer de forskellige frøarter spireevnen? Tidsskr. Planteavl 31, 338-352.
12. *Dorph-Petersen, K.* 1929. Hvorledes bevarer de vigtigere kulturfrøarter spireevnen ved opbevaring på almindelige frølagre? Nordisk Jordbrugsforskning, hefte 4-7, 261-283.
13. *Eifrig, H.* 1957. Untersuchungen über Erhaltung der Keimfähigkeit von Beta-Samen. Mitt. der Intern. Vereinigung für Samenkontrolle 22, 269-275.
14. *Eifrig, H.* 1961. Ergebnisse mehrjähriger Lagerungsversuche mit gebeiztem und ungebeiztem, normalem und monogermem Rübensaatgut. Zucker 14, 633-637.

15. *Filutowicz, A. & Bejnar, W.* 1954. The Influence of the Age of Sugar Beet Seeds on their Seeding Value. *Roczn. Nauk. rol.* (English summary), 69, 323-340.
16. *Godwin, H.* 1968. Evidence for Longevity of Seeds. *Nature* 220, 708-709.
17. *Harrison, B. J.* 1966. Seed Deterioration in Relation to Storage Conditions and its Influence upon Germination, Chromosomal Damage and Plant Performance. *J. Nat. Inst. agric. Bot.* 10, 644-663.
18. *Hernø, A.* 1944. Undersøgelser over spireevne, vandindhold m. m. i frø af en række vigtige kulturplanter, opbevaret gennem en årrække på et almindeligt frølager. *Tidsskr. Planteavl* 48, 551-602.
19. *Heydecker, W.* 1973. *Seed Ecology* (Ed. *Heydecker, W.*), 1.
20. *Jansen, J. & Lieftink, A.* 1978. Bewaring van landbouwzaden onder gekonditioneerde omstandigheden. *Zaadbelangen* 32 (4), 107-115.
21. *Jensen, H. A.* 1969. Content of buried seeds in arable soil in Denmark and its relation to the weed population. *Dansk bot. Arkiv* 27 (2), 1-56.
22. *Jensen, H. A.* 1986. Seeds and other diaspores in soil samples from Danish town and monastery excavations, dated 700-1536 AD. *Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk.* 26, 1-107.
23. *Jensen, H. A.* 1987. Macrofossils and their contribution to the history of the spermatophyte flora in Southern Scandinavia from 13000 BP to 1536 AD. *Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk.* 29, 1-74.
24. *Jensen, H. A.* 1988. Studier over indhold af frø makrofossiler i prøver fra danske marker og arkæologiske udgravninger (Doktorafhandling). DSR Forlag, København. 49 pp.
25. *Justice, O. L. & Bass, L. N.* 1978. Principle and Practice of Seed Storage. USDA Agric. Handbook no. 506, 289 pp.
26. *Jørgensen, J.* 1974. Changes in Germinative Capacity and Incidence of Infection with Storage Fungi of Barley Seed during Storage. *Acta Agric. Scand.* 24, 227-241.
27. *Kivilaan, A. & Bandurski, R. S.* 1981. The one hundred-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. *Amer. J. Bot.* 68, 1290-1292.
28. *Kjær, A.* 1941. Spiringen af nedgravet og tørt opbevaret frø, I. 1934-39. *Tidsskr. Planteavl* 45, 486-507.
29. *Kjær, A.* 1946. Spiringen af nedgravet og tørt opbevaret frø, II. 1934-44. *Tidsskr. Planteavl* 50, 426-434.

