Ultrastructure de l'endosperme chez *Iris pseudoacorus* à l'étape nucléaire et au début du stade cellulaire

E. MIKULSKA, B. GABARA, M. OLSZEWSKA

INTRODUCTION

Au cours des recherches précédentes sur les étapes précoces du développement de l'endosperme chez *Iris pseudoacorus* nous avons constaté des différences entre le pôle chalazal et le pôle micropylaire. Le pôle chalazal se distingue par l'activité mitotique plus considérable et constitue le site de l'initiation de la vague mitotique dans l'endosperme (Olszewska et Gabara 1966).

Les données concernant l'ultrastructure de l'endosperme chez les autres plantes sont peu nombreuses. Sarfati (1962) a trouvé chez *Prunus amygdalus* — à côté des structures typiques de toute cellule végétale — des formations appelées par cet auteur „struttura a coppa”. Haris et Bajer (1965) n'ont étudié dans l'endosperme d'*Haemantus Katharinae* que l'ultrastructure de l'appareil mitotique.

Les résultats des recherches présentes démontrent les différences de l'ultrastructure entre l'endosperme chalazal et les autres régions de l'endosperme. A côté d'organites habituels de la cellule végétale, dont le nombre et la répartition semblent être liés aux régions particulières, nous avons trouvé dans l'endosperme trois espèces de corps qui diffèrent des „struttura a coppa”; deux espèces sont caractéristiques du pôle chalazal, la troisième — de l'endosperme central.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nos observations ont porté sur l'endosperme d'*Iris pseudoacorus* provenant des graines d'une longueur de 4 à 5 mm. Les graines, coupées longitudinalement en deux parties, ont été fixées pendant 4 h. à 4°C par le tétraoxyde d'osmium à 2%, dissous dans le tampon véronal pH 7,2 (d'après Palade), ensuite déshydratées par l'éthanol.

A l'étape de l'éthanol à 70%, l'endosperme a été prélevé sous forme de pellicules (comp. Olszewska et Gabara 1966). Chaque pellicule a été ensuite examinée au microscope photonique, ce qui permettait d'établir la région de l'endosperme ainsi que le stade de son développement. Les pellicules ont été incluses dans un mélange des

méthacrylates. Avant la préparation des coupes ultrafines, le matériel a été réexaminé au microscope photonique. Un tel procédé nous a permis de préciser la localisation dans l'endosperme des échantillons étudiées au microscope électronique. Toutes les coupes ont été parallèles à l'axe longue de la graine.

Les sections ultrafines ont été contrastées par flottage sur une solution d'acétate d'uranyle à 2%. Nous nous sommes servi du microscope électronique Tesla BS 242.

Le matériel destiné à l'observation au microscope photonique a été fixé par le liquide de Baker (18—20 h. à 4°C), par la glutaraldéhyde (à 6% dans le tampon phosphate pH 7,2, 12 h. à 4°C) et au liquide de Carnoy (2 h. à la temp. du laboratoire). Nous en avons préparé soit des pellicules, soit des coupes longitudinales à la paraffine, soit des coupes longitudinales au cryostate.

Nous avons décelé sur les pellicules et sur les coupes au cryostate les activités des enzymes suivantes: 1° — déshydrogénase succinique (sel Nitro BT, Pearse, 1961); 2° — phosphatase acide (phosphate d' α -naphthol comme substrat, sel Fast Blue RR, Pearse, 1961); thiamine pyrophosphatase (d'après Novikoff et Goldfischer, 1961).

Les lipides ont été mis en évidence par le Soudan noir B.

Les coupes à la paraffine ont été colorées par l'hématoxyline ferrique et par le mélange d'Unna. La méthode PAS a été appliquée sur les coupes à la paraffine et sur les pellicules. L'identification de la callose a été effectuée au microscope à fluorescence sur les coupes colorées par le bleu d'aniline.

Sur les planches les photos du microscope photonique ainsi que les électronogrammes du bord anucléé sont placés conformément à la position de l'endosperme dans les graines, et notamment les parties basales des photos sont orientées vers le pôle chalazal (à l'exception des pl. II—IV).

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Bord anucléé

Au cours de la préparation des pellicules, le bord anucléé se détache de la paroi du sac embryonnaire; pour cette raison on ne voit pas sur les électronogrammes la paroi du sac embryonnaire.

