

INFLUENCE DES FACTEURS ABIOTIQUES
SUR LA PHYSIOLOGIE ALIMENTAIRE DES LARVES
DE LA COCCINELLE APHIDIPHAGE, *SEMIADALIA UNDECIMNOTATA*
[COL. : *COCCINELLIDAE*] — I. ACTION DE LA TEMPÉRATURE

A. FERRAN & M. M. LARROQUE

I.N.R.A., Station de Zoologie, 06602, Antibes, France

L'élevage de la coccinelle *Semiadalia undecimnotata* SCHN. dans différentes conditions thermiques nous a permis de préciser l'action de la température sur la physiologie des stades préimaginaux. Les relations linéaires entre la consommation alimentaire exprimée sous forme cumulée et le poids des individus, qui avaient été mises en évidence dans un travail antérieur ne sont pas modifiées par les variations de ce facteur physique du milieu. Il en résulte qu'à l'égard de la température, la méthode d'estimation de la consommation alimentaire qui a été proposée dans une publication antérieure peut être utilisée pour estimer la prédation dans le milieu naturel.

Dans un travail précédent, réalisé au laboratoire (FERRAN & LARROQUE, 1977 a), il a été montré que, pour chaque stade larvaire de la coccinelle *Semiadalia undecimnotata* SCHN., il existe une relation linéaire caractéristique entre la consommation cumulée moyenne (C) et le poids moyen (P) des individus. Ces relations sont du type $C = aP + b$ pour la période s'étalant de la mue à l'acquisition du poids maximal (PM) par le stade considéré. Elles nous ont permis d'établir une méthode indirecte d'estimation de la consommation alimentaire basée uniquement sur la pesée des larves et indépendante de l'âge précis de ces dernières (FERRAN & LARROQUE, 1977b). Pour transformer cette méthode d'estimation de la consommation en laboratoire en une méthode d'évaluation de l'efficacité prédatrice dans le milieu naturel, il est indispensable de connaître les variations du coefficient (a) des relations linéaires en fonction des conditions abiotiques et biotiques du milieu. Dans la première partie du travail exposé ci-dessous, nous nous sommes attachés à étudier l'effet de la température sur la consommation alimentaire, l'évolution pondérale et le rendement alimentaire des larves de cette coccinelle aphidiphage.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Pour étudier l'effet de la température sur les critères physiologiques précédents, nous avons réalisé trois expériences successives. Dans la 1^{re}, 30 jeunes larves ont été élevées jusqu'à l'état adulte sous un abri pour poste météorologique, à un moment (mai-juin 1977)

où cette espèce se multiplie normalement dans le milieu naturel. Ces larves ont subi de ce fait des conditions variables de température et d'humidité relative et ont été soumises à une photopériode sensiblement croissante. Les résultats obtenus ont été comparés à ceux provenant d'un 2^e lot numériquement égal au précédent qui a été maintenu, au même moment, dans une ambiance contrôlée où la température est de 20°C ($\pm 1^\circ\text{C}$).

Dans la 2^e expérience, des larves de dernier stade (L4) réparties en 3 lots identiques de 35 individus chacun, ont été soumises, de la mue à l'émergence des adultes, à 3 températures constantes : 15°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), 20°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) et 27°C ($\pm 1^\circ\text{C}$).

Dans la dernière expérience, 40 larves de dernier stade ont été exposées à une température alternée de 15°C à 25°C. Chaque niveau thermique dure approximativement 12 h, le passage de l'un à l'autre se faisant en 1 h environ. Ce lot a été comparé à un lot de larves élevées à 20°C ($\pm 1^\circ\text{C}$).

Pour tous les individus maintenus au laboratoire, les autres conditions abiotiques sont identiques. La photopériode comprend 16 h d'éclaircissement. L'humidité relative est maintenue constante quelle que soit la température, grâce à l'utilisation d'enceintes étanches et ventilées (volume : 3 l) contenant des solutions salines saturées soit de NaCl pour 15°C et 20°C soit de KCl pour 25°C et 27°C.

Les 2 premiers essais ont été réalisés à partir de larves prélevées dans une souche maintenue depuis 2 ans en laboratoire, le 3^e à l'aide de larves issues de parents récoltés dans les sites d'hivernation.