30. Kreyger, J. 1954. Het drogen en bewaren van zaaizaden. Cent. Inst. Agric. Res., Wageningen. Zaadbelangen 8 no. 1-2, 6-7, 21-23.
31. Libby, W. F. 1951. Radiocarbon dates II. Science 114, 291-296.
32. Libby, W. F. & Ohga, I. 1954. Chicago radiocarbon dates IV. Science 119, 135-145.
33. Longden, P. C. & Johnson, M. G. 1974. Effect of water and storage temperature on monogerms sugar beet seed performance. Seed Sci. & Technol. 2, 411-420.
34. MacKay, D. B. & Tonkin, J. H. B. 1967. Investigations in Crop Seed Longevity. J. natn. Inst. agric. Bot. 11, 209-225.
35. MacKay, D. B. & Flood, R. J. 1970. Investigations in Crop Seed Longevity. J. natn. Inst. agric. Bot. 12, 84-99.
36. Madsen, S. B. 1957. Investigations of the Influence of Some Storage Conditions on the Ability of Seed to Retain Its Germinating Capacity. Proc. Int. Seed Test. Ass. 22, 423-446.
37. Madsen, S. B. 1962. Germination of buried and dry stored Seeds III, 1934-1960. Proc. Int. Seed Test. Ass. 27, 920-928.
38. Mayer, A. M. & Poljakoff-Mayber, A. 1982. The Germination of Seeds, 3. udg. Pergamon International Library of Science, Technology, Engineering and Social Studies, 1-49. Pergamon Press, Oxford.
39. Mikkelsen, E. 1979. Hvordan måles vitaliteten i et frøparti? Ugeskrift for Jordbrug 124 (7), 158-161.
40. Nienhuis, K. H. & Baltjes, H. J. 1985. Seed storage and germination in testing varieties for distinctness, uniformity and stability. Seed Sci. & Technol. 13, 19-25.
41. Ohga, I. 1926. The germination of century-old and recently harvested Indian lotus fruits, with special reference to the effect of oxygen supply. Amer. J. Bot. 13, 754-759.
42. Owen, E. B. 1956. The Storage of Seeds for Maintenance of Viability. Bull. 43, 1-81. C.A.B. Farnham Royal Bucks.
43. Pack, D. A. & Owen, F. V. 1950. Viability of Sugar Beet Seed Held in Cold Storage for 22 years. Amer. Soc. Sugar Beet Technol. 6, 127-129.
44. Perry, D. A. 1980. The Concept of Seed Vigour and its Relevance to Seed Production Techniques. Seed Production, 585-591. Butterworths, London.
45. Porsild, A. E., Harrington, C. R. & Mulligan, G. A. 1967. *Lupinus arcticus* Wats. Grown from Seeds of Pleistocene Age. Science 158, 113-114.

46. Powell, A. A. & Matthews, S. 1984. Application of the controlled deterioration vigour test to detect seed lots of Brussels sprouts with low potential for storage under commercial conditions. *Seed Sci. & Technol.* 12, 649-657.
47. Reitan, A. 1977. Lagring af kålfrø. *Forskning og forsøk i landbruket* 28, 487-495.
48. Rincker, C. M. 1983. Germination of Forage Crop Seeds After 20 Years of Subfreezing Storage. *Crop Sci.* 23, 229-231.
49. Roberts, E. H. 1972. *Viability of Seeds*. Chapman and Hall. London. 448 pp.
50. Roberts, E. H. 1974. Loss of Viability: Ultrastructural and Physiological Aspects. *Seed Sci. & Technol.* 2 (1), 529-545.
51. Roberts, E. H. 1979. Seed deterioration and loss of viability. *Advances in research and technology of seeds. Part 4*, 25-42.
52. Roberts, E. H. 1981. Physiology of ageing and its application to drying and storage. *Seed Sci. & Technol.* 9, 359-372.
53. Robertson, D. W. & Thornton, M. L. 1964. Longevity of sugar beet seed. *J. Am. Soc. Sug. Beet Technol.* 13, 177-184.
54. Rundfeldt, H. & Maurer, M. 1963. Untersuchungen zur Züchtung des Kopfkohls. *Z. Pfl. Züchtung* 50, 71-84.
55. Saxena, O. P. & Pakeeraiah, T. 1986. Seed Deterioration Studies. *Indian Rev. Life Sci.* 6, 189-214.
56. Sengbusch, R. V. 1955. Die Erhaltung der Keimfähigkeit von Samen bei tiefen Temperaturen. *Züchter* 25, 168-169.
57. Stahl, C. 1936. The importance of the germinating speed in the case of cruciferous seeds. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 8, 46-53.
58. Stahl, C. 1943. Undersøgelse over opbevaringsforholdenes Indflydelse på Spireevnens Bevarelse hos Rødkløver- og Runkelroefrø. *Tidsskr. Planteavl* 47, 430-434.
59. Statistisk årbog 1987. Årgang 91 side 8. Danmarks Statistik, København.
60. Takayanagi, K. 1980. Seed Storage and Viability Tests. *Brassica Crops and Wild Allies: Biology and Breeding*, 303-321.
61. Thorup, S. 1989. Ukrudt og ukrudtsfrø i pløjede og ikke-pløjede marker. *Ugeskrift for jordbrug* 134 (48), 656-658.

