

Effet des différents types d'auxines sur l'enracinement des boutures du jojoba (*Simmondsia chinensis* L.)

Fatima Zahra HOUAR^a, EL Arbi DAROUI^a, Jalila BOULGHALAGH^a, Azzouz BOUKROUTE^a, Nour- Eddine KOUDDANE^a et Abdelbasset BERRICHI^a

^aLaboratoire de Biologie des Plantes et des Microorganismes, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Université Mohamed Premier, Bd Med VI, BP 717 60.000 Oujda Maroc

Résumé

Des boutures semi-ligneuses du jojoba (*Simmondsia chinensis* L.) ont été traitées par trois auxines : Acide Indole-3 Acétique (AIA), Acide Indole 3-Butyrique (AIB) et Acide Naphtalène Acétique (ANA) avec des concentrations de : 0, 1250, 2500, 5000, 10000 et 20000 ppm et placées dans une chambre de culture à une température de 25°C à une humidité relative de 90 % en utilisant un substrat à base de sable et de tourbe noire (1/1; v/v). Les résultats obtenus montrent que l'enracinement des boutures traitées est nettement meilleur que celui des boutures non traitées (témoins). Le meilleur taux d'enracinement a été obtenue chez les boutures traitées par l'AIB à une concentration de 2500 ppm avec un taux de 68%, suivi par des boutures traitées par l'AIB à 5000 ppm et l'AIA à 1250 ppm avec des taux respectifs de 62 % et de 52,6 %, alors que le taux d'enracinement le plus faible soit 27,56%, a été enregistré chez les boutures traitées par l'ANA à une concentration de 1250 ppm. Le nombre de feuilles le plus élevé (6) a été noté chez les boutures traitées par l'AIB à des concentrations de 2500 et 5000 ppm, et par l'AIA et l'ANA à 1250 ppm. Le plus grand nombre de racines produites par bouture a été enregistré chez les boutures traitées par l'AIB à une concentration de 10000 ppm avec 23 racines, alors que la longueur maximale de la racine principale (5 cm) a été notée chez les boutures traitées par l'AIA à une concentration de 5000 ppm. Le poids sec des racines était plus important chez les boutures qui avaient plus d'aptitude à l'enracinement.

Les mesures effectuées ont montré que la nature et la concentration de l'auxine utilisée pour induire la rhizogenèse à une influence statistiquement significative sur le processus d'enracinement des boutures semi-ligneuses du jojoba.

Mots-clés : Boutures semi-ligneuses, AIB, AIA, ANA, enracinement, *Simmondsia chinensis* L.

1. Introduction

Le jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider) est un arbuste qui pousse spontanément dans les régions arides du Mexique septentrional et du Sud-Ouest des Etats-Unis [1]. Cette plante rustique qui présente un grand intérêt économique et écologique, est très appréciée pour la mise en valeur des zones arides et semi-arides du monde. En fait, la graine contient 38 à 62 % (du poids sec) de cire liquide appelée également huile de jojoba [2]. Cette huile possède des propriétés physico-chimiques semblables voire meilleures que celles du blanc de baleine. De ce fait, l'huile de jojoba a pu remplacer celle du blanc de baleine longtemps utilisée en tant que lubrifiant dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique [3] et a participé à la sauvegarde de cette espèce animale qui bien que protégée, continue d'être chassée de façon sauvage [4].

Le jojoba peut être multiplié par voie sexuée ou asexuée. Comme la plante est dioïque, la multiplication asexuée permet de reproduire des individus de sexe connu

et ayant des caractéristiques désirables. Alors qu'avec la multiplication sexuée, la production n'est pas uniforme et le sexe des plants n'est pas connu. Le jojoba étant une plante dioïque, les pieds femelles portant les graines sont les plus recherchées. Dans une plantation, 8 à 10 % de plants mâles sont suffisants, ce qui oblige à supprimer ces pieds non producteurs excédentaires [6]. D'autre côté dans les populations issues de multiplication par voie sexuée, il n'est possible de déterminer le sexe du jojoba qu'à l'apparition des premiers bourgeons floraux. Ceci dit, après 9 à 24 mois de la plantation [5]. En conséquence, le contrôle nécessaire du sexe-ratio et la conservation des caractères intéressants dans une population suggère l'utilisation des techniques de multiplication végétative. Ainsi, actuellement le bouturage représente, la technique la plus pratiquée et la seule utilisée commercialement [7].