Au microscope photonique cette région, d'une largeur de 5 à 10 μ , contiguë immédiatement d'un côté au nucellus et de l'autre côté à l'endosperme chalazal, diffère de ce dernier par absence de noyaux (Olszewska et Garbara 1966). Tout le bord anucléé est privé de substances PAS-positives, ainsi que de callose. La substance fondamentale

du bord anucléé, contrairement au cytoplasme de l'endosperme chalazal, ne se colore pas par des colorants cytoplasmiques (Pl. I, fig. 1—3). Le bord anucléé contient des fines granulations soudanophiles, d'un diamètre d'env. $0,3\ \mu$ (Pl. I, fig. 5). La zone située plus près de l'endosperme chalazal montre une forte activité phosphatasique acide; le produit de la réaction enzymatique se laisse constater au niveau de granulations d'un diamètre d'env. $0,3\text{--}0,5\ \mu$ (Pl. I, fig. 4). La déshydrogénase succinique (Pl. I, fig. 6) ainsi que la thiamine pyrophosphatase ne sont pas présentes dans le bord anucléé. Une rangée de vacuoles sépare souvent celui-ci de l'endosperme chalazal (Pl. I, fig. 2).

Au microscope électronique la substance fondamentale du bord anucléé se montre homogène et transparente aux électrons. Elle est pourvue d'éléments figurés, aux dimensions de $0,1$ à $1\ \mu$, devenant plus considérables à mesure qu'on s'approche de l'endosperme chalazal. Les éléments en question sont osmiophiles, denses aux électrons, privés de membrane limitante et composés de grains relativement gros (Pl. II, fig. 1). Il est bien possible que ces éléments correspondent aux inclusions soudanophiles mentionnées ci-dessus.

Les parties du bord anucléé situées plus près de l'endosperme chalazal renferment de nombreux éléments d'un contour irrégulier, entourés d'une membrane. Leur diamètre atteint quelques μ au maximum (Pl. II, fig. 1 et 2). L'ensemble de ces corps diffère par leur contenu, ce qui permet d'en distinguer quelques catégories:

1° — Denses aux électrons, granulaires, au contour assez régulier — rond ou ovale (Pl. II, fig. 1, flèche).

2° — Transparents aux électrons, aux contours irréguliers, amiboïdes, souvent pourvus de quelques membranes parallèles à la membrane externe limitante; la partie centrale renferme des vésicules (Pl. II, fig. 2, flèches).

3° — Groupement de vésicules (Pl. III, fig. 1, flèches).

4° — Corps qui renferment à l'intérieur d'autres structures douées de membrane limitante; ces structures parfois ressemblent aux mitochondries (Pl. III, fig. 2, flèches), parfois elles contiennent des fragments des membranes ou des vésicules (Pl. IV, fig. 1, double flèche).

5° — Plus ou moins transparents aux électrons, parfois contenant des groupements de granulations (Pl. IV, fig. 1, flèches); cette catégorie domine dans les zones situées près de l'endosperme chalazal (Pl. II, fig. 1 et 2).

A côté des éléments décrits, la substance fondamentale du bord anucléé renferme des structures aux dimensions au-dessous de la visibilité du microscope photonique; ce sont des fines granulations, des simples vésicules, ainsi que des fragments de membranes (Pl. II, fig. 1 et 2).

Endosperme chalazal

Une rangée de vacuoles, au contenu transparent aux électrons, sépare le bord anucléé de l'endosperme chalazal qui, aux étapes du développement étudiées, possède un caractère méristématique (Olszewska et Gabara 1966).

Le cytoplasme de l'endosperme chalazal contient de nombreuses mitochondries à l'activité déshydrogénasique succinique (Pl. I, fig. 6), des éléments d'un diamètre le $1\ \mu$ doués de thiamine pyrophosphatase, ainsi que les granulations d'un diamètre de $2\ \mu$ jusqu'à la limite de la visibilité du microscope photonique pourvues d'activité phosphatasique acide (Pl. I, fig. 4). Autour du premier rang de noyaux le cytoplasme devient particulièrement riche en gouttelettes soudanophiles (Pl. I, fig. 5). De nombreux corps d'un diamètre de 2 à $5\ \mu$ sont les seuls éléments atypiques. À la suite de la coloration par l'hématoxyline ferrique ou par la pyronine ils prennent la même teinte que le cytoplasme, mais plus accentué aux bords qu'à l'intérieur; celui-ci reste plus clair. Les corps en question ne renferment pas d'amidon et existent aussi bien dans l'endosperme nucléaire que dans l'endosperme cellulaire (Pl. I, fig. 7 et 9).

