

Régime alimentaire et consommation des adultes de *Machaeridia bilineata* (Orthoptère, Acrididae) en fonction de la couverture graminéenne d'une Savane (*) (Lamto, Côte-d'Ivoire)

J. Mestre

Laboratoire d'Entomologie, Bâtiment 446, Université Paris-Sud,
Centre d'Orsay, 91405 Orsay.

RÉSUMÉ

Une étude du régime alimentaire de *Machaeridia bilineata* (Orth., Acrididae) a été réalisée par examen microscopique des contenus digestifs. Ce travail, effectué dans les savanes de Lamto en Côte-d'Ivoire, a montré que cette espèce strictement graminivore utilise globalement les différentes graminées en fonction de leur abondance relative sur le terrain. Seule *Loudetia simplex* apparaît légèrement sous-consommée. Une femelle en période de reproduction consomme par jour environ 15 mg en poids sec et un mâle 12 mg, soit une consommation relative journalière de 20 à 30 %. Le coefficient approximatif de digestibilité est de 35 (♀) à 40 % (♂). A l'échelle des populations, la perte de biomasse foliaire sèche due aux adultes de cette espèce serait de 3,8 à 4,6 kg/ha/an.

MOTS-CLÉS : *Acrididae* - *Machaeridia bilineata* - Régime alimentaire - Consommation - Savane guinéenne.

SUMMARY

The diet of *Machaeridia bilineata* (Orth., Acrididae) was investigated in the savanna of Lamto (Ivory Coast) by looking at the gut content with microscopic technics. This grasshopper, a strict graminivorous species, consumes the different gramineae according to their relative abundance on the ground; only *Loudetia simplex* seems to be lightly sub-eaten. During the reproductive period, each female consumes 15 mg (dry weight of food eaten) and each male 12 mg, *i. e.* a daily relative consumption of 20 to 30 %. The coefficient of digestibility is about 35 to 40 %. At the population level, the annual loss of leaf material due to the adults of *M. bilineata* could be about 3.8 to 4.6 kg/ha

KEY-WORDS: *Acrididae* - *Machaeridia bilineata* - Diet - Consumption - Guinean savanna.

INTRODUCTION

Les résultats présentés ici sont issus d'un travail plus général sur l'alimentation et la reproduction des imagos de *Machaeridia bilineata* (MESTRE, 1981) réalisé en 1980-1981. Cette étude a été conduite à la Station d'Écologie Tropicale de Lamto (6°13 N, 5°02 W) située à la pointe du V « Baoulé », région de mosaïque forêt-savane qui pénètre le bloc forestier méridional de la Côte-d'Ivoire. Cette station ayant fait l'objet de très nombreux travaux, nous renvoyons à LAMOTTE (1979) pour une présentation générale de ceux-ci, à LECORDIER (1975) et CESAR & MENAUT (1974) pour des données précises sur le climat et la végétation.

(*) Travail effectué dans le cadre du Laboratoire ECOTROP-CNRS, 4, avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy.

Dans ces savanes, *Machaeridia bilineata* (STAL, 1873) est l'une des espèces dominantes. Son cycle est réglé sur l'alternance des saisons : adultes en saison sèche-début de saison des pluies (décembre à mai) et larves en saison pluvieuse (avril à novembre) (GILLON, 1974, 1976). HUMMELEN & GILLON (1968) ont montré que cette espèce, graminivore comme tous les Acridinae, consomme de toutes les graminées courantes de Lamto.

Ce travail a pour but, d'une part, d'analyser précisément la composition du régime alimentaire et le lien avec le couvert végétal (préférences alimentaires) chez les adultes de cet acridien et, d'autre part, les plantes utilisées sur le terrain étant connues, d'apporter des précisions sur les quantités ingérées et assimilées par ceux-ci.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. — Étude du régime alimentaire

Le couvert végétal. — Nos parcelles d'étude ont été choisies dans deux types de milieux caractéristiques de Lamto, à savoir une savane arbustive claire à andropogonées et deux savanes herbeuses dominées par *Loudetia simplex* (arundinellées), l'une en bas de pente et l'autre en plateau. Les quatre espèces graminéennes qui dominent nos parcelles, mais dans des proportions très différentes, sont *Andropogon schirensis*, *A. canaliculatus*, *Hyparrhenia diplandra* (andropogonées) et *Loudetia simplex* (arundinellées).

