

Rapport:

Spire – og veksthemming av kompost i jordblandinger til gras.

Av Åsmund Asdal, Planteforsk Landvik, 4886 Grimstad

Hovedprosjekt: Slam og kompost i grøntanlegg

Delprosjekt: Forsøk med spire-/veksthemming av komposttyper

Sammendrag

Innenfor rammen av prosjektet *Slam og kompost i grøntanlegg* er det ved Planteforsk avdeling Landvik gjennomført undersøkelser av fytotoksisk effekt av ulike komposter brukt i jordblandinger til grasartene; raigras, engkvein og engrapp. Forsøk med spiring og vekst er i 2003 gjennomført i tre jordblandinger med ulike blandingsforhold, og resultatene er sammenholdt med resultater fra kjemisk analyse, bioassay (biologisk test) med bygg for å måle fytotoksisk effekt og SOUR-test for å måle kompostenes stabilitet. I 2004 er forsøket gjentatt for jordblandingene med 30% kompost, og det er gjort undersøkelser av om fytotoksisk effekt endres når ferdige jordblandinger lagres over tid.

De viktigste resultatene er at faren for skade på spiring og vekst av gras er høy når kompost brukes i høye innblandingsvolumer i jordblandinger. Praktisk fytotoksisk effekt kan påvises ved hjelp av bioassay med bygg. Kompostens ledningsevne, pH, alder og stabilitet gir også indikasjoner på om komposten virker fytotoksisk i en jordblanding. Grasartene har stor evne til å kompensere for skade i begynnelsen av vekstsesongen med busking og kraftig gjenvekst. Fytotoksisk effekt av kompost reduseres lite når ferdig jord-/kompostblanding lagres over 3 måneder.

Bakgrunn

Tidligere undersøkelser ved Planteforsk avdeling Landvik har påvist at kompost kan ha sterk fytotoksisk effekt og at denne også er korrelert til andre kjemiske, fysiske og biologiske egenskaper ved komposten. Det er utviklet biologiske tester (bioassay) med ulike planteslag som testplanter for å påvise slike effekter av kompost (Asdal et al. 2002).

Konkrete undersøkelser av hva fytotoksisk effekt påvist i bioassays betyr i praksis ved såing og etablering av planter i kompostblandet jord er imidlertid ikke undersøkt.

Formål med undersøkelsene som er referert i denne rapporten har konkret vært å undersøke:

- Hvilke blandingsforhold av kompost gir fare for spire- og veksthemming i jordblandinger?
- Hvor god er korrelasjonen mellom bioassay med bygg for fytotoksisk effekt og resultat ved praktisk bruk av kompost?
- Hvilke kjemiske, fysiske og biologiske parametere er korrelert med fytotoksisk effekt?
- Hva betyr tidsfaktoren dvs. a) hvordan utvikler et grasbestand seg etter en tidlig fase med skade forårsaket av fytotoksitet og b) hvordan endres fytotoksisk effekt i en ferdig jordblanding under lagring?
- Er det forskjeller mellom grasarter i ømfintlighet for fytotoksisk effekt?

Materiale og metoder

Forsøket er gjennomført over to år. I 2003 er det gjort forsøk med tre ulike blandingsforhold med kompost, og avlinger er høstet i to omganger. På bakgrunn av resultatene i 2003 er det i 2004 gjort forsøk med 30% innblanding av kompost, og forsøket er gjentatt i fire omganger etter økende varighet av lagring av ferdig jord- / kompostblanding. Formålet med forsøkene i 2004 har delvis vært å etterprøve sammenhengene mellom bioassay og kjemiske analyser og avlingsutslag som ble påvist i 2003, og videre å undersøke om fytotoksisk effekt av kompost eventuelt forsvinner når den ferdige jordblandingen lagres. Hypotesen har vært at prosesser i en jordblanding, bl.a. mikroliv og biologisk aktivitet sørger for å fjerne fytotoksisk effekt fra blandingen.

Til forsøkene er det i 2003 og 2004 innhentet komposter av ulik alder og modenhet fra deltagerne i grøntanleggsprosjektet. Det er lagt vekt på å få et utvalg komposter som representerer bredden fra ferske til modne komposter. Det er derfor viktig å presisere at kompostene i forsøket ikke representerer de produktene som deltageranleggene tilbyr i markedet, med mindre dette er spesielt presisert fra leverandørens side.

Disse anleggene har deltatt i prosjektet og bidratt med kompost til forsøk:

- Veidekke Gjenvinning
- Agder renovasjon
- IVAR
- Agder Vekst
- Oslo Kommune
- Cimbria Bioplan (2003)

Hvilke komposter som har inngått i forsøkene framgår av vedlegg 1.

Analyser

Kompostene er testet for stabilitet ved hjelp av SOUR-metoden (2003) og for fytotoksisitet ved bioassay med bygg. SOUR-metoden (Special Oxygen Uptake Rate) måler oksygenforbruket i en løsning av kompost oppløst i vann og angir dette som et uttrykk for biologisk aktivitet i komposten. Byggtesten (Bioassay med vårbygg fra Bundesgutemeinschaft Kompost e.V.) måler spiring og vekst med bygg som testplante i 25 og 50% kompostblandinger og sammenholdt med tilsvarende i jord uten kompost gir dette et uttrykk for kompostens fytotoksiske effekt. Metodene er undersøkt og dokumentert nærmere i Asdal et al. 2002.

Analyseresultat fra byggtesten tolkes slik at for at komposten ikke skal skade plantevekst må avlingene fra blandingene med 25% kompost være minst 90% av avlingene fra kontrolljord uten kompost. For at komposten skal kunne anbefales til jordblandinger må i tillegg avlingen i blanding med 50% kompost være minst 90% av avlingen i kontrolljord uten kompost (Asdal et al. 2002).

I tillegg er kompostene analysert kjemisk for innhold av organisk materiale, mineralisert N, pH og ledningsevne. I tillegg er det i 2003 utført en sikteanalyse for å finne fordeling i ulike størrelsesfraksjoner. Ca 1 liter kompost er tørket ved 60-70 °C før sikting. Det er også innhentet informasjon om kompostenes alder (aktiv fase og ettermodning) samt lufting / vending i ettermodningsperioden og bruk av strukturmateriale (type og mengde).

Bakgrunnen for at disse analysene er spesielt interessante er følgende:

1. Innholdet av mineralisert nitrogen endres gjennom komposteringsprosessen. I en tidlig fase har en kompostmasse generelt et høyt ammoniuminnhold, mens modne og stabile komposter har mest nitrat. Asdal et al. (2002) fant at alle komposter som inneholder 10 mg nitrat / 100 g tørrstoff eller mer var stabile målt med SOUR-test eller andre testmetoder for biologisk aktivitet. Kompost med et O₂-forbruk > 0,2 mg O₂/g organisk ts/time er ustabile (Lasaridi et. al 1999).
2. Komposteringsprosesser er pr. definisjon nedbryting av organisk materiale, og kompostens innhold av organisk materiale er derfor av interesse for å vurdere både stabilitet og modenhet, men også kompostens gjødselverdi og jordforbedringsevne, som i stor grad er korrelert til kompostens organiske materiale. Det er imidlertid ingen entydig sammenheng mellom innhold av organisk materiale i en kompost og dens stabilitet eller fytotoksisitet (Asdal et al. 2002).
3. pH stiger som regel underveis i en kompostprosess, og er som regel > 7,0 i stabile og modne komposter. pH-verdier lavere enn 5,0 forekommer ofte tidlig i kompostprosessen, og pH-verdier på dette nivået indikerer umoden kompost.
4. Ledningsevne er et uttrykk for kompostens innhold av salter, og er blant annet nært korrelert til innholdet av NaCl. Mange komposter inneholder mye koksalt, og det er velkjent at mange planter er ømfintlige for klor (Cl) og skades når innholdet blir for høyt. Kompost med ledningsevne målt til 500 mS/m eller mer vil skade spiring og vekst av mange planteslag når kompost brukes i høye blandingsforhold i jord (Asdal et al. 2002).
5. Det er finpartiklene som er mest biologisk og kjemisk aktive og i prosjektet er det framsatt en hypotese om at kompost med lite finpartikler har lavere fytotoksisk effekt enn komposter med en høy andel av finpartikler.

