

Ettervirkning av langvarig bruk av mineral- og husdyrgjødsel i gjødslingsforsøkene på Møystad

HUGH RILEY
Bioforsk Øst Apelsvoll
hugh.riley@bioforsk.no

Innledning

Bruk av mineralgjødsel (med ulike mengder og kombinasjoner av NPK) og bruk av husdyrgjødsel har blitt sammenliknet siden 1922 i langvarige feltforsøk på en relativt fruktbar moreneletteleire på Møystad gård, Vang i Hedmark. Blant de opprinnelige målsettingene med disse forsøkene var ønsket om å fastlegge hvorvidt bruk av mineralgjødsel og bruk av husdyrgjødsel var likeverdige på lang sikt, med tanke på avlinger, jordstruktur, økonomisk utbytte, fôrverdi og matkvalitet. Mange resultater om planteproduktivitet og jordas fruktbarhet i disse forsøkene er publisert tidligere. Emner som er blitt viet oppmerksomhet de senere årene omfatter jordas moldinnhold, mykorrhiza, tungmetaller, svovel og meitemark. Nivået av næringstilførsel ble generelt hevet i 1983, for å bringe det i samsvar med utviklingen som hadde skjedd i det praktiske jordbruket. Avlingsresultater for perioden 1983-2003 (tre hele vekstomløp) ble rapportert av Riley (2007). For å se nærmere på eventuelle ettervirkninger av tidligere års gjødselbruk, ble det i perioden 2004-2007 ikke brukt husdyrgjødsel på ledd der dette tidligere var tilført hvert år og i samme tidsrom ble bruk av mineralgjødsel stanset på noen forsøksledd som tidligere hadde blitt gjødslet med NPK-gjødsel.

Metoder

Ettervirkninger ble evaluert både i forhold til kontrollleddet som ikke har blitt gjødslet siden før 1922, og i forhold til forsøksledd som har mottatt NPK-gjødsel hvert år, også etter 2003. Forsøksleddene som er brukt i denne sammenlikningen er beskrevet i tabell 1. Hvert forsøksledd har fire gjentak. Husdyrgjødsel (HDG) som ble brukt i perioden 1983-2003 var kompostert fastgjødsel av storfé fra en biodynamisk gård. Vekstene var 2. til 4. års eng av timotei og engsvingel i 2004-2006 etterfulgt av havre i 2007.

Resultater

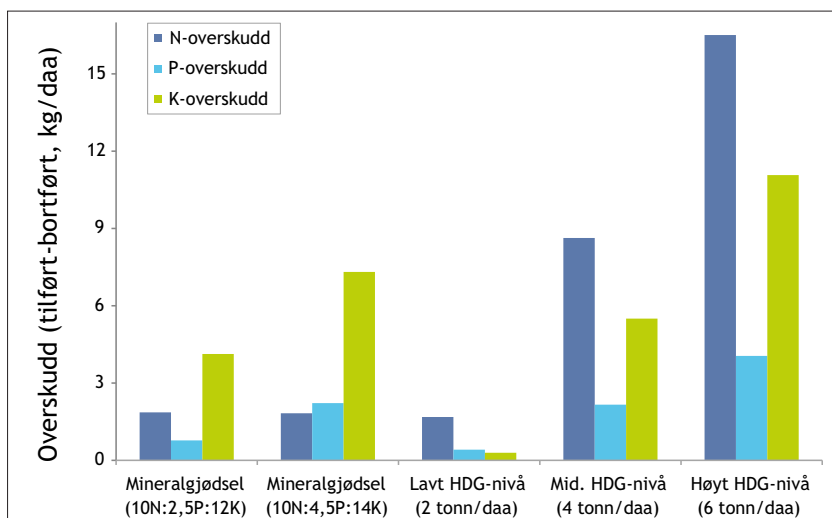
I løpet av perioden 1983-2003 var avlingene på det u gjødslete kontrollleddet på begge feltene 46 % av det som ble oppnådd på ledd som ble tilført 10 kg N, 2,5 kg P og 12 kg K daa⁻¹ i form av mineralgjødsel. Avlingene med bruk av 2 og 4 tonn HDG daa⁻¹ var på E-feltet hhv. 87 % og 93 % av det en oppnådde på leddet med mineralgjødsel, mens de på F-feltet var 79 % og 83 % ved disse mengdene og 92 % ved bruk av 6 tonn HDG daa⁻¹. En fikk tilnærmet balanse mellom tilførsel og bortførsel av N, P og K ved bruk av det laveste HDG-nivået. Høyere HDG-mengder resulterte i store overskudd av alle tre næringsstoffer. Dette er vist i figur 1, på bakgrunn av tall for 10 representative år da næringsinnholdet i HDG ble analysert.