L'estimation de l'abondance relative des différentes graminées dans nos parcelles a été faite à la même époque que le ramassage des insectes (mois de mars) c'est-à-dire environ un mois et demi après les feux de savanes (hauteur des repousses de 10 à 15 cm). La technique retenue, qui nous semble la mieux adaptée au but de ce travail, est celle des points contacts que d'autres entomologistes ont aussi utilisée pour des études analogues (BERNAYS & CHAPMAN, 1970; BOYS, 1978). Elle consiste à noter le long d'un transect, point par point (10 cm entre chaque), quelles graminées entrent en contact avec une tige fine tenue verticalement. On répète ceci sur plusieurs transects (150 à 250 points au total).

Récolte des criquets. — Les insectes, capturés en fin de matinée à l'aide du filet fauchoir, sont tués immédiatement et conservés dans l'alcool à 70° jusqu'à étude.

Analyse des contenus digestifs. — L'étude du régime alimentaire des herbivores, par examen en microscopie optique des fragments végétaux du contenu digestif ou des fèces, est maintenant classique, notamment chez les acridiens (CHAPMAN, 1957, 1962; BAILEY & RIEGERT, 1971; CAMPBELL *et al.*, 1974). L'étape préliminaire consiste à établir une collection de référence des épidermes du maximum d'espèces végétales présentes sur le terrain d'étude et susceptibles d'être consommées (ici, les graminées). A la suite de STEWART (1965) nous avons utilisé la technique de STORR (1961) pour réaliser les montages. Dans cette technique, le décollement des épidermes supérieur et inférieur est obtenu par un passage de quelques minutes dans une solution à 10 % d'acide nitrique bouillant. Le milieu de montage utilisé ici a été l'Euparal.

L'étape suivante est d'apprendre à reconnaître, si possible jusqu'au niveau spécifique, les différents épidermes d'après les types cellulaires présents, leur forme et leur distribution. On peut passer ensuite à l'étude des contenus digestifs quand le degré de précision voulu dans la reconnaissance des épidermes est atteint.

Dans notre cas, 12 espèces graminéennes ont été préparées bien que la moitié d'entre elles soient très rares dans nos parcelles. Les différentes espèces d'*Andropogon* ont été regroupées car leur séparation au niveau spécifique s'avérait trop souvent hasardeuse.

2. — Étude de la consommation

Le régime alimentaire étant connu, il est possible d'utiliser des plantes faisant partie de l'alimentation normale de l'acridien sur le terrain pour effectuer des mesures de consommation. Ce travail, destiné à donner un ordre de grandeur des quantités ingérées et assimilées par les adultes de *Machaeri-*

dia, a été réalisé sur les mâles et les femelles fin mars-début avril, c'est-à-dire pendant la période de reproduction.

Deux lots de chaque sexe, d'une trentaine d'individus chacun, ont été élevés individuellement dans des cages en moustiquaire métallique de 20 cm de haut et 9 cm de diamètre. Ces cages ont été placées dans une pièce subissant, quoique tamponnées, les fluctuations thermohygro-métriques naturelles (22 à 36° C; 90 à 40 % HR). Chaque expérience a duré une semaine.

Les criquets ont été nourris de *Loudetia simplex* car cette graminée a été utilisée par GILLON (1976) pour mesurer la consommation de l'avant-dernier stade larvaire de *Machaeridia bilineata*, et lui a servi également à l'élevage d'autres acridiens de Lamto. La quantité de nourriture ingérée est mesurée chaque jour en termes de surface foliaire (mm²) et convertie en poids sec (mg) à partir des mesures faites sur des échantillons témoins (mg/mm² obtenus par séchage à 70-75° C pendant 48 h). Parallèlement les fèces recueillies sont séchées de la même manière et pesées.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. — Régime alimentaire

La figure 1 rassemble les résultats pour les trois parcelles d'étude et met en comparaison l'abondance relative des graminées sur le terrain avec leur fréquence dans les tubes digestifs. Précisons tout d'abord quelques points :

— Seuls 5 tubes digestifs, sur plus de 200, contenaient de rares fragments de dicotylédones et ont été exclus des calculs.

— Les deux sexes sont regroupés car aucune différence significative n'est apparue.

