

## Ærter som kvælstofsamler i vinterafgrøder

*Finn P. Vinther, Afd. for Jordbrugsproduktion og Miljø, Danmarks JordbrugsForskning*

### Forord

På initiativ af gårdejer Esben Tøttrup, Vindum og under medvirken af Olav Rasmussen, ”Rejseholdet”, Skejby blev der i 1999 udarbejdet en ansøgning til Direktoratet for FødevarerErhverv mhp. at undersøge mulighederne for at anvende ærter som kvælstofsamler i vinterafgrøder.

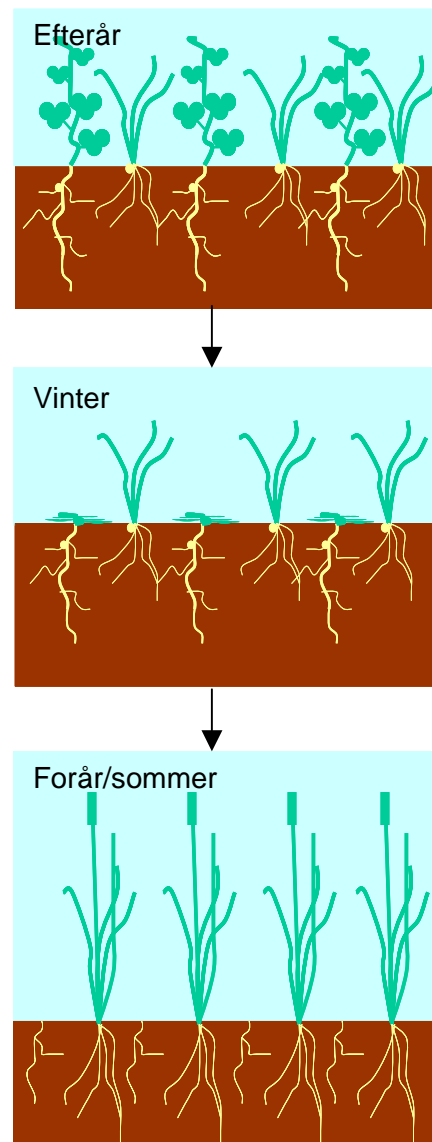
For at belyse denne problemstilling blev der herefter i perioden 2000 - 2004 gennemført en række markforsøg på Esben Tøttrups jorde. Gennemførelsen af disse forsøg blev forestået af seniorforsker Finn P. Vinther, Danmarks JordbrugsForskning, Foulum, planteavlskonsulent Anders Åge Laier, LandboCenter Midt, Viborg og planteavlskonsulent Poul Christensen, Privat Planteavls Rådgivning ApS, Bjerringbro.

Her gives en gennemgang af markforsøgene og resultater, samt nogle generelle konklusioner. Bagest i rapporten et lille udvalg af billeder taget i løbet af projektperioden.

### Indledning

Kvælstof skal der til, men på de lidt mere lerede jorde kan det ofte være vanskeligt at komme ud med gødningssprederen i det tidlige forår på grund af at jorden er for våd. Dette kan bevirke at afgrøderne på grund af kvælstofmangel (”gule marker”) kommer langsomt i gang. Hvis det var muligt om efteråret at tilføre jorden kvælstof, der på en eller anden måde ville blive tilbageholdt i løbet af vinteren, således at udvaskning undgås, og først blive frigivet i det tidlige forår, ville afgrøden kunne komme i gang tidligere og dermed øge muligheden for et højere udbytte. Netop dette princip udnyttes ved at så ærter sammen med vinterafgrøder.

Princippet (Fig. 1) for at bruge ærter som kvælstofsamler i vinterafgrøder bygger på den kendsgerning, at ærteplanter via knoldbakterier på rødderne er i stand til optage luftens kvælstof, lagre dette i plantematerialet og frigive det igen, efter at ærteplanten i løbet af vinteren er visnet. Spørgsmålet er blot om ærterne er i stand til at optage tilstrækkelige mængder kvælstof fra luften (fiksure) i løbet af efteråret, og om kvælstofet igen bliver frigivet om foråret på et tidspunkt hvor hovedafgrøden har brug for det. Derudover kunne der være en potentiel mulighed for at det organiske



Figur 1. Principskitse for ærter i samdyrkning med vinterafgrøder.

materiale, der tilføres med planterester fra ærterne, kunne medvirke til en generel forøgelse af jordens frugtbarhed og sundhedstilstand. Disse problemstillinger er blevet undersøgt i en række markforsøg i perioden 2000 – 2004.

