

Über das Mass der Ausbreitung des Apfelwicklers während der Eiablageperiode

Autor(en): **Wildbolz, T. / Baggiolini, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **32 (1959-1960)**

Heft 2-3

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-401353>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Über das Mass der Ausbreitung des Apfelwicklers während der Eiablageperiode ¹

von

TH. WILDBOLZ

Eidgenössische Versuchsanstalt, Wädenswil

und

M. BAGGIOLINI

Station d'essais agricoles, Changins-Nyon

Bei Insekten, besonders wenn sie Schäden an Kulturpflanzen anrichten, ist die Ausbreitung im Raum von grosser Bedeutung. Ein Tier, das in einer Phase seiner Entwicklung aktiv oder passiv grosse Distanzen überwindet, wird über ganze Regionen ziemlich uniform verteilt sein. Andererseits wird ein ortsstetes Tier auf kleinem Raum unabhängige Befallsherde bilden. Wie stark sich nun ein Insekt von seinem Befallsherd ausbreitet, hängt von seiner Möglichkeit zur Fortbewegung aber auch von seinem Bestreben zum Ortswechsel ab.

Die wirtswechselnden Blattläuse stehen unter einem Zwang zur Wanderung, ferner können sie durch den Wind über grosse Strecken verfrachtet werden. Dementsprechend ist zum Beispiel die Wintereiablage der Apfelgraslaus *Rhopalosiphum insertum* in grösseren Gebieten recht einheitlich (VOGEL und WILDBOLZ, 1958). Eine eigentliche Wanderphase besitzt der Apfelblattsauger, *Psylla mali*, in der Praeovipositionsperiode vom Mai bis August. In dieser Zeit bewegt er sich unstedt über eine befallene Obstanlage hinaus und vermag durch Spritzung entvölkerte kleinere Parzellen wieder ziemlich gleichmässig zu infizieren (WILDBOLZ und VOGEL 1959). Als Beispiel eines sehr ortsgelunden Tieres sei noch der Frostspanner erwähnt. Bei der einzigen Phase

¹ Die vorliegende Arbeit wurde auf Grund eines Versuches ermöglicht, den wir im Versuchsgut Commugny-Coppet der Firma Dr. R. Maag Dielsdorf durchführen konnten. Der Leitung der Firma und im besondern Herrn Dr. E. GÜNTHART sind wir für das grosszügige Entgegenkommen zu bestem Dank verpflichtet. Bei der Anlage des Versuches durften wir auf die Hilfe von Herrn Dr. R. CLAUSEN zählen, ferner bei der Kontrolle und Auswertung der Resultate auf diejenige von Herrn Dr. Y. TENCALLA. Ihnen wie auch Herrn NOBS, der den Falterflug kontrollierte, sei dafür gedankt.

aktiver Bewegung vor der Eiablage können die ungeflügelten Weibchen nur kurze Distanzen überwinden. Aus diesem Grunde bauen sich hier Befallsherde auf kleineren Baumgruppen ja sogar auf Einzelbäumen auf; ferner können sich hier Bekämpfungsmassnahmen nachhaltig auf das folgende Jahr auswirken.

Beim Apfelwickler liegen trotz seiner grossen praktischen Bedeutung nur wenige Angaben über das Mass der Ausbreitung vor. Da Jung-raupen und ausgewachsene Raupen nur kurze Strecken zurücklegen, ist vor allem die Wanderung der Falter vom Schlüpfen bis zum Ende der Eiablageperiode von Bedeutung. Exakte Beobachtungen wurden durch das Freilassen markierter Falter und deren Fang in Ködergläsern gemacht (WORTHLEY 1932, VAN LEEUWEN 1940, STEINER 1940). Dagegen sind uns keine Versuche bekannt, bei denen der Obstmadenbefall und damit die Folge der Ausbreitung von einem Befallsherd untersucht wurde. Wohl liegen einige praktische Erfahrungen vor über die Distanz, die zwischen zwei isolierten Obstgärten vorhanden sein muss, wenn Infektionen unterbunden werden sollen. (Nach DOINIKOV (1936) sollte diese Entfernung grösser als 200 Meter sein, nach ISELY (1943) 300 oder besser 400 Meter betragen). Unter diesen Umständen schien es uns lohnend von der sehr günstigen Versuchsgelegenheit, die sich uns bot, Gebrauch zu machen.

Art des Versuches

Der Obstbaubetrieb der Firma Dr. R. Maag, Dielsdorf in Com-mugny umfasst 18 ha Kern- und Steinobst die in den Jahren 1949 bis 1950 in baumfreiem Land gepflanzt wurden. Die nächstgelegene Obst-anlage befindet sich in einer Distanz von 500 Meter. Der Obstmaden-befall war im ganzen Betrieb auch an nicht mit Insektizid behandelten Bäumen sehr gering und erreicht kaum 1 % der Ernte. Offenbar war die Besiedelung dieses neugeschaffenen Obstbaubetriebs wegen der zu grossen Entfernung von bestehenden Anlagen bisher noch nicht erfolgt. Anhaltspunkte, dass andere Faktoren das Aufkommen des Schädlings verhindern, lagen keine vor. Der Obstmadenbefall in vergleichbaren Anlagen dieser Region ist denn auch recht bedeutend. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Feststellung, dass andere Wicklerraupen (*Pandemis*, *Capua*, *Cacoecia spec.*) schon recht häufig sind und zwar dürften sie aus dem an den Betrieb anschliessenden Mischwald zuge-wandert sein.

Die genannten Voraussetzungen waren sehr günstig für die Durch-führung einer künstlichen Obstmadeninfektion, die dann Angaben über die Ausbreitung des Falters bei der Eiablage liefern sollte.

