

toward a radiation source and (b) there is evidence<sup>16,17</sup> that the visual impulse is predominantly conducted via this pathway to the opposite lateral thoracic connectives of the ventral nerve cord in certain insect species.

The implications of irritability to middle UV energy by postsynaptic units are intriguing. There is no evidence to the contrary that second and higher order neurons (responsible for the *a*-, *b*-, and *d*-wave) could not be at least partly responsible in initiating phototactic behavior in response to middle UV and thus obviate or depreciate contributions from neurons leading from the functional rhabdomere. There are precedents<sup>18</sup> for ganglionic sensitivity to light in the visible spectrum. The concurrent discharge in a major contralateral flight muscle nerve in response to middle UV suggests further that positive phototaxis might be a behavioral outcome following such stimulation, i.e. increased contralateral flight activity would veer the moth toward radiation received in the eye of the opposite side. However, this experiment cannot indicate if the efferent activity noted represents enough information to the moth so that it would orient to radiant energy of this type. The earth's ozone layer absorbs much solar radiation of the 2000–3000 Å band<sup>19</sup>. It would be of interest to know if host plants or other environmental objects emit or reflect this scant radiation in the far and middle UV-band and so provide meaningful stimuli to which the moth might orient.

**Zusammenfassung.** Das dunkeladaptierte Facettenauge vom Nachtschmetterling *Manduca sexta* wurde mit UV-

Licht mittlerer Wellenlänge (2700–3100 Å) bei niedriger Intensität bestrahlt. Der photorezeptorische Anteil des ERGs war vermindert oder verschwunden, aber nachsynaptische Wirkungen wurden beobachtet. Impulsaktivitäten wurden bei einem hauptsächlich efferenten Flugmuskelnerv ausgelöst, wenn das kontralaterale Auge beleuchtet wurde.

S. D. CARLSON<sup>20</sup>, J. S. SMITH JR.<sup>21</sup>  
and J. M. STANLEY

*Department of Entomology, Virginia Polytechnic Institute and Agricultural Engineering Research Division, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture Blacksburg (Virginia 24061, USA), 21 August 1967.*

<sup>16</sup> N. SUGA and Y. KATSUKI, *Nature* 194, 658 (1962).

<sup>17</sup> E. T. BURTT and W. T. CATTON, in *Advances in Insect Physiology* (Eds J. W. L. BEAMENT, J. E. TREHERNE and V. B. WIGGLESWORTH; Academic Press, New York 1966), vol. 3, p. 33.

<sup>18</sup> C. L. PROSSER, *J. cell. comp. Physiol.* 4, 363 (1934).

<sup>19</sup> H. H. SELIGER and W. D. McELROY, *Light: Physical and Biological Action* (Academic Press, New York 1965), p. 42.

<sup>20</sup> Present address: Department of Physiology II, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.

<sup>21</sup> Present address: USDA-AERD, P.O. Box 167, Kingshill, St. Croix U.S. Virgin Islands.

## Die Einlagerung von radioaktivem Schwefel in die Flügel von Acrididen nach Applikation von <sup>35</sup>S-Natriumsulfat- und <sup>35</sup>S-L-Cystinlösungen

Das Studium über die Markierbarkeit von Pigmenten in den Flügeln des Tagpfauenauges (*Inachis io* L.) nach Applikation von <sup>32</sup>Phosphor<sup>1</sup> sowie in den Farbarealen der Vogelfeder nach Applikation von <sup>35</sup>Schwefel<sup>2,3</sup> und die Untersuchungen an verschiedenen Lepidopteren nach Behandlung mit <sup>35</sup>S-Natriumsulfat- und <sup>35</sup>S-DL-Cystinlösungen<sup>4</sup> ergaben deutliche Beziehungen zwischen den Pigmentfeldern und den Ablagerungszonen des Isotops. Bei der Musterbildung in den Flügeln der Orthopteren sind u.a. die Farbstoffklassen: Carotinoide, Melanine und Gallenfarbstoffe beteiligt<sup>5</sup>. Auch hier liessen Markierungsversuche mit radioaktiven Isotopen wichtige Hinweise erwarten.