C'est une technique de multiplication asexuée des plantes, qui consiste à prélever un organe ou un fragment d'organe sur un végétal et l'aider à subsister et à former les

parties nécessaires (racines) pour en faire une plante entière [8].

Le processus de rhizogenèse des différents types de bouturage est un phénomène très compliqué [9], il se traduit concrètement par l'obtention d'une plante entière capable de croître indépendamment du pied-mère.

Si depuis longtemps, il a été admis par tous que les auxines jouent un rôle prépondérant dans le mécanisme de l'enracinement [10], une certaine spécificité de ces hormones existe vis à vis des différentes espèces végétales.

L'objectif du présent travail est de tester l'effet de trois type d'auxines (AIA, AIB et ANA) utilisées à différentes concentrations sur l'enracinement des boutures semi-ligneuses de jojoba afin d'identifier les traitements hormonaux pouvant être recommandés pour la réussite des boutures du jojoba.

2. Matériel et méthodes

2.1. Prélèvement des boutures

Des boutures semi-ligneuses de 15 cm de longueur ont été prélevées pendant le mois de septembre 2011. Le prélèvement des boutures a été fait à l'aide d'un sécateur sur des arbustes du jojoba (*Simmondsia chinensis*), poussant à la Faculté des Sciences d'Oujda, âgés de 15 ans.

2.2. Préparation des boutures et traitements

Les boutures semi-ligneuses du jojoba ainsi prélevées ont été effeuillées à la base, sur près de 5 cm pour dégager la partie du rameau à insérer dans le substrat. Ensuite le 1/3 de la partie basale des boutures a été trempé pendant 5 minutes dans une solution à base d'une des auxines testées. Lors de cet essai trois auxines sont utilisées l'AIB (Acide Indole Butyrique), l'AIA (Acide Indole Acétique) et l'ANA (Acide Naphtalène Acétique), cinq concentrations croissantes pour chacune d'elles : 1250, 2500, 5000, 10000 et 20000 ppm. Les boutures ont été ensuite placées dans des plateaux alvéolés contenant un substrat composé de sable et de tourbe noire (V/V). Elles ont été couvertes d'un film plastique transparent à base de polyéthylène, afin de garder une humidité relative élevée et constante.

L'essai a été conduit dans une chambre de culture sous une intensité lumineuse de 2500 lux, une photopériode journalière de 16 heures, une température de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité ambiante maintenue à l'aide d'un hygromètre à 90 %. Trois répétitions de cinq boutures pour chaque essai « traitement » pendant 20 semaines de culture.

2.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté pour cet essai est le Split plot. Au total 15 boutures et 3 répétition ont été utilisées pour chaque combinaison de traitement.

2.4. Observations et mesures effectuées

À la fin de l'essai, les boutures ont été retirées des plateaux alvéolés et leurs bases ont été lavées à l'aide d'un jet d'eau de robinet.

Les observations et les mesures effectuées ont porté sur le pourcentage d'enracinement des boutures, le nombre de feuilles produites, le nombre de racines secondaires, la longueur de la racine principale et la production de la biomasse racinaire (poids sec des racines).

2.5. Analyses statistiques

L'analyse de la variance à deux facteurs a été réalisée au moyen du logiciel SPSS version 11.5.1. Le test Duncan de comparaison des moyennes a été appliqué dans le cas où des effets significatifs ont été observés au seuil de 5% pour comparer l'effet de types et de concentrations des auxines et de leurs interactions sur les différents paramètres étudiés.

3. Résultats

3.1. Taux d'enracinement des boutures

Les résultats relatifs aux taux d'enracinement des boutures témoin et traitées par les trois auxines (AIB, AIA et ANA) sont représentés par les figures 1 et 2.

