

Diss. Nr. 4251

Der Einfluss von Licht  
und Temperaturschwankungen auf Verhalten  
und Fekundität des Lärchenwicklers  
*Zeiraphera diniana* (Gn.)  
(Lepidoptera : Tortricidae)

---

**ABHANDLUNG**

zur Erlangung  
der Würde eines Doktors der Naturwissenschaften  
der  
Eidgenössischen Technischen Hochschule  
Zürich

vorgelegt von

**Dietrich MEYER**

Dipl. Naturwissenschaftler der Universität Zürich  
Geboren am 21. März 1941, von Wangenried (BE)

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. P. Bovey, Referent  
Prof. Dr. G. Benz, Korreferent

GENÈVE  
IMPRIMERIE KUNDIG  
1969

## ZUSAMMENFASSUNG

1. Es wird eine Zuchtmethode für den Lärchenwickler beschrieben, welche eine Haltung der Falter auch unter künstlichen Licht- und Temperaturverhältnissen ermöglicht.
2. Wir fanden eine einfache Technik der Verhaltensbeobachtung von Faltern, die sowohl im Freien als auch im Laboratorium angewandt werden kann.
3. Es lässt sich unter Laboratoriumsbedingungen zeigen, dass sich Bewegungsaktivität, Eiablagetätigkeit, Kopulationshäufigkeit, Schlaf und Antennenhaltung tagesrhythmisch ändern.
4. Der circadiane Rhythmus des Verhaltens bleibt zwar bei konstanter Temperatur und wechselnden Lichtbedingungen erhalten, verschwindet dagegen bei Dauertag und Dauernacht. Bei Dauerdämmerung und konstanter Temperatur bleibt der Rhythmus noch drei Tage lang erkennbar, was auf einen endogenen Zeitgeber schliessen lässt. Tag- und Nachtumkehr bewirken eine entsprechende Umkehr des Verhaltensrhythmus; der tägliche Lichtwechsel wirkt demnach als exogener Zeitgeber.
5. Zeitliche Vorverschiebung der Abenddämmerung führt zu einer Verringerung der für diese Phase typischen Bewegungsaktivität; dies ist umso ausgeprägter, je weiter die Dämmerung vorverschoben wird.
6. Ein Temperaturabfall im Bereich von 14—21° C bewirkt während der Photophase Aktivitätszunahme, und zwar umso mehr, je später im Tag der Abfall stattfindet. Nach Erreichen des niedrigeren Temperaturwertes geht die Aktivität wieder zurück. Während der Scotophase bewirkt die Senkung der Temperatur einen proportionalen Abfall der Bewegungsaktivität. Temperaturerhöhung hat im Bereich von 14—21° C während der Photophase keinen nachweisbaren Effekt, während der Nacht bewirkt sie einen proportionalen Aktivitätsanstieg. Die Umweltsbedingungen vor einer Beobachtung können jedoch das Ergebnis wesentlich beeinflussen.
7. Es wurden altersbedingte Änderungen im Verhalten sowie Unterschiede im Verhalten von Männchen und Weibchen gefunden, obwohl gezeigt werden konnte, dass die Falter vom Verhalten ihres Geschlechtspartners im Zuchtbecher beeinflusst werden.
8. Wir fanden Beziehungen zwischen verschiedenen Verhaltenselementen und der Anzahl abgelegter Eier. Korrelationen dieser Art sind jedoch nur schwach. Bei Ausfall der Dämmerung fehlt die typische Dämmerungsaktivität und damit die erhöhte Eiablagetätigkeit; trotzdem scheint in einem Experiment

die Fekundität von Faltern, die ohne Dämmerung gehalten werden, gegenüber den Kontrollen mit Dämmerung nicht geringer zu sein. Wir nehmen deshalb an, dass die Dämmerungsaktivität, bei deren Ausfall, zu anderen Tageszeiten kompensiert wird.

#### RÉSUMÉ

Le présent travail expose les résultats d'observations et d'expériences en laboratoire sur le comportement nyctéméral et la fécondité des papillons de la Tordeuse grise du mélèze (*Zeiraphera diniana* Gn.). Ils peuvent être résumés comme suit:

1. Une méthode d'élevage est décrite qui permet de maintenir les papillons dans des conditions artificielles de température et d'éclairement.
2. Une technique simple a été mise au point, qui peut être utilisée pour l'observation du comportement des adultes aussi bien en laboratoire que dans la nature.
3. La motilité des papillons, la ponte, la copulation, le sommeil et la position des antennes sont soumis à un rythme journalier qui se manifeste dans les conditions de laboratoire.
4. Le rythme journalier de comportement, qui se maintient sous des conditions de température constante et d'éclairement alternatif, disparaît par contre à lumière ou à obscurité constantes. Dans des conditions de crépuscule et de température constantes, ce rythme peut être observé durant trois jours, ce qui permet de conclure à l'existence d'un indicateur endogène du temps (= "endogener Zeitgeber"). L'inversion expérimentale du jour et de la nuit provoque un changement correspondant du rythme journalier de comportement, le changement rythmique des conditions de lumière agissant ici comme "Zeitgeber" exogène du rythme.
5. Un décalage du crépuscule entraîne une diminution de la motilité caractéristique de ce moment du jour; cet effet est d'autant plus fort que le décalage du crépuscule est plus avancé.
6. Une chute de température déclenche, pendant la photophase, une augmentation d'activité d'autant plus prononcée que l'on se rapproche de la période du crépuscule. Lorsque le niveau inférieur de température est atteint, l'activité cesse à nouveau. Durant la phase d'obscurité (scotophase), une baisse de température provoque une diminution proportionnelle de l'activité. Une augmentation de la température reste normalement sans effet durant la photophase; elle provoque au contraire une augmentation proportionnelle de l'activité durant la scotophase. Mais les conditions de milieu auxquelles sont soumis les papillons avant une observation peuvent influencer les résultats.

