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

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 53 (1980)

Heft: 4

Artikel: Zur Eiverteilung der Kirschenfliege, Rhagoletis cerasi L. (Dipt., Tephritidae), im Freiland

Autor: Remund, U. / Katsoyannos, B.I. / Boller, E.F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-401974

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
53, 401-405, 1980

Zur Eiverteilung der Kirschenfliege, Rhagoletis cerasi L. (Dipt., Tephritidae), im Freiland

U. REMUND[1], B. I. KATSOYANNOS[2] und E. F. BOLLER[1]
mit statistischem Anhang von W. BERCHTOLD[3]
[1]Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, CH-8820 Wädenswil
[2]Faculty of Agriculture and Forestry, University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece
[3]Institut für Tierproduktion der ETH, Gruppe Biometrie, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

Distribution of eggs of the cherry fruit fly, Rhagoletis cerasi L. (Dipt. Tephritidae), under field conditions - Oviposition in cherry fruit fly was studied under field conditions. Egg distribution on cherries was analysed using statistical methods to compare with the Poisson distribution. The patterns of oviposition on host fruit does not follow the Poisson distribution. This phenomenon ist caused by the innate behavior of the cherry fruit fly to ovoposit only one egg per visit on a fruit and by the oviposition-deterrent effect of the marking pheromone.

Wie HÄFLIGER (1953) aufgrund von Beobachtungen zeigte, verteilt die Kirschenfliege, *Rhagoletis cerasi L.*, ihre Eier nicht zufällig, sondern durch einen Mechanismus gesteuert in die Wirtsfrüchte (Kirschen). KATSOYANNOS (1975) wies die Existenz und Wirksamkeit eines Markierungspheromons nach, welches nach der Eiablage von den Weibchen auf die Fruchtoberfläche deponiert wird. Demnach ermöglicht das Markierungspheromon dem Weibchen, unterstützt durch das angeborene Verhalten, pro Besuch auf der Wirtsfrucht nur ein Ei abzulegen, die gezielte Verteilung der Eier. Pheromon-markierte Früchte werden für die Eiablage stark gemieden. Zudem steigert das Markierungspheromon die Suchaktivität und die Dispersion der Fliegen und ist sehr wahrscheinlich Ursache für das Verlassen der Bäume mit stark befallenen Früchten. Das Markierungspheromon sichert also eine gleichmässige Eiverteilung auf die verfügbaren Wirtsfrüchte auch bei sehr hohem Befall. Damit wird eine optimale Nutzung der Ressourcen für die Nachkommenschaft erzielt, wie sie bei zufälliger, d. h. nicht pheromongesteuerter Eiablage nie erreicht würde (KATSOYANNOS, 1975, 1979).

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, anhand umfangreicher Auszählungen der Eiverteilung in die Wirtsfrüchte über ein breites Befallsspektrum, die Effizienz des Markierungspheromons statistisch zu belegen.

MATERIAL UND METHODE

Wir entnahmen während der Eiablageperioden der Jahre 1975-77 zufällige Stichproben von 20-135 Kirschen von Bäumen verschiedenster Sorten. Insgesamt basieren unsere Berechnungen auf 2652 untersuchten Kirschen. Für jede Stichprobe wurden der Durchschnittsbefall (arithmetisches Mittel) sowie die Anzahl der Früchte mit 1,2,... bis n Eiern erhoben. Die Stichprobeentnahme erfolgte kurz vor der Ernte der Kirschen.

Zur Auswertung des Datenmaterials ermittelten wir die nachstehenden Kenngrössen:

N die Zahl der insgesamt untersuchten Kirschen

T die Zahl der insgesamt abgelegten Eier

$\hat{\lambda}$ den Poissonschen Parameter als Schätzung für die durchschnittliche Eizahl pro Kirsche (T/N)

f_0 die beobachteten befallsfreien Kirschen (0-Klasse)

$\hat{f}_0$ den Erwartungswert für befallsfreie Kirschen ($e^{-\hat{\lambda}}$)

q den Quotienten $f_0/\hat{f}_0$

u den Quotienten $\frac{q-1}{\sqrt{V(q)}}$ mit V = Varianz von q

P die Wahrscheinlichkeit P ($f \leqq f_0/e^{-\hat{\lambda}}$) in Prozenten.

Zudem tragen wir die beobachteten befallsfreien Kirschen in % gegen die erwarteten befallsfreien Kirschen in % graphisch auf (Abb. 1), was uns gestattet, allfällige Abweichungen vom Erwartungswert zu erkennen.

