

Mekanisk jordbearbejdnings indflydelse på superfosfats bevægelse i jorden belyst ved hjælp af radioaktivt fosfor

Ved A. DAM KOFOED

582. beretning for Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Det har hidtil været et åbent spørgsmål, i hvor stor udstrækning plantenæringsstofferne flyttes fra det ene sted til det andet under jordens bearbejdning, og for at få klarhed over dette for markforsøget vigtige spørgsmål, er der i 1958 gennemført 2 forsøg på statens forsøgsstation ved Askov, hvor superfosfatets bevægelse som følge af jordbearbejdning er søgt belyst ved hjælp af radioaktivt fosfor. Målemetoderne er planlagt med bistand af mag. scient. C. G. Lamm, Lyngby. Det danske Gødnings-Kompagni har leveret det radioaktive superfosfat. Beretningen er udarbejdet af forstander A. Dam Kofoed.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Almindelige bemærkninger

Spørgsmålet om i hvilket omfang næringsstofferne flyttes ved jordens bearbejdning med plov og harve har ofte været diskuteret, uden at man hidtil har haft særlig gode muligheder for at trænge nærmere ind i dette problem. Dette er muligt nu ved anvendelse af radioaktive isotoper.

Ved hjælp af f. eks. radioaktivt superfosfat, som giver sig til kende gennem særlige analysemetoder, er man i stand til at konstatere, om noget af det radioaktive superfosfat under jordbehandlingen er flyttet fra det sted, det er givet, til et andet.

Problemet har især interesse i forbindelse med den teknik, der anvendes ved gennemførelse af f. eks. gødnings- og kalkforsøg, og det gælder i denne forbindelse navnlig spørgsmålet om værnebælternes størrelse i forhold til parcellerne.

Forsøgenes gennemførelse

På $3 \times 10 = 30$ m² blev der på Askov Lermark den 23. april 1958 udstrøet 3240 g radioaktivt superfosfat svarende til 1080 kg



Udstrøning af radioaktivt superfosfat under beskyttelse. Manden er iført blyforklæde, blyhandsker og maske.

radioaktivt superfosfat pr. ha. Den 16. maj anlagdes et tilsvarende forsøg på Askov Sandmark. Begge steder gennemførtes udstrøningen i godt vejr. Det radioaktive superfosfat havde en styrke på 0,25 mC/g P. 1 C = Curie angiver den mængde af isotopen, i hvilken $3,7 \times 10^{10}$ atomer vil henfalde i løbet af det næste sekund. Det udstrøede superfosfat var blandet med jord for at undgå superfosfatstøv, og den person, der foretog udstrøningen, var

under hele arbejdet behørigt beskyttet med blyforklæde, blyhandsker og maske, som det fremgår af hosstående billede.

Efter at det radioaktive superfosfat var udstrøet, blev det nedfældet, først med trærive og derefter med havefræser. Formålet



Radioaktiviteten måles ved hjælp af monitor.

med denne foranstaltning var at undgå, at traktorhjulene under første overkørsel skulle medbringe unormalt meget superfosfat.

Efter den lette nedbringning af det radioaktive superfosfat, påbegyndtes den egentlige jordbehandling af arealet. Denne bestod i følgende og skulle svare til et års jordbehandling, idet man begyndte med behandling svarende til efterårsbehandling:

- Harvning med multiplexharve
- Skræpløjning (3 tommer)
- 2 gange harvning med stubkultivator

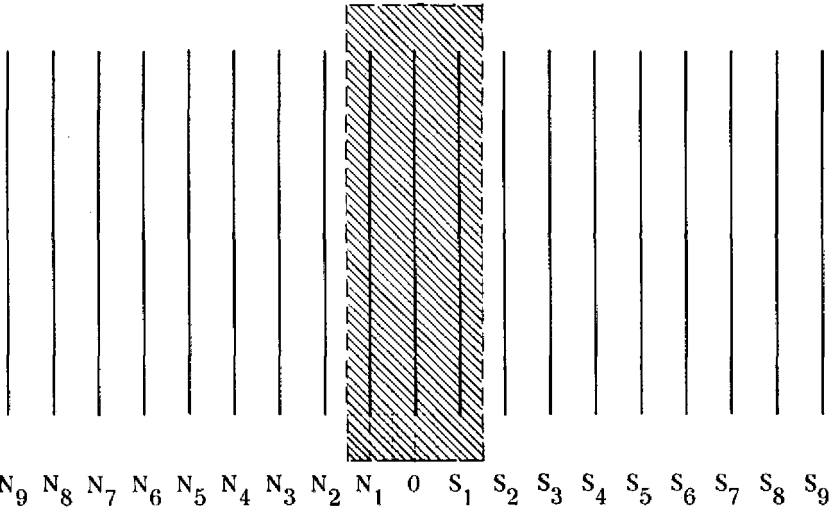


Fig. 1. Oversigt over udtagning af jordprøver, Askov Lermark. De enkelte linier angiver, hvor jordprøverne er udtaget.



Linierne afsættes.

Dybpløjning
 Harvning med multiplexharve
 Harvning med spidsharve

Derefter udtoges jordprøver efter følgende system, fig. 1.