Für den Versuch stand uns eine 1949–50 gepflanzte Kernobst-parzelle von 270×90 Meter Ausmass an der Nordecke des Betriebes zur Verfügung. Nach zwei Seiten, Nordosten und Nordwesten, grenzt sie an weite baumfreie Wiesen- und Ackerflächen. Nach Südwesten

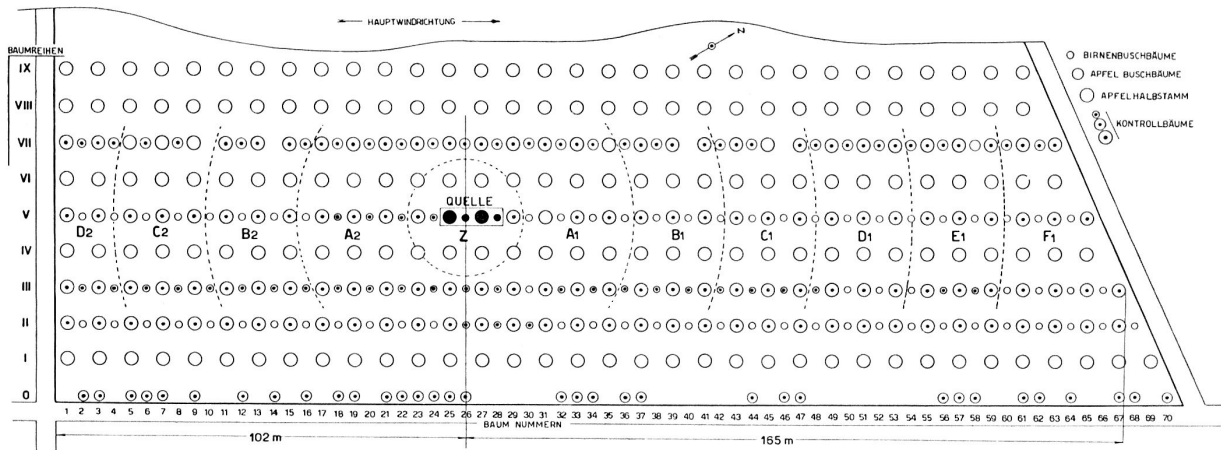


Fig. 1. — Plan der Versuchparzelle in der Nordecke des Obstbaubetriebes der Firma Maag in Commugny. Quelle : Bäume mit Schlüpfkasten. Z, A, B, C... : Zonen verschiedener Distanz von der Infektionsquelle. (Siehe Figur 4 und Tabelle 3.)

schliesst daran eine Zwetschgenanlage und nach Südosten eine Birnanlage (Fig. 1). Abgesehen von einer Randreihe (0) mit älteren Apfelniederstämmen verschiedener Sorten sind in den 9 Längsreihen der eigentlichen Anlage (I-IX) Halbstämme abwechslungsweise mit Niederstämmen gepflanzt, wobei jede Längsreihe in Bezug auf Obstart und Sorten einheitlich ist. 1958 brachten die Apfelbäume kleine bis mittlere Erträge (durchschnittlicher Behang ca. 100 Äpfel), während die Birnbäume nur wenig Früchte trugen.

Für die künstliche Infektion verwendeten wir Obstmaden, die im Sommer 1957 mit Fanggürteln in nicht gesprizten Apfelanlagen der Ostschweiz gesammelt worden waren. Überwintert wurde das Material in mit Wellkartonspiralen gefüllten flachen Dosen und zwar in einem schattigen Insektarium in Wädenswil. Von hier wurde es in der ersten Juniwoche 1958 nach Commugny verbracht und dort ausgesetzt. In diesem Zeitpunkt war erst ein kleiner Teil der Tiere verpuppt. Die Dosen wurden durch kleine Vordächer und weitmaschiges Drahtgeflecht vor Regen und vor Vogelfrass geschützt, der Wegflug der geschlüpften Falter blieb unbehindert. Solche Flugkästchen wurden in der mittleren Längsreihe an vier benachbarten Bäumen angebracht und zwar nicht ganz im Zentrum der Anlage, sondern etwas gegen Südwesten, die hauptsächliche Windrichtung, verschoben.

Der Ausflug der Falter konnte leicht verfolgt werden, indem in den Flugkästchen zweimal pro Woche die frisch geschobenen Puppenhüllen gezählt und entfernt wurden.

Die Kontrolle des Versuches erfolgte am 5. August 1958 und zwar durch Auszählung des Obstmadenbefalls am Baum.

Flugverlauf, Witterung

Der Ausflug der Falter (Fig. 2) begann nach dem 8. Juni und dauerte bis am 23. Juli. Ganz charakteristisch für den Apfelwickler ist die breite mehrgipfelige Flugkurve, wie man sie auch unter konstanten Laboratoriumsbedingungen erhält. Ein erstes Vorflugmaximum mit gut 10 Faltern pro Tag trat Mitte Juni ein, das eigentliche Maximum folgte erst vom 6.-9. Juli mit gegen 150 Faltern pro Tag. Nach diesem massiven Ausflug sank die Kurve dann stetig ab, ohne dass wie in vielen andern Fällen noch ein Nachflugmaximum eintrat. Trotzdem der Flug relativ lange dauerte, schlüpfen doch innerhalb 10 Tagen zwischen dem 3. und 13. Juli 80 Falter also 80 % der ganzen Zahl von 986 Tieren.

Die Witterungsdaten in Figur 2 sind von der gut vergleichbaren Station Changins-Nyon übernommen. Perioden mit Abendtemperaturen über 15°, in denen die Eiablage des Apfelwicklers begünstigt wird, gab es vom 7. bis 11. und vom 15. bis 21. Juni, ferner vom 7. bis 22. Juli und dann wieder vom 26. Juli an. Gerade in der Zeit des starken Schlüpfens der Falter in der ersten Julihälfte und bis mindestens

10 Tage nachher herrschten also günstige Bedingungen für die Eiablage. Da nach eigenen Erfahrungen (WILDBOLZ 1958) und nach Angaben aus der Literatur (VAN LEEUWEN 1940) der Apfelwickler den grössten Teil seiner Eier in der ersten Lebenswoche abgelegt, waren die Voraussetzungen für das Gelingen der künstlichen Infektion günstig.

