

BEITRAG ZUR BESTIMMUNG VON HERBIZID WIRKSAMEN s-TRIAZINEN MIT HILFE DER DÜNNSCHICHT-CHROMATOGRAPHIE

L. P. MANNER

Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien (Österreich)

(Eingegangen den 3. August 1965)

EINLEITUNG

Trisubstituierte 1,3,5-Triazine haben in den letzten Jahren immer weitere Anwendung im chemischen Pflanzenschutz als Herbizide gefunden. Gleichzeitig wurden auch verschiedene Methoden entwickelt um diese Substanzklasse bis zu möglichst geringen Mengen exakt analytisch zu erfassen. Zur Bestimmung der Triazin-Herbizide wurde die U.V.-Spektroskopie^{1,2}, die I.R.-Spektroskopie³, die Papier-Chromatographie⁴ und die Gas-Chromatographie⁵⁻⁸ herangezogen. Auch massanalytische^{9,10} und kolorimetrische¹⁰ Methoden wurden beschrieben.

HENKEL UND EBING¹¹ sowie HENKEL¹² berichten über die Dünnschicht-Chromatographie der herbizid wirksamen s-Triazine nach dem bereits STAMMBACH *et al.*⁸ mit dieser Methode Begleitstoffe der s-Triazine in technisch reinen Präparaten identifiziert und bestimmt haben. ABBOTT *et al.*¹³ beschreiben eine Methode zur Bestimmung der Triazin-Herbizide in Wasser und Böden. In diesem Zusammenhang ist es erwähnenswert, dass STAMMBACH und Mitarbeiter⁸ bei Verunreinigungen unter 1% die dünnschicht-chromatographische Methode der Gas-chromatographischen vorziehen, während bei Gehalten von über 1% die Gas-Chromatographie als besser geeignet betrachtet wird. HENKEL¹² berichtet über Trennungen von s-Triazinen mit gleichem Substituenten in 2-Stellung, sowie über die Abtrennung von einzelnen s-Triazinen von 3-Amino-1,2,4-Triazol. Nach HENKEL UND EBING¹¹ verhalten sich die von ihnen und von anderen Autoren untersuchten Detektionsmittel gegenüber den Triazin-Herbiziden nicht einheitlich^{4,14,15}.

Durch die vorliegende Arbeit sollte gezeigt werden, dass die eindimensionale Dünnschicht-Chromatographie einerseits die Möglichkeit bietet in einem Lauf eine Reihe von verschiedenen Triazin-Herbiziden einwandfrei zu trennen und andererseits eine zumindest semiquantitative Bestimmung der s-Triazine bis in die Grössenordnung von Nanomolen ermöglicht.

EXPERIMENTELLES

Materialien

Zur Herstellung der Fließmittel wurden Präparate "pro analisi" bzw. "für die Chromatographie" verwendet, nur wenn diese Reinheiten nicht handelsüblich waren, wurden Präparate "pro synthesis" der Fa. Merck verwendet. Chloroform wurde mit dem üblichen Zusatz von ca. 1% Äthanol verwendet.

TABELLE I

UNTERSUCHTE S-TRIAZINE

<i>Systematischer Name</i>	<i>X</i>	<i>R₁</i>	<i>R₂</i>	<i>Trivialname</i>
2-Chlor-4,6-bis(äthylamino)-1,3,5-triazin	Cl	NH-C ₂ H ₅	NH-C ₂ H ₅	Simazin
2-Chlor-4-äthylamino-6-isopropylamino-1,3,5-triazin	Cl	NH-C ₂ H ₅	NH-i-C ₃ H ₇	Atrazin
2-Chlor-4,6-bis(isopropylamino)-1,3,5-triazin	Cl	NH-i-C ₃ H ₇	NH-i-C ₃ H ₇	Propazin
2-Methoxy-4,6-bis(isopropylamino)-1,3,5-triazin	OCH ₃	NH-i-C ₃ H ₇	NH-i-C ₃ H ₇	Prometon
2-Methoxy-4,6-bis(γ -methoxypropylamino)-1,3,5-triazin	OCH ₃	NH-C ₃ H ₆ -OCH ₃	NH-C ₃ H ₆ -OCH ₃	G 34.690
2-Methylthio-4-äthylamino-6-isopropylamino-1,3,5-triazin	SCH ₃	NH-C ₂ H ₅	NH-i-C ₃ H ₇	Ametryn
2-Methylthio-4,6-bis(isopropylamino)-1,3,5-triazin	SCH ₃	NH-i-C ₃ H ₇	NH-i-C ₃ H ₇	Prometryn
2-Methylthio-4-methylamino-6-isopropylamino-1,3,5-triazin	SCH ₃	NH-CH ₃	NH-i-C ₃ H ₇	Desmetryn= Semeron

