

# NIR/NIT scanning af træfrø



**Martin Jensen**  
**Institut for Havebrugsproduktion**  
**Forskningscenter Årslev**

AARHUS UNIVERSITET

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet



# **Nondestruktiv analyse af frøkvalitet - stråling**

- **Anatomisk udvikling: eks. X-ray**
  - Fyldning, størrelse, skader, vandindhold
- **Biokemisk kondition: eks. NIT, NIR**
  - Sum af indholdsstoffer, struktur, vand
- **Fysiologisk kondition: eks. klorofyl fluorescens**
  - Fysiologisk baserede responser (eks. respiration, synlig kimrod under spiring)
- **Thermodynamisk kondition: IR, MC**
  - Varmeproduktion, varmeholdningsegenskaber

# Erfaringer med NIR på træfrø

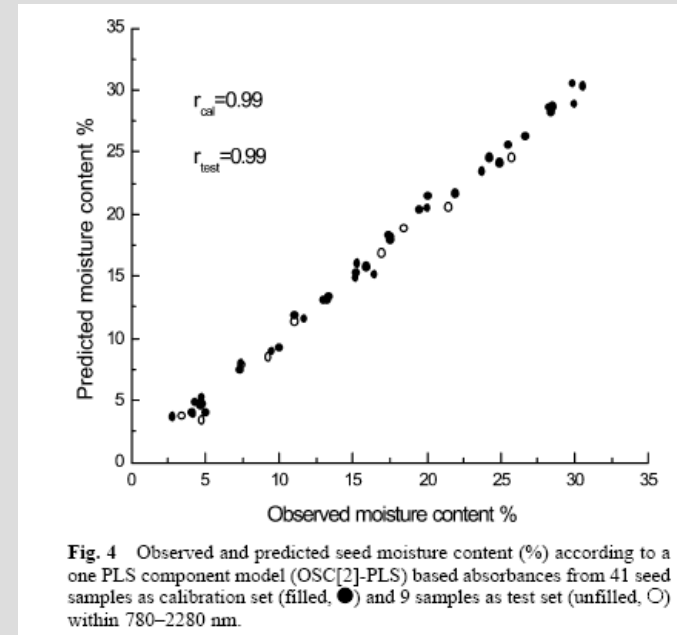
- Frøstørrelse, vægt
- Vandindhold
- Fyldte, tomme, insektinficerede
- Levende eller døde fyldte frø
- Høj eller lavvigour frø
- Proveniensen identifikation
- Konditionering af frø forud for testning for bedre identifikation af kvalitet

# Frøvægt og bulk density

- **Bulk density i sennepsfrø**
  - Welasco et al., 1998.
- **Frøvægt i sennepsfrø**
  - Welasco et al., 1999.

# Vandindhold i frø

- **Pinus sylvestris**
  - NIR-T og NIR-R scan af enkeltfrø og roterende samples med vandindhold fra 3- 34 %.
- **Prediktionsfejl med NIR-R (780-2280 nm) var lavest for roterende samples 0,8% og 1.9 for enkeltfrø, men var 2,7 % for NIR-T på enkelt frø, alle på nye samples.**
- **NIR bulk scan giver bedste prediktion af vandindhold. (41 cal. + 9 test samples)**
- **Behov for udvikle bred proveniensgyldighed**



# Fyldte, tomme og insektinficerede frø

- **Picea abies**
  - NIR scan af 5 frøpartier fra forskellige lande og år, x-ray identificerede gode og inficerede frø.
- **100 % korrekt identifikation af frø, én robust model fungerer på tværs af år og partier.**
- **Det vurderes at lipider og proteiner identificerede fyldte frø til forskel fra insektinficerede frø**

# Fyldte, tomme og insektinficerede frø



- **Larix decidua, L. gmelinii, L. sukaczewii.**
  - NIR-T scanning af x-ray identificerede fyldte, tomme og insektinficerede tørre frø af 3 arter.
- **100 % korrekt identifikation af tomme og insektinficerede frø i alle arter, og 97, 90 og 100 % af fyldte frø respektive i nye testsamples. Samme resultat med alle 3 arter i en model.**
- **Det vurderes at fyldte frø identificeres via lipider og proteiner, mens tomme frø identificeres via fenoler og stivelse i testa.**

