

Reçu le 2 juin 1948.

IMPORTANCE DES GLUCIDES DANS LA NUTRITION
DES LARVES DE « TENEBRIO MOLITOR » L.

PAR

Jean LECLERCQ

(Université de Liège, Institut Léon Fredericq, Chimie physiologique)

FRAENKEL et BLEWETT (1943) ont montré que les Insectes des produits alimentaires entreposés peuvent être classés en deux catégories suivant leurs besoins en glucides. Les uns, *Tribolium confusum*, *Ptinus tectus* et *Lasioderma serricornis* s'accommodent parfaitement d'une nourriture très pauvre en glucides, tandis que les autres, *Sitodrepa panicea*, *Silvanus surinamensis* et *Ephestia kuehniella*, ne grandissent que s'ils disposent d'aliments très riches en glucides. LAFON et TEISSIER (1939) considéraient les larves de *Tenebrio molitor* comme incapables de se développer dans des produits pauvres en glucides. Nous nous sommes proposé en premier lieu de vérifier cette conclusion des auteurs français.

On sait que les Insectes, y compris *Tenebrio*, font des réserves de lipides au cours de leur croissance (ZAKOLSKA, 1928 ; WIGGLESWORTH, 1939). Dans la plupart des cas, ces lipides sont formés par l'organisme aux dépens des glucides apportés par la nourriture (id.). Mais HITCHCOCK et ses collaborateurs (1941) ont prouvé qu'un Insecte dont la nourriture normale est pauvre en glucides (*Phormia regina*) réalise le processus inverse et synthétise la majeure partie de ses glucides aux dépens de ses lipides et probablement aussi de ses protéines. Il y aurait donc, chez les Insectes, une sorte d'adaptation biochimique mettant le régime alimentaire en rapport avec le métabolisme des glucides et des lipides.

Nous montrerons dans un prochain travail que les larves de *Tenebrio molitor* sont capables d'effectuer toute leur croissance sans recevoir de lipides. Il y avait donc lieu de voir si chez ces mêmes larves, la mise en réserve des lipides au cours de la croissance, est conditionnée par la teneur en glucides de la nourriture.

Conditions expérimentales et Résultats

Nous avons décrit précédemment la méthode générale d'élevage de *Tenebrio molitor*, les précautions à prendre pour constituer des lots homogènes de sujets d'expérience et la technique utilisée pour déterminer la teneur en graisses (LECLERCQ, 1948, a, b).

1° Essais d'alimentation des larves de *Tenebrio* avec de la farine de Poisson.

La farine de Poisson est totalement dépourvue de glucides (FRAENKEL et BLEWETT, 1943; *Medical Research Council War Memorandum*, n° 14, 1945). Elle suffit aux besoins des Coléoptères qui présentent des besoins nutritifs comparables à ceux du *Tenebrio* sauf qu'ils sont capables de grandir en l'absence de glucides (FRAENKEL et BLEWETT, 1943). Les larves de *Tenebrio* acceptent cette nourriture et elles se développent normalement si on leur donne un mélange à parties égales de farine de blé et de farine de Poisson.

En nourrissant des larves exclusivement avec de la farine de Poisson, nous avons noté les résultats du tableau I. (Au départ 10 larves âgées de 20 jours, pesant en moyenne 5 mgr.).

TABLEAU I

Dates des observations	Nombre de larves encore en vie	Poids moyens ou individuels
74 ^e jour	7	6.5 mgr.
120 ^e »	4	9, 38, 72 et 140 mgr.
145 ^e »	4	8, 35, 62 et 115 mgr.
180 ^e »	2	58 et 96 mgr.

Au 180^e jour, tous les témoins dans la farine de blé ou dans la farine de blé additionnée de farine de Poisson avaient fourni leur nymphe; aucune mortalité anormale ne fut observée dans ces lots témoins.

Afin d'éviter l'incidence de cannibalisme sur les résultats, la même expérience a été reprise avec 10 larves pesant en moyenne

45 mgr. et élevées individuellement dans de la farine de Poisson. Dans ces conditions, la mortalité est restée insignifiante au cours des deux premiers mois, puis la moitié des larves ont succombé au cours du 3^e mois tandis que l'autre moitié survécut à peine jusqu'au début du 5^e. Aucune larve n'a augmenté son poids ni entrepris de se métamorphoser.

Il apparaît donc que les larves de *Tenebrio* ne peuvent s'élever isolément si elles ne reçoivent que de la farine de Poisson, tandis qu'elles peuvent survivre assez longtemps et augmenter leur poids dans une certaine mesure si elles sont élevées avec la même nourriture en colonies où elles peuvent se livrer au cannibalisme.

2^o Essai d'alimentation des larves de *Tenebrio* avec de la levure de brasserie.