La méthodologie générale, la technique d'estimation de la consommation alimentaire et les différents critères utilisés dans ce travail ont été déjà décrits dans une publication antérieure (FERRAN & LARROQUE, 1977). Les larves sont élevées individuellement et reçoivent, 2 fois par jour (vers 9 h et 17 h) un nombre et par conséquent un poids déterminé de femelles aptères du puceron *Myzus persicae* SULZ. La quantité fournie pour chaque intervalle de temps est toujours supérieure aux besoins des larves, quelles que soient les conditions thermiques.

Pour chaque stade, nous mesurons sa durée et la durée de la phase alimentaire correspondante, le poids atteint à l'issue de chaque intervalle de temps, le poids maximal (PM) et le gain de poids (ΔP) pour l'ensemble du stade.

La consommation alimentaire est exprimée soit par sa valeur réelle à chaque contrôle soit sous forme cumulée (C) soit par sa valeur totale par stade (Ct).

Enfin, nous utilisons le rendement alimentaire qui est égal pour l'ensemble du stade au rapport $\frac{\Delta P}{Ct} \times 100$, ou son inverse $\frac{Ct}{\Delta P}$ qui représente une estimation de la pente des relations linéaires.

Pendant ces expériences, la mortalité larvaire a toujours eu une origine accidentelle. Toute larve morte a été remplacée par un nouvel individu afin de maintenir l'homogénéité numérique des répétitions et des lots.

Les résultats sont exprimés par leur moyenne et l'intervalle de confiance correspondant au seuil de 5 %. Les comparaisons sont réalisées à l'aide du test de l'écart-réduit ($|\varepsilon|$) ou du test (t) pour les petits échantillons.

RÉSULTATS

ÉLEVAGE DES LARVES EN CONDITIONS EXTÉRIEURES

Durant cette expérience, les conditions thermiques naturelles ont profondément varié. Les 3 premiers stades ont été soumis à des écarts thermiques importants pouvant atteindre 10°C et à des températures journalières moyennes inférieures à 20°C. Par suite d'une amélioration des conditions météorologiques, les larves de dernier stade ont bénéficié de températures suffisamment clémentes dont les moyennes se situaient aux environs de 20°C.

Pour les 3 premiers stades, l'élevage en conditions naturelles se traduit, par rapport à celui du laboratoire, par une augmentation significative de leur durée respective, de la durée correspondante de la phase alimentaire, des différents critères pondéraux (PM et ΔP) et de la consommation alimentaire totale (tableaux 1, 2, 3). Au dernier stade, ces différents critères ne sont pas significativement différents, en raison du réchauffement des conditions extérieures intervenu en fin d'expérience.

TABLEAU 1

Durée de la phase alimentaire et durée des stades pour les larves de S. undecimnotata élevées en conditions naturelles et au laboratoire à 20°C.

Stade du prédateur	Durée de la phase aliment. (en j)		Différence statistique ($ \varepsilon $)	Durée totale du stade (en j)		Différence statistique ($ \varepsilon $)
	en conditions naturelles	au laboratoire		en conditions naturelles	au laboratoire	
1 ^{er} (L1)	4,9 ± 0,5	3,6 ± 0,2	S: 4,44	6,9 ± 0,5	4,9 ± 0,2	S: 7,19
2 ^e (L2)	3,4 ± 0,2	2,8 ± 0,2	S: 3,85	5,2 ± 0,3	4,0 ± 0,1	S: 8,00
3 ^e (L3)	4,1 ± 0,3	2,9 ± 0,1	S: 4,8	4,0 ± 0,1	4,6 ± 0,2	S: 2,88
4 ^e (L4)	5,5 ± 0,2	5,7 ± 0,3	N.S: 1,5	7,4 ± 0,2	7,8 ± 0,3	N.S: 1,78

($|\varepsilon|$) : écart-réduit ; N.S. : différence non significative ; S : différence significative

TABLEAU 2

Caractéristiques pondérales des larves de S. undecimnotata élevées en conditions naturelles et au laboratoire à 20°C.

