

TÌM HIỂU SỰ PHÁT SINH HÌNH THÁI RỄ TRONG NUÔI CÂY *IN-VITRO* CÂY NHÀU (*MORINDA CITRIFOLIA* L.)

Nguyễn Thị Ngọc Hương và Võ Thị Bạch Mai
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

TÓM TẮT: Nhou *Morinda citrifolia* L. là cây dược liệu quý, được dùng để chữa nhiều loại bệnh như mất ngủ, đau lưng, huyết áp cao... Các nghiên cứu gần đây trên thế giới cho thấy Nhou có khả năng hình thành rễ bất định trong nuôi cấy *in-vitro*. Với mục đích tìm hiểu sự phát sinh hình thái rễ ở cây Nhou, chúng tôi đã tiến hành các thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của một số loại auxin trên khả năng hình thành rễ ở trụ hạ diệp và lá Nhou. Kết quả cho thấy NAA 0,1 mg/l kích thích sự hình thành mô sẹo và rễ sơ khởi trên trụ hạ diệp và lá ở tuần 1, sau đó kéo dài các rễ này ở tuần 2. Kết quả đo hô hấp và hoạt tính của các chất điều hòa tăng trưởng thực vật cũng được thảo luận để làm rõ những thay đổi sinh lý trong sự hình thành rễ.

Từ khóa: *Morinda citrifolia* L., phát sinh hình thái rễ, chất điều hòa tăng trưởng thực vật nội sinh.

1. MỞ ĐẦU

Nhou là cây thân gỗ (hình 16), phân bố ở Trung Quốc, Ấn Độ, Việt Nam... Trong các bộ phận rễ, thân, lá, quả thì rễ Nhou có nhiều dược tính nhất. Nhiều xí nghiệp được trong nước và trên thế giới đã sản xuất thuốc viên và thuốc nước chiết xuất từ rễ Nhou để trị bệnh mất ngủ, đau lưng, huyết áp cao... Tuy nhiên, hiện nay phương pháp nhân giống cây chủ yếu là trồng từ hạt vì vậy để thu được sinh khối rễ phải mất nhiều thời gian. Vì vậy, trong bài này chúng tôi tiến hành phân tích sự thay đổi hình thái và sinh lý trong quá trình phát sinh rễ trực tiếp từ lá và trụ hạ diệp của cây nhằm phục vụ cho việc chiết xuất các hợp chất thứ cấp từ rễ cây thuốc này trong tương lai.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP:

2.1. Vật liệu:

Trụ hạ diệp từ cây Nhou (*Morinda citrifolia* L.) *in-vitro* 2 tháng tuổi nảy mầm từ hạt trên môi trường MS.

Lá cây Nhou *in-vitro* 2 tháng tuổi có nguồn gốc từ khúc cắt thân mang chồi nách được nuôi cấy trên môi trường MS có bổ sung BA 1mg/l.

2.2. Phương pháp:

Thí nghiệm sự tạo rễ bằng mảnh cắt lá

Các mảnh cắt lá dọc gân chính (kích thước 0,3 x 0,3 cm) được đặt trên môi trường MS có bổ sung các loại auxin khác nhau như IAA, IBA, NAA, 2,4-D ở nồng độ 0,1 mg/l. Khảo sát sự hình thành rễ sau 4 tuần.

Nuôi cấy lá và trụ hạ diệp

Lá Nhou *in-vitro* ở vị trí số 2 (tính từ ngọn xuống) có diện tích trung bình 230 mm² được cắt các vết cắt cách nhau 2 mm (10 vết/lá) dọc theo gân chính và đặt trên môi trường MS có bổ sung NAA từ 0 mg/l đến 1,5 mg/l.

Trụ hạ diệp được cắt thành đoạn có kích thước 1cm và đặt thẳng đứng trên môi trường MS có bổ sung NAA 0,1 mg/l.

Khảo sát sự hình thành mô sẹo và rễ sau 4 tuần nuôi cấy.

Quan sát hình thái giải phẫu:

Trụ hạ diệp và lá sau 1 tuần nuôi cấy trên môi trường MS có bổ sung NAA 0,1 mg/l được cắt ngang, nhuộm hai màu, quan sát dưới kính hiển vi và chụp ảnh.

