

Forsøg med ensilagesaft som gødning.

Ved K. Dorph-Petersen.

529. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

I tilslutning til de ved Statens Planteavls-Laboratorium udførte undersøgelser over bortskaffelse og anvendelse af ensilagesaft (475. ber.) er der på statens forsøgsstationer i 1952—54 udført markforsøg med ensilagesaft anvendt som gødning. Nærværende beretning, udarbejdet af afdelingsbestyrer K. Dorph-Petersen, Askov, redegør for disse forsøgs gennemførelse og resultater.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Som omtalt af H. L. J e n s e n i 475. beretning har man i de senere år set en del eksempler på, at »ensilagesaft« (d. v. s. afløb fra siloer med ensilerede grønne foderafgrøder) kan forvolde forskellige skader. Det drejer sig bl. a. om forurening af brønde, tilstopning af drænrør med svampe, der lever af ensilagesaften, og især forurening af naturlige vandløb, hvis fiskebestand og øvrige fauna lider skade på grund af iltmangel.

Da disse forhold kan medføre ulemper og tab af betydeligt omfang, bl. a. fordi forurening af vandløb kan resultere i erstatningskrav mod de landmænd, der lader ensilagesaft løbe i dræn og vandløb, har man fra forsøgsvirksomhedens side arbejdet på at kunne anvise en anvendelsesmåde for ensilagesaft, hvorved enhver skadevirkning kan undgås og den størst mulige gavnlige virkning opnåes.

Den mest nærliggende udvej synes at være at udkøre og sprede ensilagesaften på markerne i løbet af efterårstiden, hvor hovedparten af ensilagefremstillingen (af roetop) sker.

Det er da også undersøgelser vedrørende denne metode, der især er arbejdet med. I 475. beretning og 486. meddelelse er der

gjort rede for laboratorieundersøgelser, der viser, at ensilagesaft givet i mængder på op til 25—30 tons pr. ha omsættes eller bindes i jorden, således at der ikke er nogen nævneværdig risiko for, at skadevoldende organiske stoffer fra ensilagesaften kan sive ned i drænene eller føres ud i vandløb.

Foruden at opnå sikring mod enhver skadevirkning, vil man, ved at udkøre ensilagesaften på markerne, også opnå en gavnlig virkning, idet ensilagesaftens lille, men dog ikke ubetydelige, indhold af plantenæringsstoffer derved kan komme den følgende afgrøde til gode.

Til orientering om den mulige gødningsværdi skal anføres følgende gennemsnitstal for ensilagesaftens sammensætning (fra 486. meddelelse).

Antal prøver	Ensileret materiale	pH i saften	Indhold i pct. af ensilagesaft					
			tørstof	aske	org.stof	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
23	Roetop u. tilsætning.....	4.6	5.4	1.8	3.6	0.17	0.06	0.50
39	Roetop med A.I.V.....	3.4	4.8	2.0	2.8	0.12	0.06	0.50
36	Sødlupin med A.I.V.....	3.0	3.3	1.0	2.3	0.09	0.05	0.24
12	Grønmajs.....	3.5	6.6	1.1	5.5	0.12	0.08	0.39

Som almindelige gennemsnitstal for saft fra bederoetop kan man regne med følgende:

Næringsstof:	Indhold:	pr. ton saft svarende til:
Kvælstof	0.15 pct. N	10 kg kalksalpeter
Fosfor	0.06 pct. P ₂ O ₅	3.3 kg superfosfat
Kalium	0.50 pct. K ₂ O	10 kg 50 pct. kaligødning.

Ud fra en skønsmæssig vurdering af mængden af ensileret roetop og andre grønne afgrøder sammenholdt med de i 486. meddelelse angivne gennemsnitlige saftmængder og det procentiske indhold deri, kan man anslå, at mængden af plantenæringsstof i ensilagesaft ialt for hele landet årlig svarer til indholdet i 4000 tons kalksalpeter, 1300 tons superfosfat og 4000 tons 50 pct. kaligødning. Ialt en temmelig stor gødningsmængde, men dog af en helt anden størrelsesorden end de store mængder plantenæringsstof, der årlig tilføres jorden i staldgødning og ajle. Det ses heraf, at selv om udnyttelse af ensilagesaftens gødningsværdi er et så stort problem, at en forsøgsmæssig undersøgelse

deraf er berettiget, så er det dog ret begrænset, hvor store midler man kan anvende derpå.

