

OVERSICHT OVER LANDSFORSØGENE 2020

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

Froafgiftsfonden

Fonden for **økologisk** landbrug

Kartoffelafgiftsfonden

Innovationsfonden



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 727284



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 727672



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 774340



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 727230

kvælstofmængde i husdyrgødning i årene forud. Kvælstof er tildelt før såning.

Udbyttet i det grundgødede led er på samme niveau som i 2019, mens merudbyttet for kvælstoftildeling er betydeligt højere. Udbytteneiveauet ligger i 2020 næsten 15 hkg over 2019. Proteinindholdet i kerne er betydeligt lavere end i 2019. Kvælstofbehovet er 19 kg kvælstof pr. ha højere i 2020 trods et højere N-min-indhold ved vækstsæsonens begyndelse.

Kvælstofbehovet er lavest i forsøget med vinterraps som forfrugt. I ét forsøg med forfrugt korn er udbytteneiveauet lavt, hvilket resulterer i et lavt kvælstofbehov. Kvælstofbehovet i 2019 og 2020 ligger på linje med behovet i de ældre forsøg og bekræfter, at havre har et relativt lavt kvælstofbehov sammenlignet med vårbyg.

Kvælstof til vinterbyg

I fem forsøg i vinterbyg på lerjord med korn som forfrugt er bestemt et kvælstofbehov på 165 og 192 kg pr. ha henholdsvis uden og med korrektion for proteinindhold. Se tabel 4. Det er et betydeligt højere kvælstofbehov end i årene forud. Kun ét af de fem forsøg er tildelt væsentlig mængder husdyrgødning i årene forud.

Alle forsøgsled bortset fra det ugødede er tildelt 50 kg kvælstof pr. ha medio marts. Resten af kvælstoffet er tildelt medio april.

Udbyttet uden tilførsel af kvælstof er betydeligt mindre end i årene forud, mens merudbyttet for tilførsel af kvælstof er betydeligt højere. Proteinindholdet er ved samme kvælstofniveau ca. 0,6 procentenhed lavere end i årene før. Marginaloptagelsen af kvælstof i 2020 er beregnet til 44 procent sammenlignet med 38 procent i årene forud. Det viser, at der har været en høj udnyttelse af kvælstof i 2020.

Kvælstof til vinterhvede

I 11 forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterhvede med korn som forfrugt er der bestemt et kvælstofbehov på 221 og 230 kg kvælstof pr. ha henholdsvis med og uden korrektion for proteinindhold. Tilsvarende er der bestemt et kvælstofbehov i seks forsøg med forfrugt vinterraps på 209 og 216 kg og i to forsøg med alm. rajrgræs som forfrugt på 231 og 262 kg kvælstof pr. ha henholdsvis med og uden korrektion af afregningsprisen for protein.

Tidspunkter for tilførsel af kvælstof er fra og med 2019 ændret i forsøgene. I alle forsøgsled undtaget det grundgødede led er der tilført 50 kg kvælstof pr. ha ved begyndende vækst i sidste halvdel af marts. I forsøgsled med

TABEL 4. Stigende mængder kvælstof til vinterbyg. (N6)

Vinterbyg	2015-2019		2020					
	Pct. råprotein i kerne-tørstof	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Pct. råprotein i kerne-tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. uden protein-korr., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. med protein-korr., hkg kerne pr. ha ²⁾

2020. Forfrugt korn

Antal forsøg	20	20	5	5	5	5	-	-
Grundgødet	9,2	39,7	0	8,4	33	28,9	-	-
50 N	9,0	15,0	0	8,3	58	21,8	17,9	17,9
100 N	10,0	26,6	0	9,2	82	36,3	29,3	31,0
150 N	11,4	31,3	1	10,5	102	42,4	32,2	37,1
200 N	12,5	33,1	2	12,1	122	45,2	31,9	40,7