Đo cường độ hô hấp:

Cường độ hô hấp của trụ hạ diệp và lá nuôi cấy trên môi trường MS có bổ sung NAA 0,1 mg/l được xác định tại các thời điểm 0 – 4 tuần bằng máy đo sự trao đổi khí (Hansatech) ở 28°C, trong tối. Kết quả thể hiện bằng lượng oxygen thoát ra/g trọng lượng tươi/ giờ.

Chiết xuất và xác định hoạt tính các chất điều hòa tăng trưởng thực vật:

Các chất điều hòa tăng trưởng thực vật nội sinh trong mẫu lá và trụ hạ diệp tại các thời điểm nuôi cấy khác nhau (trên môi trường MS có bổ sung NAA 0,1 mg/l) được chiết xuất và phân tích bằng phương pháp trên sắc kí bản mỏng Silicagel F₂₅₄ (Meidner, 1984; Bùi Trang Việt, 1992; Yokota và cộng sự, 1980), trong hệ dung môi là Chloroform: Metanol: Acid acetic (theo tỷ lệ 80:15:5), ở nhiệt độ 30°C.

Hoạt tính của IAA, Zeatin, GA₃ và ABA được xác định bằng các sinh trắc nghiệm (Nguyễn Thị Ngọc Lang, 1970, trong Bùi Trang Việt, 1989). Hoạt tính auxin và acid abscisic được đo bằng sinh trắc nghiệm với diệp tiêu lúa *Oryza sativa* L. Sự gia tăng về chiều dài diệp tiêu được đo sau 24 giờ, trong tối. Hoạt tính auxin tỷ lệ thuận với sự sai biệt chiều dài khúc cắt diệp tiêu so với chuẩn (dung dịch IAA 1,0 mg/l). Hoạt tính acid abscisic tỷ lệ nghịch với sự sai biệt chiều dài khúc cắt diệp tiêu so với chuẩn (dung dịch ABA 1,0 mg/l).

Hoạt tính cytokinin được đo bằng sinh trắc nghiệm với trụ diệp dưa chuột *Cucumis sativus* L..Hoạt tính cytokinin tỷ lệ thuận với sự sai biệt trọng lượng tươi của các trụ diệp so với chuẩn

(dung dịch Zeatin 1,0 mg/l) sau 24 giờ chiếu sáng.

Hoạt tính gibberellin được đo bằng sinh trắc nghiệm với cây mầm xà lách *Lactuca sativa* L..Hoạt tính gibberellin tỷ lệ thuận với sự sai biệt chiều dài trụ hạ diệp so với chuẩn (dung dịch GA₃ 10 mg/l) sau 4 ngày chiếu sáng.

Xử lý số liệu:

Các số liệu ghi nhận được xử lý thống kê bằng phần mềm Statistical Program Scientific System (SPSS) phiên bản 11.5 dành cho windows. Sự sai biệt có ý nghĩa ở mức $p = 0,05$.

3. KẾT QUẢ:**3.1. Ảnh hưởng của các loại auxin trên sự phát sinh mô sẹo và rễ cây Nhàu**

Trong thí nghiệm mảnh cắt lá Nhàu sau 4 tuần trên môi trường MS có bổ sung các loại auxin khác nhau như IAA, IBA, NAA, 2,4-D ở cùng nồng độ. Kết quả cho thấy ở môi trường có bổ sung NAA tỷ lệ tạo rễ, số lượng và trọng lượng rễ cao nhất. 2,4-D kích thích sự hình thành rễ nhưng ngăn cản sự kéo dài rễ. Ngược lại với 2,4-D, các loại auxin khác như IAA, IBA và NAA đều kích thích sự kéo dài rễ (bảng 1).

Bảng 1. Ảnh hưởng của các loại auxin trên sự tạo rễ ở mảnh cắt lá Nhàu *in-vitro* sau 4 tuần nuôi cấy.

