



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Effekt av kaliumgjødning til eng på sandjord seint i sesongen

Resultat frå rettleiingsprøving

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 91 | 2023



Åsmund Mikalsen Kvifte og Tor Lunnan
Divisjon for matproduksjon og samfunn

TITTEL/TITLE

Effekt av kaliumgjødsling til eng på sandjord seint i sesongen

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Åsmund Mikalsen Kvifte og Tor Lunnan

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGE/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
19.06.2023	9/91/2023	Open	120040.135	21/00826
ISBN:	ISSN:	SIDETAL/ NO. OF PAGES:	VEDLEGGSTAL/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03323-3	2464-1162	14		

OPPDRAKSGJEVAR/EMPLOYER:**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Åsmund Mikalsen Kvifte

STIKKORD/KEYWORDS:

Engvekstar, kalium

Grassland, potassium

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Fôr og husdyr

Grassland and livestock

SAMANDRAG/SUMMARY:

Sandjord har lite kationebyttekapasitet og lite lagerkapasitet for næringsstoff som kalium. Kalium er mellom anna viktig i innvintringa, og ei ekstra kalium-gjødsling om hausten kan derfor i teorien hjelpe enga å klare seg gjennom vinteren. Dersom me gjødsla med 6 kg ekstra kalium ut over gjødselplan, anten før eller etter sisteslått, fekk me ikkje sikker meiravling i førsteslått til 13 feltforsøk på sandjord med låg syreløseleg kalium. Me har ikkje funne effekt av kaliumgjødsling til eng på sandjord seint i sesongen. Årsaka til dette resultatet botnar truleg i at kaliumforsyninga til engvekstane har vore tilstrekkeleg med gjødsling etter gjødselplanen.

LAND/COUNTRY:

Noreg

FYLKE/COUNTY:

Vestland

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Fjaler

STAD/LOKALITET:

Fureneset

GODKJEND /APPROVED

MATS HÖGLIND

PROSJEKTLEIER /PROJECT LEADER

MARIT JØRGENSEN

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Føreord

Bakgrunnen for dette prosjektet har vore å få fram meir kunnskap om kaliumgjødsling til eng. Bønder og rådgjevarar har vore i tvil om kaliumforsyninga på sandjord med små kaliumreservar er tilstrekkeleg. Prosjektet har vore eit samarbeid mellom NIBIO og NLR med forsøksfelt i ulike NLR-einingar, og finansiert av midlar frå rettleiingsprøvinga. Prosjektet kom i gang etter ein ide frå Anders Aune, då i NLR, og har vore innom fem NIBIO-forskarar på tre stasjonar i fire omgangar før det endeleg vart ferdig.

Vi takkar alle involverte i prosjektet for godt samarbeid.

Fureneset, 19.06.23

Åsmund Mikalsen Kvifte

Innhold

1 Innleiing	5
2 Materiale og metodar.....	6
3 Resultat	8
3.1 Avling og kaliuminnhald i siste slått i gjødslingsåret	8
3.2 Etterverknad på avling året etter forsøksjødslinga	9
4 Diskusjon.....	10
5 Konklusjonar	11
Litteratur	12

1 Innleiing

Eng fører bort store mengder kalium (K) med avlinga, om lag like mykje som nitrogen (N). Kaliumbehovet blir dekt dels gjennom gjødsling, dels gjennom opptak av kaliumreservar i jorda gjennom frigjering av K frå jordmineral. Det er store variasjonar mellom ulike jordartar i kaliumforsyning frå jord. Sandjord har generelt små reservar med kalium sjølv om det finst unntak der sanden inneheld kaliumrike glimmermineral. Derfor vil ein i mindre grad venta hjelp av forvitring av fersk K frå jordmineral i sandjord enn i andre mineraljordartar (Holmqvist mfl. 2003). I tillegg har sand lite overflate, mindre bindingskapasitet for K og det kan derfor vera større fare for at tilførd K vert tapt via utvasking, særleg der jorda er moldfattig (Zörb mfl. 2000). Håland (1981) såg ein svak nedgang i tilgjengeleg K over vinteren i sand på Sørvestlandet, men ein svak auke i jord med høgt innhald av syreløseleg kalium. Jordanalyse av syreløseleg kalium (K-HNO₃) gir eit godt bilete av jorda si evne til å forsyne enga med kalium over tid (Øgaard mfl. 2002). K-AL-analyse, som er mest vanleg i Noreg, er kortsiktig og seier lite om den langsiktige forsyninga av K.