RESULTATE UND DISKUSSION

Als erstes prüfen wir, ob $\hat{f}_0$ gegenüber f_0 signifikant abweicht. Das entsprechende χ^2 von 52,305 übersteigt den Grenzwert von 49,801 bei 35 Freiheitsgraden und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%. Die 0-Klasse ist damit gegenüber der Poisson-Verteilung zu schwach besetzt. Abbildung 1 bestätigt uns diese Aussage, indem ein Grossteil der Stichproben *weniger* als erwartet befallsfreie Kirschen enthalten (Punkte unter der Diagonalen). Dafür ist die Befallsklasse mit einem Einstich übervertreten, während die Mehrfachablagen in der Regel untervertreten sind.

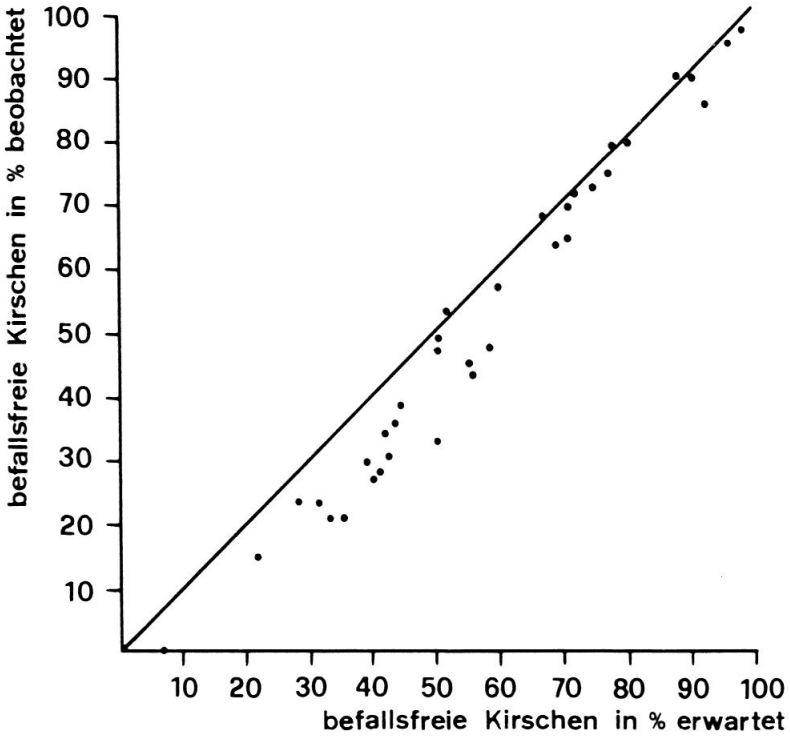

Abb. 1: Relation zwischen dem Prozentsatz befallsfreier Kirschen, erwartet (Abszisse) und beobachtet (Ordinate)

Im weiteren zeigt uns der Quotient q, dass die Belegung der 0-Klasse in 31 von 35 Fällen zu schwach ist. Die Kenngrösse P sollte in etwa der Hälfte aller Fälle unter, sonst über 50% liegen; wir stellen aber ein Verhältnis von 9 : 26 zugunsten von tieferen P-Werten fest. Diese Abweichung von der erwarteten Aufspaltung ist signifikant.

Tab. 1: Tabellierung der untersuchten Kirschenproben (N), deren Eibesatz (T) und der verwendeten statistischen Parameter. Erläuterungen im Text.