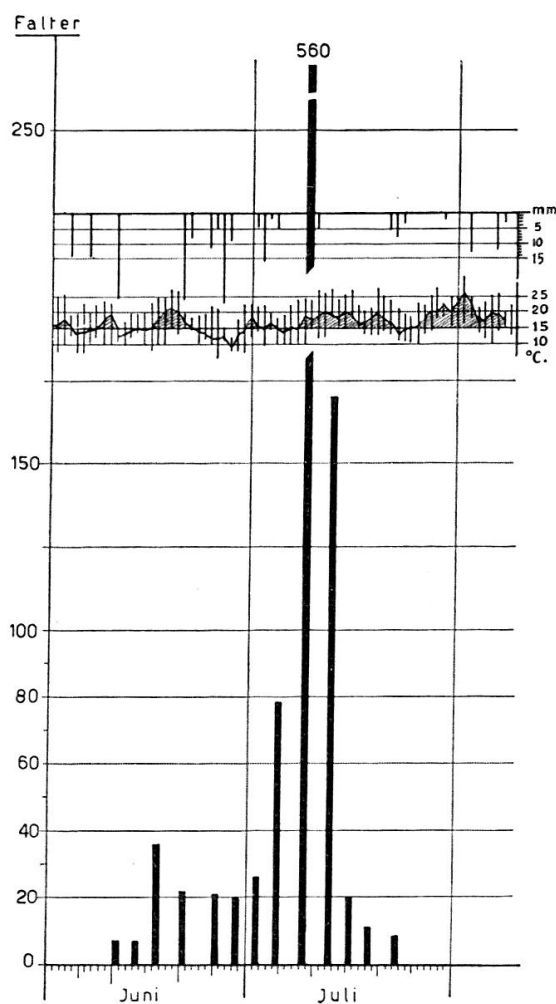


Fig. 2. — Schlüpfverlauf der freigelassenen Apfelwickler. Die Säulen geben die bei jeder Kontrolle ermittelte Zahl der geschlüpften Falter an. Im oberen Drittel finden sich die Witterungsdaten der Station Changins-Nyon. mm: Niederschläge; °C: Temperatur; senkrechte Linien: Maximal- und Minimaltemperaturen; Kurve: Abendtemperaturen.

Resultat der Befallskontrolle

Am 5. August 1958 wurde eine Zählung der vorhandenen Befallstellen am Baum durchgeführt. Pro Baum wurden in der Regel 60 Früchte untersucht, bei schwächerem Behang wurden alle vorhandenen Früchte berücksichtigt. Kontrolliert wurden vier Reihen der eigentlichen Anlage ferner die Randreihe mit älteren Apfelbüschen (Fig. 1) mit folgenden Sorten :

<i>Reihe</i>	<i>Halbstämme</i>	<i>Niederstämme</i>
0	Keine	verschiedene Apfelsorten
II	Glockenapfel	Conférence
III	Golden Delicious	Beurré d'Anjou
V	Jonathan	Passe Crassane
VII	Boskoop	Cox Orange

Total wurden 8742 Äpfel von 187 Bäumen und 632 Birnen von 38 Bäumen kontrolliert.

a) *Äpfel*

Die Befallszahlen der einzelnen kontrollierten Apfelbäume sind in Figur 3 und auch Tabelle 1 dargestellt. (Zahl Befallsstellen pro 100 Früchte). Um die Infektionsquelle herum war der Befall ganz massiv gehäuft und erreichte hier 260, 610 und 358 %. Es fanden sich Früchte mit 15 und mehr eingebohrten Jungrauen, von denen sich aber später meist nur eine einzige vollständig entwickelte. Die Befallskurve fiel um die Quelle herum zuerst sehr steil ab, um dann mit zunehmender Entfernung immer flacher zu werden. In der eigentlichen Anlage sank der Befall auch in den entferntesten Partien nicht auf den sehr tiefen « Ausgangswert » der Anlage von 0–1 % ab, wie er in früheren Jahren beobachtet wurde und wie er 1958 in anderen Teilen des Betriebes festgestellt wurde. Einzig in der nicht streng vergleichbaren Reihe 0 bewegte sich der Befall an der Peripherie um diesen Wert herum. Schon in Figur 3 ist ersichtlich, dass der Befall von der Quelle her (Reihe V, Baum Nr. 25–28) nach Südwesten rascher abfällt als nach Nordosten und zwar offenbar in Zusammenhang mit den vorherrschenden Südwestwinden. Auffällig ist ferner, dass der Befall nach Südwesten ziemlich stetig abnimmt bis an die Parzellengrenze. Nach Nordosten hingegen steigt der Befall in Reihe II, III, V und VII am Parzellenrand nochmals kräftig an. Diese Erscheinung, auf die später nochmals eingegangen wird, dürfte auf die verschiedenartige Natur der Nachbarparzellen (Südwesten Zwetschgenanlage, Nordosten baumfreies Ackerland) zurückzuführen sein.

Befallsunterschiede zwischen den Apfelsorten waren nicht festzustellen, und zwar auch wenn man Bäume verglich, die gleichweit von der Infektionsquelle entfernt waren. Diese gute Übereinstimmung ist für die Beurteilung des Versuches sehr wichtig. Es ist ohne weiteres anzunehmen, dass bei sehr frühem oder sehr spätem Befall Sortenunterschiede deutlicher werden dürften, da dann der Entwicklungszustand der Früchte und damit ihre Attraktivität für den legebereiten Falter von Sorte zu Sorte weniger einheitlich ist. Der Einfluss der Fruchtezahle auf den Befall konnte in diesem Versuch naturgemäss nicht eindeutig beurteilt werden. Immerhin war der prozentuale Befall bei einer Zahl von 10–150 Äpfeln pro Baum gut ausgeglichen, bei stärkerem Behang war er etwas geringer.

TABELLE I

Obstmadenbefall in der zentralen Längsreihe (V) am 5. August 1958. Die Bäume, an denen sich die Schlüpfkasten befanden, sind markiert. A: Apfelbäume der Sorte Jonathan, B: Birnbäume der Sorte Passe Crassane. Die nicht angeführten Birnbäume hatten keine Früchte.