Det i figuren skraverede område angiver det areal, $3 \times 10 = 30 \text{ m}^2$, hvorpå der er udstroet radioaktivt superfosfat. Linierne

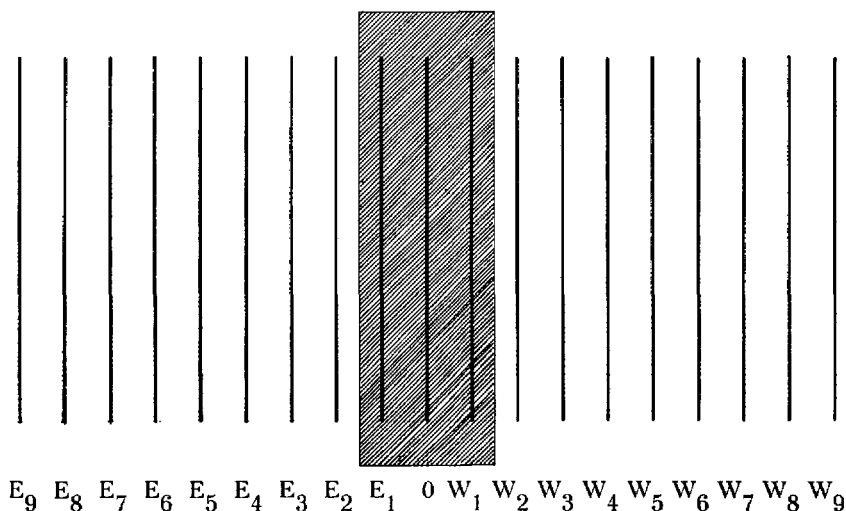


Fig. 2. Oversigt over udtagning af jordprøver. Askov Sandmark.

viser, hvor jordprøverne er taget. Linien i midten af parcellen er betegnet med 0 og de henholdsvis nord og syd for liggende linier er N₁, N₂ N₉ og S₁, S₂ S₉.

I selve parcellen udtoges 3 jordprøver å 15 stik efter 3 linier med 1 m afstand. En $\frac{1}{2}$ m fra parcelgrænsen til hver side og derefter med 1 m mellemrum mellem linierne udtoges yderligere 8 jordprøver i hver side til ialt $7\frac{1}{2}$ m fra parcelgrænsen. Efter denne metodik blev der udført »6 års« jordbehandling i løbet af 2 dage, og mellem »hvert års« behandling udtoges jordprøver.

Samme fremgangsmåde anvendtes på Askov Sandmark, som det ses af fig. 2. De henholdsvis øst og vest for 0-linien beliggende linier er her kaldt E og W.

Al jordbearbejdning er foretaget på tværs ad de linier, hvori jordprøverne er udtaget.

Analysemetode

På grundlag af en af mag. scient. *C. G. Lamm* angiven metode er jordprøverne undersøgt på Askov forsøgsstations laboratorium for indhold af radioaktivt superfosfat. Fremgangsmåden var følgende: De udtagne jordprøver blev tørret i 16 timer i tørreskab ved 60° C. Efter tørring sigtedes de gennem en 1 mm sigte,



Geigertæller og blyfårn til højre med Geiger-Müllerrør.

og jorden fra hver enkelt prøve blev godt blandet. Derefter er måling af radioaktiviteten foretaget direkte på den tørrede jord, som var fyldt i en 15 mm dyb porcelænsdigel med en overflade på 10 cm². Efter at digelen var fyldt og efter let bankning med en glaspind til opnåelse af konstant rumfang, blev overfladen »strøget af«. På hver jordprøve er udført 2—3 bestemmelser.

Målingerne blev foretaget i en Philips count scaler PW 4035 med Geiger-Müller rør, micavindue 27,8 mm (2,5—3,5 mg/cm²).

Forsøgsresultater

I de efterfølgende tabeller og grafiske fremstillinger er der gjort rede for de opnåede resultater.

ASKOV LERMARK

Tabel 1 viser målingerne fra Askov Lermark af cpm, (counts pr. minute = tællerstød pr. minut) tilbageregnet til udbringningsdagen den 23. april og korrigeret for baggrund.

Tabel 1. Overslæbningsforsøg, Askov Lermark
cpm tilbageregnet til udbringningsdatoen d. 23/4

»År«	1.	2.	3.	4.	5.	6.
N ₉			8	0	4	5
N ₈			11	7	3	16
N ₇			9	17	20	32
N ₆			10	25	27	35
N ₅	4	29	28	54	24	124
N ₄	10	37	90	120	76	152
N ₃	89	202	220	254	173	330
N ₂	464	538	577	446	343	558
N ₁	938	1126	712	804	720	699
O.....	1111	1276	1009	1433	995	795
S ₁	1144	643	1200	840	727	698
S ₂	279	466	665	571	650	384
S ₃	90	83	266	246	303	331
S ₄	11	26	70	80	154	176
S ₅		24	36	44	84	106
S ₆			13	25	46	38
S ₇			6	7	13	17
S ₈			1	3	11	16
S ₉			5	1	14	7
Sum	4140	4450	4936	4977	4387	4519

For ³²P er der regnet med 14,3 døgn halveringstid, og der er benyttet følgende formel ved korrektion for henfald:

$$K = 2^{\frac{\text{antal døgn}}{\text{halveringstid}}} \text{ hvoraf } cpm_2 \cdot K = cpm_1$$

K = omregningsfaktor for henfald

cpm₂ = det målte antal cpm en tilfældig dato (måledagen)

cpm₁ = cpm en bestemt dato (udbringningsdagen)

Antal døgn = forskellen i døgn mellem cpm₂ og cpm₁.

Det ses, at allerede efter »1. års« jordbehandling kan man med denne fintmærkende analysemetode finde radioaktiv fosforsyre på linierne N₅ og S₄, d.v.s. 3½ og 2½ m fra parcelgrænsen. Pløjeretningen er første gang fra nord til syd og modsat næste gang med fortsat skiften. »2. år« er der også mod syd målt udslæbning 3½ m fra parcelgrænsen. »3. år« finder man radioaktivt fosfor 7½ m udenfor parcellen til begge sider. Dette genfindes de følgende »år«, og de udslæbte mængder udtrykt ved cpm er voksende.

