

LANDSFORSØGENE 2021

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

Samlet og udarbejdet af
LANDBRUG & FØDEVARER, PLANTEPRODUKTION
ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Frøafgiftsfonden

Fonden for **økologisk landbrug**



Kartoffelafgiftsfonden

Innovationsfonden



LANDSFORSØGENE 2021

Forsøg og undersøgelser i Dansk Landbrugsrådgivning

Landsforsøgene 2021 er samlet og udarbejdet af Landbrug & Fødevarer, Planteproduktion ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen.

Udgivet

December 2021

Trykkeri

Stibo Complete

Udgiver

Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.

SEGES

Plante- & MiljøInnovation

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

T +45 8740 5000

E info@seges.dk

Omslag

Foto: Torkild Birkmose, SEGES

Køb

Bogen kan købes i SEGES Netbutik: www.netbutikken.seges.dk.

Pdf-udgaven af bogen samt tabeller og figurer i bogen kan hentes på www.landbrugsinfo.dk/oversigten.

Resultaterne i bogen kan frit gengives med tydelig kildeangivelse inkl. side-tal. F.eks. „Kilde: Landsforsøgene 2021, tabel xx, side yy.“

ISBN 978-87-93051-10-2

ISSN 0900-5293



FOTO: TORKILD BIRKMOSE, SEGES

Gødningen er udbragt som fast gødning med fuldbreddespredere i parceller på 6x12 meter.



FOTO: TORKILD BIRKMOSE, SEGES

Dronefoto fra et af forsøgene den 10. juni 2021. Især parcellerne med den laveste kvælstoftildeling fremstår tydeligt i hver gentagelse.



FOTO: TORKILD BIRKMOSE, SEGES

Det er tålmodighedsarbejde at høste de mange parceller – men flot ser det ud fra luften.

En tilførselsmodel vil derfor omfordele kvælstof i marken, så der tilføres mindst kvælstof i områder med høj biomasse og mest kvælstof i områder med lav biomasse (en såkaldt Robin Hood-model). En sådan omfordeling vil resultere i det højeste kerneudbytte, den højeste gennemsnitlige proteinprocent og det højeste protein-

udbytte. Dette gælder for tilførsler i både marts, april og maj. Den statistiske analyser viser endvidere, at effekten af omfordelingen er størst på kerneudbyttet ved omfordeling ved vækststart, mens effekten på proteinprocenten er størst ved omfordeling i stadium 34-37 (data ikke vist).

Omfordeling af kvælstof til maltbyg

> LEIF KNUDSEN, SEGES

I GUDP- og promilleprojektet N-Tool-Precise har det i fem forsøg 2019-2021 været undersøgt, om en omfordeling af kvælstof i maltbyg ud fra variationen i vegetationsindekset NDRE i stadium 32 kan bidrage til et højere udbytte og en proteinprocent, der bedre matcher kravene til maltbyg. Andre forsøg har vist, at en deling af kvælstoftilførslen til vårbyg, hvor 30-40 kg kvælstof pr. ha tildeles fra stadium 32-37, ikke giver udbyttetab eller større risiko for et for højt proteinindhold sammenlignet med tildeling af hele kvælstofmængden før såning.

Undersøgelsen har været baseret på fem forsøg i maltbyg på lerjord på Sjælland i marker med forventet stor variation i jordbund og kvælstofrespons indenfor marken. Forsøgene har været ca. 200 meter brede og 400 meter lange og det er tilstræbt, at der indenfor forsøgsarealet har været en betydelig variation. I hvert forsøg har der været ca. 30 gentagelser af forsøgsbehandlingerne. Der har været placeret henholdsvis 60, 100 og 140 kg kvælstof pr. ha ved såning, og for hver af disse niveauer har der været suppleret med 0, 30 og 60 kg kvælstof i vårbyggen stadium 32. Ved såningen har der været placeret en NS 27-4 gødning. I 2019 blev der dog placeret en NPK 21-3-10, hvilket resulterede i forskellige tildelinger af fosfor, kalium og svovl. Effekt af dette er der set bort fra i opgørelse af data. I studie 32 har tildelingen været i form af en fast NS 27-4. Vegetationsindekset har været målt ved overflyvning med drone 3-4 gange i vækstsæsonen. Første overflyvning skete i stadium 32.