Nghiệm thức	Tỷ lệ ra rễ (%)	Trọng lượng rễ (mg)	Chiều dài rễ (mm)	Số rễ
Đối chứng (MS)	0,0 ± 0,0 ^a	0,0 ± 0,0 ^a	0,0 ± 0,0 ^a	0,0 ± 0,0 ^a
MS + IAA 0,1 mg/l	71,4 ± 14,3 ^b	1,3 ± 0,1 ^{ab}	11,0 ± 1,0 ^b	1,5 ± 0,2 ^b
MS + IBA 0,1 mg/l	80,9 ± 4,8 ^b	2,5 ± 0,4 ^b	15,9 ± 3,0 ^b	1,6 ± 0,2 ^b
MS + NAA 0,1 mg/l	100,0 ± 0,0 ^c	10,0 ± 1,3 ^c	9,1 ± 1,1 ^b	3,4 ± 0,6 ^c
MS + 2,4-D 0,1 mg/l	61,7 ± 7,3 ^b	0,3 ± 0,1 ^b	1,0 ± 0,1 ^a	1,7 ± 0,3 ^b

Các số trung bình trong cột với các mẫu tự khác nhau a,b,c thì khác biệt có ý nghĩa ở mức 95%.

NAA ở nồng độ từ 0,1 mg/l đến 1,5 mg/l đều kích thích sự tạo rễ tại các vết cắt trên lá sau

4 tuần. Trên môi trường MS không bổ sung NAA, lá cũng tạo được các cụm rễ nhưng ít hơn lá trên môi trường có bổ sung chất này (bảng 2).

Bảng 2: Số cụm rễ từ lá *in-vitro* nuôi cấy trên các môi trường MS có bổ sung NAA ở các nồng độ khác nhau sau 4 tuần.

Nồng độ NAA (mg/l)	Số cụm rễ/1 lá (diện tích trung bình 230 mm) (sau 4 tuần)
0	$0,3 \pm 0,1^a$
0,1	$5,3 \pm 0,6^c$
0,5	$4,7 \pm 0,6^{bc}$
1	$3,9 \pm 0,5^b$
1,5	$4,3 \pm 0,4^{bc}$

Các số trung bình trong cột với các mẫu tự khác nhau a,b,c thì khác biệt có ý nghĩa ở mức 95%.

Ở tuần thứ 4, trên môi trường MS có bổ sung NAA 0,1 mg/l, ở trụ hạ diệp mô sẹo tạo được nhiều hơn ở lá trong khi khả năng kích thích sự kéo dài rễ lại thấp hơn (bảng 3).

Bảng 3: Tác động của NAA 0,1 mg/l trên sự phát sinh rễ từ lá và trụ hạ diệp của cây *in-vitro* sau 4 tuần nuôi cấy.

Vật liệu thực vật	Đường kính cụm mô sẹo (mm)	Chiều dài rễ (mm)
Trụ hạ diệp	$4,8 \pm 0,2$	$3,1 \pm 0,2$
Lá	$1,6 \pm 0,1$	$6,9 \pm 0,5$
T-Test	+	+

+, Các số trung bình trong cột khác biệt có ý nghĩa ở mức 95%.

-, Các số trung bình trong cột khác biệt có ý nghĩa ở mức 95%.

Bảng 4: Cường độ hô hấp ($\mu\text{mol O}_2/\text{g}$ trọng lượng tươi/giờ) của lá và trụ hạ diệp qua các tuần khi nuôi cấy trên môi trường MS có bổ sung NAA 0,1 mg/l

Vật liệu thực vật	Thời gian (tuần)				
	0	1	2	3	4
Lá	$5,7 \pm 0,6^a$	$13,0 \pm 0,8^c$	$18,7 \pm 0,8^d$	$20,8 \pm 1,3^d$	$13,7 \pm 0,8^c$
Trụ hạ diệp	$8,4 \pm 0,3^b$	$7,4 \pm 0,2^{ab}$	$13,7 \pm 0,6^c$	$4,9 \pm 0,6^a$	$6,0 \pm 1,5^{ab}$
T-Test	+	+	+	+	+

Các số trung bình trong hàng với các mẫu tự khác nhau a,b,c thì khác biệt có ý nghĩa ở mức 95%.

3.2. Sự thay đổi hình thái giải phẫu:

Ở lá và trụ hạ diệp, sự tạo rễ sơ khởi bắt đầu từ tuần 1 (hình 12, 14) và sự kéo dài rễ bắt đầu ở tuần 2 (hình 13, 15). Ở trụ hạ diệp, rễ bất định có nguồn gốc nội sinh từ trong chu luân (hình 12). Ở lá, rễ bất định có nguồn gốc từ nhu mô cạnh libe (có vị trí tương đồng với nhu mô chu luân ở trụ hạ diệp, hình 14). Một nhóm tế bào ở các mô này nằm gần libe trải qua sự phân chia song song với bề mặt và tạo thành rễ sơ khởi. Rễ sơ khởi tiếp tục phát triển, mọc xuyên qua vỏ và biểu bì. Rễ đạt cấu trúc hoàn chỉnh trước khi xuất hiện ra bên ngoài (hình 13, 15).