Als Versuchstiere dienten die Feldheuschrecken *Psophus stridulus* L. und *Oedipoda coerulescens* L. Den kurz vor der Imaginalhäutung stehenden Larven wurde <sup>35</sup>S-Natriumsulfat- bzw. <sup>35</sup>S-L-Cystinlösung entweder oral verabreicht oder lateral intersegmental in das Abdomen injiziert. Die Flüssigkeitsmengen betrugen 0,005 ml und 0,01 ml entsprechend einer Strahlungsaktivität von etwa 10 µC bzw. 20 µC. Nach der Imaginalhäutung wurden die Flügel abgetrennt und autoradiographiert.

Nach Applikation von <sup>35</sup>S-Natriumsulfat waren in den Flügeln von *Psophus* 2 Typen von Strahlungsmustern festzustellen, die in ihren Abgrenzungen streng dem natürlichen Pigmentmuster entsprachen. Wurde den Versuchstieren das Isotop als <sup>35</sup>S-Natriumsulfat etwa 8 Tage vor der Imaginalhäutung verabreicht, so konnte die höchste Strahlungsaktivität in den roten Bereichen der Hinterflügel nachgewiesen werden. Erfolgte die Applikation des Isotops weniger als 4 Tage vor der Imaginalhäutung, so konnte in einigen Fällen die höchste Strahlungsaktivität dagegen in dem von den Melaninen gebilde-

ten schwarzen Spitzensaum der Alae beobachtet werden (Figur 1a, mF).

Bei den mit <sup>35</sup>S-L-Cystin behandelten Tieren trat die höchste Strahlungsintensität stets im Bereich des roten Farbstoffes auf (Figur 1b, rF). Das schwarzpigmentierte Areal im apikalen Teil des Subcostalfeldes der Alae war sowohl in den Versuchen mit <sup>35</sup>S-Natriumsulfat als auch mit <sup>35</sup>S-L-Cystin markierbar (vgl. Figur 1a und b, ScF). Eine Markierung der Melaninareale in den Elytren war wegen der geringen Ausdehnung innerhalb des engmaschigen, stark strahlenden Flügelgäders nicht feststellbar.

Bei *Oedipoda* war eine Markierung der blauen Pigmentzonen in den Alae nach Applikation von <sup>35</sup>S-Natriumsulfat möglich, wenn der Applikationszeitpunkt etwa 7 Tage vor der Imaginalhäutung lag (Figur 2a, bF). Wurde das Präparat 1 Tag vor der Imaginalhäutung verabreicht, wiesen die von den Melaninen gebildeten Areale die höchste Strahlungsaktivität auf (Figur 2b, mQ). Diese war sowohl in dem schwarzen Querband der Alae als auch in den braunen Querbändern der Elytren nachweisbar (vgl. auch <sup>6</sup>).

<sup>1</sup> M. LÜDICKE, *Z. vergl. Physiol.* 8, 508 (1954).

<sup>2</sup> M. LÜDICKE, *Naturwissenschaften* 49, 189 (1962).

<sup>3</sup> M. LÜDICKE, *Zool. Anz.* 26. Suppl.-Band, Verh. dt. Zool. Ges. Wien 1962, 375 (1963).

<sup>4</sup> M. LÜDICKE und H. PETERHÄNSEL, *Naturwissenschaften* 5, 113 (1965).

<sup>5</sup> B. LINZEN, *Z. Naturf.* 21b, 1038 (1966).

<sup>6</sup> J. SCHLOSSBERGER-RAECKE und P. KARLSON, *J. Insect Physiol.* 10, 261 (1964).