Medan høgt nitrogenopptak seint i vekstsesongen er kjent for å ha negative effektar på herding og overvintring hos engvekstar, blir det rekna at kalium verkar positivt på overvintring. Webster og Ebdon (2005) fann til dømes best vinterherdigheit i fleirårig raigras ved moderat nitrogenforsyning og høg kaliumforsyning. Til plen og golfbanar blir det derfor brukt gjødsel med lite nitrogen og høgt innhald av fosfor og kalium på ettersommaren. Omfanget av vinterskader kan òg vera påverka av jordart og andre tilhøve i jorda. Ulike jordartar kan vera meir eller mindre svake mot vinterskade, og torvjord er gjerne meir utsett enn mineraljord (Baadshaug 1973). Høgt vassinnhald om hausten kan gå ut over innvintringa, og mykje råme i jorda aukar faren for både teleskader og isdekke (Bélanger mfl. 2005) – på hi sida vil høgre vassinnhald forseinke temperatur-endingar slik at stuttvarige kuldeperiodar kan ha mindre å seia. Sandjord er meir sjølvdrenerande enn andre jordartar, dette vil påverka vassinnhaldet haust og vinter, og kan påverke omfanget av vinterskader.

I norske engforsøk har det generelt vore små utslag av kaliumgjødsling på plantebestand og vårtilvekst når det ikkje har vore klar kaliummangel. I eit felt på Løken i Valdres gjekk sådde artar som timotei og engsvingel ut ved sterk kaliummangel, og engkvein kom inn. Tofrøblada ugras (løvetann) gjekk også tilbake ved kaliummangel. På ruter gjødsla med kalium heldt timoteien seg godt i fem år (Lunnan mfl. 2017).

I denne granskinga såg vi nærmare på effekten av å tildele ekstra kalium ved to ulike tidspunkt ettersommar/haust for å sjå om dette kan ha positive effektar på avling og overvintring. Felta er lagde på sandjord med små kaliumreservar og grunnngjødsla etter gjødslingsplanen hos bonden.

2 Materiale og metodar

I alt 13 forsøksfelt er utført åra 2018-2021 i regi av ulike einingar av Norsk Landbruksrådgjeving (tabell 1). Det vart teke ut jordprøver ved anlegg av felta (tabell 2).

Forsøksplanen var eit blokkforsøk med tre ledd og tre gjentak. Forsøksledda var som fylgjer:

1. Normal gjødsling (gjødslingsplan etter jordprøver)
2. Som 1. med tilførsel av 6 kg K/daa i tillegg etter nest siste slått (etter førsteslått i toslåttssystem og etter andreslått i treslåttssystem)
3. Som 1, med tilførsel av ekstra 6 kg K/daa etter siste slått

Kalium er tilført som kaliumklorid (K49) rett etter slått.

For felt 9 og felt 10 var det utvida forsøksplan, med ein stige med ekstragjødsling på anten 3 eller 6 kg K/daa, der baae gjødslingnivåa var givne anten før eller etter siste slått.

Felta var eittårige med forsøksjødsling på ettersomaren og forsøkshausting av avling i siste slått og førsteslåttan året etter. Ved hausting er det teke ut rutevise prøver til bestemming av tørrstoffinnhald. Prøver frå siste slått er analyserte for kvalitet og mineralinnhald på NIRS (Fystro og Lunnan 2006). I tillegg vart det teke ut prøver av gjenvekst før vinteren til analyse på NIRS. For felt anlagt i 2018 vart det i tillegg utført kjemisk mineralanalyse.