LSD

	2015-2019	2020
N-min i rodzonen, kg N pr. ha	32 (13-66)	17 (5-38)
Optimale N-mængder, kg N pr. ha	135 (0-203)	165 (139-185)
Merudb. ved opt., hkg pr. ha	33,1 (0-77,6)	45,1 (30,9-58,0)
Proteinindhold ved ikke-prot.korr. optimum	10,9 (6,6-13,2)	11,0 (9,1-12,3)
Optimal N-mængde korr. for protein	157 (0-250)	192 (154-233)
Proteinindhold ved prot.korr. optimum	11,8 (6,6-16,3)	12,0 (10,5-14,0)
Bekendtgørelsesnorm, kg N pr. ha	166 (133-203)	167 (139-178)

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

²⁾ Proteinkorrektionen er foretaget med en pris på protein på 2,33 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.

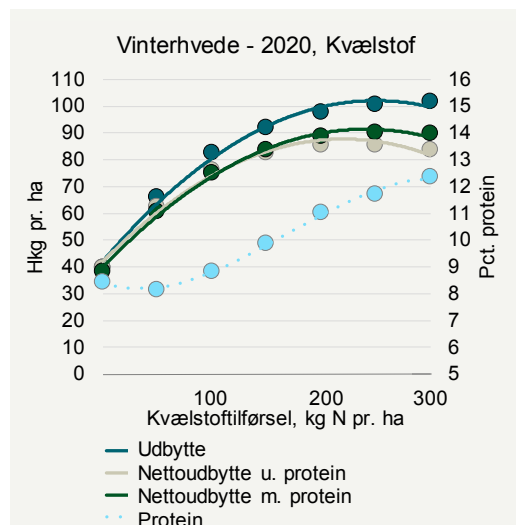
tilførsel af mere end 150 kg kvælstof pr. ha er kvælstoftilførslen sket ad tre gange, og der er tilført 50 kg i stadium 37 medio maj. Resten er tilført i stadium 30 medio april. I forsøg for 2019 er vinterhveden i alle forsøgsled færdig-gødsket medio april.

Forfrugt korn

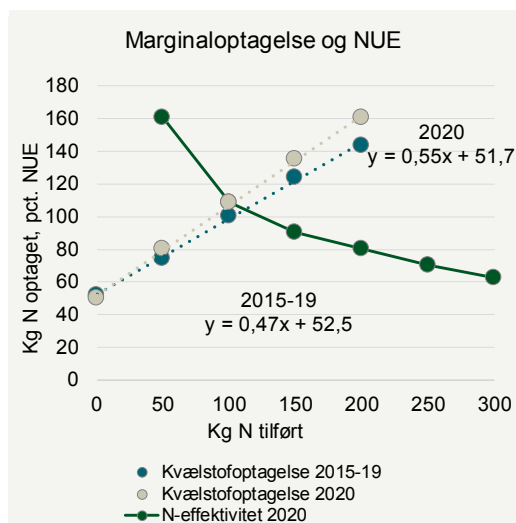
Forsøgene er gennemført på JB 4-7. Halvdelen af forsøgene ligger på arealer, hvor der i de tidligere år er tilført husdyrgødning.

Før første gødningstildeling i marts er der målt et lidt lavere N-min-indhold i jorden end i de foregående år. Udbyttet uden tilførsel af kvælstof er lavere end i tidligere år. Det skyldes formentlig en beskednen optagelse i efteråret 2019 samt det lavere N-min-indhold. Udslaget for tilførsel af kvælstof er derimod betydeligt større end i tidligere år. Udbyttet ved tilførsel af den optimale kvælstofmængde er 101,2 hkg pr. ha eller næsten ti hkg større end i de foregående år. Ved samme kvælstofniveau er proteinprocenten 0,4 procentenheder højere i 2020 end i foregående år. Det skyldes den høje marginaloptagelse af kvælstof i 2020.

Kvælstofbehovet uden proteinkorrektion er bestemt til 221 kg pr. ha eller 32 kg kvælstof pr. ha større end i årene forud. Med proteinkorrektion er kvælstofbehovet bestemt til 230 kg kvælstof pr. ha.



