

Konzentration und Menge des Nektars (die Trachtverhältnisse dürften sich zwischen 1. und 2. Tag nicht entscheidend verändert haben). Diese Beobachtungen bestätigen die Befunde von v. FRISCH und RÖSCH³.

Nach der Figur und den registrierten Besuchsdauern hätten einige Bienen an *Hoya* beim Sammeln des hochkonzentrierten Nektars ausser dem Markierflug Sterzeln vor dem Saugen zeigen müssen. Da sie jedoch an den hängenden Blüten infolge deren Oberflächenbeschaffenheit (*Wachsblume*) sehr schlecht Halt fanden, saugten sie häufig im Flug. Unter diesen Bedingungen ist Sterzeln vor dem Saugen – das an der künstlichen Futterquelle auftritt, wenn die Biene vor dem Zuckerwasser steht oder vom Rand des Futtertischchens dahin läuft – nicht zu erwarten.

Nach den in der Figur dargestellten Befunden kann im Freiland an Blüten, die vorher nicht vor Insektenbesuch geschützt waren, Ausstülpfen des Duftorgans nur in Ausnahmefällen erwartet werden. Obwohl in «Immenblumen» meist hohe Zuckerkonzentrationen vorliegen¹³, reicht doch die abgeschiedene Zuckermenge bei weitem nicht aus, um – bei fortwährendem Beflug – Duftmarkieren auszulösen. Für den Markierflug müsste bei 50%igem Nektar das Sammelareal einer Biene 117 µl Nektar pro Stunde ausscheiden. Das ist bei keiner der untersuchten Pflanzen gegeben¹⁴. Selbst ein Blütenstand (40–50 Blüten) der ergiebigsten von BEUTLER¹⁴ untersuchten Nektarpflanze (*Asclepias cornuti*; enthaltener Zucker fast ausschliesslich Saccharose¹⁴) spendet nur 1/20 der nach der Figur für das Auslösen von Markierflug erforderlichen Zuckermenge. In Zeiten guter Trachtverhältnisse dürften die Schwellenwerte noch um einiges höher liegen als die in der Figur dargestellten, wie sich aus dem Zusammenhang zwischen Duftmarkieren und Tanzen (siehe Tabelle 30 in ² oder Figur 7 in ⁹) und nach LINDAUER¹⁵ ergibt.

Mit Hilfe der Trachtverhältnisse lässt sich auch ein Befund von FREE⁵ deuten, welcher gleich stark konzentriertes Zuckerwasser aus Rosen (im Juni) beziehungsweise aus Sonnenblumen (im September) sammeln liess. An den Rosen markierten weniger Bienen als an den Sonnenblumen, was FREE auf den Rosenduft zurückführt. Da die Versuche an den Rosen jedoch zur Zeit der «Haupttracht»¹⁵, die an den Sonnenblumen dagegen bei schlechter Trachtlage¹⁵ durchgeführt wurden, sind die Unterschiede vermutlich auf die verschiedenen Tracht-

verhältnisse zurückzuführen: Die «Grenzkonzentration» für das Auslösen von Tanzen ist im Juni um das 4–10fache höher als im September¹⁶.

FREE⁵ und WENNER et al.⁷, die weniger Duftmarkieren beobachteten, wenn sie ihren Lösungen grosse Mengen Duftstoff (Geraniol, Nelkenöl) zusetzten, übertragen ihre Befunde auf die Verhältnisse beim Blütenbesuch: Fehlendes Markierverhalten sei auf den Blütenbeziehungsweise Nektarduft zurückzuführen. Gegen diese Aussage spricht folgendes: Zu grosse Mengen Duftstoff im Zuckerwasser vergällen dieses und hemmen das Tanzen, geringe steigern dagegen die Tanzlust¹⁶. Vergleichbares ist zu beobachten, wenn die Duftstoffe nicht gleichzeitig die Geschmacksorgane beeinflussen: Citral in niedriger Konzentration hat von den im Sekret des Duftorgans vorkommenden Substanzen die am stärksten anziehende Wirkung¹⁷, in hoher wirkt es abtossend¹⁸. Neben den Befunden an *Robinia*³ und *Hoya* sprechen Beobachtungen KRAMERS¹⁹ gegen die Annahme einer hemmenden Wirkung von «blumenhaften»¹⁶ Düften auf das Duftmarkieren: Bei der Dressur auf Duftstoffe (Geranylacetat, Anisöl) bleibt die Biene, wenn sie im Duftfeld an der Futterstelle angekommen ist, kurz davor stehen und sterzelt.