Die eingesetzten Herbizide waren technisch reine Produkte. Die in die Untersuchung einbezogenen s-Triazine sind in Tabelle I zusammengefasst.

Herstellung der Dünnschichten

Glasplatten in der Grösse 20 × 20 cm wurden in einem Streichgerät der Fa. Camag in einer Dicke von 0.25 mm beschichtet. Als Sorptionsmittel wurde Kieselgel GF₂₅₄ der Fa. Merck verwendet. Die gestrichenen Platten wurden mindestens 30 min an der Luft getrocknet und anschliessend während 60 min bei 110° aktiviert.

Auftragen der Substanzen und Entwicklung

Die Herbizide wurden mit einer Mikropipette als 0.05 %ige Lösung in Chloroform auf die Platten aufgebracht.

Die Platten wurden frühestens 30 min nach einfüllen des Fliessmittels in die Kammern entwickelt. Die Kammern waren nicht mit Filtrierpapier ausgekleidet (Normalsättigung). Die Chromatogramme wurden aufsteigend entwickelt. Nach maximal drei Entwicklungen wurde das Fliessmittel erneuert.

Detektion der Flecken

Die Lokalisierung der s-Triazine auf den entwickelten Platten erfolgte durch Betrachten der Platten unter einer Camag-Analysenlampe bei einer Wellenlänge von 254 nm. Dabei erscheinen die Flecken der s-Triazine schwarzbraun auf hellgrün fluoreszierendem Untergrund. Da die Herbizide bei dieser Art der Lokalisierung keine chemischen Reaktionen eingehen, erscheint diese Technik gegenüber der Lokalisierung durch Farbreaktionen vorteilhafter. Es ist möglich die Substanzen nach der Entwicklung der Platten zu eluieren und weiterzuverarbeiten, bzw. einer zweiten Bestimmung nach einer anderen Methode zuzuführen, was insbesondere bei Mischungen verschiedener s-Triazine wertvoll sein kann.

Qualitative Untersuchungen

Um die verwendeten Triazin-Herbizide zu trennen, wurden verschiedene Fließmittel auf ihre Eignung untersucht. Die verwendeten Fließmittel sind in Tabelle II, die R_F -Werte der untersuchten *s*-Triazine darin, in Tabelle III zusammengefasst.

Die kleinsten Substanzmengen, die nach der Methode der Fluoreszenzlöschung auf den entwickelten Platten noch eindeutig nachweisbar waren, sind in Tabelle IV zusammengestellt.

Nach den in Tabelle III angegebenen R_F -Werten erschienen die Fließmittel 39, 55, 59, 62, 82, 83, 88 und 90 besonders geeignet um gute Trennungen der einzelnen