Tabell 1. Årlig næringstilførsel i perioden 1983-2003 i forsøksleddene der ettervirkninger er målt i årene 2004-2007. På ledd med betegnelsen 'Ettervirkning av' ble det ikke tilført næring i 2004-2007

	E-felt	F-felt
Forsøksledd	Næringstilførsel 1983-2003	Næringstilførsel 1983-2003
U gjødslet kontroll	Ingen næring siden 1922	Ingen næring siden 1922
Ettervirkning av mineralgjødsel	10 N: 4,5 P: 14 ² K kg daa ⁻¹ år ⁻¹	15 N: 2,5 P: 12 K kg daa ⁻¹ år ⁻¹
Ettervirkning av 2 tonn daa ⁻¹ HDG	8 N: 2 P: 7 K kg daa ⁻¹ år ⁻¹	8 N: 2 P: 7 K kg daa ⁻¹ år ⁻¹
Ettervirkning av 4 tonn daa ⁻¹ HDG	16 N: 4 P: 14 K kg daa ⁻¹ år ⁻¹	16 N: 4 P: 14 K kg daa ⁻¹ år ⁻¹
Ettervirkning av 6 tonn daa ⁻¹ HDG	Var ikke med i dette forsøket	24 N: 6 P: 21 K kg daa ⁻¹ år ⁻¹
Mineralgjødsel kontroll ¹	10 N: 2,5 P: 12 K kg daa ⁻¹ år ⁻¹	10 N: 2,5 P: 12 K kg daa ⁻¹ år ⁻¹

¹ samme mengde tilført i perioden 2004-'07 på disse ledd.

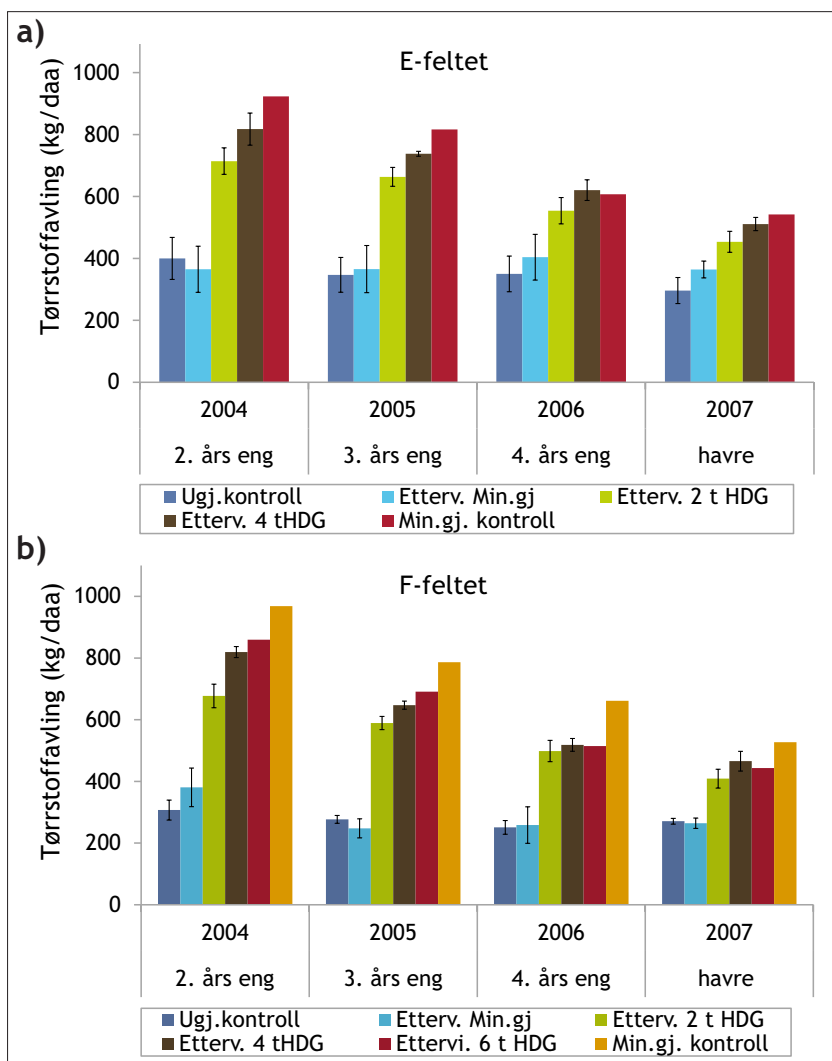
² 11,5 kg K tilført fram til 1992, deretter 16,5 kg



