

Avling og proteininnhold i bygg ved ulike gjødslingsstrategier

Annbjørge Øverli Kristoffersen

NIBIO Korn og frøvekster, Apelsvoll

annbjorg.kristoffersen@nibio.no

I prosjektet ProteinBar sees det nærmere på sammenhengen mellom avling, proteininnhold og kornkvalitet ved ulike delgjødslingsstrategier i bygg. Bygg som produseres i Norge brukes i all hovedsak til fôr. I gjennomsnitt de siste 5 årene (2019–2023) er det årlig produsert 574 000 tonn bygg i Norge. Bygg inneholder mye lett nedbrytbar stivelse, og er en viktig energikilde for særlig storfe og gris. Proteininnholdet i bygg ligger på rundt 10–11 % og utgjør ca. 50 00 tonn protein i fôret. I prosjektet ønsker vi å undersøke potensialet for å øke proteininnholdet i bygg, og dermed øke den totale proteinproduksjonen fra norskprodusert bygg til fôr. Det vil kunne redusere importbehovet av proteinråvarer i kraftfôret.

I forsøkene er det med to byggsorter; Annika og Ismena. Begge er nye sorter med høyt avlingspotensial. Annika er en 2-radssort med god stråstyrke. Den ble godkjent i 2020 og ligner en god del på 2-radssorten Thermus. Ismena er også en yterik 2-radssort, som ble godkjent i 2022. Det er en stråstiv sort som, ifølge verdiprøvingen er litt tidligere enn Annika, (Thorkildsen & Abrahamsen 2024).

Proteininnholdet ligger på 10,6 % for Annika og 11,0 % for Ismena, ifølge verdiprøvingstall for de tre siste årene. Alle sortene i verdiprøvingfeltene gjødsles likt. Siden det er oppnådd høye avlinger for disse to sortene i verdiprøving, kan det være en fortyningseffekt på proteininnholdet i disse forsøkene. Det ønsker vi å se nærmere på.

Hensikten med prosjektet og disse forsøkene er å se på mulighetene for å øke proteininnholdet i norsk bygg. I tillegg vil resultatene også gi nyttig kunnskap om gjødslingsstrategier til bygg med tanke på avlingsnivå. Forsøkene er gjennomført i samarbeid med NLR Østlandet, NLR Midt og NMBU. Det foreligger resultater fra to sesonger, og forsøkene vil bli gjennomført ytterligere en sesong til. ProteinBar-prosjektet er finansiert av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri (FFL/JA), samt industripartnere i prosjektet.

Materialer og metoder

I sesongene 2023 og 2024 ble det gjennomført en forsøksserie med to sorter og 7 gjødslingsledd hos

Tabell 1. Forsøk 1. Datoer for såing, delgjødsling og høsting, samt forgrøde for feltene vekstsesongen 2023 og 2024

År og sted	Sådato	Z 21–22	Z 30–31	Z 37–39	Høstdato	Forgrøde
2023						
Østfold	19.05.	20.06.	23.06.	23.06.	03.10.	Vårhvete
Romerike	11.05.	05.06.	12.06.	23.06.	08.09.	Bygg
Vestfold	15.05.	05.06.	16.06.	19.06.	07.09.	Bygg
Trøndelag	11.05.	19.06.	26.06.	30.06.	01.09.	Vårhvete
Ås	16.05.	13.06.	16.06.	21.06.	18.08.	Bygg
2024						
Østfold	10.05.	11.06.	11.06.	17.06.	05.09.	Høsthvete
Romerike	15.05.	06.06.	10.06.	26.06.	06.09.	Bygg
Vestfold	07.05.	29.05.	27.06.	19.06.	06.09.	Bygg
Trøndelag	03.05.	27.05.	10.06.	17.06.	29.08.	Høsthvete
Ås	06.05.	27.05.	04.06.	18.06.	27.08.	Bygg

NLR og NMBU (Forsøk 1) og en forsøksserie på NIBIO Apelsvoll med 13 gjødslingsledd og en sort per felt (Forsøk 2).

