

#### IV. KẾT LUẬN

Môi trường MS bổ sung 2,0 mg/l BAP và 0,5 mg/l NAA (TC2) ảnh hưởng tốt tới các chỉ tiêu theo dõi trong quá trình tái sinh chồi trực tiếp từ đỉnh sinh trưởng và mầm ngủ của cây khoai sọ Củ Cang, tỷ lệ mẫu sạch tạo chồi đạt 77,36%, số chồi trung bình/mẫu đạt 1,07 chồi/mẫu.

Môi trường MS bổ sung 2,0 mg/l BAP và 0,2 mg/l NAA (NN2) hoặc 0,4mg/l NAA (NN3) ảnh hưởng tốt các chỉ tiêu theo dõi trong quá trình nhân nhanh chồi khoai sọ Củ Cang *in vitro*, tỷ lệ mẫu tạo chồi đạt 71,41% (NN2) và 70,38% (NN3), số chồi/mẫu đạt 1,11 (NN2) và 1,00 (NN3), hệ số nhân chồi đạt 4,45 (NN2) và 4,02 (NN3).

Môi trường MS bổ sung 0,5 mg/l NAA và 0,3 mg/l IBA (RR3) ảnh hưởng tốt khả năng tạo rễ cây khoai sọ Củ Cang *in vitro*, tỷ lệ mẫu sạch tạo rễ đạt 81,14%, số rễ trung bình/mẫu đạt 9,8.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Trần Thị Lệ, Trần Thị Triệu Hà, 2011. Nghiên cứu quy

trình nhân giống *in vitro* một số giống khoai sọ. *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*, (67): 44-50.

Ding M., Tang D., & Hang D., 2009. Study on *in vitro* tuberization of *Colocasia esculenta* var. *antiuorum* cv. 'Xiang-su-yu' and related factors. *Journal of Shanghai Jiaotong University - Agricultural Science*, 27(4): 389-393.

Murashige T., Skoog F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*, (15): 473-497.

Miao J., Bai X., Jiang X., & Zhao J., 2004. Effects of growth regulators on rapid propagation of virus-free plantlets of taro. *Journal of Anhui Agricultural University*, 31(4): 466-468.

Sant R., Taylor M., & Tyagi A., 2006. Cryopreservation of *in vitro*-grown shoot-tips of tropical taro (*Colocasia esculenta* var. *esculenta*) by vitrification. *CryoLetters*, 27(3): 133-142.

Tang Q., Niu Y., Wang Z., Wang X., Song M., & Li Q., 2006. Study on effect of hormone, LH and carbon source in taro buds subculture. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 19(5): 928-930.

### *In vitro* propagation of Cu Cang taro variety at Tay Bac University

Doan Thi Thuy Linh

#### Abstract

This study aim to propagate Cu Cang taro variety from apical buds by *in vitro*. The results showed that MS medium supplemented with 2.0 mg/l BAP and 0.5 mg/l NAA was best for bud regeneration; the rate of samples generating bud reached 77.36%; the average number of buds/sample reached 1.07. MS medium supplemented with 2.0 mg/l BAP and 0.2 mg/l NAA (NN2) or 0.4 mg/l NAA (NN3) showed high efficiency of taro shoot propagation; the rate of samples generating bud reached 71.41% (NN2) and 70.38% (NN3), the number of buds/sample was 1.11 (NN2) and 1.00 (NN3), shoot multiplication coefficient reached 4.45 (NN2) and 4.02 (NN3). MS medium supplemented with 0.5 mg/l NAA and 0.3 mg/l IBA (RR3) was good for generating taro roots *in vitro*; the ratio of rooting clean samples reached 81.14% rooting, and the average number of roots/sample was 9.8.