Baum-Nr.	Zahl Früchte	davon kontrolliert	Zahl Einbohrstellen	Obstmadenbefall in %
A 1	153	60	7	11,7
A 3	135	60	2	3,3
A 5	107	60	13	21,7
A 7	120	60	11	18,3
A 9	128	60	1	1,7
A 11	120	60	14	23,3
A 13	130	60	13	21,7
A 15	90	60	23	38,3
A 17	100	60	25	41,7
B 18	22	22	0	0,0
A 19	130	60	22	36,7
B 20	11	10	0	0,0
A 21	145	60	39	65,0
B 22	4	4	1	25,0
A 23	120	60	111	185,0
B 24	4	4	0	0,0
Schlüpf- kasten { A 25	100	60	215	358,3
B 26	6	6	2	33,3
A 27	130	60	366	610,0
B 28	0	0	0	0,0
A 29	70	60	156	260,0
A 33	100	60	86	143,3
B 34	5	5	0	0,0
A 35	100	60	97	161,7
A 37	180	60	60	100,0
A 39	120	60	26	43,3
A 41	110	60	28	46,7
B 42	24	24	0	0,0
A 43	130	60	19	31,7
A 45	120	60	22	36,7
B 46	26	26	0	0,0
A 47	43	43	22	51,1
A 49	120	60	13	21,7
A 51	120	60	8	13,3
B 52	3	3	0	0,0
A 53	140	60	10	16,7
B 54	38	38	0	0,0
A 55	100	60	11	18,3
A 57	150	60	3	5,0
B 58	8	8	0	0,0
A 59	120	60	4	6,7
A 61	150	60	28	46,7
A 63	160	60	5	8,3
A 65	120	60	19	31,7

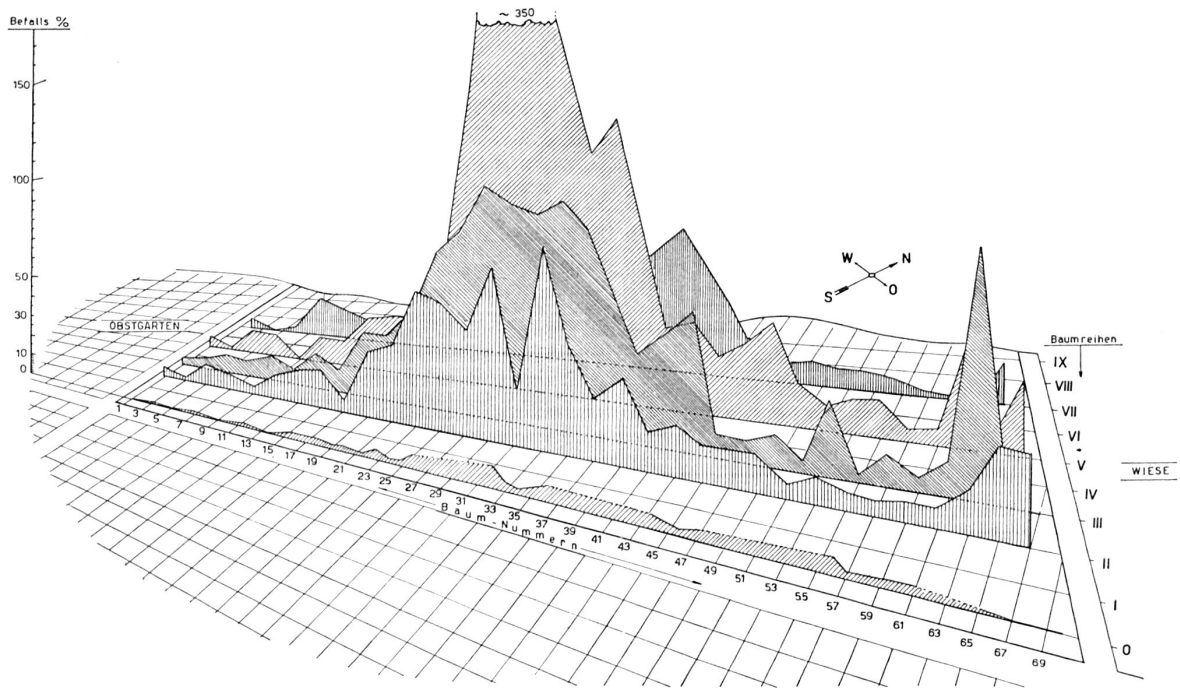


Fig. 3. — Darstellung des Obstmadenbefall an Apfelbäumen am 5. August 1958. Die Kurven verbinden die an den einzelnen Bäumen einer Längsreihe ermittelten Befalls.werte. Befalls % : Zahl Einbohrstellen auf 100 Früchte. Auffällig ist der starke Befall um die Infektionsquelle herum (Reihe V), ferner der relativ hohe Befall im Nordosten der Parzelle im Grenzgebiet gegen das baumfreie Wiesland.

Dagegen war ein leichter Einfluss der Exposition auf die Zahl der Obstmadeneinstiche nachzuweisen. Bei den meisten Bäumen wurden die Auszählungen getrennt nach Himmelsrichtungen, nach Norden, Südosten und Südwesten gemacht. Tabelle 2 zeigt, dass in allen fünf Längsreihen der Befall auf der Südwestseite der Krone am stärksten war, in den meisten Reihen folgte dann Südosten und zuletzt Norden. Die Ursachen dieser sich wiederholenden, wenn auch nicht starken Unterschiede sind nicht klar. Es wäre möglich, dass die Falter bei der Eiablage am Abend vom helleren Westhimmel beeinflusst werden.

Um die Befallsverhältnisse deutlicher herauszuarbeiten, wurde der Durchschnittsbefall in den in Abbildung 1 angegebenen Zonen berechnet (Fig. 4). Dazu wurden die Werte der Längsreihen III, V und

TABELLE 2

Verteilung der Obstmaden-Einbohrstellen nach der Exposition der Früchte auf dem Baum (Apfel).

Reihe	Zahl kontrollierter Bäume	Obstmaden-Einbohrstellen nach Exposition		
		Nord	Südost	Südwest
0	34	16	24	31
II	34	151	145	176
III	33	211	207	258
V	22 *	391	469	508
VII	27	117	138	149
Total	150	886	983	1122

* Bei 10 Bäumen wurde der Befall nicht nach Himmelsrichtungen getrennt ausgezählt.

VII verwendet, die zur Infektionsquelle symmetrisch liegen. Das Zentrum umfasst einen Kreis von 13 Meter Radius, die eigentliche Infektionsquelle macht davon in der Längsrichtung 9 Meter aus. Die Kreisringe B, C, D, F besitzen eine Breite von ca. 23 Meter. A ist 29 Meter breit, was zusammen mit dem Zentrum zweimal 21 Meter ausmacht. Auf diese Weise ist es möglich, den relativ raschen Abfall im Obstmadenbefall nach Südwesten und den etwas langsameren nach Nordosten sichtbar zu machen. Ferner wird auch der Wiederanstieg des Befalls in der Randpartie der Parzelle im Nordosten deutlich (F). Schon in 50–60 Meter Entfernung von der Quelle erreicht der Befall nur noch 10 % des Maximalwertes. Andererseits kann die maximale Reichweite der Infektion nicht bestimmt werden, da auch in 150 Meter Entfernung der Befall den Ausgangswert übersteigt.