I tabellene nedenfor sammenstilles resultatene fra de viktigste analysene.

Tabell 1. Analyser av komposter benyttet i forsøk 2003.

Nr	ts %	Glødetap g/100g ts	pH	Ledn.tall mS/m	NH₄-N mg/100g ts	Nitrat mg/100g ts	SOUR mgO ₂	Alder dager
K1	39,6	48,1	8,76	965	76,7	14,2	0,17	135
K2	50,3	40,5	8,28	817	73,6	43,5	0,13	460
K3	41,7	37,6	7,62	253	1,7	8,8	0,13	730
K4	29	76,6	8,3	407	227	122	0,29	450
K5	28,7	62,9	7,12	153	2,1	< 1,2	0,17	365
K6	63,3	57,7	7,42	1350	307	< 0,5	0,62	130
K7	58	63,9	4,47	1290	248	1,7	7,73	70
K8	71,7	43,8	7,29	910	0,6	< 0,5	0,84	170
K9	58,9	62,4	7,23	809	11,3	< 0,6	0,68	115
K10	27,5	78,1	7,42	638	246	< 1,2	0,87	115
K11	35,3	64,8	7,74	819	282	< 0,9	2,76	550
K12	44	33,1	7,44	131	3,1	< 0,8	0,25	730
K14	47,9	45	8,37	401	2	< 0,7	0,18	275
K15	43,8	43,8	8,6	365	34,7	1,5	0,18	275

Tabell 2. Analyser av komposter benyttet i forsøk 2004.

Nr	ts %	Glødetap g/100g ts	pH	Ledn.tall mS/m	NH4-N mg/100g ts	Nitrat mg/100g ts	Alder dager
K1	43,3	32,3	8,64	563	9,6	32,6	105
K2	36,6	50,7	8,39	627	3,33	103	365
K3	32,9	42	7,77	122	3,9	10,5	365
K4	40,8	65,8	8,53	382	96,2	15,3	190
K5	36,7	69,4	8,92	196	1,8	22,9	65
K6	28,9	59,1	7,21	139	9	19,5	95
K7	29,8	74,2	6,63	66	1,3	48,4	68
K8	58,1	77,3	5,9	965	216	1,1	130
K9	55	77,3	4,72	165	284	1,5	70
K10	48,2	61,8	7,98	594	1020	3,6	70
K11	49,1	73	8,71	292	267	1,3	40
K12	34,7	73,5	8,8	812	406	0,8	135
K13	49,3	33,8	7,99	70	2,8	5	255
K14	44,9	41	8,41	177	1,6	20,2	275
K15	47,8	37,5	8,61	1440	1,7	14,2	275

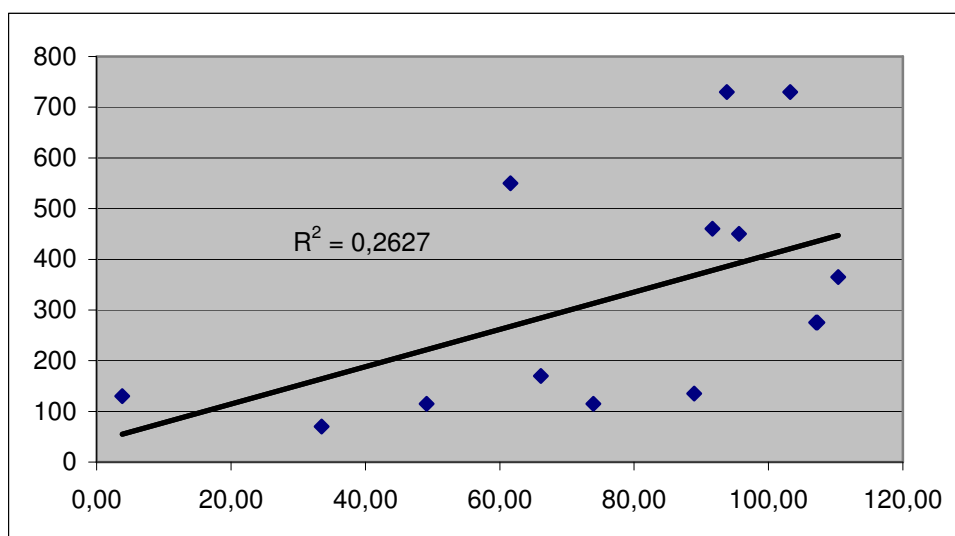
Nr	Relativ avling av bygg med	
	50% innblanding	25% innblanding
K1	88,96	100,49
K2	91,63	97,44
K3	93,81	108,23
K4	95,61	102,02
K5	110,36	115,64
K6	3,82	82,15
K7	33,47	77,35
K8	66,12	97,79
K9	49,11	83,86
K10	73,92	119,30
K11	61,60	95,34
K12	103,22	102,26
K14	107,30	101,20
K15	107,11	101,55

Tabell 3. Fytotoksisk effekt i komposter brukt i forsøk 2003 målt ved hjelp av bioassay med bygg. Tallene viser betydelig spirehemning i kompostene K6 til K11.

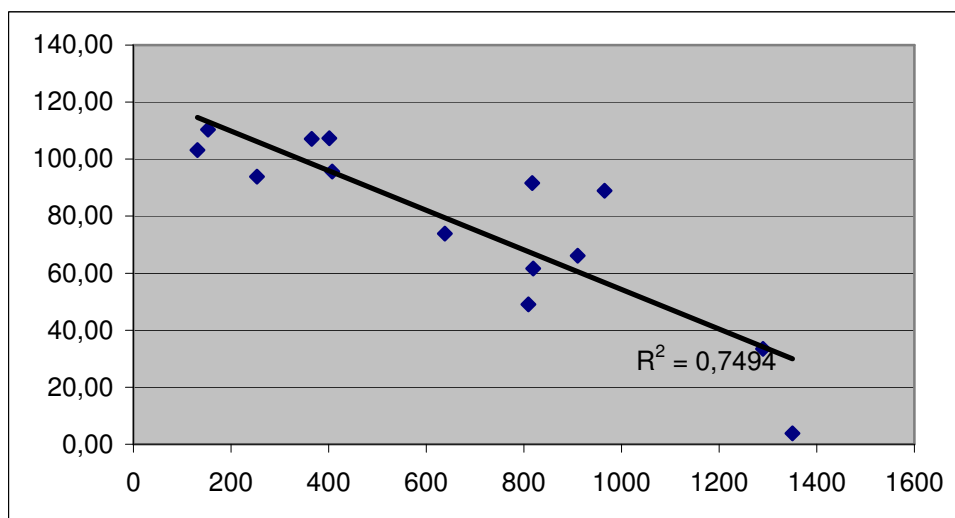
Nr	Relativ avling av bygg med	
	50% innblanding	25% innblanding
K1	91,34	97,09
K2	88,16	107,80
K3	72,29	104,53
K4	114,91	99,50
K5	86,67	107,61
K6	97,52	104,40
K7	82,97	109,66
K8	69,87	95,21
K9	16,17	78,14
K10	88,10	103,51
K11	96,36	121,73
K12	36,67	103,80
K13	100,40	100,46
K14	96,86	108,53
K15	109,72	110,58

Tabell 4. Fytotoksisk effekt i komposter brukt i forsøk 2004 målt ved hjelp av bioassay med bygg. Analysene viser varierende grad av fytotoksisk effekt av kompostene K1, K2, K3, K5, K7, K8, K9, K10 og K12.