# Levende fyldte kontra tomme frø

## ■ **Pinus patula**

- NIR-T og NIR-R scanning af x-ray identificerede levende fyldte frø kontra tomme frø. Testspiret efter scanning. Vandindhold 6 %.  
Kalibreringsmodel valideret på nyt frøparti.
- **100% sikker identifikation udfra NIR-T men lidt mindre sikkert ud fra NIR-R**
  - Refleksionsdybde, testaoverflade, 'falsk R'
- **Forskel vurderes primært at være betinget af olier, proteiner og vand i gode frø (i både T og R mode).**



# Levende kontra døde fyldte frø

- **Pinus sylvestris**
  - NIR-T scanning og kalibreringsmodel ud fra kunstig dræbte fyldte frø (60°C, 40 % vandindhold, 48 timer) og kontrol levende fyldte frø, vandindhold gns. 20-30 %. Testspiring.
- **98 - 99 % sikker identifikation af uafhængige test samples**
- **Forskkel vurderes primært at være baseret på forskelle i vandindhold af levende og døde frø.**

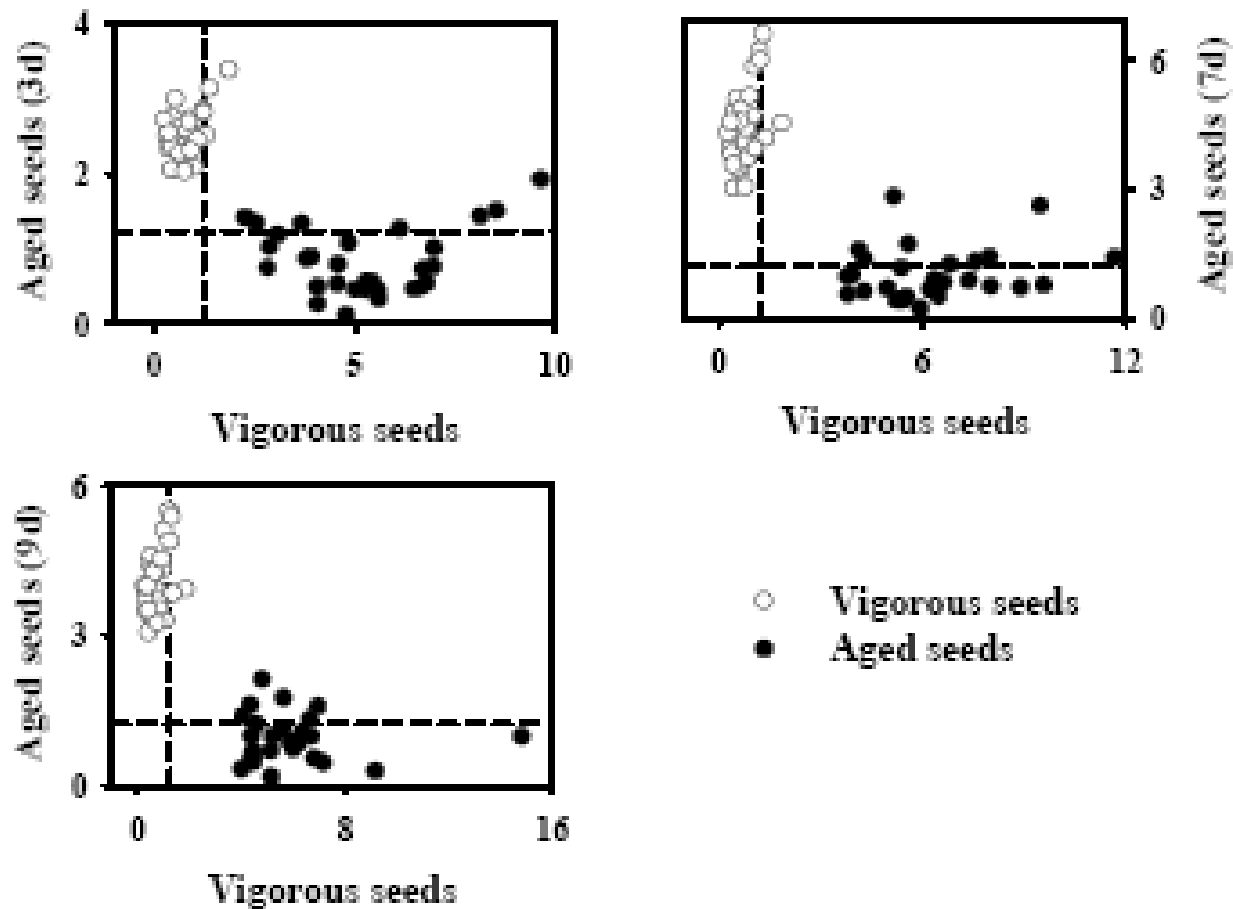
# Levende kontra døde frø

- **Fagus orientalis**
  - NIR refleksions scanning af x-ray vurderede levende fyldte frø kontra døde frø. Ingen kontrol spiring. 11 % vandindhold.
- **100 % sikker identifikation af døde og levende frø i testsample.**
- **Forskkel vurderes primært at være betinget af vandindhold og indhold af lipider/oilier**