In Figur 4 lässt sich die Befallkurve in Zusammenhang mit der Distanz von der Infektionsquelle leicht ziehen. Wichtig ist daneben aber auch, welcher Prozentsatz aller Eier in den verschiedenen Zonen abgelegt wurde. Dabei müssen wir uns auf eine überschlagsmässige Berechnung beschränken. Dazu treffen wir die vereinfachende Annahme, dass auf jede Flächeneinheit gleichviel Apfelbäume mit ausgeglichener Früchtezahl entfallen, ferner dass es sich bei den Zonen A-F um vollständige Kreisringe handle. Eine Berechnung der Obstmadenzahl in jeder Zone muss ja von der Früchtezahl und dem festgestellten Durchschnittsbefall ausgehen. Unter unsern Annahmen genügt es aber, die Differenz der Quadratzahlen des grösseren und kleineren Radius eines Kreisrings mit dem Durchschnittsbefall zu multiplizieren, um die gesuchte Verhältniszahl zu finden. Nach dieser Überschlagsrechnung befanden sich nun im Zentrum etwa 10 %, in den Zonen A-D je zwischen 20 und 15 % aller Obstmaden.

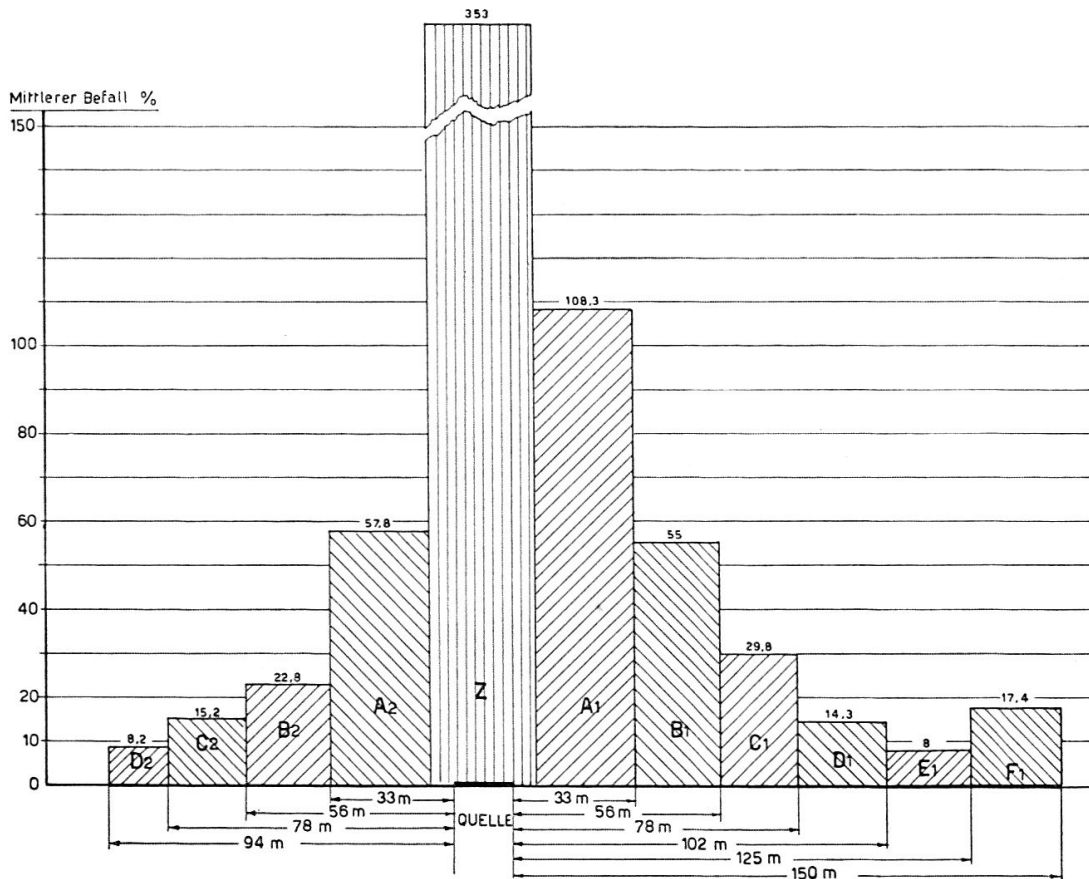


Fig. 4. — Durchschnittlicher Obstmadenbefall in den verschieden weit von der Infektionsquelle entfernten Zonen (Abgrenzung siehe Figur 1). Die Distanzen von der Infektionsquelle zum Rand der einzelnen Zonen sind angegeben. Der Befall sinkt in der Hauptwindrichtung (Z bis D₁) langsamer als in der Gegenrichtung (Z bis D₂). Ferner kommt das Ansteigen des Befalls an der nordöstlichen Parzellengrenze (F₁) deutlich zum Ausdruck.

In der stark befallenen Zone bis 30 Meter von der Infektionsquelle (Zentrum und A) waren demnach nur etwa 30 % und in einer Entfernung bis 60 Meter etwa 50 % der Raupen. Dies zeigt mit aller Deutlichkeit, dass der Apfelwickler sich bei der Eiablage ganz beträchtlich ausbreitet.

b) *Birnen*

Der Obstmadenbefall konnte in den Längsreihen II, III und V an späten Sorten kontrolliert werden. Ferner wurde an der die Parzelle nach Nordosten abschliessenden Querreihe mit der mittelspäten Sorte Beurré Hardi eine Auszählung gemacht. Der Fruchtbehang der Birnbäume war durchgehend sehr schwach. All diese Kontrollen ergaben nur einen äusserst geringen Obstmadenbefall und zwar sogar an den der Infektionsquelle nächstgelegenen Bäumen (Tabelle 3). Wohl wurde hier der Befall durch die künstliche Infektion etwas beeinflusst, aber in weit geringerem Masse als bei den Äpfeln. (vgl. vor allem die Befallszahlen Apfel-Birne im Zentrum und in Zone A). Die vorhandenen Befallsstellen waren noch im Anfangsstadium, was mit der noch sehr harten Konsistenz der Birnen zusammenhängen wird. Allerdings war auch der Befall an den schon weicheren Früchten der Sorte Beurré Hardi klein (3 Befallsstellen auf 200 Früchte, also Befall von 1,5 % gegen 17 % bei den unmittelbar benachbarten Äpfeln der Zone F).