3.3. Sự thay đổi cường độ hô hấp:

Dưới tác động của NAA, cường độ hô hấp ở lá tăng sớm ở tuần 1, cao nhất ở tuần 2, 3 và giảm ở tuần 4, trong khi ở trụ hạ diệp có cường độ hô hấp tăng chậm hơn, bắt đầu tăng ở tuần 2 và sau đó giảm xuống (bảng 4).

+, Các số trung bình trong cột khác biệt có ý nghĩa ở mức 95%.

-, Các số trung bình trong cột khác biệt có ý nghĩa ở mức 95%.

3.4. Sự thay đổi hoạt tính các chất điều hòa tăng trưởng thực vật:

Dưới tác động của NAA 0,1 mg/l, hoạt tính zeatin nội sinh trong trụ hạ diệp và lá bắt đầu tăng ở tuần 1. Tuy nhiên sau đó, hoạt tính zeatin ở trụ hạ diệp giảm dần và thấp nhất ở tuần 4, trong khi lá vẫn tiếp tục duy trì hoạt tính chất này đến tuần 4. Hoạt tính IAA ở trụ hạ diệp tăng

mạnh ở tuần 1 và giảm thấp nhất ở tuần 4. Trong khi đó ở lá, hoạt tính IAA lại giảm mạnh ngay tuần 1, bắt đầu tăng ở tuần 2 và tiếp tục tăng cho đến tuần 4. Hoạt tính ABA tăng mạnh ở lá từ tuần 2 và giảm dần ở tuần 4. Hoạt tính ABA ở trụ hạ diệp thay đổi ít suốt 4 tuần nuôi cấy. Hoạt tính GA₃ ở trụ hạ diệp và lá đều tăng mạnh ở tuần 4 (bảng 5 và 6).

Bảng 5: Hoạt tính các chất điều hòa tăng trưởng thực vật trong trụ hạ diệp qua các tuần khi nuôi cấy trên môi trường MS có bổ sung NAA 0,1 mg/l

Thời gian (tuần)	0	1	2	4
Zeatin (mg/l)	0,46 ± 0,02 ^a	2,26 ± 0,23 ^c	1,58 ± 0,21 ^{cb}	0,22 ± 0,04 ^a
IAA (mg/l)	3,03 ± 0,37 ^b	4,36 ± 0,28 ^c	3,14 ± 0,39 ^b	1,71 ± 0,15 ^a
ABA (mg/l)	1,77 ± 0,00 ^a	3,40 ± 0,43 ^a	3,59 ± 0,65 ^a	3,70 ± 1,03 ^a
GA ₃ (mg/l)	17,33 ± 0,44 ^c	3,67 ± 1,03 ^a	4,23 ± 0,96 ^a	11,33 ± 0,23 ^b

Các số trung bình trong hàng với các mẫu tự khác nhau a,b,c thì khác biệt có ý nghĩa ở mức 95%.

Bảng 6: Hoạt tính các chất điều hòa tăng trưởng thực vật trong lá qua các tuần khi nuôi cấy trên môi trường MS có bổ sung NAA 0,1 mg/l

Thời gian (tuần)	0	1	2	4
Zeatin (mg/l)	1,42 ± 0,24 ^a	1,66 ± 0,09 ^{ab}	2,12 ± 0,13 ^b	2,07 ± 0,10 ^b
IAA (mg/l)	5,12 ± 0,11 ^c	2,57 ± 0,20 ^a	3,04 ± 0,29 ^a	3,91 ± 0,19 ^b
ABA (mg/l)	5,34 ± 0,77 ^{ab}	3,30 ± 0,33 ^a	7,15 ± 0,65 ^b	5,87 ± 0,65 ^b
GA ₃ (mg/l)	5,27 ± 0,92 ^a	3,70 ± 0,10 ^a	9,70 ± 0,49 ^b	15,87 ± 0,33 ^c

Các số trung bình trong hàng với các mẫu tự khác nhau a,b,c thì khác biệt có ý nghĩa ở mức 95%.