## Forsøgsoversigt

Tabel 1. Oversigt over afgrøder, så- og høst-datoer, samt hvilke målinger der er foretaget i markforsøgene igennem perioden.

Periode	Afgrøder	Sået	Høstet	Målinger
2000 - 2001	Vinterhvede	26-09-00	21-08-01	- N-optagelse i ærter
	Vinterbyg	18-09-00	02-08-01	- N-fiksering ( <sup>15</sup> N-forsøg) - høstudbytter i korn
2001 - 2002	Vinterhvede	27-09-01	31-07-02	- N-optagelse i ærter
	Vinterbyg	26-09-01	27-07-02	- svampe på korn - høstudbytter i korn
2002 - 2003	Vinterhvede	19-09-02	11-08-03	- N-optagelse i ærter
	Vinterbyg	19-09-02		- høstudbytter i korn*
2003 - 2004	Vinterhvede	19-09-03	03-08-04	- telemåling i alle tre afgrøder - høstudbytter i vinterbyg
	Vinterbyg	15-09-03		
	Triticale	28-09-03		

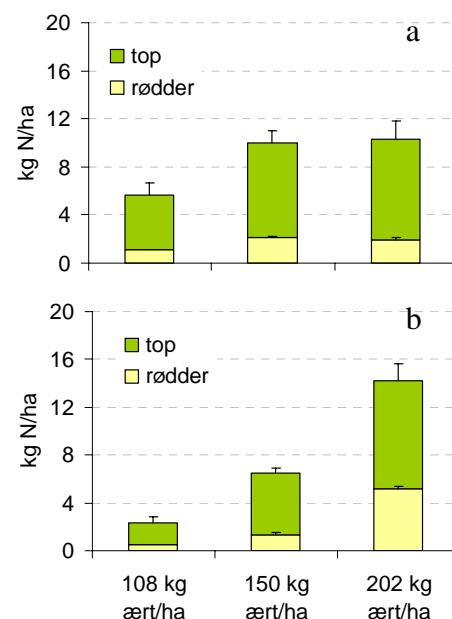
\* Kornafgrøderne blev høstet i 2003, men på grund af tekniske problemer med høstmejetærskeren var udbyttmålingerne for usikre til at indgå i undersøgelsen.

## Forsøg og resultater 2000-2001

I vækstperioden 2000-2001 blev der i både vinterbyg og vinterhvede lavet forsøg med forskellige udsædsmængder af ærter, som blev sået samtidig med kornet vha. af en Nordsten såmaskine, hvor kornet blev sået i 3-4 cm's dybde og ærterne i ca. 7 cm. Følgende udsædsmængder af ærter blev anvendt: 0, 108, 150 og 202 kg/ha. I de tilsåede parceller blev der endvidere indlagt små-parceller, som fik tilført <sup>15</sup>N-mærket gødning mhp. at måle hvor meget kvælstof ærterne i løbet af efteråret er i stand til at optage fra luften.