Au microscope électronique on constate que la substance fondamentale du bord anucléé remplit les invaginations et leurs ramifications latérales qui s'enfoncent dans l'endosperme chalazal (Olszewska et Gabara 1966). La substance fondamentale des invaginations présente le même aspect que dans les parties externes du bord anucléé, et notamment il y a sur le fond homogène des structures granuleuses denses aux électrons, aux dimensions d'env. $0,1$ — $0,5\ \mu$, privées de membrane limitante (Pl. IV, fig. 2). La substance fondamentale des invaginations est séparée du cytoplasme de l'endosperme chalazal par une membrane limitante (Pl. IV, fig. 2).

Les mitochondries sont très abondantes. Elles sont pourvues de nombreuses crêtes sous forme de tubules; leurs dimensions montent à $3\ \mu$; la matrix est transparente aux électrons (Pl. IV, fig. 2; Pl. V, fig. 1).

L'endosperme chalazal renferme beaucoup de dictyosomes d'un diamètre de 1 à $2\ \mu$, contenant 3 à 6 cysternes. Les dictyosomes sont présents sous trois formes différentes: 1° — cysternes concentriques, fermées, entourent une vésicule centrale (Pl. V, fig. 2); 2° — cysternes courbées en arc entourent une vésicule (Pl. V, fig. 3); 3° — cysternes plus ou moins droites, privées de vésicule centrale; la membrane de la cisterne la plus externe forme de nombreuses et minuscules excroissances vésiculeuses (Pl. V, fig. 4, 5 et 6).

Les corps ronds ou ovales, visibles au microscope photonique et signalés ci-dessous, constituent les éléments caractéristiques de l'endosperme chalazal. Ils contiennent la partie corticale et la partie centrale entourée d'une membrane. Les coupes axiales démontrent que la partie corticale

est formée par de nombreuses vésicules, bien compactes aux environs de la partie centrale, plus lâches sur les bords (Pl. VI, fig. 2 et 5). La partie corticale peut être réduite à une seule couche de vésicules (Pl. VI, fig. 3), ou bien les vésicules ne sont concentrées que sur un pôle (Pl. VI, fig. 1). L'intérieur de ces vésicules est transparent aux électrons. La partie centrale possède des caractères divers: le fond à la structure fine, granuleuse, contient soit des groupements de petites vésicules (Pl. IV, fig. 2 et 4), soit quelques vésicules d'une taille plus considérable (Pl. VI, fig. 4), soit une région toute claire (Pl. VI, fig. 1). Parfois la partie centrale est entièrement privée de structures (Pl. VII, fig. 1, flèche). Les sections superficielles des corps en question montrent un groupement de nombreuses vésicules (Pl. VI, fig. 5; Pl. VII, fig. 1).

À côté des corps décrits, on rencontre d'autres corps, plus petits, au contour régulier, ovale, limité d'une membrane. Leur intérieur possède soit une structure fine granuleuse (Pl. VI, fig. 2, 3, 4, 5; Pl. VII, fig. 1 — flèches), soit il est transparent aux électrons (Pl. VI, fig. 2, double flèche).

L'endosperme chalazal contient une abondance de gouttelettes osmiophiles, d'une taille et d'une forme diverse: arrondie, étoilée, ramifiée (Pl. VII, fig. 2 et 3, flèches). On observe souvent que la substance osmiophile adhère aux membranes du réticulum endoplasmique (Pl. VII, fig. 2 et 3).

L'endosperme chalazal des graines d'une longueur de 4,5 mm est partagé en cellules par deux membranes limitantes parallèles, situées l'une près de l'autre (Pl. VIII, fig. 1 et 2). La disposition de ces deux membranes dans l'endosperme est souvent irrégulière, sinueuse (Pl. VIII, fig. 2). L'espace entre deux membranes, à cette étape du développement de l'endosperme, est transparente aux électrons (Pl. VIII, fig. 1 et 2). Dans les graines plus âgées elle est remplie par une substance dense qui correspond à la paroi cellulaire.