Figur 1. Overskudd av næringsstoffer (tilført minus bortført) ved bruk av tre nivå med husdyrgjødsel (HDG), sammenliknet med bruk av 10 kg N daa⁻¹ i to forsøksledd med mineralgjødsel (NPK). Middel av 4 kornår, 4 engår og 2 potetår.

N-overskuddet var nesten 9 kg daa⁻¹ år⁻¹ ved det midtre HDG-nivået og mer enn 15 kg daa⁻¹ år⁻¹ ved det høyeste nivået.

Tørrstoffavlingene som ble målt i ettervirkningsårene 2004-2007 er vist i figur 2. Nedgangen i grasavlingen over tid antas å være en effekt av engaldring. Havreavlingen i 2007 gjelder tørrstoffmengden i kornet, uten halm.



Figur 2a og b. Tørrstoffavlinger målt i perioden 2004-2007. Ettervirkninger av tidligere års bruk av mineral- og husdyrgjødsel er sammenliknet med kontrollledd som ikke er gjødslet siden 1922 (venstre søyle i hver gruppe) og med kontrollledd som er blitt gjødslet hvert år med 10 kg N daa⁻¹ i mineral NPK-gjødsel (høyre søyle).

I forhold til det ugjødslete kontroll-leddet ble det ikke funnet signifikant ettervirkningseffekt av mineralgjødsel på noe felt. Tidligere bruk av husdyrgjødsel, derimot, gav store ettervirkningseffekter. Disse effektene avtok bare litt i løpet av de fire årene i denne undersøkelsen, sett i forhold til kontroll-leddene. Avlingene på ledd som tidligere ble tilført 2 og 4 tonn HDG daa^{-1} årlig, var på E-feltet hhv. 83 % og 94 % av kontroll-leddet med mineralgjødsel, mens avlingen på kontroll-leddet uten gjødsel var 50 % av sistnevnte. De tilsvarende tall for F-feltet var 75 %, 83 % og 85 % med bruk av hhv. 2, 4 og 6 tonn HDG daa^{-1} , og 39 % på det ugjødslete kontroll-leddet. Ettervirkningen av tidligere bruk av husdyrgjødsel var dermed på begge feltene av tilnærmet samme størrelse som i tidligere år da husdyrgjødsel ble tilført hvert år.

Det samme mønsteret viste seg stort sett i utslagene av tidligere gjødsling på næringsopptaket i plantene. På ledd med tidligere bruk av husdyrgjødsel var konsentrasjonene av de målte plantenæringsstoffene (N, P, K, Ca, Mg, S) i de fleste tilfellene i nærheten av de som ble funnet på kontroll-leddet med bruk av mineralgjødsel, mens konsentrasjonene var gjennomgående lavere på ledd som tidligere fikk mineralgjødsel og på kontroll-leddet uten gjødsel. Totalopptakene av N, P og K, i gjennomsnitt for perioden 2004-2007, er vist i figur 3.

Økningene i plantenes opptak av N, P og K, relativt til kontroll-leddet uten gjødsling, var store på ledd med tidligere bruk av husdyrgjødsel, men ikke på ledd der det tidligere var brukt mineralgjødsel (tabell 2). Ved det høyeste HDG-nivået var økningene nesten like store som på leddet som fortsatt fikk mineralgjødsel.