Tabell 1. Oversikt over felta.

Felt	Stad	År
02 Agder	Grimstad	2018 – 2019
03 Rogaland	Bjerkreim	2018 – 2019
04 Rogaland	Orre	2018 – 2019
09 Innlandet	Tylldalen	2018 – 2019
10 Innlandet	Trysil	2019 – 2020
11 Trøndelag	Skage	2019 – 2020
13 Rogaland	Sandeid	2019 – 2020
14 Nord-Norge	Storslett	2019 – 2020
15 Nord-Norge	Leknes	2019 – 2020
16 Innlandet	Gran	2020 – 2021
17 Innlandet	Trysil	2020 – 2021
18 Innlandet		2020 – 2021
19 Nordvest	Aukra	2020 – 2021

Tabell 2. Jordanalyse ved anlegg av felta.

Felt	pH	P _{AL}	K _{AL}	Mg _{AL}	Ca _{AL}	Na _{AL}	K _{HNO3}	Glødetap	Volumvekt
02 Agder	5,4	33	9,4	14	83	3,2	40	6,0	1,40
03 Rogaland	5,9	13	12,3	45			20		0,85
04 Rogaland	6,1	21	5,0	11			19		1,30
09 Innlandet	5,2	9,7	6,1	10	40	2,5	20	4,7	1,22
10 Innlandet	6,3	33	15,8	31	168	0,8	54	9,3	1,30
11 Trøndelag	5,8	8,0	11,0	13	87	4,3	46	6,7	1,30
13 Rogaland									
14 Nord-Norge									
15 Nord-Norge									
16 Innlandet	5,4	7,9	5,3	17	127	9,0	32	7,7	1,10
17 Innlandet	6,7	9,0	5,1	7	106	3,4	16	3,4	1,27
18 Innlandet	6,2	7,1	6,2	13	75	4,2	15	3,6	1,30
19 Nordvest	6,0	11	6,8	22	223	12,0	29	19,1	0,98

Tørrstoffavling og NIR-analysar om hausten er analyserte med variansanalyse ved hjelp av prosedyren mixed models i MINITAB ver. 19 med gjentak som tilfeldig variabel og gjødsling som fast variabel. Ved samla analyse over heile forsøksserien er felt rekna som tilfeldig variabel og alle faktorar er testa mot sitt samspel med felt.

Tørrstoffavlinga om våren er analysert i R (R core team 2022) ved hjelp av lme4-pakka, og skilnader med tukey-test i emmeans-pakka. Tørrstoffavlinga for felta samla vart forklart med kalium-gjødsling, kva felt det var og blokk innan feltet. Tørrstoffavlinga for einskildfelt vart forklart med kalium-gjødsling og blokk innan feltet. Modellar med fleire faktorar vart vurderte (år, NLR-eining) etter AIK, men desse forklarte ikkje meir av variasjonen, og då er det betre å velja ein enklare modell.

3 Resultat

3.1 Avling og kaliuminnhald i siste slått i gjødslingsåret

Avlingane i siste slått i gjødslingsåret på dei ulike felta vart lite påverka av tilleggsgjødsling. Dei fleste utslaga er små i forhold til forsøksfeilen og usikre (tabell 3). Det einaste statistisk sikre utslaget har felt 16, der det er positivt utslag for tilleggsgjødsling ($p=0,02$). I middel for alle felt gav tilleggsgjødslinga ei meiravling på 8 kg tørrstoff/daa, men denne var langt mindre enn forsøksfeilen og derfor svært usikker ($p=0,81$).

Kaliumanalysane på enkeltfelta viser stor variasjon, frå 1,20 % K på felt 15 til 4,25 % på felt 11. Ser ein på K/N-forholdet, er dette lågast på felt 16 med 0,68, noko som samsvarar godt med at det var på dette feltet ein fekk sikkert avlingsutslag. Elles var K/N-forholdet høgt på mange felt, og ein kan ikkje forvente avlingsutslag med K/N-verdiar over 0,8. I gjennomsnitt auka K-innhaldet i graset med 0,30 % ($p<0,001$), slik at det var god respons på gjødslinga på dei fleste felta.