Eine Erklärung des auffällig schwachen Befalls ist nicht einfach. Die naheliegende Vermutung, dass die Spätbirnen noch zu wenig entwickelt waren und erst zu einem späteren Zeitpunkt attraktiv werden, wird durch den angeführten schwachen Befall an Beurré Hardi wenig wahrscheinlich gemacht. Dagegen ist es denkbar, dass auch in diesem Fall eine Spezialisierung des Apfelwicklers auf eine Wirtspflanze vorliegt. Die in unserem Versuch verwendeten Obstmaden waren an Apfelbäumen gesammelt worden und hatten wiederum an Apfelbäumen einen starken Befall zur Folge. Anhaltspunkte, dass sich die Apfelwicklerpopulation einer isolierten Birnenanlage von derjenigen von Apfelanlagen unterscheidet, erhielt ARMSTRONG (1945) aus dem Vergleich der betreffenden Flugkurven. Eine gewisse Trennung der Populationen des Apfelwicklers auf Aprikosen und Kernobst konnte durch BOVEY (1949) im Wallis nachgewiesen werden. Es bleibt aber auch die Möglichkeit, dass der Apfelwickler ganz allgemein den Apfelbaum vor dem Birnbaum bevorzugt.

Diskussion über das Mass der Ausbreitung

Durch eine massive Obstmadeninfektion gelang es uns, die Art der Ausbreitung des Apfelwicklers bei der Eiablage festzulegen. In unserem Versuch sank der prozentuale Befall der Früchte in einer Distanz von 50 Meter von der Quelle auf etwa 10 % des Maximalbefalls ; noch in einer Entfernung von 150 Meter war der Befall beträchtlich über dem

TABELLE 3

Berechnung des durchschnittlichen Obstmadenbefalls an Apfel und Birne in den von der Infektionsquelle verschieden weit entfernten Zonen der Anlage. (Abgrenzung der Zonen, siehe Figur I.)

Apfel							Birnen								
Zone	kontrolliert :		Befall, %	Zone	Kontrolliert :		Befall, %	Zone	Kontrolliert :		Befall, %	Zone	Kontrolliert :		Befall, %
	Bäume	Früchte			Bäume	Früchte			Bäume	Früchte			Bäume	Früchte	
Zentrum	4	240	353,3	—				Zentrum	3	10	20	—			
A 1	11	516	108,3	A 2	13	681	57,8	A 1	4	49	6,1	A 2	8	77	1,3
B 1	8	345	55,0	B 2	8	460	22,8	B 1	4	70	0	B 2	3	63	1,5
C 1	8	459	29,8	C 2	8	454	15,2	C 1	4	89	0	C 2	3	48	6,2
D 1	9	480	14,3	D 2	6	290	8,2	D 1	3	45	0	D 2	2	60	0
E 1	8	447	8,0					E 1	3	23	0				
F 1	9	436	17,4												

für den Befall zu erwartenden Ausgangswert. Der Verlauf der Befall-Distanzkurve (Regressionskurve) kann näherungsweise mathematisch dargestellt werden, und ist als Mass der Ausbreitung eines Organismus verwendbar. WOLFENBARGER (1946) arbeitet mit diesem Ausdruck in seiner breit angelegten Literaturzusammenstellung über die Ausbreitung kleiner Organismen und nennt ihn « distance dispersion rate » und « incidence rate ». Er zeigt auch, dass die Individuenzahl im Zentrum des Herdes einen Einfluss auf das Mass der Ausbreitung hat. Dies gilt natürlich verstärkt für Tiere, die eine Frucht nur einmal mit Eiern belegen. Der Apfelwickler dagegen legt bei hoher Populationsdichte viele Eier in der Umgebung einer einzigen Frucht. Die Übervölkerung in der Nähe der Infektionsquelle scheint sich deshalb weniger auf die Ausbreitung auszuwirken.

Die Abhängigkeit von Befall und Distanz vom Herdgebiet spielt auch bei Pilzkrankheiten eine grosse Rolle. GÄUMANN (1946) verwendet in diesem Zusammenhang als Mass der Ausbreitung die « Reichweite der anemochoren Ausbreitung ».

Das rasche Absinken des prozentualen Obstmadenfalls mit zunehmender Entfernung von der Infektionsquelle darf nicht zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Ausbreitung führen. Die Ausbreitung von einem punktförmigen Quelle aus verteilt sich auf eine zunehmend grössere Baum- und Früchtezahl, die mit dem Quadrat der Entfernung anwachsen. Nach dieser Umrechnung fanden wir in einer Zone von 60 Meter Radius nur etwa 50 % der von der Infektion herrührenden Raupen. Demnach besitzt ein lokaler Herd mit stärkerem Befall die Tendenz sich in einer Eiablageperiode über eine Distanz von mehr als 100 Meter auszubreiten. Zuverlässige Anhaltspunkte über die maximale Reichweite des Herdes konnten wir unter den gegebenen Verhältnissen nicht erhalten.

Wie eingangs erwähnt, wurden frühere Untersuchungen über die Ausbreitung des Apfelwicklers durch das Freilassen von markierten Faltern an einem Punkt und deren Fang mit Ködergläsern in sehr grossen geschlossenen Apfelpflanzungen gemacht. In den Versuchen von WORTHLEY (1932) wurden 51,5 % der wieder gefangenen Falter in einem Kreis von 65 Meter Radius um die « Quelle » erbeutet, 41 % in der Zone von 65–170 Meter und 7,5 % in einer Entfernung von mehr als 170 Meter. Bei den Arbeiten von VAN LEEUWEN (1940) wurden im Umkreis von 50 Meter um das Zentrum 58 %, in der Zone bis 100 Meter 35 % und noch weiter entfernt 7 % der Falter gefangen. Einzelne wenige Falter konnten sogar auf Distanzen bis 500 Meter nachgewiesen werden. Im Gegensatz zu unsern Feststellungen war hier die Ausbreitung der Falter gegen die Hauptwindrichtung stärker als mit derselben. Nach den Angaben von STEINER (1940) wurden in fünf Versuchsjahren die markierten Falter in einer durchschnittlichen Entfernung von etwa 65 Meter gefangen, einzelne Tiere wurden in Distanzen bis 700 Meter registriert.