En l'absence de traitement, les boutures de jojoba n'émettent pas de racines. Par contre l'application des trois auxines (AIB, AIA et ANA) a eu un effet promoteur sur la rhizogenèse des boutures du jojoba. Le traitement avec l'AIB à des concentrations de 2500 et 5000 ppm a donné les pourcentages d'enracinement les plus élevés avec des moyennes respectives de 68% et 62%, suivie de l'AIA à 1250 ppm (52,59 %) et de l'ANA à 1250 ppm (27,56%). En effet, nous avons relevé une différence hautement significative entre les différents traitements. Toutefois, à des concentrations élevées (20000 ppm), les pourcentages d'enracinement ont diminué : 13% pour l'AIB, 6,61% pour AIA et 6,66% pour ANA.

3.2. Persistance des feuilles

Le suivi du déroulement de la rhizogenèse nous a permis de constater qu'au cours des 20 semaines passées dans la chambre de culture, plusieurs modifications

observables qui apparaissent au niveau du sommet et de la base de la bouture sont le résultat de l'application de l'auxine et des conditions physiques (chaleur de base et humidité) auxquelles les boutures sont soumises.

Au niveau du sommet, nous avons observé que certaines boutures perdent une ou plusieurs feuilles dès leur mise en place. En effet, pour les trois types d'auxines (AIB, AIA et ANA), la majorité des boutures qui ont émis des racines, ont gardé leurs feuilles (minimum une), alors que celles qui ont perdu toutes leurs feuilles sont mortes.

Le traitement avec l'AIB à 2500 ppm présente les meilleurs pourcentages de boutures, gardant les feuilles à la fin du cycle de la rhizogénèse (80 %), suivi de l'AIA à 5000 ppm (76%) et de l'ANA à 10000 ppm (66%) (fig.3)

3.3. Longueur de la racine principale et nombre de racines secondaires par bouture

Les résultats représentés par la figure 4 montrent que le traitement à l'auxine a induit le développement de la racine principale chose qui n'est pas observée chez le témoin. L'analyse statistique avec le test de Duncan a montré que la différence entre les traitements pour la longueur de la racine principale est significative. La longueur la plus élevée (272 mm) étant observée chez les boutures traitées avec l'AIA à 5000 ppm, et celles traitées avec l'AIB à 2500 ppm, ont enregistré des longueurs similaires à celles notées par l'ANA à 5000 ppm (200 mm).

Malgré l'effet positif des traitements auxiniques sur le nombre de racines secondaires émises par bouture (figure 5), l'analyse statistique ne révèle aucune différence significative.

Pour les trois auxines (AIB, AIA et ANA), c'est la concentration de 5000 ppm qui a abouti au nombre le plus élevé de racines par bouture (33, 29 et 27).

3.4. Production de biomasse racinaire

Les résultats représentés par la figure 6 montrent que la production de la biomasse racinaire par les boutures semi-ligneuses du jojoba diffère selon le type et la concentration de l'auxine appliquée. En effet, nous avons relevé une différence hautement significative entre les différents traitements. La biomasse racinaire répond positivement à l'augmentation de la concentration de l'auxine jusqu'à atteindre un maximum à 5000 ppm, au de la de 5000 PPM, la production racinaire recule. Les meilleures productions racinaires en matière de biomasse étant de 0,55g relevée pour l'AIB à 5000 ppm, suivie par l'AIA et de l'ANA avec des moyennes respectives de 0,37 et 0,32 avec la même concentration.

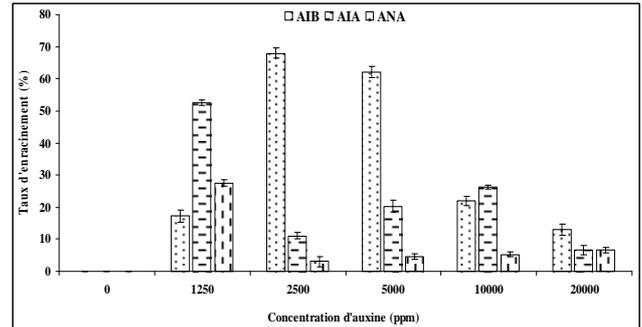


Fig.1. Effet du type et de la concentration d'auxine sur le pourcentage d'enracinement des boutures du jojoba.