Stade du prédateur	Gain de poids (en mg)		Différence statistique ($ \varepsilon $)	Poids maximum atteint (en mg)		Différence statistique ($ \varepsilon $)
	en conditions naturelles	au laboratoire		en conditions naturelles	au laboratoire	
1 ^{er} (L1)	0,50 ± 0,02	0,46 ± 0,03	S: 2,23	0,71 ± 0,02	0,62 ± 0,02	S: 6,68
2 ^e (L2)	1,52 ± 0,07	1,39 ± 0,32	S: 2,06	2,14 ± 0,09	1,89 ± 0,12	S: 3,07
3 ^e (L3)	5,57 ± 0,29	4,92 ± 0,32	S: 2,89	7,37 ± 0,34	6,76 ± 0,38	S: 2,30
4 ^e (L4)	25,89 ± 1,17	24,64 ± 1,17	N.S: 0,82	32,50 ± 1,42	30,77 ± 1,55	N.S: 1,61

($|\varepsilon|$) : écart-réduit ; N.S. : différence non significative ; S : différence significative

TABLEAU 3

Consommation alimentaire et utilisation de la proie par les larves de S. undecimnotata élevées en conditions naturelles et au laboratoire à 20°C

Stade du prédateur	Consommation alimentaire totale (en mg)		Différence statistique ($ \varepsilon $)	Rendement alimentaire (en %)		Différence statistique ($ \varepsilon $)
	en conditions naturelles	au laboratoire		en conditions naturelles	au laboratoire	
1 ^{er} (L1)	1,29 ± 0,08	1,10 ± 0,10	S : 2,86	39,76 ± 5,01	42,60 ± 6,91	N.S : 1,57
2 ^e (L2)	3,41 ± 0,16	3,16 ± 0,27	S : 2,14	45,58 ± 3,40	44,53 ± 6,34	N.S : 0,68
3 ^e (L3)	12,91 ± 0,85	11,44 ± 0,69	S : 2,61	43,35 ± 4,17	43,19 ± 4,82	N.S : 0,12
4 ^e (L4)	76,75 ± 3,78	73,70 ± 3,32	N.S : 1,35	32,60 ± 2,71	33,52 ± 2,88	N.S : 1,11
Ensemble des stades	94,36 ± 4,29	89,41 ± 3,91	N.S : 1,71	34,46 ± 2,47	35,45 ± 3,11	N.S : 1,19

($|\varepsilon|$) : écart-réduit ; N.S. : différence non significative ; S : différence significative

Quel que soit le stade considéré, les rendements alimentaires et par conséquent la pente des droites calculée à partir des couples « consommation cumulée-poids » obtenus à l'issue de chaque contrôle ou estimée à partir du rapport entre la consommation totale par stade et le gain de poids correspondant ne sont pas significativement différents.

Pour l'ensemble du développement, les résultats sont identiques à ceux obtenus avec les larves âgées. Ce stade, par l'importance de sa consommation alimentaire qui représente 82 % de la consommation larvaire totale et de son gain de poids par rapport aux 3 premiers stades, détermine le bilan pour l'ensemble de la période larvaire.

L'absence de différence au niveau larvaire se retrouve chez les adultes. Ainsi les femelles provenant de larves placées à l'extérieur pèsent $24,78 \pm 1,35$ mg tandis que celles issues de larves maintenues au laboratoire ont un poids moyen de $23,45 \pm 1,78$ mg (différence N.S., $|\varepsilon| = 1165$).

ÉLEVAGE DES LARVES A DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES CONSTANTES

Les durées moyennes du stade et de la période alimentaire diminuent quand la température augmente (tableau 4). Des résultats comparables ont été signalés par de nombreux auteurs : HODEK (1958), SETHI & ATWAL (1964) chez *Coccinella septempunctata* L., McMULLEN (1967) chez *Coccinella novemnotata* HERBST. et SCOPES (1969) chez *Chrysopa carnea* STEPH. Chez *Coccinella septempunctata bruckii* MULSANT, la durée du développement décroît quand la température augmente de 15°C à 33°C puis croît pour des températures supérieures (KOIDE, 1962).

