

ACTION DE L'ACIDE GIBBÉRELLIQUE SUR LA GERMINATION ET LA CROISSANCE RADICULAIRE DE *LENS CULINARIS*

par M. BOUILLENNE-WALRAND, A. XHAUFFLAIRE
et TH. GASPARD (*)

(Institut Botanique de l'Université et Centre de Recherches des Hormones
Végétales, Liège)

RÉSUMÉ

Les effets de l'acide gibbéréllique (AG), dans une gamme étendue de concentrations, ont été étudiés sur la germination et la croissance radiculaire de *Lens culinaris*. Aux concentrations 10^{-6} , 10^{-5} et 10^{-4} M, l'AG stimule la germination et il est sans effet sur la croissance radiculaire. Aux concentrations 10^{-3} , 5.10^{-3} et 10^{-2} M, l'AG manifeste un effet inhibiteur de la germination et de la croissance radiculaire. Une interprétation de ces actions est proposée par la teneur en AIA endogène des racines contrôlée par l'AG.

INTRODUCTION

Après la découverte et l'identification des gibbéréllines, peu parmi les innombrables publications touchant à leurs propriétés, se sont intéressées aux réactions des racines à ces hormones.

Cependant, les premiers travaux des Japonais signalent l'inhibition de la croissance radiculaire chez *Oryza sativa* comme un des symptômes de la maladie « bakanae » (voir PHINNEY et WEST, 1961) et YABUTA et HAYASHI (1939) rapportent que des extraits du champignon réduisent la croissance des racines de plusieurs plantes.

En général, les racines de plantes intactes sont inhibées ou ne répondent pas à un traitement de gibbérélline. Cependant RICHARDSON (1958) chez *Pseudotsuga menziesii* et BROWN et GIFFORD (1958) chez *Pinus lambertiana* provoquent une élévation de la racine des

(*) Aspirant du F. N. R. S.

Manuscrit reçu le 15 octobre 1964.

jeunes plantules au moyen de gibbérelline et BURSTRÖM (1960) renverse par ce corps l'inhibition de croissance due à la lumière sur des racines excisées de *Triticum*. Selon WHALEY et KEPHART (1957), la réponse des racines de *Zea Mays* à la gibbérelline dépend du génotype.

BRIAN, HEMMING et RADLEY (1955) trouvent que l'acide gibbérellique (AG) n'inhibe pas la croissance des racines de cresson, mais MICHEL-WOLWERTZ et SIRONVAL (1963) constatent une inhibition chez la carotte.

La littérature ne fournit guère plus de renseignements sur les effets de l'AG sur la germination. D'après les travaux de LONA (1956, 1962), MONIN (1959) et VEEN (1963), il semble que l'AG puisse exercer une action favorable sur la germination des graines en levant certaines inhibitions ou dormances.

Dans le présent travail, nous avons pris comme matériel biologique, les graines de *Lens culinaris* et nous avons examiné les effets de l'AG dans une gamme très étendue de concentrations, sur la germination et la croissance radiculaire.

ACTION DE L'AG SUR LA GERMINATION DE *Lens*

Des graines de *Lens* sélectionnées sont mises à imbiber pendant quatre heures dans une solution aqueuse d'acide gibbérellique (*) de concentration déterminée (10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 5.10^{-3} et 10^{-2} M). Elles sont ensuite semées en boîtes Pétri, sur papier filtre imprégné de la même solution d'AG. Les boîtes sont déposées dans une chambre obscure à 25° C. Les germinations sont transplantées après 24 heures dans de nouvelles boîtes avec solution d'AG et papier filtre frais.

Un témoin est constitué avec des graines imbibées dans l'eau distillée et semées sur eau distillée.

Nous avons compté, sous lumière verte, le nombre de graines germées dans chacune des séries après 12, 24 et 48 heures.

Le Tableau I rapporte les résultats.

Après 12 heures, on peut compter des germinations dans toutes les séries expérimentales, sauf où l'AG est à la concentration 5.10^{-3} et 10^{-2} M. Ces deux concentrations d'AG apparaissent nettement retardatrices de la germination de *Lens*; la concentra-

(*) Fourni gratuitement par la Maison Abbott de Chicago.

tion 10^{-3} M l'est moins. Par contre, les graines de *Lens* semblent germer plus rapidement quand elles sont cultivées sur acide gibbérelle, aux concentrations 10^{-6} , 10^{-5} et 10^{-4} M, la concentration 10^{-6} M étant la plus favorable.