Hvor meget superfosfat, der flyttes ved den mekaniske jordbehandling, ses i tabel 2. Her er gødningsfordelingen angivet i ‰.

Tabel 2. Overslæbningsforsøg, Askov Lermark
Gødningsfordelingen i promille beregnet på grundlag af cpm

»År«	1.	2.	3.	4.	5.	6.
N ₉			2		1	1
N ₈			2	1	1	4
N ₇			2	3	5	7
N ₆			2	5	6	8
N ₅	1	7	6	11	5	27
N ₄	2	8	18	24	17	34
N ₃	22	45	45	51	39	73
N ₂	112	121	117	90	78	123
N ₁	227	253	144	162	164	155
O.....	268	287	204	288	227	176
S ₁	276	144	243	169	166	154
S ₂	67	105	135	115	148	85
S ₃	22	19	54	49	69	73
S ₄	3	6	14	16	35	39
S ₅		5	7	9	19	23
S ₆			3	5	11	8
S ₇			1	1	3	4
S ₈				1	3	4
S ₉			1		3	2
Sum.....	1000	1000	1000	1000	1000	1000

De i tabel 2 anførte tal er beregnet på grundlag af tabel 1 således, at det samlede antal cpm ialt for alle prøver det enkelte »år« sættes til 1000, og cpm i de enkelte prøver hvert enkelt år

er derefter omregnet i forhold hertil. Man får således udtrykt, hvor mange ‰ af superfosfatmængden, der er slæbt ud i forskellig afstand fra parcellen.

Det ses, at efter »1. år« er 67 til 112 ‰ af den tilførte superfosfatmængde genfundet $\frac{1}{2}$ m fra parcelgrænsen, stigende med »årene« efter jordbearbejdningens intensitet. Efter »6. års« jordbearbejdning finder man 73 ‰ af den tilførte fosformængde i en afstand af $1\frac{1}{2}$ m fra parcelgrænsen og 23—27 ‰ $3\frac{1}{2}$ m fra parcelgrænsen. Dette forhold illustreres tydeligt i figur 3.

Udslæbningen de enkelte »år« fremgår af søjlerne. Det ved den punkterede linie indrammede areal omfatter de $3 \times 10 = 30$ m², hvorpå der er givet radioaktiv gødning, ialt 1080 kg pr. ha. Ved prøveudtagningen er arealet delt i 3 lige store dele, der hver har fået en trediedel af gødningen. Derfor angives højden af ordinaten med $333\frac{1}{3}$ ‰.

I de »år«, hvor der er pløjet fra nord til syd, finder man mest fosforsyre i den sydlige halvdel af arealet og modsat, hvor der er pløjet fra syd til nord. Det ses, at efter »6. år« kan lidt mere end halvdelen af den udstrøede gødning som følge af jordbearbejdningen genfindes udenfor det areal, hvor den blev givet.

I nedenstående opstilling illustreres udslæbningen i forhold til en naboparcel med 1 m værnebælte.

Askov Lermark
Gødningsfordeling i ‰

»År«	Gødet parcel	Gødet parcel + 1 m værneparcel	Nabo- parceller
1.....	771	950	50
2.....	684	910	90
3.....	591	843	157
4.....	619	824	176
5.....	557	783	217
6.....	485	693	307

Efter et »års« jordbehandling er der 771 ‰ af den oprindeligt tilførte mængde superfosfat tilbage på den gødede parcel. I den gødede parcel + værneparcel på 1 m findes de 950 ‰, medens