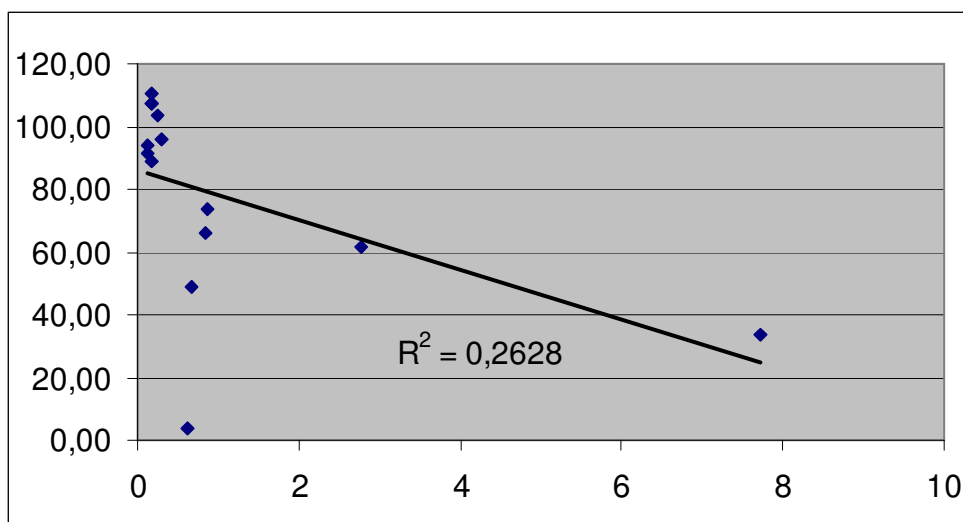
I praksis er det av stor interesse å kjenne til eventuelle korrelasjoner og sikre sammenhenger mellom ulike analyseparametere. Det er derfor gjort noen utregninger av korrelasjoner mellom de mest aktuelle parameterne, som framgår av figurene nedenfor.



Figur 1. Sammenheng mellom kompostens alder (antall dager på y-aksen) og resultat av bioassay med bygg som uttrykk for fytotoksisitet (relative tall på x-aksen) i 14 komposter undersøkt i 2003. Figuren illustrerer at det er relativt liten sammenheng mellom kompostens alder og fytotoksisk virkning.



Figur 2. Sammenheng mellom kompostens ledningsevne (mS/m på x-aksen) og resultat av bioassay med bygg i 14 komposter undersøkt i 2003. Figuren illustrerer at det er god sammenheng mellom ledningsevne målt i komposten og fytotoksisk effekt. R-verdien viser at ca 75 % av fytotoksisk effekt i denne serien forklares med høy ledningsevne.



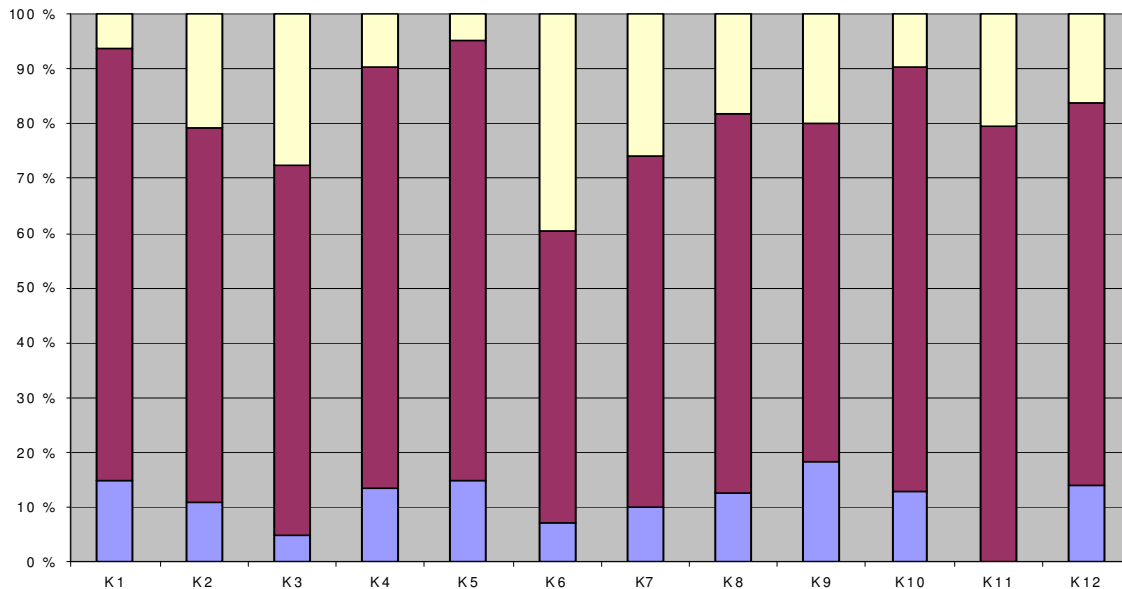
Figur 3. Sammenheng mellom stabilitet målt med SOUR-test (x-aksen) og resultat av bioassay med bygg i 14 komposter undersøkt i 2003. Figuren illustrerer at det er relativt liten sammenheng mellom biologisk aktivitet i komposten og fytotoksisk effekt.

De sammenligninger som ble gjort mellom resultater av kjemiske, fysiske og biologiske tester av komposten viste at det kun er ledningsevne som er godt korrelert med fytotoksisk effekt av kompost. Innhold av salt (NaCl) i komposten er nært korrelert til ledningsevne, og saltinnholdet er også kjent for å være en av de viktigste årsakene til at kompost har spire- og veksthemmende virkning på planter. Asdal et al. 2002 anbefaler at fytotoksisk effekt dokumenteres ved hjelp av byggtest og analyse av ledningsevne, og denne undersøkelsen underbygger ytterligere at ledningsevne er den eneste kjemiske analyse som kan benyttes med en viss grad av sikkerhet til å påvise fytotoksisk effekt.

Andre parametere, som kompostens alder (figur 1) og biologisk aktivitet i komposten (figur 3) er ikke egnet til å forutsi spire- eller veksthemming. Med andre ord kan nokså gamle og biologisk stabile komposter ha fytotoksisk effekt. Dette ble påvist av Asdal et al. (2002) og dette bekreftes her.

I tillegg til sammenligninger presentert i figurene 1 - 3 er det gjort beregninger av korrelasjoner mellom fytotoksisk effekt og øvrige resultater fra kjemiske analyser og det er ikke funnet relevante sammenhenger. Når det gjelder pH indikerer resultatene at høy pH reduserer faren for fytotoksisk effekt, men sammenhengen i denne undersøkelsen er for usikker til å trekke noen konklusjon som kan ha generell gyldighet.

Det samme gjelder partikkelfordeling i komposten. Hypotesen om at komposter med stor andel av finpartikler har størst fare for fytotoksisk virkning kan ikke bekreftes med tallmaterialet fra denne undersøkelsen (Figur 4).



Figur 4. Resultat av sikteanalyser av kompostene K1 til K12 (2003) i tre fraksjoner, henholdsvis < 1 mm (øverst), 1-10 mm (i midten) og større enn 10 mm (nederst).

Gjennomføring av forsøk 2003.

Forsøket ble gjennomført i Vefi plantebrett som har jordvolum ca 9 liter (56x26x6cm) og overflate på 0,146 kvm. Brettene ble fylt med blandinger av kompost og jord i tre blandingsforhold som er å forstå; 30% blandingen inneholder 30% kompost og 70% jord, osv.

- 4% (tilsvarende maksimal mengde ved direkte spredning av kompost)
- 30% (tilsvarende maksimalt blandingsforhold ved jordblandinger)
- 50% (stor mengde)
- kontroll, dvs. jord uten kompost

Overflaten på brettene ble delt i tre like store arealer og hver del ble tilsådd med frø av de tre grasartene raigras, engkvein og engrapp. Disse artene er valgt fordi de har ulik frøstørrelse og de representerer grasartenes variasjon i generell robusthet. Generelt har planter med store frø større spirekraft enn arter med smått frø. Egenskaper og såmengder av grasartene framgår av tabell 5.