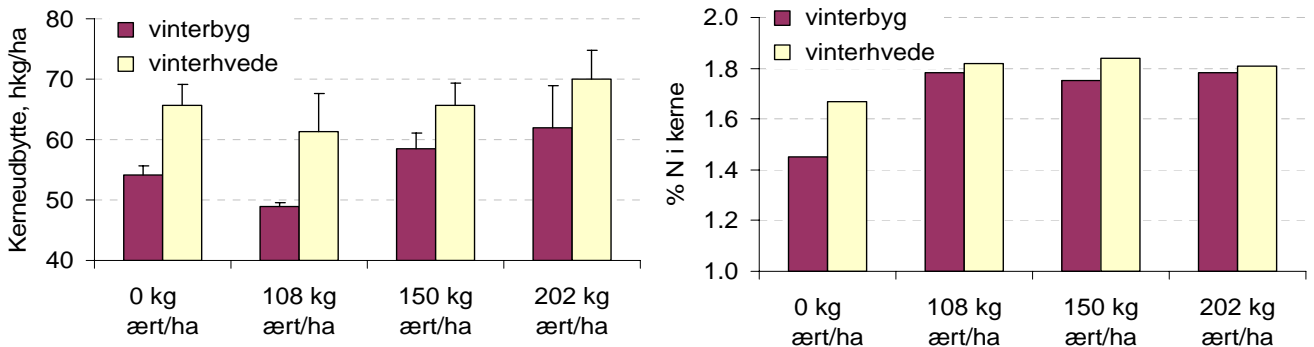
### Ærternes N-optagelse

I starten af december blev der høstet 1 m<sup>2</sup> ærteplanter, inklusive så meget af rod materialet det var muligt at grave op, hvorefter plantematerialet blev analyseret for kvælstof. I Figur 2 ses at den totale mængde af kvælstof optaget af ærterne i løbet af efterårsperioden udgjorde fra 2-6 kg N/ha ved den lave udsædsmængde op til 10-15 kg N/ha ved den højeste udsædsmængde. Da der var tilført <sup>15</sup>N-mærket gødning kunne det endvidere beregnes hvor meget af ærternes N-indhold, der stammede fra luften, hvilket udgjorde mellem 70 og 88% af den samlede N-optagelse. Dvs., at ærterne ved den højeste udsædsmængde havde optaget ca. 10 kg N/ha.



Figur 2. Total indhold af N i ærteplanter ved forskellige udsædmængder i henholdsvis vinterbyg (a) og vinterhvede (b).

### Udbytter i kornafgrøden



Figur 3. Kerneudbytter af vinterhvede og vinterbyg (venstre) og %N i kerne (højre) ved forskellige udsædsmængde af ært.

I Fig. 3 er kerneudbytterne i kornafgrøder vist, og det ses her at der var en tydelig positiv effekt ved stigende udsædsmængde af ærter. I både vinterbyg og vinterhveden var udbyttet ca. 10 hkg kerne/ha højere hvor der var udsået 202 kg ært/ha end ved en udsædsmængde på 108 kg ært/ha. En sammenligning af kerneudbytterne ved 0 og 202 kg ært/ha antyder at der var et merudbytte på 4-6 hkg/ha. Resultaterne viser endvidere, at der var et fald i kerneudbytterne ved den lave udsædsmængde af ært i forhold til uden ærter. Dette skyldes sandsynligvis, at ærterne udover at fiksere kvælstof fra luften også konkurrerer med kornet om andre vækstfaktorer. Konklusionen er derfor, at udsædsmængden af ært bør være omkring 200 kg/ha. Resultaterne af det første års forsøg viste endvidere, at ærterne øgede kernernes N-indhold (Fig. 3).

### Forsøg og resultater 2001-2002

I løbet af efteråret 2001 blev der i forhold til det foregående optaget lidt mere kvælstof i ærterne; 7-10 kg N/ha ved en udsædsmængde på 108 kg ært/ha og 15-17 kg N/ha ved 202 kg ært/ha (Fig. 4). Derimod var der tilsyneladende ingen effekter på kerneudbytterne (Fig. 5), hvilket sandsynligvis hænger sammen med de klimatiske forhold i vinteren 2001-2002 (forklares senere).

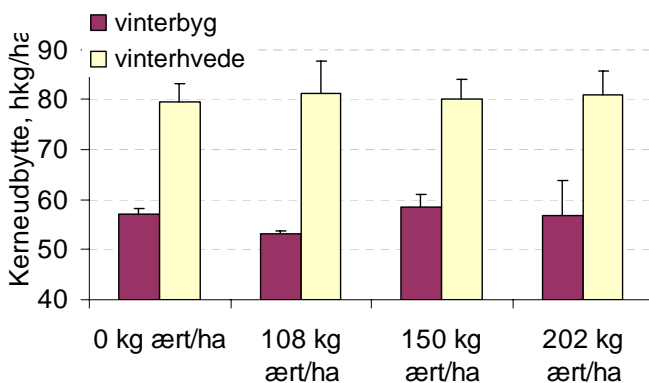


Fig. 5. Kerneudbytter af vinterhvede og vinterbyg ved høst 2002.