Endosperme subcentral

Le cytoplasme de l'endosperme subcentral nucléaire renferme un „rough” réticulum endoplasmique bien développé, dont les cysternes, plus ou moins allongées, peuvent être disposées irrégulièrement, ou bien en faisceaux parallèles (Pl. IX, fig. 1).

Dans l'endosperme subcentral cellulaire les membranes limitantes de chaque cellule sont doubles et sinueuses (Pl. IX, fig. 2).

Endosperme central

L'endosperme central nucléaire est limité à une couche mince, au cytoplasme vacuolisé (Olszewska et Gabara 1966). Au fur et à mesure qu'on s'approche du pôle micropylaire, la distance entre les

noyaux, ainsi que la vacuolisation du cytoplasme, deviennent plus considérables (Pl. X, fig. 1). Pour cette raison l'endosperme nucléaire central, et d'autant plus micropylaire, sont difficiles à saisir au microscope électronique.

A l'étape nucléaire le cytoplasme est riche en cysternes du réticulum endoplasmique et renferme de nombreux plastes. Par contre, les dictyosomes sont rares. Les mitochondries sont d'une taille réduite. En outre, on rencontre des vésicules d'un diamètre de 0,3 à 2 μ , transparentes aux électrons, ainsi que des corps qui ressemblent à ceux qui viennent d'être décrits dans l'endosperme chalazal (pourvus de région corticale vésiculeuse).

Dans l'endosperme central cellulaire la couche la plus interne des cellules, contiguë à la vacuole centrale, se trouve au-dessus du niveau des parois cellulaires radiales (Olszewska et Gabara 1966). C'est pourquoi au microscope électronique on ne rencontre pas de parois au même niveau que les noyaux.

Le cytoplasme de l'endosperme cellulaire central est relativement pauvre en réticulum endoplasmique (Pl. X, fig. 2—4). Les dictyosomes et les mitochondries — pareillement à l'endosperme nucléaire central — sont beaucoup plus rares que dans l'endosperme chalazal. L'endosperme central cellulaire contient des plastes pourvus de grains d'amidon (Pl. X, fig. 2).

Les corps ronds ou ovales, au contour parfois irrégulier, entourés d'une membrane, attirent l'attention comme un constituant principal de l'endosperme central cellulaire. Ils possèdent une structure fine granuleuse, plus dense aux électrons que le cytoplasme fondamental (Pl. X, fig. 3). Certains de ces corps contiennent à l'intérieur d'autres structures rondes ou ovales, entourées d'une membrane, qui — à leur tour — renferment des vésicules et des inclusions osmiophiles (Pl. X, fig. 4). A côté de ces corps, dans le cytoplasme il y a des vésicules d'une dimension à peu près la même, au contenu transparent aux électrons (Pl. X, fig. 3 et 4).

Nous ne sommes pas arrivées à identifier ces corps au microscope photonique.

DISCUSSION

Une relation éventuelle entre la localisation de la phosphatase acide (constatée au niveau du microscope photonique dans les régions entre le bord anucléé et l'endosperme chalazal) et la présence des corps entourés d'une membrane et situés dans la même zone, paraît être particulièrement intéressante. Ces corps ressemblent aux „autophagocytose vacuoles” des cellules animales (réf. Straus 1967) et aux „digestive

vacuoles" des cellules végétales (Matile et coll. 1965; „Lysosomen-ähnliche Kompartimente" de Sievers, 1966).

S'il était permis de penser que l'activité phosphatasique acide soit liée aux corps en question, on pourrait attribuer à ces corps un rôle digestif. La plupart de ces corps se trouvent entre l'endosperme chalazal et le bord anucléé. Dans certains corps („vacuoles digestives") on peut distinguer des structures qui ressemblent aux mitochondries détruites. Il faut rappeler que cette région — contrairement à l'endosperme chalazal — ne montre pas d'activité déshydrogénasique succinique, caractéristique des mitochondries normales. La présence dans les „vacuoles digestives" des éléments membranaires qui font défaut dans le bord anucléé suggère qu'à leur intérieur arrive une digestion des constituants du cytoplasme chalazal. En effet, on voit souvent des cellules dégénérées dans la partie la plus externe de l'endosperme chalazal. (Pl. I, fig. 8). La partie la plus externe du bord anucléé (contiguë au nucellus) ne renferme que des éléments peu caractéristiques qui pourraient correspondre aux restes non digérés dans les „vacuoles digestives" provenant du cytoplasme chalazal. Les vacuoles rangées entre le bord anucléé et l'endosperme chalazal, visibles au microscope photonique, pourraient être considérées comme „vacuoles digestives" privées de substances antérieurement digérées. Le caractère biologique du bord anucléé demeure peu clair, il n'est pas exclu qu'il constitue un lieu d'accumulation des produits qui se forment au cours de la digestion.