62. *Toole, E. H. & Brown, E.* 1946. Final Results of the Duvel Buried Seed Experiment. *J. agric. Res.* 72 (6), 201-210.
63. *Toole, E. H., Toole, V. K. & Borthwick, H. A.* 1957. Growth and Production of Snap Beans Stored Under Favorable and Unfavorable Conditions. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 22, 418-423.
64. *Turrill, W. B.* 1957. Germination of Seeds: 5. The vitality and longevity of seeds. *Gard. Chron.* 142, 37.
65. *Weibull, G.* 1956. The cold storage of vegetable seed. *Rep. 14. Intern. Hort. Congr.* 1, 647-667.
66. *Went, F. W.* 1969. A long term test of seed longevity. II. *Aliso* 7 (1), 1-12.
67. *Went, F. W. & Munz, P. A.* 1949. A long term test of seed longevity. I. *Aliso* 2, 63-75.
68. *Yndgaard, F.* 1985. Bevaring og udnyttelse af Nordens plantegenetiske ressourcer. *Ugeskrift for Jordbrug* 130 (4), 59-63.
69. *Yndgaard, F. & Kjellqvist, E.* 1982. Orientering om Nordisk Genbank. *Særtryk af Sveriges Utsädesförenings Tidsskrift* 92, 1-12.
70. *Ødum, S.* 1965. Germination of ancient seeds. *Dansk Botanisk Arkiv* 24 (2), 1-70.
71. *Ødum, S.* 1978. Dormant Seeds in Danish Ruderal Soils. 247 pp.

Afdelinger m.v. under Statens Planteavlfsforsøg

Direktionen

Direktionssekretariatet, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Informationstjenesten, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Biometri og informatik, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	45 93 09 99

Landbrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Forkningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele	86 65 25 00
Afdeling for Grovfoder og Kartofler, Forskningscenter Foulum, Postboks 21, 8830 Tjele	86 65 25 00
Afdeling for Industriplanter og Frøavl, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	42 36 18 11
Afdeling for Sortsafprøvning, Teglvaærksvej 10, Tystoffe, 4230 Skælskør	53 59 61 41
Afdeling for Kulturteknik, Flensborgvej 22, Jyndevad, 6360 Tinglev	74 64 83 16
Afdeling for Jordbiologi og -kemi, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Planteernærings og -fysiologi, Vejenvej 55, Askov, 6600 Vejen	75 36 02 77
Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Forskningscenter Foulum, Postbox 25, 8830 Tjele	86 65 25 00
Afdeling for Arealdata og Kortlægning, Enghavevej 2, 7100 Vejle	75 83 23 44
Borris Forsøgsstation, Vestergade 46, 6900 Skjern	97 36 62 33
Lundgård Forsøgsstation, Kongevej 90, 6600 Vejen	75 36 01 33
Rønhave Forsøgsstation, Hestehave 20, 6400 Sønderborg	74 42 38 97
Silstrup Forsøgsstation, Oddesundvej 65, 7700 Thisted	97 92 15 88
Tylstrup Forsøgsstation, Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup	98 26 13 99
Ødum Forsøgsstation, Amdrupvej 22, 8370 Hadsten	86 98 92 44
Laboratoriet for Biavl, Lyngby, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Laboratoriet for Biavl, Roskilde, Ledrebrog Allé 100, 4000 Roskilde	42 36 18 11

Havebrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Blomsterdyrkning, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Planteskoleplanter, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Forædling og Formering, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Gartneriteknik, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Levnedsmiddelforskning, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	65 99 17 66

Planteværnscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Jordbrugszoologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Ukrudtsbekämpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00
Bioteknologigruppen, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10

Centrallaboratoriet

Centrallaboratoriet, Forskningscenter Foulum, Postbox 22, 8830 Tjele	86 65 25 00
--	-------------