Gødningsfordelingen
i 0/00 beregnet på
grundlag af cpm

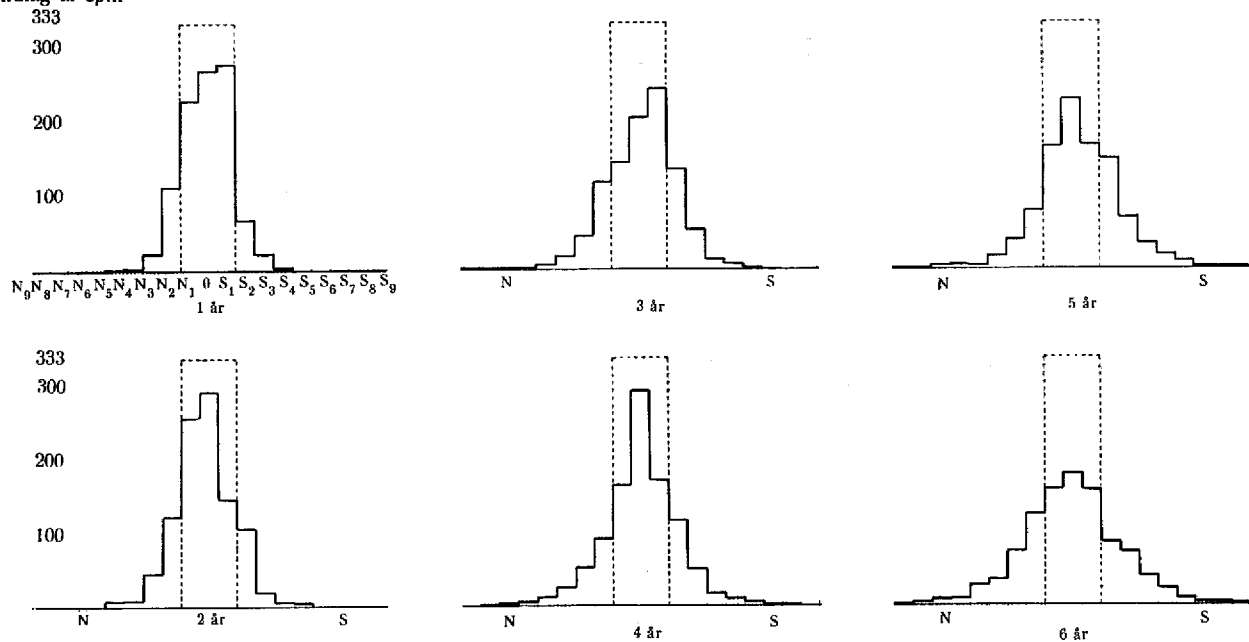


Fig. 3. Askov Lermark. Udslæbning af superfosfat de enkelte år.

50 ‰ er slæbt ud i naboparcellerne, her, hvor det drejer sig om lerjord. Udslæbningen stiger med jordbehandlingen. Efter »6. år« er kun halvdelen af den på parcellen tilførte mængde superfosfat tilbage, hvor den blev udstrøet. Regnes værneparcellen med, findes godt $\frac{2}{3}$ af superfosfatet i gødningsparcel + værneparcel og næsten $\frac{1}{3}$ findes i naboparcellerne.

ASKOV SANDMARK

Resultatet af forsøget på Askov Sandmark ses i tabel 3 og 4 samt af fig. 4. Tabel 3 viser målingerne af cpm tilbageregnet til udbringningsdagen og korrigeret for baggrund efter den side 291 anførte formel.

Tabel 3. Overslæbningsforsøg, Askov Sandmark
cpm tilbageregnet til udbringningsdatoen d. 16/5

»År«	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
E ₉					5		7
E ₈					7		10
E ₇			13	6	12		26
E ₆	4		17	16	14	39	22
E ₅	9		32	24	32	27	41
E ₄	28	28	115	56	106	55	77
E ₃	118	71	253	109	150	98	124
E ₂	245	231	373	189	227	192	187
E ₁	579	340	594	333	295	244	251
O.....	586	440	369	429	337	296	261
W ₁	340	420	307	426	254	271	230
W ₂	36	343	105	271	148	192	175
W ₃	7	87	37	183	85	153	103
W ₄		18	17	60	48	98	81
W ₅		8	7	35	27	67	41
W ₆			7	19	12	19	22
W ₇				7		10	10
W ₈				6		7	7
W ₉							7
Sum.....	1952	1986	2246	2169	1759	1768	1682

Man kan meget let afgøre pløjeretningen ved at se på tallene. Den har »1. år« været fra vest til øst. Man finder radioaktivt super-

fosfat på linien E₆, hvilket vil sige 4½ m fra den gødede parcel, medens man vest for ikke genfinder det radioaktive fosfor længere borte end 1½ m fra gødningsparcellen. Næste »år« med modsat pløjeretning er det radioaktive fosfor mod øst at finde på E₄, 2½ m fra gødningsparcellen, medens det mod vest findes på W₅ eller 3½ m fra parcellen. Pløjeretningen kan følges også de næste »år«, og efter 7. »år« kan der påvises radioaktivt superfosfat øst og vest for gødningsparcellen i en afstand af 7½ m.

De udslæbte mængder er angivet i ‰ i tabel 4.

Tabel 4. Overslæbningsforsøg, Askov Sandmark
Gødningsfordeling i promille beregnet på grundlag af cpm

»År«	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
E ₉					3		4
E ₈					4		6
E ₇			6	3	7		16
E ₆	2		8	7	8	22	13
E ₅	5		14	11	18	15	24
E ₄	14	14	51	26	60	31	46
E ₃	60	36	113	50	85	55	74
E ₂	126	116	166	87	129	109	111
E ₁	297	171	264	154	168	138	150
O.....	300	222	164	198	192	167	155
W ₁	174	211	137	196	145	153	137
W ₂	18	173	47	125	84	109	104
W ₃	4	44	16	84	48	87	61
W ₄		9	8	28	27	55	48
W ₅		4	3	16	15	38	24
W ₆			3	9	7	11	13
W ₇				3		6	6
W ₈				3		4	4
W ₉							4
Sum.....	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

1. »år« er der mod øst fundet 126 ‰ af det radioaktive superfosfat ½ m fra gødningsparcellen, mod vest kun 18 ‰, 2. »år« findes 116 ‰ ½ m fra gødningsparcellen mod øst og 173 ‰ i samme afstand mod vest. Desto mere jorden bearbejdes, jo læn-