— La catégorie « autres » regroupe, pour les contenus digestifs, tous les cas de graminées ne paraissant pas appartenir à l'ensemble des espèces citées dans la liste. Deux graminées, *Panicum fluviicola* et *Hyperthelia dissoluta*, identifiées dans les contenus digestifs mais non sur le terrain, ont été englobées dans la catégorie « autres » en ce qui concerne l'abondance relative.

— Les cas où les fragments végétaux se sont révélés inclassables n'entrent pas dans les calculs de fréquence de graminées dans les tubes digestifs. Les pourcentages de ces cas varient de 7,7 à 15 % selon les parcelles.

Les principales observations que l'on peut faire sont les suivantes :

— Globalement, le degré de présence des différentes graminées dans les contenus digestifs reflète leur abondance sur le terrain. Les graminées les plus abondantes sont aussi les plus consommées.

— Si l'on considère les graminées dominantes, deux cas conduisent à une différence très légèrement significative ($X^2, P < 0,05$) entre abondance relative et fréquence dans les tubes digestifs. Il s'agit des deux parcelles à *Loudetia simplex* où cette graminée s'avère légèrement sous-consommée. On constate cependant que *Loudetia* est malgré tout fréquemment ingérée (15 à 20 % des contenus) alors que l'abondance des autres espèces permettrait, sans recherche spéciale, de ne pas la consommer. Par ailleurs, en captivité, quelques expériences de choix entre *L. simplex* et *H. diplandra* ne se sont pas traduites par une sous-consommation de la première espèce.

— Aucune autre graminée ne semble « profiter » de cette sous-consommation de *Loudetia*. Il y a étalement de la consommation sur l'ensemble des autres espèces. Si l'on considère que les *Andropogon* regroupent trois espèces, on peut constater qu'en fait aucune espèce ne dépasse 25 % des graminées ingérées. Ceci pourrait traduire une tendance à diversifier le régime alimentaire et à ne pas privilégier, dans le spectre graminéen de Lamto, une espèce particulière.

minée par les possibilités de choix que lui offre le milieu. Ceci explique l'absence ou l'existence de sélectivité qu'observent les auteurs dans différents milieux (BERNAYS & CHAPMAN, 1970; BAILEY & RIEGERT, 1971; LAUNOIS-LUONG, 1975; GUEGUEN, 1976; BOYS, 1978).

2. — Consommation et assimilation

Le tableau I regroupe les données moyennes issues d'une semaine d'expériences sur la consommation et l'assimilation des imagos des deux sexes de *M. bilineata*.

TABLEAU I. — Consommation et assimilation des adultes, femelles et mâles de *Machaeridia bilineata* pendant une semaine d'expérience. PS : poids sec; PSCr : poids sec du criquet; C. A. D. : coefficient approximatif de digestibilité; E. S. : erreur standard.

	Consommation journalière Cj (mg PS) (± E. S.)	Consommation relative journalière	Assimilation journalière Aj (mg PS) (± E. S.)	C. A. D. Aj/Cj
Femelles n = 30	15,1 ± 0,6	0,17	5,3 ± 0,4	0,355
Mâles n = 30	12,3 ± 0,5	0,26	4,8 ± 0,4	0,40

Consommation. — Un mâle consomme une quantité journalière de nourriture équivalente à 26 % de son poids et une femelle de l'ordre de 17 %. Il faut cependant considérer que, dans cette expérience, les femelles sont en pleine vitellogenèse et ont un poids moyen nettement supérieur à celui calculé sur l'ensemble de la vie imaginaire qu'utilisent la plupart des auteurs. Si on utilisait ce poids moyen, la consommation relative journalière serait ici de 21 %. GILLON (1976), pour deux autres espèces de Lamto élevées dans des conditions voisines, donne des valeurs de 22 et 34 % (mâles d'*Orthochtha brachycnemis* et de *Rhabdoplea munda*) et de 36 et 32 % (femelles des mêmes espèces). GUEGUEN (1976) et GUEGUEN & DELAUNAY (1980) donnent des valeurs de 25 à 28 % pour les deux sexes de *Chrysochraon dispar* et *Myrmeleotettix maculatus*. L'avant-dernier stade larvaire de *M. bilineata*, nourri avec la même graminée *Loudetia simplex*, a une consommation relative de 31,6 % (GILLON, 1976).