**Keywords:** Cu Cang taro variety (*Colocassia esculenta* L. Schott), *in vitro* propagation, Tay Bac University

Ngày nhận bài: 15/02/2020

Ngày phản biện: 22/02/2020

Người phản biện: TS. Nguyễn Thị Lan Hoa

Ngày duyệt đăng: 27/02/2020

## NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC VÀ ĐÁNH GIÁ *IN SILICO* BIỂU HIỆN CỦA HỌ GEN MÃ HÓA TIỂU PHẦN NUCLEAR FACTOR-YB Ở CÂY RAU DẼN

Lê Thị Ngọc Quỳnh<sup>1</sup>, Chu Đức Hà<sup>2</sup>

### TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, thông tin về tiểu phần Nuclear factor-YB (NF-YB) ở cây rau dền (*Amaranthus hypochondriacus*) đã được phân tích một cách toàn diện thông qua các công cụ tin sinh học. Kết quả đã xác định được tổng số 16 thành viên trong họ NF-YB ở *A. hypochondriacus*. Phân tích cấu trúc cho thấy họ NF-YB có kích thước dao động từ 51 đến 328 axit amin, tương ứng với trọng lượng từ 5,58 đến 35,88 kilo Dalton. Giá trị điểm đẳng điện của NF-YB ở rau dền nằm trong khoảng từ axit (4,09) đến bazơ (9,95). Sơ đồ hình cây cho thấy NF-YB có sự tương đồng về cấu trúc vùng bảo thủ, với 3 miền chức năng riêng biệt. Đánh giá dữ liệu biểu hiện cho thấy họ gen mã

<sup>1</sup> Bộ môn Công nghệ Sinh học, Khoa Hóa và Môi trường, Đại học Thủy lợi; <sup>2</sup> Viện Di truyền Nông nghiệp

hóa NF-YB được tăng cường biểu hiện ở ít nhất 1 cơ quan trên cây rau dền. Trong đó, 4 gen, *AHYPO\_001076-RA*, *AHYPO\_003409-RA*, *AHYPO\_013452-RA* và *AHYPO\_014999-RA* biểu hiện rất mạnh ở vị trí lá, rễ, thân và hoa. Kết quả của nghiên cứu này đã cung cấp những hiểu biết mới về họ NF-Y nói chung trên cây rau dền.

**Từ khóa:** Nuclear factor-YB, rau dền, biểu hiện gen, cấu trúc, tin sinh học

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Yếu tố nhân-Y (Nuclear factor-Y, NF-Y) là một nhóm nhân tố phiên mã cơ bản xuất hiện ở hầu hết các loài trong sinh giới. Ở thực vật, họ gen mã hóa NF-Y tham gia vào cơ chế đáp ứng bất lợi và đóng vai trò quan trọng trong điều hòa các hoạt động trao đổi chất và năng lượng (Chu *et al.*, 2018). Về mặt cấu tạo, NF-Y gồm 3 tiểu phần riêng biệt NF-YA, NF-YB và NF-YC, trong đó, NF-YB là nhóm chứa nhiều thành viên nhất và có chức năng bám trên ADN, tương tác với 2 tiểu phần còn lại.

Gần đây, nghiên cứu về NF-Y đã thu hút được sự chú ý của các nhà khoa học, như CaNF-Y trên *Cicer arietinum* (Chu *et al.*, 2018), CsNF-Y trên *Camellia sinensis* (Wang *et al.*, 2019) và MeNF-Y trên *Manihot esculenta* (Chu Đức Hà và *ctv.*, 2017; He *et al.*, 2020). Tuy nhiên, chưa có ghi nhận nào về NF-Y trên *Amaranthus hypochondriacus* ( $2n = 32$ ), một loài cây rau xanh giàu dinh dưỡng thuộc họ Dền (Sunil *et al.*, 2014).