I hvor stor udstrækning ensilagesaft anvendt som gødning kan komme afgrøden til gode, kan kun afgøres gennem dyrkningsforsøg, men ud fra saftens sammensætning og almindeligt kendskab til gødningsstoffers virkning, kan man dog angive en begrundet formodning om gødningsværdien.

Da ensilagesaftens fosfor- og kaliindhold findes i opløst form eller som letomsættelige organiske forbindelser, må det skønnes, at værdien heraf fuldt ud svarer til værdien af fosfat i superfosfat og kali i almindelige 40—50 pct. kaligødning. Hvor stor gødningsværdi, ensilagesaftens kvælstofindhold har, vil afhænge af omsætningshastighed og udvaskningstab i jorden, d. v. s. af udbringningstidspunktet og vejrforholdene. I 475. beretning er det anslået, at værdien af kvælstof i ensilagesaft er nogenlunde som af kvælstof i staldgødning.

Til direkte belysning af ensilagesaftens gødningsværdi foreligger der allerede et stort antal forsøg udført under ledelse af landbrugslærer E j n a r E b b e s e n på Næsgaard i 1942—54. Se 8. og 9. beretning om forsøgsvirksomheden ved Den Clasesenske Agerbrugsskole paa Næsgaard, Næsgaardbogen 1950 og 1954.

Virkningen af ensilagesaft, der i alle forsøg er *udbragt om foråret*, fremgår af følgende gennemsnitstal:

Afgrøde	Antal forsøg	Tons ensilage-saft pr. ha	Merudbytte for ensilage-saft hkg pr. ha	
Hvede.....	2	17	2,3 kærne,	2,6 halm
Rug.....	5	18	2.1 -	4.1 -
Byg.....	8	14	3.2 -	0.9 -
Bederoer.....	9	18	53 roer	
Kartofler.....	8	24	54 knolde	

Der er således et betydeligt merudbytte for tilførsel af ensilagesaft i alle afgrøder, men dog størst i rodfrugt. Da der også indgår forsøgsled med kvælstof (eller kvælstof og kali) i kunstgødning, kan virkningen af ensilagesaften vurderes derimod. Det ses heraf, at til kornafgrøderne har ensilagesaft givet meget mindre merudbytte end kunstgødning med samme mængde

kvælstof. Til bederoer på lermuld har ensilagesaft givet nogenlunde samme merudbytte som tilsvarende mængde kvælstof og kali i kunstgødning, medens der i kartofler på sandjord er opnået større merudbytte for ensilagesaft end efter samme mængde kvælstof og kali i kunstgødning.

Disse forsøg giver fuldt tilstrækkelig oplysning om størrelsesordenen af ensilagesaftens gødningsværdi til, at man kan tilråde praktikere at indrette sig på at opsamle og anvende ensilage-saften. Når statens forsøgsvirksomhed alligevel har taget spørgs-målet om ensilagesaftens gødningsværdi op, skyldes det ønsket om at belyse virkningen af de enkelte stoffer i ensilagesaften, især kvælstoffets og kaliets gødningsværdi samt eventuel skade-virkning af saftens syreindhold. Der er derfor udført de i føl-gende afsnit omtalte forsøg. Af hensyn til overskueligheden er der her kun opført et uddrag af forsøgsresultater, analyser m. v., men samtlige forsøgstal findes i maskinskrevne hovedtabeller på Statens Planteavlkontor, hvorfra interesserede kan låne dem.

Forsøg med ensilagesaft som kvælstofgødning.

For at kunne måle gødningsværdien af ensilagesaftens kvælstof alene, må virkningen af dens kaliindhold og syremængde udelukkes fra at indvirke på forsøgsresultaterne. Dette er søgt opnået gennem følgende forsøgsplan:

- a. Ingen kvælstof. Fosfor og kali som i 30 t ensilagesaft.
- b. 30 kg N pr. ha i salpeter — - — - —
- c. 60 kg N pr. ha i salpeter — - — - —
- d. 30 t ensilagesaft pr. ha samt kalk til neutralisation.