		Belegungsgrad (i)									
N	T	$0(f_o)$	1	2	3	4+	$\hat{\lambda}$	$\hat{f}_o$	q	u	P(%)
106	124	26	51	19	6	4	1,1698	32,9	0,79	-1,45	9
97	100	21	60	11	3	2	1,0309	34,6	0,61	-2,88	0
55	70	13	24	12	3	3	1,2727	15,4	0,84	-0,72	29
46	10	37	8	1	0	0	0,2174	37,0	1,00	-0,01	56
71	23	51	17	3	0	0	0,3239	51,4	0,99	-0,09	51
75	58	25	43	6	1	0	0,6988	37,3	0,72	-2,23	2
86	12	74	12	0	0	0	0,0745	79,8	0,99	-0,26	45
121	111	34	66	18	3	0	0,9174	48,4	0,70	-2,66	0
72	29	49	18	4	1	0	0,4028	48,1	1,02	0,22	63
135	151	29	71	26	8	1	1,1185	44,1	0,66	-2,77	0
73	18	58	13	1	1	0	0,2466	57,1	1,02	0,27	65
92	63	45	33	12	2	0	0,6848	46,4	0,97	-0,29	43
93	79	34	41	16	2	0	0,8495	39,8	0,86	-1,21	13
103	13	93	8	1	1	0	0,1262	90,8	1,02	0,68	79
29	25	9	16	3	1	0	0,8621	12,3	0,74	-1,22	15
80	21	60	19	1	0	0	0,2625	61,5	0,98	-0,41	38
86	44	49	31	5	1	0	0,5116	51,6	0,95	-0,56	32
59	48	23	26	9	0	1	0,8136	26,2	0,88	-0,83	24
82	72	29	36	15	2	0	0,8780	34,1	0,85	-1,14	15
20	31	3	10	3	2	2	1,5500	4,2	0,71	-0,68	36
108	31	79	27	2	0	0	0,2870	81,1	0,98	-0,46	36
73	50	35	29	5	2	2	0,6849	36,8	0,95	-0,42	38
46	43	14	22	9	1	0	0,9348	18,1	0,78	-1,23	14
25	23	7	13	5	0	0	0,9200	10,0	0,70	-1,21	16
120	78	64	42	10	1	3	0,6500	62,7	1,02	0,25	63
92	32	64	24	4	0	0	0,3478	65,0	0,99	-0,22	45
100	2	98	2	0	0	0	0,0200	98,0	1,00	-0,01	59
100	10	90	10	0	0	0	0,1000	90,5	1,00	-0,17	48
100	4	96	4	0	0	0	0,0400	96,1	1,00	-0,04	56
50	18	32	18	0	0	0	0,3600	34,9	0,92	-0,88	23
50	29	22	27	1	0	0	0,5800	28,0	0,79	-1,71	6
57	20	37	20	0	0	0	0,3509	40,1	0,92	-0,91	22
50	30	23	24	3	0	0	0,6000	27,4	0,84	-1,26	13
50	27	24	25	1	0	0	0,5400	29,1	0,82	-1,47	9
50	140	0	5	14	22	9	2,8000	6,1	0,80	-1,80	4

Der Quotient u prüft, ob im Einzelexperiment eine signifikante Abweichung von der Poisson-Verteilung vorliegt. Dies ist überall dort der Fall, wo u = ±1,96 übersteigt. In lediglich vier von 35 Fällen wird u = - 1,96 unterschritten. Prüft man jedoch die Summe der Abweichungen über alle Experimente mit Σ (q-l), erhält man als Testgrösse u = 5,158. Dazu gehört ein P-Wert von unter 0,001, was zeigt, dass sich die Abweichung klar von der Poisson-Verteilung unterscheidet.

Die durchgeführten statistischen Tests bestätigen die biologische Wirksamkeit des Markierungspheromons von *R. cerasi* zweifelsfrei. Die eiablageverhindernde Wirkung des Markierungspheromons kann über das ganze untersuchte Befallsspektrum von 0–280% beobachtet werden, dies steht im Widerspruch zu den Beobachtungen von HÄFLIGER (1953), wonach ab etwa 100% Durchschnittsbefall das Auswahlprinzip aufgegeben werde. Die Aussagen von KATSOYANNOS (1975, 1979), wonach das Markierungspheromon eine gleichmässige Eiverteilung auf die verfügbaren Wirtsfrüchte sichert, können bestätigt werden. Zudem zeigten erste Freilandapplikationen des Markierungspheromons, dass der eiablageverhindernde Effekt bei bestimmten Voraussetzungen (Zahl der Behandlungen, Konzentration, Witterungsverhältnisse) den Befall unter der Toleranzgrenze halten kann (KATSOYANNOS & BOLLER, 1976, 1980).

STATISTISCHER ANHANG

i) Es wird vermutet, dass die Kirschenfliege zwischen bereits mit Eiern besetzten und nicht besetzten Kirschen unterscheiden kann und die nicht besetzten bevorzugt. Bei gleicher Chance für alle Kirschen würde die Besetzung einer *Poissonschen Verteilung* folgen; trifft obige Vermutung zu, so wird die Klasse «nicht besetzt» zu schwach belegt sein.

ii) Im einzelnen Versuch schätzen wir den Poissonschen Parameter $\hat{\lambda}$ als $\sum_{i=0}^{\infty} i\, f_i/N = T/N$, wobei f_i die Zahl der Kirschen mit i Belegungen angibt und N die gesamte Zahl der untersuchten Kirschen bedeutet.
Aufgrund dieser Schätzung wären

$$\hat{f}_o = N \cdot e^{-\hat{\lambda}} = N \cdot \exp(-\hat{\lambda}) \tag{1}$$