Trong nghiên cứu này, tiểu phần NF-YB ở *A. hypochondriacus* đã được tìm hiểu một cách toàn diện, bao gồm sàng lọc, định danh, phân tích đặc điểm cấu trúc, xây dựng sơ đồ hình cây và đánh giá biểu hiện gen. Kết quả của nghiên cứu này đã cung cấp những hiểu biết mới về tiểu phần NF-YB ở *A. hypochondriacus* và làm rõ thêm vai trò của nhóm NF-Y ở thực vật.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Dữ liệu hệ gen, hệ protein và hệ phiên mã của giống rau dền AhG2s (Sunil *et al.*, 2014) được khai thác trên Phytozome (Goodstein *et al.*, 2012).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp sàng lọc NF-YB: Trình tự của các CaNF-YB ghi nhận ở *C. arietinum* (Chu *et al.*, 2018), CsNF-YB trên *C. sinensis* (Wang *et al.*, 2019) và MeNF-YB trên *M. esculenta* (Chu Đức Hà và *ctv.*, 2017; He *et al.*, 2020) được truy vấn bằng thuật toán BlastP trên hệ tham chiếu của *A. hypochondriacus* (Sunil *et al.*, 2014). Các kết quả có độ tin cậy cao được lựa chọn và sàng lọc lại trên Pfam (El-Gebali *et al.*, 2019).

- Phương pháp phân tích đặc tính cấu trúc NF-YB: Trình tự protein của các NF-YB ở *A. hypochondriacus* được truy vấn trên ExPaSY Protparam (Artimo *et al.*, 2012) theo các bước được mô tả trong nghiên cứu trước đây (Chu *et al.*, 2018). Trong đó, dữ liệu về kích thước (axit amin, aa), trọng lượng (kilo Dalton, kDa), điểm đẳng điện (pI), độ ưa nước trung bình (GRAVY) và độ bất ổn định được phân tích (Artimo *et al.*, 2012).

- Phương pháp xây dựng sơ đồ hình cây của NF-YB: Thuật toán Neighbor-Joining được sử dụng để xây dựng sơ đồ hình cây giữa các NF-YB ở *A. hypochondriacus* trên MEGA theo mô tả trong nghiên cứu trước đây (Chu *et al.*, 2018). Giá trị bootstrap giữa các nhánh trên sơ đồ hình cây là 1000. Vùng tương đồng của NF-YB được phân tích từ ClustalX.

- Phương pháp đánh giá *in silico* biểu hiện gen mã hóa NF-YB: Dữ liệu biểu hiện của gen mã hóa NF-YB được khai thác từ hệ phiên mã ở 4 mẫu mô, bao gồm rễ, thân, lá và hoa của loài *A. hypochondriacus* (Sunil *et al.*, 2014) trên Phytozome (Goodstein *et al.*, 2012). Sau đó, số liệu biểu hiện gen được chuyển về  $\log_2$  để có dạng phân phối chuẩn, thể hiện kết quả qua biểu đồ nhiệt heatmap bằng ngôn ngữ R.

### 2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện từ tháng 9/2019 đến tháng 02/2020 tại Bộ môn Sinh học phân tử, Viện Di truyền Nông nghiệp và Bộ môn Công nghệ Sinh học, Khoa Hóa và Môi trường, Đại học Thủy lợi.

## III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Xác định và phân tích đặc tính cấu trúc của tiểu phần NF-YB ở rau dền

Để tìm kiếm các thành viên trong họ NF-YB ở rau dền, các CaNF-YB đã biết ở *C. arietinum* (Chu *et al.*, 2018), CsNF-YB trên *C. sinensis* (Wang *et al.*, 2019) và MeNF-YB trên *M. esculenta* (Chu Đức Hà và *ctv.*, 2017; He *et al.*, 2020) được sử dụng làm trình tự truy vấn trên hệ tham chiếu của *A. hypochondriacus* (Sunil *et al.*, 2014). Kết quả đã sàng lọc được tổng số 16 ứng viên (với độ tin cậy E-value  $\leq 1e-10$ ) trong hệ protein của *A. hypochondriacus* có cấu trúc tương đồng với NF-YB đã biết ở thực vật. Trước đây, 21 thành viên của họ *CaNF-YB* đã được tìm ra trên *C. arietinum* (Chu *et al.*, 2018), trong khi lần lượt

15 và 17 gen mã hóa tiểu phần NF-YB đã được xác định trên *C. sinensis* (Wang *et al.*, 2019) và MeNF-YB trên *M. esculenta* (Chu Đức Hà và *ctv.*, 2017; He *et al.*, 2020). Điều đó cho thấy NF-YB được mã hóa

bởi họ đa gen, với số lượng thành viên rất đa dạng giữa các loài thực vật, tương tự như quan điểm trước đây (Chu *et al.*, 2018).

