Flavonoide aus der Larvennahrung bestimmen die UV-Flügelmuster des Bläulings *Polyommatus icarus*

Helge KNÜTTEL & Konrad FIEDLER
Lehrstuhl Tierökologie I, Universität Bayreuth, D-95440 Bayreuth

Einleitung

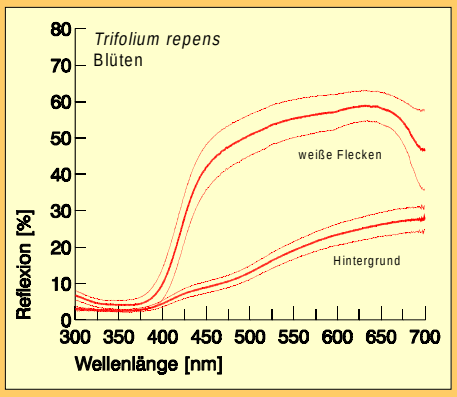
Von vielen Schmetterlingen ist bekannt, daß aus der Larvennahrung sequestrierte sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe die Partnerwahl beeinflussen[1]. In allen bisher bekannten Fällen, wie etwa den Pyrrolizidin-Alkaloiden oder ihre Derivaten, werden diese Stoffe ausschließlich zur chemischen Kommunikation eingesetzt. Damit sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe bei der Balz auch in der visuellen Kommunikation zum Einsatz kommen können, müssen sie mindestens zwei Anforderungen erfüllen: 1. Die Stoffe müssen das visuelle Erscheinungsbild der Falter beeinflussen, und 2. es muß eine intraspezifische Variabilität bezüglich dieses Merkmals als Ansatzpunkt für eine Partnerwahl existieren.
Flavonoide sind polyphenolische Substanzen, die ultraviolettes (UV) Licht stark absorbieren[2]. Die Raupen vieler Bläulinge, z.B. des Hauhechel-Bläulings *Polyommatus icarus* ROTTEMBURG, sequestrieren Flavonoide aus der Pflanzennahrung[3-9]. In chemischen Untersuchungen wurde gezeigt, daß in Abhängigkeit von der Raupennahrung bestimmte Flavonoide spezifisch aufgenommen, häufig durch Glykosidierung metabolisch verändert (Entgiftung?) und anschließend gespeichert werden[7]. Während der Puppenphase werden die Flavonoide vornehmlich in den Flügeln eingelagert[5,6].
Wir untersuchten, **1.** ob und wie die sequestrierten Flavonoide die Flügelfarbmuster von *Polyommatus icarus* beeinflussen, insbesondere im für den Menschen unsichtbaren UV-Bereich, und **2.** ob damit die Voraussetzungen für eine visuell orientierte Partnerwahl anhand dieser sekundären Pflanzeninhaltsstoffe gegeben sind. Durch Zucht von Raupen auf verschiedenen Futterpflanzen und künstlichen Diäten konnten wir den Flavonoidgehalt der Falter manipulieren und anschließend die Flügelfarben analysieren.

Zusammenfassung und Schluß

Die Raupen des Hauhechel-Bläulings *Polyommatus icarus* ROTTEMBURG sequestrieren aus ihrer Pflanzennahrung spezifisch Flavonoide, die während der Puppenphase v.a. in den Flügeln eingelagert werden. Die Flavonoide absorbieren ultraviolettes (UV) Licht und bestimmen damit wesentlich das optische Erscheinungsbild der Falter in diesem Wellenlängenbereich. Die UV-Muster der Flügelunterseiten variieren abhängig von der Raupennahrung stark und können als Indikator bei der Partnerwahl dienen.

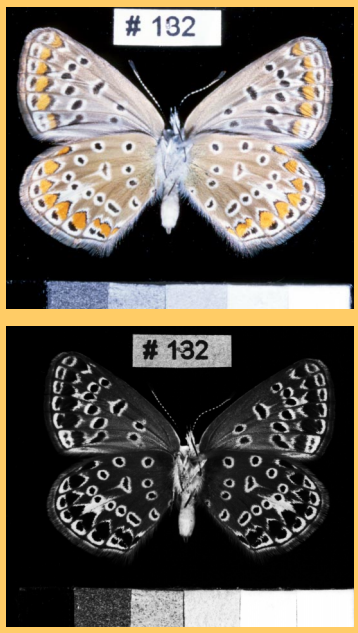
Natürliche Futterpflanzen

Die Flügelfarben von Faltern unterscheiden sich in Abhängigkeit von der Nahrungspflanze der Raupen vor allem im UV-Bereich. Es liegt also eine intraspezifische, aus der Larvennahrung resultierende Variabilität im optischen Erscheinungsbild vor.