TABELLE II

UNTERSUCHTE FLIESSMITTEL

<i>Fließmittel</i> Nv.	<i>Zusammensetzung (v:v:v)</i>	
1 ⁸	Essigsäure-äthylester-Ligroin (100-140°)	3:7
2 ⁸	Benzol-Eisessig	1:1
3 ⁸	Essigsäure-äthylester-Ligroin (100-140°)	7:3
4 ⁸	Benzol-Chloroform-Essigsäure-äthylester	4:4:2
5 ⁸	Chloroform-Äthanol-Essigsäure-äthylester	90:5:5
6 ⁸	Toluol-Eisessig-Wasser	50:50:5
7 ⁸	Benzol-Chloroform-Essigsäure-äthylester	5:4:1
8	Chloroform-Acetonitril	1:1
9	Acetonitril-Chloroform	3:2
10	Chloroform-Acetonitril	8:2
11	Benzol-Acetonitril	8:1
12	Benzol-Acetonitril	8:2
13	Toluol-Acetonitril	8:1
14	Chloroform	
15	Tetrachlorkohlenstoff-Acetonitril	8:1
16	Diäthyläther	
17	Chloroform-Diäthylamin	7:1
18	Chloroform-Diäthylamin	95:5
19	Toluol-Diäthylamin	95:5
20	<i>n</i> -Hexan-Diäthylamin	90:5
21	<i>n</i> -Hexan-Diäthylamin	9:1
22	<i>n</i> -Hexan-Diäthylamin-Acetonitril	90:5:3
23	<i>n</i> -Hexan-Diäthylamin-Essigsäure-äthylester	90:10:5
24	<i>n</i> -Hexan-Diäthylamin-Acetonitril	80:10:5
25	<i>n</i> -Hexan-Diäthylamin-Essigsäure-äthylester	8:1:1
26	<i>n</i> -Hexan-Diäthylamin-Diäthyläther	8:1:1
27	<i>n</i> -Hexan-Diäthylamin	8:2
28	<i>n</i> -Hexan-Diäthyläther	8:2
29	<i>n</i> -Hexan-Essigsäure-äthylester	8:2
30	<i>n</i> -Hexan-Diäthyläther	6:3
31	Tetrachlorkohlenstoff-Acetonitril	8:2
32	Tetrachlorkohlenstoff-Acetonitril-Diäthylamin	8:1:1
33	<i>n</i> -Hexan-Diäthyläther-Diäthylamin	6:3:1
34	<i>n</i> -Hexan-Essigsäure-äthylester-Acetonitril	5:4:1
35	<i>n</i> -Hexan-Diäthyläther-Acetonitril	5:4:1
36	<i>n</i> -Hexan-Diäthyläther-Acetonitril	6:4:2
37	<i>n</i> -Hexan-Essigsäure-äthylester-Acetonitril	7:2:1
38	<i>n</i> -Hexan-Chloroform-Acetonitril	5:4:1

(Fortsetzung, S. 433)

TABELLE II (Fortsetzung)