Tabell 5. Egenskaper ved grasartene som er benyttet i forsøkene.

Art	Robusthet	Spire-/veksthastighet	Frøstørrelse	Såmengde
Engrapp	Mindre robust	Langsamt	Middels	12 g frø/kvm
Engkvein	Robust	Middels	Smått frø	6 g frø/kvm
Raigras	Robust	Raskt	Stort frø	20 g frø/kvm

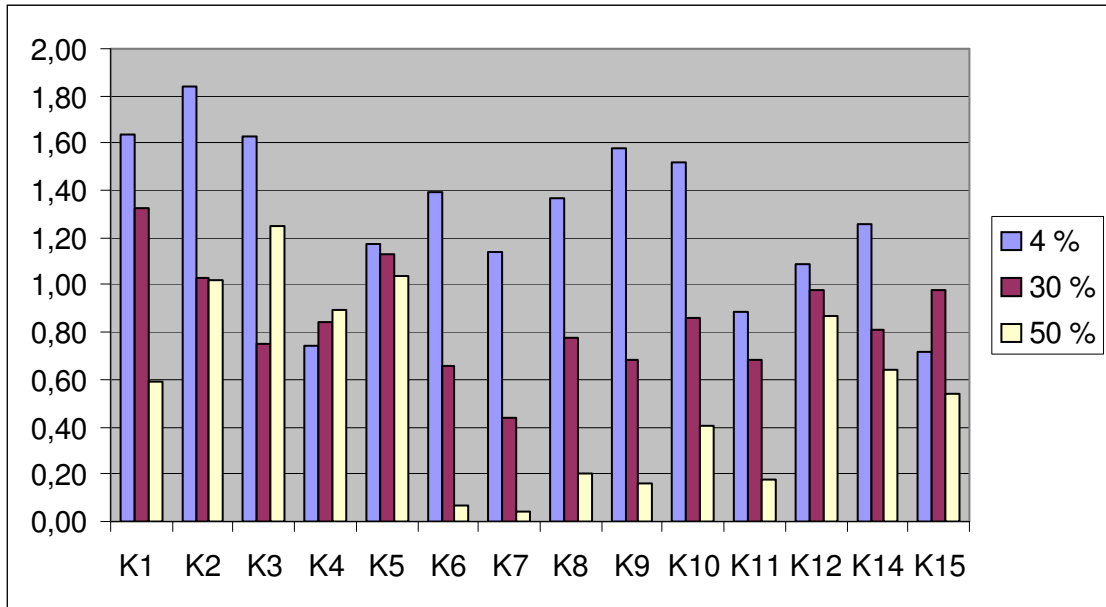
Forsøket ble gjennomført med 3 gjentak x 3 blandingsforhold, dvs 9 Brett pr komposttype + kontroll. Til sammen 14 komposter + kontroll (129 Brett).

Ut fra kjemiske analyser og beregning av gjødseleffekt av komposten ble det tilført gjødsel til samme N-gjødseleffekt i alle ledd. P- og K- gjødsel ble tilført i slik mengde at plantenes behov i den aktuelle vekstfasen var tilstrekkelig dekket i alle forsøksledd / alle Brett. Brettene ble plassert i veksthus og vannet regelmessig med rent vann.

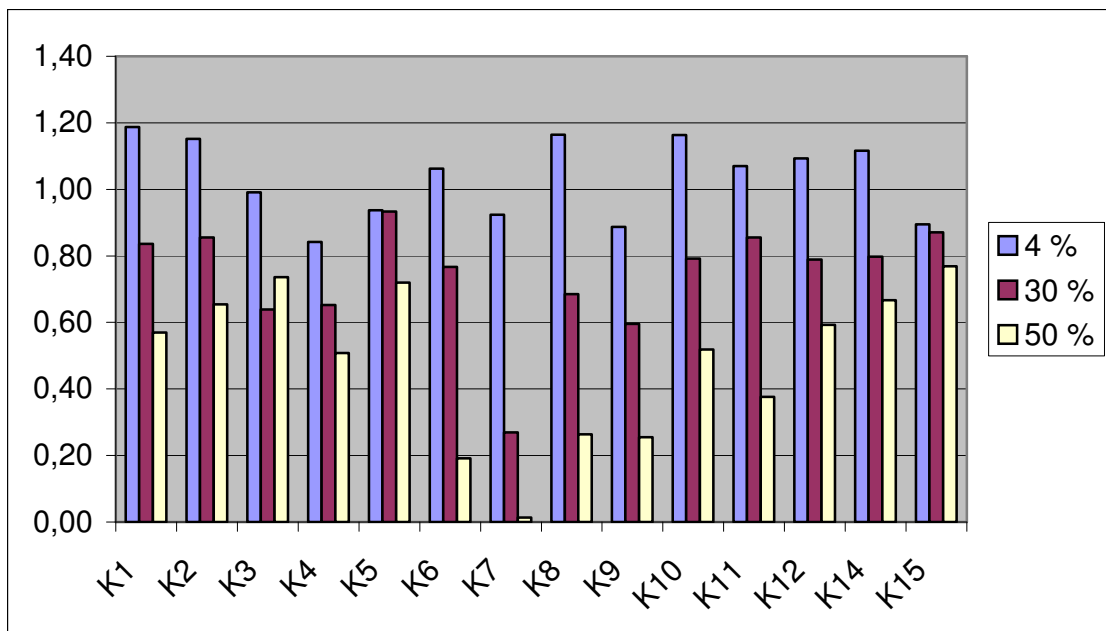
Alle Brett ble sådd på likt, men på grunn av ulik spirehastighet og utviklingstid for de tre grasartene ble høsting foretatt etter skjønn for hver enkelt grasart.

Resultater 2003

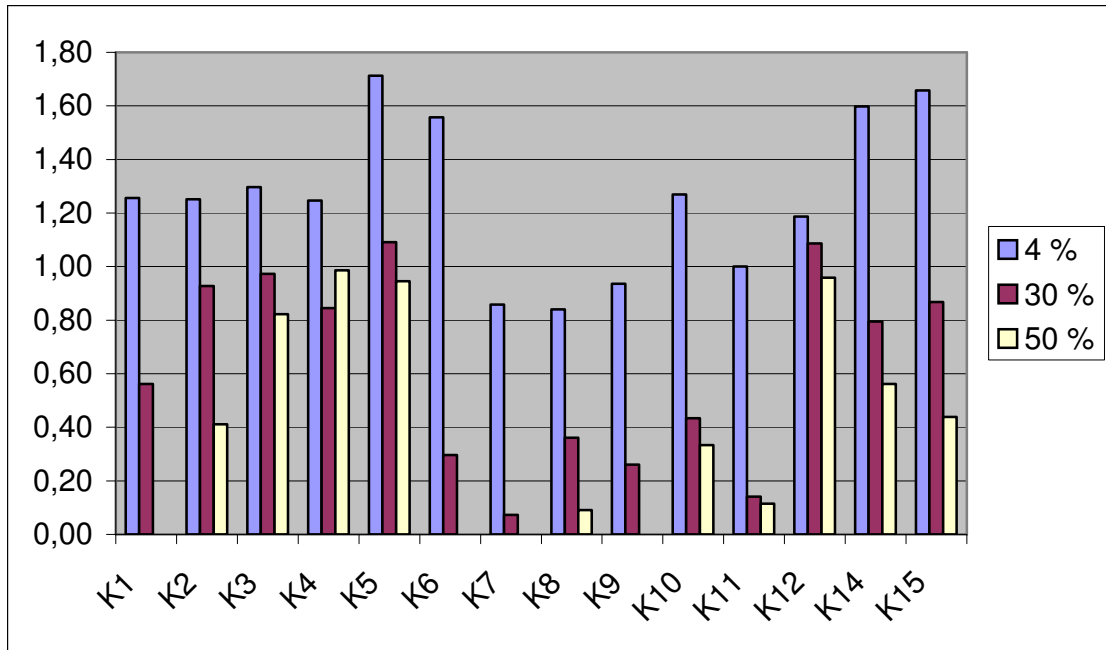
Resultater i forsøket foreligger som avlingsmålinger. I 2003 ble graset høstet to ganger til ulik tid i samme plantebestand, der andre høsting framkom som gjenvekst etter første høsting. Resultater fra 2003 vises her i diagramform fordelt på de tre grasartene og fordelt på to høstinger.