L'aspect de la partie externe du bord anucléé au microscope électronique ressemble à l'appareil filiforme chez *Linum usitatissimum* (Vazart et Vazart 1966), mais diffère de la même structure étudiée par Jensen (1965) chez *Gossypium*. Cependant ni la position dans le sac embryonnaire, ni le caractère chimique (absence de substances PAS-positives et de callose) ne permettent de comparer le bord anucléé à l'appareil filiforme, formation cellulosique. Pourtant la fonction attribuée par Jensen (1965) à l'appareil filiforme — et notamment une participation à l'absorption des métabolites introduites dans le sac embryonnaire — et la fonction du bord anucléé peuvent être semblables.

Dans la région chalazal pourrait avoir lieu une digestion des cellules du nucellus (digestion externe); les images d'enfoncement des cellules du nucellus (Pl. I, fig. 3) dans l'endosperme chalazal apportent un certain argument en faveur de cette idée.

Il est généralement admis que les sphérosomes végétales correspondent aux lysosomes animales (Wałek-Czernecka 1962, 1963, 1965). D'après Matile (1966) les sphérosomes seraient des équivalents des lysosomes primaires. Bien que dans l'endosperme d'*Iris pseudoacorus* le produit de la réaction décelant l'activité phosphatasique acide se laisse constater au microscope photonique au niveau de granulations,

nous ne sommes pas arrivées à identifier au microscope électronique avec certitude des structures qui correspondraient aux sphérosomes. Il faut noter que l'aspect des sphérosomes sur les électronogrammes varie d'après les méthodes et le matériel étudié. Tous les auteurs sont d'accord pour constater que les sphérosomes sont entourés d'une simple membrane élémentaire. Quant à leur structure, elle peut se présenter comme homogène, granulaire, entièrement transparente aux électrons ou bien différenciée en partie corticale et centrale (Frey-Wyssling et coll., 1963; Hölzl 1964; Mikulska 1964; Matile et coll. 1965; Sorokin et Sorokin 1966 — nous ne citons que la littérature récente). Dans l'endosperme d'*Iris pseudoacorus* les corps ronds ou ovales, entourés d'une membrane, à une structure soit fine granuleuse, soit entièrement transparents aux électrons, pourraient être les sphérosomes (Pl. VI, fig. 2—4, pl. VII, fig. 1). De tels corps sont à trouver à l'intérieur des „vacuoles digestives”.

Les granulations douées d'activité thiamine pyrophosphatasique, présentes dans le cytoplasme chalazal, correspondent probablement aux structures de Golgi (Olszewska et coll. 1965; Poux 1966). La quantité considérable de dictyosomes dans cette région de l'endosperme semble être liée à la formation des parois cellulaires (réf. Olszewska 1967) qui arrive dans le pôle chalazal à l'étape étudiée du développement de l'endosperme (Olszewska et Gabara 1966).

Les différentes formes des dictyosomes ressemblent à celles décrites par Frey-Wyssling et Mühlethaler (1963) et par Maruyama (1965). Ces auteurs supposent qu'il s'agit de la formation des dictyosomes typiques qui proviendraient des cysternes concentriques.

Le rôle des éléments caractéristiques du cytoplasme chalazal, c'est-à-dire des corps aux dimensions de 2 à 5 μ , contenant une région corticale vésiculeuse, demeure obscure.

Les gouttelettes lipidiques dont la présence a été constatée au microscope optique, sont localisées dans la région des „vacuoles digestives” et dans le cytoplasme chalazal, où elles entourent les noyaux. Les inclusions osmiophiles des électronogrammes du cytoplasme chalazal correspondent certainement aux gouttelettes en question. Le contact étroit des inclusions osmiophiles avec les membranes du réticulum endoplasmique permet de supposer que les lipides soient accumulés à l'intérieur du réticulum. D'après nos données non publiées il s'agit des lipides de réserve. Les lipides situés aux environs des „vacuoles digestives” pourraient provenir de la dégénération du cytoplasme chalazal.