Tabell 3. Avling i sisteslått (kg tørrstoff/daa) ved gjødslingsplan (GP) og tilleggsgjødsling med 6 kg kalium med standardavvik (SE) for dei ulike felta, samt kaliuminnhald (% av tørrstoff) ved GP og tilleggsgjødsling med 6 kg K og K/N-forholdet i sisteslått for felta.

Felt	Avling, kg ts/daa			Kalium, % av tørrstoff		
	GP	GP + 6K	SE	GP	GP + 6K	K/N
02 Agder	298	+ 3	8	3,23	+ 0,04	1,12
03 Rogaland	365	- 1	7	3,78	+ 0,08	1,33
04 Rogaland	316	+ 24	15	1,64	+ 0,54	0,76
09 Innlandet	735	- 20	33	1,48	+ 0,48	0,77
10 Innlandet	311	+ 8	14	2,60	+ 0,64	0,83
11 Trøndelag	341	- 19	10	4,25	+ 0,32	1,26
13 Rogaland	228	+ 18	23	1,87	+ 0,45	0,86
14 Nord-Norge	511	- 39	29	3,06	- 0,06	1,72
15 Nord-Norge	173	+ 10	19	1,20	+ 0,34	0,79
16 Innlandet	162	+ 40	7	1,66	+ 0,94	0,68
17 Innlandet	639	- 8	34	2,77	+ 0,14	1,59
18 Innlandet	654	+ 38	49	2,47	+ 0,06	1,38
19 Nordvest	821	+ 48	107	3,80	+ 0,08	1,13
Middel alle	427	+ 8	19	2,61	+ 0,30	

3.2 Etterverknad på avling året etter forsøksgjødslinga

Avlingane i førsteslått var lite påverka av tilleggsgjødslinga (tabell 4), anten han kom før eller etter sisteslått førre år. Dette gjeld òg felt 9 og 10 med to nivå av ekstragjødsling. Forsøksfeilen er stor nok til at me i dei fleste tilfelle kan rekne dette som tilfeldige utslag. Berre på felt 19 var det sikker meiravling ved ekstra kaliumgjødsling. Om ho kom før eller etter sisteslått påverka ikkje kor stor avlingsauken vart.

Tabell 4. Avling i førsteslått (kg tørrstoff/daa) ved gjødslingsplan (GP), tilleggsgjødsling med 6 kg kalium før (GP + 6K før slått) og etter sisteslått året før (GP + 6K etter slått) med standardavvik (SE) for dei ulike felta. Både tilleggsgjødslingane er samanlikna med GP.

Felt	Avling, kg ts/daa					SE
	GP	GP + 3K før slått	GP + 6K før slått	GP + 3K etter slått	GP + 6K etter slått	
02 Agder	884		- 23		- 32	23
03 Rogaland	599		- 52		+ 6	42
04 Rogaland	629		- 23		+ 15	21
09 Innlandet	567	+ 27	- 7	+ 1	+ 26	21
10 Innlandet	235	-15	+ 24	- 31	- 7	39
11 Trøndelag	817		- 13		- 27	35
13 Rogaland	419		+ 36		+ 30	23
14 Nord-Norge	787		- 32		- 52	33
15 Nord-Norge						
16 Innlandet	340		+ 33		+ 40	13
17 Innlandet	423		- 8		- 6	35
18 Innlandet	507		- 36		- 9	18
19 Nordvest	715		+ 94		+ 91	27
Middel alle	581		+1		-6	59

4 Diskusjon

Forsøket viser at ekstra mykje kalium på slutten av vekstsesongen har gitt små og usikre effektar på overvintring og avling året etter. Desse felte vart gjødsla etter gjødslingsplan med tilrådde mengder årleg kaliumgjødsling i utgangspunktet, og kaliumstatusen i graset ved hausting var tilstrekkeleg høg til å gje full avling. For serien sett under eitt var det ingen sikre effektar på overvintring, slik at tilført kalium ikkje har gagna graset, men heller ikkje gjort nokon skade for veksten.