Après 24 heures, l'action retardatrice de la germination par l'AG aux concentrations 5.10^{-3} et 10^{-2} M reste marquée ; une légère stimulation subsiste sur AG 10^{-6} M.

Après 48 heures, le nombre de graines germées est le même partout sauf sur AG 10^{-2} M où il est encore légèrement inférieur. Les effets de l'AG, inhibition ou stimulation, sur la germination des graines de *Lens* se marquent donc très tôt après le semis et disparaissent rapidement.

ACTION DE L'AG SUR LA CROISSANCE RADICULAIRE DE *Lens*

Sur des germinations de 24, 48, 72 et 96 heures dans chacune des séries expérimentales précédentes, nous avons mesuré la longueur des racines (on n'a pas tenu compte dans les moyennes des graines non germées). Les résultats font l'objet du Tableau II.

D'une manière générale, l'AG en solution aqueuse allant de 10^{-6} à 10^{-3} M, utilisé comme milieu de culture de *Lens*, n'influence pas la croissance de la racine.

Sur AG 5.10^{-3} M et jusqu'à 48 heures, les racines sont un peu plus courtes que les témoins, mais il faut tenir compte du retard de germination de 24 heures. Ce léger retard de croissance n'est plus visible après 72 et 96 heures.

Sur AG 10^{-2} M et pendant toute la durée des observations, les racines sont nettement plus courtes que toutes les autres. Cette inhibition de la croissance radiculaire n'est pas imputable au retard dans la germination, car après 18 h, 80 % des graines ont germé.

ACTION DE L'AG, SEUL OU EN PRÉSENCE D'ACIDE β -INDOLEACÉTIQUE (AIA), SUR DES POINTES RADICULAIRES CULTIVÉES SÉPARÉMENT DE LA GRAINE (TEST R)

Nous renvoyons à PILET, KOBR et SIEGENTHALER (1960) pour la description détaillée de la technique du test R.

Dans le cas présent, des pointes de 4 mm sont prélevées sur des racines-témoins de 48 heures et sélectionnées (racines rectilignes de $17 \text{ mm} \pm 0,5$). Ces pointes sont déposées sur papier filtre

imbibé d'une solution d'AG, d'AIA, d'AG + AIA ou d'eau distillée (témoin), contenant 1 % de saccharose. On mesure l'allongement de ces pointes radiculaires dans les différentes séries expérimentales après 4, 12, 24 et 48 heures, sous lumière verte (Tableau III).

Remarquons d'abord chez le témoin que la croissance des fragments radiculaires est la plus forte durant les douze premières heures du test.

L'AIA, aux concentrations 5.10^{-4} et 10^{-3} M, inhibe la croissance et d'autant plus que la concentration est forte : le fait est bien connu.

A la concentration 5.10^{-7} M et durant les premières heures du test, l'AG semble stimuler légèrement la croissance des fragments radiculaires ; ensuite, par rapport au témoin, il se révèle inhibiteur. Il est inhibiteur également à toutes les autres concentrations, mais moins cependant que l'AIA. L'inhibition de croissance provoquée par l'AG 10^{-2} M n'atteint pas l'inhibition de l'AIA 5.10^{-4} M.

En mélange avec l'AG à diverses concentrations, l'AIA 5.10^{-4} M renforce toujours l'effet d'inhibition radiculaire de l'AG. Mais, en présence d'AG 5.10^{-7} M, l'effet d'inhibition de l'AIA 5.10^{-4} M est plus faible que celui de l'AIA seul à la même concentration. En présence d'AG aux concentrations 5.10^{-5} et 5.10^{-3} M, l'effet d'inhibition de l'AIA 5.10^{-4} M est diminué pendant les douze premières heures, puis accentué ensuite.

CONCLUSIONS

L'acide gibbéréllique en solution aqueuse, utilisé comme milieu de culture des graines de *Lens* a des effets certains sur la germination et la croissance radiculaire ; mais ces effets varient avec la concentration, ce qui expliquerait les résultats divergents de la littérature.

Aux concentrations 10^{-6} , 10^{-5} et 10^{-4} M, l'AG stimule la germination de *Lens* et d'autant plus que la concentration d'AG est faible. Cette stimulation, surtout marquée pendant les premières heures qui suivent le semis, tend à s'atténuer ensuite. Les mêmes concentrations d'AG sont sans effet sur la croissance radiculaire.

Aux concentrations 10^{-3} , 5.10^{-3} et 10^{-2} M, l'AG manifeste un effet inhibiteur de la germination et de la croissance radiculaire d'autant plus accentué que la concentration est forte. Cet effet

diminue avec le temps, mais semble plus durable pour la concentration $10^{-2}M$ en ce qui concerne la croissance racinaire.