Les corps caractéristiques du cytoplasme de l'endosperme central cellulaire ressemblent beaucoup à „cytoplasmic bodies” décelés dans le cytoplasme du sac embryonnaire de *Lilium candidum* et *Lilium regale* (Rodkiewicz et Mikulska 1966; Mikulska et Rodkiewicz 1967). Ces corps sont particulièrement abondants dans le pôle micropy-

laire du sac embryonnaire chez *Lilium regale* (Rodkiewicz et Mikulska 1967).

En conclusion, aux différences de l'activité mitotique, ainsi qu'aux différences d'ordre histo- et cytochimiques entre l'endosperme chalazal et l'endosperme des régions centrales constatées au microscope photonique (Olszewska et Gabara 1966 et données non publiées) nous pouvons maintenant ajouter les différences concernant l'ultrastructure. Le pôle chalazal se caractérise par la présence du bord anucléé, une formation spéciale, et par la présence des corps doués d'une région corticale vésiculeuse, ainsi que par la richesse en réticulum endoplasmique, mitochondries et dictyosomes. Le cytoplasme de l'endosperme central renferme des corps qui ressemblent à „cytoplasmic bodies” et des plastes qui n'ont pas été trouvés dans l'endosperme chalazal.

RÉSUMÉ

On a étudié au microscope électronique la région chalazale, la région subcentrale et la région centrale de l'endosperme chez *Iris pseudoacorus* aux étapes précoces du développement.

Les activités de la phosphatase acide, de la déshydrogénase succinique et de la thiamine pyrophosphatase ont été localisées au niveau du microscope photonique.

La zone située entre le bord anucléé et le cytoplasme de l'endosperme chalazal, riche en phosphatase acide, renferme de nombreuses vacuoles au contenu divers; on suppose qu'elles pourraient correspondre aux vacuoles digestives.

Le cytoplasme de l'endosperme chalazal est riche en réticulum endoplasmique, mitochondries et dictyosomes. Par contre, l'endosperme central en contient peu; cette région renferme de nombreux plastes.

Les corps différenciés en partie corticale vésiculeuse et en partie centrale à une structure diverse sont des constituants caractéristiques du cytoplasme chalazal. Dans le cytoplasme de l'endosperme central il y a d'autres corps qui ressemblent à „cytoplasmic bodies” des sacs embryonnaires chez les autres plantes.

Laboratoire de Cytochimie,
Université de Łódź,
Łódź, Nowotki 18, Pologne

(Reçu: 4.IV.1967)

Nous tenons à remercier M. le Professeur B. Zabłocki, Directeur du Laboratoire de Microbiologie, d'avoir mis en notre disposition le microscope électronique, ainsi que Mme H. Żońnierowicz et M. W. Uduł pour leur assistance technique.

BIBLIOGRAPHIE

- Frey-Wyssling A., Grieshaber W., Mühlethaler K., 1963, Origin of spherosomes in plant cells, *J. Ultrastr. Res.* 8:506—516.
Frey-Wyssling A., Mühlethaler K., 1963, *Ultrastructural plant cytology*, Elsevier ed., Amsterdam.
Harris P., Bajer A., 1965, Fine structure studies on mitosis in endosperm metaphase of *Haemanthus katharinae* Bak., *Chromosoma*, 16:624—636.