Nous avons constaté qu'à la température de 15°C, les larves se développent, atteignent un poids convenable mais sont incapables de se nymphoser. Pour obtenir des adultes et les peser, nous avons été obligés de placer ces larves à 20°C dès la fin de leur période alimentaire.

A un raccourcissement de la durée du stade en fonction de l'augmentation de la température correspondent une croissance pondérale plus rapide et une consommation par demi-journée plus importante. Ainsi, cette consommation par demi-journée ne dépasse pas 10 mg à 15°C, mais par contre elle atteint 16 mg et 20 mg à 20°C et 25°C respective-

TABLEAU 4

Principaux résultats de l'élevage des larves âgées de *S. undecimnotata* à 15°C, 20°C et 27°C

Tempé- ratures (en °C)	Larves							Adultes	
	Ds.	Dph.	PM.	ΔP	Ct	Rd	Ct/ΔP	P. femelles	P. mâles
15	11,21 ± 0,50	9,50 ± 0,47	31,06 ± 1,59	25,32 ± 0,84	81,21 ± 3,50	31,28 ± 0,97	3,21 ± 0,09	24,98 ± 1,45	22,40 ± 0,86
20	6,27 ± 0,25	4,53 ± 0,22	33,44 ± 1,42	26,85 ± 1,11	87,32 ± 3,83	30,90 ± 3,10	3,26 ± 0,12	27,11 ± 1,02	23,34 ± 0,93
27	3,32 ± 0,12	2,37 ± 0,28	28,32 ± 1,30	22,06 ± 0,69	68,53 ± 2,24	32,37 ± 0,12	3,12 ± 0,12	23,19 ± 0,96	22,21 ± 0,78

Comparaison statistique : (a) : valeur de l'écart-réduit ; N.S. : différence non significative ;
S. : différence significative

15/20	S: 16,49 ^(a)	S: 14,06	S: 2,45	S: 2,11	S: 2,31	N.S: 0,51	N.S: 0,73	S: t = 3,17	N.S: t = 1,44
15/27	S: 28,79	S: 21,27	S: 5,21	S: 5,85	S: 5,97	N.S: 0,94	N.S: 1,10	S: t = 2,86	N.S: t = 1,44
20/27	S: 23,74	S: 4,47	S: 2,96	S: 20,91	S: 8,27	N.S: 1,76	N.S: 1,53	S: t = 3,80	N.S: t = 1,50

Ds = durée du stade (en j) ; Dph = durée de la phase alimentaire (en j) ; PM = poids maximum atteint (mg) ;
ΔP = gain de poids (mg) ; Ct = consommation totale (mg) ; Rd = rendement alimentaire ;
Ct/ΔP = rapport de ces valeurs ; P = poids frais (mg)

ment. Chez *Hippodamia quinquesignata* KIRBY (KADDOU, 1962) et *C. septempunctata bruckii* (KOIDE, 1962), elle croît en fonction de la température, passe par un maximum, puis décroît. Par contre, chez *Pharoscyrnus numidicus* PIC. (KEHAT, 1968), elle demeure constante.

Le gain de poids, le poids maximal et la consommation alimentaire totale évoluent dans le même sens en fonction de la température. Ces différents critères présentent un maximum significatif à 20°C et un minimum à 27°C. Il en résulte que les températures trop élevées, au même titre que la sous-alimentation, conduisent par leur action sur la croissance larvaire, à des adultes plus petits. RUSSEL (1970) a abouti à la même conclusion chez *Anthocoris nemorum* L.

Chez les prédateurs, l'action de la température sur la consommation alimentaire totale d'un stade ou de l'ensemble des stades larvaires se traduit, semble-t-il, par 2 formes de réponse : pour de nombreuses espèces, cette consommation décroît quand la température augmente en raison du raccourcissement du stade et malgré un accroissement de l'ingestion par jour. C'est le cas notamment pour *A. nemorum* (RUSSEL, 1970), *Chilomenes sexmaculata* FB. (GAWANDE, 1966), *Cycloneda sanguinea* L. (GURNEY & HUSSEY, 1970), *C. septempunctata* (SUNDBY, 1966) et pour *Syrphus ribesii* L. (SUNDBY, 1966). *S. undecimnotata* pourrait se situer dans ce groupe bien qu'elle présente une consommation totale maximale à 20°C. Pour quelques autres espèces au contraire, la consommation alimentaire totale semble peu dépendante de la température. Appartiennent à ce groupe *Syrphus corollae* (BENESTAD, 1970), *H. quinquesignata* (KADDOU, 1960), *P. numidicus* (KEHAT, 1968) et *C. carnea* (SCOPES, 1969).