Forsøk 1

Begge årene ble det anlagt 5 felt i serien, fire hos NLR og ett hos NMBU (Ås). Feltene ble anlagt med forsøkskombisåmaskin, som både gjødsler og sår samtidig. Sådato var i mai for alle feltene og treske-dato hovedsakelig i månedsskiftet august/september (tabell 1). Forsøksplanen var to-faktoriell med sort og gjødslingsledd som faktorer. Sortene i forsøket var Annika og Ismena. Gjødslingsleddene er vist i tabell 2 og bestod av 8 kg N/daa på våren og deretter delgjødsling enten på buskingsstadiet (Z 21–22), begynnende strekking (Z 30–31) eller flaggbladutvikling (Z 37–39). Delgjødsling ved begyn-nende skyting (Z 49) ble testet i en forsøksserie som

gikk fra 2018 til 2021 (Kristoffersen 2022). Der førte den seine gjødslingen til mer etterrenninger i noen av feltene. Det ble derfor valgt å ikke gjødsle så seint i denne forsøksserien. Det var også et ledd uten nitrogengjødsling, kun PK-gjødsel, for å måle jordas potensiale for nitrogenmineralisering. Alle leddene ble gjødslet med 2,1 kg P/daa og 6 kg K/daa. Feltene ble behandlet som åkeren rundt når det gjaldt sprøy-ting mot ugras, sopp og vekstregulering.

Tabell 3 viser kjemisk analyse av jorda fra feltene i 2023 og 2024. Fosforstatus varierte mellom feltene, og P–AL lå mellom 6,5 og 19. Det vil si at noen av feltene var det behov for balansegjødsling med fosfor, mens andre forsøk hadde lite behov for fosfor. Alle feltene ble tilført like mye fosfor, uavhengig av P-AL-nivå. Det laveste pH nivået var 5,9 og høyeste var 6,3.

Tabell 2. Forsøksplan for Forsøk 1 for gjødslingsleddene. Tilført kg N/daa på våren, ved begynnende busking (Z 21–22) og ved begynnende strekking (Z 30–31) og på flaggbladstadiet (Z 37–39), samt totalt tilført på det enkelte ledd

Gjødslingsledd	vår ¹	Z 21–22 ²	Z 30–31 ² kg N/daa	Z 37–39 ²	Totalt
1	0				0
2	8	4			12
3	8	6			14
4	8	8			16
5	8	2		4	14
6	8		6		14
7	8			6	14

¹Ledd 1: OPTI-PK 0–11–21, Ledd 2–7: YaraMila Fullgjødssel® 17–5–13
²YaraBela OPTI-NS™ 27–0–0 (4S)

Tabell 3. Kjemisk analyse av jorda fra fem felt i 2023 og 2024 fra Forsøk 1

År og sted	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	pH	glødetap %
2023						
Østfold	9,1	26	160	17	6,1	7,5
Romerike	10	13	100	14	6,1	4,4
Vestfold	16	10	92	10	5,9	6,2
Trøndelag	8,6	7,8	250	13	6,3	9,4
Ås	19	13	150	18	6,0	6
2024						
Østfold	6,5	13	260	22	6,2	6,1
Romerike	4,0	12	110	15	6,4	4,7
Vestfold	10	14	130	22	5,9	8,1
Trøndelag	8,5	6	260	13	6,0	9,2
Ås	17	11	130	18	6,2	5,4

Forsøk 2

Begge årene ble det anlagt 2 felt i serien, ett med hver av sortene Annika og Ismena, alle på NIBIO Apelsvoll. Feltene ble anlagt med forsøkskombisåmaskin. Sådato var i mai for alle feltene (tabell 4). I 2023 ble feltene tresket i september, mens i 2024 ble det tresket i august. Forsøksplanen er vist i tabell 5, og bestod av 13 gjødslingsledd, der noen av leddene er sammenfallende med leddene i Forsøk 1. Det ble gitt 8 kg N/daa på våren og deretter delgjødslingen enten på buskingsstadiet (Z 21–22), begynnende strekking (Z 30–31) eller flaggbladutvikling (Z 37–39). Det var også et ledd uten nitrogengjødsling,

kun PK-gjødsel, for å se på jordas potensiale for nitrogenmineralisering. Alle leddene ble gjødslet med 2,1 kg P/daa og 6 kg K/daa. Feltene ble behandlet som åkeren rundt når det gjaldt sprøyting mot ugras, sopp og vekstregulering.

