

Zur Bekämpfung der Erdbeermilbe (*Cyclamenmilbe*) *Steneotarsonemus pallidus* (Banks 1901), 4. Beitrag¹⁾

Von H.W.K. Müller, Staatsinstitut für Angewandte Botanik, Pflanzenschutzamt, Hamburg

I. Einleitung

Seit der Veröffentlichung und Propagierung unseres Feldspritz- und Tauchverfahrens zur Bekämpfung der Erdbeermilbe (Hahmann und Müller 1951) ist diese chemische Bekämpfungsmaßnahme mit den bisher bekannten Verfahren (Heißwasserbehandlung bzw. Begasung mit Methylbromid) in Europa und Nordamerika in Vergleich gesetzt worden. Widersprechende Erfahrungsberichte wurden inzwischen hierzu mitgeteilt. Zweifellos wäre die Begasung der Erdbeerjungpflanzen mit Methylbromid nach Wiesmann (1937) die beste, weil durchschlagendste Lösung des Erdbeermilbenproblems, wenn nicht immer wieder trotz sorgfältigster Durchführung des Verfahrens in der Praxis neben den guten auch schlechte Erfahrungen damit gemacht worden wären. Die Pflanzen leiden nämlich durch die Begasung häufiger doch ziemlich stark (Allen 1955), besonders bei geringer Erhöhung der Temperatur während des Begasungsvorganges (Huffman and Reynolds 1953), während leichtes Absinken der Temperatur wieder ungenügende Wirkung zur Folge hat. Nach holländischen Erfahrungen soll die Begasung bei manchen Erdbeersorten sogar ganz unwirksam sein (Anonym 1956). Außerdem stößt die Propagierung dieses Verfahrens in vielen Erwerbsbetrieben auf Ablehnung wegen des Arbeitsaufwandes.

In Holland (Anonym 1956) erzielte man gute Ergebnisse mit Parathion. In Belgien (Vanden Bruel et Derard 1953) erhielt man zunächst im Jahre 1952 mit Parathion, in hoher Konzentration in zehntägigem Abstand 2—3mal angewandt, eine zufriedenstellende Reduzierung der Milbenpopulation an Erdbeeren, konnte aber in den folgenden Jahren 1953 und 1954 (Vanden Bruel et Derard 1954) durch den Einsatz von verschiedenen Insektiziden keine wirklich befriedigenden Erfolge erzielen und riet daher wieder zu den älteren Verfahren der Heißwasserbehandlung oder Methylbromidbegasung. Auch Habran und Lemaire (1956) kamen in Belgien zu dem Ergebnis, daß Methylbromid vorerst noch nicht durch andere chemische Mittel gegen die Milbe zu ersetzen ist. In den pazifischen Nordweststaaten der USA (Starker 1955) brachten Endrin, Azobenzol und Isodrin die besten, doch noch nicht befriedigende Erfolge. Die dortige Praxis verwendet ebenfalls Parathion, obwohl aus seinem Gebrauch hygienische Bedenken entgegenstehen. Auch nach Allen (1955) bewährten sich in Kalifornien von den zahlreichen geprüften Wirkstoffen nur Endrin, Azobenzol und Isodrin, wobei außer einer guten Anfangswirkung auch eine Dauerwirkung von mehreren Wochen beobachtet wurde. Im Gegensatz dazu erzielte man in Kalifornien mit Parathion und Diazinon nur einen Augenblickserfolg auf Grund ihrer Initialtoxizität. Die hohen Aufwandmengen und die Rückstandtoxizität der genannten drei Wirkstoffe mit Dauerwirkung lassen aber ihre Anwendung vorläufig nur erst bei Zierpflanzen, nicht in Erdbeerkulturen zu. Mit Kelthane konnten zunächst in den USA (Moesel and Neiswander 1956) gegen *Steneotarsonemus* an gärtnerischen Pflanzen fast ebenso gute Bekämpfungsergebnisse wie mit Endrin erzielt werden. Daraufhin wurde dieses Akarizid bald auch in die Spritzanweisungen gegen die Erdbeermilbe in Westdeutschland übernommen (Anonym 1957). Schließlich konnte man auch in Belgien (Vande Vrie 1957) die guten

Erfahrungen mit Endrin und Kelthane gegen die Erdbeermilbe an Erdbeeren bestätigen, während man von Parathion und anderen Phosphorsäureestern wegen ihrer kurzfristigen Wirkung bei einmaliger Anwendung und wegen der Umständlichkeit einer wiederholten Spritzfolge im Abstand von 4—6 Tagen nunmehr abriecht.

Auch der Lösung des Bekämpfungsproblems auf biologischem Wege stellen sich derzeit noch Schwierigkeiten entgegen, die bisher nicht restlos überbrückt werden konnten (Mathys 1957).

Zusammenfassend kann man also feststellen, daß bislang weder das chemische noch das biologische Verfahren voll befriedigende Bekämpfungsergebnisse gegen *Steneotarsonemus* in Erdbeerkulturen zu erzielen vermag, sei es daß technische Schwierigkeiten sich dagegenstellen (Heißwasserverfahren, Methylbromidbegasung, biologische Bekämpfung), sei es daß die verwendeten Insektizide keine 100%ige Abtötung gewährleisten oder wegen ihrer Nebenwirkungen (Giftigkeit, Geschmacks- und Geruchsbeeinflussung) nicht voll einsetzbar sind.

Wir setzten daher unsere langjährigen Versuche zur Ausarbeitung und Verbesserung des Feldspritzverfahrens fort, um der Praxis mit dieser verhältnismäßig einfachen Bekämpfungsmethode eine brauchbare Anweisung zur Lösung des Erdbeermilbenproblems zu geben.