- Hölzl J., 1964, Licht- und elektronenmikroskopische Beobachtungen an der Innerepidermis der Zwiebelschuppe von *Allium cepa*, *Osier. Bot. Z.* 111:535—553.
- Jensen W. A., 1965, The ultrastructure and histochemistry of the synergids of cotton, *Am. J. Bot.* 52:238—256.
- Maruyama K., 1965, Cyclic changes of the Golgi body during microsporogenesis in *Tradescantia paludosa*, *Cytologia* 30:351—374.
- Matile Ph., 1966, Enzyme der Vakuolen aus Wurzelzellen von Maiskeimlingen. Ein Beitrag zur funktionellen Bedeutung der Vakuole bei der intrazellulären Verdauung, *Zeit. f. Naturf.* 21b: 871—878.
- Matile Ph., Balz J. P., Semadeni E., Jost M., 1965, Isolation of spherosomes with lysosome characteristics from seedlings, *Zeit. f. Naturf.* 20 b: 693—698.
- Mikulska E., 1964, Badania nad ultrastrukturą komórek liści *Clivia miniata* i *Billbergia* sp. z uwzględnieniem chloroplastów, wyd. Uniwersytet Łódzki.
- Mikulska E., Rodkiewicz B., 1967, Fine structure of four-nucleate stages and the central cell of *Lilium regale* embryo sac, *Flora* 157:365—372.
- Novikoff A. B., Goldfischer S., 1961, Nucleoside diphosphatase activity in the Golgi apparatus and its usefulness for cytological studies, *Proc. Natl. Ac. Sci.* 47:802—810.
- Olszewska M. J., 1968, Budowa i funkcja struktur Golgiego w komórce roślinnej, *Wiad. Bot.*, w druku.
- Olszewska M. J., Gabara B., Kwiatkowska M., Palczewska I., 1965, Recherches cytochimiques sur la localisation de la thiamine pyrophosphatase dans les cellules végétales, *Bull. Soc. Sc. Let. de Łódź*, 16, N° 5, 1—7.
- Olszewska M. J., Gabara B., 1964, Recherches sur les cytocinèses dans l'endosperme d'*Iris pseudoacorus* et d'*Iris sibirica*. I. Les cytocinèses au cours du développement de l'endosperme, *Acta Soc. Bot. Pol.* 35:557—573.
- Pearse A. E. G., 1961, *Histochemistry theoretical and applied*, J. a. A. Churchill Ltd., London.
- Poux N., 1966, Localisation d'activités phosphatasiques à pH 7 dans les cellules du méristème racinaire de *Cucumis sativus* L., VI-th Intern. Congr. f. Electron Microscopy, Kyoto.
- Rodkiewicz B., Mikulska E., 1966, Struktury w cytoplazmie rozwijającego się woreczka zalążkowego obserwowanego w mikroskopie elektronowym, *Acta Soc. Bot. Pol.* 35:239—256.
- Rodkiewicz B., Mikulska E., 1967, The micropylar and antipodal cells of *Lilium regale* embryo sac observed with the electron microscope, *Flora* 152.
- Sarfati G., 1962, Prime ricerche al microscopio elettronico sul l'endosperma del mandorlo (*Prunus amygdalus* Stokes), *Caryologia* 15:1—20.
- Sievers A., 1966, Lysosomen-ähnliche Kompartimente in Pflanzenzellen, *Naturwiss.* 53:334—335.
- Sorokin H. P., Sorokin S., 1966, The spherosomes of *Campanula persicifolia* L., *Protoplasma* 62:216—236.
- Straus W., 1967, Lysosomes, phagosomes and related particles. [In:] *Enzyme Cytology*, D. B. Roodyn ed., Academic Press, New York and London.
- Vazart B., Vazart J., Infrastructure du sac embryonnaire du Lin (*Linum usitatissimum* L.), *Rev. Cyt. Biol. Vég.* 29:251—266.
- Wałek-Czernecka A., 1962, Mise en évidence de la phosphatase acide (monophosphoestérase II) dans les sphérosomes des cellules épidermiques des écailles bulbaires d'*Allium cepa*, *Acta Soc. Bot. Pol.* 31:539—543.
- Wałek-Czernecka A., 1963, Note sur la détection d'une estérase non spécifique dans les sphérosomes, *Acta Soc. Bot. Pol.* 32:405—408.
- Wałek-Czernecka A., 1965, The histochemical demonstration of some hydrolytic enzymes in spherosomes of plant cells, *Acta Soc. Bot. Pol.* 34:573—588.

Planche I

Planche VII

Planche I

Endosperme chalazal chez *Iris pseudoacorus*; microscope photonique; agrand. env. 1000 $\times$; fig. 8 — env. 800 $\times$.

B — bord anucléé, *C. ch.* — cytoplasme chalazal; *NL* — nucellus.