Kvælstofbehovet har været betydeligt større i de to forsøg gennemført i 2020 end forsøgene i 2019 og 2021. I disse forsøg er der opnået en betydelig effekt på udbyttet af øget kvælstoftildeling. Effekten af kvælstof er lidt dårligere ved tilførsel i stadium 32 sammenlignet med tilførsel før såning. I 2021 har der ikke været udslag for

TABEL 25. Oversigt over fem storskalaforsøg med maltbyg, 2019-2021. (N16)

Kg N v. såning	Kg N st.32	Forsøg nr.					Gns.
		2019-01	2019-02	2020-01	2020-02	2021-01	
<i>Udbytte, hkg kerne pr. ha</i>							
60	0	63,0	84,1	60,5	65,2	53,4	65,2
60	30	64,9	86,7	65,9	69,4	53,3	68,0
60	60	65,5	89,0	70,8	71,9	52,5	69,9
100	0	70,6	89,8	70,3	70,5	48,6	70,0
100	30	69,3	89,4	72,7	71,8	49,1	70,5
100	60	69,5	88,9	76,8	73,9	47,9	71,4
140	0	67,3	91,8	75,3	78,3	47,2	72,0
140	30	66,3	90,9	76,8	78,5	47,5	72,0
140	60	64,9	89,7	79,8	78,8	46,2	71,8
LSD		2,2	2,5	2,0	1,8	ns	4,6
<i>Pct. råprotein</i>							
60	0	9,8	10,1	9,2	8,8	10,5	9,7
60	30	10,2	10,7	9,5	9,3	11,2	10,2
60	60	10,8	11,1	10,2	9,9	11,7	10,7
100	0	10,2	11,1	10,1	9,4	11,5	10,5
100	30	10,6	11,7	10,4	9,9	12,0	10,9
100	60	11,3	12,2	11,0	10,4	12,4	11,5
140	0	11,1	11,9	10,9	10,3	12,4	11,3
140	30	11,5	12,2	11,2	10,9	12,8	11,7
140	60	11,9	12,7	11,7	11,4	13,0	12,2

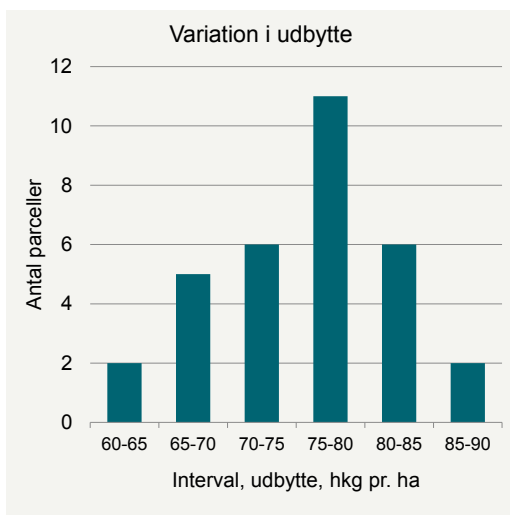
<i>Kvælstofbehov og -norm, kg kvælstof pr. ha</i>						
Kvælstof behov, udbytte	114	128	205	219	Maks. 60	145
Kvælstofbehov, protein	114	100	140	170	Maks. 60	117
Kvælstofnorm, u. udb.doku.	139	139	139	145	145	
Kvælstofnorm m. udb.dok.	142	179	161	160	122	

kvælstof i handelsgødning. Dette forsøg fik tilført kvælstof i form af NovoGro i efteråret 2020, hvilket kan have resulteret i et lavt behov om foråret.