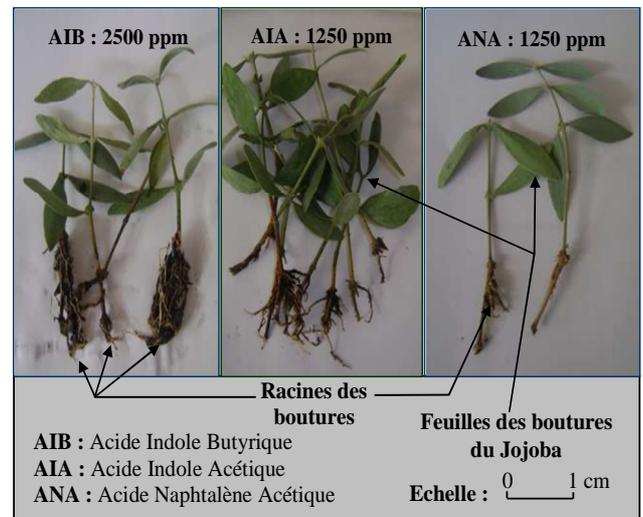


Fig.2. Enracinement des boutures du jojoba soumises à des concentrations optimales d'auxines (AIB, AIA et ANA), 20 semaines après le bouturage.

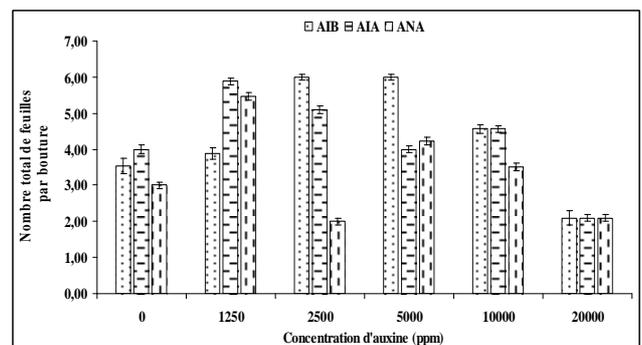


Fig.3. Effet du type et de la concentration d'auxine sur le nombre de feuilles par bouture du jojoba.

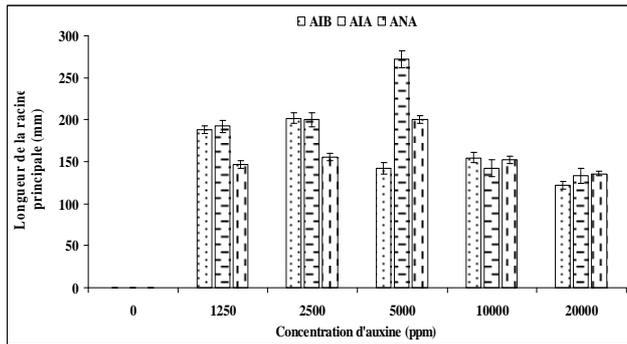


Fig.4. Effet du type et de la concentration d'auxine sur la longueur des racines principales des boutures du jojoba.

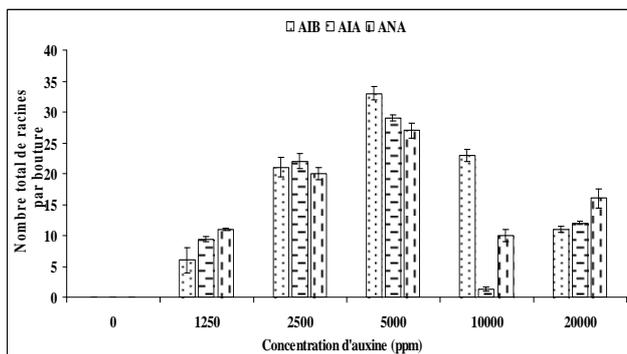


Fig.5. Effet du type et de la concentration d'auxine sur le nombre de racines émises par bouture du jojoba.

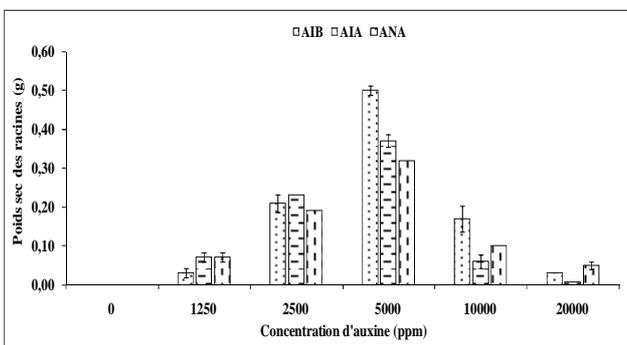


Fig.6. Effet du type et de la concentration d'auxine sur la production de la biomasse racinaire (poids sec de la racine) par les boutures du jojoba.