In diesen Versuchen wurde die Populationen durch das vorzeitige Abfangen der Falter reduziert. Ferner können die vielen Ködergläser das Flugverhalten der Falter bis zu einem gewissen Grade beeinflusst haben. Es ist bemerkenswert, dass unser Versuch, bei dem diese Unsicherheitsfaktoren nicht vorhanden waren und in dem nicht Falter, sondern das Resultat der Ausbreitung, der Obstmadenbefall, kontrolliert wurde, recht gut vergleichbare Resultate ergab.

Es darf angenommen werden, dass sich mindestens ein Teil der Falter ziemlich rasch vom Ausgangspunkt entfernt. Würden alle Falter, die ja die meisten Eier in den ersten Lebenstagen ablegen, nur langsam wegwandern, so müssten die weitaus meisten Befallsstellen in der Zone nahe an der Quelle erwartet werden. Wie erwähnt, sind es in einem Kreis von 60 Meter Radius aber nur etwa 50 %. Auch das erneute Ansteigen des Befalls an der Nordostgrenze der Anlage wird mit dieser starken Ausbreitungstendenz zusammenhängen. So lange sich die Falter in einer Obstanlage weiterbewegen können, tun sie dies offenbar ziemlich rasch. Sobald sie aber aus dem Bereich der Baumkronen ins « Leere » hinausstoßen, (baumfreies Land im Nordosten der Anlage) scheint mindestens ein Teil der schwärmenden Falter zur Umkehr veranlasst zu werden. Dies führt dann zu vermehrten Eiablagen im Grenzgebiet. Der Übergang der Kernobstanlage in eine Zwetschgenanlage im Südwesten unserer Versuchsparzelle wirkte sich demgegenüber auf die Eiablage nicht aus. Offenbar waren also die Zwetschgenbäume nicht abschreckend für die Falter. Es könnte damit zusammenhängen, dass die Zwetschge notfalls als Wirtspflanze dienen kann (ZECH 1958). Naheliegend ist aber die Annahme, dass sich die Falter im Flug vorwiegend optisch nach den Baumkronen orientieren. Die geruchliche Orientierung wird erst auf kürzere Distanz zur Unterscheidung der Wirtspflanzen und vor allem zur Auslösung der Eiablage einsetzen (WILDBOLZ 1958).

Praktische Konsequenzen

In unserem Versuch war es möglich, eine kräftige Infektion in einer bisher wenig befallenen isolierten Apfelanlage zu erzeugen. Es wird sich allerdings noch zeigen müssen, ob sich die Population in den kommenden Jahren halten wird. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, in Versuchsanlagen, in denen vergleichende Obstmadenspritzungen durchgeführt werden, einen verstärkten Befall zu erzeugen. Dies ist besonders wichtig bei diesem Schädling, der in manchen Jahren so schwach auftritt, dass eine zuverlässige Beurteilung des Bekämpfungserfolges nicht einfach ist. Allerdings wird man durch künstliche Infektionen nur dann einen ausgeglichenen Befall erwarten dürfen, wenn man die Falter an verschiedenen über die ganze Anlage verteilten Punkten schlüpfen lässt. Wichtig für Bekämpfungsversuche ist ferner,

dass der Falter bei der Eiablage grosse Strecken überwindet. Aus diesem Grund wird eine behandelte Parzelle ständig aus der Umgebung mit Faltern neu bevölkert werden, es sei denn, sie besitze eine ganz beträchtliche Grösse, wie dies unter unsern Verhältnisse nicht in Frage kommt.

Der Apfelwickler legt in einer geschlossenen Obstanlage seine Eier in einer Zone von 100 bis 200 Meter vom Orte seiner Überwinterung aus ab. Aus diesem Grunde gleichen sich Befallsunterschiede, die zum Beispiel wegen Ernteaussfall oder unterschiedlicher Behandlung entstehen, im folgenden Jahr rasch wieder aus. Aus der Praxis ist es allerdings bekannt, dass Obstanlagen in der Nähe von Obstlagerhäusern immer wieder ungewöhnlich stark befallen werden. Es sind dies aber Bäume, die Jahr für Jahr von derselben Infektionsquelle stark angefliegen werden und dadurch selber zu einem Herdgebiet stärkeren Befalls werden. Abgesehen von solchen Spezialfällen ist der Obstmadenbefall in grösseren geschlossenen Obstbaugebieten recht gut ausgeglichen. Dank dieser Tatsache, die weitgehend mit der Ausbreitungstendenz des Falters zusammenhängt, ist es möglich, durch sorgfältige Kontrollen Prognosen über den Zeitpunkt und die Stärke der Obstmadenbefalls ganzer Regionen auszuarbeiten (SAVARY und BAGGIOLINI, 1955, 1957). Andererseits hemmen baumfreie Wiesen- und Ackerflächen den Flug des Falters. Das Beispiel des Betriebes Comugny zeigt, dass eine baumfreie Zone von 500 Meter genügt, um eine isolierte Anlage vor stärkerem Zuflug zu schützen.

Zusammenfassung

Einleitend wird auf die Bedeutung hingewiesen, die das Mass der Ausbreitung einer Insektenart besitzt. Da die Verhältnisse beim Apfelwickler noch wenig bekannt sind, wurde im beschriebenen Versuch die Ausbreitung der Falter während der Eiablageperiode untersucht.