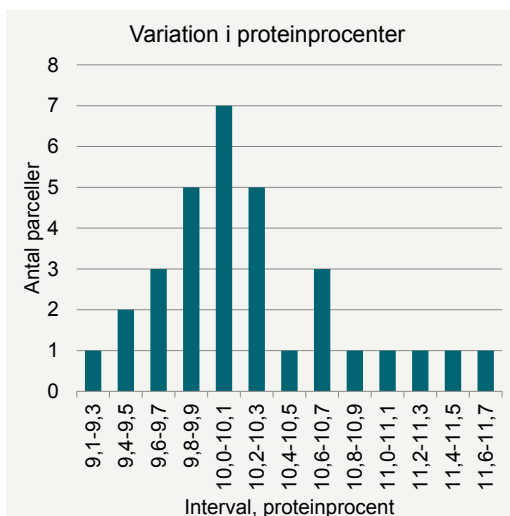
Proteinprocenten stiger 0,15-0,20 procentenheder ved en ændring i kvælstoftilførslen på 10 kg pr. ha uafhængigt af, om kvælstof tilføres før såning eller i stadie 32. I to af de fem forsøg har proteinprocenten ved tilførsel af 100 kg pr. ha været i et niveau, hvor der er fradrag for et for højt proteinindhold.

Variation i udbytte og proteinindhold indenfor forsøgene

Forudsætningen for, at omfordeling af kvælstof indenfor en mark er nødvendig, er at der er en variation i udbytte og proteinindhold. Storskalaforsøgene rummer ca. 30 parceller med samme forsøgsbehandling. I figur 23 og 24 er vist et eksempel fra ét forsøg i 2020, hvordan variationen i udbytte og proteinindhold var mellem parceller, der fik tilført 100 kg kvælstof placeret ved såning.



FIGUR 23. Variation i udbytte mellem 30 parceller med samme kvælstoftilførsel.

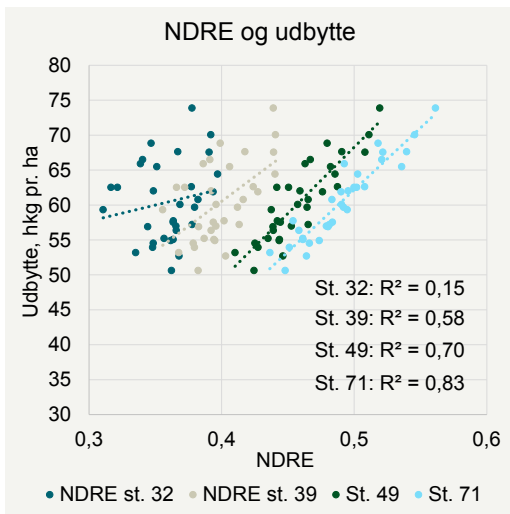


FIGUR 24. Variation i proteinindhold mellem 30 parceller med samme kvælstoftilførsel.

Der var både en betydelig variation i udbytte og i proteinindhold. Udbyttet varierede fra 60 til 85 hkg pr. ha, og proteinindholdet fra 9,3 til 11,7 procent.

Sammenhængen mellem NDRE og udbytte

I forsøgene i 2019 blev vegetationsindekset NDRE målt tre gange med drone og i 2020 fire gange. Formålet med måling af NDRE er at anvende det til at kunne forudsige merudbyttet for kvælstof tilført i stadium 32 efter



FIGUR 25. Sammenhæng mellem NDRE og udbytte i ét forsøg med maltbyg (Forsøg nr. 07-032-2020-001).

dronemålingen. For ét af forsøgene er sammenhængen mellem NDRE og udbytte sammenlignet i forsøgsleddet, der er tilført 100 kg kvælstof pr. ha ved såning. Sammenhængen mellem NDRE og udbytte forbedres jo senere, der måles. I stadiet 32 er sammenhængen usikker, hvilket er et problem, når der ønskes gødsket efter NDRE i dette stadiet. Ved NDRE-måling i stadiet 49 og specielt i stadiet 71 er der opnået en særdeles god sammenhæng mellem NDRE og udbytte.

Mens NDRE er godt korreleret til udbyttet er det ikke korreleret direkte til proteinprocenten (data ikke vist).