La levure de brasserie ne contient pratiquement pas d'oses mais seulement 3% de glucides complexes (*loc. cit.*). Mélangée en parties égales avec du glucose, elle couvre la totalité des besoins nutritifs des larves de *Tenebrio* et assure une croissance normale.

En nourrissant de levure exclusivement 20 larves âgées de 20 jours, nous avons observé : 1^o une très forte mortalité : 4 larves seulement restant en vie après 3 mois ; 2^o apparition tardive de nymphes : de 200 à 245 jours après la mise en expérience, alors que les témoins recevant de la levure additionnée de glucose s'étaient tous métamorphosés vers le 160^e jour.

3^o Influence de la proportion de glucides et de protides dans la nourriture sur la croissance des larves.

Les essais ont consisté ici à observer la croissance de lots homogènes de 6 larves placées dans des rations artificielles de FRAENKEL (1943) avec des proportions variables de caséine et de glucose. Les sujets d'expérience avaient au départ un poids moyen compris entre 29 et 30 mgr., avec une erreur standard inférieure dans chaque cas à ± 2 . Comme ces larves étaient issues d'œufs pondus par les mêmes parents et qu'elles furent maintenues toutes ensemble en conditions optimales jusqu'à leur mise en expérience, nous avons pu utiliser le poids moyen des nymphes à leur apparition comme critère de l'influence des rations expérimentées.

TABLEAU II

Milieux nutritifs	Poids moyens des nymphes obtenues
Mélange (A) = (levure : 1 gr., cholestérol : 0.5 gr., sels McCollum's : 0.5 gr., eau : 2 gr.) + caséine : 10 gr. + glucose : 10 gr.	132 mgr. $\pm \sigma_m = \pm 4$
Mélange (A) + caséine : 15 gr. + glucose : 5 gr.	124 mgr. $\pm \sigma_m = \pm 5$
Mélange (A) + caséine : 5 gr. + glucose : 15 gr.	123 mgr. $\pm \sigma_m = \pm 4$

Les différences observées entre la première et les deux autres séries de résultats ont une valeur statistique suffisante pour que l'on puisse considérer les rations contenant proportionnellement plus de glucose ou plus de caséine comme inférieures à celle qui contient autant de l'un et de l'autre. Si l'on tient compte de la présence d'une certaine quantité de protéines dans la levure, on arrive à la conclusion déjà formulée par LAFON et TEISSIER (1939) que les larves de *Tenebrio* admettent un optimum protidique et un optimum glucidique dans leurs besoins alimentaires, ces optima correspondant sensiblement à 60% de glucides pour 40% de protides.

4° Comparaison entre les graisses apportées par l'alimentation et l'augmentation de la teneur en graisses chez les larves en cours de croissance.

Nous avons rapporté dans un précédent travail (LECLERCQ, 1948, b) qu'une larve de *Tenebrio molitor*, nourrie de farine à 55% H. R. et 25-26° C, utilise en moyenne 48.8 mgr. de farine pendant 25 jours pour arriver à augmenter son poids sec de 4.1 mgr.

Plusieurs déterminations de la teneur en lipides de la farine et des larves de *Tenebrio* nous ont permis de calculer que 48.8 mgr. de farine contiennent au plus 0.5 mgr. de graisses, tandis que dans 4.1 mgr. de poids sec de larves il y a au moins 0.4 mgr. de graisses. Donc, si nous considérons un bilan purement schématique de l'acquisition et de la mise en réserve des lipides, nous ne pouvons considérer qu'une quantité aussi faible que 0.1 mgr. de graisses qui pourrait être retirée de la nourriture assimilée pour servir de matériel respiratoire.

Admettons en première approximation que les Vers de farine perdent journellement par suite de leur métabolisme, au moins 5 mgr. de carbone par gramme de poids frais (BUXTON, 1930, p. 567, a déjà mesuré 5.2 mgr. pour des larves de poids comparable ayant jeûné 1 jour à 23° C ; la quantité considérée pour nos sujets est donc à coup sûr minimale).

Une larve de 60 mgr. perd donc journellement au moins

$$\frac{5 \text{ mgr.} \times 60}{1000} = 0.3 \text{ mgr. de carbone, soit 7.5 mgr. en 25 jours.}$$

Admettons aussi, en première approximation, que les échanges respiratoires s'effectuent suivant le schéma de la combustion complète de l'acide palmitique :



Dans ce cas, pour libérer 7.5 mgr. de carbone sous forme de CO_2 , il faut 10 mgr. de graisses ayant la composition et le rendement de l'acide palmitique.