Toutefois, ces valeurs de consommation relative journalière varient trop selon les espèces acridiennes et végétales, l'état physiologique de l'insecte ou de la plante et les conditions d'élevage, pour pouvoir en tirer des idées générales.

Assimilation. — Le coefficient approximatif de digestibilité (C. A. D.) est de 35,5 % (♀) et de 40 % (♂). Il est assez différent et supérieur à celui observé par GILLON (1968, 1972, 1973 a); en effet, cet auteur donne des valeurs comprises entre 12 et 25 %, voire 10 % pour *Anablepia granulata* élevé sur la graminée *Brachiaria jubata*. Chez *Chrysochraon dispar*, GUEGUEN (1976) donne 9 à 26 % selon le sexe.

Une mesure plus juste de l'assimilation consiste à calculer ce rendement en termes d'énergie et non plus en termes de poids sec, ce qui permet de tenir compte des différences de valeur calorique entre ce qui est ingéré et ce qui est évacué dans les fèces. Divers auteurs obtiennent alors les résultats suivants : 20 % pour *Trimerotropis saxatilis* (DUKE & CROSSLEY, 1975), 20 à 23 % chez *Boottettix punctatus* (MISPAGEL, 1978), 23 à 31 % pour *Myrmeleotettix maculatus* (GUEGUEN & DELAUNAY, 1980), 26 % chez *Encoptolophus sordidus* (BAILEY & RIEGERT, 1973), 27 % pour *Orchelimum*

fidicinium (SMALLEY, 1960), 35 à 41 % chez *Melanoplus bivittatus*, *M. femurrubrum* et *M. bilituratus* (BAILEY & MUKERJI, 1977; WIEGERT, 1965), et 43 à 50 % pour *Schistocerca gregaria* (CAREFOOT, 1977). VATS (1981) donne des valeurs d'environ 50 % pour *Parahieroglyphus bilineatus* et CHLODNY (1969) obtient dans les 54 % chez *Chorthippus montanus* et *C. dorsatus*.

Toutes ces valeurs sont obtenues en offrant comme nourriture à l'insecte des plantes bien consommées dans leur milieu d'origine. On constate qu'elles s'échelonnent entre 20 et 40 % pour la plupart, avec quelques cas à plus de 50 %.

Nos résultats obtenus avec *M. bilineata* sont donc assez élevés si l'on considère que notre façon d'évaluer le rendement d'assimilation par le C. A. D. peut entraîner une sous-estimation par rapport à la technique des bilans d'énergie. CHLODNY (1969) estime, quant à lui, que généralement les valeurs de 30 à 40 % sont des valeurs minimales traduisant une mauvaise méthode d'évaluation (en poids sec). Cependant de nombreux travaux ultérieurs à 1969 et cités plus haut, utilisant les bilans d'énergie, donnent des coefficients de digestibilité inférieurs à 30 %.

CONCLUSION

A Lamto, *Machaeridia bilineata* ne marque pas de préférences prononcées parmi l'ensemble des graminées dominantes. Le degré de consommation des différentes espèces est fonction de leur abondance.

Sur le plan quantitatif, si l'on considère les effectifs en savane brûlée donnés par GILLON (1973 *b*) pour les années 1962 à 1966 et que l'on prenne une consommation par couple d'adultes comprise entre 27 et 30 mg en poids sec par jour, on peut estimer que ces imagos consomment à leur maximum de densité, au moment des feux de saison sèche, environ 15 g/ha/jour de matière végétale, en poids sec, et au total de l'année de l'ordre de 1,9 à 2,3 kg/ha. Cette évaluation correspond à la partie ingérée; mais il ne faut pas oublier que les lésions apportées aux feuilles entamées entraînent une perte de 2 à 5 fois la quantité consommée par l'insecte. En utilisant le facteur 2 qui nous semble le plus correct dans le cas de *Machaeridia bilineata*, la perte de biomasse serait de 3,8 à 4,6 kg/ha/an. Il faut à cela ajouter la consommation des jeunes évaluée à 2,9 kg/ha/an (GILLON, 1976).

La consommation de cette espèce, devenue certainement la plus abondante à Lamto, et, de manière générale, celle de l'ensemble du peuplement acridien (GILLON, 1976) est négligable par rapport à la production herbacée d'un milieu comme la savane de Lamto (8 à 16 tonnes/ha/an) (CESAR & MENAUT, 1974).