Kirschen nicht belegt. $\hat{f}_o$ haben wir mit der tatsächlich festgestellten Anzahl f_o zu vergleichen.

iii) Als Mass für das Abweichen von der erwarteten Anzahl $\hat{f}_o$ wählen wir den Quotienten

$$q = \frac{f_o}{\hat{f}_o} = \frac{f_o}{N \cdot \exp(-\hat{\lambda})} \quad . \tag{2}$$

Um Erwartungswert und Varianz von q zu bestimmen, gehen wir von der Verteilung von q aus.

$$F(q \leq q_o) = \sum_{q \leq q_o} \binom{N}{f_o} \left[\exp(-\hat{\lambda})\right]^{f_o} \left[1 - \exp(-\hat{\lambda})\right]^{N-f_o} \frac{e^{-N\lambda}}{T!}(N\lambda)^T \; ; \tag{3}$$

$$T = \sum i\, f_i \; , \quad \hat{\lambda} = T/N$$

Die bedingte Verteilung von f_o, gegeben T, ist also binomisch mit $\pi = \exp(-\hat{\lambda})$.

iv) Man kann jetzt mit Hilfe von (3) den Erwartungswert von q berechnen und erhält

$$E(q) = 1 \; , \tag{4}$$

so dass also q eine erwartungstreue Schätzung für das Verhältnis $f_o/\hat{f}_o$ ist.

Für die Varianz findet man

$$V(q) = \frac{1}{N} e^{-\lambda N(1 - e^{-1/N})} \cong \frac{1}{N} (e^{\lambda} - 1) \tag{5}$$

Der Quotient

$$\frac{q - 1}{\sqrt{V(q)}} = \frac{f_o - N \cdot e^{-\lambda}}{\sqrt{N \cdot e^{-\lambda}(1 - e^{-\lambda})}} \tag{6}$$

bzw. mit λ ersetzt durch $\hat{\lambda}$

$$u = \frac{f_o - \hat{f}_o}{\sqrt{N \cdot e^{-\hat{\lambda}}(1 - e^{-\hat{\lambda}})}}, \quad \hat{f}_o = N \cdot e^{-\hat{\lambda}} \tag{7}$$

wird als normal verteilt mit Erwartungswert 0 und Varianz 1 angenommen. Zum selben Resultat kommt man auch über die bedingte Verteilung von f_o, gegeben $\hat{\lambda}$.

v) Zum Prüfen der Abweichungen von der Poisson-Verteilung in den 35 Einzelexperimenten berechnen wir jeweils den Quotienten u nach (7). Für das gesamte Experiment summieren wir die Abweichungen $(f_o - \hat{f}_o)$ sowie die Varianzen $N\ e^{-\hat{\lambda}}\ (1 - e^{-\hat{\lambda}})$ und prüfen, ob die Summe gesichert von null abweicht. Aufgrund der Problemstellung betrachten wir nur negative Abweichungen als wesentlich.
Mit der bekannten Eigenschaft, wonach u^2 wie χ^2 mit einem Freiheitsgrad verteilt ist, haben wir auch die u^2 summiert und nachgesehen, ob der Schwellenwert bei 35 Freiheitsgraden überschritten wird.

LITERATUR

HÄFLIGER, E. 1953. *Das Auswahlverhalten der Kirschenfliege bei der Eiablage (Eine statistische Studie).* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *26:* 258–264.

KATSOYANNOS, B. I. 1975. *Oviposition-deterring, male-arresting, fruit-marking pheromone in Rhagoletis cerasi* L. Environ. Entomol. *4:* 801–807.

KATSOYANNOS, B. I. 1979. *Zum Reproduktions- und Wirtswahlverhalten der Kirschenfliege, Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae). Diss. ETH Zürich Nr. 6409.

KATSOYANNOS, B. I. & BOLLER, E. F. 1976. *First field application of oviposition-deterring pheromone of the European cherry fruit fly, Rhagoletis cerasi* L. Environ. Entomol. *5:* 151–152.

KATSOYANNOS, B. I. & BOLLER, E. F. 1980. *Second field application of the oviposition-deterring pheromone of the European cherry fruit fly, Rhagoletis cerasi* L. Z. ang. Ent. *89:* 278–281.

(erhalten am 22. April 1980)