4. Discussion

Les résultats obtenus, montrent que le traitement par l'AIB a permis d'obtenir des taux d'enracinement satisfaisants soit 62 et 68 % pour les concentrations 2500 et 5000 ppm après 20 semaines de traitement; et une meilleure production racinaire pour la concentration de 5000 ppm. Ceci peut s'expliquer par le fait que les boutures, s'étant enracinées assez vite, ont pu entamer leur croissance plus tôt que les autres et ont donc produit plus de biomasse. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par Romano *et al.* [11] pour le Chêne-liège.

Manzanera et Pardos [12] ont montré que le traitement avec l'AIB est plus efficace que le traitement avec l'ANA pour l'induction de la rhizogenèse de *Quercus suber*. De même, chez le *Quercus robur*, Pevalek-Kozlina [13, 14] a montré que le traitement avec l'AIB est bien meilleur que le traitement avec l'AIA. La concentration d'AIB affecte significativement le pourcentage d'enracinement ainsi que le nombre moyen de racines. Ces observations ont été rapportées par Manzanera et Pardos et El Kbiach *et al.* [12, 15].

Dans d'autres travaux portant sur le bouturage du jojoba, des taux d'enracinement de 82, 80 et 76 %, ont été rapportés pour des boutures traitées avec l'AIB, l'ANA et l'AIA (chacune à 100 mg/l). Le temps moyen d'enracinement des boutures varie de 125 à 261 jours [16]. Ces résultats contredisent, par contre ceux de Rugini [17] qui trouve que le traitement avec l'ANA à 1 mg/l est le plus efficace pour l'enracinement (>80 %) des microboutures issues de souquets, de rameaux fructifères ou de pousses non productives des cultivars Frantoio, Moraiolo et Dolce Agogia, comparativement à l'AIB et l'AIA qui se sont révélés non satisfaisants. Jacoboni [18] a également rapporté que l'olivier différencie mieux les racines avec l'ANA qu'avec d'autres auxines.

En effet, sur des explants de *Echinacea purpurea*, Choffe *et al.*, [19], ont démontré que parmi les trois auxines testées (AIB, AIA et ANA), c'est l'AIB qui donne les meilleurs résultats, suivie de l'AIA, ensuite de l'ANA. Al-Bahrany [20] a abouti à des résultats presque équivalents pour *Citrus aurantifolia*, dont l'enracinement est totalement inhibé par addition d'ANA au milieu d'enracinement. Andrade *et al.* [21] ont toutefois obtenu les meilleurs pourcentages d'enracinement de *Lavandula vera* avec le traitement avec l'ANA, de même que Starrantino et Caruso [22] sur *Poncirus trifoliata*. En outre Scarpa *et al.*, [23] ont prouvé eux aussi l'efficacité de cette même auxine sur l'enracinement de la myrtille, mais à des doses élevées, les faibles doses bloquant cependant l'enracinement. D'autre part Monteuis et Bon [24] ont démontré que le traitement avec l'AIA donne les meilleurs résultats pour l'enracinement d'acacia qu'avec le traitement avec l'AIB.

Cette spécificité est due à plusieurs facteurs :

- au génotype lui-même : en effet, l'interaction entre génotypes et auxines a été relevée avec plusieurs espèces [24];
- aux conditions de l'environnement et à l'âge physiologique des explants pendant la phase d'enracinement [19, 23];
- à la capacité qu'ont les espèces à s'enraciner naturellement, vu qu'il existe des espèces faciles à enraciner et d'autres difficiles. Certains auteurs [25,26], attribuent cette différence dans la capacité d'enracinement, aux différences de prélèvement, de

transport et de métabolisme des auxines par les différentes espèces, et notamment à la capacité qu'ont les tissus de ces espèces à convertir les auxines conjuguées en auxines libres durant la phase critique de l'enracinement. Ces dernières, en effet, constituent la source majeure d'auxines durant la rhizogénèse;

- à la stabilité des différentes auxines dans les plantes. L'AIA et l'ANA paraissent avoir des vitesses de transport très similaires [27], alors que l'AIB circule plus lentement [28].