D'une manière générale, le traitement à l'AG de fragments radiculaires provoque une inhibition temporaire de leur allongement, inhibition d'autant plus prononcée que la concentration en AG est élevée.

Le mélange d'AIA à l'AG a pour effet d'augmenter l'inhibition d'allongement due à l'AG seul. Pour autant que l'AG soit en concentration supérieure à $10^{-7}M$, on peut encore dire que l'AG renforce l'inhibition d'allongement racinaire due à l'AIA. L'AG se comporte donc finalement comme un effecteur de l'action auxinique.

DISCUSSION

Contrairement aux observations de BRIAN, HEMMING et LOWE (1960) chez *Pisum* et *Phaseolus* et de KATO (1958) chez *Cucumis*, nous avons noté une action nette mais temporaire de l'AG sur la germination et la croissance (stimulation ou inhibition) des racines ou de fragments de racines de *Lens culinaris*. Les réponses obtenues par un même traitement sont différentes selon que les plantules sont intactes ou fragmentées ; elles varient avec la concentration de l'AG et selon le moment des observations.

Partant du fait aujourd'hui bien établi (BOUILLENNE-WALRAND, 1958 ; NITSCH et NITSCH, 1958 ; BOUILLENNE-WALRAND et LEYH, 1962 ; KURASHI et MUTR, 1962), que le traitement à l'AG a pour effet d'augmenter la teneur en AIA des tissus, on pourrait tenter une explication des phénomènes observés parallèlement à la teneur en AIA endogène. Pour de faibles concentrations d'AG, la quantité d'AIA augmente de manière à provoquer une croissance accélérée. Pour de plus fortes concentrations d'AG, la quantité d'AIA augmenterait à tel point que sa teneur deviendrait inhibitrice aussi bien pour la germination que pour la croissance racinaire.

L'hypothèse a été émise que l'AG contrôle le taux en AIA en agissant sur le système auxines-oxydasique (voir LEYH, GASPARD et BOUILLENNE-WALRAND, 1963). HALEVY (1963) chez *Cucumis*, BELLIANAFI et PILET (1963) chez *Lens* notent d'ailleurs dans les racines des modifications de l'activité auxines-oxydasique à la suite d'un traitement gibbérellique.

Dans un prochain article, nous étudierons en détail l'action de l'AG sur les auxines-oxydases des racines de *Lens*.

TABLEAU I

Observations après	Séries expérimentales						
	témoin (eau)	AG 10^{-6} M	AG 10^{-5} M	AG 10^{-4} M	AG 10^{-3} M	AG 5.10^{-3} M	AG 10^{-2} M
12 h.	30	45	42	40	20	0	0
24 h.	84	90	89	88	84	62	50
48 h.	90	90	90	90	89	90	80

Pourcentages de graines de *Lens* germées après 12, 24 et 48 heures, sur différentes solutions d'acide gibbérellique comparativement aux pourcentages de graines germées sur eau distillée.

TABLEAU II

Observations après	Séries expérimentales						
	témoin (eau)	AG 10^{-6} M	AG 10^{-5} M	AG 10^{-4} M	AG 10^{-3} M	AG 5.10^{-3} M	AG 10^{-2} M
24 h.	4,2	4,4	4,2	4,2	3,8	3,0	2,0
48 h.	17,7	17,7	17,8	17,7	17,3	13,1	7,7
72 h.	31,8	31,9	31,8	31,8	31,8	30,8	14,7
96 h.	39,3	39,3	39,4	39,4	39,3	39,3	20,7

Longueur (en mm), après 24, 48, 72 et 96 heures, des racines de *Lens* cultivées sur différentes solutions d'acide gibbérellique comparativement aux longueurs des racines cultivées sur eau distillée.

TABLEAU III

Observation après	Séries expérimentales									
	Témoins (eau)	AIA 5.10 ⁻⁴ M	AIA 10 ⁻³ M	AG 5.10 ⁻⁷ M	AG 5.10 ⁻⁶ M	AG 5.10 ⁻⁵ M	AG 5.10 ⁻³ M	AG 10 ⁻² M	AIA 5.10 ⁻⁷ M AG 5.10 ⁻⁷ M	AIA 5.10 ⁻⁴ M AG 5.10 ⁻⁴ M
4	0,82	0,28	0,15	0,85	0,73	0,48	0,47	0,81	0,38	0,34
12	2,31	0,56	0,37	1,54	1,27	1,02	1,02	0,98	0,61	0,49
24	3,51	1,13	0,73	2,80	2,49	1,98	1,34	1,47	0,94	0,84
48	3,63	1,77	0,98	3,25	3,06	2,83	2,55	1,83	1,65	1,11

Allongement (en mm), après 4, 12, 24 et 48 heures, de pointes radicales de *Lens* cultivées sur diverses solutions d'AIA, d'AG ou d'AG + AIA d'après la technique du test R de PILET, KOBE et SIEGENTHALER (1960).