**Bảng 1.** Thông tin về tiểu phần NF-YB ở *A. hypochondriacus*

TT	Mã định danh	Kích thước	Trọng lượng	pI	GRAVY	Độ bất ổn định
1	AHYPO_001076-RA	177	19,17	7,06	-0,79	49,28
2	AHYPO_002020-RA	234	25,49	6,22	-0,78	35,52
3	AHYPO_003409-RA	158	17,52	4,35	-0,59	41,77
4	AHYPO_005727-RA	181	21,11	8,21	-0,72	40,64
5	AHYPO_005990-RA	51	5,73	9,44	-0,86	24,89
6	AHYPO_006852-RA	51	5,58	9,95	-0,68	27,89
7	AHYPO_007401-RA	51	5,60	8,79	-0,72	23,38
8	AHYPO_011663-RA	158	18,22	6,86	-1,04	42,97
9	AHYPO_013452-RA	192	21,57	4,09	-1,15	63,42
10	AHYPO_014507-RA	256	28,15	4,48	-0,63	46,93
11	AHYPO_014999-RA	181	18,99	6,79	-0,65	26,93
12	AHYPO_017335-RA	153	17,42	5,39	-0,70	35,52
13	AHYPO_018257-RA	132	14,88	5,97	-0,70	31,80
14	AHYPO_019533-RA	163	18,90	8,17	-0,75	35,03
15	AHYPO_022882-RA	328	35,88	5,54	-0,37	58,36
16	AHYPO_023009-RA	51	5,60	9,44	-0,56	27,89

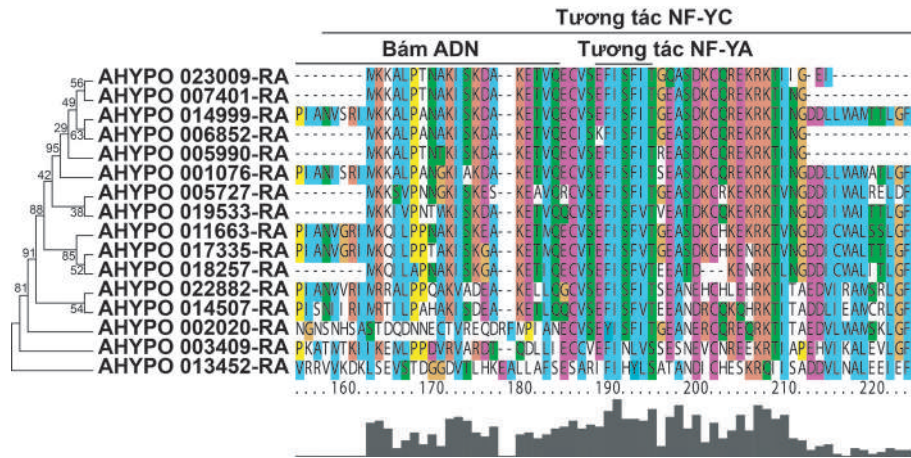
Để hiểu rõ hơn về tiểu phần NF-YB ở *A. hypochondriacus*, một số đặc tính cấu trúc liên quan đến tính lý hóa của protein đã được xem xét. Kích thước của NF-YB ở rau dền dao động từ 51 đến 328 aa, tương đương 5,58 đến 35,88 kDa (Bảng 1). Phân tích điểm đẳng điện cho thấy NF-YB có dải phân bố từ axit (9 thành viên), trung tính (1 thành viên) và bazơ (6 thành viên) (Bảng 1). Đáng chú ý, tất cả NF-YB ở *A. hypochondriacus* có độ ưa nước < 0 (Bảng 1), chứng tỏ các protein này đều ưa nước, tương tự như tiểu phần NF-YB ở những loài thực vật khác (Chu *et al.*, 2018; He *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2019). Cấu trúc của 9 thành viên của họ NF-YB ở rau dền có tính ổn định (độ bất ổn định < 40), trong khi các protein còn lại đều kém ổn định, điều này cho thấy chúng có thể kết hợp với tiểu phần NF-YA và NF-YC để tạo thành phức hợp TF NF-Y tham gia vào điều hòa biểu hiện gen.