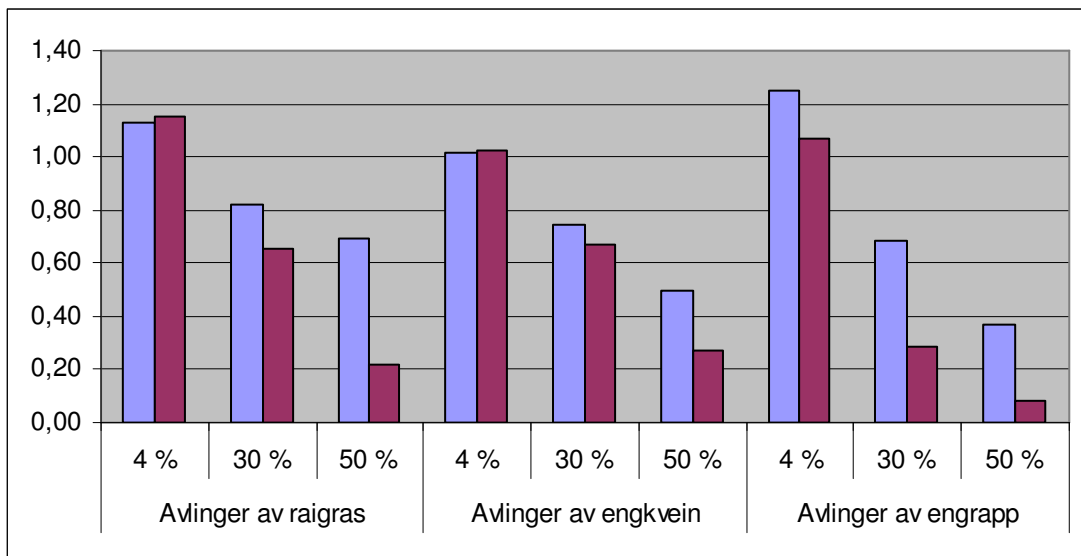
Figur 5. Relative avlinger fra første høsting 2003 av raigras i jordblandinger med henholdsvis 4, 30 og 50% innblanding av 14 ulike komposter, sammenlignet med avling i kontrolljord uten kompost. Kontroll = 1,0.



Figur 6. Relative avlinger fra første høsting 2003 av engkvein i jordblandinger med henholdsvis 4, 30 og 50% innblanding av 14 ulike komposter, sammenlignet med avling i kontrolljord uten kompost.



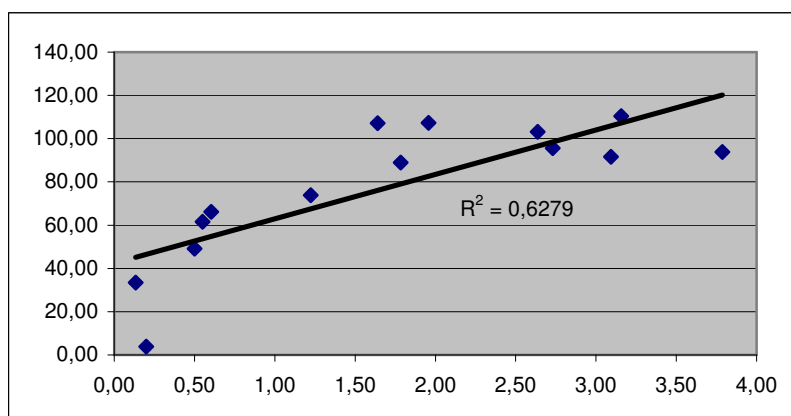
Figur 7. Relative avlinger fra første høsting 2003 av engrapp i jordblandinger med henholdsvis 4, 30 og 50% innblanding av 14 ulike komposter, sammenlignet med avling i kontrolljord uten kompost.



Figur 8. Relative avlinger (til kontroll uten kompost) av de tre grasartene dyrket i blandinger av jord og kompost i tre blandingsforhold. Lys søyle viser gjennomsnitt av alle komposter, mens mørk søyle tilsvarer avling i komposter (5 stk.) hvor fytotoksisk effekt er påvist i bioassay.

Figur 8 illustrerer at praktisk betydning av fytotoksitet i kompost er ubetydelig når blandingsforholdet er lite (4%). Skade på spiring og avling er imidlertid betydelig når innblandingen økes til 30% kompost og den øker ytterligere når blandingsforholdet økes til 50%. Resultatene viser også at det er relativt stor fare for skade tidlig i spire-/vekstfasen når blandingsforholdet er høyt, selv av kompost som ikke gir negativt utslag i bioassay.

Figuren illustrerer også at engrapp er betydelig mer ømfintlig enn raigras og engkvein.

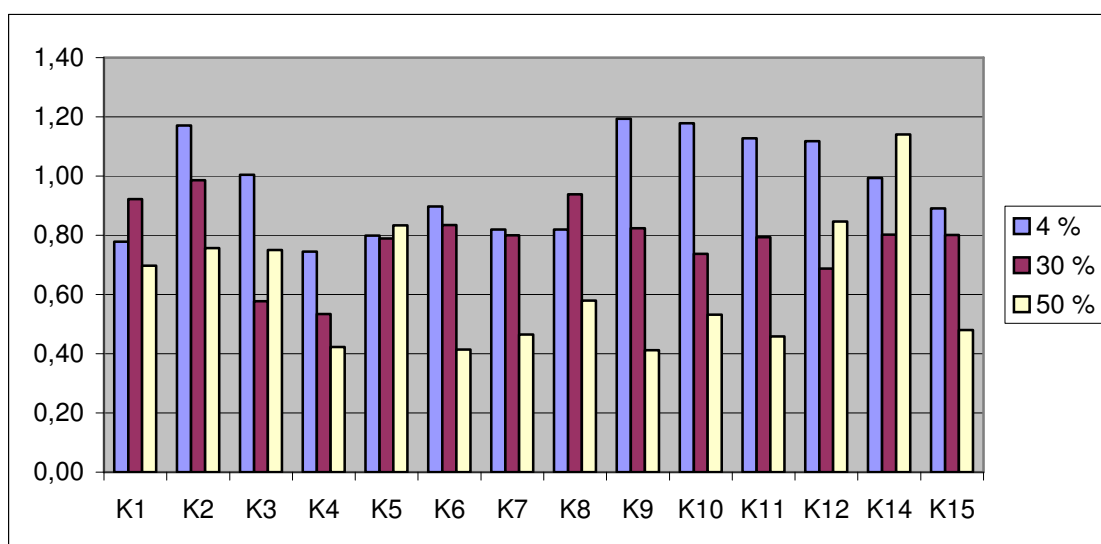


Ledd	R ² -verdi
Raigras 30%	0,4496
Raigras 50%	0,6270
Engkvein 30%	0,5125
Engkvein 50%	0,7949
Engrapp 30%	0,6960
Engrapp 50%	0,5412