4. THẢO LUẬN

Trong nghiên cứu của chúng tôi, 2,4-D ở nồng độ thấp (0,1 mg/l) cũng kích thích sự tạo rễ nhưng hạn chế ở mức thấp nhất chiều dài rễ (bảng 1). Kết quả này phù hợp với nhận định của tác giả Mai Trần Ngọc Tiếng và cộng sự (1980) về vai trò của 2,4-D trong sự hình thành rễ bất định: 2,4-D là chất hủy hoại phản ứng oxyphosphoryl hóa tạo ATP nên có hại đến sự tổng hợp protein. Vì vậy, khi hiện diện nhiều trong rễ, chất này giành thực phẩm trọn vẹn cho sự phân bào nên cản sự kéo dài của rễ sơ khởi. NAA thường được sử dụng mang lại hiệu quả cao trong nuôi cấy *in-vitro* và *in-vivo* để kích thích ra rễ ở cành giâm (Võ Thị Bạch Mai, 2004), kết quả thí nghiệm cho thấy NAA cho tỷ lệ ra rễ, trọng lượng và số rễ cao hơn các loại auxin khác ở cùng nồng độ (bảng 1). Khi áp

dụng NAA trên 2 loại vật liệu trụ hạ diệp và lá của cây Nhàu, sự hình thành rễ sơ khởi bắt đầu ở tuần 1 và sự kéo dài rễ ở tuần 2.

Theo tác giả Mai Trần Ngọc Tiếng và cộng sự (1980), sự tạo rễ bất định thường trải qua 2 giai đoạn: giai đoạn tạo rễ sơ khởi từ vảy tế bào của chu luân, và giai đoạn kéo dài các rễ này. Trong nghiên cứu của chúng tôi, sự hình thành rễ bất định ở lá và trụ hạ diệp Nhàu cũng trải qua 2 giai đoạn như vậy.

Quá trình hô hấp cung cấp năng lượng và các tiền chất cho các quá trình sinh tổng hợp của tế bào (Taiz và Zeiger, 2002). Vì vậy, cường độ hô hấp ở lá tăng mạnh bắt đầu từ tuần 1 tương ứng với giai đoạn tạo sơ khởi. Ở trụ hạ diệp thời điểm này chậm hơn 1 tuần. Hô hấp ở lá tiếp tục tăng và duy trì đến tuần 3 và bắt đầu giảm nhẹ ở tuần 4, trong khi đó ở trụ hạ diệp, hô hấp giảm mạnh ở tuần 3 (bảng 4). Điều này cho thấy giai

đoạn hình thành rễ sơ khởi ở lá duy trì lâu hơn ở trụ hạ diệp. Vì vậy, lá có khả năng hình thành nhiều rễ hơn (hình 6 và 8).

Đối với trụ hạ diệp, hoạt tính IAA và zeatin gia tăng ở tuần 1 kích thích sự phân phân hóa và phân chia của các tế bào ở vùng chu luân, cường độ hô hấp tăng ngay sau đó tiếp tục thúc đẩy sự tạo rễ sơ khởi và kéo dài các rễ này (bảng 5). Khác với trụ hạ diệp, lá có sẵn nhiều auxin nội sinh (bảng 6) nên kích thích nhanh sự hình thành rễ sơ khởi ở tuần thứ 1 và ứng với sự gia tăng cường độ hô hấp. Hoạt tính zeatin gia tăng ở tuần 1 và tiếp tục duy trì giúp kéo dài giai đoạn tạo rễ sơ khởi ở lá (bảng 6). Chiều dài rễ ở trụ hạ diệp ngắn hơn ở lá do thời điểm giảm hoạt tính IAA ở lá sớm hơn (ngay ở tuần đầu tiên, bảng 6) ở trụ hạ diệp (ở tuần 4, hình 5). Điều này phù hợp với nhận xét về vai trò của auxin trong sự phát triển rễ bất định với 2 giai đoạn: giai đoạn 1 cần auxin ở nồng độ cao để tạo sơ khởi rễ và giai đoạn 2 cần auxin thấp để kéo dài rễ bởi tác giả Mai Trần Ngọc Tiếng, 1980.