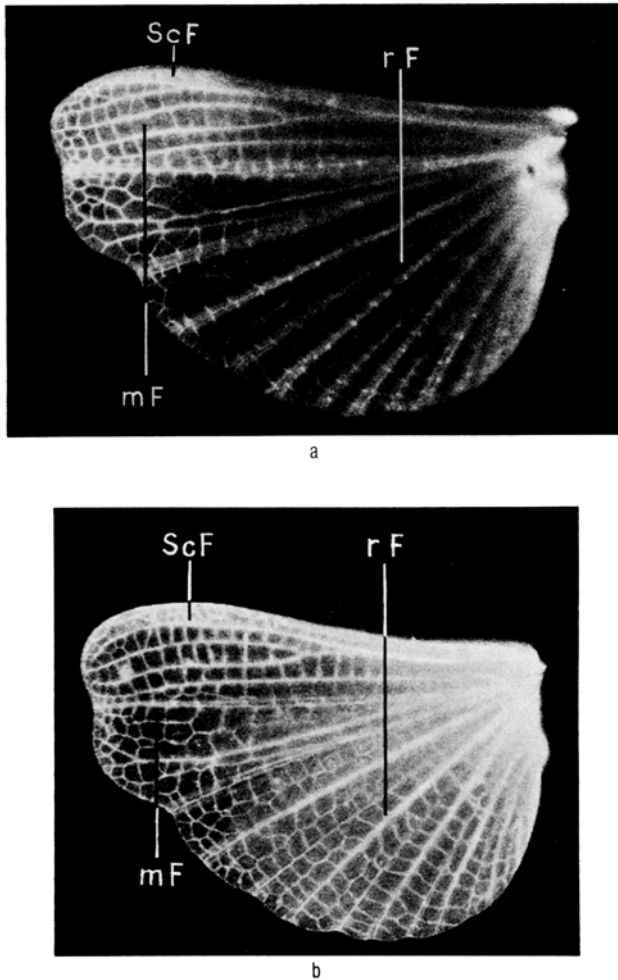


Fig. 1. *Psophus stridulus*. Negative der Autoradiographien der Oberseite eines Hinterflügels nach Injektion von (1a) einer  $^{35}\text{S}$ -Natriumsulfat-Lösung und (1b) einer  $^{35}\text{S}$ -L-Cystin-Lösung, jeweils 2 Tage vor der Imaginalhäutung. Beachte in (1a) die starke radioaktive Strahlung in den melanisierten Flügelspitzen (mF), in (1b) die stärkere radioaktive Strahlung im proximalen roten Flügellareal (rF) sowie in beiden die besonders hohe Strahlungsintensität im distalen Subcostalfeld (ScF).