Tabell 6 viser kjemisk analyse av jorda hentet fra feltene på Apelsvoll i 2023 og 2024. Også her var det stor spredning i P-AL-nivå mellom feltene, som har ligget på ulike skifter på gården begge årene. Det var liten variasjon i pH-nivået, og et tilfredsstillende nivå for byggdyrking.

Tabell 4. Forsøk 2. År, sort, datoer for såing, delgjødsling og høsting, samt forgrøde for feltene vekstsesongen 2023 og 2024

År	Sort	Sådato	Z21–22	Z30–31	Z37–39	Høstdato	Forgrøde
2023	Annika	14.05.	08.06.	15.06.	22.06.	01.09.	Vårhvet
2023	Ismena	14.05.	08.06.	15.06.	22.06.	12.09.	Vårrybs
2024	Annika	06.05.	24.05.	28.05.	14.06.	19.08.	Hvete
2024	Ismena	06.05.	03.06.	04.06.	14.06.	26.08.	Havre

Tabell 5. Forsøksplan for Forsøk 2, 13 gjødslingsledd (kg N/daa)

Gjødslingsledd	Vår ¹	Z 21–22 ²	Z 30–31 ²	Z 37–39 ²	Totalt
1	0				0
2	8	4			12
3	8		4		12
4	8			4	12
5	8	2		4	14
6	8	6			14
7	8		6		14
8	8			6	14
9	8	4	4		16
10	8	4		4	16
11	8	8			16
12	8		8		16
13	8			8	16

¹Ledd 1: OPTI-PK 0–11–21, Ledd 2–13: YaraMila Fullgjødsl[®] 17–5–13

²YaraBela OPTI-NSTM 27–0–0 (4S)

Tabell 6. Kjemisk analyse av jorda fra to felt med Forsøk 2 på NIBIO Apelsvoll i 2023 og 2024

År og sted	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	pH	glødetap %
2023						
Annika	8,7	11	180	9,2	6,3	5,5
Ismena	24	17	240	11	6,4	6,6
2024						
Annika	14	15	220	14	6,4	7,1
Ismena	5,3	4,7	200	8,2	6,4	6,0

Resultater

Resultater fra Forsøk 1 årene 2023 og 2024

I tabell 7 er det en oversikt over avlingsnivå og kvalitet til enkeltfeltene i 2023 og 2024. Avlingsnivået på feltene viste stor spredning, fra 260 kg/daa til 900 kg/daa på feltet med høyest avlingsnivå, og deretter avlingsnivåer imellom disse ytterpunktene. Det var forsommertørke begge årene, og mest langvarig i 2023. Det var hovedårsaken til det lave avlingsnivået i Østfold i 2023. Ut på sommeren snudde været, og det ble hyppige perioder med mye nedbør. I 2023 førte det til mye etterrenninger på feltet, utsatt modning, og vanskelig å treske til rett tid. I Østfold ble hele feltet til slutt sprøytet med glyfosat for å tvangsmodne etterrenningene. Feltet i Vestfold i 2023 var overmodent ved tresking, og plantene var begynt å brytes ned. Aks ble liggende igjen på bakken, og kom ikke med inn på skjærebordet. Det medvirket til lavere avlingsnivå i Vestfold i 2023. Feltet på Ås ble vannet begge årene. Det reduserte de negative effektene av forsommertørke betydelig, og i 2024 ble det svært høye avlinger på dette feltet. I Trøndelag var det gode forhold for korndyrking begge årene, med lagelig med nedbør på våren, gode temperaturer gjennom sommeren, og relativt gode forhold ved tresking. Det førte til høye byggavlinger i Trøndelag begge årene.