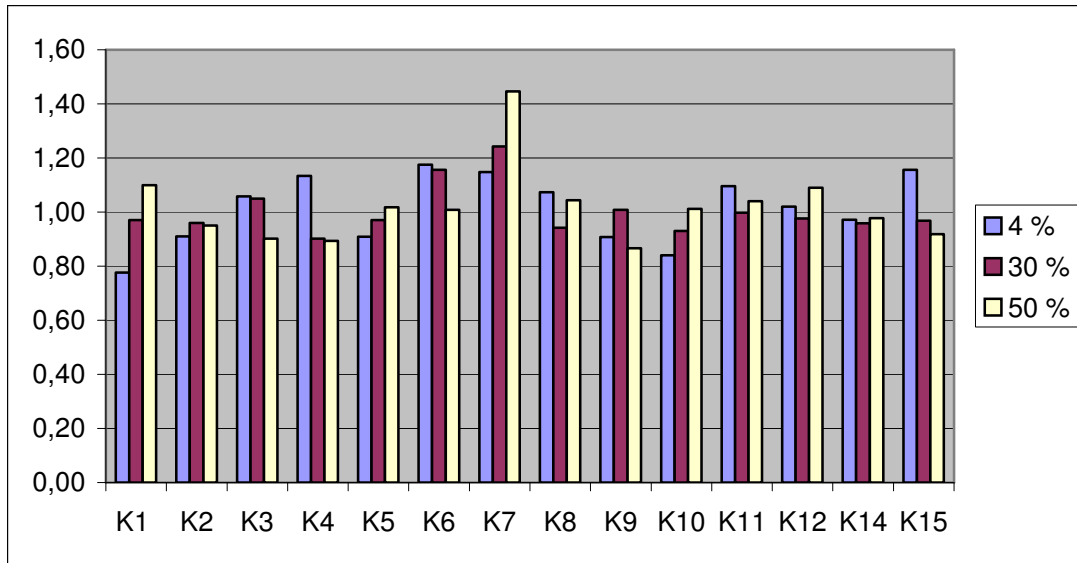
Figur 9. Korrelasjoner mellom fytotoksisk effekt målt med byggtesten (avling ved 50% kompost) og første avling av raigras i jord med 50% innblanding av 14 ulike komposter. Grafen illustrerer at det er godt samsvar mellom testmetoden og avlingsresultat i praksis. Tabellen viser R²-verdier for alle tre grasartene i to jordblandinger, med henholdsvis 30% og 50% innblanding av kompost.

Utregninger av korrelasjoner mellom avlinger av de tre grasartene dyrket i jordblandinger med henholdsvis 30% og 50% kompost viste at de var godt samsvar mellom de resultatene som framkom i fytotoksisitetstest og de avlingsresultat som ble oppnådd i dyrkingsforsøk.

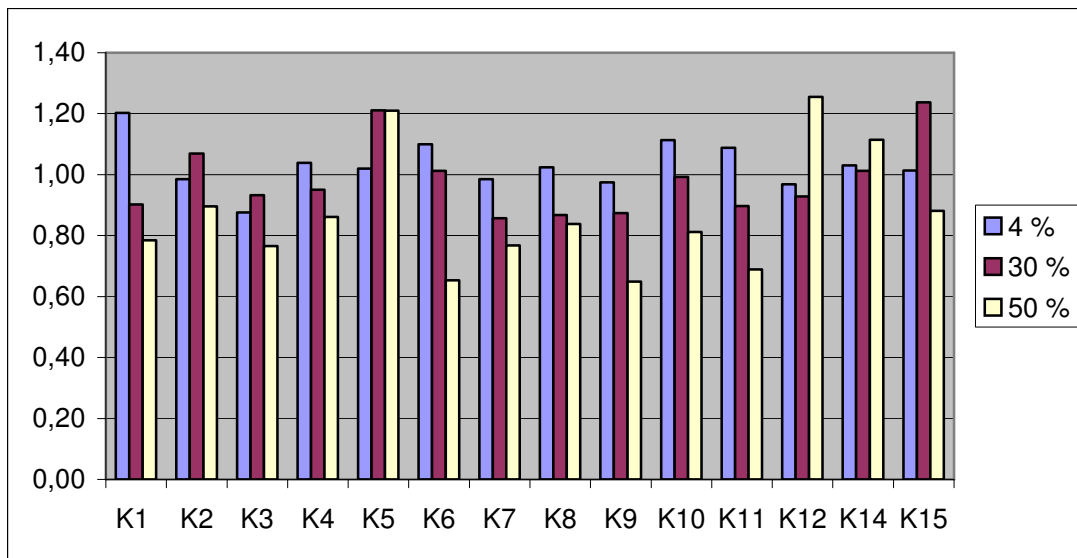
Avlingsresultatene fra første høsting viser betydelig avlingsreduksjon i mange av blandingene. En gjennomgående trend er at fytotoksisk effekt knapt er påvisbar når kompost brukes i så lav mengde som 4% av ferdig jordblanding, og at effektene er størst med høyeste blandingsforhold (50%).



Figur 10. Relative avlinger fra andre høsting 2003 av raigras i jordblandinger med henholdsvis 4, 30 og 50% innblanding av 14 ulike komposter, sammenlignet med avling i kontrolljord uten kompost.

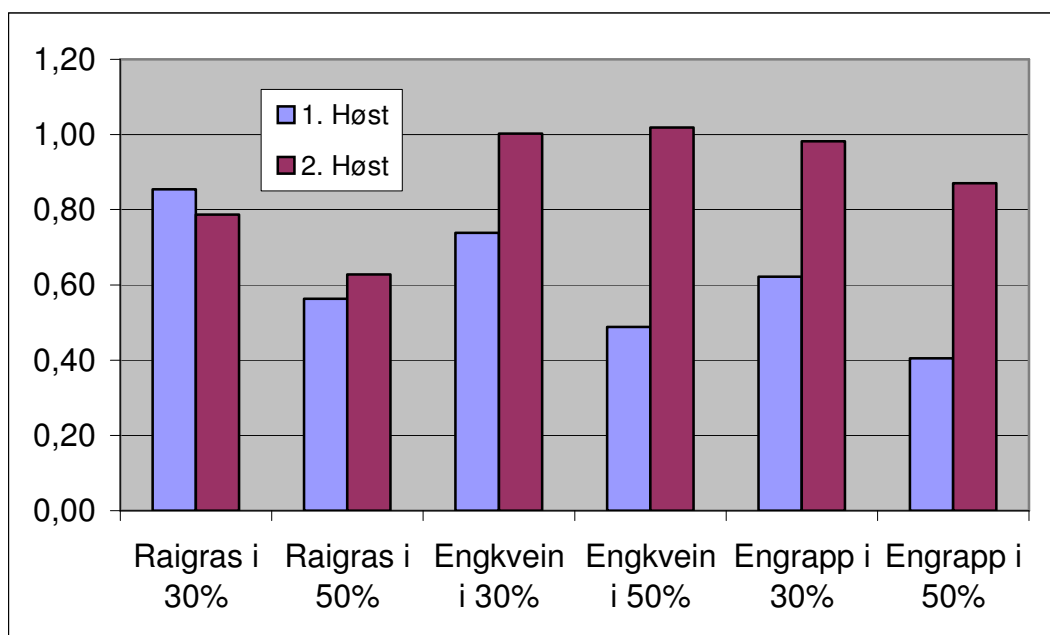


Figur 11. Relative avlinger fra andre høsting 2003 av engkvein i jordblandinger med henholdsvis 4, 30 og 50% innblanding av 14 ulike komposter, sammenlignet med avling i kontrolljord uten kompost.



Figur 12. Relative avlinger fra andre høsting 2003 av engrapp i jordblandinger med henholdsvis 4, 30 og 50% innblanding av 14 ulike komposter, sammenlignet med avling i kontrolljord uten kompost.

Avlingene i andre høsting vist i figurene 10-12 var jevnt over på linje med avlingene i kontrolljorda uten kompost. Det antyder at når grasplantene kommer seg gjennom en kort innledende periode med skade på spiring og sterk hemming av vekst har de evne til å kompensere for dette både ved sterk vekst og ved at plantene busker seg og fyller ut ledig areal etter planter som ikke spirte. Resultatene fra vekst i 30% og 50% kompost er sammenstilt for de tre grasartene i figur 13.



Figur 13. Relative avlinger som gjennomsnitt fra vekst i blandinger av 14 komposttyper. Resultater fra første og andre høsting er sammenstilt.