Godningsfordelingen
i 0/00 beregnet på
grundlag af cpm

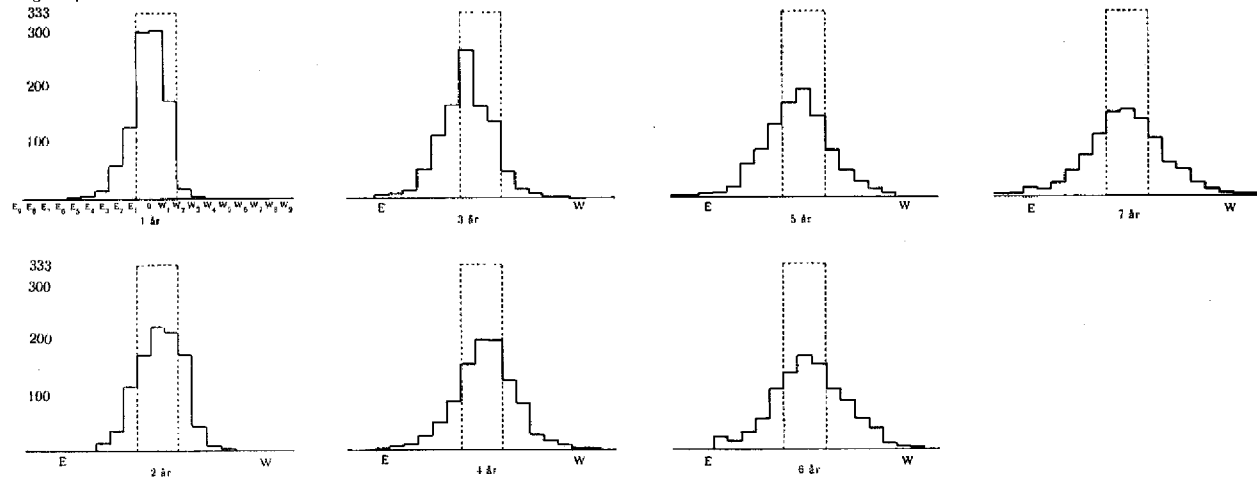


Fig. 4. Askov Sandmark. Udslibning af superfosfat de enkelte år.

gere ude finder man radioaktivt superfosfat. Efter 7. »år« 4 ‰ i hver side, 7½ m fra gødningsparcellen.

Hele forholdet er vist i den grafiske fremstilling, fig. 4. Det ses meget tydeligt, hvordan det radioaktive superfosfat er flyttet samtidig med pløjningen. Det ses endvidere meget overskueligt af den sidste figur, der viser forholdet det 7. »år«, at der er mindre end halvdelen af det oprindeligt tilførte superfosfat tilbage på gødningsparcellen.

Den udslæbte mængde fremgår af nedenstående oversigt.

»År«	Gødet parcel	Gødet parcel + 1 m værneparcel	Nabo- parceller
1.....	771	915	85
2.....	604	893	107
3.....	565	778	222
4.....	548	760	240
5.....	505	718	282
6.....	458	676	324
7.....	442	657	343

Linien er den samme som på Lermarken, men udslæbningen er endnu større. Efter 1. »år« er der 771 ‰ tilbage i gødningsparcellen af den oprindeligt udstrøede mængde. I gødningsparcel + værneparcel genfindes de 915 ‰, medens 85 ‰ er slæbt ud i naboparcellerne. For hvert »år« slæbes stadig mere ud, og efter 7. »år« er der kun 442 ‰ tilbage i gødningsparcellen, 657 ‰ i gødningsparcel + værneparcel, medens der findes 343 ‰ i naboparcellerne.

Måling af radioaktiv fosfat i afgrøderne

Med henblik på at kontrollere de på grundlag af jordprøverne opnåede resultater, er der gennemført analyser af de afgrøder, der er vokset, hvor det radioaktive superfosfat er anvendt. I forsøget på Askov Lermark var der byg og på Sandmarken kålroer.

Der er udtaget afgrødeprøver i hvert forsøg efter nøjagtig de samme linier som i fig. 1 og 2. Afgrødeprøverne i byg blev udtaget d. 18. juli og i kålroer d. 7. juni og den relative mængde radioaktivt fosfor blev bestemt. Resultaterne af de gennemførte målinger på byg og kålroer ses i tabel 5.

Tabel 5. Udslæbning af radioaktivt superfosfat belyst ved hjælp af fosforoptagelsen i byg og kålroer (gødningsfordelingen er beregnet i ‰ på grundlag af cpm)

Askov Lermark byg		Askov Sandmark kålroer	
N ₉	4	E ₉	8
N ₈	6	E ₈	11
N ₇	8	E ₇	15
N ₆	13	E ₆	21
N ₅	23	E ₅	34
N ₄	42	E ₄	51
N ₃	72	E ₃	80
N ₂	114	E ₂	84
N ₁	164	E ₁	104
O.....	180	O.....	143
S ₁	137	W ₁	132
S ₂	103	W ₂	100
S ₃	56	W ₃	81
S ₄	32	W ₄	50
S ₅	16	W ₅	36
S ₆	10	W ₆	20
S ₇	8	W ₇	15
S ₈	6	W ₈	9
S ₉	6	W ₉	6
Sum.....	1000	Sum.....	1000

Man finder her samme billede som vist på grundlag af jordprøver. Det er indres, at der på Lermarken med byg skal sammenlignes med resultaterne af jordprøverne for 6. »år« og for kålroer på Sandmarken med 7. »år«.

Oversigt over resultaterne efter de to forskellige metoder er vist i figur 5. Den fuldt optrukne linie viser udslæbningen belyst