L'absence de différence significative entre les rendements alimentaires montre que la consommation totale et le gain de poids des individus évoluent dans le même rapport en fonction des températures considérées. Le calcul des relations linéaires entre la consommation exprimée sous forme cumulée et le poids des individus confirme ce résultat :

$$\begin{aligned} \text{— à } 15^{\circ}\text{C} & \quad C = 3,244 P - 29,229 \quad (r = 0,995) \\ \text{— à } 20^{\circ}\text{C} & \quad C = 3,208 P - 30,839 \quad (r = 0,990) \\ \text{— à } 27^{\circ}\text{C} & \quad C = 3,203 P - 27,170 \quad (r = 0,987) \end{aligned}$$

ÉLEVAGE A TEMPÉRATURES ALTERNÉES

Les larves âgées élevées à température constante (20°C) présentent une durée du stade et de la phase alimentaire significativement supérieure à celle des larves maintenues en conditions thermiques alternées ($15^{\circ}\text{C}/25^{\circ}\text{C}$). Cette différence semble provenir du fait que la moyenne des valeurs minimale et maximale de la thermopériode n'est pas rigoureusement identique à la température constante utilisée (tableau n° 5).

TABLEAU 5

*Principaux résultats de l'élevage des larves âgées de la coccinelle *S. undecimnotata* à une température alternée $15^{\circ}\text{C}/25^{\circ}\text{C}$ et à une température constante 20°C*

Critères	Températures (en °C)		Différence statistique ($ \epsilon $)
	$15^{\circ}\text{C}/25^{\circ}\text{C}$	20°C	
A - LARVES			
— Durée du stade (en j)	$4,6 \pm 0,10$	$5,1 \pm 0,1$	S ($ \epsilon = 8,76$)
— Durée de la phase alimentaire (en j)	$3,7 \pm 0,1$	$3,9 \pm 0,1$	S ($ \epsilon = 2,39$)
— Poids maximum atteint (en mg)	$35,99 \pm 1,10$	$35,99 \pm 0,91$	N.S. ($ \epsilon = 0,004$)
— Gain de poids (en mg)	$27,85 \pm 0,80$	$28,31 \pm 1,03$	N.S. ($ \epsilon = 0,685$)
— Consommation totale (en mg)	$77,12 \pm 2,17$	$76,91 \pm 2,37$	N.S. ($ \epsilon = 0,127$)
— Rendement alimentaire	$36,18 \pm 0,77$	$36,82 \pm 0,77$	N.S. ($ \epsilon = 1,05$)
— Rapport consommation sur poids	$2,74 \pm 0,05$	$2,72 \pm 0,06$	N.S. ($ \epsilon = 0,50$)
B - ADULTES			
— Poids initial des femelles (en mg)	$26,58 \pm 1,70$	$27,69 \pm 1,23$	N.S. : 1,09
— Poids initial des mâles (en mg)	$24,96 \pm 1,13$	$23,64 \pm 0,98$	N.S. : 1,69

L'analyse statistique des résultats montre que le poids maximum atteint, le gain de poids, la consommation alimentaire totale et par conséquent le poids des adultes issus de ces larves ne sont pas significativement différents dans les 2 lots. Les équations des droites de corrélation entre la consommation cumulée et le poids des individus sont également très voisines :

$$\begin{aligned} \text{— à } 15^{\circ}\text{C}/25^{\circ}\text{C} & \quad C = 2,746 P - 26,384 \quad (r = 0,994) \\ \text{— à } 20^{\circ}\text{C} & \quad C = 2,639 P - 24,399 \quad (r = 0,993) \end{aligned}$$

La différence de pente entre cet essai ($a = 2,746$ ou $a = 2,639$) et le précédent ($a = 3,180$ environ) paraît imputable au rajeunissement de la souche de coccinelle utilisée.