I forsøket viste grasartene engkvein og engrapp betydelig evne til å kompensere for dårlige spirevilkår og skade på vekst i første fase med busking og kraftig vekst etter relativt kort tid (Figur 12). For grasartene engkvein og engrapp er avlingene i andre høsting på nivå med avlingene i kontroll uten kompost, med en svak reduksjon i avlingen for engrapp i 50% blandingen. I dette forsøket viste raigras ikke samme evne til å kompensere for dårlig spiring og skade på vekst, og avlingsreduksjonen i andre høsting er om lag den samme som i første høsting. Årsaken til dette er uvisst, men det kan henge sammen med at det var raigras som fikk minst skade i starten av forsøket, og at antall såfrø som ble benyttet var mindre for raigras enn for de to andre artene. Artenes naturlige evne til busking antas å være nokså lik.

Resultater 2004

Fra forsøkene i 2004 foreligger resultater som avlinger fra tre gjentak i fire forsøk med de tre grasartene med 30% innblanding av kompost i vekstmediet. All jord som ble benyttet i forsøket ble blandet opp ved starten av forsøket. Et forsøk ble startet umiddelbart etter blanding, og jord til de tre neste forsøkene ble lagret i romtemperatur, tilsvarende det som vil være situasjonen når jord lagres i distribusjon og salg. Tid fra blanding av jord til såing av forsøk 4, dvs. lagringstid for de ferdige jordblandingene, var 105 dager.

Forsøkene ble sådd og høstet (dager fra såing til høsting) i henhold til følgende tidtabell:

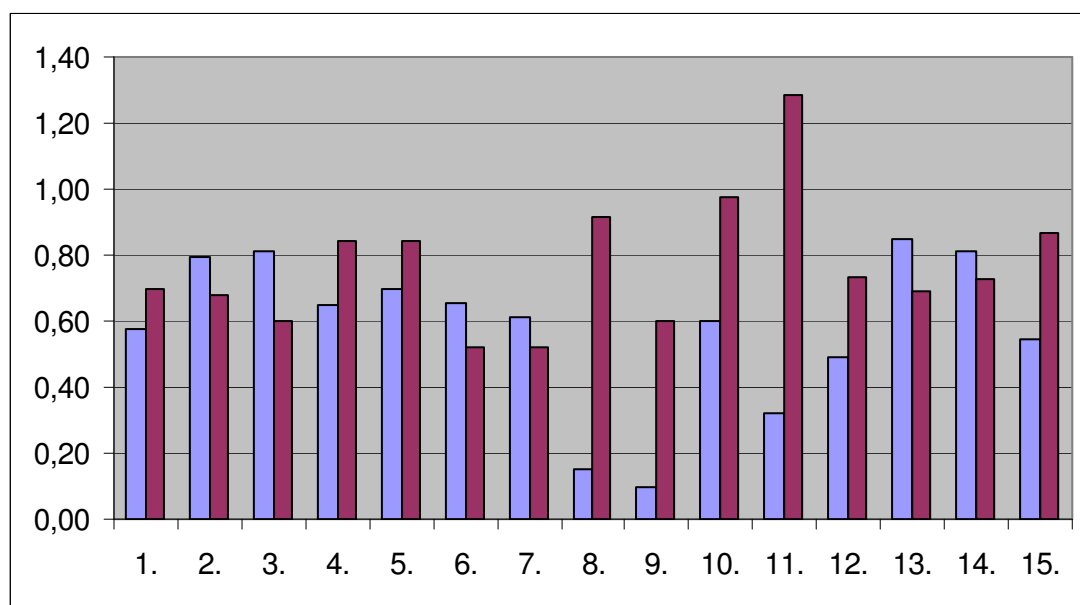
	Forsøk 1		Forsøk 2		Forsøk 3		Forsøk 4	
	Sådato	Dg/høst	Sådato	Dg/høst	Sådato	Dg/høst	Sådato	Dg/høst
Raigras	4. juni	20	18.juni	21	29.juli	21	17.sept.	31
Engkvein	4. juni	21	18.juni	21	29.juli	22	17.sept.	37
Engrapp	4. juni	25	18.juni	27	29.juli	32	17.sept.	49

Forsøkene ble gjennomført i veksthus med temperaturregulering, men uten tilleggsllys, noe som er årsaken til at perioden fra såing til høsting er lengre i de siste forsøkene. Tidspunkt for høsting er satt etter en skjønnsmessig vurdering av vekstforløpet, og innbyrdes sammenligninger av data er kun gjort mellom ledd i samme forsøk.

Alle ledd i forsøket ble vannet med balansert gjødselvann slik at næringsforholdene har vært optimale for alle jordblandingene, uavhengig av næringsstatus i kompostene.

Høstingene har gitt et stort tallmateriale som dessverre er mer preget av tilfeldige variasjoner enn forsøkene i 2003. Utover det faktum at mengden plantemasse som høstes har vært liten, og at forsøket derfor har vært ømfintlig for tilfeldige variasjoner, kan en ikke peke på direkte årsaker til svakhetene i datamaterialet.

I figur 14 er relative avlinger av de tre grasartene fra første og siste forsøk summert. Avlingstallene gir ikke grunnlag for å trekke ulike konklusjoner for de ulike grasartene.



Figur 14. Relative avlinger av raigras, engkvein og engrapp summert fra henholdsvis første forsøk sådd direkte etter blanding av jord med 30% kompost og fra fjerde forsøk sådd 105 dager etter blanding av jorda. Forsøket omfatter 15 ulike komposter der søylene til venstre viser avling fra forsøk 1 og søylene til høyre viser avlingene fra forsøk 4. Avlingsnivå 1,00 tilsvarer avling i kontrolljord uten kompost.

Resultatene viste en betydelig veksthemmende effekt av kompostene når denne ble blandet inn i jorda i mengder tilsvarende 30% av volum i ferdig jordblanding. Dette gjelder alle komposter, også de som ikke viste stor veksthemmende effekt i bioassay med bygg. Dette er i tråd med resultatene funnet i 2003. Denne veksthemmende virkningen er signifikant i alle fire forsøkene, og er altså uavhengig av lagring av den ferdige jordblandingen.

Som figuren illustrerer kan en ikke ut fra dette forsøket generelt konkludere med at fytotoksisk effekt av kompost forsvinner eller reduseres når jord-/ kompostblandingen lagres over tid. Imidlertid kan det se ut til at de jord-/ kompostblandingene som har

vært mest veksthemmende i første forsøk har gitt betydelig bedre avlingsresultat i 4. forsøk. Det gjelder f.eks. kompostene nummerert fra 8 til 12 og nr 15. På grunn av usikkerhet i datamaterialet er denne trenden ikke signifikant.

Denne observasjonen kan imidlertid også indikere at nedbrytning av fytotoksisk effekt i kompost skjer eksponentielt. Årsakene til at kompost virker fytotoksisk er som nevnt et sammensatt fenomen, og observasjonene kan tyde på at enkelte egenskaper som forårsaker alvorlig vekstskade kan forsvinne relativt fort når kompost-/jordblandinger lagres, mens andre elementer krever mer tid og eventuelt en aktiv behandling for å bli borte.

Det er gjort en statistisk behandling av datamaterialet med tanke på å finne sammenheng mellom fytotoksisk effekt av kompost påvist ved hjelp av bioassay med bygg (tabell 4) og avlingsresultat. R^2 -verdier (forklaringsgrad) er vist i tabell 5.

Tabell 5. Korrelasjoner mellom fytotoksisitet i 15 komposter målt med bioassay med bygg og avlingsresultat for 3 grasarter dyrket i jordblandinger med 30% av kompostene innblandet. Korrelasjonene er uttrykt som R^2 -verdier = forklaringsgrad.