D'autre part, l'AIB qui a donné des pourcentages d'enracinement élevés avec le jojoba, a été reconnue comme ayant une grande capacité pour activer l'enracinement chez plusieurs autres espèces, vu sa grande stabilité [29], sa capacité à se convertir en AIA [30], et vu qu'elle aboutit dans les tissus à la formation de l'AIB, qui active l'enracinement mieux que l'AIA [31]. Toutefois, pour le jojoba, ces théories n'ont pas pu être vérifiées.

Cet essai nous a permis aussi de mettre en évidence l'importance de la persistance des feuilles dans la réussite de ce type de bouturage.

Ceci confirme l'importance de la persistance des feuilles pour le processus de la rhizogénèse : celles-ci sont en fait à l'origine de la formation des racines en leur fournissant l'énergie nécessaire [8].

Les feuilles jouent un rôle essentiel dans le maintien en vie des boutures et le déclenchement de la rhizogénèse puisqu'elles constituent leur seule source d'alimentation [8, 9].

5. Conclusion

Cet essai nous a permis de relever que, les traitements auxiniques et notamment l'AIB, améliorent le taux d'enracinement des boutures semi-ligneuses du jojoba, mais que l'application d'une dose élevée (20000 ppm), n'induit pas un taux d'enracinement plus élevé, même pour les autres auxines (AIA et ANA).

Après analyse des résultats relatifs à cet essai, nous pouvons conclure que parmi les auxines testées (AIB, AIA et ANA), le traitement avec l'AIA 2500 et 5000, qui donnent les meilleurs résultats en matière de taux d'enracinement et de production de biomasse racinaire.

