Application d'hétéroauxine et d'hydrazide maléique, contenues dans de la lanoline, sur les racines du Lens culinaris Med., et répercussions sur leur croissance, leur rhizogenèse et leur morphologie

Autor(en): **Pilet, P.-E. / Margot, L.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **65 (1955)**

PDF erstellt am: **29.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-45979

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Application d'hétéroauxine et d'hydrazide maléique, contenues dans de la lanoline, sur les racines du Lens culinaris Med., et répercussions sur leur croissance, leur rhizogenèse et leur morphologie

Par *P.-E. Pilet* et *L. Margot*

Institut de botanique de l'Université de Lausanne

Manuscrit reçu le 10 octobre 1954

I. Avant-propos

L'étude de l'antagonisme de l'hétéroauxine (HA) et de l'hydrazide maléique (HM) a fait l'objet d'un grand nombre de travaux mettant en évidence le rôle simultané de ces corps sur la croissance des végétaux [1]. Le but de cette présente étude est d'établir l'action de ces deux substances sur le développement et la structure des racines, ainsi que la formation des radicelles, lorsqu'elles sont appliquées, non pas dans le milieu de culture, mais localement, à l'aide de pâte de lanoline. L'un de nous (32) a déjà relevé, sur le même matériel, les conséquences d'un traitement généralisé à l'HM tant sur la croissance des racines que sur leur teneur en auxines extractibles.

II. Technique

L'application de pâte de lanoline [2] enrichie en hétéroauxine sur des racines a été réalisée, avec des résultats intéressants, par Koch (16); nous avons adopté, par la suite, une technique proche de celle de Laibach (17), un des premiers auteurs à utiliser la lanoline comme support d'HA. La pâte contenant de l'HM a été, par contre, peu employée; citons à ce propos les recherches de Greulach et Haseloop (14), portant sur les tiges de tomate, de tournesol et de haricot entre autres, et qui ont donné des conclusions suggestives.

Résumons brièvement notre technique:

a) on chauffe une quantité déterminée de lanoline jusqu'à ce qu'elle devienne liquide, sans toutefois la porter à ébullition;

---

[1] Pour l'analyse des travaux publiés sur l'HM, nous nous référerons d'une part au travail de Zukel (43), et, d'autre part, à une étude d'ensemble que nous publierons prochainement.

[2] Voir note page 50.

b) on ajoute alors de l'HA ou de l'HM en solution aqueuse tiède (les cristaux d'HA étant préalablement dissous dans un peu d'alcool)[1];

c) on mélange, au BM, et on laisse la pâte, devenue parfaitement homogène, se solidifier;

d) chaque pâte préparée contiendra une concentration connue d'HA ou d'HM, exprimée en Mol/l.

Parallèlement, des graines du *Lens culinaris* Med. sont mises à imbiber 24 h, puis déposées dans des boîtes de Petri (diam. 10 cm) contenant un papier filtre légèrement humecté d'eau distillée (2 cm³ pour une surface moyenne de 75 cm²). Les boîtes sont

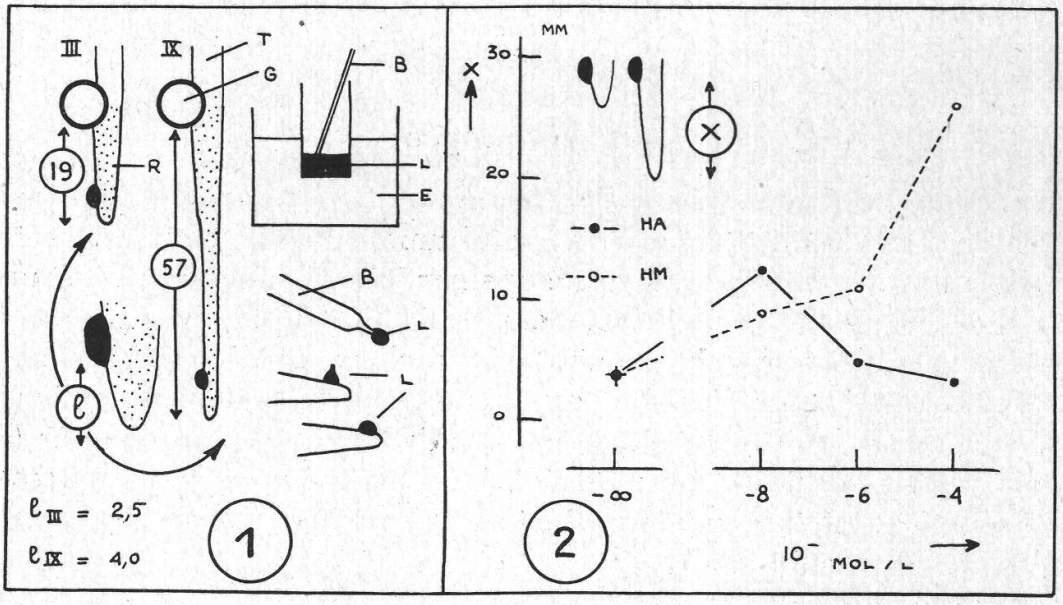


Figure 1
Technique. Les chiffres indiquent les longueurs des racines en mm. *R,* racine; *T,* tige; *G,* graine; *B,* baguette de verre; *L,* lanoline; *E,* eau chaude III et IX: jours de traitement

Figure 2
Allongement de la pointe de la racine. X, longueur mesurée en mm; *HA,* hétéroauxine; *HM,* hydrazide maléique. Chaque point correspond à une moyenne de 25 mesures

placées à l'obscurité, à une température de 20° ± 2 et à une humidité de 75 % ± 5. Au moment du traitement, qu'on a fixé le 3e et le 9e jour (on est ainsi certain de tomber dans deux des stades typiques de la vie de la racine [28, 29, 30]), on dépose sur les racines, au niveau du méristème, une boule de lanoline semi-fluide (le godet contenant la lanoline étant placé dans de l'eau chaude), à l'aide d'une baguette de verre effilée (fig. 1). Il va sans dire que pour le traitement on ne choisit que les racines horizontales et rectilignes.