II. Problemstellung

Durch unseren dritten, im Frühjahr 1956 veröffentlichten Beitrag (Müller 1956) schien die Bekämpfung der Erdbeermilbe im Feldspritzverfahren nach der Ernte und die Jungpflanzenentseuchung mittels der gegen Weichhautmilben ausgezeichnet wirksamen chlorierten Kohlenwasserstoffe Endrin und chloriertes Inden zunächst befriedigend gelöst, während für die Frühjahrs-spritzung kurz vor der Blüte bisher noch kein ideales Mittel gefunden worden war; denn es bestanden bei Endrin Bedenken wegen der Rückstände, bei chloriertem Inden und Lindan wegen einer Geschmacksbeeinflussung der schnell heranwachsenden Erdbeerfrucht. Es war daher notwendig, noch nähere Untersuchungen zur Frage der Rückstände und der Geschmacks- bzw. Geruchsbeeinflussung durch die bisher empfohlenen und verwendeten Mittel anzustellen und darüber hinaus die inzwischen auf dem Markt erschienenen, neuartigen insektiziden bzw. akariziden Wirkstoffe gegen die Erdbeermilbe zu prüfen. Hierfür boten sich das Ovizid Tediton V 18, das Akarizid Kelthane, der Phosphorsäureester Dipterex sowie der neue insektizide Wirkstoff Isolan (Primin), ein Carbaminsäureester, geradezu an. Einbezogen wurden in die Versuche noch die Kombinationspräparate Endrin + Malathion wegen möglicher synergistischer Wirkung und chloriertes Inden + Lindan (54% Inden + 8% Lindan), das in Südwestdeutschland als sicherstes Mittel gegen die Erdbeermilbe herausgestellt worden war.

III. Bekämpfung mit chemischen Mitteln

a) Frühjahrsbekämpfung

Zwei Frühjahrsbekämpfungen in 8tägigem Abstand kurz vor der Erdbeerblüte im Mai 1956 bei der Sorte „Senga 242“ ergaben eindeutig folgende Bekämpfungserfolge (s. Tab. 1): Die Endrinemulsion erwies sich in doppelt starker Anwendungskonzentration, wie bisher im Spätsommer (Müller 1956), so jetzt auch vor der Blüte, als sicherstes Mittel gegen die Erdbeermilbe mit einer guten Dauerwirkung, wie die letzten Auszählun-

¹⁾ Herrn Prof. Dr. Walter Mevius, Hamburg, zum 65. Geburtstag gewidmet.

Tabelle 1

Erdbeermilben-Spritzversuche vor der Blüte an der Erdbeersorte „Senga 242“

Mittel	Konzentration %	Spritzdatum	Zahl der lebenden Milbenstadien nach 4 Wochen				Zahl der lebenden Milbenstadien nach 6 Wochen			
			Milben	Eier	Larven	Puppen	Milben	Eier	Larven	Puppen
Unbehandelt	—	—	169	352	55	39	260	191	51	62
Endrinemulsion a)	0,1	1. 16. 5. 56 2. 24. 5. 56	0	0	0	0	0	0	0	0
Endrinemulsion b)	0,1	24. 5. 56	0	0	0	0	—	—	—	—
Chloriertes Inden	0,4	24. 5. 56	1	0	0	0	—	—	—	—
FW 293 (Kelthane)	0,1	24. 5. 56	0	0	0	0	31	8	15	12
FW 293 (Kelthane)	0,2	24. 5. 56	0	0	0	0	5	7	2	4
Lindanemulsion	0,2	24. 5. 56	1	25	19	2	—	—	—	—
Dieldrinsuspension	0,2	24. 5. 56	9	26	0	0	6	6	5	6
Tedion V 18	0,2	24. 5. 56	188	163	91	58	298	76	58	97
Tedion V 18	0,4	24. 5. 56	12	3	12	3	67	29	15	21

gen der Milben-Entwicklungsstadien auf den gefalteten Erdbeerblättchen noch nach 6—7 Wochen zeigten. Auch das chlorierte Indenderivat (Hostatox emulgierbar 0,4%) war wieder ausgezeichnet wirksam und kam dem Endrin in der Sicherheit der Milbenabtötung wieder am nächsten. Kelthane (im Mai 1956 noch unter der Versuchsbezeichnung FW 293) zeigte in 0,1%iger, besonders aber in 0,2%iger Konzentration eine ausreichende Anfangswirkung (Bonitierung nach einem Monat) und eine fast so gute Dauerwirkung wie Endrin. Als echtes Akarizid sollte Kelthane die chlorierten Kohlenwasserstoffe Endrin und Inden in der Abtötung der beweglichen Milbenstadien eigentlich übertreffen, was aber in diesem Versuch nicht bestätigt werden konnte. Das Ovizid Tedion V 18 war als Suspension (0,2%) unwirksam, als Emulsion (0,4%) bei einmaliger Anwendung unzureichend, bei zweimaliger Spritzung nur mittelmäßig wirksam. Auch eine Lindanemulsion und zwei Dieldrinsuspensionen konnten gegenüber Endrin, chloriertem Inden und Kelthane nicht mehr recht befriedigen.

In den Frühjahrsversuchen des Jahres 1957 konnten die Vorjahresergebnisse bestätigt werden, wenn auch der geringe Befall der Erdbeeranlage nicht ausreichend nuancierte Bekämpfungsergebnisse zuließ. Das Kombinationspräparat Inden + Lindan unterschied sich in seiner Milbenwirkung nicht von den andern guten Mitteln. Der Phosphorsäureester (Dipterexemulsion 0,2%) fiel gegenüber den oben genannten Insektiziden bei allerdings nur einmaliger Anwendung deutlich ab.

b) Spätsommerbekämpfung

Im August 1956 wurden an mehreren befallenen „Senga“-Sorten und an der Sorte „Oberschlesien“ Spritzversuche mit Kelthane-Emulsion 0,15%, Kelthane-

Suspension 0,2% und Kelthane-Staub 100 kg/ha, ferner mit Dipterex-Emulsion 0,2% sowie mit Primin 0,2% durchgeführt, wobei eine einmalige sowie eine zweimalige Anwendung in dreiwöchigem Abstand gewählt wurden. Die Abtötungszahlen waren bei Kelthane-Emulsion schon nach einmaliger Spritzung, bei Kelthane-Suspension meist erst nach zweimaliger Anwendung recht zufriedenstellend, wenn auch diese Akarizide das Endrin als Vergleichsmittel nicht erreichten. Der Kelthane-Staub war praktisch unwirksam. Der Phosphorsäureester und der Carbaminsäureester waren unzureichend wirksam.