7. On a observé des différences de comportement des adultes en fonction de l'âge et du sexe, bien que, dans nos cages d'élevages, les individus de chaque paire soient influencés par le comportement de leur partenaire de l'autre sexe.
8. On a cherché à établir des relations entre les divers éléments du comportement et le nombre des œufs pondus. Des corrélations ont été mises en évidence, qui apparaissent toutefois faibles. La suppression du crépuscule entraîne celle de l'activité de ponte correspondante. Toutefois, la fécondité d'adultes soumis à un rythme d'éclairement et d'obscurité sans crépuscule ne semble pas différer de façon significative de celles d'individus soumis à un rythme d'éclairement journalier normal. On peut admettre que l'activité crépusculaire de ponte est compensée durant la phase d'obscurité.

#### SUMMARY

1. A method for the rearing of the larch-bud moth *Zeiraphera diniana* (Gn.) is described which may be used under artificial conditions of light and temperature.
2. A simple technique for observing the behaviour of the adult moths is described. This is suitable for conditions both in the laboratory and in the field.
3. It can be demonstrated under laboratory conditions that certain behavioural elements, movement, copulation, oviposition, sleep and positioning of antennae, are exhibiting circadian rhythms.
4. The circadian rhythms of activity which can be demonstrated under conditions of constant temperature and changing light disappear completely with constant light or constant darkness. On the other hand these rhythms persist for three days under conditions of permanent twilight. Therefore it is concluded that an endogenous time-setter ("Zeitgeber") exists. Inversion of the photophase and scotophase induces a corresponding change in the activity rhythms. Therefore the light-dark cycle functions as an exogenous "Zeitgeber".
5. If artificial twilight begins earlier than normal, the activity typical of this phase is diminished. The greater the advancement of twilight, the more pronounced is the effect.
6. A fall in temperatures within the range 14—21° C during the photophase induces an increase in activity. The earlier this temperature fall begins the less pronounced is its effect. After a deeper temperature level is reached activity decreases again. During the scotophase a decrease in temperature is followed

by a proportional decrease in activity. An increase in temperature during the photophase normally has no visible effect while such an increase during the scotophase induces a proportional increase in activity. It would appear that a change in environmental conditions effected before an experiment begins may influence the results to a great extent.

7. It has been found that behaviour is dependent upon age and sex of moths, though it could also be demonstrated that behaviour is influenced by the sexual partner in the rearing box.
8. Interrelations between different behavioural elements and the number of eggs laid were examined. Certain correlations were found but they appeared to be inconclusive. In the absence of twilight conditions, neither the typical activity of this period nor increased egg laying occur. In spite of this, the fecundity of moths subjected to twilight conditions compared with those denied these conditions does not seem to be higher. It is therefore suggested that the missing twilight activity is compensated for during other periods of the day.

#### LITERATUR

- ANDERSEN, F. 1965. *Population density of grain pests. Sleep in moths.* Årsberetning Statens Skadedyrlaboratorium. Dänemark. P. 60.
- ASCHOFF, J. 1965. *Circadian Clocks.* North Holland Publishing Company, Amsterdam. 479 pp.
- AUER, C. 1961. *Ergebnisse zwölfjähriger quantitativer Untersuchungen der Populationsbewegungen des grauen Lärchenwicklers Zeiraphera griseana Hübner im Oberengadin.* Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 37: 175-263.
- 1968. *Erste Ergebnisse einfacher stochastischer Untersuchungen über die Ursachen der Populationsbewegung des grauen Lärchenwicklers (Zeiraphera diniana, Gn.) im Oberengadin 1949/66.* Z. angew. Entomol. 59: 187-211.
- BALL, H. J. 1965. *Photosensitivity in the terminal abdominal ganglion of Periplaneta americana (L.).* J. Insect Physiol. 11: 1311-1315.
- BALTENSWEILER, W. 1964. *Zeiraphera griseana Hübner (Lepidoptera: Tortricidae) in the European Alps. A Contribution to the problem of Cycles.* Can. Entomologist 96: 792-800.
- 1968. *The cyclic population dynamics of the Grey Larch Tortrix, Zeiraphera griseana Hübner (= Semasia diniana Guénéé) (Lepidoptera: Tortricidae).* In: T. SOUTHWOOD, *Insect Abundance* (4th Symp. Roy. Soc. London); Blackwell Scientific Publications, Oxford: 88-97.
- BASSAND, D. 1965. *Contribution à l'étude de la Diapause embryonnaire et de l'Embryogenèse de Zeiraphera griseana Hübner (= Z. diniana Guénéé) (Lepidoptera: Tortricidae).* Rev. Suisse Zool. 72: 429-542.
- BECK, S. D. 1968. *Insect Photoperiodism.* Verl. Academic Press, New York. 288 pp.
- BELTON, P., R. KEMPSTER und K. NAIR, 1967. *A device for programming the intensity of fluorescent lamps.* J. Econ. Entomol. 60: 883-884.