---

[1] On remarquera que l'HA et l'HM ne sont pas chauffées.

III. Variations de longueur

Le rôle de l'HA sur la croissance des racines a été analysé par un grand nombre de chercheurs; nous renvoyons à quelques-unes de nos publications sur ce sujet (28, 29, 30, 31, 33).

Quant à l'application de l'HM, à part le travail de Greulach et Haseloop (14), déjà précédemment cité, et qui porte sur l'emploi de pâte de lanoline enrichie d'HM, nous pouvons relever les recherches classiques de Schoene et Hoffmann (39) sur les racines du *Pisum* et qui ont montré entre autres le rôle nettement inhibiteur de l'HM sur leur croissance; celles de Greulach et Atchison (13), de Nétien et Briffaz (22), de Nickell (23) et de Schopfer et coll. (40) qui obtiennent également sur des racines des résultats identiques. Sur les racines du *Lens culinaris,* Pilet (32) observe que ces organes traités par l'HM sont inhibés, qu'ils soient pauvres (jeunes) ou riches (âgés) en auxines; il relève, de plus, que la teneur en hormones de croissance ne paraît pas modifiée par une application de cette substance et que si l'HM agit en présence d'HA, l'inhibition est moins grande pour de jeunes racines que pour de plus âgées. Ce phénomène d'inhibition de croissance des tissus végétaux semble être tout à fait général (Naylor et Davis [21]). Selon Leopold et Klein (18), l'HM est nettement une anti-auxine. Les recherches concernant l'action de cette substance sur les mitoses (voir plus loin) permettent de mieux comprendre son rôle chez les végétaux. Citons encore les expériences de Compton (3) dans lesquelles il observe que l'inhibition de croissance, résultant de l'arrêt des divisions cellulaires, est plus forte dans les méristèmes radiculaires que dans ceux de la tige.

Des applications, sur des racines du *Lens culinaris,* de pâte de lanoline contenant de l'HA ou de l'HM, lorsqu'elles se sont développées pendant trois jours, entraînent des variations d'allongement dont les moyennes figurent dans le tableau ci-dessous:

Tableau

Longueurs [1] en mm de racines traitées par de la lanoline enrichie d'HA (hétéroauxine) ou d'HM (hydrazide maléique), le 3e jour de leur croissance

Lots	Jours: [2]					
	5	6	7	9	11	13
Témoins	34,7	41,2	46,6	58,0	77,0	86,0
Lanoline seule . .	28,8	35,1	41,2	49,5	58,4	67,3
Lanoline + HA 10^{-4} . . .	26,0	30,4	36,9	39,0	45,6	56,8
10^{-6} . . .	28,2	28,9	44,0	58,2	71,0	77,6
10^{-8} . . .	21,9	36,8	38,6	61,7	65,7	67,0
Lanoline + HM 10^{-4} . . .	26,3	27,0	36,2	42,0	43,0	46,9
10^{-6} . . .	19,5	37,1	41,3	44,1	55,0	84,6
10^{-8} . . .	24,3	28,8	40,0	46,1	54,1	64,0

[1] Les longueurs sont données avec une approximation théorique (erreur absolue) de ± 1,5 mm et un écart moyen de ± 10 mm.

[2] Toutes les mesures sont faites, après fixation, à l'alcool 60°.

Les résultats précédents autorisent les remarques suivantes:

1. La lanoline, seule, provoque, par rapport aux témoins, une inhibition de croissance relativement importante [1].
2. Avec de l'HA, cette inhibition n'est levée qu'au bout de quelques jours, et ceci surtout pour la concentration 10^{-6}, alors que 10^{-8} paraît trop faible et que 10^{-4} augmente cette inhibition.
3. L'HM inhibe également la croissance radiculaire; la levée d'inhibition provoquée par la lanoline n'est réalisée que pour les concentrations moyennes.

Cette dernière remarque nous a engagés à étudier l'accroissement de la pointe des racines (plus exactement la longueur entre l'extrémité de la racine et l'endroit d'application de la pâte). Les essais portent sur des racines traitées le neuvième jour, les mesures sont faites le treizième jour (figure 2). Les résultats peuvent se résumer ainsi:

1. Si la concentration en HA augmente, l'allongement diminue, ce qui confirme nettement nos recherches précédentes (28, 29, 30), dans lesquelles nous avions démontré que, si de jeunes racines sont pauvres en auxines, celles qui ont plus de sept jours en contiennent relativement beaucoup. Les concentrations sont donc inhibitrices. N'oublions pas que les racines traitées par la lanoline sont nettement inhibées; les doses d'HA à 10^{-8} et 10^{-6} permettent de lever légèrement cette inhibition.
2. En ce qui concerne l'HM, nous observons, au contraire, une très nette accélération de croissance qui est d'autant plus forte que la concentration en HM est plus grande. On assiste là à une levée d'inhibition caractéristique. Comme l'HM n'agit pas sur le taux en auxines extractibles ainsi que nous l'avons démontré (32), il faut admettre, sans en saisir pour le moment la véritable signification, une action de cette substance sur le métabolisme même de la racine.