Gødningsfordelingen
i 0/00 beregnet på
grundlag af cpm
333

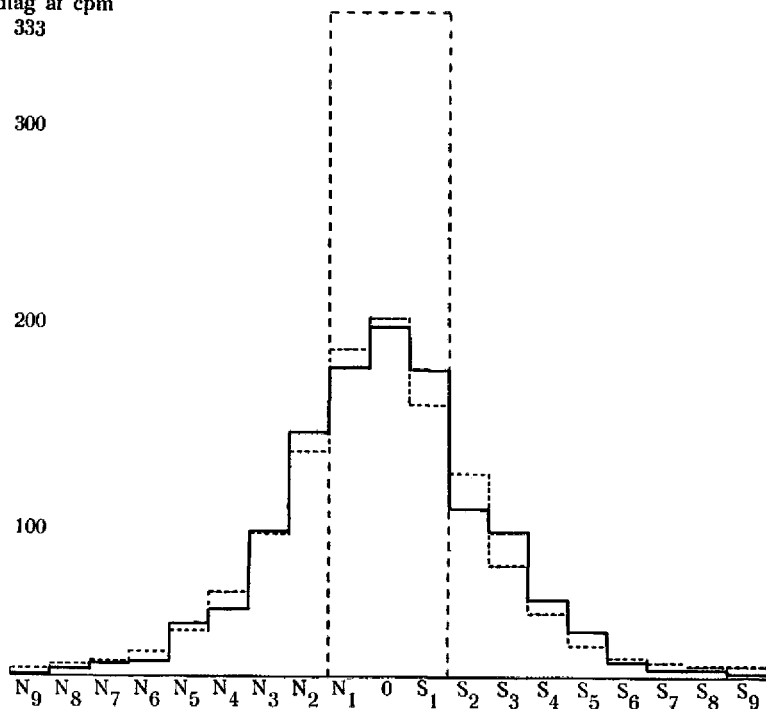


Fig. 5. Byg, Askov Lermark. Udslæbning af radioaktivt superfosfat efter »6 år« vist på grundlag af jordprøver og planternes optagelse af fosfor.

på grundlag af jordprøver, den punkterede linie viser den relative mængde radioaktivt fosfor, planterne under samme forhold har fundet. Efter »6. og 7. års« jordbehandling er jorden tilberedt til såning. Dette kan måske forklare lidt af den uoverensstemmelse, der er.

Når hensyn tages til de uundgåelige arbejdsfejl, må man sige, at de to kurver, bestemt på grundlag af uafhængige metoder, falder meget nær sammen.

Tilsvarende billede fra Sandmarken er vist i fig. 6. I linierne E₁ og E₂ er planter og jordprøver ikke helt enige om den relative mængde af radioaktivt superfosfat, men helhedsbilledet angående udslæbningen er meget nær det samme, enten den ene eller den

Gødningsfordelingen
i 0/00 beregnet på
grundlag af cpm

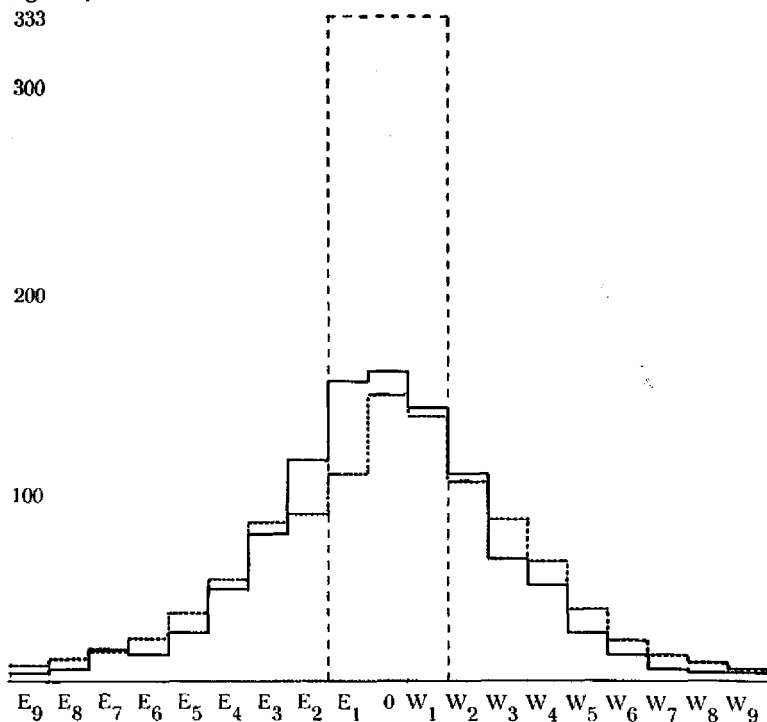


Fig. 6. Kålroer, Askov Sandmark. Overslæbning af radioaktivt superfosfat efter »7 år« vist på grundlag af jordprøver og planternes optagelse af fosfor.

anden metode bruges. Jordprøvemethoden er dog langt den nemmeste.

De anførte undersøgelser lider under den mangel, at det jo rent faktisk ikke er 6 eller 7 forskellige år, jordbearbejdningen har fundet sted i. Anvendelsen af radioaktivt superfosfat, der som tidligere omtalt har en halveringstid på 14,3 døgn, muliggør kun, at der arbejdes nogle få måneder med denne forbindelse. Man får således ikke at vide, hvorvidt det ville være gået på samme måde, dersom klimafaktoren kom til at spille ind i forbindelse med fosforsyrens fastlægnings gennem årene.

For nu at søge at få et billede af udslæbningen, når også årene og planternes bortførelse er med, udtoges jordprøver til fosforsyre-

bestemmelse i det gamle forsøg på Askov Lermark i en parcel, hvor der siden 1923 er givet $1\frac{1}{2}$ kunstgødning og en naboparcel, hvor der fra 1935 kun er givet kvælstof og kali, men ingen fosforsyre. Jordprøverne blev udtaget efter afsatte linier med 25 cm mellemrum. Resultaterne er vist i fig. 7.