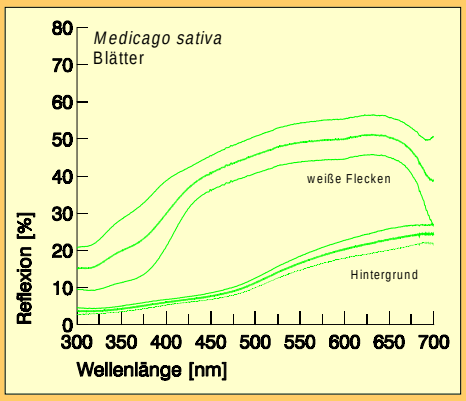


Spektrale Reflexion von Flügelmusterelementen (Mittelwert ± SD)
Aus Blüten von *Trifolium repens* werden reichlich Flavonoide sequestriert[9]. Die Reflexion der weißen Flecken (n = 10 Individuen) ist v.a. im UV-Bereich sehr stark vermindert, die der bräunlichen Flügelhintergrundfärbung (n = 8) in geringerem Maße.

Farb- und UV-Photographie der Flügelunterseiten eines ♀ von *P. icarus*, das als Raupe Blüten von *Trifolium repens* erhielt.



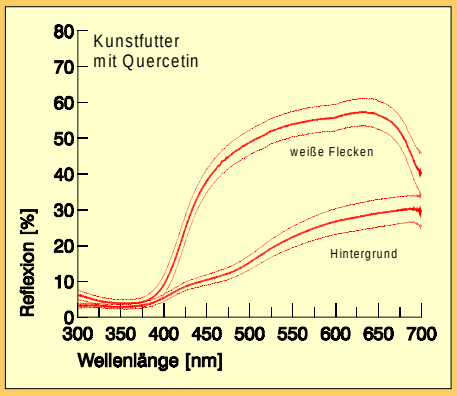
Farb- und UV-Photographie der Flügelunterseiten eines ♀ von *P. icarus*, das als Raupe Blätter von *Medicago sativa* erhielt.



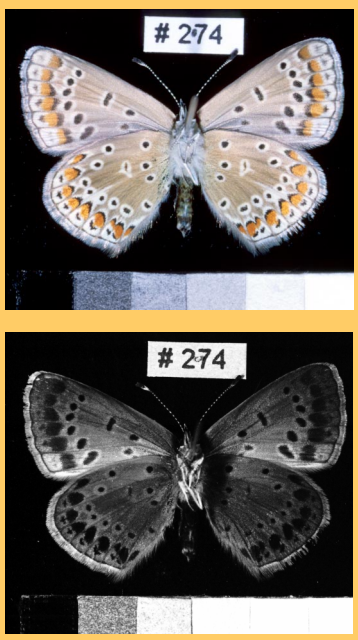
Spektrale Reflexion von Flügelmusterelementen (Mittelwert ± SD)
Aus Blättern von *Medicago sativa* werden praktisch keine Flavonoide sequestriert[8]. Die Reflexion der weißen Flecken (n = 27 Individuen) ist auch im UV-Bereich hoch. Die Reflexion der bräunlichen Flügelhintergrundfärbung (n = 23 Ind.) ist, wohl aufgrund stärkerer Melanisierung, insgesamt etwas niedriger, aber im UV-Bereich relativ und absolut höher als bei Tieren, die Flavonoide sequestrierten.

Künstliches Futter mit/ohne Flavonoidzusatz

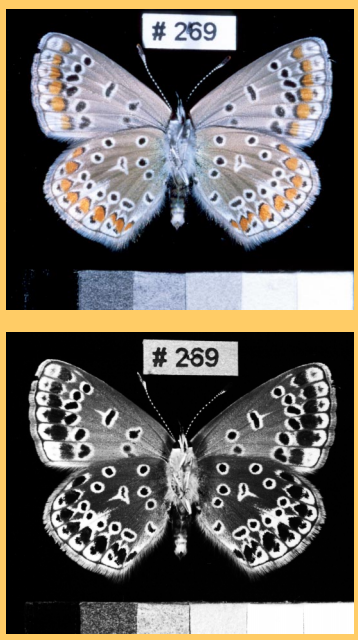
Intraspezifische, aus der Raupennahrung resultierende Unterschiede der Flügelfärbung werden durch sequestrierte Flavonoide bedingt.



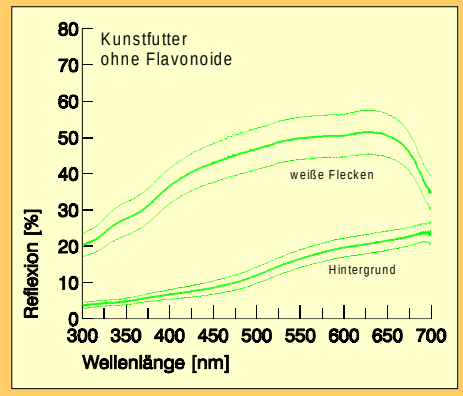
Spektrale Reflexion von Flügelmusterelementen (Mittelwert ± SD)
Die Raupen von *P. icarus* sequestrieren aus einer künstlichen, mit Quercetin angereicherten Diät Flavonoide[10]. Die Reflexion der weißen Flecken (n = 18 Individuen) ist v.a. im UV-Bereich sehr stark vermindert, die der bräunlichen Flügelhintergrundfärbung (n = 17 Ind.) in geringerem Maße.