FIGUR 2. Udbytter, nettoudbytte og proteinindhold i 11 forsøg i vinterhvede med forfrugt korn i 2020.



FIGUR 3. Marginaludnyttelse og kvælstofudnyttelseseffektivitet (NUE) i vinterhvede i 2020 og foregående år.

Udnyttelsen af det tilførte kvælstof (marginaloptagelsen i kerne) er beregnet til 55 procent ved en kvælstoftilførsel op til 200 kg pr. ha, hvilket er betydeligt højere end i de foregående år.

Kvælstofudnyttelseseffektiviteten (NUE) udtrykker, hvor mange procent af det tilførte kvælstof, der er fjernet. I forsøgene beregnes NUE som bortførslen med kerne i forhold til tilført kvælstof i handelsgødning. Af figur 3 fremgår det, at NUE falder med stigende mængder tilført kvælstof. Ved en optimal kvælstofmængde i niveauet 200 kg kvælstof pr. ha er NUE 80 procent. NUE er ligesom marginaloptagelsen højere end i de foregående år. Mens marginaloptagelsen af kvælstof udtrykker effekten af kvælstof på kort sigt, udtrykker NUE effekten på længere sigt.

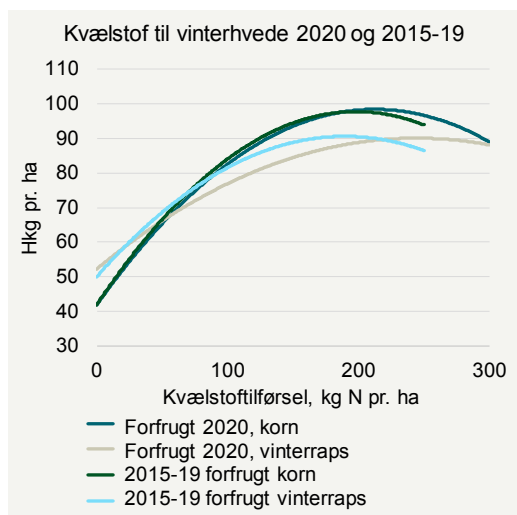
Forfrugt vinterraps

Fem forsøg er gennemført på JB 4-6. Ved vækstsæsonens begyndelse er målt et lidt højere N-min-indhold i jorden end i årene forud. Udbyttet uden tilførsel af kvælstof er på niveau med året før, men udslaget for tilførsel af kvælstof er betydeligt større. Der er ikke observeret lejesæd i forsøgene. Proteinindholdet ligger i 2020 på linje med de foregående år.

Kvælstofbehovet er beregnet til 209 og 216 kg kvælstof pr. ha henholdsvis med og uden proteinkorrektion.

TABEL 5. Stigende mængder kvælstof til vinterhvede. (N7, N8, N9, N10)