Im August 1957 wurden die Feldspritzversuche bei der Sorte „Oberschlesien“ fortgesetzt, wobei die meisten Mittel mit Dauerwirkung nur einmal angewandt wurden (s. Tab. 2). Die Endrinemulsion von zwei Herstellerfirmen reduzierte die hohen Zahlen der verschiedenen Entwicklungsstadien der Milbe je Blatt innerhalb von zwei Wochen wieder, wie erwartet, auf 0 und zeigte noch nach 7 Wochen das gleiche Ergebnis. Die Kombination Endrin + Malathion (Versuchspräparat) wies keine Verbesserung der Wirkung durch Synergismus auf, vielmehr war die Abtötung durch den geringeren Endringehalt nicht ganz so hoch. Auch das chlorierte Inden war wieder ebenso sicher wirksam wie das Endrin. Und selbst Parathion (E 605 0,05%) erreichte fast dasselbe Ergebnis bei den sommerlichen Temperaturen, bei allerdings dreimaliger Anwendung in kurzen Abständen. Dagegen befriedigte die Lindanemulsion bei einmaliger Spritzung nicht. Interessant war nun der Vergleich der Wirkung von Endrin und Inden mit der des Akarizides Kelthane. Die 0,2%ige Suspension von Kelthane hatte die Milbenzahlen nach 14 Tagen erst wenig, nach 7 Wo-

Tabelle 2

Erdbeermilben-Spritzversuche nach der Ernte an der Erdbeersorte „Oberschlesien“

Mittel	Konzentration %	Spritzdatum %	Zahl der lebenden Milbenstadien nach 2 Wochen				Zahl der lebenden Milbenstadien nach 6 Wochen			
			Milben	Eier	Larven	Puppen	Milben	Eier	Larven	Puppen
Unbehandelt a)	—	—	236	221	105	111	145	61	17	15
Unbehandelt b)	—	—	143	87	45	43	64	36	8	5
1. Endrinemulsion a)	0,1	14. 8. 57	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Endrinemulsion b)	0,1	14. 8. 57	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Endrinemulsion	0,4	14. 8. 57	0	0	0	0	0	0	0	0
Endrin + Malathion	0,05	14. 8. 57	14	6	1	2	0	0	0	0
Endrin + Malathion	0,1	14. 8. 57	3	0	0	1	1	2	0	0
Chloriertes Inden	0,4	14. 8. 57	0	0	0	0	0	0	0	0
Kelthaneemulsion a)	0,15	14. 8. 57	17	31	5	7	8	3	1	8
Kelthaneemulsion b)	0,15	14. 8. 57	24	17	16	15	8	0	3	0
Kelthanesuspension a)	0,2	14. 8. 57	52	71	27	19	3	3	0	0
Kelthanesuspension b)	0,2	14. 8. 57	122	189	61	63	17	20	3	0
Lindanemulsion	0,2	14. 8. 57	28	28	18	16	15	7	1	0
Parathion	0,05	1. 14. 8. 57 2. 23. 8. 57 3. 27. 8. 57	2	1	0	2	0	0	0	0

chen aber schon erheblich herabgesetzt. Die 0,15%ige Emulsion hatte nach 2 Wochen die Milbenpopulation bereits stark, nach 7 Wochen fast vollends reduziert. Immerhin erreichte die Wirkung des Kelthane weder die hervorragende Anfangswirkung noch — innerhalb der 7 Beobachtungswochen — die Sicherheit der Abtötung, mithin die durchschlagende Wirkung des Endrins und des Indens.

c) Diskussion der Bekämpfungsversuche

Die Hoffnung, daß das ungiftigere Kelthane, zumindest in Emulsionsform, das Endrin bei der Bekämpfung der Erdbeermilbe im Feldspritzverfahren völlig ersetzen könne, hat sich somit leider nicht erfüllt. Kelthane ist dem Endrin hinsichtlich der Anfangswirkung nicht ebenbürtig; vielmehr scheint die volle Wirkung des Kelthane in der Regel erst später, nach mehreren Wochen, zumindest gegen *Steneotarsonemus*, einzutreten. Diese Verzögerung muß in Kauf genommen werden, obwohl eine kräftige Anfangswirkung nicht nur im Frühjahr zur Gewährleistung einer ungeminderten Erdbeerernte, sondern insbesondere auch nach der Ernte wegen der Dringlichkeit einer möglichst baldigen Kräftigung der durch Fruchtansatz und Milbenmassenvermehrung stark geschwächten Erdbeerpflanzen wünschenswert wäre.

Als Ovizid muß Tedium V 18 möglicherweise schon ganz frühzeitig zu Beginn des Frühjahrs (März/April) gespritzt werden. Wenn sich aus den ersten Eiern bereits erwachsene Milben im Mai entwickelt haben, scheint der Erfolg in der Vegetationsperiode nicht mehr durchschlagend zu sein, im Gegensatz zu den Beobachtungen bei der Roten Spinne an Obstbäumen. Das Ovizid kann anscheinend nur eine begrenzte Wirkung bei der Erdbeermilbe entfalten. Da die Weichhautmilben in den jungen, noch gefalteten Blättchen versteckt und geschützt leben, ist ein Insektizid bzw. Akarizid, das die beweglichen Milbenstadien angreift, sicherer wirksam als ein Ovizid. Letzteres müßte schon bis in alle geschützten Falten des Blättchens eindringen, um Eier bzw. schlüpfende Larven erfassen zu können.

Dagegen kann das chlorierte Inden in Zukunft für eine verstärkte Anwendung gegen Weichhautmilben, zumindest gegen die Erdbeermilbe auf Erdbeeren, empfohlen werden. Es steht dem Endrin rein wirkungsmäßig kaum nach, ist aber weit weniger bedenklich in hygienischer Hinsicht.

Die Kombination Inden + Lindan kann theoretisch nur die Anfangswirkung des reinen chlorierten Indens erhöhen, die aber nach unseren Erfahrungen durchaus genügt. Der Lindananteil dürfte andererseits von der geschmacklichen Seite her ungünstig zu beurteilen sein (s. u.).