IV. Rhizogenèse

Si Schœne et Hoffmann (39) ont observé que l'HM entraîne une diminution de près de 50 % de la rhizogenèse des racines du *Pisum* et Nétien et Briffaz (22) une diminution du nombre des radicelles formées chez *Pisum* et *Triticum*, Bertossi (1) relève au contraire que l'HM, à de faibles doses, peut stimuler la

---

[1] La lanoline utilisée est en principe une substance pure (PF : 36 à 41°, d = 0,973). Toutefois on n'ignore pas sa complexité chimique (H. Römpf, Chemie-Lexikon, Stuttgart 1950) et l'on sait que parmi les produits dont elle est formée, figurent des acides et des alcools gras. Il n'est pas impossible qu'un de ces composants peut entraîner l'inhibition de croissance. D'autre part, en préparant la pâte de lanoline, nous l'avons chauffée pour incorporer plus facilement l'HA ou l'HM, il se peut alors que, sous l'action de la chaleur, on provoque la libération d'un inhibiteur de croissance.

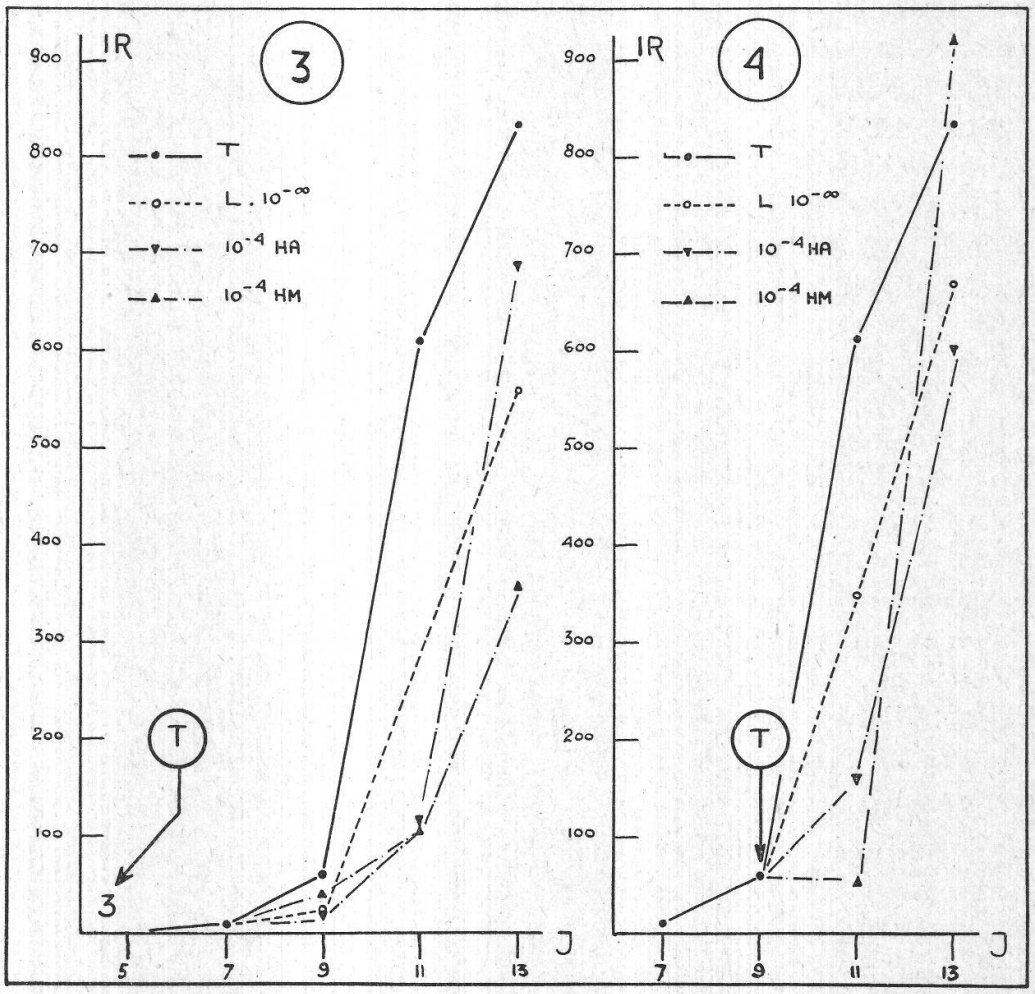
croissance des radicelles. Ces contradictions nous semblent pouvoir être justifiées par l'observation suivante:

L'HM provoque une activation péricyclique et agit par conséquent sur la formation des racines (voir VI), mais elle provoque parallèlement un ralentissement de la croissance des radicelles. C'est pourquoi, dans cette étude, nous avons été amenés à utiliser l'*indice rhizogénique (I)* déjà défini ailleurs (33) et qui tient compte et du nombre de radicelles présentes et de leur longueur. Rappelons-en la définition:

$$I = N \cdot R$$

où I est l'indice, N le nombre moyen de radicelles par racine et R la longueur moyenne de ces radicelles.