Summary. Scent marking behaviour (exposure of the Nasonov gland) of foraging honeybees (*Apis mellifica*) depends on the flux of sugar per unit-time in the food source.

W. PFLUMM

Zoologisches Institut der Universität Freiburg i. Br. (Deutschland), c/o Zoologisches Institut der Universität D-69 Heidelberg (Deutschland), 16. Juli 1969.

¹³ Zusammenstellung bei ². Vergleiche auch RUTH BEUTLER und ADELE SCHÖNTAG, Z. vergl. Physiol. 28, 254 (1940).

¹⁴ RUTH BEUTLER, Z. vergl. Physiol. 12, 72 (1930).

¹⁵ M. LINDAUER, Z. vergl. Physiol. 31, 348 (1948).

¹⁶ K. v. FRISCH, *Tanzsprache und Orientierung der Bienen* (Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1965).

¹⁷ C. G. BUTLER und D. H. CALAM, J. Insect Physiol. 15, 237 (1969).

¹⁸ D. A. SHEARER und R. BOCH, J. Insect Physiol. 12, 1513 (1966).

¹⁹ E. KRAMER, mündliche Mitteilung.

Shock Effects on the Growth of Radish Seedlings: the Effect of the Pressure Duration

There is a rapidly growing interest among biologists in the impact of environmental factors on growth and development of organisms. The present study stems from an interest in the possible use of bio-indicators in shock studies resulting from seismic disturbances (BULLARD¹; NEWCOMBE²). Attendant with the shock pressure developed is the duration of the pressure, which may vary for different seismic disturbances (CLEMENDSON^{3,4}). This report also explores the relationship between the shock pressure and its duration as measured by hypocotyl length in radish seedlings.

Materials and methods. An air loader was used for developing air blasts. The air loader is a closed shock tube consisting of 2 cylindrical chambers (diameter

10.16 cm, and length 10.16 cm) separated by an acetate diaphragm. A pressure wave was generated by bursting the diaphragm between the 2 chambers. Diaphragm rupture was effected by a solenoid-activated mechanical

¹ E. BULLARD SR, Sci. Am. 215, 19 (1966).

² C. L. NEWCOMBE, A literature study of biological effects from shock waves and of organisms that may serve as biological indicators of underground nuclear detonations. United States Naval Radiological Defense Laboratory, San Francisco, California USNRDL-TR-774 (1964).

³ C. J. CLEMENDSON, Acta physiol. scand. 78, Suppl. 61 (1949).

⁴ C. J. CLEMENDSON, The Br. Interplanetary Society 17, 279 (1959).

plunger. Rupture of the diaphragm between the compression and test chambers caused a rapid transfer of the load into the test chamber so that a sharp-rising (1 msec) pressure wave was generated. The actual pressure in the test chamber was determined from a pressure transducer in the system. The test chamber was kept at ambient pressure while the compression chamber was pressurized to 105% of the desired pressure to be developed. The chambers were decompressed by the bursting of a second diaphragm. A timing mechanism provided load time in the chambers. 3 pressure levels, namely 20, 40 and 60 ψ (pounds per square inch; 1.21, 2.41 and 4.82 kg/cm² respectively) with four pressure duration levels, namely 0.1-, 1-, 4- and 14-sec, for each shock level were selected for study.

Radish seeds (Comet variety) were dusted with a disinfectant prior to germination. After germination, the seedlings were cultured in petri dishes under beakers at room temperature with continuous low-level illumination (200 ft-c) from a cool white fluorescent tube. Seedlings were shocked 24 h after germination and harvested 10 days later when the epicotyl was beginning to emerge. Controls were handled the same as the test seedlings in every respect except that they were not shocked.

Results and discussion. The relation between the shock pressure and its duration is shown in Table I, where it is shown that, in most cases, the rate of elongation was significantly reduced by treatment as compared to the controls. The dispersion analysis in Table II shows that the linear effect of shock was very weak, whereas there was a strong quadratic effect. There was only 1 group which showed a linear relation between shock level and pressure duration, namely for the pressure duration of 4 sec (Table I). The effect of the pressure duration, then,

was highly significant (Table II). The interactions between shock pressure and its duration were also highly significant, indicating the importance of the pressure duration and the magnitude of the shock pressure in assessing the relation between shock response and biological response (Table II).