For felt 19 på Aukra var det sikker avlingsauke i førsteslåtten ved ekstra kaliumgjødsling hausten før. Dette feltet har 19,1 % glødetap, og er soleis på grensa til å vera rekna for mineralblanda moldjord. Sjølv om ho ikkje er over grensa, er moldinnhaldet høgt nok til at jorda vil ha ein del av eigenskapane til ei moldjord. Ein sand med høgt moldinnhald vil ha høgare vasslagringsevne og vera råmnare enn mindre moldhaldig sand. Det kan hende at dette gjer jorda meir utsett for vinterskade, og at dette er grunnen til at ekstra kalium gir utslag her. På hi sida er felt 3 i Bjerkreim òg svært moldrikt: Jordanalysen seier at jorda er mineralblanda mold, med moldinnhald i spennet 20,5 – 40,5 %. Her var det ikkje utslag, trass i ein strengare vinter enn den på Aukra.

Felt 19 ligg òg i havgapet, under 200 meter frå sjøen. Dette gjer feltet utsett for sjøsprøyt, som vil auke tilførsla av natrium. Nokre av opptaksmekanismane for kalium skil dårleg mellom kalium og natrium. Ei auka tilførsle av natrium kan derfor redusera kaliumopptaket (Wakeel 2013), og det er tenkjeleg at dette vil gå ut over innvintringa. Ekstra kaliumgjødsling kan hindra opptak av natrium (Gul mfl. 2019). Problemet med denne forklaringa er at felt 4 på Orre ligg på Jærstranda og er utsett for sjøsprøyt, men her var det ikkje utslag for kalium. Fowler (1981) undersøkte vinteroverleving og saltinnhald i jorda, og fann at auka saltinnhald svekte innvintringa i haustkorn, men ikkje nok til å vera viktig frå ein praktisk synsstad.

Forklaringane på kvifor me fekk utslag på Aukra er derfor korkje sikre eller lette å gjera ålmenne. I tillegg til kaliuminnhald, råme, plantesortar og natriumtilgjenge, vil sjølvstekt vinteren ha mykje å seia for kor store vinterskadane vert. Kva for samverknad me har fått som gjev utslag på Aukra men ikkje elles, kan me ikkje slå fast med grunnlag i datamaterialet vårt. Det kan òg vera at det sikre utslaget er tilfeldig – sjølv eit 95 % sikkert utslag vil vera feil 1 av 20 gongar.

Ved kaliummangel gjev ekstra tilførsel god avlingsrespons, og også betre plantedekke (Lunnan mfl. 2017), men desse felte hadde ikkje mangel på kalium i utgangspunktet. Nokre forhold kan lett føre til kaliummangel på jord med små reservar. Dersom gjødslingsplanen ikkje blir følgd, til dømes ved at ein ikkje får tilført husdyrgjødsel etter planen, men berre supplerer med kaliumfri gjødsel, kan kaliummangel oppstå raskt. Underdekking av kalium over tid ved at ein bruker billege gjødselslag med lite kalium kan også gje utslag. Dersom kaliumtilstanden er dårleg og kaliuminnhaldet i innhausta gras er lågt, vil husdyrgjødsla få lågare kaliuminnhald enn normverdiar, og dette vil bidra til underdekking av kalium. Kunnskap om kaliuminnhald i fôr og husdyrgjødsel gjev ein god peikepinn over kaliumstatus på garden og bør brukast som supplement til jordanalysar der kaliumforsyninga frå jorda er låg.