Sammenhæng mellem NDRE og merudbytte for kvælstof i stadiet 32

Der har været forsøgt opstillet en model, hvor merudbytte og proteinindhold for tilførsel af kvælstof i stadiet 32 kan forudsiges ud fra NDRE målingen. En sådan model kan anvendes til at omfordele kvælstof efter. Undersøgelsen har været foretaget ved en regressionsanalyse.

Resultatet er, at merudbyttet for tildeling af kvælstof i stadiet 32 kan beskrives ud fra kvælstoftilførslen, NDRE og vekselvirkningen mellem kvælstoftilførslen og NDRE. Det kan kun ske i de tre forsøg, hvor der er målt merudbytte for tilførsel af ekstra kvælstof. Sammenhængen er specielt god i de to forsøg i 2020, hvor der har været stort merudbytte for kvælstoftilførsel.

TABEL 26. Resultater af regressionsanalyser med model for udbytte og protein.

Vårbyg	2019-01	2019-02	2020-01	2020-02	2021-01
<i>Model for udbytte</i>					
Skæring	56,3	7,4	-5,0		
Kg N st. 32	0,21	0,49	0,57		
NDRE	125,4	153,0	174,6		
NDREx kg N st.32	-0,81	-0,91	-1,17		
Signifikans	***	***	***		
R ²	0,17	0,52	0,54		
Standardfejl	6,8	5,9	4,5		
<i>Model for protein</i>					
Skæring	6,5	9,0	5,1	1,9	9,7
Kg N st. 32	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
NDRE	15,3	7,8	12,2	17,4	4,8
Signifikans	***	***	***	***	***
R ²	0,41	0,19	0,40	0,60	0,16
Standardfejl	0,73	0,95	0,78	0,58	0,87

Proteinindholdet kan tilsvarende beskrives ud fra den tilførte kvælstofmængde og NDRE-værdien. Modellen viser, at proteinindholdet ikke påvirkes ved at omfordele kvælstof indenfor marken. Ved en omfordeling indenfor marken kan proteinindholdet derimod gøres mere ensartet, men proteinprocenten afhænger kun af den samlede tilførte kvælstofmængde. Af sammenhængen ses, at proteinindholdet stiger med 0,14-0,18 procentenheder ved en forøgelse af kvælstoftilførslen med 10 kg pr. ha.

Forslag til model for omfordeling af kvælstof til maltbyg

De fem gennemførte forsøg kan ikke alene anvendes til at fastlægge behovet for ekstra gødning i stadiet 32. Men forsøgene kan anvendes til at udarbejde en model til omfordeling af kvælstof. Denne model er nærmere beskrevet i rapporten "Model for omfordeling af kvælstof til maltbyg", Landbrugsinfo, 2021.

Udgangspunktet for modellen er den kvælstoftilførsel, som man alternativt ville tildele ensartet før såning. Hvis der er risiko for, at proteinprocenten kan overskride kvalitetskravet til maltbyg, kan man tildele 40 kg kvælstof pr. ha mindre ved såning. I stadiet 32 omfordeles 20 kg kvælstof pr. ha. Det vil sige, at den samlede kvælstoftildeling reduceres med 20 kg kvælstof pr. ha. Det vil resultere i en proteinprocent, der er 0,3-0,4 procentenheder under proteinprocenten ved tildeling af hele kvælstofmængden før såning. Omfordelingen af kvælstof i stadiet 32 betyder, at udbyttetabet ved at reducere kvælstofmængden med de 20 kg pr. ha bliver mindre, fordi kvælstof

Strategi for positionsbestemt tildeling af kvælstof til maltbyg:

- > Ved såning reduceres kvælstofmængden med 20 til 40 kg kvælstof pr. ha i forhold til hele kvælstofbehovet
- > Reduktion på mere end 20 kg kvælstof pr. foretages, hvis der er tvivl om, at kravet til proteinindhold overskrides
- > I stadium 32 omforderes 20 kg kvælstof pr. ha fra områder med højt NDRE til områder med lavt NDRE

stof tilføres i de dele af marken, hvor der er mest respons for ekstra kvælstof.