BIBLIOGRAPHIE

- BELHANAFT A. et PILET P. E., Inhibiteurs et induction auxines-oxydasique. *C. R. Acad. Sc.* **257**, 3461-3463, 1963.
- BOUILLENNE-WALRAND M., Les gibbérolines, facteurs auxiniques chez les plantes supérieures. *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège* **9-10**, 227, 1958.
- BOUILLENNE-WALRAND M. et LEXH C., The auxin metabolism of *Zea Mays* treated with gibberellic acid. *Mededel. Landbouwhoges.* Gent XXVII (3), 1353-1370, 1962.
- BRIAN P. W., HEMMING H. G. et LOWE D., Inhibition of rooting of cuttings by gibberellic acid. *Ann. of Bot.* **24**, 407-419, 1960.
- BRIAN P. W., HEMMING H. G. et RADLEY M., A physiological comparison of gibberellic acid with some auxins. *Physiol. Plant.* **8**, 899-912, 1955.
- BROWN C. L. et GIFFORD E. M., The relation of the cotyledons to root development of pine embryos grown *in vitro*. — *Plant Physiol.* **33**, 57-64, 1958.
- BURSTRÖM H., Influence of iron and gibberellic acid on the light sensitivity of roots. *Physiol. Plant.* **13**, 597-615, 1960.
- HALEVY A., Interaction of growth-retarding compounds and gibberellin on indoleacetic acid oxidase and peroxidase of cucumber seedlings. *Plant Physiol.* **38**, 731-737, 1963.
- KATO J., Studies on the physiological effect of gibberellin II. On the interaction of gibberellin with auxins and growth inhibitors. *Physiol. Plant.*, **11**, 10-15, 1958.
- LEXH C., GASPAR Th. et BOUILLENNE-WALRAND M., Nanisme, acide gibbérellicque et effecteurs auxines-oxydasiques chez *Zea Mays*. — *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège*, 5-6 (suppl.), 430-448, 1963.
- LONA F., L'acido gibberellico determina la germinazione dei semi di *Lactuca scariola* in fase di scoto-inibizione. *L'Atenea Parmense* **27**, 641-644, 1956.
- LONA F., Germinazione dei semi fotoblastici di *Lactuca virosa* influenzata da diversi fattori ed in particolare dalle Auxine indoliche, dalla Kinetina, dalla Gibberellina e dall'acido Allo-Gibberico. *Annali di Botanica*, **27**, 303-307, 1962.
- MICHEL-WOLWERTZ M. R. et SIRONVAL C., Inhibition of growth and of accumulation of β -carotene in carrot roots by gibberellic acid. *Phytochem.*, **2**, 183-187, 1963.
- MONIN J., Un aspect de l'action de la gibbérelline sur la dormance embryonnaire : cas des embryons d'*Evonymus europaeus*. — *84^e Congrès des Sociétés savantes*, 473-480, 1959.
- NITSCH J. P. et NITSCH C., Modification du métabolisme des auxines par l'acide gibbérellicque. *Bull. Soc. Fr. Physiol. Vég.*, **5**, 20, 1959.
- PHINNEY B. O. et WEST C. A., Gibberellins and plant growth. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, XIV, 1185-1227, 1961.

- PILET P. E., KOBR M. et SIEGENTHALER P. A., Proposition d'un test « racine » (*Lens*) pour le dosage auxinique. *Rev. Gén. Bot.*, **67**, 573-601, 1960.
- RICHARDSON S. D., Radicle elongation of *Pseudotsuga menziesii* in relation to light and gibberellic acid. *Nature*, **181**, 429-430, 1958.
- VEEN H., The effect of various growth-regulators on embryos of *Capsella bursa-pastoris* growing *in vitro*. — *Acta Botan. Neerl.*, **12**, 129-171, 1963.
- WHALEY W. G. et KEPHART J., Effect of gibberellic acid on growth of maize roots. *Science* **125**, 234, 1957.
- YABUTA T. et HAYASHI T., Biochemical studies on *bakanae* fungus of rice. III. Studies of physiological action of gibberellin on plants. *J. Agric. Chem. Soc. Japan*, **15**, 403-413, 1939.