Ved det laveste HDG-nivået var økningen i opptak betydelig større enn de årlige næringsstoffoverskudd som var blitt tilført tidligere (se figur 1), men ved de to høyere HDG-nivåene var opptakene mindre enn de tidligere årlige overskudd. Sett i forhold til sistnevnte var

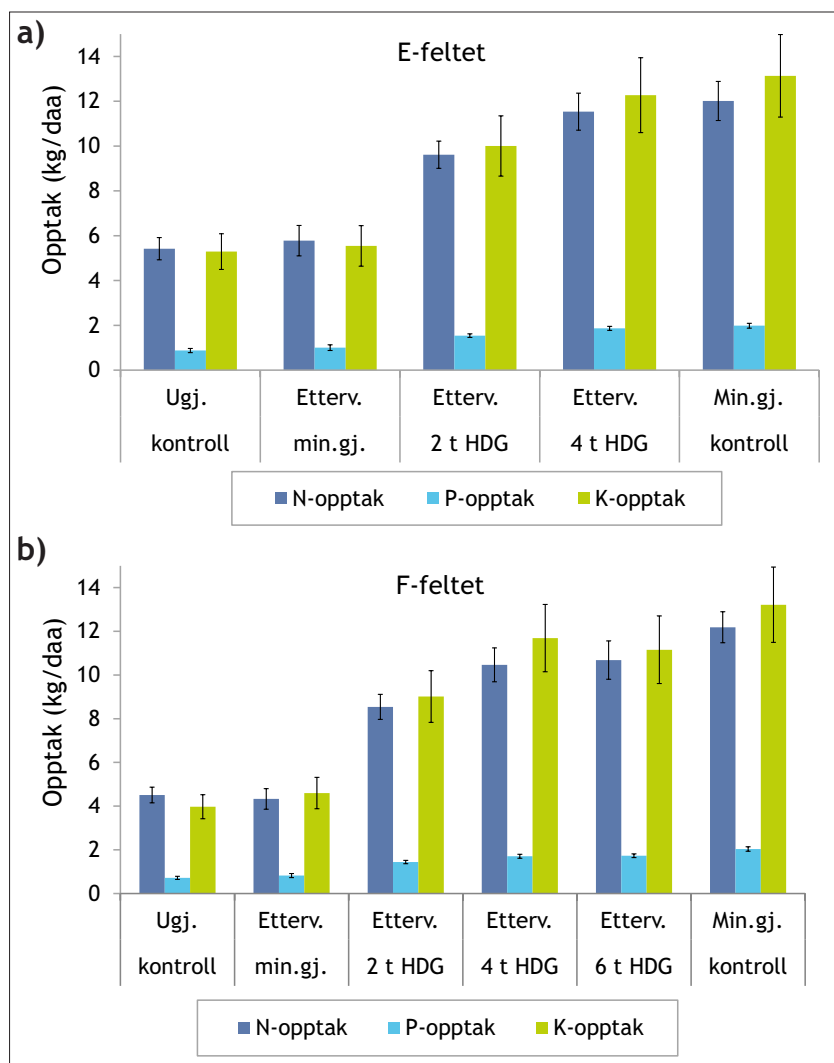
meropptaket størst for kalium og minst for fosfor. Når det gjaldt nitrogen, var meropptaket mellom én og to tredeler av de tidligere årlige overskuddene. Resultatene bekrefter at bruk av husdyrgjødsel påvirker jordas fruktbarhet over lang tid. Det er viktig å ta hensyn til slike langvarige effekter når man sammenlikner bruk av husdyrgjødsel med bruk av mineralgjødsel. Sistnevnte har i disse forsøkene ikke vist seg å ha noen ettervirkning på avling eller næringsopptak i det hele tatt.

En kompliserende faktor i denne undersøkelsen var at det etter hvert etablerte seg en liten mengde rødkløver på leddene med tidligere bruk av husdyrgjødsel, selv om kløver ikke var sådd i utgangspunktet. Dette skyldes trolig frø som er tilført med gjødsel. Noe hvitkløver ble også registrert på kontroll-leddet uten gjødsel. Ved første slått i 2006 ble kløveren håndsortert på alle ruter. Rødkløver utgjorde på E-feltet 18 % og 21 % av den totale tørrstoffavlinga ved hhv. det lave og det midtre HDG-nivået, mens det på F-feltet ble funnet 11 % ved det laveste nivået og 16 % ved de midtre og høyeste nivåene. På kontroll-leddet uten gjødsel utgjorde hvitkløver på begge felt 5-6 % av avlingen.