<i>Fließmittel Nr.</i>	<i>Zusammensetzung (v:v:v)</i>	
39	Benzol-Chloroform-Acetonitril	8:1:1
40	<i>n</i> -Hexan-Benzol-Acetonitril	5:4:1
41	Pentan-Chloroform-Acetonitril	5:4:1
42	<i>n</i> -Hexan-Benzol-Acetonitril	5:4:2
43	<i>n</i> -Hexan-Tetrachlorkohlenstoff-Acetonitril	5:5:1
44	Benzol-Tetrachlorkohlenstoff-Acetonitril	8:1:1
45	Benzol-Acetonitril-Tetrachlorkohlenstoff	8:2:1
46	Benzol-Diäthylamin	90:5
47	Diäthylamin-Wasser	1:1
48	Acetonitril-Wasser	1:1
49	Schwefelkohlenstoff	
50	Schwefelkohlenstoff-Chloroform-Acetonitril	4:1:1
51	Schwefelkohlenstoff-Benzol-Acetonitril	5:2:1
52	Schwefelkohlenstoff-Benzol-Acetonitril	5:4:1
53	Schwefelkohlenstoff-Diäthyläther-Acetonitril	5:2:1
54	Schwefelkohlenstoff-Diäthyläther-Acetonitril	7:2:1
55	Schwefelkohlenstoff-Benzol-Acetonitril	4:5:1
56	Schwefelkohlenstoff-Benzol-Acetonitril	4:5:2
57	Schwefelkohlenstoff-Diäthyläther	7:2
58	Schwefelkohlenstoff-Tetrachlorkohlenstoff-Acetonitril	6:3:1
59	Schwefelkohlenstoff-Diäthyläther	7:3
60	Schwefelkohlenstoff-Diäthyläther	7:4
61	Schwefelkohlenstoff-Essigsäure-äthylester	7:3
62	Schwefelkohlenstoff-Essigsäure-äthylester	7:2
63	Schwefelkohlenstoff-Chloroform-Acetonitril	5:4:1
64	Schwefelkohlenstoff-Essigsäure-äthylester	8:1
65	Toluol-Schwefelkohlenstoff-Acetonitril	5:4:1
66	Schwefelkohlenstoff-Aceton	8:1
67	Schwefelkohlenstoff-Essigsäure-äthylester	8:2
68	Schwefelkohlenstoff-Butanol-1	8:1
69	Chlorbenzol-Acetonitril	8:1
70	Chlorbenzol-Acetonitril	8:2
71	Chlorbenzol-Diäthylamin	90:5
72	Chlorbenzol-Diäthylamin	9:1
73	Schwefelkohlenstoff-Chlorbenzol-Acetonitril	6:2:1
74	Schwefelkohlenstoff-Chlorbenzol-Acetonitril	6:3:2
75	Tetrachlorkohlenstoff-Diäthylamin-Acetonitril	90:5:5
76	Tetrachlorkohlenstoff-Diäthylamin	90:5
77	Cyklohexan-Diäthylamin	90:5
78	Cyklohexan-Diäthylamin	9:1
79	Tetrachlorkohlenstoff-Diäthylamin	9:1
80	Benzol-Diäthylamin-Acetonitril	90:5:5
81	Schwefelkohlenstoff-Dioxan	7:2
82	Schwefelkohlenstoff-Essigsäure- <i>n</i> -butylester	7:2
83	Schwefelkohlenstoff-Essigsäure- <i>n</i> -butylester	7:3
84	Schwefelkohlenstoff-Dioxan	8:2
85	Benzol-Eisessig	7:1
86	<i>n</i> -Hexan-Essigsäure- <i>n</i> -butylester	8:2
87	Cyklohexan-Tetrachlorkohlenstoff-Diäthylamin	50:50:5
88	<i>n</i> -Hexan-Essigsäure- <i>n</i> -butylester	7:3
89	Benzol-Chloroform-Essigsäure- <i>n</i> -butylester	5:4:1
90	<i>n</i> -Hexan-Essigsäure- <i>n</i> -butylester	7:4
91	Schwefelkohlenstoff-Eisessig	8:1

TABELLE III

 R_F WERTE $\times 100$

Fliessmittel	Simazin	Atrazin	Ametryn	Propazin	Prometon	Prometryn	Desmetryn	G. 34.690
1	33	43	42	50	21	50	26	01
2	100	100	90	100	93	93	—	—
3	—	83	83	83	59	85	—	10
4	—	—	47	52	26	56	—	—
5	57	57	65	65	45	58	—	—
6	88	87	82	88	80	83	—	—
7	17	21	24	35	17	42	—	—
8	—	—	—	—	81	—	—	38
9	—	—	—	—	88	—	—	42
10	64	75	82	85	67	91	66	17
11	27	37	42	40	18	44	30	02
12	49	54	59	64	41	74	56	06
13	23	30	34	38	20	44	30	02
14	06	09	08	13	09	14	08	00
15	30	35	39	36	20	34	26	05
16	100	100	100	100	100	100	100	—
17	91	94	100	100	100	100	96	96
18	69	70	68	65	56	59	48	52
19	37	45	49	51	44	53	40	25
20	10	16	20	26	17	28	10	03
21	19	27	32	42	31	53	24	11
22	15	22	24	27	19	30	19	05
23	24	33	43	52	35	58	27	10
24	37	45	47	53	37	53	33	15
25	36	48	49	64	46	68	40	21
26	30	40	42	50	37	57	32	15
27	57	67	71	84	67	93	61	38
28	04	08	09	13	03	16	06	00
29	23	35	32	45	15	44	23	00
30	09	16	16	23	05	24	09	00
31	53	56	60	54	39	85	61	15
32	87	93	96	95	93	96	87	78
33	45	60	62	72	55	72	43	23
34	74	86	85	92	61	90	73	12
35	43	52	55	60	44	63	47	10
36	52	57	60	62	58	65	58	18
37	42	54	57	65	38	65	44	06
38	36	44	52	56	41	68	40	05
39	22	31	39	41	19	51	28	01
40	21	30	34	37	21	43	27	02
41	46	58	65	68	51	78	47	06
42	50	58	62	63	45	64	51	09
43	14	20	30	28	14	43	19	02
44	23	32	39	39	19	47	28	02
45	49	59	66	65	41	74	51	06
46	38	47	53	43	47	58	42	30
47	100	100	100	100	100	100	100	82
48	100	87	87	87	100	87	100	100
49	00	00	00	00	00	00	00	00
50	60	67	77	72	64	80	64	34
51	24	30	38	41	33	60	42	07
52	20	26	33	30	16	39	25	02
53	65	76	90	84	50	92	62	25
54	50	64	77	69	30	78	40	08