Les traitements sont faits le troisième jour (figure 3) et le neuvième jour (figure 4).



Figures 3 et 4

Indice rhizogénique. T, témoin; *L,* 10—∞, lanoline seule; *HA,* hétéroauxine; *HM,* hydrazide maléique; *IR,* indice rhizogénique; *J,* jours; T, date du traitement (3e jour pour les racines dont l'indice rhizogénique est reporté dans la figure 3, et 9e jour pour celles de la figure 4). Chaque point correspond à une moyenne de 25 mesures

Les résultats autorisent les remarques suivantes:

1. La lanoline, seule, freine la rhizogénèse comme elle retardait la croissance.
2. L'HA, appliquée au troisième jour, parvient à lever l'inhibition précédente, ce qui n'est pas le cas si le traitement a lieu le neuvième jour.
3. L'HM retarde également la formation des radicelles, excepté lorsqu'elle est appliquée le neuvième jour et lorsque la pâte a agi quatre jours.

Les résultats, obtenus pour des racines traitées à l'HA, nous paraissent facilement explicables si l'on songe aux fortes quantités de substance qui diffusent de la lanoline et si l'on se rapporte à nos précédentes observations sur les variations du taux en auxines radiculaires. L'HA peut bien activer la division du péricycle et freiner la croissance des radicelles. Les mêmes remarques sont valables pour l'HM. Un dernier point mérite d'être retenu et soulève également des questions intéressantes relatives à la répartition des auxines radiculaires. On peut constater que les radicelles formées se situent essentiellement dans les zones de grande courbure; cette observation confirme les anciennes mais fort intéressantes recherches de N o l l (24) qu'il conviendrait de reprendre à la lumière des découvertes récentes sur les auxines.

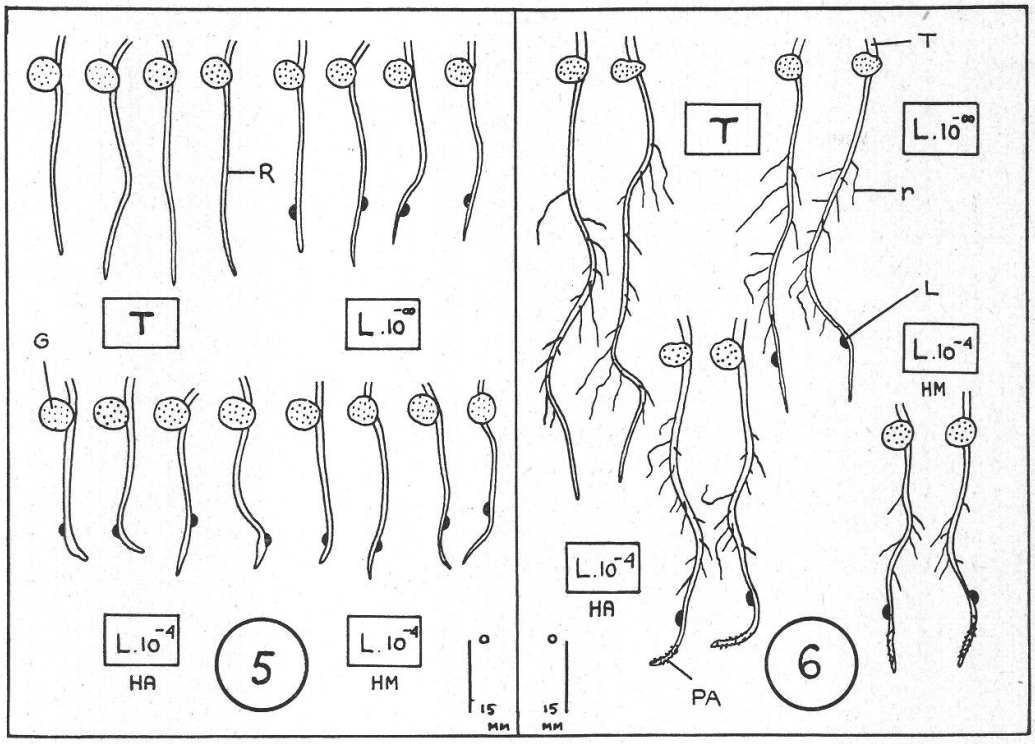
V. Observations morphologiques

Lorsqu'on a appliqué, sur des racines horizontales et rectilignes, la pâte de lanoline enrichie en HA ou en HM, on peut relever, après quelques jours, un certain nombre de troubles morphologiques qui fournissent d'utiles renseignements sur le mode d'action de ces substances. Etant donné le nombre des racines utilisées et la variété des traitements, nous nous bornerons ici à l'examen des racines traitées le troisième jour et étudiées le cinquième jour (figure 5) et celles pour qui le traitement a eu lieu le neuvième jour et qui furent examinées le onzième jour (figure 6).

Parmi les nombreuses modifications morphologiques observées, nous ne retiendrons que celles qui se sont présentées le plus généralement:

1. Variations de longueur (voir III).
2. Apparition variable des radicelles (voir IV).
3. Disposition des radicelles sur les zones de grande courbure (voir IV).
4. Les racines traitées à l'HA présentent de petits épaississements dus vraisemblablement à une accélération des divisions cellulaires (voir VI).
5. Les racines traitées à l'HM ont montré, sous la région où a été appliquée la pâte de lanoline, un étranglement causé probablement par une déshydratation locale des tissus (voir VI).