Vinterhvede	2015-2019			2020					
	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kerne-tørstof	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. uden protein-korr., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. med protein-korr., hkg kerne pr. ha ²⁾
2020. Forfrugt korn									
Antal forsøg	66	66	66	11	11	11	11	11	11
Grundgødet	0	8,1	43,2	0	8,4	50	39,8	-	-
50 N	0	8,0	19,5	0	8,1	80	26,3	22,8	22,4
100 N	0	8,6	35,4	0	8,8	109	42,6	36,2	36,8
150 N	0	9,6	43,9	0	9,9	135	52,3	42,9	45,5
200 N	1	10,6	47,6	0	11,0	161	57,8	45,5	50,5
250 N	2	11,4	47,8	0	11,7	175	60,7	45,6	52,0
300 N	2	12,1	46,5	0	12,4	187	61,8	43,7	51,5
LSD						10	5,2		
				2015-2019			2020		
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha				34 (13-100)			26 (8-82)		
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha				189 (98-272)			221 (197-243)		
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha				48,7 (20,2-78,4)			61,4 (44,2-82,6)		
Proteinindhold ved ikke-proteinkorrigeret optimum, pct.				10,2 (8,1-11,5)			11,1 (9,9-12,2)		
Proteinkorrigeret optimum, kg N/ha				208 (120-300)			230 (207-297)		
Proteinindhold ved proteinkorrigeret optimum, pct.				10,6 (8,2-14,0)			11,3 (10,1-13,5)		
Bekendtgørelsesnorm, kg N/ha				197 (150-229)			205 (175-220)		
Forfrugt vinterraps									
Antal forsøg	35	35	35	6	6	6	6	6	6
Grundgødet	0	8,4	49,2	0	8,3	63	51,4	-	-
50 N	0	8,3	20,6	0	8,3	84	16,4	12,9	12,9
100 N	0	9,2	35,0	0	9,0	118	35,8	29,4	30,7
150 N	1	10,0	42,3	0	10,2	145	43,3	34,0	37,6
200 N	2	11,1	43,9	0	10,7	158	47,4	35,1	39,9
250 N	3	11,6	42,9	0	11,7	176	49,6	34,5	41,2
300 N	2	12,1	43,6	0	12,0	180	49,1	31,1	38,4
LSD						11	6,0		
				2015-2019			2020		
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha				37 (9-100)			30 (5-100)		
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha				170 (119-256)			209 (181-230)		
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha				45,1 (27,5-91,0)			49,4 (39,4-56,5)		
Proteinindhold ved ikke-proteinkorrigeret optimum, pct.				10,3 (8,7-12,2)			11,0 (10,4-11,6)		
Proteinkorrigeret optimum, kg N/ha				191 (119-300)			216 (187-233)		
Proteinindhold ved proteinkorrigeret optimum, pct.				10,8 (8,8-13,4)			11,2 (10,5-11,8)		
Bekendtgørelsesnorm, kg N/ha				166 (127-229)			175 (155-193)		
2020									
Forfrugt	Konservesært			2020					
Antal forsøg	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Grundgødet	0	7,6	47,1	0	8,7	54	41,7		
50 N	0	7,2	31,6	0	8,1	78	22,6	19,0	18,3
100 N	0	7,9	57,8	0	8,6	113	46,8	40,4	40,2
150 N	0	8,4	69,5	0	9,4	141	58,8	49,4	50,8
200 N	0	10,0	76,9	0	10,4	163	63,7	51,5	54,9
250 N	0	10,9	81,2	0	11,1	188	71,9	56,7	62,1
300 N	0	11,5	82,8	0	11,4	188	68,5	50,5	56,4
LSD			3,2			19	14,7		
2020									
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha				12					
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha				230					
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha				82,7					
Proteinindhold ved ikke proteinkorrigeret optimum, pct.				10,3					
Proteinkorrigeret optimum, kg N/ha				236					
Proteinindhold ved proteinkorrigeret optimum, pct.				10,4					
Bekendtgørelsesnorm, kg N/ha				184					
2020									
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha				29 (17-40)					
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha				231 (230-233)					
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha				69,3 (59,0-79,5)					
Proteinindhold ved ikke proteinkorrigeret optimum, pct.				10,9 (10,7-11,1)					
Proteinkorrigeret optimum, kg N/ha				262 (255-270)					
Proteinindhold ved proteinkorrigeret optimum, pct.				11,7 (11,6-11,8)					
Bekendtgørelsesnorm, kg N/ha				193 (192-193)					



FIGUR 4. Udbytter ved stigende kvælstoftilførsel til vinterhvede 2020 og 2015-2019 med forfrugt korn og forfrugt vinterraps.

Andre forfrugter

I to forsøg med forfrugt alm. rajgræs til frø på JB 5-6 er opnået et særdeles stort udslag for tilført kvælstof. Kvælstofbehovet er beregnet til henholdsvis 231 og 266 kg kvælstof uden og med proteinkorrektion. Forsøgene viser, at der kan være et stort kvælstofbehov efter alm. rajgræs.

I ét forsøg med konervesært som forfrugt er der et højt udbytte i det grundgødede forsøgsled og et meget stort merudbytte for tilførsel af kvælstof, bestemt en optimal kvælstofmængde på 230 kg kvælstof pr. ha uden proteinkorrektion.