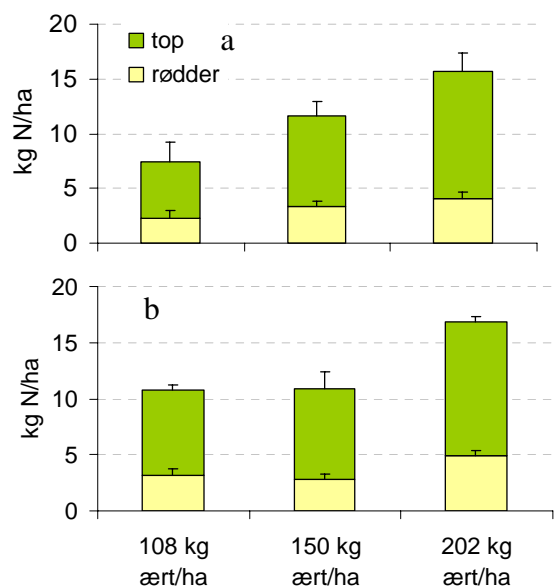


Fig. 4. Ærternes N-optagelse i vinterbyg (a) og vinterhvede (b) i løbet af efteråret 2001.

I den foregående sæson, kort tid før høst, blev det observeret, at kornafgrøderne, der var dyrket uden ærter havde kraftigere angreb af svampe. For evt. at dokumentere disse iagttagelser, blev der i sommeren 2002 taget prøver af aks, som blev analyseret for svampesporer. Analyserne viste, at det primært drejede sig om svampe inden for slægterne *Alternaria*, *Cladosporium* og *Fusarium*. Selvom der er stor usikkerhed på disse salgsanalyser, viste tællinger af antal sporer per aks en faldende tendens ved stigende udsædsmængde af ærter (Fig. 6), hvilket antyder at ærterne har haft en positiv effekt på kornets sundhed.

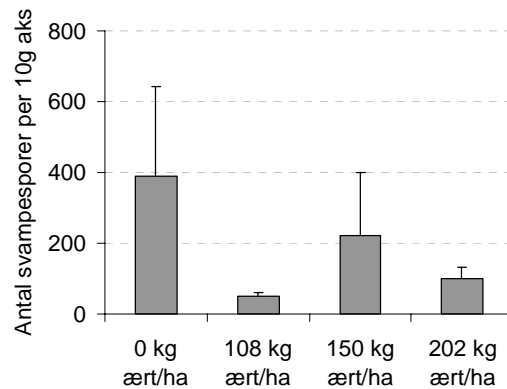


Fig. 6. Antal svampesporer på aks af vinterhvede. Aksprøver taget juli 2002.

### Forsøg og resultater 2002-2003

I den 3. vækstsæson blev markforsøgene gentaget med vinterbyg og vinterhvede; dog kun med 0 og 202 kg ært/ha. Resultaterne viste at ærterne i dette efterår havde optaget lidt mere kvælstof (Fig. 7), hvilket sandsynlig hænger sammen med at afgrøderne blev sået ca. 14 dage tidligere end de to foregående år.

Tekniske problemer med høstmejetærskeren bevirkede, at der desværre ikke foreligger kerneudbytter fra dette år.

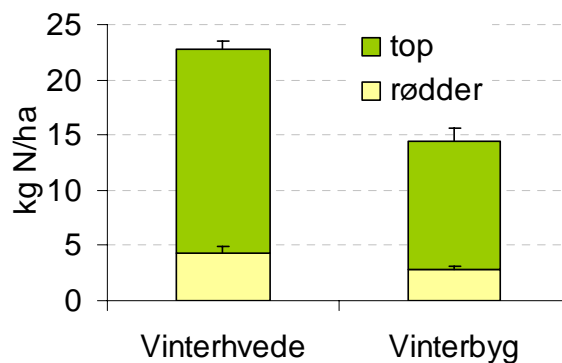


Fig. 7. Ærternes N-optagelse i vinterhvede og vinterbyg i løbet af efteråret 2002.

## Forsøg og resultater 2003-2004

I den 4. vækstsæson blev der ligesom det foregående år gennemført forsøg med 0 og 202 kg ært/ha i vinterbyg og vinterhvede, samt i Triticale. Målinger af ærternes N-optagelse viste at der ligesom de foregående år blev optaget 15-20 kg N/ha (ikke vist).

I løbet af foråret 2004 blev der foretaget telemålinger i de tre vinterafgrøder. Ved denne metode måles refleksionen af det grønne lys fra bladene, og målingerne giver et relativt udtryk for størrelsen af plantebiomassen. Resultaterne af disse målinger er vist i Fig. 8. Det fremgår her at der ikke var statistisk sikre forskelle mellem parceller hvor der havde været ærter og hvor der ikke havde været ærter. Dog var det relative vegetationsindeks på alle måledage lidt højere hvor der havde været ærter end uden ærter. Kerneudbytter blev dette år kun målt i vinterbyg, som var dyrket med eller uden ærter, samt ved to gødningsniveauer (Fig. 9). Det fremgår her at der var størst positiv effekt af ærterne ved det lave gødningsniveau, hvor der blev målt et merudbytte på 3 hkg kerne/ha.