Strategier for delt tilførsel af kvælstof

> KRISTIAN FURDAL NIELSEN OG
TORKILD BIRKMOSE, SEGES

Strategier for delt tilførsel af kvælstof til vinterhvede

Ved at tredele kvælstofmængden til vinterhvede får man bedre mulighed for at afstemme mængden efter behovet i marken. Samtidigt forbedrer det muligheden for at omfordele kvælstof indenfor marken ud fra måling af biomassen. Ved en tredeling af kvælstoffet vil man i forhold til todeling ofte opnå et højere proteinindhold

og mindre lejesæd, men der ses sjældent større udbytteeffekter. Ofte vil effekten af deling afhænge af nedbørsforholdene i den enkelte mark omkring tildelingstidspunktet.

I 2021 har der været en større forsøgsserie på i alt 19 forsøg med forskellige delingsstrategier. Forsøgsplan og resultater ses i tabel 27. Kvælstofbehovet har i 2021 været lavere end 2020 på grund af generelt lavere udbytter og en lav vinternedbør med et relativt højt indhold af mineralisk kvælstof ved vækststart. I gennemsnit af de 19 forsøg er den økonomisk optimale kvælstofmængde 160 kg kvælstof pr. ha.

Det lavere kvælstofbehov ses også ved at udbyttet ikke øges signifikant ved at øge kvælstofmængden fra 200 til 250 kg kvælstof pr. ha. Der er stigende proteinindhold ved at øge kvælstofmængden til over 200 kg pr. ha. Der er også en tendens til, at proteinindholdet er stigende, når kvælstofmængden deles i tre ved 300 kg kvælstof pr. ha (led 8 sammenlignet med led 7). Bruges LSD-værdien som mål for statistisk sikkerhed er der et statistisk sikkert merudbytte for at flytte 50 kg kvælstof pr. ha fra medio april til stadium 37-45, så der tilføres 100 kg kvælstof pr. ha i stedet for 50 kg ved tredje tildeling ved 250 kg kvælstof pr. ha i alt (led 6 sammenlignet med led 9). Ved både 250 og 300 kg kvælstof pr. ha er registreret mindre lejesæd, når en del af kvælstofmængden flyttes til stadie 37-45.

I årene 2019 og 2020 gennemførtes flere store forsøgsserier med forskellige tildelingsstrategier af kvælstof. Nederst i tabel 27 ses resultaterne af to- og tredeling ved

TABEL 27. Kvælstofstrategier i vinterhvede. (N17)

Vinterhvede	Kg N pr. ha			Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Pct. råprotein i kernetørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Proteinkorrigeret nettomerudb., hkg pr. ha ²⁾
	Medio marts	Medio april	Medio maj, st. 37-45					
<i>2021. 19 forsøg</i>								
5. 200 N i NS 27-4	50	100	50	1	11,4	153	90,3	-
6. 250 N i NS 27-4	50	150	50	2	12,3	164	-0,6	-0,8
9. 250 N i NS 27-4	50	100	100	2	12,6	166	0,9	1,4
8. 300 N i NS 27-4	100	200	-	2	12,3	166	-1,2	-3,1
7. 300 N i NS 27-4	50	200	50	2	12,5	167	-1,0	-2,8
LSD						4	1,5	
<i>2019-2020. 31 forsøg på JB 4-7</i>								
200 N i NS 27-4	50	150	-	1	10,9	160,3	98,9	-
200 N i NS 27-4	50	100	50	1	11,1	161,7	-0,5	0,3
LSD						ns	ns	

¹⁾ Skala 0-10, 0 = Ingen lejesæd, 10 = helt i leje

²⁾ Der er regnet med en pris på 6,49 kr. pr. kg kvælstof og indregnet en værdi af protein på 3,50 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein. Ved tredelingen er der indregnet en ekstra udbringning med en omkostning på 80 kr.