(Fortsetzung, S. 435)

TABELLE III (Fortsetzung)

<i>Fließmittel</i>	<i>Simazin</i>	<i>Atrazin</i>	<i>Ametryn</i>	<i>Propazin</i>	<i>Prometon</i>	<i>Prometryn</i>	<i>Desmetryn</i>	<i>G. 34.690</i>
55	23	30	38	36	17	44	26	02
56	50	58	65	63	40	67	51	09
57	11	17	23	23	06	33	15	00
58	21	25	32	27	21	41	24	10
59	19	29	34	37	12	50	24	01
60	30	46	47	51	17	60	33	02
61	55	73	76	83	36	88	60	03
62	33	48	52	59	20	67	37	01
63	35	48	57	55	35	72	41	05
64	12	21	25	27	07	34	16	00
65	21	26	30	29	17	36	26	03
66	34	43	48	46	22	55	34	06
67	36	48	58	64	22	72	38	01
68	73	82	82	82	82	82	82	08
69	19	26	32	34	16	41	25	02
70	36	41	46	48	29	54	40	04
71	37	48	54	58	50	62	42	31
72	53	63	66	70	62	73	56	49
73	17	21	23	22	15	29	22	04
74	42	44	48	48	43	55	48	17
75	39	49	51	51	39	64	31	13
76	13	22	31	30	26	40	18	07
77	09	16	20	26	17	33	12	04
78	23	34	38	47	33	54	24	09
79	35	49	58	60	51	73	38	30
80	48	62	67	68	57	79	53	37
81	70	81	87	85	63	91	77	26
82	20	36	39	46	10	56	23	00
83	29	47	52	62	13	71	32	00
84	52	70	80	79	58	89	73	21
85	76	76	53	76	45	56	46	09
86	10	20	19	35	05	31	09	00
87	14	20	25	26	18	31	13	05
88	19	40	31	56	10	47	16	00
89	09	17	21	25	10	34	12	00
90	28	47	39	63	15	57	24	00
91	40	40	33	40	26	36	30	03

TABELLE IV

NACHWEISGRENZEN

<i>Substanz</i>	<i>ng</i>	<i>nMol</i>
Simazin	300	1.5
Atrazin	500	2.3
Ametryn	200	0.9
Propazin	200	0.9
Prometon	700	3.1
Prometryn	200	0.8
Desmetryn	200	0.9
G 34.690	2000	7.8

s-Triazine voneinander zu erreichen. Eine Überprüfung der Trennmöglichkeiten ergab folgende Resultate:

Fliessmittel 39: Die Trennung Ametryn-Propazin gelingt nur unbefriedigend, die Trennung von anderen Substanzpaaren gut.

Fliessmittel 55: Die Trennung Semeron-Atrazin und Propazin-Ametryn gelingt nur unbefriedigend, die Trennung von anderen Substanzpaaren gut.