In einer jüngeren isolierten Kernobstanlage, die bisher nur sehr schwachen Obstmadenbefall hatte, wurde an einem Punkte eine künstliche Infektion mit etwa 1000 Faltern gemacht. Der Obstmadenbefall an Äpfeln war unmittelbar bei der Infektionsquelle sehr hoch und zwar über 300 %. In einer Distanz von 50 Meter fiel er auf $\frac{1}{10}$ dieses Wertes und erreichte auch in einer Entfernung von 150 Meter nicht das für den Betrieb normale Niveau von 0-1 %. Das Absinken des Befalls war in der Hauptwindrichtung deutlich langsamer als in der Gegenrichtung. In der Randzone der Parzelle, die an baumfreies Ackerland grenzt, stieg der Befall wieder deutlich an, während in der Randzone, an die eine Zwetschgenanlage anschliesst, die Befallskurve stetig absank.

Der Befall an Birne war auch in unmittelbarer Nähe der Infektionsquelle sehr schwach. Die Ursache dafür kann in der langsameren Fruchtentwicklung der Birne oder eher in einer gewissen Spezialisierung der Apfelwicklerpopulation auf eine bestimmte Wirtspflanze liegen.

Bei der Ausbreitung von einer punktförmigen Quelle verteilt sich der Befall mit zunehmender Entfernung auf immer mehr Bäume und Früchte. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache kann gezeigt werden dass im Umkreis von 60 Meter Radius nur etwa 50 % der Eier abgelegt wurden.

In geschlossenen Obstanlagen haben wir beim Apfelwickler mit Überflug und Eiablagen auf Distanzen von 100 bis 200 Meter zu rechnen. Baumfreie Flächen wirken dagegen als deutliche Schranke. Befallsunterschiede, die durch Ernteaussfall an einzelnen Bäumen oder durch Bekämpfungsmassnahmen entstehen, werden durch die kräftige Ausbreitung rasch ausgeglichen. Konsequenzen ergeben sich daraus für die Anlage von Bekämpfungsversuchen und für die Prognose.

RÉSUMÉ

Dans ce travail, les auteurs étudient les possibilités de dispersion du carpocapse des pommes et des poires.

Dans une jeune plantation, où la population autochtone du ravageur est encore très faible, on observe, par contrôle de la ponte, la diffusion de l'insecte à partir d'une source localisée comprenant environ 1000 papillons.

Dans le voisinage immédiat de la source, l'attaque du ravageur est très importante et dépasse le 300 % des fruits contrôlés.

A la distance de 50 mètres du foyer, l'attaque diminue fortement et ne représente plus que le $\frac{1}{10}$ de cette valeur ; à 150 mètres, le degré d'infestation est encore supérieur à celui que l'on observe dans le reste de la culture, soit de 0-1 %.

La régression de cette infestation est moins sensible dans la direction du vent dominant.

A une des limites de la parcelle contiguë à un champ entièrement dépourvu d'arbres, la courbe d'infestation remonte sensiblement, tandis que dans le côté opposé, délimité par une plantation de pruniers, cette courbe diminue régulièrement.

L'attaque sur poires, même aux alentours immédiats de la source, reste très faible. On peut en rechercher les raisons soit dans le degré de maturation moins avancée de ces fruits, soit dans une spécialisation marquée du carpocapse pour un hôte déterminé (le pommier en l'occurrence).

A partir du point de diffusion, l'attaque se répartit sur un nombre toujours plus grand d'arbres et de fruits.

Pour cette raison, on constate que dans un rayon de 60 m. autour de la source on ne retrouve que le 50 % des pontes.

Dans les conditions de cet essai, le carpocapse semble en mesure de voler et de pondre à une distance atteignant 150 m. Il paraît en outre prouvé que des surfaces sans arbre peuvent servir comme obstacle à une diffusion ultérieure.

Des différences d'attaque dues à des irrégularités de production ou à l'application de moyens de lutte différents sont rapidement égalisées par ce pouvoir de diffusion.

LITERATUR

- ARMSTRONG, TH., 1945. *Differences in the life history of codling moth, Carpocapsa pomonella (L.), attacking pear and apple.* Canad. Ent. 77 : 231-233.
- BOVEY, P., 1949. *Le carpocapse des Pommes, Enarmonia pomonella (L.), ravageur des abricots en Valais.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 22 : 137-172.
- DOINIKOV, A., 1936. *Agrotechnical measures in codling moth control.* Plant Prot. 9 : 128-129. Ref. in Rev. Appl. Ent. 25 : 397.
- GÄUMANN, E., 1946. *Pflanzliche Infektionslehre.* Verlag Birkhäuser Basel, 611 p.
- ISELY, D., 1943. *Early maturing varieties in codling moth control.* J. econ. Ent. 36 : 757-759.
- SAVARY, A. und BAGGIOLINI, M., 1955. *Contribution à l'étude de la lutte contre le carpocapse des pommes et des poires (Enarmonia pomonella L.).* Ann. agr. Suisse 56 : 827-864.
- 1957. *Contribution à l'étude de la lutte contre le carpocapse des pommes et des poires (Enarmonia pomonella L.).* Ann. agr. Suisse 58 : 809-826.
- STEINER, L. F., 1940. *Codling moth flight habits and their influence on results of experiments.* J. econ. Ent. 33 : 436-440.
- VAN LEEUWEN, E. R., 1940. *The activity of adult codling moths as indicated by captures of marked moths.* J. econ. Ent. 33 : 162-166.
- VOGEL, W. und WILDBOLZ, Th., 1958. *Befallsschwankungen bei einigen häufigen Schädlingen an Apfelbäumen.* Schweiz. Zeitschr. Obst-Weinbau 67 : 182-187.
- WILDBOLZ, TH., 1958. *Über die Orientierung des Apfelwicklers bei der Eiablage.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 31 : 25-34.
- WILDBOLZ, TH. und VOGEL, W., 1959. *Über den Einfluss von intensiver und schonender Insektizidspritzung in Apfelanlagen.* Schweiz. Zeitschr. Obst-Weinbau 68 : 78-86.
- WOLFENBARGER, D. O., 1946. *Dispersion of small organisms.* Amer. Midl. Nat. 35 : 1-152.
- WORTHLEY, H. N., 1932. *Studies on codling moth flight.* J. econ. Ent. 25 : 559-565.
- ZECH, E., 1958. *Untersuchung über die Entwicklung der Larve des Apfelwicklers (Carpocapsa (Cydia) pomonella L.) an Zwetschgen und Pflaumen.* Zeitschr. ang. Ent. 42 : 218-235.