Auxin kiểm soát sự tăng trưởng của rễ bằng cách hoạt hóa khả năng đáp ứng của tế bào với gibberellin. Ngoài ra, auxin rất cần thiết cho sự điều hòa kiểm soát của gibberellin trong sự tăng

trưởng rễ (Fu và Harberd, 2003). Vì vậy, ở lá Nhàu, hoạt tính IAA và GA₃ gia tăng cùng lúc đã kích sự kéo dài rễ sớm, và rễ từ lá có kích thước dài hơn rễ từ trụ hạ diệp ở tuần 4 (bảng 3). Ở trụ hạ diệp, sự giảm IAA ở tuần 4 đã phần nào hạn chế sự kéo dài rễ do GA₃ nội sinh gây ra.

5. KẾT LUẬN

Sự hình thành rễ bất định ở lá và trụ hạ diệp Nhàu trải qua 2 giai đoạn: giai đoạn tạo rễ sơ khởi từ vài tế bào của chu luân, và giai đoạn kéo dài các rễ sơ khởi này.

Ở cùng một nồng độ, cùng điều kiện (thời gian, nhiệt độ, ánh sáng), các loại auxin như IAA, IBA, NAA, 2,4-D đều kích thích sự tạo rễ ở mảnh cắt lá Nhàu. Tuy nhiên trên môi trường nuôi cấy có bổ sung NAA thì tỷ lệ tạo rễ, số lượng và trọng lượng rễ cao nhất.

Các mẫu nuôi cấy từ lá có tỷ lệ ra rễ, trọng lượng và số rễ cao nhất trên môi trường MS bổ sung NAA 0,1 mg/l.

Các mẫu nuôi cấy từ trụ hạ diệp trong môi trường MS bổ sung NAA 0,1 mg/l tạo rễ kém hơn ở lá, nhưng khả năng tạo sẹo tốt hơn.

STUDY ON ROOT MORPHOGENESIS *IN-VITRO* OF *MORINDA CITRIFOLIA* L.

Nguyen Thi Ngoc Huong and Vo Thi Bach Mai
University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT: *Morinda citrifolia* L. is a valuable medicinal plant, used to treat many diseases, such as sleeplessness, backache, high pressure... Recent studies show that *Morinda citrifolia* L. can regenerate adventitious roots in-vitro. To study the root morphogenesis in *Morinda citrifolia* L., we examined the effects of some auxin on regeneration of adventitious root in hypocotyl and leaf. The results showed that the concentration of 0,1mg/l NAA stimulated the formation of callus and primordia root in hypocotyl and leaf, in the first week, and the elongation of primordia root in the second week. Roles of respiration rate and endogenous hormones were discussed to understand the physiological changes in the formation of adventitious root.

Keywords: *Morinda citrifolia* L., root morphogenesis, endogenous hormones.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [15]. Võ Thị Bạch Mai, 2004. *Sự phát triển chồi và rễ*. NXB Đại học Quốc gia TP. HCM.
- [16]. Mai Trần Ngọc Tiếng, Nguyễn Thị Ngọc Lang, Đặng Vĩnh Thanh, Nguyễn Du Sanh, Bùi Trang Việt, 1980. *Kích Thích Tổ Giâm Cành. Phần II – Cơ chế tạo rễ bất định*. Thông báo khoa học, Đại học Tổng hợp TP. HCM, Số 4, 93-98.
- [17]. Bùi Trang Việt, 1989. *Tìm hiểu hoạt động của các chất điều hòa tăng trưởng thực vật trong hiện tượng rụng “bông” và “trái non” tiêu Piper nigrum L.* Luận án Phó tiến sĩ khoa học. Trường ĐH Tổng hợp TP. HCM
- [18]. Bùi Trang Việt, 1992. *Tìm hiểu hoạt động của các chất điều hòa tăng trưởng thực vật trong hiện tượng rụng “bông” và “trái non” tiêu (Piper nigrum L.)*. Tập san khoa học trường ĐH Tổng hợp, TP. HCM. Số 1:155-165.
- [19]. Favre J-M., 1997. *La Rhizogenèse*. Annales de l’université d’abidjan (France), 100p.
- [20]. Fu X., Harberd N. P., 2003. *Auxin promotes Arabidopsis root growth by modulating gibberellin response*. Nature 421, 740-743.
- [21]. Taiz L. and Zeiger E., 2002. *Plant physiology*. 3th edition, Sinauer Associates.