Fliessmittel 59: Die Trennung Simazin-Semeron und Ametryn-Propazin gelingt nur unbefriedigend, die Trennung von anderen Substanzpaaren gut.

Fliessmittel 62: Bei einer Laufstrecke von 10 cm gelingt die Trennung Simazin-Semeron nur unbefriedigend, bei einer Laufstrecke von 15 cm lassen sich alle untersuchten Triazine gut auftrennen.

Fliessmittel 82: Die Trennung Simazin-Semeron gelingt nur unbefriedigend, die Trennung von anderen Substanzpaaren gut.

Fliessmittel 83: Die Trennung Simazin-Semeron gelingt nur unbefriedigend, die Trennung von anderen Substanzpaaren gut.

Fliessmittel 88: Die Trennung Prometryn-Propazin gelingt nur unbefriedigend, die Trennung von anderen Substanzpaaren gut.

Fliessmittel 90: Die Trennung Prometryn-Propazin gelingt nur unbefriedigend, die Trennung von anderen Substanzpaaren gut.

Quantitative Bestimmungen

Für die quantitativen Bestimmungen wurden die selben Substanzen, das selbe Sorptionsmittel und gleich präparierte Platten wie für die qualitativen Trennver-

TABELLE V

BELEGANALYSEN

Produkt	Enthaltene Triazine	Gefundene Werte (%)	Vom Hersteller angegebene Werte (%)
A	Simazin	49 ± 15	50
B	Atrazin	45 ± 10	50
C	Atrazin	1.7 ± 0.8	2
D	Prometryn	48 ± 14	50
E	Atrazin und Prometryn	29 ± 5	33.3
		16 ± 5	16.7
F	Simazin und Prometryn	22 ± 5	20
		33 ± 9	35
G	Simazin und Prometryn	13 ± 4	15
		35 ± 10	40
H	Prometryn und Propazin	35 ± 5	40
		15 ± 3	15
I	Desmetryn	30 ± 8	25
K*	Atrazin	34 ± 6	30
L	Atrazin und Ametryn	25 ± 5	33.3
		17 ± 5	16.7
	Atrazin (2. Bestimmung)	28 ± 3	

* Dieses Produkt enthielt ausser Atrazin noch 2,4,5-T und MCPB als Wirkstoffe.

suche verwendet. Zur Entwicklung fanden die Fließmittel Nr. 1 und 7 Verwendung. Auf einer Platte wurden verschiedene Mengen Vergleichssubstanz und gleiche Mengen der zu untersuchenden Lösung bzw. verschiedene Mengen der zu untersuchenden Lösung und gleiche Mengen Vergleichssubstanz aufgetragen. Die Auswertung der entwickelten Platten geschah durch Betrachten im U.V.-Licht einer Camag-Analysenlampe bei 254 nm und Vergleich der Flecken wie von STAHL¹⁶ beschrieben. Bestimmt wurde der Gehalt an verschiedenen s-Triazinen in handelsüblich formulierten Produkten und die erhaltenen Werte dem vom Hersteller angegebenen Gehalt gegenübergestellt (Tabelle V). Die festen, formulierten Produkte wurden mit Chloroform behandelt, der unlösliche Rückstand verworfen und die überstehende, chloroformische Lösung zur Bestimmung verwendet. Die angegebenen Analysenergebnisse sind Mittelwerte aus zehn bis fünfzehn Bestimmungen.