Cependant, dans le cycle de la végétation, il existe une période *a priori* défavorable aux criquets : les quelques jours qui suivent les feux. En effet, avant que ne débute la repousse (entre le 2^e et le 4^e jour) la destruction quasi totale de la strate herbacée rend particulièrement critique la recherche de nourriture. On observe d'ailleurs dans cette courte phase, une forte proportion de criquets au tube digestif entièrement vide et une mortalité, parmi les insectes capturés, nettement supérieure (5 à 10 % des captures) à ce qu'elle était antérieurement (MESTRE, 1981).

Les causes exactes de cette mortalité sont difficiles à préciser. Outre les éventuels effets différés du feu et le jeûne que les criquets peuvent supporter quelques jours, il faut certainement envisager en premier lieu le problème de l'équilibre hydrique. Privés de l'apport d'eau lié à leur alimentation, les criquets sont soumis d'autre part aux

fortes températures diurnes de la savane brûlée juste après les feux (plus de 50° C au sol l'après-midi).

Pendant la seule période où l'alimentation aurait pu poser un problème, ce facteur, comparé aux besoins en eau, ne semble donc pas essentiel à la survie de l'espèce. Il pourrait en être autrement dans les savanes sèches occupées par *M. bilineata*, car la repousse après les feux peut y être différée de plusieurs semaines.

REMERCIEMENTS

Je remercie Mlle LAUGE, Professeur à l'Université Paris-Sud, pour toute l'aide et les conseils qu'elle m'a apportés.

BIBLIOGRAPHIE

- BAILEY C. G. & MUKERJI M. K., 1977. — Energy dynamics of *Melanoplus bivittatus* and *M. femur-rubrum* (Orthoptera: Acrididae) in a grassland ecosystem. *Can. Ent.*, **109**, 605-614.
- BAILEY C. G. & RIEGERT P. W., 1971. — Food preferences of the dusky grasshopper, *Encoptolophus sordidus costalis* (Scudder) (Orthoptera: Acrididae). *Can. J. Zool.*, **49**, 1271-1274.
- BAILEY C. G. & RIEGERT P. W., 1973. — Energy dynamics of *Encoptolophus sordidus costalis* (Scudder) (Orthoptera: Acrididae) in a grassland ecosystem. *Can. J. Zool.*, **51**, 91-100.
- BERNAYS E. A. & CHAPMAN R. F., 1970. — Food selection by *Chorthippus parallelus* (Zetterstedt) (Orthoptera: Acrididae) in the field. *J. Anim. Ecol.*, **39**, 383-394.
- BOYS H. A., 1978. — Food selection by *Oedaleus senegalensis* (Acrididae: Orthoptera) in grassland and millet fields. *Ent. exp. and appl.*, **24**, 78-86.
- CAMPBELL J. B., ARNETT W. H., LAMBLEY J. D., JANTZ O. K. & KNUTSON H., 1974. — Grasshoppers (Acrididae) of the Flint Hills Native Tallgrass Prairie in Kansas. *Kansas Agr. Sta. Res. Rept.*, **19**, 146 p.
- CAREFOOT T. H., 1977. — Energy partitioning in the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Acrida*, **6**, 85-107.
- CÉSAR J. & MENAUT J. C., 1974. — Le peuplement végétal des savanes de Lamto (Côte-d'Ivoire). *Bull. de Liaison des Chercheurs de Lamto*, n° spécial, vol. 2.
- CHAPMAN R. F., 1957. — Observations on the feeding of adults of the red locust (*Nomadacris septem-fasciata* Serville). *Br. J. Anim. Behav.*, **5**, 60-75.
- CHAPMAN R. F., 1962. — The ecology and distribution of grasshoppers in Ghana. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, **139**, 1-66.
- CHAPMAN R. F., 1964. — The structure and wear of the mandibles in some African grasshoppers. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, **142**, 107-121.
- CHLODNY J., 1969. — The energetics of larval development of two species of grasshoppers from the genus *Chorthippus* Fieb. *Ekol. Pol. (A)*, **17**, 391-407.
- DUKE K. M. & CROSSLEY D. A., 1975. — Population energetics and ecology of the rock grasshopper, *Trimerotropis saxatilis*. *Ecology*, **56**, 1106-1117.
- GILLON Y., 1968. — Caractéristiques quantitatives du développement et de l'alimentation de *Rhabdoplea klapotczy* (Karny, 1915) (Orthoptera : Acridinae). *Ann. Univ. Abidjan, E*, **1**, 101-112.
- GILLON Y., 1972. — Caractéristiques quantitatives du développement et de l'alimentation d'*Anablepia granulata* (Ramme, 1929) (Orthoptera : Gomphocerinae). *Ann. Univ. Abidjan, E*, **5**, 373-393.
- GILLON Y., 1973 a. — Bilan énergétique de la population d'*Orthochta brachycnemis* Karsch, principale espèce acridienne de la savane de Lamto (Côte-d'Ivoire). *Ann. Univ. Abidjan, E*, **6**, 105-125.
- GILLON Y., 1973 b. — Étude écologique quantitative d'un peuplement acridien en milieu herbacé tropical. Thèse Doctorat Sci. Nat., Univ. Paris VI, 323 p.
- GILLON Y., 1974. — Variations saisonnières des populations d'acridiens dans une savane préforestière de Côte-d'Ivoire. *Acrida*, **3**, 129-174.
- GILLON Y., 1976. — Étude bioénergétique du peuplement acridien de la savane de Lamto (Côte-d'Ivoire). *Ann. Univ. Abidjan, E*, **9**, 5-85.