**3.2. Xây dựng sơ đồ hình cây và phân tích vùng bảo thủ của NF-YB ở rau dền**

Xây dựng sơ đồ hình cây cho phép đưa ra các giả thuyết về sự tương đồng về mặt cấu trúc giữa các phân tử, từ đó dự đoán chức năng mà chúng chia sẻ nhau. Kết quả cho thấy hầu hết các NF-YB ở rau dền đều tập trung trong cùng 1 phân nhóm chính, với cấu

trúc có độ tương đồng cao (Hình 1). Ba thành viên còn lại, AHYPO\_002020-RA, AHYPO\_003409-RA và AHYPO\_013452-RA nằm ở các nhánh xa trên sơ đồ hình cây (Hình 1). Các NF-YB trên cùng 1 nhánh đều chia sẻ đặc tính cấu trúc giống nhau, suy ra chúng có thể có những chức năng tương tự nhau, ví dụ như AHYPO\_023009-RA và AHYPO\_007401-RA xếp chung nhánh, đều có 51 aa với trọng lượng 5,6 kDa, có tính bazơ, ưa nước và ổn định (Hình 1, Bảng 1).

Để làm rõ hơn về mức độ tương đồng cấu trúc của họ NF-YB ở *A. hypochondriacus*, vùng bảo thủ của 16 thành viên được căn trình tự theo ClustalX và sắp xếp theo thứ tự trên sơ đồ hình cây. Tất cả các NF-YB ở *A. hypochondriacus* đều có vùng bảo thủ bao gồm 3 miền chức năng (nhận biết và bám trên ADN, tương tác với tiểu phần NF-YA và tương tác với tiểu phần NF-YC) (Hình 1). Trước đây, cấu trúc vùng bảo thủ gồm 3 phân vùng này ở họ NF-YB cũng đã được ghi nhận trên một số loài thực vật, như *C. arietinum* (Chu *et al.*, 2018), *C. sinensis* (Wang *et al.*, 2019) và *M. esculenta* (He *et al.*, 2020). Những kết quả này cho thấy các họ NF-YB ở thực vật mặc dù có sự đa dạng về cấu trúc nhưng vùng bảo thủ gồm 3 miền luôn có sự tương đồng nhau giữa các loài.