I forsøgsled a, b og c er der givet stigende mængder kvælstof i salpeter — chilesalpeter til bederoer, ellers kalksalpeter —, og hertil er der i superfosfat og kaligødning givet samme mængde fosfor og kalium, som der efter analyse fandtes i 30 tons ensilagesaft. Forsøgsled d er gødet med 30 tons ensilagesaft (fra roetop med A.I.V.-syre), der er udbragt i november og nedfældet ved vinterpløjningen. Til at imødegå ensilagesaftens syrevirkning skulle der til dette forsøgsled tilføres ligeså meget jordbrugskalk, som man efter laboratoriebepættelse må anvende til at neutralisere ensilagesaften (til pH 7). Men da der til neu-

Tabel 1. Forsøg med ensilagesaft som kvælstofgødning.

Udbytte i hkg tørstof i rod + top eller i hkg kærne.

Forsøgssted	År	Afgrøde	Udbytte i hkg pr. ha				kg N i 30 tons ensilage- saft
			kg N pr. ha i salp.			30 tons ensilage- saft	
			0	30	60		
Aarslev	1952	fodersukkerroer	105.9	112.0	125.1	111.6	26
—	1953	—	165.4	175.2	183.4	176.6	30
—	1954	—	132.5	135.4	141.4	138.2	38
Blangstedgaard	1952	—	156.1	178.7	183.0	155.0	31
—	1953	—	151.3	168.0	185.1	156.9	28
Askov Lerm.	1952	—	56.2	85.3	100.3	59.5	42
—	1953	—	128.0	150.8	165.7	128.5	33
—	1954	—	101.2	113.8	118.7	96.1	42
Ødum	1952	—	116.6	131.0	134.5	126.1	39
—	1953	kålroer	134.5	138.7	140.0	137.4	43
—	1954	—	112.6	124.4	122.8	118.8	33
Tylstrup	1952	fodersukkerroer	103.1	101.5	106.8	104.9	35
—	1953	—	89.1	106.0	117.4	96.6	39
—	1954	—	117.2	130.1	137.1	122.2	35
Gens. af 14 forsøg i rodfrugt.			119.3	132.2	140.0	123.5	35
Askov Lerm..	1954	byg	29.2	34.7	37.7	31.7	42
Ødum.	1954	—	35.7	46.6	52.9	40.1	44
Tylstrup.	1954	—	17.8	30.1	42.0	15.2	35
Gens. af 3 forsøg i byg.			27.6	37.1	44.2	29.0	40

tralisation af 20 t ensilagesaft kun krævedes 100—300 kg CaCO_3 , og da forsøgene er anlagt på velkalkede jorder, er denne kalktilførsel undladt i nogle af de sidst anlagte forsøg.

Der er grundgødet med superfosfat og kaligødning samt med 300—400 kg salpeter pr. ha til roer og 0—200 kg til byg.

Hovedresultaterne af 14 forsøg i rodfrugt og 3 forsøg i byg er opført i tabel 1. Det ses heraf, at anvendelse af 30 tons ensilagesaft, indeholdende 26—44 kg kvælstof, har givet tydeligt merudbytte i 10 roeforsøg og 2 forsøg i byg. I et forsøg i roer, Askov 1954, og et i byg, Tylstrup 1954, synes ensilagesaften at have nedsat udbyttet, men dog ikke mere, end det kan tilskrives forsøgsfejl.

Virkningen af ensilagesaften har været temmelig ringe, idet udbyttet efter ensilagesaft oftest er mindre end efter 30 kg kvælstof givet i salpeter. Ud fra gennemsnitstallene kan beregnes, at 30 tons ensilagesaft til roer har haft samme virkning som 9 kg

kvælstof i salpeter og til byg som 5 kg kvælstof i salpeter. Da der i ensilagesaften er givet henholdsvis 35 og 40 kg kvælstof i de to serier, er værditallet for ensilagesaftens kvælstof henholdsvis 0,26 og 0,12, d. v. s., at 100 kg kvælstof i ensilagesaft kan erstatte af henholdsvis 26 og 12 kg kvælstof i salpeter.

