

Satellite heterophagosomes¹

F. N. Ghadially and J.-M. A. Lalonde

Department of Pathology, University of Saskatchewan, Room A216, Health Sciences Building, Saskatoon (Saskatchewan, Canada S7N 0W0), 26 May 1977

Summary. An incidental observation made during a recent ultrastructural study shows that after ingestion of an erythrocyte by a Kupffer cell surface budding occurred from the heterophagosome leading to the formation of smaller satellite or daughter heterophagosomes. It is suggested that an entire erythrocyte may be too large to digest in a single heterolysosome and that fragmentation into smaller units facilitates digestion by bringing about better contact between the enzymes and substrates.

The fusion of heterophagosomes (derived by various endocytotic processes like pinocytosis and micropinocytosis) among themselves and with primary and secondary lysosomes is well documented^{2,3} but little evidence exists to support the idea that a heterophagosome or heterolysosome can break up to produce small heterophagosomes or heterolysosomes although such a possibility has once before been mooted in the case of erythrophagosomes found in the synovial intimal cells of the rabbit after intraarticular injection of autologous blood⁴.

An incidental observation made during a recent ultrastructural study on the liver of rats bearing an ovarian graft in the spleen suggests that after ingestion of an erythrocyte by a Kupffer cell, surface budding may lead to the formation of small satellite or daughter heterophagosomes or heterolysosomes (figures 1 and 2).

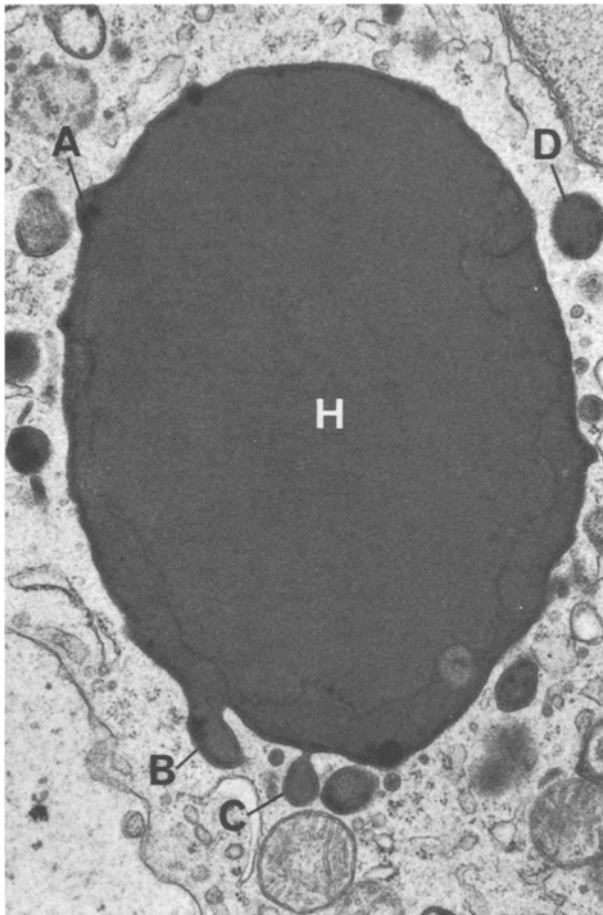


Fig. 1. A heterophagosome (H) containing an erythrocyte. The probable stages (A, B, C) of evolution of satellite heterophagosomes (D) is easily discerned. $\times 23,000$.

Morphological appearances alone cannot permit one unequivocally to state whether the structure shown in figures 1 and 2 is a heterophagosome or heterolysosome, but since the engulfed erythrocyte is not markedly altered it seems reasonable to speculate that this is a heterophagosome rather than a heterolysosome.

The probable sequence of events leading to the formation of satellite heterophagosomes seems to be the production of a mound-like elevation which elongates into a tear-drop-shaped structure which then detaches to form the satellite heterophagosome. Serial sections show that the satellite heterophagosomes are indeed truly separate from the main heterophagosome and not connected with it in another plane.

The significance of this phenomenon is debatable but one might speculate that the entire erythrocyte may be too large to digest in a single large heterolysosome and that fragmentation into smaller units facilitates digestion by bringing about better contact between the enzymes and the substrates.