N-opptak i kløver ble beregnet på basis av analyser av kløvermaterialet, ved å anta en lineær økning i mengden av kløver, fra null i 2003 opp til nivåene målt i 2006. Midlere opptaksverdier er vist i tabell 3. De utgjorde 6-7 % av de totale N-opptakene på kontroll-leddet uten gjødsling og mellom 15 % og 23 % av det totale N-opptaket på ledd som tidligere ble tilført husdyrgjødsel. Dette betyr at økningene i N-opptak som følge av tidligere bruk av husdyrgjødsel til en viss grad er overestimert, men de er likevel betydelige. Tilstedeværelsen av kløver kan også forklare den noe høyere fordøyeligheten og noe redusert risiko for grasetani som i noen tilfeller ble målt på disse ledd (data ikke vist).

Tabell 2. Meropptaket (middel 2004-2007) av N, P og K ($\text{kg daa}^{-1} \text{år}^{-1}$) som følge av bruk av mineralgjødsel og husdyrgjødsel (HDG) i perioden før 2004, og med fortsatt bruk av mineralgjødsel (10kg N, 2,5kg P, 12kg K $\text{daa}^{-1} \text{år}^{-1}$), relativt til kontroll-leddet uten bruk av gjødsel siden 1922 (id = ingen data)

		Ettervirkning av mineralgjødsel	Ettervirkning av 2 tonn daa^{-1} HDG	Ettervirkning av 4 tonn daa^{-1} HDG	Ettervirkning av 6 tonn daa^{-1} HDG	Mineralgjødsel kontroll
N	E-felt	0,36	4,20	6,12	id	6,59
	F-felt	-0,18	4,03	5,96	6,17	7,68
P	E-felt	0,13	0,66	0,99	id	1,11
	F-felt	0,10	0,72	0,99	1,01	1,32
K	E-felt	0,25	4,71	6,98	id	7,84
	F-felt	0,63	5,04	7,72	7,18	9,25



Figur 3. Planteopptakene av N, P og K ($\text{kg daa}^{-1} \text{år}^{-1}$) i middel av ettervirkningsårene 2004-2007. Ettervirkninger av tidligere års bruk av mineral- og husdyrgjødsel er sammenliknet med kontroll-ledd som ikke er gjødslet siden 1922 og med kontroll-ledd som er blitt gjødslet hvert år med 10 kg N daa^{-1} i mineral NPK-gjødsel.

Tabell 3. Midlere N-opptak i kløvermateriale ($\text{kg daa}^{-1} \text{år}^{-1}$) på ledd der kløver etablerte seg i løpet av ettervirkningsperioden. Tallene er middel for årene 2004-6

	Ugjødslet kontroll	2 tonn daa^{-1} HDG	4 tonn daa^{-1} HDG	6 tonn daa^{-1} HDG
E-felt	0,57	1,00	1,26	-
F-felt	0,44	0,92	1,14	1,18

Konklusjoner

Om man vurderer effektene av de tilførte næringsstoffene på planteproduktivitet i tilførselsåret alene, viser disse forsøkene at bruk av mineralgjødsel er klart mer effektivt enn bruk av husdyrgjødsel. I motsetning til sistnevnte, gir mineralgjødsel imidlertid ingen ettervirkningseffekt når bruken opphører, hverken på avling eller næringsopptak, selv etter langvarig bruk som trolig har økt jordas næringsinnhold betydelig. Dette tyder på at bruk av mineralgjødsel bidrar lite til å sikre jordas langsiktige bærekraft.

Det laveste HDG-nivået som ble brukt i disse forsøk-

ene gav nesten like stor ettervirkning som de høyere nivå. Sistnevnte tilfører betydelig mer plantenæring enn det som blir tatt opp i tilførselsåret. Bruk av slike m engder innebærer en betydelig risiko for næringstap til luft og vann, mens det laveste HDG-nivået gir en tilnærmet balanse mellom tilførsel og bortførsel. Bruk av husdyrgjødsel gir andre fordeler i tillegg til næringsforsyning. Det har en positiv effekt på jordas pH og bufferevne, det tilfører sporstoffer og det stimulerer jordas biologiske aktivitet. Det har trolig også en positiv effekt på jordstruktur, infiltrasjonsevne og jordas generelle laglighet.

Referanse

Riley, H. (2007). Long-term fertilizer trials on loam soil at Møystad, SE Norway: Crop yields, nutrient balances and soil chemical analyses from 1983 to 2003. *Acta Agric. Scand. Section B, Soil and Plant Science* 57:140-154.