Det var stor spredning i vanninnholdet i kornet ved tresking. Siden været på ettersommeren begge årene var nedbørsrike, kan noe skyldes oppfukting av kornet igjen før tresking, og ikke nødvendigvis uttrykke modningsgraden. Som nevnt ble det også mye etterrenninger, som bidrog til forsinka modning. Proteininnholdet lå for de fleste feltene rundt

10,5–11,0 %, men i 2023 var det to felt med høyere nivå. Dette var feltene med de laveste avlingsnivåene. Ved lavt avlingsnivå blir ofte proteininnholdet høyere, på grunn av en opp-konsentrasjon av protein i kornet. Det var legde på halvparten av feltene.

Tabell 8 viser hovedeffektene av gjødslingsleddene i gjennomsnitt for 10 felt. Leddet uten nitrogengjødsling ble holdt utenfor statistikkberegningen, og heller ikke tatt med i gjennomsnittsverdiene beregnet for sortene. Gjødslingsleddene bestod av økende mengde nitrogen fra 12 til 16 kg N/daa, gitt som 8 kg N/daa på våren og økende nitrogenmengde ved delgjødsling på buskingsstadiet. For 14 kg N/daa ble det også sett på tidspunkt for delgjødsling, der buskingsstadiet ble sammenlignet med begynnende strekking eller flaggbladutvikling. Resultatene viste ingen entydig respons for økende nitrogenmengde på avlingsnivået, og det var få signifikante forskjeller. Eneste unntaket var forskjellen mellom ledd 3 og 7, der 6 kg N/daa gitt på buskingsstadiet (ledd 3) gav signifikant høyere avling enn der samme mengde N ble gitt på flaggbladstadiet (ledd 7). Dette stemmer med tidligere erfaringer om at bygg utvikler seg raskere og har tidligere nitrogenopptak sammenlignet med hvete.

Modning av kornet ble påvirket av nitrogengjødslingen. Lavest vannprosent var det på leddet som fikk 12 kg N/daa. Av leddene som fikk 14 kg N/daa, var vannprosenten lavest på leddet med tidligste tidspunkt for delgjødsling (ledd 3). Kornstørrelsen var ikke påvirket av gjødslingsleddene. Proteininnholdet økte med 0,2 % pr. kg N når en sammenligner ledd 2, 3 og 4. Tidspunktet for delgjødsling hadde liten betydning for proteindannelsen, og det var ikke sikre forskjeller mellom ledd 3, 5, 6 og 7, som alle fikk

Tabell 7. Avling og kvalitet, gjennomsnitt av gjødslingsledd 2–7 og to sorter, for fem felt i 2023 og fem felt i 2024

År	Sted	Avling	Vann %	Avling	HI-vekt	Protein	Legde
		kg/daa	v/høsting	Nullrute	Kg	%	%
2023	Østfold	268	25,0	220	56,7	14,2	0
	Romerike	541	21,3	249	63,6	11,9	23
	Vestfold	316	19,0	134	66,1	12,8	0
	Trøndelag	664	24,9	317	69,7	10,5	1
	Ås	684	30,9	308	68,0	10,8	19
2024	Østfold	510	16,7	238	63,8	10,5	0
	Romerike	407	23,2	189	63,3	10,3	26
	Vestfold	496	18,7	270	60,7	11,5	79
	Trøndelag	605	17,6	325	66,5	10,7	0
	Ås	912	25,1	424	66,1	10,6	0

Tabell 8. Avling og kvalitet for Forsøk 1. Gjennomsnitt av ti felt i 2023 og 2024. Ulike bokstaver innen sammen kolonne og behandling betyr signifikante forskjeller mellom ledd

Ledd	Vår	Z 21-22 kg N/daa	Z 30-31	Z 37-39	Totalt	Avling kg/daa	Vann % v/høst	HI-vekt kg	Protein %	Sein legde %
1	0	0	0	0	0	268	21,9	63,6	10,1	0,3
2	8	4			12	533 ab	21,1 c	64,5	10,9 c	23 c
3	8	6			14	551 a	21,6 bc	64,6	11,3 b	33 abc
4	8	8			16	542 ab	22,7 a	64,2	11,8 a	43 a
5	8	2		4	14	543 ab	22,6 a	64,5	11,4 b	32 bc
6	8		6		14	547 ab	22,7 a	64,4	11,4 b	39 ab
7	8			6	14	525 b	22,2 ab	64,5	11,6 ab	28 bc
P % (gjødsling)						0,1	<0,01	i.s.	<0,01	<0,01
Annika						540	22,3	63,8 b	11,3 b	30 b
Ismena						541	22,0	65,0 a	11,5 a	36 a
P % (sort)						i.s.	i.s.	<0,01	<0,01	0,03
P % (gjødsling x sort)						i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.
Antall felt						10	10	10	10	5