Dem Parathion wird teils eine befriedigende (s. Abschnitt I), teils eine im Endeffekt die Erdbeermilbenvermehrung fördernde (Wilcox und Howland 1956), teils eine unzureichende Wirkung (Südwestdeutschland) nachgesagt. Nach unseren mehrjährigen Erfahrungen in Nordwestdeutschland konnte nur nach Anwendung von systemischen Insektiziden (Systox und Metasystox) im Spätsommer regelmäßig eine Förderung der Erdbeermilbenvermehrung festgestellt werden. Wie aus Tab. 2 hervorgeht, wurde — wenigstens bei sommerlichen Temperaturen und bei Anwendung des Präparates E 605 forte 0,05% — wieder wie in früheren Jahren eine ausgezeichnete Wirkung auf die Erdbeermilbe im August erzielt. Leider setzt dieser Erfolg eine wiederholte Anwendung des Mittels in kurzen Zeitabständen voraus, was in der Praxis bei dem heutigen Mangel an Arbeitskräften unerwünscht bzw. nicht mehr tragbar ist. Ob innerhalb der Wirkstoffgruppe Parathion bereits geringe Unterschiede in der chemischen Konstitution bei in- und ausländischen Präparaten eine auch noch recht unterschiedliche akarizide Wirkung bedingen können, bleibe dahingestellt.

d) Prüfung der Mittel auf Rückstandstoxizität

Zur Klärung der Frage, ob die zur Frühjahrsspritzung verwendeten Mittel toxisch wirkende Rückstände auf der Erdbeerfrucht hinterlassen, schien eine zumindest orientierende Prüfung der wirksamsten Mittel erwünscht, und zwar sowohl der chlorierten Kohlenwasserstoffe Endrin, chloriertes Inden, Inden + Lindan als auch des Phosphonsäureesters sowie des Akarizides Kelthane. Zur Feststellung bzw. Messung der Rückstandstoxizität der eingesetzten Pflanzenschutzmittel wurde ein abgeänderter einfacher *Drosophila*-Test folgender Art gewählt: Erdbeerfrüchte wurden in wöchentlichen Zeitabständen nach der Spritzung der Pflanzen (1—6 Wochen) geerntet und teils ganz, teils halbiert bzw. geviertelt in Petrischalen ausgelegt. Danach wurden die Schalen mit etwa 100 Taufliegen (*Drosophila melanogaster*) besetzt. Der Prozentsatz der innerhalb von 1—3 Tagen abgetöteten Fliegen wurde sodann ermittelt.

Hierbei erwies sich, daß Kelthane als reines Akarizid auf *Drosophila* unzureichend insektizid wirkte, so daß ein Urteil über einen Rückstand mittels dieses Tests nicht zu gewinnen war. Dieses Ergebnis wurde im übrigen durch Aussetzen von Taufliegen auf Fließpapier, das mit der Gebrauchslösung von Kelthane getränkt worden war, bestätigt. Dagegen ergaben sich für die anderen Insektizide bei dem oben beschriebenen Versuch Abtötungswerte, die gewisse Rückschlüsse auf die Dauer der Rückstandsbildung auf Grund ihrer *Drosophila*-Toxizität zuzulassen scheinen; denn die so ermittelte Zeitdauer der toxischen Rückstandswirkung deckt sich annähernd mit den Literaturangaben über die Dauerwirkung der verwendeten Insektizide.

Die zweijährigen Versuche an Pflanzen und Früchten der Sorten „Senga 29“ und „Senga 242“ (Freilandkulturen) sowie „Baron Solemacher“ (Gewächshauskultur) ergaben: 1. Volle Rückstandstoxizität bis mindestens eine Woche nach der Spritzung mit Endrin. 2. Abnehmende Giftigkeit des Endrinrückstandes 2—4 Wochen nach der Anwendung. 3. Keine Abtötung von *Drosophila* nach 6wöchiger Karenzzeit. Dasselbe Ergebnis wurde bei Verwendung von Inden + Lindan erhalten, während der Phosphonsäureester schon nach 3wöchiger Karenzzeit seine Toxizität für die Taufliegen verloren hatte (Tab. 3). Da man bei einer *Drosophila*-Abtötung von weniger als 33% nach einer Karenzzeit von 4 Wochen (Endrin und Inden + Lindan) bzw. 3—4 Wochen (Phosphonsäureester) wohl nicht mehr von einer vollen toxischen Rückstandswirkung sprechen kann, ebenso wenig wie man noch von einer Dauerwirkung der Insektizide bei derart abgesunkenen Abtötungszahlen nach 4 bzw. 3 Wochen sprechen würde, so läßt dieser einfache *Drosophila*-Test doch gewisse Schlußfolgerungen in hygienischer Hinsicht über die Anwendbarkeit der betreffenden Insektizide bei der Frühjahrsspritzung vor der Erdbeerblüte zu (s. Schlußdiskussion).

Sicher handelt es sich bei diesen Testergebnissen sowieso nur um relative Näherungswerte, da die spezifische Empfindlichkeit des Testtieres für den jeweiligen Wirkstoff eine ausschlaggebende Rolle spielt. So könnten bereits geringste, für den Menschen noch unbedenkliche Spuren eines Wirkstoffes (z. B. Phosphonsäureester) für *Drosophila* schon voll toxisch sein.

e) Prüfung der Mittel auf Geruchs- und Geschmacksbeeinflussung

Die Versuche zur Ermittlung der wirksamsten Insektizide gegen *Steneotarsonemus* waren noch durch die Prüfung der bewährten Wirkstoffe auf ihre hygienische Unbedenklichkeit, und zwar nicht nur auf Grund ihrer Rückstandstoxizität, sondern auch auf Grund ihrer Geruchs- bzw. Geschmacksbeeinflussung zu ergänzen. Die Nachprüfung einer möglichen Aromaänderung nach Insektizidbehandlung erscheint bei der Erdbeere als be-

Tabelle 3

Rückstandswirkung von Insektiziden
(*Drosophila*-Test)
nach der Erdbeer-Vorblütespritzung

Mittel	Dauer- wirkung	Rückstandstoxizität (Abtötung)		
		> 66 % nach	> 33 % nach	> 15 % nach
Endrin	3 Wochen	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Inden + Lindan	3 Wochen	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Phosphonsäureester	2 Wochen	2 Wochen	3 Wochen	—

liebter hocharomatischer Frucht zum Frischverzehr wie als Konservenfrucht besonders dringlich. Nach Bär (1957) kann sich eine Abwandlung des Aromas von frischem Obst und Gemüse, etwa durch Überdeckung oder Umänderung der physiologisch wichtigen Aromastoffe (flüchtige Stoffe, ungesättigte Verbindungen) nach Insektizideinwirkung, durch einen faden Geschmack bemerkbar machen. Leemann-Geymüller (1954) weist darauf hin, daß zumindest die mit systemischen Insektiziden behandelten Ernteprodukte, die keinen direkten Geschmack oder Geruch der verwendeten Mittel aufweisen, häufig sehr wesentlich an Aroma einbüßen.