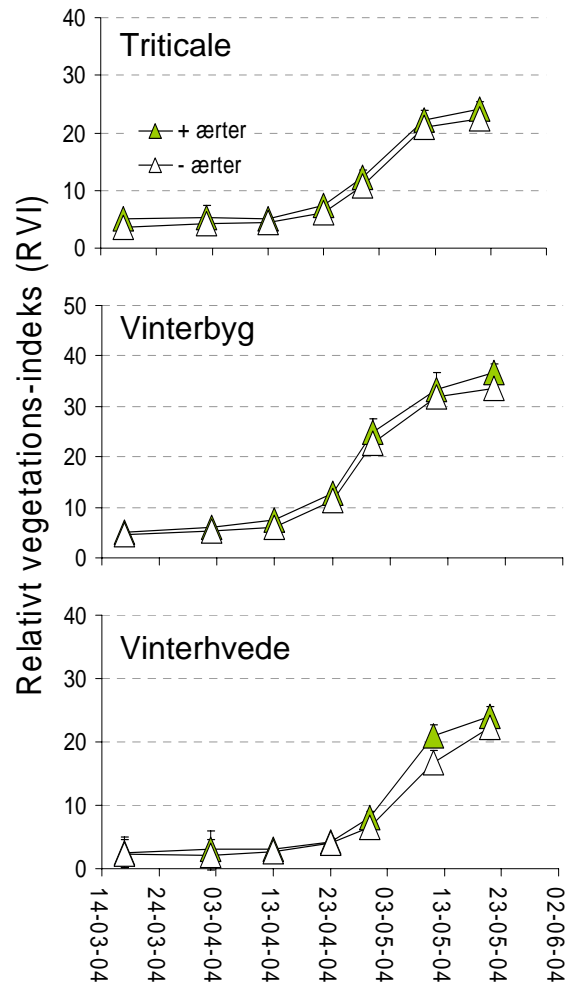


Fig. 8. Resultater af telemåling i foråret 2004.

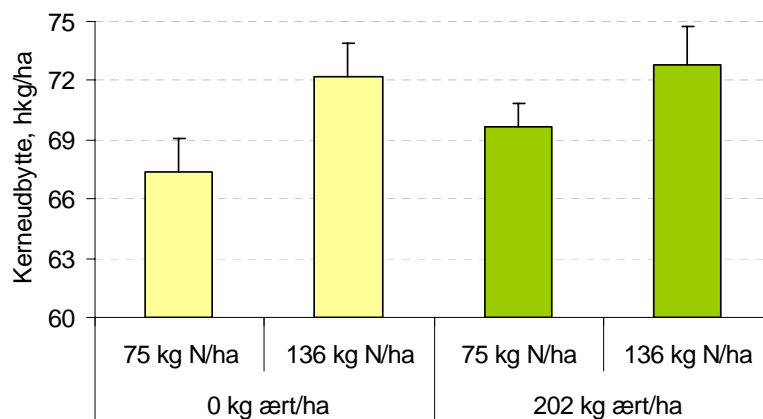


Fig. 9. Kerneudbytter af vinterbyg ved høst 2004 ved to udsædsmængder af ært og to niveauer af N-tilførsel.

## Diskussion af resultater

I løbet af de fire års undersøgelser er der observeret varierende effekt af at dyrke ærter sammen med vinterafgrøder. I sæsonerne 2000-2001 og 2003-2004 var der en tydelig positiv effekt med et merudbytte i høstet kerne på op til 6-7 hkg/ha, hvorimod der ingen effekt var i 2001-2002. En forklaring på disse forskelle mellem årene hænger sandsynligvis sammen med forskelle i de klimatiske forhold (Fig. 10). Figuren viser den gennemsnitlige lufttemperatur i månederne november til april i de fire forsøgsår, samt gennemsnitstemperaturen de sidste 30 år. Tilsvarende er antallet af frostdøgn og nedbøren vist i Fig. 10. I de to sæsoner, hvor der blev målt merudbytter ved at dyrke ærter sammen med vinterafgrøderne, svarede de klimatiske forhold nogenlunde til 30-års gennemsnittet. Lufttemperaturen faldt fra 4-6 °C i november til omkring frysepunktet i januar og februar, for derefter igen at stige i løbet af marts - april. Antallet af frostdøgn i december varierede i alle årene mellem 12 og 20, hvilket har forårsaget at ærterne udvintrede i denne periode, og når temperaturen herefter i januar - februar har været lav har det betydet at det organisk bundne kvælstof i ærterne ikke er blevet omsat og frigivet før temperaturen igen er begyndt at stige i marts - april. Netop i løbet af marts - april genoptager kornafgrøden væksten, og "ærtekvælstoffet" fungerer i denne periode som startgødning.