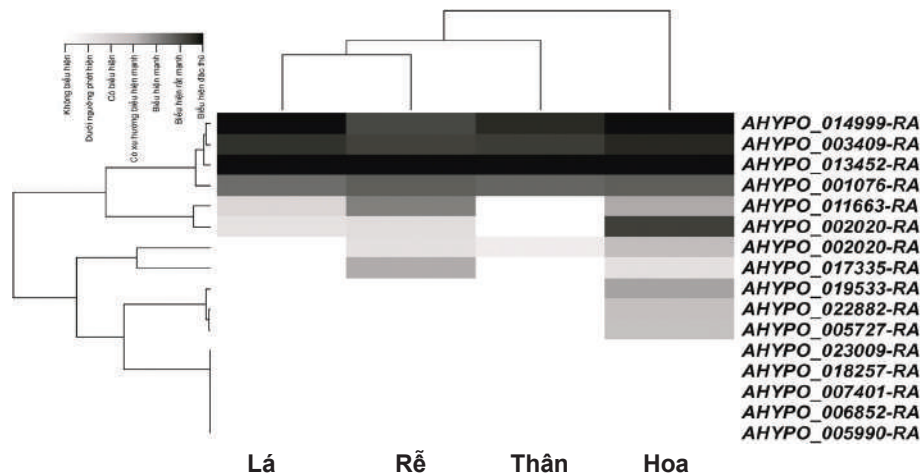


Hình 1. Sơ đồ hình cây và cấu trúc vùng bảo thủ của NF-YB ở rau dền

### 3.3. Phân tích *in silico* mức độ biểu hiện của gen mã hóa NF-YB ở rau dền

Để bước đầu đưa ra những dự đoán về chức năng của NF-YB ở *A. hypochondriacus*, mức độ phiên mã của các gen mã hóa NF-YB đã được phân tích từ việc khai thác dữ liệu biểu hiện ở các mô cơ quan chính (Sunil *et al.*, 2014). Phần lớn các gen mã hóa NF-YB có mức độ phiên mã mạnh ở ít nhất một cơ quan chính, ngoại trừ 5 gen (*AHYPO\_005990-RA*, *AHYPO\_006852-RA*, *AHYPO\_007401-RA*, *AHYPO\_018257-RA* và *AHYPO\_023009-RA*)

hầu như không có biểu hiện ở tất cả 4 mẫu mô (Hình 2). Đặc biệt, 4 gen, bao gồm *AHYPO\_001076-RA*, *AHYPO\_003409-RA*, *AHYPO\_013452-RA* và *AHYPO\_014999-RA* được xác định có xu hướng biểu hiện mạnh và đặc thù ở tất cả các cơ quan, gợi ý vai trò quan trọng của các gen này trong họ NF-YB trong cây (Hình 2). Thêm vào đó, gen *AHYPO\_002020-RA* được ghi nhận có biểu hiện mạnh ở hoa. Như vậy, các dẫn liệu này đã chỉ ra rằng tiểu phần NF-YB có thể đóng vai trò quan trọng trong trao đổi chất ở các cơ quan chính trên cây rau dền.



Hình 2. Dữ liệu biểu hiện của họ gen mã hóa tiểu phần NF-YB ở cây rau dền

## IV. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

### 4.1. Kết luận

Đã xác định được 16 thành viên của họ NF-YB ở cây rau dền. Các protein này có kích thước và trọng lượng phân tử đa dạng, với giá trị điểm đẳng điện dao động trong khoảng axit - trung tính - bazơ và có tính ưa nước.

Mười ba thành viên của tiểu phần NF-YB xếp chung nhánh trên sơ đồ hình cây với sự tương đồng

về mặt cấu trúc. Các NF-YB ở rau dền được đặc trưng bởi ba phân vùng bảo thủ liên quan đến khả năng bám ADN, tương tác với tiểu phần NF-YA và tương tác với tiểu phần NF-YC.

Mười một các gen mã hóa NF-YB có biểu hiện mạnh ở một bộ phận chính trên cây rau dền. Đã xác định được 4 gen *AHYPO\_001076-RA*, *AHYPO\_003409-RA*, *AHYPO\_013452-RA* và *AHYPO\_014999-RA* biểu hiện rất mạnh ở các mô cơ quan chính trên cây.