Farb- und UV-Photographie der Flügelunterseiten eines ♀ von *P. icarus*, das als Raupe eine künstliche Diät mit Quercetinzusatz erhielt.



Farb- und UV-Photographie der Flügelunterseiten eines ♀ von *P. icarus*, das als Raupe eine künstliche Diät ohne Flavonoidzusatz erhielt.



Spektrale Reflexion von Flügelmusterelementen (Mittelwert ± SD)
Die Raupen von *P. icarus* sequestrieren aus einer künstlichen Diät ohne zusätzliche Flavonoidbeimengung keine Flavonoide[10]. Die Reflexion der weißen Flecken (n = 20 Individuen) ist auch im UV-Bereich hoch. Die Reflexion der bräunlichen Flügelhintergrundfärbung (n = 19 Ind.) ist, wohl aufgrund stärkerer Melanisierung, insgesamt etwas niedriger, aber im UV-Bereich relativ und absolut höher als bei Tieren, die Flavonoide sequestrierten.

Material und Methoden

Die Raupen der F1- oder F2-Generation von in Nordbayern gefangenen Weibchen von *Polyommatus icarus* wurden bei 25 °C auf frischem Blatt- oder Blütenmaterial natürlicher Futterpflanzen oder auf einer künstlichen Diät mit oder ohne Zusatz des Flavonoids Quercetin (2,5 % des Trockengewichts) aufgezogen. Die frisch geschlüpften Falter wurden bis zur weiteren Analyse bei -20 °C aufbewahrt. Die spektrale Reflexion einzelner Musterelemente der Flügel wurde mit einem Photometersystem (L.O.T.-Oriel InstaSpecII; 75 W Xenonlampe mit Flüssigkeitslichtleiter und Quarzkollimator, Beleuchtungswinkel 45°; Sichtoptik mit Lichtleiter und Zeiss Ultrafluar 10/0,20, Beobachtungswinkel 0°) im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 700 nm bestimmt. UV-Photographien der Flügel wurden mit einem Pentax Ultra-Achromatic-Takumar 4,5/85 und Schott-Farbglasfiltern (3 mm UG1 + 2 mm BG38) auf Agfapan 100 APX-Film aufgenommen. Die Beleuchtung für die UV-Photographien erfolgte durch zwei Blitzgeräte Metz 45CT-1. Die Farbaufnahmen wurden ohne Farbglasfilter und bei Verwendung nur eines Blitzgerätes auf Kodak Ektachrome Elite II 100-Film aufgenommen.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Frank Burghardt, der uns freundlicherweise unpublizierte Daten zur Verfügung stellte, und bei Prof. Dr. Klaus Lunau, der uns die Nutzung seines UV-Objektivs ermöglichte. H.K. erhält ein Promotionsstipendium der Konrad-Adenauer-Stiftung.

Zitierte Literatur

[1] Boppré M (1995) Pharmakophagie: Drogen, Sex und Schmetterlinge. *Biologie in unserer Zeit* **25**: 8-17.
[2] Harborne JB (1991) Flavonoid pigments. In: *Herbivores, their interactions with secondary plant metabolites. Vol. 1: The chemical participants*, edited by Rosenthal GA & Berenbaum MR. San Diego: Academic Press. pp. 389-429.
[3] Feltwell JS & Valadon LRG (1970) Plant pigments identified in the common blue butterfly. *Nature* **255**: 969.
[4] Wilson A (1987) Flavonoid pigments in chalkhill blue (*Lysandra choridon* Poda) and other lycaenid butterflies. *Journal of Chemical Ecology* **13**: 473-493.
[5] Wiesen B, Krug E, Fiedler K, Wray V & Proksch P (1994) Sequestration of host-plant derived flavonoids by lycaenid butterfly *Polyommatus icarus*. *Journal of Chemical Ecology* **20**: 2523-2538.
[6] Geuder M, Wray V, Fiedler K & Proksch P (1997) Sequestration and metabolism of host-plant flavonoids by the lycaenid butterfly *Polyommatus bellargus*. *Journal of Chemical Ecology* **23**: 1361-1372.
[7] Burghardt F, Fiedler K & Proksch P (1997) Uptake of flavonoids from *Vicia villosa* (Fabaceae) by the lycaenid butterfly, *Polyommatus icarus* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Biochemical Systematics and Ecology* **25**: 527-536.
[8] Burghardt F, Fiedler K & Proksch P (1997) Flavonoidaufnahme im Bäuling *Polyommatus icarus*: Der Einfluß von Nahrungspflanze, Größe und Geschlecht. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* **11**: 533-536.
[9] Schittko U, Burghardt F, Fiedler K, Wray V & Proksch P (1999) Sequestration and distribution of flavonoids in the common blue butterfly *Polyommatus icarus* reared on *Trifolium repens*. *Phytochemistry*, im Druck.
[10] Burghart F, unpublizierte Daten.

Dieses Poster ist auch nach der DZG-Jahresversammlung noch ausgestellt: http://www.uni-bayreuth.de/departments/toek1/knuettel/