Die eigenen Versuche zu diesem Problem wurden im Jahre 1956 mit den gegen die Erdbeermilbe verwendeten Insektiziden, insbesondere mit den bereits länger bewährten Wirkstoffen Lindan, Endrin und chloriertes Inden, im Jahre 1957 auch noch mit dem Phosphonsäureester und mit dem Kombinationspräparat chloriertes Inden + Lindan durchgeführt. Im ersten Versuchsjahr wurden alle Insektizide in der Spritzkonzentration gegen die Erdbeermilbe (also bereits in zweifacher Konzentration) und die oben genannten drei Wirkstoffe in Emulsionsform auch noch in der verdoppelten (also vierfachen) Konzentration kurz vor der Blüte (Mitte Mai) zweimal in achttägigem Abstand bei Freilandbeeren (Sorten „Senga 29“ und „Senga 242“) angewandt. Anfang Juli, also nach 5–6 Wochen, wurden die reifen Erdbeeren auf Geschmacksabänderungen getestet, wofür verschiedene Versuchspersonen (bis 10) eingesetzt wurden. Bereits beim Pflücken der Erdbeerfrüchte wurde auf Geruchswahrnehmungen geachtet. Dabei konnte festgestellt werden, daß das chlorierte Indenderivat in beiden Konzentrationen ganz deutlich, das Endrin eben noch wahrnehmbar einen unangenehmen Fremdgeruch hinterlassen hatte. Geschmacksabweichungen der frischen Früchte wurden eindeutig nach Anwendung von chloriertem Inden und von Lindan, dagegen kaum noch merklich nach Endrinbehandlung ermittelt. Dagegen konnte keine spürbare Geschmacksbeeinflussung durch die normalen Konzentrationen von Tediion V 18, Kelthane und Dieldrin beobachtet werden.

Im zweiten Versuchsjahre wurden die Prüfungen erweitert durchgeführt. Dabei wurden die Tests nicht nur an rohen ungezuckerten Erdbeerfrüchten vorgenommen, sondern auch an rohen Früchten, die eingezuckert und bis zur Geschmacksprobe 24 Stunden in geschlossenen Gläsern aufbewahrt wurden, und schließlich noch an Erdbeeren, die nach der abgeänderten Rex-Vorschrift eingekocht worden waren (Einzuckerung von 1 kg Frucht mit 200 g Zucker, stehenlassen über Nacht, danach 25 Minuten bei 75 °C einkochen). Überraschenderweise ergab diesmal das chlorierte Inden in Tests 2–4 Wochen nach der Spritzung (also auch noch nach der Blüte auf die junge Frucht!) in der normalen Konzentration keine merklich unangenehme Beeinflussung von Geruch und Geschmack, weder bei rohen noch bei rohgezuckerten, ja auch nicht einmal bei eingekochten Früchten nach viermonatiger Konservierung. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Test unter erschwerten Versuchsbedingungen lief; denn diesmal waren nicht nur die Erdbeerpflanzen vor der Blüte (also vor Fruchtansatz), sondern

auch die jungen Früchte selbst gespritzt worden (Anwendung 17, 24 und 30 Tage vor der Ernte). Trotzdem hat das Inden keinen merklichen Beigeschmack bzw. Fremdgeruch hinterlassen, auch nicht bei konservierten Früchten, bei denen Geschmacks- und Geruchsbeeinflussungen durch vorher angewandte Spritzmittel nach unseren Erfahrungen am ehesten bemerkbar werden. Diese überraschende Feststellung mag auf die abnorm heiße Witterung nach der im Mai durchgeführten Spritzung (Temperaturtagesmittel im Monat Juni 17,2 °C) zurückzuführen sein, wodurch die Verdampfung des Mittels auf der Erdbeerfrucht beschleunigt worden ist. Ein endgültiges Urteil über Geruchs- und Geschmacksbeeinflussung von Erdbeerfrüchten nach Vorblütespritzungen mit chloriertem Inden kann daher erst nach weiteren Versuchen in den kommenden Jahren abgegeben werden.

Das Kombinationspräparat Inden + Lindan zeigte erwartungsgemäß schon bei den frischen Früchten einen deutlichen Fremdgeschmack, der bei den eingekochten Früchten verstärkt wahrnehmbar war. Ebenso wurde ein starker Fremdgeruch festgestellt.

Über die Beeinflussung des Aromas durch Endrinspritzungen der Erdbeerpflanzen 25 bzw. 10 Tage vor der Ernte wurde im zweiten Testjahr folgendes Bild gewonnen: Bei frischen Früchten konnten geringfügige Abweichungen des Geschmacks nur von einzelnen Testpersonen festgestellt werden, während bei den eingekochten Früchten häufiger eine leichte Geschmacksveränderung bemerkt wurde. Indessen war ein auffällender, unangenehmer Fremdgeruch besonders beim Öffnen der Konservengläser spürbar. Auch insofern ist die Vorblütespritzung mit Endrin nicht unbedenklich.

Die Geschmacksprüfungen nach Spritzungen mit Kelthane ergaben keine Beeinflussung bei rechtzeitiger Vorblütespritzung, dagegen bei Anwendung kurz vor der Ernte (Fruchtspritzung) einen Beigeschmack, der nur noch eben als tragbar angesehen werden kann.

Der Phosphonsäureester hinterließ einen auffallenden starken, untragbaren Fremdgeruch besonders bei den konservierten Früchten, während der Geschmack bei frischen Früchten kaum merklich, bei konservierten Früchten schon deutlich verändert war.