Les rations alimentaires fournies aux larves ont toujours été supérieures à leurs besoins. Pourtant, dans nos conditions de thermopériode et par rapport à la température moyenne considérée, nous n'avons pas observé l'augmentation spectaculaire du nombre

de proies attaquées que 2 auteurs (HODEK, 1973 ; GAWANDE, 1966) ont noté chez les larves de *C. septempunctata* et *D. sexmaculata* respectivement, ni l'accroissement du poids des nymphes constaté par SUNDBY (in ELLINGSEN, 1969) chez *C. septempunctata*. Il est regrettable que dans ces travaux, des critères pondéraux n'aient pas été pris en considération pour suivre l'évolution des larves et que la consommation alimentaire ne soit pas exprimée en mg.

CONCLUSION

Chaque stade larvaire de la coccinelle *S. undecimnotata* est caractérisé par une corrélation linéaire entre la consommation alimentaire exprimée sous forme cumulée et le poids des individus ($C = aP + b$). Les expériences décrites dans ce texte précisent les modifications subies par ces équations, notamment par leur pente (a), en fonction des variations des conditions abiotiques du milieu. Une 1^{re} expérience réalisée sur chaque stade larvaire, dans le milieu naturel, a montré, par comparaison à des individus témoins élevés au laboratoire dans les mêmes conditions alimentaires, que la pente de ces droites demeure inchangée et paraît indépendante des fluctuations des facteurs abiotiques : température, photopériode et humidité relative.

Pour vérifier cette conclusion et aborder l'étude spécifique de chacun de ces 3 facteurs, des larves au dernier stade ont été élevées à 3 températures constantes (15°C, 20°C et 27°C). La température modifie l'importance des prises alimentaires par intervalle de temps, la consommation totale et le gain de poids pour l'ensemble du stade : ces 2 derniers critères présentent un maximum à 20°C et atteignent à 27°C des valeurs inférieures à celles obtenues à 15°C. Malgré ces variations, la consommation alimentaire exprimée sous forme cumulée et le poids des individus sont liés par des droites de corrélation identiques à celles mises en évidence dans l'essai précédent.

Dans une 3^e expérience, nous avons comparé des larves élevées dans des conditions thermiques variant de 15°C à 25°C par période de 24 h, à des larves maintenues à 20°C. Cette température constante correspond sensiblement à la moyenne des écarts de la précédente. Nous avons constaté que les différents critères utilisés (consommation par intervalle de temps, consommation totale, poids maximal atteint, etc.) sont égaux et que les relations linéaires présentent la même pente dans les 2 lots. Bien que les larves aient disposé d'une quantité de proies largement excédentaire, nous n'avons pas observé la stimulation de la consommation qui a été décrite chez d'autres coccinelles sous l'action de la thermopériode. La différence de pente (a) observée entre cet essai et les précédents semble provenir d'un changement de la souche du prédateur qui a été réalisé entre temps.

A l'issue de cette expérimentation, il apparaît que les relations linéaires précédemment décrites sont indépendantes des fluctuations des facteurs abiotiques et, en particulier, de la température. A cet égard, ces relations peuvent être utilisées pour estimer la prédation dans le milieu naturel.

Étant donné que le gain de poids par stade est un caractère spécifique qui ne peut dépasser un certain seuil et que les larves consomment tous les pucerons qu'elles saisissent, l'existence de ces relations entre la consommation alimentaire et le poids des individus explique l'efficacité limitée de ce prédateur lorsqu'il se trouve en présence d'une population aphidienne importante.

SUMMARY

Influence of abiotic factors on the feeding physiology of the larvae of the aphidophagous lady beetle, *Semiadalia undecimnotata* [Col. : Coccinellidae]. 1. Effect of temperature

The larvae of the lady beetle *Semiadalia undecimnotata* SCHNEIDER have been reared under various thermic conditions (constant and alternate temperatures). We showed for every instar or only for the last one, that the length of the stage, the length of the feeding period, the daily or the total food consumption (in mg.), the gain of weight, and the top weight are depending on temperature. But the food consumption expressed in a cumulative form and the corresponding weight of the larvae show a constant ratio which is equal to the slope of the linear relations set up in a previous work. With respect to temperature, the method of estimation of larval food consumption which have been described in a former work, can be used to estimate the predatory efficiency of this species in natural conditions.