6. Pour des racines traitées tardivement, on peut relever l'abondance des poils absorbants dans les régions placées en dessous de la zone portant de la lanoline.
7. Si l'application de la pâte seule n'a pas entraîné de courbure, la lanoline + HA provoqua, par contre, des courbures opposées suivant le moment du traitement. Ainsi des racines traitées au troi-



Figures 5 et 6

Etude morphologique comparée. T, témoin; *L,* 10—∞, lanoline seule; *HA,* hétéroauxine; *HM,* hydrazide maléique; *G,* graine; *R,* racine; *T,* tige; *L,* lanoline; *r,* radicelle; *PA,* poils absorbants. Les plantules examinées dans la figure 5 ont été traitées le 3e jour et étudiées le 5e jour, celles de la figure 6 ont été traitées le 9e jour et examinées le 11e jour

sième jour présentent en général une accélération de croissance de la face portant la pâte activée, alors que c'est l'inverse pour des racines traitées au neuvième jour [1].
8. Par suite de la déshydratation locale due à l'HM, on observe également une courbure chez les racines traitées au troisième jour.

---

[1] Ces variations de courbure peuvent s'expliquer aisément si l'on veut bien se rapporter à notre conception de la dose susoptimale d'hormones de croissance qui caractérise les racines âgées (28, 29, 30). Ces observations sont d'ailleurs en accord avec les recherches modernes sur les racines dont une synthèse a paru récemment (H. Burstzöm, Physiology of root growth. Ann. Review of Plant Physiol., **4**, 237, 1953). Des mesures plus précises seront reprises systématiquement.

VI. Observations histologiques

Le rôle de l'HA sur l'histologie des racines a fait l'objet d'un certain nombre de travaux analysés ailleurs (31, 36, [1]). Quant à l'HM, son action sur la cellule et les tissus a été également étudiée dans quelques publications dont nous résumerons ici l'essentiel. L'HM est dépourvue de toute action sur la prolifération des cellules (Bertossi et Capozzi [2]), et elle empêche le noyau d'entrer en mitose, d'où arrêt de la croissance, et, comme le font remarquer Deysson et Rollen (6), l'inhibition est préprophasique, l'élongation cellulaire paraît inhibée après la suspension de la division du noyau. La racine peut continuer à s'allonger, alors même que le méristème ne renferme plus de mitoses. Sur des cultures de tissus, Gautheret (7, 8, 9) montre que l'HM est un inhibiteur de prolifération, doué d'une faible toxicité; cet auteur compare l'action de l'HM à celle de la colchicine qui bloque la multiplication cellulaire, sans empêcher la croissance. Pour Greulach et Atchison (13), l'HM à de faibles concentrations n'agit que sur le noyau, en arrêtant sa division, alors qu'en doses plus élevées, l'HM agit à la fois sur les mitoses et sur l'élongation cellulaire. Ces conclusions sont reprises par Greulach et Haseloop (14) qui montrent de plus que l'HM provoque la suppression de la formation du bois secondaire, et que si ce corps n'agit pas sur les dimensions des cellules épidermiques et vasculaires, il entraîne l'allongement des cellules du parenchyme cortical. Alors que, selon Nétien et Briffaz (22) et Watson (42), l'HM ne modifie pas la structure des tissus. Jacquiot (15) fait remarquer que c'est la fonction hydrazide elle-même qui donne à l'HM la propriété d'inhiber la prolifération des assises génératrices; l'HM empêche de plus toute lignification. Pour Struckmeyer (41) à la suite d'un traitement à l'HM, les cellules sont agrandies, et les espaces intercellulaires augmentent de dimensions, alors que les cellules du liber paraissent être en dégénérescence. Cette nécrose des tissus libériens est également relevée par Currier et coll. (4). Signalons encore le travail de Darlington et Mc Leish (5), dans lequel il est démontré, sur des radicelles du *Vicia*, l'action de l'HM sur l'hétérochromatine et sur le fractionnement des chromosomes.

Dans ce travail nous nous bornerons à l'examen histologique des racines traitées [2].

Des coupes minces ont été faites au microtome à main, après fixation à l'alcool 60° (qui conserve l'enduit de lanoline), au niveau de l'application de la pâte, et environ 5 mm au-dessous (dans la zone de la courbure). Le matériel utilisé se compose de racines traitées le 3e jour et fixées le 7e jour.

Les quelques schémas et dessins, choisis parmi un certain nombre, nous suffiront à relever l'essentiel de nos observations histologiques (figure 7):

1. La lanoline seule provoque une augmentation assez marquée du suber, mais elle n'entraîne aucune autre transformation qui serait susceptible de nous faire comprendre son rôle d'inhibiteur de croissance.

---

[1] Nous nous rapportons également à l'étude de J.-M. Beal (Histological responses to growth-regulating substances. Plant Growth Substances. Univ. Wisconsin Pres. 155, 1951.

[2] L'étude cytologique de ces même racines fera l'objet d'un chapitre spécial de la thèse de L. Margot, qui est en préparation.

2. La lanoline + HA (10^{-4} Mol/l) provoque un accroissement plus fort du suber (propriété de la lanoline seule, renforcée par celle de l'HA). Elle entraîne de plus une division hâtive des cellules du parenchyme cortical (ce qui expliquerait l'apparition de la courbure) et un accroissement de la vascularisation; elle assure encore une réduction des fibres et du sclérenchyme. Signalons enfin son action très nette sur le péricycle et, par conséquent, sur la formation prématurée des radicelles.