Comme on le voit les graisses alimentaires utilisables pour la respiration (0.1 mgr.) ne représentent tout au plus que le centième du minimum théoriquement indispensable. Les larves de *Tenebrio* doivent donc synthétiser *in vivo* la majeure partie des graisses qui leur sont nécessaires.

5° Influence de la teneur en glucides de la nourriture sur la mise en réserve de lipides durant la croissance.

Des larves pesant chacune au départ ± 90 mgr. ont été installées les unes dans 20 gr. de levure, les autres dans un mélange contenant 10 gr. de levure et 10 gr. de glucose. Après 32 jours d'élevage, 5 larves ont été prélevées dans chaque cas et leur teneur en graisses a été déterminée. Les résultats sont consignés au tableau III.

Des déterminations faites avec des larves témoins pesant également ± 90 mgr. ont donné en moyenne 9 à 11% du poids frais.

TABLEAU III

	Levure seule	Levure + Glucose
Augmentations journalières du poids individuel :		
20 premiers jours	0.3%	1.7%
12 jours suivants	0.4%	1.6%
Teneur en graisses après 32 jours :		
Valeur absolue	9.5 mgr.	19.7 mgr.
% du poids frais	9%	14.8%

La carence glucidique affecte donc profondément le métabolisme des graisses et la croissance des larves de *Tenebrio*. Les sujets qui ne reçoivent que de la levure arrivent à peine à maintenir leur teneur initiale en graisses tandis que ceux qui reçoivent du glucose en suffisance doublent en un mois leurs réserves de graisses et poursuivent normalement leur évolution pondérale. Ces résultats ne peuvent s'expliquer qu'en admettant que les larves de *Tenebrio* trouvent, dans les glucides de leurs aliments, les matériaux nécessaires pour réaliser la synthèse de leurs lipides d'entretien et de réserve.

Conclusions

1. Les larves de *Tenebrio* doivent être rangées parmi les Insectes qui exigent un pourcentage élevé de glucides dans leur alimentation. Leur optimum glucidique est voisin de 60% du poids frais de la nourriture. Cette condition est effectivement réalisée dans la farine de blé qui est leur nourriture spécifique. La physiologie des larves de *Tenebrio* diffère donc nettement à ce point de vue, de celle des larves de *Tribolium confusum* qui appartiennent à la même famille, fréquentent les mêmes milieux et ont des exigences vitaminiques très comparables, mais qui peuvent se développer aux dépens de nourritures très pauvres en glucides.

2. Il y a une relation étroite entre la présence de glucides dans la nourriture et le métabolisme des graisses en ce sens que les glucides constituent le point de départ de la synthèse des graisses que les larves accumulent au cours de leur croissance ou utilisent pour leurs besoins respiratoires.

3. Dans les milieux nutritifs carencés en glucides certaines larves se livrent au cannibalisme et de ce fait réussissent à entreprendre leur croissance. C'est ainsi que des larves ont été observées qui atteignaient le stade nymphal avec plusieurs mois de retard, n'ayant eu à leur disposition que les dépouilles de leurs congénères et de la levure contenant seulement 3% de glucides complexes.

BIBLIOGRAPHIE

1. BUXTON, P. A. — Evaporation from the Mealworm and atmospheric humidity. *Proc. Roy. Soc. Lond. (B)*, 1930, CVI, 560.
 2. FRAENKEL, G. — Insect Nutrition. *Roy. Coll. Sci. Jour.*, 1943, XIII, 59.
 3. FRAENKEL, G. et BLEWETT, M. — The basic food requirements of several Insects. *Jour. Exp. Biol.*, 1943, XX, 28.
 4. HITCHCOCK, F. A., HAUB, J. G. et PATTON, M. B. — The interconversion of foodstuffs in the Blowfly (*Phormia regina*) during metamorphosis. *Ann. Entom. Soc. Amer.*, 1941, XXXIV, 17, 26 et 32.
 5. LAFON, M. et TEISSIER, G. — Les besoins nutritifs de la larve de *Tenebrio molitor*. *C. R. Soc. Biol.*, 1939, CXXXI, 75.
 6. LECLERCQ, J. — Influence des conditions hygrométriques sur les larves, les nymphes et les adultes de *Tenebrio molitor* L. *Arch. internat. Physiol.*, 1948, LV, 366.
 7. LECLERCQ, J. — Contribution à l'étude du métabolisme de l'eau chez la larve de *Tenebrio molitor* L. *Arch. internat. Physiol.*, 1948, LV, 412.
 8. WIGGLESWORTH, V. B. — The principles of Insect physiology. *London, Methuen et Co*, 1939.
 9. ZAKOLSKA, Z. — Recherches histochimiques sur le tissu adipeux des larves de *Tenebrio molitor*. *Kosmos*, 1928, LIII, 779.
-