I sæsonen 2001-2002, hvor ærterne ikke havde nogen effekt på kerneudbyttet, afveg de klimatiske forhold væsentlig fra normalen. Antallet af frostdage i december var forholdsvis højt, og gennemsnitstemperaturen faldt allerede i december til frysepunktet, hvorefter gennemsnitstemperaturen steg til 3-4 °C i januar - februar. Samtidig var nedbøren i januar - februar væsentlig højere end normalen, og med de høje temperaturer betyder det at nedbøren er faldet som regn i denne periode. Dvs., at ærterne udvintrede på et forholdsvis tidligt tidspunkt, hvorefter de høje temperaturer i januar - februar har bevirket at der er sket en frigivelse af kvælstof. Samtidig hermed har den forholdsvis høje mængde nedbør bevirket, at kvælstof er vasket ud af de øverste jordlag eller blevet denitrificeret (omdannet til luftformige forbindelser) og dermed kommet udenfor kornplanternes rækkevidde.

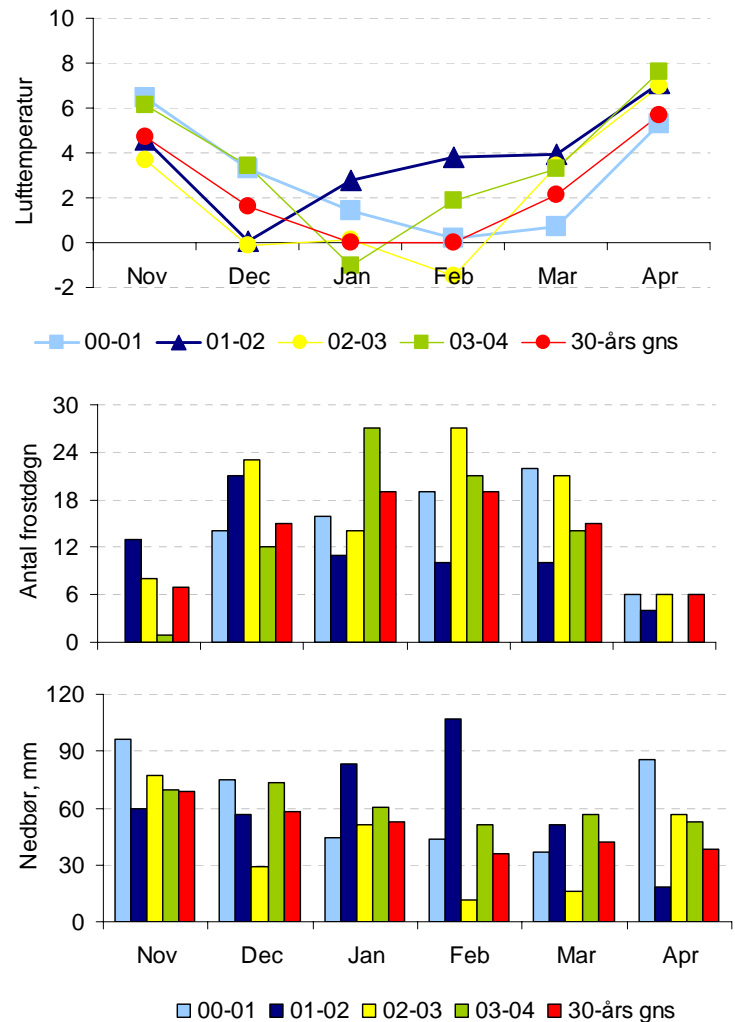


Fig. 10. Klimatiske forhold i vinterperioden i de fire forsøgsår sammenholdt med 30-års gennemsnit.