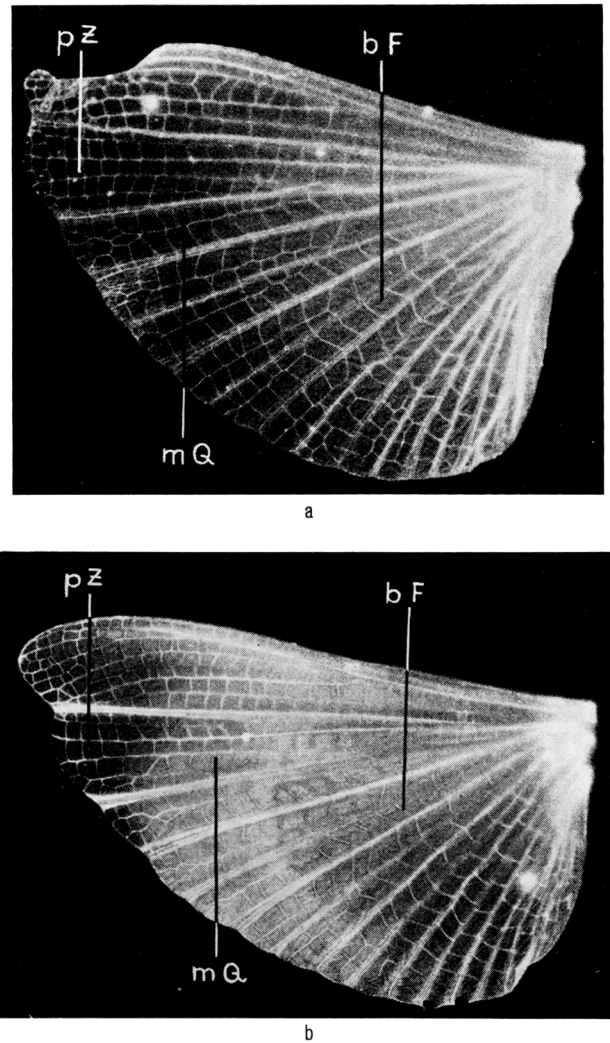


Fig. 2. *Oedipoda coerulescens*. Negative der Autoradiographien der Oberseite eines Hinterflügels nach Injektion einer  $^{35}\text{S}$ -Natriumsulfat-Lösung in (2a) 7 Tage, in (2b) 1 Tag vor der Imaginalhäutung. Beachte in (2a) die stärkere radioaktive Strahlung im proximalen blauen Flügellareal (bF) sowie in (2b) die starke radioaktive Strahlung in dem melanisierten Querband (mQ). Flügel in (2a) hat Defekt am Apex. pz, pigmentarme Zone.

Den blauen Farbstoff in den Flügeln von *Oedipoda* bilden 2 Pigmente<sup>7</sup>, die an hypodermal liegende Granula gebunden sind<sup>8</sup>. Eines von ihnen ist als schwefelfreies, enolisches Astaxanthin identifiziert worden<sup>9</sup>. Es ist in einer für diese Farbe typischen Bindungsart komplex an ein Protein gebunden<sup>10</sup>. Der rote Farbstoff von *Psophus* ist dagegen noch nicht aufgeklärt, jedoch ist von bestimmten Orthopteren ein ebenfalls rotes Chromoprotein bekannt, in dem Astaxanthin in anderer Form an das Protein gebunden ist<sup>11</sup>.

Die Versuche deuten darauf hin, dass mit der Farbstoffbildung – abgesehen von den die Strahlungsintensität unterschiedlich beeinflussenden physikalischen Faktoren – u.a. eiweisshaltige Matrices bzw. Enzymkomplexe gekoppelt sein können, die sich durch einen verschiedenen Schwefelgehalt unterscheiden, denn die obengenannten Pigmente selbst weisen nach den bisher vorliegenden Untersuchungen keinen Schwefel auf. Schliesslich wäre bei der Beurteilung der mitgeteilten Ergebnisse eine Unterlagerung verschiedener Pigmentgruppen mit ihren Träger- und Bildungssubstanzen zu erörtern<sup>12</sup>.

**Summary.** *Psophus stridulus* L. and *Oedipoda coerulescens* L. were fed or injected with solutions of  $\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$  and  $^{35}\text{S}$ -L-cystine. The radioactive radiation pattern of the wings was found to depend on the time of application. Differences in radiation intensity were found to correspond to the red, blue and dark areas.

M. LÜDICKE und H.-J. FUCHS

Zoologisches Institut der Universität, Heidelberg (Deutschland), 6. Oktober 1967.

<sup>7</sup> B. LEVITA, C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris [D] 262, 1763 (1966).

<sup>8</sup> D. BELAMY, Biochem. J. 70, 580 (1958).

<sup>9</sup> S. OKAY, Bull. Soc. zool. Fr. 74, 11 (1949).

<sup>10</sup> T. W. GOODWIN, Biol. Rev. 27, 439 (1952).

<sup>11</sup> T. W. GOODWIN ALL, S. SRISUKH, Biochem. J. 45, 263 (1949).

<sup>12</sup> B. LINZEN, Naturwissenschaften 11, 259 (1967).