The idea that an entire erythrocyte may perhaps be too large to phagocytose and digest is also supported by the fact that fragmentation of the erythrocyte prior to or during ingestion has been seen in numerous studies on

- 1 Work supported by grants from the Medical Research Council of Canada.
- 2 C. DeDuve and R. Wattiaux, *A. Rev. Physiol.* 28, 435 (1966).
- 3 J. L. E. Ericsson, in: *Lysosomes in Biology and Pathology*, p. 345. Ed. Dingle and Bell. North-Holland Publishing Co., Amsterdam-London 1969.
- 4 S. Roy and F. N. Ghadially, *Ann. rheum. Dis.* 25, 402 (1966).

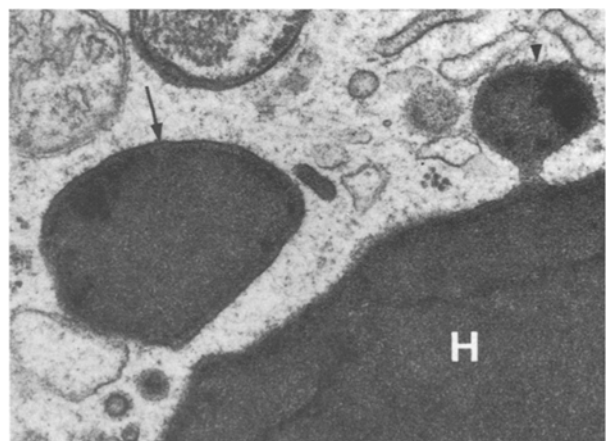


Fig. 2. High power view from a serial section through the same heterophagosome (H) showing a satellite heterophagosome (arrow) and another about to be detached (arrowhead) from the main phagosomal mass. $\times 50,000$.

splenic erythrophagocytosis and during removal of shed blood from the peritoneal cavity by macrophages (for a review and references see Ghadially⁵). It should be noted that such spherical or tear-drop-shaped membrane-bound fragments contain haemoglobin and that this phenomenon is quite distinct from lysis, where the haemoglobin escapes leaving behind a red cell ghost.

The formation of satellite heterophagosomes and/or heterolysosomes seems to be a mechanism by which the erythrocyte is broken up into more manageable portions after ingestion by the cell.

- 5 F. N. Ghadially, *Ultrastructural Pathology of the Cell*. Butterworths, London 1975.

Action de l'orientation et de la qualité de la lumière sur le développement des protonémas de Bryales

Light orientation and radiations quality on protonemas development in Bryales

M. Larpent-Gourgoud et M. P. Aumaitre

Laboratoire de Phytomorphogénèse, 4, rue Ledru, F-63000 Clermont Ferrand (France), 9 mai 1977

Summary. The radiations coming from 'Blanc Brillant de Luxe' fluorescent stimulate the growth and ramification of protonema of *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. This stimulation is caused by red light (660 nm). Multidirectional lightening is more favorable than unidirectional exposition.

La lumière peut avoir des effets très divers sur le protonéma des Bryales: elle modifie la vitesse de croissance de l'axe, la longueur des cellules, le rythme des mitoses et l'apparition des ramifications¹. Le spectre d'action de la lumière sur la ramification et le spectre d'absorption in vivo sont qualitativement identiques, ce qui confirme le rôle important de la photosynthèse dans la morphogénèse du protonéma. De plus, le phytochrome intervient dans la mise en place des ébauches latérales².

Ayant ainsi obtenu un certain nombre de résultats en lumières monochromatiques, nous avons comparé le développement du protonéma de *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., soumis à des éclairagements de lumière blanche de qualité spectrale différente. De nombreux résultats discordants sont en effet cités dans la littérature et proviennent souvent d'une mauvaise définition de la source lumineuse utilisée.