Dette er lavere værdi for ensilagesaftens kvælstof, end der er regnet med i 475. beretning og 486. meddelelse, idet man her — alene ud fra laboratorieforsøg — har anslået kvælstoffets gødningsværdi til halvdelen af kunstgødningskvælstofs.

Både med hensyn til absolut merudbytte og ved sammenligning med kunstgødning har ensilagesaften i disse forsøg vist ringere virkning end i forsøgene på Næsgaard, hvor man i bederoer fik nogenlunde ens udbytte for ensilagesaft og for samme mængde kvælstof og kali i kunstgødning. Dog må det ved sammenligning mellem forsøgene på Næsgaard og forsøgsstationerne bemærkes, at merudbyttet for ensilagesaft ved forsøgsstationerne alene er kvælstofvirkning og dertil, at man på Næsgaard har udbragt ensilagesaften om foråret, medens den i de her refererede forsøg er udbragt i november. Efterårsudbringningen vil antagelig medføre et udvaskningstab af kvælstof på samme måde, som man kender det fra forsøg med staldgødning og ajle. Når man alligevel har anvendt efterårsudførsel, skyldes det, at ensilagesaftens kvælstofindhold er så lavt, at bevarelsen deraf ved opbevaring i beholder vinteren over ikke er økonomisk forsvarlig. Regnet efter kunstgødningsprisen 1955—56 har hele kvælstofindholdet i ensilagesaft fra roetop en værdi på ca. 3 kr pr. ton, medens forrentning og afskrivning af en beholder koster 5—7 kr. pr. m³ årlig.

Forsøg med ensilagesaft som kaligødning.

På tilsvarende måde som for kvælstofforsøgene er virkningen af ensilagesaften her målt imod forsøgsled med stigende mængder kaligødning. For at fjerne mest muligt af ensilagesaftens kvælstof gennem udvaskning i efterårstiden, var det planlagt, at ensilagesaften skulle udbringes tidligst muligt. Dette lykkedes ikke, idet forsøgene er anlagt mellem 2. og 24. november med ensilagesaft fra roetop med A.I.V.-syre. For at ensilagesaften skulle give størst mulig kalivirkning og mindst mulig

kvælstofvirkning, er roeforsøgene grundgødet med 1000 kg salpeter pr. ha og kornforsøgene med 300—350 kg.

Forsøgsplanen var:

- Ingen kaligødning.
- 60 kg K_2O pr. ha i 40—50 pct. kaligødning.
- 120 kg K_2O pr. ha i 40—50 pct. kaligødning.
- 30 t ensilagesaft pr. ha samt kalk til neutralisation.

Kalktilskuddet i led d er dog undladt i et par forsøg.

Der foreligger kun resultater af 6 forsøg i roer og 2 i byg, som er opført i tabel 2.

I roeforsøgene på Lundgaard og Ødum samt i bygforsøget på Lundgaard har jorden været så kalirig, at 60 og 120 kg K_2O i kunstgødning ikke har givet nogen sikker virkning. Når der alligevel her opnås et tydeligt merudbytte for ensilagesaft, kan dette ikke skyldes ensilagesaftens kali, men er antagelig en kvælstofvirkning.

I de tre forsøg på Tylstrup er der store udslag for kaligødning, men alligevel har gødskning med ensilagesaft med 103—146 kg K_2O givet tydeligt større udbytte end forsøgsleddet gødet med 120 kg K_2O i kunstgødning. Ensilagesaften har her virket både som kali- og kvælstofgødning.

Tabel 2. Forsøg med ensilagesaft som kaligødning.

Udbytte i hkg tørstof i rod + top eller i hkg kærne.

Forsøgssted	År	Afgrøde	Udbytte i hkg pr. ha				kg K_2O i 30 tons ensilage- saft
			kg K_2O pr. ha i kunstg.			30 tons ensilage- saft	
			0	60	120		
Lundgaard	1952	kålroer	109.9	111.6	109.5	116.6	114
—	1954	—	120.9	119.7	117.3	124.1	99
Ødum	1954	fodersukkerroer	142.7	147.3	141.7	148.6	108
Tylstrup	1952	—	81.3	95.9	97.7	103.6	103
—	1953	—	94.3	105.2	113.7	115.3	146
—	1954	—	128.1	131.1	139.3	152.8	127
Gens. af 6 forsøg i rodfrugt			112.9	118.5	119.9	126.9	116
Lundgaard	1954	byg	29.2	30.9	30.5	32.3	99
Ødum	1954	—	44.1	47.1	48.4	49.6	108

Ud fra det i mange forsøg fastslåede forhold, at kali i staldgødning har samme gødningsværdi som kali i kunstgødning (358. ber.), må man formode, at gødningsværdien af kali i ensilagesaft og kunstgødning er ens, og det lille forsøgsmateriale her kan kun bekræfte denne formodning.