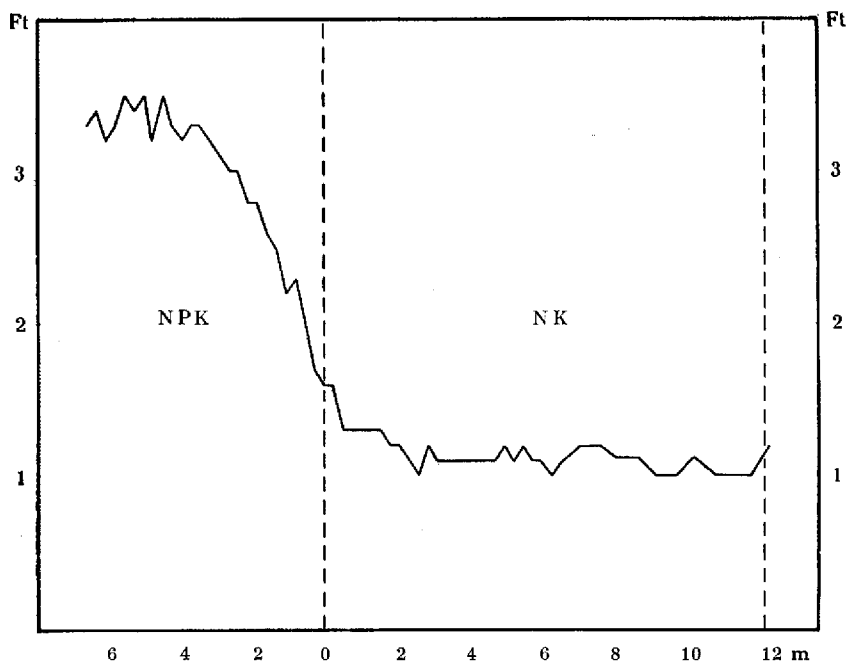


Fig. 7. Overslæbning af fosforsyre i de gl. forsøg B₃, Askov Lermark, målt ved Ft.

Der ses et tydeligt fald i Ft i den fuldt kunstgødede parcel begyndende 3 m fra den grænse, hvortil begge parceller er gødet. Ft i parcellen, $1\frac{1}{2}$ kunstgødning, er godt 3, men falder til godt 1,5 på grænsen mellem de to parceller, og faldet fortsætter yderligere, indtil der nås et Ft på godt 1 i den fosformanglende parcel 2 m inde i parcellen.

Denne undersøgelse, hvor det er fosforsyretallet, der er udtryk for fosformængden i jorden, tyder ligeledes på, at der under jordens bearbejdning er sket en flytning af den tilførte fosforsyre.

OVERSIGT

På Askov Lermark og Askov Sandmark er der i 1958 gennemført 2 forsøg med radioaktivt superfosfat, med det formål at undersøge, i hvilken grad superfosfat flyttes med redskaberne under jordens behandling.

Forsøgene er gennemført på den måde, at der er udstrøet radioaktivt superfosfat på 30 m² i en mængde, der svarer til 1080 kg pr. ha. Derefter er der foretaget, hvad der svarer til eet års normal jordbearbejdning på tværs af arealet, og jordprøver er udtaget for at måle udslæbningen. Denne fremgangsmåde er gennemført 6 gange (»år«) på Lermarken og 7 gange (»år«) på Sandmarken. Jordbearbejdningen blev gennemført på 2 dage.

De opnåede resultater fra begge forsøg stemmer nøje overens. Efter 1 »år« findes radioaktivt superfosfat på Askov Lermark 2½—3½ m udenfor den gødede parcel og på Askov Sandmark 1½—4½ m fra gødningsparcellen. Efter 6 »års« jordbehandling på Askov Lermark og 7 »år« på Askov Sandmark, er der fundet radioaktivt superfosfat 7½ m på hver side af gødningsparcellen.

De udslæbte mængder er ikke ubetydelige. Efter 1. »års« jordbehandling på Askov Lermark er der 771 ‰ af den oprindeligt tilførte mængde superfosfat tilbage på den gødede parcel. I den gødede parcel + værneparcel på 1 m findes de 950 ‰, medens 50 ‰ er slæbt ud i naboparcellen. Efter 6 »år« er der kun 485 ‰ af den på parcellen tilførte mængde superfosfat tilbage. Regnes værneparcelen med, findes 693 ‰ superfosfat i gødningsparcel + værneparcel og 307 ‰ findes i naboparcellen.

På Askov Sandmark fandtes efter 1. »år« ligeledes 771 ‰ tilbage i gødningsparcellen af den oprindeligt udstrøede mængde. I gødningsparcel + værnebælte kunne genfindes 915 ‰, medens 85 ‰ er slæbt ud i naboparcellen. Efter 7 »år« er der kun 442 ‰ tilbage i gødningsparcellen, 657 ‰ findes i gødningsparcel + værneparcel, og 343 ‰ er genfundet i naboparcellen.

De på grundlag af jordprøver opnåede resultater er kontrolleret gennem afgrødeanalyser. Der er udtaget afgrødeprøver af byg fra Askov Lermark og af kålroer fra Askov Sandmark. Afgrødeprøverne er udtaget i de samme linier som jordprøverne. Såvel i byg som i kålroer er der fundet radioaktivt fosfor i samme

afstand og meget nær i samme relative mængder som fundet gennem jordprøverne.

Da en undersøgelse over udslæbning af radioaktivt superfosfat rent faktisk ikke kan gennemføres over en længere årrække som følge af det radioaktive superfosfats henfald, har man gennem denne undersøgelse ikke kunnet belyse, om de klimatiske forhold har betydning for fosforsyrens udslæbning i forbindelse med dens fastlægning.

Der er søgt udtryk for dette gennem udtagning af jordprøver i de gamle forsøg på Askov. I naboparceller, hvoraf den ene har fået fuld kunstgødning siden 1923 og den anden kun kvælstof og kali siden 1935, er der udtaget jordprøver til bestemmelse af fosforsyretal efter linier med 25 cm mellemrum. Fosforsyretallet, der giver udtryk for jordens indhold af fosforsyre, er 3 i den fuldgødede parcel, men i den fuldgødede parcel 3 m fra grænsen mellem de 2 parceller begynder tallet at falde. Faldet hører ikke op på parcelgrænsen, men fortsætter 2 m ind i den ikke fosforsyregødede parcel. Denne undersøgelse tyder således også på, at der sker en ikke ubetydelig udslæbning af superfosfat med redskaberne.