Références

- [1] Hogan L., (1978). Jojoba: new crop for arid regions of the world. *Crops Soils Mag.*, pp31, 9-18
- [2] Miwa T.K. et Spencer G.F., (1976). Composition of jojoba oil from nuts harvested at different geographical regions. In: Proc. 2nd Int. Conf. on Jojoba and its uses, 229-243, 10-12 Feb., CNCT 1976. Ensenada, Baja California Norte, Mexico.
- [3] Nelson J.M. et Bartels P.G., (1999). Irrigation effects on pinitol content of jojoba leaf blades and floral buds. *Ind. Crops Prod.*, 8, pp 159-165.
- [4] Wisniak J., (1987). The Chemistry and Technology of Jojoba Oil. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, Illinois, USA.
- [5] Dunstone R., et Begg J.E. (1983). Jojoba: A potential crops for Australia. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, 49, 51-59.
- [6] Mills D., Wenkart S. et Benzioni A., (1997). Micropropagation of *Simmondsia chinensis* (Jojoba). In: Bajaj Y.P.S., (ed.). *Biotechnology in Agriculture and Forestry, High-Tech and Micropropagation VI*. Springer-Verlag, Berlin, 40, 370-393.
- [7] Palzkill, D.A. and W.R. Feldman. (1993). Optimizing rooting of jojoba stem cuttings: effects of basal wounding, rooting medium and depth of insertion in medium. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 70: pp 1221-1224.
- [8] Botherin D. ET Bron G., (1989). Multiplication des plantes horticoles. Tech. et Doc., Ed. LAVOISIER (France), 212 p.
- [9] Chaussat R. Et Bigot C., (1980). La multiplication végétative des plantes supérieures. Collection BORDAS (Paris-France) pp 51-75.
- [10] Nemeth G., (1986). Induction of rooting. In: *Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol.1: Trees I* (ed. by Y.P.S. Bajaj). Springer Verlag, Berlin/Heidelberg.
- [11] Romano A., Noronha C., Martins-Loução M.A. (1992). Influence of growth regulators on shoot proliferation in *Quercus suber* L. - *Ann. Bot. (London)*, 70(6), 531-536.
- [12] Manzanera J.A., Pardos J.A. (1990). Micropropagation of juvenile and adult *Quercus suber* L. - *Plant Cell, Tissue Organ Cult.*, 21(1), 1-8.
- [13] Pevalek-Kozlina B. (1991). Microclonal propagation of common oak (*Quercus robur* L.). - *Acta Biol. (Zagreb)*, 16(1), 1-7.
- [14] Pevalek-Kozlina B., (1991). Clonal propagation of common oak (*Quercus robur* L.). - *Acta Hort.*, (289), 143-144.
- [15] El Kbiach, M. L. Lamarti, A. Abdali, A. Badoc A. (2002). Culture *in vitro* des bourgeons axillaires de chêne-liège (*Quercus suber* L.)- *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 141, pp 89-104.
- [16] Zhou, Y. (2002). A preliminary study on propagation by cutting of *Simmondsia chinensis* (in Chinese). *Plant Physiol. Communic.*, 38: pp 564-566.
- [17] Rugini E. (1984). *In vitro* propagation of some olive (*Olea europaea sativa* L.) cultivars with different root ability, and medium development using analytical data from developing shoots and embryos. *Sci. Hortic.* 24, p. 123-134.
- [18] Jacoboni A. (1989). Culture *in vitro*. *Olivae* 25, p. 31-34.
- [19] Choffe K.L., Murch S.J. et Saxena P.K., 2000. Regeneration of *Echinacea purpurea* : induction of root organogenesis from hypocotyl and cotyledon explants. *Plant Cell, Tissue and Organ culture*, 62: pp 227-234.
- [20] Al-Bahrany A.M., 2002. Effect of phytohormones on *in vitro* shoot multiplication and rooting of lime Citrus aurantifolia (Christm.) Swing. *Scientia Horticulturae*, 95: pp 285-295.
- [21] Andrade L.B., Echeverrigaray S., Fracaro F. Pauletti G.F. et Rota L., (1999). The effect of growth regulators on shoot propagation and rooting of common lavender (*Lavandula vera* DC). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 56: pp 79-83.
- [22] Starrantino A. et Caruso A., (1988). The *in vitro* culture technique for the micropropagation of citranges and trifoliate orange cv. Flying dragon. *Instituto 32 Sperimentale Perl Agrumicoltura*, Italy 17/18, pp 259-271.
- [23] Scarpa G.M., Milia M. et Satta M., 2000. The influence of growth regulators on proliferation and rooting of *in vitro* propagated myrtle. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 62: 175-179.
- [24] Monteuis O. et Bon M.C., (2000). Influence of auxins and darkness on *in vitro* rooting of micropropagated shoots from mature

- and juvenile *Acacia mangium*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 63: 173-177.
- [25] Baraldi R., Cohen J.D., Bertazza D. et Predieri S., (1993). Uptake and metabolism of indole-3-butyric acid during the *in vitro* rooting phase in pear cultivars (*Pyrus communis* L.). *Acta Horticulturae*.
- [26] Epstein E. et Ludwig-Müller J., (1993). Indole-3-butyric acid in plants: occurrence, synthesis, metabolism and transport. *Physiologia Plantarum*, 88: 382-389.
- [27] Kaldewey H., (1984). Transport and other modes of movements of hormones (mainly auxins). In *Encyclopedia of plant physiology*, New series, Vol 10, Hormonal Regulation of Development II (T.K. Scott, ed.), pp. 80-148. Springer- Verlag, Berlin.
- [28] Mc Cready C.C., (1963). Movement of growth regulators in plants. I. Polar transport of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in segments from the petioles of *Phaseolus vulgaris*. *New Phytol.* 62: 3-18.
- [29] Hartmann H.T., Kester D.E. et Davies F.T., (1990). *Plant propagation: principles and practices*, pp. 246-247. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. ISBN 0-13-681007-1.
- [30] Noiton D., Vine J.H. et Mullins M.G., (1992). Endogenous indole-3-acetic acid and abscisic acid in apple microcuttings in relation to adventitious root formation. *Plant Growth Regul.* 11: 63-67.
- [31] Wiesman Z., Riov J. et Epstein E., (1989). Characterization and rooting ability of indole-3-butyric acid conjugates formed during rooting of mung bean cuttings. *Plant Physiol.* 91: 1080-1084.