# Høj kontra lav vigourfrø

- **Pinus patula**

- NIR-T scanning af kontrol frø og frø kunstigt aldret ved 41°C og 100 % RH i 3, 7 og 9 dage. Kun fyldte levende frø fra start efter IDS procedure. Test spiret efter scan. Spiring 99%, 75 %, 55 % og 13 % respektive. Højt vandindhold og forskel, vandfølsom spektra fra 950-1014 nm taget ud af analyse.
- **100 % korrekt identifikation af kontrol versus aldret frø i ny sample, 75 – 90 % korrekt identifikation af enkelte aldringsbehandlinger, 890-940 nm giver 'fuld' identifikation.**
- **Forskkel vurderes primært at være relateret til reduktion i lipider og proteiner (reserve depletion) og dannelse af 'volatiles' under aldring**



*Figure 9.* Classification of vigorous and aged seeds in the prediction set using SIMCA. Dashed lines denote the 95% prediction confidence interval for class membership for vigorous (vertical) and aged (horizontal) seeds.

# Id af provenienser/familier

- **Pinus sylvestris**
  - samme kryds med kendt far og mor dyrket 3 steder fra Nord til Sydsverige + frøpartier fra kontrollerede krydsninger, 4 fædre krydset med samme mor og 1 far krydset med 4 mødre. VIZ + NIR-R scan af enkeltfrø
- **100 % korrekt identifikation af frø i geografiske forskellige men 'genetisk ens' frøkilder. 93 - 100 % korrekt id. af frø fra 3 maternelle linier, 70-100 % korrekt fra paternelle linier.**
- **Potentiel betydning for herkomstkontrol, forædling, +hybridiseringsprocent (eks hybridlærk)**
  - (Tigabu et al. 2005)
- **Classificering af sorter af soyabønner (Delwiche og Massie 1996), ris (Kwon and Cho, 1998) og hvede (Turza et al., 2000).**

# Delkonklusioner

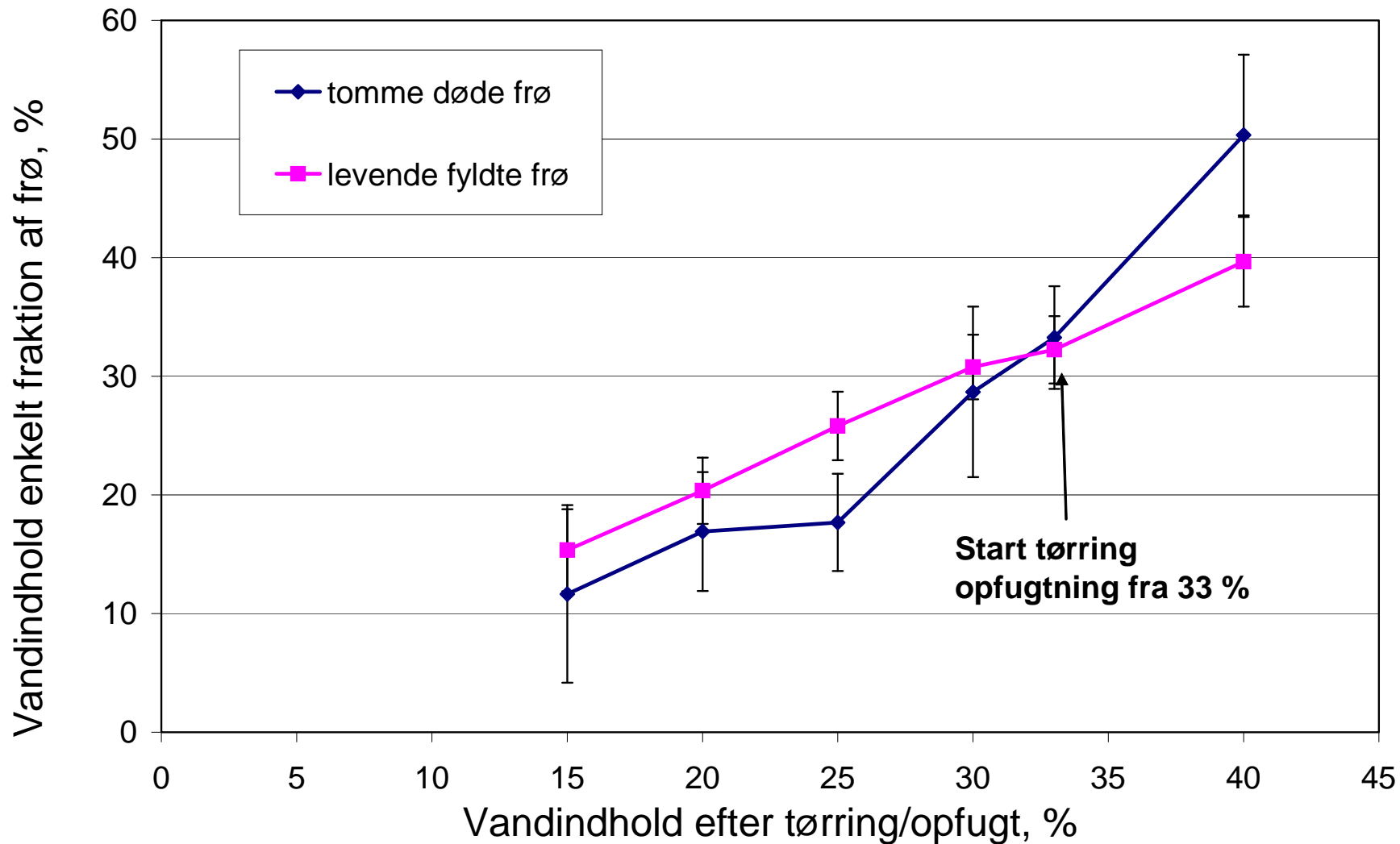
## Identifikation af:

- Tomme og insektinficerede frø, måske nøjes med en fælles model for forskellige provenienser, år, samt relativt ens arter
- Døde kontra levende fyldte frø vurderes at være muligt, eks. i kombination med IDS teknik.
- Lav kontra høj vigour kræver mere specialiseret tilgang og yderligere forskningsmæssig udvikling

# Konditionering af frø forud for scanning for bedre adskillelse

- Vandindhold giver kraftigt udslag i NIR måling.
- Vandindhold er i nogle tilfælde korreleret med frøkvalitet
- Bevidst konditionering af frø forud for scanning kan sandsynligvis forbedre adskillelse af gode og dårlige frø. Kendt vandindhold vigtigt.
- Ligevægt: eks CMC
- Dynamisk: eks. PREVAC og IDS

# Tørring/opfugtning konditionering af forbehandlede nordmannsgran frø





# Udfordringer før anvendelse af NIR eller NIT i træfrø

- Mange arter og provenienser
- Årsvariation - modenhed
- Variabel vandindhold
- Mange kvaliteter og årsager
- Variabel frøstørrelse
- ± frøhvile
- Positionering – målefelt på frø
- Stort referencemateriale - bedre sikkerhed og bredere gyldighed
- Begrænsning i tykskallede frø,
- Udfordring i meget små frø

# Tekniske løsninger

- Fuld spektra analyser kontra 1-få monospektrale linier påvirker pris, hastighed mv.
- Ny data-algoritme for hver art
- Behov for kalibrering til hvert parti?
- Teknisk tilpasning af frøhåndtering i hver art under sortering/analyse
- Kan én sorteringsmaskine løse træfrøerhvervets samlede behov i fællesskab? Samarbejde?
- Funktion: frøtestning - frøsortering

# Apparaturløsninger?

- BoMill – NIR/NIT sorterer, stor kapacitet, 1 mill kr./apparat, licens for brug af frøværdi (patenter)
- Satake farvesorterer – skifte sensor bølgelængde
- Klorofylsortering – skifte sensor bølgelængde
- Evt. fremtidens videreudviklede special apparater
- Omkostninger mod fordele
- Markedstørrelse for højkvalitetsfrø

# Hvis NIR ikke er nok?

- **Kontrolleret langsom forspiring af frø til 1 mm synlig kimrod. Scanning af enkeltfrø med special sensor ved bølgelængde, der kun kan se rodvæv (hvid kimrod). Gentaget separering af spirede frø og opbevaring ved 0°C ved kritisk vandindhold for kimrodsstrækning. Samlet såning i samme udviklingsstadium.**
- **Følsom proces kun til specialformål**