Fra ældre kalkforsøg vidste man, at en sådan udslæbning fandt sted.

Et meget vigtigt spørgsmål i denne forbindelse er derefter, om den overslæbte gødning er fysiologisk aktiv eller borte set fra planternes synspunkt. Det er af betydning, at få svar på dette spørgsmål af 2 grunde.

1) Er den overslæbte gødning aktiv, må værneparcellerne gøres bredere. 2) Er den inaktiv, er der ingen eftervirkning.

Fortolkning af resultater fra forsøg med eengangsmængder må ses på baggrund af disse forhold.

SUMMARY

The aim of experiments was to investigate the extent to which superphosphate was shifted by the implements during cultivation. For this purpose two experiments were carried out at the Askov Research station in 1958 on clay loam and sandy loam respectively.

To a plot 3×10 metres, superphosphate, at the rate of 1080 kg/ha and labeled to 0,25 mc ³²P pr. g of phosphorus, was given by hand. It

was worked into the upper layer of the soil by help of hand rake and garden tiller.

Work equal to one year's normal cultivation was now carried out across the area and soil samples taken, this procedure replicated 6 times for the clay loam area and 7 times for the sandy loam area. Cultivations and soil sampling were finished in two days.

One year's normal cultivation consisted the treatments, following each other, this way: Spring-tooth harrow, ploughing (3 in. deep), double harrow (two times), ploughing (6 in. deep), spring-tooth harrow, spike-tooth harrow.

Figures 1 and 2 are illustrating the experimental area, the shaded parts have been dressed with superphosphate. The vertical lines, indicated by the letters N, S, E and W, the distance between each being 1 meter, are the lines along which the soil samples were collected.

Soil samples were dried, sieved and mixed, and smaller samples were counted directly with a G.M.-tube. Table 2 shows the results of the soil counting from the clay loam plot. The per mille radioactivity of the total, found after each "cultivation year" (år) is given as a function of the distance from the centerline of the plot, and in figure 3 these results are shown graphically. Correspondingly table 3 and figure 4 present the results from the sandy loam plot.

There was complete correlation between results from both experiments. After 1 "cultivation year" radioactive superphosphate was detected $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ metres outside the treated area in the clay loam plot and $1\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ metres outside the treated area in the sandy loam plot. After 6 "years" cultivation in the plots with loamy and 7 "years" with sandy soil radioactive superphosphate was detected $7\frac{1}{2}$ metres on either side of the treated areas.

Relatively large quantities of superphosphate were shifted. After 1 "years" cultivation in the clay plot 77,1 % of superphosphate originally applied remained in the dressed plot. 95 % was found in this plot plus the buffer area whilst 5 % had been shifted into the adjacent plots. After 6 "cultivation years" only 48,5 % superphosphate was found in the plot originally treated 69,3 % in this plot plus the buffer area and 30,7 % was found in the adjacent plots.

In the sandy soil plot (as with the clay plot) 77,1 % of the original superphosphate remained after 1 "cultivation year". 91,5 % was present in the treated plot plus buffer area whilst 8,5 % had been shifted to the adjacent plots. After 7 "cultivation years" only 44,2 % remained in the treated plot, 65,7 % in the treated plot plus buffer area and 34,3 % was recorded in the adjacent plots.

The results obtained, on the basis of soil samples, were checked by analyses of the growing crops. Crop samples of barley were taken from the clay plot and of swedes from the sandy plot. The crop and soil samples were taken from the same places within the experimental areas. Radioactive phosphorus was found in both barley and swedes

in the same relative quantities as in the corresponding soil samples. (Fig. 5 and 6).

Because of the short halflife of radioactive phosphorus it was not possible to carry out experiments over a number of years in order to establish whether or not climatic conditions had contributed to the shifting of phosphoric acid.

An attempt was made to establish this climatic influence by taking soils samples from the older experimental plots at Askov.

Samples for determination of the phosphoric acid content of the soil were taken in the two adjacent plots in lines at distances of 25 cm. One plot had been given full dressings of fertiliser since 1923 (NPK) and the other (NK) had since 1935 received only nitrogen and potassium. The phosphoric acid figure (which expresses the content of phosphoric acid in the soil) was 3 in the plot given complete dressings of fertilizer, however 3 metres from the borderline between the 2 plots but within the plot which had the full fertiliser treatment the figure began to fall. This fall did not stop at the borderline, but continued for 2 metres into the plot which was not dressed with phosphoric acid fertiliser. This investigation indicated that implements move considerable quantities of superphosphate. (Fig. 7).

The conclusion to be drawn must be that the accepted width of buffer areas in permanent trial plots should be reconsidered and when interpreting results of experiments with one application of fertiliser it must be borne in mind that a large part of the fertiliser originally applied to a particular plot may have been moved elsewhere over the years.

From older lime experiments we knew, that such a shift took place.

An important question in this connection then is, if the shifted fertiliser is physiologically active, or if it has disappeared seen from the point of view of the crop.

It is important to answer this question for 2 reasons.

- 1) If the shifted fertiliser is active, the buffer area must be wider.
- 2) If it is inactive, there is no residual effect.

Exposition of results from experiments with one time dressing of high amounts fertiliser are to be seen in background of this facts.