ERGEBNISSE

Es konnte gezeigt werden, dass es möglich ist, alle acht untersuchten trisubstituierten s-Triazine in einem Lauf mit Hilfe der eindimensionalen Dünnschicht-Chromatographie zu trennen. Durch die Lokalisierung der Flecken durch Fluoreszenzlöschung werden die Substanzen auch bei einer quantitativen Auswertung der Dünnschicht-Chromatogramme nicht chemisch verändert. Diese Methode zur Detektion der s-Triazine ist zeitlich weniger aufwendig als die verschiedenen Nachweisreaktionen mit Hilfe von Sprühreagenzien und ergibt darüber hinaus in einzelnen Fällen den Vorteil, geringere Substanzmengen als bisher erkennen zu können. Ausserdem ist die Möglichkeit gegeben, die getrennten Substanzen zu eluieren und einer anderen quantitativen Bestimmung zuzuführen. Die Dünnschicht-Chromatographie ist in diesem Fall also eine Clean-up-Methode, die in kurzer Zeit quantitative Bestimmungen der Triazin-Herbizide ermöglicht oder zumindest eine weitgehende Abtrennung der Herbizide von allfällig anwesenden Begleitsubstanzen erlaubt. Es erscheint aussichtsreich, diese Methode auf ihre Brauchbarkeit zur Bestimmung von s-Triazinen in Böden und in biologischem Material zu prüfen. Versuche in dieser Richtung sind in diesem Laboratorium im Gange.

DANK

Herrn Hofrat Prof. Dr. Dipl. Ing. F. BERAN, Direktor der Bundesanstalt für Pflanzenschutz sei an dieser Stelle bestens für die Problemstellung und fruchtbare Diskussion gedankt.

ZUSAMMENFASSUNG

Acht verschiedene Triazin-Herbizide (Tabelle I) wurden durch eindimensionale Dünnschicht-Chromatographie in einem Lauf auf fluoreszierenden Kieselgelschichten getrennt. Die Lokalisierung der Flecken erfolgte durch Fluoreszenzlöschung. Es wurde gezeigt, dass die Methode auch zur quantitativen Schnellbestimmung von s-Triazinen geeignet ist.

SUMMARY

Eight triazine herbicides (Table I) were separated by one-dimensional thin-layer chromatography by a single development on fluorescent silica gel layers. The spots were detected by their fluorescence quenching effect. It has been demonstrated that this method can also be used for the rapid quantitative estimation of s-triazines.

LITERATUR

- 1 R. DELLEY, Anal. Laboratorien der J.R. Geigy A.G., Basel, unveröffentlichte Arbeit.
- 2 A. A. PETUNOVA UND E. E. MARTINSON, *Fiziol. Rast*, 10 (1963) 729.
- 3 J. JÖRG UND E. KRAMAR, *Pflanzenschutz Ber.*, 32 (1965) 129.
- 4 A. MAJOR, JR., *J. Assoc. Offic. Agr. Chemists*, 45 (1962) 679.
- 5 H. G. HENKEL UND W. EBING, *J. Gas Chromatog.*, 2 (1964) 215.
- 6 C. A. BENFIELD UND E. D. CHILWELL, *Analyst*, 89 (1964) 475.
- 7 E. D. CHILWELL UND D. HUGHES, *J. Sci. Food Agr.*, 13 (1962) 425.
- 8 K. STAMMBACH, H. KILCHER, K. FRIEDRICH, M. LARSEN UND G. SZEKELY, *Weed Res.*, 4 (1964) 64.
- 9 R. SUTER, Anal. Laboratories der J.R. Geigy A.G., Basel, unveröffentlichte Arbeit.
- 10 L. J. GAVRILOVA, *Gigiena i Toksikol. Novykh Pestitsidov i Klinika Otravlenii, Dokl. 2-oi (Vtoroi) Vses. Konf. 1962*, 112.
- 11 H. G. HENKEL UND W. EBING, *J. Chromatog.*, 14 (1964) 283.
- 12 H. G. HENKEL, *Chimia (Aarau)*, 18 (1964) 252.
- 13 D. C. ABBOTT, J. A. BUNTING UND J. THOMSON, *Analyst*, 90 (1965) 356.
- 14 *Anfärbereagenzien für Dünnschicht- und Papier-Chromatographie*, E. Merck A.G., Darmstadt.
- 15 L. C. MITCHELL, *J. Assoc. Offic. Agr. Chemists*, 44 (1961) 643.
- 16 E. STAHL, *Dünnschicht-Chromatographie, ein Laboratoriums-Handbuch*, Springer, Berlin, 1962.

J. Chromatog., 21 (1966) 430-438