Kvælstofbehov i vinterhvede med forskellige såtidspunkter

Erfaringer viser, at tidlig såning af vinterhvede reducerer N-min i efteråret og udvaskning fra rodzonen sammenlignet med senere såning, fordi der er en meroptagelse af kvælstof ved tidlig såning. Med en øget kvælstofoptagelse i efteråret er det sandsynligt, at kvælstofbehovet om foråret er mindre, og at kvælstoftildelingen kan reduceres uden udbytte tab.

For at undersøge om forårstildelingen af kvælstof til vinterhvede kan reduceres ved tidlig såning, er der i 2020 gennemført tre forsøg med vinterhvede sået på to forskellige tidspunkter. Vinterhveden er tildelt stigende

kvælstofmængder i foråret. Resultater fremgår af tabel 6.

Efteråret 2019 har været præget af våde forhold, og kun i et forsøg er der forskel på kvælstofoptagelsen mellem vinterhvede sået henholdsvis tidligt, ultimo august og til normal tid, medio september. Dette afspejles ligeledes i N-min-indholdet i jorden som gennemsnit af de tre forsøg, da der ikke er forskel på N-min-indholdet mellem tidlig såning og såning til normal tid. Kun i forsøget med en forskel i kvælstofoptagelsen har tidlig såning reduceret N-min-indholdet. I samme forsøg er optimum beregnet 29 kg kvælstof pr. ha lavere ved tidlig såning end ved såning til normal tid, hvilket indikerer, at man ved høje N-optagelser i vinterhvede i efteråret kan reducere kvælstofmængden i foråret.

Der er ikke forskel på udbytterne mellem vinterhvede sået henholdsvis tidligt og til normal tid. I et forsøg er der udbytte tab ved tidlig såning, hvilket kan skyldes, at der er registreret havrerødsot, mest udbredt ved tidlig såning.

Forsøgene indikerer, at våde forhold omkring etablering af vinterhvede kan hæmme biomasseproduktionen i efteråret på trods af tidlig etablering. Kun hvis der er en reel øgning i biomassen i efteråret, kan kvælstoftildelingen reduceres i foråret. Derfor er det nødvendigt at vurdere biomassen i efteråret, hvilket kan automatiseres

TABEL 6. Udbytte i vinterhvede sået henholdsvis tidligt og til normal tid med forskellige kvælstoftildelinger. (N11)

Vinterhvede	N-optagelse, primo november	NDVI, drone, november	N-min, primo november (0-100 cm), kg N pr. ha	Procent råprotein i kernerstorf	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudbytte, hkg kerne pr. ha
2020.	2 fs. ¹⁾	3 fs.	3 fs.	3 fs.	3 fs.	3 fs.
Kvælstoftildeling						
0 kg N pr. ha				9,1	78	56,8
100 kg N pr. ha				9,3	125	33,4
150 kg N pr. ha	-	0,5	-	10,2	151	42,8
200 kg N pr. ha				10,7	161	44,3
250 kg N pr. ha				11,5	179	47,2
LSD					25	9,1
Såtidspunkt						
Tidlig	11	0,58	40	10,3	140	90,0
Normal	4	0,40	44	10,1	137	0,6
LSD					ns	ns

¹⁾ Der blev kun målt kvælstofoptagelse i to af tre forsøg, da det blev vurderet, at plantemassen i det sidste forsøg var så lav ved begge såtider, at der ikke kunne udtages planteprov.

med satellitmålinger af den enkelte mark. SEGES arbejder derfor på at indarbejde en model i gødningsplanmodulet i MarkOnline, som ved hjælp af satellitbilleder kan estimere biomassen i vintersæd i efteråret og korrigere kvælstofbehovet det følgende forår.

Kvælstof til vinterrug

I fire forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterrug er bestemt et kvælstofbehov på 144 og 159 kg kvælstof pr. ha henholdsvis uden og med korrektion for proteinindhold. Se tabel 7.