	1. forsøk	2. forsøk	3. forsøk	4. forsøk
Raigras	0,3254	0,1494	0,1386	0,1397
Engkvein	0,3315	0,306	0,0166	0,1958
Engrapp	0,2639	0,3501	0,024	0,0003
Sum alle	0,3242	0,33	0,0198	0,0698

Korrelasjonene mellom fytotoksisk effekt i kompost påvist ved bioassay og vekstreduksjon når kompostene brukes i jordblandinger til såing av gras er ikke så tydelige som de var i undersøkelsen som ble gjennomført i 2003. Sammenhengen er imidlertid fortsatt signifikant, i første og delvis i andre forsøk, som ble igangsatt etter ca 2 ukers lagring av jordblandingen.

I tredje og fjerde forsøk som ble igangsatt etter henholdsvis 55 og 105 dagers lagring, er det imidlertid ingen slik signifikant sammenheng. Dette resultatet kan tolkes dit hen at fytotoksisk effekt ikke lenger er den viktigste årsaken til vekstreduksjonen som er observert, men usikkerhet i datamaterialet gjør det vanskelig å trekke konklusjonene lenger enn det.

Det er gjort tilsvarende statistiske beregninger av eventuell korrelasjon mellom fytotoksisk effekt og ledningsevne i komposten. Forsøket i 2004 har ikke vist signifikant korrelasjon mellom kompostens ledningsevne og skade på spiring og vekst av gras i jordblandinger med kompost.

Konklusjoner og anbefalinger

Resultatene fra forsøkene i 2003 og 2004 gir samlet følgende konklusjoner:

- a) Faren for skade av fytotoksisk effekt på spiring og vekst av gras er neglisjerbar når kompost benyttes i små mengder, i størrelsesorden 4 volumprosent kompost (ved innblanding) i en jordblanding som den som ble benyttet i forsøkene.
- b) Det er stor fare for skade på spiring og vekst av gras når større mengder kompost benyttes i jordblandinger, f.eks. 30 volumprosent eller høyere. Faren for skade er stor også dersom komposten ved hjelp av test med bygg viser seg å ha beskjedne fytotoksisk effekt.

- c) Det er noe, men ikke stor forskjell mellom grasartene raigras, engkvein og engrapp når det gjelder ømfintlighet for fytotoksisk effekt.
- d) Grasartene har stor evne til å kompensere for spireskade og veksthemming tidlig i vekstperioden med busking og kraftig gjenvekst, slik at forskjeller i vekstresultat mot slutten av vekstsesongen mer eller mindre viskes ut.
- e) Det er god korrelasjon mellom testmetoden bioassay med bygg for påvisning av fytotoksisk effekt av kompost og den skade på spiring og vekst som vises i praksis. Byggtesten gir således gode indikasjoner på hvor sterk spire- og vekstskade som kan forventes når komposten benyttes i praksis til etablering av plen eller grasmark.
- f) Fytotoksisk effekt er godt relatert til kompostens alder, pH og ledningsevne, og i noen grad også til kompostens stabilitet. Det er liten korrelasjon mellom fytotoksitet og innhold av organisk materiale, størrelsessortering og NH₄.
- g) Det er en tendens til at komposter som har spesielt sterk fytotoksisk effekt mister mye av denne effekten når ferdige jordblandinger med kompost lagres, f.eks. over 3 måneder, som var tidsperioden i dette forsøket. Det er imidlertid mye fytotoksisk effekt igjen i alle komposter etter 3 måneders lagring som ferdig jordblanding, og en slik lagring er dermed ikke nok til å eliminere den praktiske betydningen av fytotoksisk effekt som finnes i kompost.

Konklusjonene leder til følgende praktiske anbefalinger for bruk av kompost i jordblandinger:

- a) Når kompost benyttes i lave blandingsforhold (4 volumprosent e.l.) er det ikke nødvendig å ta spesielle forholdsregler for å unngå spire- og veksthemming forårsaket av fytotoksisk effekt av komposten. Det er sannsynlig at denne anbefalingen også gjelder for andre planteslag enn gras.
- b) Når kompost skal brukes i blandingsforhold opp mot begrensningene i regelverket (30 volumprosent) bør komposten testes for eventuell fytotoksisk effekt. Byggtesten er velegnet til dette. Kompost som ved hjelp av byggtesten påvises å ha fytotoksisk effekt bør gjennomgå videre behandling før den kan tilrådes brukt i jordblandinger med høye blandingsforhold kompost/jord.
- c) Kompost med lavt eller intet utslag for fytotoksisk effekt i byggtesten kan også gi en viss initiell skade på spiring og vekst av gras når den brukes i blandinger opp mot 30% kompost. Når det gjelder gras vil imidlertid denne skaden i hovedsak bli kompensert med busking og sterk gjenvekst slik at den praktiske betydningen av skaden i et tidsperspektiv på et par måneder har liten betydning.
- d) Kompostens alder og analyse for pH, ledningsevne og stabilitet gir en viss indikasjon for om en kompost vil virke fytotoksisk eller ikke, men kan ikke erstatte bioassay med bygg som pålitelig metode for å påvise fytotoksisk effekt av kompost i forbindelse med kvalitetssikret bruk.
- e) Resultatene fra forsøkene med gras kan ikke benyttes til å gi råd om bruk av kompost i høye blandingsforhold i jord til andre planteslag. Gras er i hovedsak robuste planter og har en evne til busking og gjenvekst som de fleste andre planteslag ikke har.

Videre undersøkelser

På bakgrunn av resultatene i denne undersøkelsen vil det være svært relevant å få undersøkt nærmere:

1. Hvordan kan kompost brukes i jordblandinger til andre, og spesielt mer ømfintlige planteslag for å unngå skade av fytotoksisk effekt i komposten, og hvordan kan bioassay og kjemiske analyser benyttes til å kvalitetssikre produksjon av jordblandinger og av planter i slike blandinger?
2. Hvordan bør fytotoksisk kompost behandles videre for mest effektivt å fjerne denne effekten, enten tiltak før komposten blandes inn i jorda eller tiltak for å behandle ferdige jordblandinger?

Litteratur

Asdal, Å., T.A.Breland, M.L.Herrero og E.Norgaard. 2002. Kompostkvalitet – dokumentasjon og anbefalinger. Rapport fra prosjektet *Utvikling av kompostprodukter*. Planteforsk Grønn Forskning 16/2002.

Lasaridi, K and E.I.Stentiford. 1999. Compost Stability: A Comparative Evaluation of Respirometric Techniques. Proceedings ORBIT 99.

Vedlegg 1. Komposter benyttet i forsøkene

Leverandør	Nr.	Komposter til forsøk 2003
Veidekke Gjenvinning	K1	Fersk matavfallskompost
	K2	Moden matavfallskompost
	K3	Slamkompost
Agder renovasjon	K4	Matavfallskompost
	K5	Slamkompost
IVAR	K6	"Joffe" kompost til hagebruk
	K7	Jordbrukskompost (mindre moden)
Cimbia Bioplan	K8	Matavfallskompost 170 dg
	K9	Matavfallskompost 115 dg
Agder Vekst	K10	Fersk matavfallskompost
	K11	Matavfallskompost
	K12	Hage-/park kompost
Oslo Kommune	K14	Oslokompost sortert på 10 mm
	K15	Oslokompost sortert på 20 mm

Leverandør	Nr.	Komposter til forsøk 2004
Veidekke Gjenvinning	K1	Fersk matavfallskompost
	K2	Moden matavfallskompost
	K3	Slamkompost
Agder renovasjon	K4	Matavfallskompost 27 uker
	K5	Matavfallskompost 9 uker
	K6	Slamkompost 13,7 mnd
	K7	Slamkompost 9,7 mnd
IVAR	K8	"Joffe" kompost til hagebruk
	K9	Jordbrukskompost (mindre moden)
Agder Vekst	K10	Slamkompost
	K11	Fersk biokompost
	K12	Biokompost
	K13	Hage-/park kompost
Oslo Kommune	K14	Oslokompost sortert på 10 mm
	K15	Oslokompost sortert på 20 mm