- GUEGUEN A., 1976. — Recherches sur les Orthoptères des zones d'inculture de basse altitude. Thèse de 3^e cycle, Univ. Rennes.
- GUEGUEN A. & DELAUNAY G., 1980. — Écologie et bioénergétique d'une population de *Myrmeleotettix maculatus* Thund. (Orthoptera : Acrididae) dans une formation pionnière d'une lande armoricaine. I. — Utilisation de l'énergie au cours du développement. *Bull. Écol.*, **11**, 483-496.
- HUMMELEN P. & GILLON Y., 1968. — Étude de la nourriture des acridiens de la savane de Lamto en Côte-d'Ivoire. *Ann. Univ. Abidjan*, E, **1**, 199-206.
- LAMOTTE M., 1979. — Structure and functioning of the savanna ecosystems of Lamto (Ivory Coast). In: *Tropical grazing land ecosystems*, Natural Resources Research, **16**, UNESCO, 655 p.
- LAUNOIS-LUONG M. H., 1975. — L'alimentation du criquet migrateur *Locusta migratoria migratorioides* (Sauss.) en phase solitaire à Madagascar : régimes et effets. Thèse de doctorat Sci. Nat., Univ. Paris XI, Centre d'Orsay, Ministère de la Coopération, 202 p.
- LECORDIER C., 1975. — Les peuplements de Carabiques (Coléoptères) dans la savane de Lamto (Côte-d'Ivoire). École Normale Supérieure, Publ. du laboratoire de Zoologie.
- MESTRE J., 1981. — Reproduction et alimentation d'une espèce univoltine d'Acrididae, *Machaeridia bilineata* (Stal, 1873), dans une savane de Côte-d'Ivoire. Thèse de 3^e Cycle, Univ. Paris XI, Centre d'Orsay.
- MISPAGEL M. E., 1978. — The ecology and bioenergetics of the acridid grasshopper, *Boottettix punctatus* on creosote bush, *Larrea tridentata*, in the northern Mojave desert. *Ecology*, **59**, 779-788.
- MULKERN G. B., 1967. — Food selection in grasshoppers. *Ann. Rev. Entomol.*, **12**, 59-78.
- SMALLEY A. E., 1960. — Energy flow through a salt marsh grasshopper population. *Ecology*, **41**, 672-677.
- STEWART D. R. M., 1965. — The epidermal characters of grasses with special reference to east African plains species. *Bot. Jb.*, **84**, 63-116.
- STORR G. M., 1961. — Microscopic analysis of faeces, a technique for ascertaining the diet of herbivorous mammals. *Austral. J. Biol. Sci.*, **14**, 157-164.
- VATS L. K., 1981. — Population dynamics, secondary productivity and energy budget of *Parahieroglyphus bilineatus* Bol. (Orthoptera: Acrididae: Catantapinae). *Acta Œcologica, Œcol. Gener.*, **2**, 4, 355-369.
- WIEGERT R. G., 1965. — Energy dynamics of the grasshopper populations in an old field and alfalfa ecosystems. *Oikos*, **16**, 161-176.