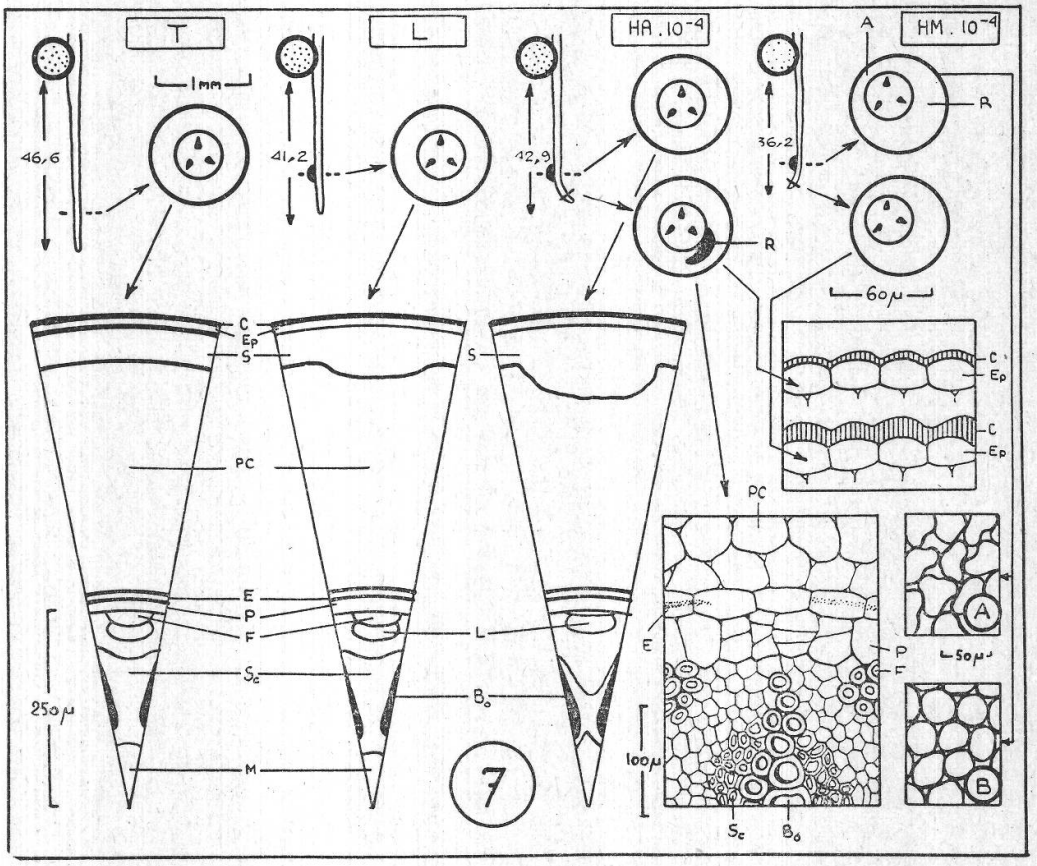


Figure 7

Etude histologique comparée. T, témoin; *L,* lanoline; *HA,* hétéroauxine; *HM,* hydrazide maléique; *C,* cuticule; *Ep,* épiderme; *S,* suber; *PC,* parenchyme cortical; *E,* endoderme; *P,* péricycle; *F,* fibres; *L,* liber; *Sc,* sclérenchyme; *M,* moelle; *B_o,* bois; *R,* radicelle

3. La lanoline + HM (10^{-4} Mol/l) assure également une prolifération du suber comparable à celle provoquée par la lanoline seule. Elle provoque une légère augmentation de la cuticule, ainsi qu'une activation faible, mais observable, du péricycle. Il convient de relever surtout la déshydratation des cellules du parenchyme cortical, surtout au niveau de l'application. Cette déshydratation est marquée par une contraction cellulaire, d'où accroissement des méats, et courbure locale.

Ainsi, d'une façon générale, les résultats qui viennent d'être exposés paraissent conformes aux travaux des auteurs qui ont précédemment travaillé la question. Relevons dans l'abondante littérature consacrée à l'HM quelques travaux ayant trait au rôle déshydratant de cette substance: les recherches de Leopold et Klein (18), ainsi que celles de Gautheret (7, 8) ont nettement montré que l'application d'HM avait pour conséquence de diminuer le taux en eau des tissus. Greulach (11, 12), cependant, relève que si l'HM entraîne une forte déshydratation dans les tissus de la tige, elle provoque au contraire une augmentation du taux en eau dans ceux de la racine. Cette remarque n'est pas nécessairement en contradiction avec nos observations qui portent sur une application locale d'HM.

VII. Observations relatives à la dégradation des réserves

Le rôle de l'HA sur l'amidon a déjà été mentionné, et nous avons montré (34, 35, 37, 38) que l'amidon contenu dans les cellules baisse sensiblement, si celles-ci sont traitées par de l'HA. Un traitement à l'HM a en général des conséquences différentes. Currier et coll. (4) ont noté l'accumulation de polyosides à la suite d'une application d'HM; celle-ci assure une augmentation du taux en saccharose et une accumulation d'amidon, contrairement aux résultats obtenus sur des cultures de tissus (Goris et Bourriquet, 10). Mc Ilrath (19) relève une élévation du taux en glucides, dans les tissus traités, qu'il attribue aux perturbations provoquées par l'HM sur le liber (collapses). L'accumulation du saccharose est également relevée dans les racines à la suite de traitements à l'HM (Naylor, 20). Dans les cultures de tissus, l'augmentation du taux en saccharose s'accompagne d'une diminution de celui de l'inuline (Phouphas et Goris, 27), et l'élévation du taux en glucose résulterait plutôt de la toxicité de l'HM, qui entraîne la mort des tissus, et par suite, une plus intense pénétration de ce sucre (Phouphas, 25, 26).