1. Graine d'une longueur de 4,5 mm; coupe à la paraffine; fix. Carnoy; col. hématoxyline.
2. Graine d'une longueur de 4 mm; coupe à la paraffine; fix. glutaraldéhyde; col. hématoxyline.
3. Graine d'une longueur de 4 mm; coupe à la paraffine; fix. glutaraldéhyde; col. hématoxyline.
4. Graine d'une longueur de 4,5 mm; pellicule; fix. FoCa de Baker; localisation de l'activité phosphatasique acide.
5. Graine d'une longueur de 4,5 mm; pellicule; fix. FoCa de Baker; col. Soudan noir.
6. Graine d'une longueur de 4,5 mm; coupe au cryostate; localisation de l'activité succino-déshydrogénasique.
7. Graine d'une longueur de 4,5 mm; coupe à la paraffine; fix. FoCa de Baker; col. hématoxyline.
8. Graine d'une longueur de 6 mm; coupe à la paraffine; fix. Carnoy; col. hématoxyline.
9. Graine d'une longueur de 5 mm; coupe à la paraffine; fix. FoCa de Baker; col. hématoxyline.

Planche II

1. Fragment de la partie externe du bord anucléé; $\times 10\,500$.
2. Fragment de la partie plus profonde du bord anucléé; $\times 10\,500$.

Planche III

Fragments des parties profondes du bord anucléé; $\times 10\,500$.

Planche IV

1. Fragment de la partie profonde du bord anucléé; $\times 10\,500$.
2. Cytoplasma chalazal, fragment d'une invagination; $\times 8\,400$.

Planche V

1. Mitochondries de l'endosperme chalazal; $\times 8\ 400$.
- 2—6. Diverses formes de dictyosomes dans le cytoplasme de l'endosperme chalazal; $\times 8\ 400$.

Planche VI

- 1—5. Cytoplasme de l'endosperme chalazal; $\times 8\ 400$. Diverses formes de corps doués de région corticale vésiculeuse; flèches indiquent les structures qui pourraient être les sphérosomes; *Ch* — fragments des chromosomes

Planche VII

Cytoplasme de l'endosperme chalazal; $\times 8\ 400$.

1. Corps à région corticale vésiculeuse; intérieur privé de structures (flèche); doubles flèches indiquent les corps qui pourraient être les sphérosomes.
- 2 et 3. Lipides osmiophiles (flèches); *N* — fragment du noyau.

Planche VIII

- 1, 2. Endosperme chalazal partagé en cellules; $\times 10\ 500$.

Planche IX

1. Fragment de l'endosperme subcentral nucléaire; $\times 10\ 500$.
2. Fragment de l'endosperme subcentral cellulaire doué de paroi; $\times 20\ 000$.

Planche X

1. Fragment d'une pellicule non colorée de l'endosperme nucléaire; fix. FoCa de Baker; à mesure qu'on s'éloigne du pôle chalazal, la distance entre les noyaux augmente, tandis que la densité du cytoplasme diminue; $\times 600$.
- 2, 3, 4. Fragments de l'endosperme central cellulaire; $\times 8\ 400$; *P* — plastes. *N* — noyau, *CB* — „cytoplasmic bodies”.

*Ultrastruktura bielma jądrowego i komórkowego u Iris pseudoacorus
we wczesnych okresach rozwoju*

Streszczenie

Obiektem badań w mikroskopie elektronowym była część chalazalna, subcentralna i centralna bielma *Iris pseudoacorus* we wczesnych fazach rozwoju.

W mikroskopie optycznym stwierdzono lokalizację aktywności fosfatazy kwaśnej, dehydrogenazy bursztynowej i pyrofosfatazy tiaminowej.

Brzeźna strefa bezjądrowa nie wykazuje obecności dehydrogenazy bursztyniowej i pirofosfatazy tiaminowej, natomiast jej część przylegająca do cytoplazmy bielma chalazalnego jest bogata w kwaśną fosfatazę. W mikroskopie elektronowym widoczne są w tej części wakuole o rozmaitej zawartości; przypuszcza się, że mogłyby one być wakuolami trawiennymi.

Cytoplazma bielma chalazalnego jest bogata w retikulum endoplazmatyczne, mitochondria i diktyosomy. W bielmie centralnym struktury te występują w nieznacznej ilości, natomiast są tam liczne plastydy.

Charakterystycznym składnikiem cytoplazmy bielma chalazalnego są ciała zróżnicowane na część korową pęcherzykową i część centralną o rozmaitej strukturze. W części centralnej bielmo zawiera ciała przypominające „cytoplasmic bodies” znalezione w woreczku zalążkowym u innych roślin.