14 kg N/daa, med delgjødsling til ulike tidspunkt i sesongen.

Halvparten av feltene fikk legde på slutten av sesongen. Legdeprosenten samsvarte med gjødslingsmengden, der leddet med 12 kg N/daa hadde signifikant lavest legdeprosent, mens leddet som fikk 16 kg N/daa hadde den høyeste legdeprosenten (ledd 4).

Sortene Annika og Ismena hadde likt avlingsnivå. De modnet også til samme tid. Ismena hadde litt høyere hektolitervekt og proteininnhold enn Annika, og også litt mer legde. Det var ingen samspillseffekter mellom gjødslingsledd og sort for noen av parametrene, og resultatene for sort x gjødsling er derfor ikke tatt med i tabell 8.

Resultater fra forsøk 2 årene 2023 og 2024

På NIBIO Apelsvoll ble forsøksplanen for Forsøk 1 utvidet med flere gjødslingsledd, og det ble gjennomført ett felt i Annika og ett i Ismena hvert av årene. Sammendrag av alle fire feltene i Forsøk 2 er vist i tabell 9. Avlingsnivået var høyt begge årene, og lå i gjennomsnitt på rundt 750 kg/daa. Alle feltene ble vannet i løpet av periodene med forsummertørke. Høyest avling ble oppnådd på ledd 9, som fikk 8 + 4 + 4 kg N/daa, totalt 16 kg N/daa. Lavest avling ble oppnådd på et annet ledd med 16 kg N/daa. Det var

ledd 13, som fikk 8 kg N/daa på våren og 8 kg N/daa på flaggbladstadiet. Ut over det var det ingen sikre forskjeller mellom gjødslingsleddene. Det vil si at for alle de andre leddene var det ingen forskjell i avling om det ble gjødslert med 12, 14 eller 16 kg N/daa totalt, og om delgjødsla ble gitt tidlig i sesongen eller seinere. Det var relativt gode avlinger på uggjødsla ruter også, som viser at jorda bidrog med mineralsk nitrogen.

Nitrogengjødslingen påvirket modningen, og ledd 13, som fikk 8 kg N på flaggbladstadiet hadde signifikant høyest vannprosent ved tresking. Disse forsøksrutene bevarte også grønnfargen lengst, og skilte seg ut i feltene på slutten av vekstsesongen. Laveste gjødslingsmengde, 12 kg N/daa, gav raskest modning.

Hektolitervekta var lik for alle gjødslingsleddene, og dermed ikke påvirket av ulik mengde og tidspunkt for gjødsling. Tusenkornvekta var høyest for ledd 4, som fikk 12 kg N/daa. Leddene som fikk 14 og 16 kg N/daa hadde signifikant lavere tusenkornvekt. En grunn til forskjell i tusenkornvekt kan være at flere buskingsskudd gikk frem til modning ved sterkere gjødsling. Hvis det var flere sideskudd, ble det flere korn pr m² som skulle fylles i løpet av modningsperioden. Siden avlingen var lik, uavhengig av nitrogennivå, tyder det på at ved 12 kg N/daa var det flere hovedskudd med større korn, og færre sideskudd

Tabell 9. Avling og kvalitet for Forsøk 2. Gjennomsnitt av 4 felt i 2023 og 2024. Ulike bokstaver innen sammen kolonne betyr signifikante forskjeller mellom ledd