Une observation histologique rapide nous a permis de confirmer les travaux précédents: alors que les coupes de racines traitées à l'HM nous montrent des cellules abondamment pourvues de grains d'amidon, celles de racines traitées à l'HA en sont presque totalement dépourvues. Cette observation nous suggère une méthode nouvelle qui, par simple numération des grains d'amidon à l'intérieur des cellules, permettrait de préciser la vitesse de diffusion de l'HA (et peut-être de l'HM) à partir de la pâte de lanoline.

Résumé

1. L'application de lanoline seule, sur des racines jeunes (3 jours) ou plus âgées (9 jours) entraîne une inhibition de leur croissance, levée d'ailleurs tardivement, tant par l'HA que par l'MH.
2. L'allongement de la pointe est également inhibé et l'HA renforce cette inhibition, alors que l'MH peut au contraire la supprimer et accélérer la croissance.
3. La rhizogenèse qui procède de l'activation péricycle et de la croissance des radicelles est également influencée dans le même sens par des traitements de lanoline activée.

4. Des courbures résultent de tels traitements: pour l'HA, elles sont opposées suivant le moment de l'application et confirment notre thèse de la dose susoptimale. Pour l'MH, elles résultent surtout d'une déshydratation locale.
5. L'HA provoque des modifications histologiques importantes: suber, parenchyme cortical, vascularisation accrus; divisions accélérées des cellules du péricycle, mais réduction des fibres du sclérenchyme. L'MH provoque une augmentation de la cuticule, une faible activation du péricycle et une déshydratation des cellules du parenchyme cortical.
6. L'HA entraîne un abaissement du taux en amidon des cellules, tandis que l'MH provoque une réaction inverse.

Summary

1. The application of lanolin alone on young (3 days) or older (9 days) roots produces a growth-inhibition which is belatedly stopped, as well by the indol acetic acid (IAA) as by the maleic hydrazide (MH).
2. The top growth is also inhibited and the IAA strenghthens this inhibition, while the MH may suppress it and speeds up the growth.
3. The root forming, which originates in pericycle activation and in radicels growth is also influenced in the same way by activated lanolin treatments.
4. Curvatures result from such treatments: in the case of the IAA, they are reversed according to the time of their application, and corroborate our thesis of the susoptimal dose. In the case of the MH, they especially result from a local dehydratation.
5. The IAA causes important histological changings: increased cork, cortical parenchyma and vascularisation; accelerated divisions of the pericycle cells, but reductions of the sclerenchyma fibers. The MH causes an increase of the cuticle, a slight pericycle activation and a dehydratation of the cortical parenchyma cells.
6. The IAA produces a lessening of the starch rate, while the MH causes an opposite reaction.

Bibliographie

1. Bertossi, F. L'idrazide maleica come fitohormone. Atti Istituto Botanico della Università Pavia. **8,** 155, 1950.
2. — Capozzi, A. Azione della idrazide maleica sul tessuti vegetali in vitro. Nuovo Giorn. bot. ital., **58,** 184, 1951.
3. Compton, W. The effects of maleic hydrazide on growth and cell division in *Pisum sativum*. Bull. Torrey Bot. Club, **79,** 205, 1952.

4. Currier, H.B., Day, B.E., Crafts, A.S. Some effects of maleic hydrazide on plants. Bot. Gaz., **112,** 272, 1950.

5. Darlington, C.D., Mc Leish, J. Action of maleic hydrazide on the cell. Nature, **167,** 407, 1951.

6. Deysson, G., Rollen, A. Sur l'action antimitotique de l'hydrazide maléique. C. R. Acad. Sc., **233,** 820, 1951.

7. Gautheret, R.-J. Recherches sur l'action de l'hydrazide maléique sur le développement des cultures de tissus de carotte et d'endive. C. R. Soc. Biol., **146,** 859, 1952.

8. — Recherches sur l'action combinée de l'hydrazide maléique et de l'acide indole-acétique sur les cultures de tissus de Topinambour. C. R. Acad. Sc., **234,** 2218, 1952.

9. — Recherches anatomiques sur la structure des tissus de rhizomes de Topinambour et d'hybrides de Soleil et de Topinambour. Rev. gén. Bot., **60,** 129, 1953.

10. Goris, A., Bourriquet, R. Action de l'hydrazide maléique sur les tissus de carotte cultivés in vitro. Bull. Soc. Chim. Biol., **35,** 1401, 1953.

11. Greulach, V. A. Growth inhibition and injury of plants by maleic hydrazide. Texas J. Sc., **2,** 219, 1950.

12. — The effect of maleic hydrazide on tomato plants in relation to their age at the time of the treatment. Plant Physiol., **26,** 848, 1951.

13. — and Atchison, E. Inhibition of growth and cell division in Onion roots by maleic hydrazide. Bull. Torrey Bot. Club, **77,** 262, 1950.