5 Konklusjonar

Tilføring av kalium utover tilrådde mengder i gjødslingsplanen gav ikkje positive utslag på avling og overvintring sjølv på sandjord med moderate kaliumreservar. Gjødsling med store mengder kalium for å styrke overvintring og plantebestand har derfor marginal effekt og vil ikkje vera økonomisk lønsam når ein normal gjødslingsplan ligg i botnen. Ved svak kaliumgjødsling og låg kaliumstatus i graset kan derimot ekstra tilførsel av kalium gje positive effektar på avling og overvintring, men dette var ikkje situasjonen i dette forsøket.

Litteratur

- Bélanger, G., Castonguay, Y., Bertrand, A., Dhont, C., Rochette, P., Couture, L., Drapeau, R., Mongrain, D., Chalifour, F.-P. & Michaud, R. (2006). Winter damage to perennial forage crops in eastern Canada: Causes, mitigation, and prediction. *Canadian Journal of Plant Science*. 86(1): 33-47. <https://doi.org/10.4141/P04-171>
- Baadshaug, O.H. (1973). Effect of soil type and soil compaction on the wintering of three grass species under different wintering conditions. *Acta Agricultura Scandinavica* 23:77-86
- Fowler, D.B. (1981). Fall growth and cold acclimation of winter wheat and rye on saline soils. *Canadian Journal of Plant Science*, 61 (2), 225–230. <https://doi.org/10.4141/cjps81-034>
- Fystro, G. og Lunnan, T. (2006). Analyser av grovførkvalitet på NIRS. *Bioforsk Fokus* 1 (3): 180-181.
- Gul, M., Wakeel, A., Steffens, D. & Lindberg, S. (2019). Potassium-induced decrease in cytosolic Na⁺ alleviates deleterious effects of salt stress on wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Biology*, 21: 825-831. <https://doi.org/10.1111/plb.12999>
- Holmqvist, J., Øgaard, A.F., Oborn, I., Edwards, A.C, Mattsson, L. & Sverdrup, H. (2003). Application of the PROFILE model to estimate potassium release from mineral weathering in Northern Europe agricultural soils. *European Journal of Agronomy*. 20. 149-163. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(03\)00064-9](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00064-9)
- Håland, Å. (2013). Endringer i jorda sin K-AL-verdi om vinteren. *Forsking og forsøk i landrbuket*, 32: 105-109
- Lunnan, T., Øgaard, A.F. & Krogstad T. (2017). Potassium fertilization on timoty-based cut grassland – Effects on herbage yield, mineral composition and critical K concentration on soils with different soil status. *Grass and Forage Science* 73: 500-509.
- R core team (2022) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Wakeel, A. (2013). Potassium–sodium interactions in soil and plant under saline-sodic conditions. *Journal of plant nutrition and soil science*, 176: 344-354. <https://doi.org/10.1002/jpln.201200417>
- Webster, D.E. & Ebdon, J.S. (2005). Effects of Nitrogen and Potassium Fertilization on Perennial Ryegrass Cold Tolerance During Deacclimation in Late Winter and Early Spring. *Horticultural Science* 40: 842-849.
- Zörb, C., Senbayram, M. & Peiter, E. (2014). Potassium in agriculture – Status and perspectives. *Journal of Plant Physiology*, 171(9), 656–669. <https://doi.org/10.1016/J.JPLPH.2013.08.008>
- Øgaard, A.F., Krogstad, T. & Lunnan, T. (2002). Ability of some Norwegian soils to supply grass with potassium (K) – soil analyses as predictors of K supply from soil. *Soil Use and Management* 18: 412-420.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) vart oppretta 1. juli 2015 som ein fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnytting og forvaltning av biologiske ressursar frå jorda og havet, framom ein fossil økonomi som er basert på kol, olje og gass. NIBIO skal vera nasjonalt leiande for utviklinga av kunnskapen om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerheit, berekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innanfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringar. Instituttet skal levera forskning, forvaltingsstøtte og kunnskap til bruk i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet elles.

NIBIO er eigd av Landbruks- og matdepartementet som eit forvaltningsorgan med særskilde fullmakter og eige styre. Hovudkontoret er på Ås. Instituttet har fleire regionale einingar og eit avdelingskontor i Oslo.