Dertil har forsøgene her vist en kvælstofvirkning, der er væsentlig større end fundet i foran omtalte serie. Dette ses af følgende sammenligning, hvor grundgødningen med kvælstof er regnet med:

	Kvælstofforsøg, 14 forsøg i roer	hkg tørstof pr. ha
Led a.	3—400 kg salpeter + 114 kg K_2O i kunstgødning	119.3
- d.	do. + ensilagesaft, 35 kg N, 114 kg K_2O	123.5
Kaliforsøg, 6 forsøg i roer.		
Led c.	1000 kg salpeter + 120 kg K_2O i kunstgødning	119.9
- d.	do. + ensilagesaft, 42 kg N, 116 kg K_2O	126.9

De her viste forsøgsled er parvis gødet ens med salpeter og med lige store mængder kali, givet i henholdsvis 40—50 pct. kaligødning og ensilagesaft. Går man ud fra, at gødningsvirkningen af kali i de to gødninger er ens, må udbytteforskellene på henholdsvis 4,2 og 7,0 hkg tørstof tilskrives ensilagesaftens kvælstof. Til trods for den væsentlige større grundgødsning med salpeter i kaliforsøgene er ensilagesaftens kvælstofvirkning størst her. Som følge deraf må det lave værdital, 0,26, som foran omtalt blev fundet for ensilagesaftkvælstof, tages med noget forbehold.

Undersøgelser af ensilagesaftens kalkforbrug i jorden.

På fire forsøgssteder er der foretaget undersøgelser over ensilagesaftens indvirkning på jordens kalktilstand, idet der på enkelte parceller (60—100 m²) er givet 60 tons ensilagesaft fra roetop med A.I.V.-syre årlig (3 gange 20 tons) i 3 år. Der er hvert år udtaget jordprøver til bestemmelse af Rt og kalkbehov i de med ensilagesaft gødede og mellemliggende ubehandlede parceller. Disse parceller er gødet og dyrket som den øvrige mark, men der er ikke foretaget forsøgs-mæssig høstning. Tilførselen af disse store mængder ensilagesaft har ikke haft nogen synlig skadevirkning på afgrøderne.

Efter laboratorieundersøgelser skulle der 1050—1150 kg CaCO_3 til at neutralisere de ialt 180 tons ensilagesaft, der er anvendt. Da en sådan kalkmængde normalt kun ændrer reaktionstallet 0,1—0,3, er det forståeligt, at man ikke gennem jordbundsanalyser har fundet, at ensilagesaften ændrede væsentligt på jordens kalktilstand. Dette er vist gennem følgende reaktionstal i jordprøver udtaget ca. et år efter sidste safttilførsel (på Lundgaard dog efter 2. tilførsel).

Parcel	Behandling	Reaktionstal			
		Aarslev	Lundgaard	Askov	Ødum Lerm.
1	Ubehandlet.....	6.5	6.2	6.5	7.1
2	3 × 60 t ensilagesaft.....	7.2	6.0	6.4	7.1
3	Ubehandlet.....	7.2	6.0	6.3	7.2
4	3 × 60 t ensilagesaft + CaCO_3 til neutralisation.....	7.3	6.1	6.3	6.9
5	Ubehandlet.....	7.3	6.2	6.0	6.9

I de to foran omtalte forsøgsserier er der bestemt reaktionstal, fosforsyre- og kalital før og efter forsøgene, men de forskellige gødskninger har som venteligt ikke givet sig udslag i resultaterne af nævnte analyser.