14. — and Haseloop, J.G. Some effects of maleic hydrazide on internode elongation, cell enlargement and stem anatomy. Amer. Journ. of Bot., **41,** 44, 1954.

15. Jacquiot, C. Observations sur l'histogenèse et la lignification dans les cultures in vitro de tissu cambial de certains arbres forestiers. Influence de quelques hydrazides sur ces phénomènes. C. R. Acad. Sc., **236,** 958, 1953.

16. Koch, K. Untersuchungen über den Quer- und Längstransport des Wuchsstoffes in Pflanzenorganen. Planta, **22,** 190, 1934.

17. Laibach, F. Über die Auslösung von Kallus- und Wurzelbildung durch b-indolyl-Essigsäure. Ber. der deut. Bot. Ges., **53,** 359, 1935.

18. Leopold, A.C., Klein, W.H. Maleic hydrazide as an anti-auxin in plants. Science, **114,** 9, 1951.

19. Mc Ilrath, W. J. Response of the cotton plant to maleic hydrazide. Amer. Journ. of Bot., **37,** 816, 1950.

20. Naylor, A.W. Accumulation of sucrose in maize following treatment with maleic hydrazide. Arch. Biochem. Biophys., **33,** 340, 1951.

21. — and Davis, E.A. Maleic hydrazide as a plant growth inhibitor. Bot. Gaz., **112,** 112, 1950.

22. Nétien, G., Briffaz, M. Recherches sur l'hydrazide maléique, inhibiteur de croissance. Bull. Soc. lin. Lyon, **20,** 179, 1951.

23. Nickell, L.G. Effect of maleic hydrazide on normal and atypical growth of *Rumex acetosa.* Amer. Journ. of Bot., **40,** 1, 1953.

24. Noll, F. Über den bestimmenden Einfluß von Wurzelkrümmungen auf Entstehung und Anordnung von Seitenwurzeln. Landwirtsch. Jahrb., **29,** 361, 1900.

25. Phouphas, C. Action de l'hydrazide maléique sur la teneur en substances glucidiques du tissu libérien de racine de carotte cultivé in vitro. C. R. Acad. Sc., **235,** 808, 1952.
26. — Action de l'hydrazide maléique sur la teneur en substances glucidiques des tissus de Topinambour cultivés in vitro. Bull. Soc. Chim. Biol., **34,** 900, 1952.
27. — et Goris, A. Sur la modification des taux en saccharose et d'inuline sous l'influence de l'hydrazide maléique dans les tissus de Topinambour cultivés in vitro. C. R. Acad. Sc., **234,** 2002, 1952.
28. Pilet, P.-E. Contribution à l'étude des hormones de croissance (auxines) dans la racine du *Lens culinaris* Med. Mém. Soc. vaud. Sc. nat., **10,** 137, 1951.
29. — Répartition et variations des auxines dans la racine du *Lens culinaris* Med. Experientia, **VII/7,** 262, 1951.
30. — Physiologie des racines du *Lens culinaris* Med. et hormones de croissance. Phyton (Austria), **4,** 247, 1953.
31. — Variations histophysiologiques des racines du *Lens culinaris* Med. à la suite de traitements auxiniques. C. R. Acad. Sc., **237,** 1352, 1953.
32. — Etude de l'action de l'hydrazide maléique sur le développement et la teneur en auxines des racines du *Lens culinaris* Med. C. R. Acad. Sc., **237,** 1430, 1953.
33. — Croissance et rhizogenèse des racines de plantules vernalisées, et rôle du froid sur les auxines dans les graines et les racines. Rev. gén. Bot., **61,** 637, 1954.
34. — et Margot, L. Distribution de l'amidon radiculaire. Bull. Soc. vaud. Sc. nat., **65,** 391, 1953.
35. — et Meylan, S. Polarité électrique, auxines et physiologie des racines du *Lens culinaris* Med. Bull. Soc. Bot. suisse, **63,** 430, 1953.
36. — et Pfister, C. Action des auxines sur le développement et la structure des racines d'*Iris pseudacorus* L. Bull. Soc. Bot. suisse, **61,** 461, 1951.
37. — et Turian, G. Etude in vitro de l'action des auxines sur l'amylolyse. Bull. Soc. vaud. Sc. nat., **65,** 403, 1953.
38. — et Wurgler, W. Variations de l'amidon et inversion géotropique à la suite de traitements auxiniques. Bull. Soc. vaud. Sc. nat., **65,** 397, 1953.
39. Schoene, D. L., Hoffmann, O. L. Maleic hydrazide, a unique growth regulant. Science, **109,** 588, 1949.
40. Schopfer, W.-H., Grob, E., Besson, G. Recherches sur les inhibiteurs de la croissance et de la biogenèse des caroténoïdes. II. L'hydrazide de l'acide isonicotinique. Arch. Sciences, **5,** 3, 1952.
41. Struckmeyer, B. E. The effect of maleic hydrazide on the anatomical structure of croft easter Lilies. Amer. Journ. of Bot., **40,** 25, 1953.
42. Watson, D. P. Retardation in cell development in leaf and flower buds of *Phaseolus vulgaris* L. from foliar applications of maleic hydrazide. Bull. Torrey Bot. Club, **79,** 235, 1952.
43. Zukel, J. W. Literature summary on maleic hydrazide. Maleic hydrazide Information Sheet, 2, 1950. Naugatuck Chem. Div. U. S. Rubber Co.