## Konklusioner

På grundlag af de gennemførte undersøgelser kan følgende konklusioner drages:

- Ved anvendelse af en udsædsmængde på omkring 200 kg ært/ha sået samtidig med vinterafgrøden, kan der opnås et merudbytte på op til 6-7 hkg kerne/ha.
- Merudbyttet opnås dog kun under "normale" klimatiske forhold; dvs., dage med frost i december, hvor ærterne udvintrer, og temperaturer omkring frysepunktet i januar-februar, således at "ærte-kvælstoffet" ikke frigives for tidligt i forhold til kornafgrøden.
- Ærter sammen med vinterkorn øger kvælstofindholdet i kernerne.
- Ærter sammen med vinterkorn øger kornets vitalitet, og mindsker dermed risikoen for svampeangreb i modningsfasen.
- Endelig bør det nævnes, at ærterne sandsynligvis medvirker til at forbedre jorden struktur, idet det ved flere lejligheder er observeret at der ved jordbearbejdning i marker hvor der året før har været ærter opnås en bedre krummestruktur, end i marker hvor der ikke tidligere har været ærter.

Sammenfattende kan det konkluderes, at såfremt der ikke er større udgifter forbundet med anskaffelse af ærteudsæd (evt. ærter af egen avl), kan dyrkningssystemet med ærter sået sammen med vinterafgrøder med fordel anvendes. Specielt i år hvor de klimatiske forhold gør det vanskeligt at udbringe gødning i det tidlige forår, vil "ærte-kvælstof" kunne sikre at kornafgrøden kommer godt i gang.

## Formidling

Vinther, F. P. & Laier, A. (2001) *Ærter som kvælstofsamler i vintersæd*. Landsbladet – Den faglige baggrund, 7. december 2001.

Vinther, F. P. (2002) *Ærter som grøngødning i vintersæd*. Markvandring Foulum, 13. Juni 2002.

Østergaard, H. S. & Vinther, F. P. (2002) *Ærter som grøngødning i vintersæd*. Planteavlsorientering nr. 07-450, dec. 2002, Landbrugets Rådgivningstjeneste, Skejby.

Endvidere en række artikler i aviser og fagblade, bl.a.,

*Ærter som motor i vintersæden*, Landsbladet Agro, 1. december 2000, s. 11 (af Lars Bødker Smitt)

*Umuligt uden Rejseholdet*, Landsbladet Agro, 1. december 2000, s. 11 (af Lars Bødker Smitt)

*Vintersæd startgødes med kvælstof fra ærter*, Agrologisk – Om markbrug (af Merete Hattesen)

*Tidlig N-tilskud til vintersæd er vigtig*, Agrologisk – Om markbrug, nr. 1/2002, s. 25 (af Merete Hattesen)

*Ærter gav ikke øget høstudbytte*, Bjerringbro Avis, d. 11. december 2002



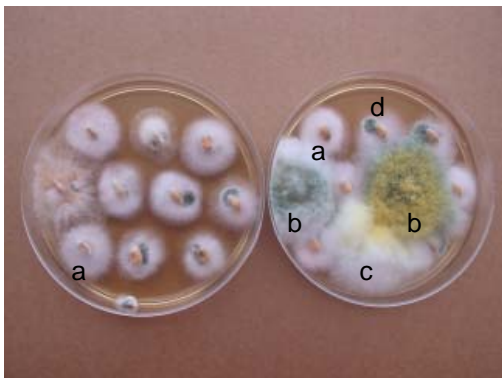
Ærternes udvikling i løbet af efteråret. Billederne er taget henholdsvis 12, 18, 25, 32 og 40 dage efter såning.



Nærbillede af ærterødder, hvor talrige rod-knolde kan anes på roden til venstre.



Ærteplanter sammen med vinterbyg.



Svampevækst på kerner udlagt på næringssubstrat. På billedet ses bl.a. arter af slægterne *Alternaria* (a), *Aspergillus* (b), *Fusarium* (c) og *Penicillium* (d). Skålen til venstre er med kerner fra parceller, hvor der har været ærter det foregående efterår, og skålen til højre fra korn uden ærter.



Vinterhvede i foråret 2003. Bemærk den mørkere grønne farve til venstre for sprøjtesporet, hvor der har været ærter i efteråret 2002. Afgrøden til højre for sprøjtesporet blev dyrket uden ærter. Desværre var det på grund af tekniske problemer med høst-mejetærsker ikke muligt af måle kerneudbyttet dette år.