With respect to the controls seedling height was, for the most part, reduced by shock (Table II). Seedling height for all the pressure durations at the 20 ψ shock pressure was significantly reduced, whereas at both the 40 and 60 ψ shock pressures seedling height was significantly reduced for 0.1-, 1- and 14-sec pressure durations, the 4 sec pressure duration effects at these pressure levels being similar to the control (Table I).

With progressively increasing shock pressure levels the pressure duration becomes more important on the effect it has on seedling height. In the 20 ψ group there was no distinction between the pressure durations of 0.1 – 14 sec. Although, at lower pressures, SEDGLEY and BARLEY⁵, working with *Vicia* seedling shoots, found that it took 48 h of 0.5 atm above ambient to reduce the rate of elongation. In the 40 ψ shock group there were 2 observable effects of the pressure duration with respect to the 20 ψ shock group. Either there was an increase in seedling height for the pressure duration of 4 sec, or there was no change in seedling height between 20 ψ and 40 ψ for the 14 sec pressure duration. At the 60 ψ shock level there were 3 effects of pressure duration on seedling height with respect to the 20 ψ shock level. Either there was a further increase in seedling height for the 4 sec pressure duration, or no change in seedling height for the 14 sec pressure duration, or a further reduction in seedling height for the 1 sec pressure duration.

It is apparent from this study that a long pressure duration of 14 sec was not critical for pressure levels to 3 atm (60 ψ). However, a 4 sec pressure duration was critical for pressure levels of 3 atm and was beginning to take effect for a shock pressure of 40 ψ . Lower pressure durations of 1 sec were beginning to take effect at 60 ψ . It seems that the effect of shock depends somewhat on the pressure duration for the lower shock levels and is strictly dependent on the pressure duration for the higher shock levels⁶.

Résumé. Des semis de radis furent soumis à la pression produite par un choc atmosphérique. La pression engendrée par une pulsation augmentant rapidement durait de 0,1 à 14 sec. La durée de la pression servit de critère pour évaluer les effets des niveaux élevés du choc atmosphérique.

SYLVIA A. MURRAY

Table I. The relation between the pressure magnitude and its duration

	Control	Shock level (ψ)		
		20	40	60
0.1		20.07 $\pm$ 1.86	22.80 $\pm$ 1.68	19.40 $\pm$ 1.52
Pressure 1	26.77 $\pm$ 1.48	21.32 $\pm$ 1.44	22.10 $\pm$ 1.64	18.72 $\pm$ 1.36
Duration 4		20.45 $\pm$ 1.70	23.83 $\pm$ 2.44	25.35 $\pm$ 1.98
(sec) 14		20.33 $\pm$ 1.62	19.90 $\pm$ 1.52	21.38 $\pm$ 1.50

The means, in mm, along with the 95% confidence limits are indicated.

Table II. Dispersion analysis

	Degrees of freedom	Sum of squares	Variance ratio
Control vs treatments	12	1,647	3.09 ^b
Shock linear effect	1	54	1.22
quadratic effect	1	263	5.98 ^a
Pressure duration effect	3	878	6.66 ^b
Interaction	6	1,273	4.84 ^b
Between groups	12	4,115	7.72 ^b
Within groups	767	34,045	
Totals	779	38,160	

^a Significant at the 97.5% level. ^b Significant at the 99.9% level.

1522 Willow Street, Alameda (California 94501, USA),
12 August 1969.

⁵ R. H. SEDGLEY and K. P. BARLEY, Aust. J. biol. Sci. 16, 19 (1963).

⁶ Acknowledgements. This study has been conducted under the direction of Professor C. L. NEWCOMBE, Director of the Frederic Burk Foundation Research Center, San Francisco State College and supported by the Advanced Projects Research Agency through the United States Department of the Interior, Geological Survey under Contract No. 14-08-0001-10926. Special thanks are expressed to Dr. H. T. SHACKLETTE of the U.S. Geological Survey for making this study possible and for his helpful guidance.