IV. Biologische Bekämpfung

Neben der Bekämpfung der Erdbeermilbe mit chemischen Mitteln gewinnt ihre biologische Bekämpfung insofern an Interesse, als in der einschlägigen Literatur wiederholt auf ihre praktische Bedeutung in Verbindung mit dem Auftreten und Wirksamwerden der Raubmilbe *Typhlodromus spec.* hingewiesen worden ist. In Kalifornien (Huffaker und Kennett 1956) wurden durch umfangreiche Untersuchungen die Grundlagen und die beschreibbaren Wege zur biologischen Bekämpfung der Erdbeermilbe mit *Typhlodromus*-Arten (insbesondere *T. cucumeris*, auch *T. reticulatus*) aufgezeigt. Während die räuberischen Milben unter natürlichen Freilandbedingungen erst in älteren (3–4jährigen) Erdbeerpflanzen sich auswirken und dann auch nur Teilerfolge erzielen konnten, führte im Versuch die künstliche Besiedelung der jungen Pflanzungen bereits am Ende des ersten oder spätestens zu Beginn des zweiten Jahres zu einer praktisch ausreichenden Reduzierung der natürlichen Population der Erdbeermilbe (von etwa 70 000 auf 3000 Erdbeermilben). Dabei ist zu berücksichtigen, daß das versteckte Leben der Erdbeermilben in den gefalteten Blättchen und im Stock der Pflanze die restlose Vernichtung durch die Raubmilben unmöglich macht. In Europa (Mathys 1957) wird die biologische Bekämpfung der Erdbeermilbe zwar auch als die beste Lösung des Erdbeermilbenproblems angesehen, doch sieht man hier vorerst noch größere Schwierigkeiten für ihre praktische Verwirklichung als in Kalifornien: Wegen des Auftretens anderer Erdbeerschädlinge, z. B. Ste-

cher und Wickler, waren nach dem letzten Kriege polyvalente chemische Mittel einzusetzen, die zugleich mit den Erdbeermilben auch die Raubmilben geschädigt haben. Erst wenn selektiv wirksame Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden können, bleibt das natürliche Gleichgewicht zwischen Schad- und Raubmilbe erhalten. Nach den Untersuchungen von D o s s e (1957) in Südwestdeutschland vollzieht sich der Aufbau einer Raubmilbenpopulation von *Typhlodromus*-Arten durch die große Sterblichkeitsrate der überwinterten Weibchen, durch die lange Zeit des Reifungsraßes bei den niedrigen Frühjahrstemperaturen sowie auch durch das anfängliche Überwiegen der Männchen so langsam, daß ihr Einfluß sich erst im Hochsommer bemerkbar macht.

Unsere eigenen Beobachtungen zu diesem Problem beschränken sich darauf, daß *Typhlodromus (Neoseiulus) reticulatus* (Oudemans 1930)¹⁾ häufig auch die Erdbeerpflanzen in unserem norddeutschen Raume besiedelt. Beim Auszählen der trägen Schadmilben in den gefalteten Blättchen wurden häufiger auch die sehr beweglichen Raubmilben gefunden, besonders in ungepflügten und ungespritzten Anlagen, allerdings ohne daß eine praktisch fühlbare Verminderung der Schadmilbenpopulation damit offensichtlich verbunden gewesen wäre. Immerhin wird man in Zukunft auf diese Dinge mehr achten und nach Wegen für ihre praktische Auswertung suchen müssen.

V. Schlußdiskussion

Es hat sich wieder einmal gezeigt, daß zur wirksamen Bekämpfung der Weichhautmilben die echten Akarizide (einschließlich Ovizide) nicht unbedingt erforderlich sind; denn manche chlorierten Kohlenwasserstoffe mit insektizider Breitenwirkung sind den Akariziden gegen *Steneotarsonemus* noch überlegen. Maßgebend für die Beurteilung eines Mittels gegen Weichhautmilben ist wohl die durchschlagende Wirkung, d. h. gute Anfangswirkung und ausreichende Dauerwirkung, wobei es anscheinend genügt, die beweglichen Milbenstadien zu erfassen. Auf eine echte ovizide Wirkung kann verzichtet werden, sofern die schlüpfenden Larven von den verwendeten Insektiziden sicher abgetötet werden.

Im übrigen hat sich bei den Untersuchungen von v a n d e V r i e (1957) herausgestellt, daß die ausgezeichnete Wirkung der chlorierten Kohlenwasserstoffe gegen Weichhautmilben nicht auf einer Tiefenwirkung beruht, sondern auf der durch ihre Dauerwirkung bedingten, langanhaltenden Rückstandstoxizität dieser Wirkstoffe. Dabei kommen die Milben mit den Wirkstoffresten erst in dem Augenblick in tödliche Berührung, wenn die anfängs noch gefalteten Blättchen sich völlig entfalten und die Milben nunmehr gezwungen sind, die keinen Schutz mehr gewährende, offene Blattspreite zu verlassen.

Die Empfehlungen von Mitteln gegen *Steneotarsonemus* sind im Laufe der letzten Jahre einem interessanten Wandel unterlegen. Waren im Jahre 1952 noch Parathion, bei dreimaliger Anwendung in 3—4tägigem Abstand, ferner Lindanemulsion, bei 2—3maliger Anwendung in wöchentlichem Abstand, die Mittel der Wahl, so hat die Entwicklung von Insektiziden mit Dauerwirkung eine Umstellung auf entsprechende Wirkstoffe auch für *Steneotarsonemus* gebracht. Im Frühjahr 1956 erging daraufhin unsere Empfehlung, an Stelle der bisherigen Mittel mit großer Anfangs- und geringer Dauerwirkung nunmehr die langwirkenden Insektizide Endrin und chloriertes Inden als nur jeweils einmal im Frühjahr bzw. im Spätsommer anzuwendende Mittel zu wählen. Eine weitere Verbesserung der Mittel gegen die Erdbeermilbe hatte jetzt weniger in wirkungsmäßiger Hinsicht als vielmehr in hygienischer Richtung zu erfolgen. Wenn sich auch inzwischen gezeigt hat, daß Endrin im Freiland von behandelten Pflanzen nach 3—4 Wochen verschwunden ist, so ist das Präparat doch schon wegen geruchlicher Nachwirkung auf dem Ernte-

gut nicht zur Behandlung der Erdbeerpflanzen vor der Blüte geeignet. Auch auf das chlorierte Indenderivat wird man wegen einer möglichen leichten Geschmacksbeeinflussung verzichten müssen. An Stelle der beiden genannten Wirkstoffe steht derzeit nur erst das echte Akarizid Kelthane zur Verfügung. Besonders bei gleichzeitigem Auftreten von Erdbeermilbe und Roter Spinne im Frühjahr, wie mancherorts wiederholt beobachtet, wird man dem Kelthane in jedem Fall den Vorzug geben; denn besonders die Kelthane-Emulsion ist gegen beide Milbenarten, also Weichhautmilben und Spinnmilben, ausreichend wirksam. Dieser Vorteil des Kelthane war bisher bei fast allen gegen die Erdbeermilbe im Frühjahr erprobten und empfohlenen Wirkstoffen vermißt worden²⁾. Glücklicherweise verändert das praktisch ungiftige Kelthane weder Geschmack noch Aroma der Erdbeerfrüchte bei rechtzeitiger Anwendung vor der Blüte.