Les protonémas de *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. sont cultivés en cellule de Van Tieghem, sur milieu A de Kofler, à $23 \pm 1^\circ\text{C}$, selon une technique déjà décrite³. Les divers types d'éclairagement sont obtenus avec des tubes fluorescent Mazda: type Blanc industriel (BI), Blanc brillant de luxe (BBL), et lumière du jour de luxe (LjL). Leur spectre d'émission est donné par la figure. Le matériel est éclairé soit par dessus, à l'aide d'un plafond lumineux, soit de tous côtés et d'une manière homogène par des tubes disposés verticalement dans une enceinte climatisée. Les énergies d'éclairagement sont mesurées au solarimètre (Minerva 4 L Kipp et Zonen).

Résultats et discussion. Les résultats obtenus sont résumés dans les tableaux 1 et 2.

1. Pour les mêmes énergies d'éclairagement de $2000 \text{ erg} \cdot \text{cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ les vitesses de croissance passent de 20 à $31 \mu\text{m/h}$ suivant le type de tube fluorescent utilisé. Les longueurs moyennes cellulaires sont plus fortes sous un éclairagement de type Blanc industriel. Le rythme des mitoses (nombre de cellules formées par unité de temps [24 h] le long de l'axe principal), est accéléré de 4,6 à 10,5 si l'éclairagement change du Blanc industriel au Blanc brillant de luxe. Les protonémas se présentent sous la forme de très longs filaments non ramifiés avec le Blanc industriel. Les rameaux latéraux apparaissent au contraire avec les 2 autres types d'éclairagements.

2. Pour des énergies plus élevées de $4500 \text{ erg} \cdot \text{cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$, les vitesses de croissance restent pratiquement constantes ainsi que le rythme des mitoses, mais le pouvoir de ramification est toujours maximal sous un éclairagement de type Blanc brillant de luxe.

Si l'on compare ces résultats avec les spectres d'émission des divers tubes (figure), on remarque alors que la lumière émise par les tubes fluorescents Blanc Industriel est très pauvre (4%) en rouge clair ($\lambda = 660 \text{ nm}$). Ces radiations sont au contraire présentes dans les 2 autres types de tubes fluorescents à raison de 8,5% pour les tubes lumière du jour de luxe et 11% pour les tubes Blanc brillant de luxe. Comme nous l'avons démontré⁴,

Tableau 1. Effet de l'énergie et de la qualité spectrale de la lumière sur des cellules de protonéma de *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. âgées de 12 jours

Types de tubes fluorescents	Vitesse de croissance moyenne en $\mu\text{m}/24 \text{ h}$	Longueur moyenne des cellules en μm	Rythme des mitoses/24 h	R/N $\times 100^*$
I				
Blanc industriel	$20,0 \pm 5,0$	$98 \pm 2,0$	$4,6 \pm 1,1$	0
Lumière du jour de luxe	$21,0 \pm 4,5$	$86,5 \pm 1,5$	$7,1 \pm 0,6$	4 ± 2
Blanc brillant de luxe	$31,0 \pm 5,5$	$82,0 \pm 3,5$	$10,5 \pm 1,0$	8 ± 4
II				
Blanc industriel	$23,0 \pm 8,0$	$73,0 \pm 1,5$	$8,6 \pm 1,3$	10 ± 5
Lumière du jour de luxe	$19,0 \pm 5,0$	$55,5 \pm 4,5$	$7,8 \pm 1,1$	12 ± 5
Blanc brillant de luxe	$21,5 \pm 6,5$	$71,0 \pm 9,0$	$8,0 \pm 1,1$	15 ± 4

Energies d'éclairagement: I, $2000 \text{ erg} \cdot \text{cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$,
II, $4500 \text{ erg} \cdot \text{cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$.

R = nombre de ramifications, N = nombre de cellules.

- 1 M. Larpent-Gourgoud, *Annls scient. nat. Bot.* 70, 1 (1960).
- 2 M. Gourgoud et R. Jacques, *C. r. Acad. Sci. Paris* 264, 2196 (1967).
- 3 M. Larpent-Gourgoud, J. P. Larpent et R. Jacques, *Soc. Bot. fr., Coll. Bryologie*, p. 153 (1974).
- 4 M. Larpent-Gourgoud et R. Jacques, *C. r. Acad. Sci. Paris* 273, 162 (1971).