Ledd	vår	Z 21	Z 30	Z 37	Totalt	Avling kg/daa	Vann % v/høst	HL-vekt Kg	Protein %	Tkv. g	Sein legde %
1	0	0	0	0	0	322 c	19,9 bc	66,6 c	9,1 f	47,8 cd	0 d
2	8	4			12	749 b	18,6 d	68,2 ab	9,8 e	49,1 ab	2 cd
3	8		4		12	778 ab	18,6 d	68,1 ab	9,6 de	48,2 bc	3 cd
4	8			4	12	755 ab	19,0 cd	68,5 a	9,9 de	49,2 a	1 d
5	8	2		4	14	758 ab	19,5 bc	68,1 ab	10,3 cd	47,9 cd	7 cd
6	8	6			14	777 ab	18,9 cd	67,9 a	10,2 cd	47,6 cd	12 abcd
7	8		6		14	767 ab	19,7 bc	67,9 a	10,2 bcd	47,4 cd	8 bcd
8	8			6	14	756 ab	20,1 b	68,2 ab	10,6 bc	48,0 c	14 abcd
9	8	4	4		16	790 a	19,6 bc	67,9 a	10,4 bc	47,1 d	28 a
10	8	4		4	16	774 ab	20,1 b	67,9 a	10,7 abc	47,8 cd	24 ab
11	8	8			16	758 ab	19,9 b	68,1 ab	10,5 abc	47,9 cd	18 abc
12	8		8		16	766 ab	20,0 b	68,0 a	10,5 ab	47,1 d	26 a
13	8			8	16	747 b	21,0 a	67,9 a	11,0 a	47,7 cd	14 abcd
P %						<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Antall felt						4	4	4	4	4	2

som utgjorde avlingen, mens ved 14 og 16 kg N/daa var det flere sideskudd, med mindre korn, som utgjorde avlingen. Siden hovedskudd og sideskudd ikke ble registrert i sesongen, er dette ikke verifisert med data.

Proteininnholdet økte med økende N-gjødsling, slik det ble observert i Forsøk 1 også. I feltene på Apelsvoll var proteininnholdet på et lavere nivå. I gjennomsnitt for alle fire feltene og alle gjødslingsleddene lå proteininnholdet på 10,3 %, mens det for Forsøk 1 lå i gjennomsnitt på 11,4. Det høyere proteinnivået i Forsøk 1 skyldes hovedsakelig svært høyt nivå på to felt i 2023 med lavt avlingsnivå (tabell 5). For de andre feltene i Forsøk 1 lå proteininnholdet svært nær gjennomsnittet til Forsøk 2.

Oppsummering

Forsøksseriene har nå gått i to år, og skal gjennomføres ett år til. Resultatene fra disse to årene viste at begge toradssortene; Annika og Ismena, oppnådde høyt avlingsnivå, særlig på feltene med vanning. Det var likevel liten avlingsrespons for tilført gjødsel ut over 12 kg N/daa. Statistikken viste små forskjeller mellom de ulike gjødslingsleddene, både mengde og

delgjødslingsstrategiene. Det gjaldt både Forsøk 1 og 2. Det tyder på N-effektive sorter, som utnytter tilført gjødsel godt, og at det ikke er behov for veldig sterk gjødsling for å oppnå et høyt avlingsnivå.

Proteininnholdet økte med økende N-mengde, med ca. 0,2 % pr kg N. Ulike delgjødslingsstrategier, ved samme totale mengde nitrogen, gav ikke noen signifikante utslag på proteininnholdet. Proteininnholdet i Annika og Ismena var gjennomgående relativt lavt på de fleste forsøkene. Å foredle frem byggsorter som har et høyere proteininnhold i utgangspunktet, bør være en foretrukket strategi om en ønsker høyere proteininnhold i bygg. Nitrogengjødsling tilpasset avlingspotensialet bør deretter prioriteres.

Referanse

Kristoffersen, A.Ø. 2022. Nitrogengjødsling til bygg. Jord- og Plantekultur 2022. NIBIO BOK 8(2): 104–110.

SSB 2024: <https://www.ssb.no/statbank/table/07479/tableViewLayout1/>

Thorkildsen, M. & Abrahamsen, U. 2024. Verdiprøving i korn 2023. Jord- og Plantekultur 2024. NIBIO BOK 10(2):32–70.