Steht dagegen im Vordergrund des Interesses eine gleichzeitige Bekämpfung der Erdbeermilbe und der Haarknotenlaus (*Pentatrichopus fragaefolii*, als Virusüberträger), so sind Lindanemulsion, Parathion oder Endrin in Betracht zu ziehen; denn nach kalifornischen Untersuchungen (W i l c o x and H o w l a n d 1956) haben sich neben Parathion u. a. Lindan und Endrin als Spritzmittel gegen die Haarknotenlaus gut bewährt. Unter unseren Klimabedingungen mag es genügen, die Blattlausbekämpfung erst nach der Ernte mit Parathion oder Endrin durchzuführen, wenn die Haarknotenlaus eine Massenvermehrung auf der Erdbeerpflanze erreicht hat. Endrin wirkt zwar langsam, aber auf die Dauer noch ausreichend gegen Blattläuse. Immerhin wären hierzu noch genauere Untersuchungen erforderlich.

Die Aussichten, eine biologische Bekämpfung mit Hilfe der Raubmilbe *Typhlodromus* wirksam zu gestalten, dürften angesichts der bekannten vielfältigen Schwierigkeiten für den praktischen Masseneinsatz eines solchen Parasiten vorerst noch gering sein.

Zusammenfassung

1. Die bisherigen Erfahrungen in der chemischen und biologischen Bekämpfung der Erdbeermilbe in Europa und Nordamerika haben noch keine voll befriedigende Lösung des Problems der Weichhautmilbenbekämpfung aufzuzeigen vermocht.

2. Zwecks ständiger Verbesserung des einfach anzuwendenden Feldspritzverfahrens waren neue und erprobte Insektizide bzw. Akarizide nicht nur auf ihre Milbenwirkung, sondern auch auf ihre hygienische Unbedenklichkeit (Rückstandstoxizität, Geruchs- und Geschmacksbeeinflussung) zu prüfen.

3. Bekämpfungsversuche vor der Blüte und nach der Ernte der Erdbeere ergaben wirkungsmäßig etwa folgende Reihenfolge der brauchbaren Insektizide: Endrin, chloriertes Inden, Endrin + Malathion, Inden + Lindan, Parathion (im Spätsommer), Kelthane-Emulsion und Kelthane-Suspension. Phosphonsäureester, Tedion V 18 und Isolan genügten nicht.

4. Bei rechtzeitiger Vorblütespritzung (etwa 6 Wochen vor der Ernte) war selbst bei Endrin keine Rückstandstoxizität im *Drosophila*-Test mehr nachweisbar.

5. Starker Fremdgeschmack wurde nach Vorblüte- und Früchtespritzungen mit Lindan schon in den rohen Früchten festgestellt. Während Endrin den Geschmack der fri-

¹⁾ Für die freundliche Bestimmung der Raubmilbe sei Herrn Dr. h. c. Karl W i l l m a n n, Bremen, gedankt.

²⁾ Obendrein soll nach M a t h y s, G.: Etude des possibilités de lutte contre le tarsonème du fraisier (*Tarsonemus pallidus* Banks) (Revue romande [Lausanne] 14, 1958, 26—28) bei der Wahl von Kelthane in 0,3%iger Emulsion (ebenso wie von Basudinemulsion 0,3%) dank seiner spezifischen akariziden Wirkung die Nützlingsfauna weitgehend geschont und ihre Mitwirkung bei der Bekämpfung der Erdbeermilbe gewährleistet werden.

schen und auch der eingekochten Früchte kaum wahrnehmbar veränderte, störte beim Öffnen der Konservgläser, die Früchte von Endrinparzellen enthielten, ein starker Fremdgeruch. Chloriertes Inden verursachte im ersten Versuchsjahre eine deutliche Geschmacksveränderung, im zweiten Versuchsjahre (heißer Juni-monat!) dagegen keine merkliche Geschmacksbeeinflussung bei rohen, rohgezuckerten und auch nicht bei eingemachten Früchten. Kelthane erwies sich als indifferentes Spritzmittel bei rechtzeitiger Anwendung vor der Blüte; nur unvorschriftsmäßige Spritzungen auf die Frucht selbst kurz vor der Ernte hinterließen einen leichten Beigeschmack.

6. Für die Vorblütespritzung der Erdbeere gegen Erdbeermilbe wird an Stelle der zwar wirksameren, aber wegen der unerwünschten Nebenwirkungen abzulehnenden Wirkstoffe Endrin und chloriertes Inden nunmehr das hygienisch unbedenkliche Akarizid Kelthane (Emulsion) empfohlen, zumal es auch gegen die Rote Spinne an Erdbeeren wirksam ist. Die zweimalige Anwendung der Emulsion 0,15%ig oder der Suspension 0,25%ig in etwa zehntägigem Abstand kurz vor der Erdbeerblüte oder auch das erstmalig kurz vor der Blüte, das zweitemal sofort nach der Blüte wird für notwendig erachtet. Für die Spritzung nach der Ernte können dagegen die in Anfangs- und Dauerwirkung bisher noch nicht zu übertreffenden Wirkstoffe Endrin und chloriertes Inden weiterhin verwendet werden.

7. Die biologische Bekämpfung mit Hilfe der Raubmilbe *Typhlodromus* begegnet vorläufig noch erheblichen Schwierigkeiten.