## 4.2. Đề nghị

Cần tiếp tục nghiên cứu về cơ chế nhân rộng của họ gen mã hóa NF-YB ở cây rau dền nhằm đưa ra giả thuyết về vai trò của những gen lập liên quan đến tính chống chịu bất lợi.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Chu Đức Hà, Lê Thị Thảo, Lê Quỳnh Mai, Phạm Thị Lý Thu, 2017. Xác định các gen mã hóa Nuclear factor-YB trên sắn (*Manihot esculenta* Crantz) bằng công cụ tin sinh học. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 33 (1S): 133-137.
- Artimo, P., Jonnalagedda, M., Arnold, K., Baratin, D., Csardi, G., de Castro, E., Duvaud, S., Flegel, V., Fortier, A., Gasteiger, E., Grosdidier, A., Hernandez, C., Ioannidis, V., Kuznetsov, D., Liechti, R., Moretti, S., Mostaguir, K., Redaschi, N., Rossier, G., Xenarios, I., Stockinger, H., 2012. ExPASy: SIB bioinformatics resource portal. *Nucleic Acids Res*, 40 (Web Server issue): W597-603.
- Chu, H. D., Nguyen, K. H., Watanabe, Y., Le, D. T., Pham, T. L. T., Mochida, K., Tran, L. P., 2018. Identification, structural characterization and gene expression analysis of members of the Nuclear factor-Y family in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dehydration and abscisic acid treatments. *Int. J. Mol. Sci.*, 19 (11): 3290.
- El-Gebali, S., Mistry, J., Bateman, A., Luciani, A., Potter, S. C., Qureshi, M., Richardson, L. J., Salazar, G. A., Smart, A., Sonnhammer, E. L. L., Hirsh, L., Paladin, L., Piovesan, D., Tosatto, S. C. E., Finn, R. D., 2019. The Pfam protein families database in 2019. *Nucleic Acids Res*, 47 (D1): D427-D432.
- Goodstein, D. M., Shu, S., Howson, R., Neupane, R., Hayes, R. D., Fazo, J., Mitros, T., Dirks, W., Hellsten, U., Putnam, N., Rokhsar, D. S., 2012. Phytozome: A comparative platform for green plant genomics. *Nucleic Acids Res*, 40 (Database issue): D1178-D1186.
- He, X., Liu, G., Li, B., Xie, Y., Wei, Y., Shang, S., Tian, L., Shi, H., 2020. Functional analysis of the heterotrimeric NF-Y transcription factor complex in cassava disease resistance. *Annals Bot*, 124 (7): 1243.
- Sunil, M., Hariharan, A. K., Nayak, S., Gupta, S., Nambisan, S. R., Gupta, R. P., Panda, B., Choudhary, B., Srinivasan, S., 2014. The draft genome and transcriptome of *Amaranthus hypochondriacus*: A C4 dicot producing high-lysine edible pseudo-cereal. *DNA Res*, 21 (6): 585-602.
- Wang, P., Zheng, Y., Guo, Y., Chen, X., Sun, Y., Yang, J., Ye, N., 2019. Identification, expression, and putative target gene analysis of nuclear factor-Y (NF-Y) transcription factors in tea plant (*Camellia sinensis*). *Planta*, 250 (5): 1671-1686.

## Study on the structure and *in silico* expression analysis of genes encoding nuclear factor-YB in amaranth

Le Thi Ngọc Quỳnh, Chu Duc Ha

### Abstract

In this study, the information of the Nuclear factor-YB (NF-YB) in *Amaranthus hypochondriacus* has been comprehensively analyzed based on various bioinformatics approaches. A total of 16 members has been found in the NF-YB family in *A. hypochondriacus* database. Our structural analysis revealed that the sizes of NF-YBs ranged from 51 to 328 residues, while their molecular masses were varied from 5.58 to 35.88 kilo Dalton. The scores of the isoelectric points were found from the acidic (4.09) to base (9.95). The unrooted phylogenetic tree showed that NF-YBs share the conserved domain, which consists 3 distinct sub-domains. Data mining of the transcriptome atlas indicated that the genes encoding NF-YB are highly induced in at least 1 organ. Among them, 4 genes, including *AHYPO\_001076-RA*, *AHYPO\_003409-RA*, *AHYPO\_013452-RA* and *AHYPO\_014999-RA* are noted to exclusively express in leaves, roots, stems and floral. Taken together, our results could contribute to the understanding of the NF-Y transcription factor in *A. hypochondriacus*.

**Keywords:** Nuclear factor-YB, *Amaranthus hypochondriacus*, expression profile, structure, bioinformatics

Ngày nhận bài: 13/02/2020

Ngày phản biện: 22/02/2020

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Thanh Hải

Ngày duyệt đăng: 27/02/2020