Forsøgene er fordelt på JB 3-4, og forfrugten har været vinterrug i to forsøg og majshelsæd og markært i ét forsøg hver. To af de fire forsøg blev tildelt husdyrgødning i de foregående år. Kvælstof er bortset fra det ugødede forsøgsled tildelt med 40 kg pr. ha ultimo marts og resten medio april.

Både udbyttet uden tilførsel af kvælstof og merudbyttet for tildeling af kvælstof er betydeligt højere end i de foregående år. Udbyttet ved tilførsel af den optimale kvælstofmængde er 95,1 hkg pr. ha eller næsten 17 hkg højere end i foregående år. Til trods for det høje udbyteniveau er kvælstofbehovet kun 3 til 7 kg kvælstof pr. ha højere end i årene forud. Marginaloptagelsen af kvælstof i kerne er beregnet til 36 procent mod kun 31 pro-

cent i de foregående år. Marginaloptagelsen af kvælstof i vinterrug er således lav i forhold til i vinterhvede. Den samlede kvælstofudnyttelse i vinterrug er alligevel god, for optagelsen i det grundgødede forsøgsled er høj. Ved tilførsel af 160 kg kvælstof pr. ha er kvælstofudnyttelses-effektiviteten (NUE) beregnet til 80 procent.

Kvælstof til vinterraps

I fire forsøg i vinterraps på lerjord er den optimale kvælstofmængde for kvælstof tilført om foråret bestemt til 174 kg kvælstof pr. ha. I ét forsøg er ikke tilført kvælstof om efteråret. To af forsøgene er tilført 30-40 kg kvælstof pr. ha i handelsgødning om efteråret, og ét af disse forsøg er desuden tilført ca. 120 kg totalkvælstof pr. ha i svinegyfle. Forsøgene er sået mellem 4. og 20. august. Udviklingen af vinterrapsen har i efteråret 2019 på grund af de klimatiske forhold været dårligere end normalt. Ud fra NDVI-værdier for markerne om efteråret, hvor forsøgene har været placeret, fremgår det, at NDVI mættes i løbet af efteråret, hvilket viser, at vinterrapsen ved indgangen til vinteren har været rimeligt udviklet. Ved vækstperiodens begyndelse i foråret har mængden af tilgængeligt kvælstof i rodzonen (N-min) været på niveau med normalt.

TABEL 7. Stigende mængder kvælstof til vinterrug. (N12)

Vinterrug	2015-19			2020					
	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kerne-tørstof	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kerne-tørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. uden protein-korr., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. med protein-korr., hkg kerne pr. ha ²⁾
2020. Forfrugt korn									
Antal forsøg	17	17	17	4	4	4	4	4	4
Grundgødet	0	8,2	41,4	0	8,3	56	50,0		
40 N	0	7,6	17,7	0	7,9	75	19,8	16,2	15,6
80 N	1	7,9	31,0	0	8,1	92	33,6	27,3	26,9
120 N	1	8,4	38,6	0	8,9	111	42,1	32,9	34,2
160 N	2	9,1	40,7	1	9,8	127	45,3	33,3	36,7
200 N	2	9,6	43,4	1	10,4	133	43,5	28,8	33,5
LSD						13	6,1		
					2015-2019	2020			
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha					26 (10-98)	9 (4-11)			
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha					141 (69-223)	144 (133-156)			
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha					36,9 (8,5-64,0)	45,1 (37,9-58,7)			
Proteinkorrigeret optimum, kg N/ha					9,0 (7,5-11,3)	9,2 (8,7-10,2)			
Proteinindhold ved ikke-proteinkorrigeret optimum, pct.					152 (73-248)	159 (142-180)			
Proteinindhold ved proteinkorrigeret optimum, pct.					9,2 (7,7-11,9)	9,6 (8,8-10,5)			
					151 (125-166)	147 (139-155)			

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.
²⁾ Proteinkorrekturen er foretaget med en pris på protein på 2,33 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.