Summary

For spraying strawberries in the preflowering stage against cyclamen mite it is recommended now to replace the insecticides Endrin and chlorinated Inden — although they are more effective, but for their undesired by-effects — by the acaricide Kelthane (emulsion) which is unobjectionable from the hygienic point of view and, moreover, also effective against the red mite. It will be necessary to apply 0,15% of the emulsion or 0,25% of the suspension twice with a 10 days interval, shortly before flowering — or doing the first spray just before flowering and the second immediately after flowering. As sprays after harvesting Endrin and chlorinated Inden may be further used because they are not yet surpassed in their initial and their lasting effectiveness.

Literatur

1. Allen, W. W.: Cyclamen mite investigations. California Agriculture 9. 1955, Nr. 6, p. 7 und 11.
2. Anonym: Discussiedag over ziekten en gezondheidsselectie bij aardbeien. Mededel. Direct. Tuinbouw 18. 1955, 449—479. — Ref. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 63. 1956 621.
3. Anonym: Pflanzenschutz-Ratgeber. Obstbau. Zentralbl. Deutsch. Erwerbsgartenbau 9. 1957, Nr. 13, S. 2.

4. Bär, F.: Schädlingbekämpfungsmittel, ihre Einwirkung auf Lebensmittel und ihr Nachweis. Zeitschr. f. Lebensmittel-Untersuchg. u. -Forschg. 105. 1957, 104—121.
5. Dosse, G.: Über einige Faktoren, die den Aufbau einer *Typhlodromus*-Population bestimmen (*Acar., Phytoseiidae*). Anz. Schädlingsskde. 30. 1957, 23—25.
6. Habran, R., et Lemaire, R.: Les travaux de recherches sur le fraisier en Belgique. Fruit belge 24. 1956, 51—53.
7. Hahmann, K., und Müller, H. W. K.: Zum Auftreten und zur Bekämpfung der Erdbeermilbe. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 3. 1951, 33—37.
8. Huffaker, C. B., and Kennett, C. E.: Experimental studies on predation: predation and cyclamen-mite populations on strawberries in California. Hilgardia 26. 1956, 191—222.
9. Huffman, J. W., and Reynolds, H. T.: Cyclamen mite on strawberries. California Agriculture 7. 1953, Nr. 12, p. 6—7.
10. Leemann-Geymüller, H.: Über die Beeinflussung von Geruch und Geschmack von Nahrungs- und Genussmitteln durch Verwendung systemischer Insektizide. Mitt. a. d. Geb. der Lebensmitteluntersuchg. u. Hyg. (Bern) 45. 1954, 412—425. — Ref. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 62. 1955, 693.
11. Mathys, G.: Möglichkeiten und Grenzen der biologischen Bekämpfung der Milben. Vortrag, gehalten auf dem IV. Internationalen Pflanzenschutzkongress in Hamburg, 8.—15. Sept. 1957. (Kurzfassungen der Vorträge, S. 138.)
12. Moesel, R. H., and Neiswander, R. B.: Cyclamen mite control. Ohio Florist Association Bulletin No. 320. 1956, 3—4.
13. Müller, H. W. K.: Zum Auftreten und zur Bekämpfung der Erdbeermilbe. 3. Beitrag. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 8. 1956, 65—69.
14. Starker, Ch.: Pacific northwest vegetable insect control conference. Agric. Chemicals 10. 1955, Nr. 2, p. 46 bis 47, 125.
15. van den Bruel, W. E., et Derard, J.: Le problème du tarsonème du fraisier. 2. Essais de traitements curatifs effectués sur champ (1952). Parasitica 9. 1953, 75—88.
16. —: Le problème du tarsonème du fraisier. 3. Confrontation des méthodes de lutte proposées (essais 1953 + 1954). Parasitica 10. 1954, 133—156.
17. van de Vrie, M.: Waarnemingen over de biologie en bestrijding van de aardbeermijt (*Tarsonemus pallidus* Banks) in productievelden. Mededel. Landbouwhogeschool Opzoekingsstat. Gent 22. 1957, 471—480.
18. Wiesmann, R.: Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung der Erdbeermilbe, *Tarsonemus pallidus* (*fragariae* Z.) Banks. Landw. Jahrb. Schweiz 55. 1941, 259—329.
19. Wilcox, J., and Howland, A. F.: Control of the strawberry aphid in southern California. Journ. econ. Entom. 48. 1955, 581—583. — Ref. in Zeitschr. Pflanzenkrankh. 63. 1956, 420.

Eingegangen am 2. März 1958

DK 632.951.028.3:631.531.172:635.1/3

Zur Frage insektizider Rückstände im Gemüse nach Anwendung der Saatgutbekrustung mit Dieltrin

Von Max Ehlers und Gerhard Liedtke (Aus dem Hauptlaboratorium der Schering A. G., Berlin)

Mit dem zunehmenden Interesse der Öffentlichkeit an Fragen der Nahrungsqualität und ihrer Beeinträchtigung durch Fremdstoffe ist auch die Diskussion über Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in letzter Zeit stärker in den Vordergrund getreten. Für den nicht näher informierten Leser oder Hörer ist es dabei schwer, sich aus Ansichten, die sich oft in Extremen bewegen und nicht immer sachkundiger und sachlicher Art sind, eine klare Vorstellung zu bilden. Die für diese Fragen zuständigen amtlichen Stellen in Deutschland sind intensiv mit ihrer Bearbeitung beschäftigt. Ihre Aufgabe wird es sein, hier klärend und aufklärend zu wirken und die Grundlagen gesetzlicher Bestimmungen sorgfältig zu prüfen und zu

erarbeiten, um alle interessierten Kreise vor Schäden zu bewahren.

Die Erarbeitung dieser Grundlagen ist zweifellos überaus schwierig und zeitraubend. Man denke nur an die mühevollen Vorarbeiten, die in den USA dem Inkrafttreten des Miller Amendment und der Aufstellung der Toleranzliste durch die Food and Drug Administration vorausgingen. Auf den amerikanischen Erfahrungen können wir weitgehend aufbauen, sie können aber für Deutschland natürlich nicht generell übernommen werden. Welche Gesichtspunkte hier bei der Festlegung von Toleranzwerten für Pflanzenschutzmittelrückstände in Lebensmitteln Beachtung finden werden,