Som nævnt i 475. beretning er laboratoriebestemmelser af ensilagesaftens syreindhold (titreringsaciditet) maksimumsværdier, og antagelig er de beregnede kalkmængder til neutralisation for store, idet en del af saftens syreindhold er organiske syrer, som nedbrydes i jorden. Når man så bemærker, at laboratoriebestemmelserne kun angiver 2—20 kg CaCO_3 til neutralisation af et ton ensilagesaft, vil det forstås, at man ikke behøver at tage meget hensyn til jordens kalktilstand ved anvendelse af ensilagesaft som gødning.

Iagttagelser over ensilagesaftens virkning på kløvergræs.

Ved Blangstedgaard, Askov Lermark og Ødum er der i 1952—54 gentagne gange udbragt ensilagesaft på vedvarende hvidkløvergræsmarker, og virkningen deraf er bedømt ud fra afgrødens udseende.

Ved at nedramme små pæle i alle hjørner, blev der afsat et passende antal parceller å 20 m². Disse parceller tilførtes i løbet

af året ensilagesaft af forskellig oprindelse. Ved hver udbringning tilførtes een parcel 15 tons saft pr. ha og dens naboparcel 30 tons. Der blev gjort notater om ensilagesaftens oprindelse og pH, samt om jordens fugtighedstilstand og afgrødens udvikling og udseende ved spredningen af ensilagesaften. Endvidere blev parcellerne eftersat gentagne gange i tiden efter safttilførselen, og ved den følgende afgræsning blev det bedømt, om kreaturerne vragede græsset på nogle af parcellerne. Der er årlig tilført ensilagesaft på 2—16 parceller hvert forsøgssted.

Hovedparten af iagttagelser er anlagt med ensilagesaft fra siloer med bederoetop tilsat A.I.V.-syre, og saften er udbragt i oktober-november. Dertil er der ved Ødum anvendt ensilagesaft fra et forsøg med lucerne tilsat henholdsvis ingenting, A.I.V.-syre, myresyre og Kofa. Udbringningen er sket såvel i september — med afgræsning samme år — som i november. Ved Askov er der endvidere i maj-juni udbragt ensilagesaft fra kløvergræs tilsat A.I.V.-syre, dog altid på våd jord, under eller efter regn. Tilsvarende udbringning er anvendt på hele marker.

I et par tilfælde mener man at have iagttaget en svag gulfarvning af afgrøden i de første dage efter tilførsel af 30 tons ensilagesaft. Men i hovedparten af iagttagelserne har man ikke kunnet se nogensomhelst skadelig virkning af at sprede 15—30 tons ensilagesaft på kløvergræs, og i intet tilfælde er iagttaget nogen tydelig virkning eller nogen forskel imellem afgræsningen på disse parceller og den øvrige mark. Da disse marker har været gødet stærkt med kaligødning, er der som venteligt heller ikke iagttaget nogen tydelig gavnlig virkning på kløveren. I 8. beretning fra Næsgaard nævnes det derimod, at man der mener at kunne se en gavnlig virkning på hvidkløver, hvor der i en årække er givet ensilagesaft på en vedvarende græsmark.

S A M M E N D R A G

For at undgå skadevirkninger i grundvand, dræn og naturlige vandløb anbefales det i 475. beretning at udkøre og sprede ensilagesaft på markerne i mængder på op til 25—30 tons pr. ha. Herved opnås en gødningsvirkning, der hovedsagelig skyldes ensilagesaftens kali- og kvælstofindhold.

14 forsøg i roer viser, at kvælstof i ensilagesaft udkørt i november har ca. $\frac{1}{4}$ værdi i forhold til salpeterkvælstof, men 6 andre forsøg i roer samt forsøgene på Næsgaard (hvor saften er udbragt om foråret) tyder på en noget højere gødningsværdi.

Det må formodes, at kali i ensilagesaft og almindelig kunstgødning har samme gødningsværdi, og det lille forsøgsmateriale her kan kun bekræfte denne formodning.

Det lille syreindhold — maksimalt svarende til 2—20 kg CaCO_3 pr. ton ensilagesaft — er uden betydning for afgrøder og jord.

Der er ikke iagttaget nogen skadevirkning af ensilagesaft på afgrøderne, selv ikke når saften gives direkte på kløvergræs.

De her omtalte forsøg giver ikke anledning til ændring i den i 486. meddelelse givne praktiske vejledning vedrørende anvendelse af ensilagesaft.