BIBLIOGRAPHIE

- BENESTAD, E. — 1970. Food consumption at various temperature conditions in larvae of *Syrphus corollae* FABR. [Dipt. Syrphidae]. — *Norv. J. Entomol.*, 17, 87-91.
- ELLINGSEN, I. J. — 1969. Effect of constant and varying temperature on development feeding, and survival of *Adalia bipunctata* L. [Col. Coccinellidae]. — *Norsk. Entomol. Tidsskr.*, 16, 121-125.
- FERRAN, A. & LARROQUE, M. M. — 1977a. Étude des relations hôte-prédateur : la consommation et l'utilisation d'un puceron *Myzus persicae* SULZ. par les différents stades larvaires de la coccinelle *Semiadalia undecimnotata* SCHN. [Col. Coccinellidae]. — *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 9, 665-691.
- FERRAN, A. & LARROQUE, M. M. — 1977b. Sur une possibilité d'estimer l'action prédatrice des larves de la coccinelle aphidophage *Semiadalia 11 notata* SCHN. [Col. Coccinellidae] grâce à la connaissance de leur évolution pondérale. — *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 9, 693-708.
- GAWANDE, R. B. — 1966. Effect of constant and alternating temperatures on feeding and development of *Chilomenes sexmaculata* FB. — *Proc. Symp. Ecol. Aphidophagous Insects, Liblice*, 1965, 63-67.
- GURNEY, B. & HUSSEY, N. W. — 1970. Evaluation of some coccinellid species for the biological control of aphids in protected cropping. — *Ann. Appl. Biol.*, 65, 451-458.
- HODEK, I. — 1958. Influence of temperature, relative humidity and photoperiodicity on the speed of development of *Coccinella septempunctata* L. — *Acta Soc. Entomol. Cesk.*, 55, 121-141.
- 1973. Biology of Coccinellidae. — *W. JUNK N.V. & Academy of Sciences, Prague*, 260 pp.
- KADDOU, I. — 1960. The feeding behaviour of *Hippodamia quinquesignata* (KIRBY) larvae. — *Univ. Calif. Publ. Entomol.*, 16, 181-232.
- KEHAT, M. — 1968. The feeding behaviour of *Pharoscyrnus numidicus* [Coccinellidae], predator of the date palm scale *Parlatoria blanchardi*. — *Entomol. Exp. Appl.*, 11, 30-42.
- KOIDE, T. — 1962. Observations on the feeding habit of the larva of *Coccinella septempunctata bruckii* MULSANT. The feeding behaviour and number of prey fed under different temperatures. — *Kontyu*, 30, 236-241 (Engl. summ.).
- MCMULLEN, R. D. — 1967. The effects of photoperiod, temperature and food supply on rate of development and diapause in *Coccinella novemnotata* HERBST. — *Can. Entomol.*, 99, 578-586.
- RUSSEL, R. J. — 1970. The effectiveness of *Anthocoris nemorum* L. and *A. confusus* REUTER [Hemipt. Anthocoridae] as predators of the sycamore aphid, *Drepanosiphum platanoides* SCHR. — *Entomol. Exp. Appl.*, 13, 194-207.
- SCOPES, N. E. A. — 1969. The potential of *Chrysopa carnea* STEPH. as a biological control agent of *Myzus persicae* SULZ. on glasshouse chrysanthemums. — *Ann. Appl. Biol.*, 64, 433-439.
- SETHI, S. L. & ATWAL, A. S. — 1964. Influence of temperature and humidity on the development of different stages of lady-bird beetle *Coccinella septempunctata* L. [Col. Coccinellidae]. — *Indian J. Agric.*, 34, 166-171.
- SUNDBY, R. — 1966. A comparative study of the efficiency of three predatory insects *Coccinella septempunctata* L. [Col. Coccinellidae] and *Syrphus ribesii* L. [Dipt. Syrphidae] at two different temperatures. — *Entomophaga*, 11, 395-404.