

## XÁC ĐỊNH GENE MÃ HÓA PHOSPHOENOLPYRUVATE CARBOXYLASE KINASE TRONG CÂY *Mesembryanthemum crystallinum*

Hoàng Thị Kim Hồng<sup>1\*</sup>, Nguyễn Văn Phú Biền<sup>1</sup>, Ngô Thị Minh Thu<sup>1</sup>, Ngô Thị Bảo Châu<sup>1</sup>,  
Phạm Thị Hồng Trang<sup>1</sup>, Đặng Thanh Long<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

<sup>2</sup> Viện Công nghệ sinh học, Đại học Huế

\*Email: hkhong@hueuni.edu.vn

### TÓM TẮT

Phosphoenolpyruvate cacboxylase kinase (PEPCK) là enzyme xúc tác cho phản ứng chuyển hóa oxaloacetate (OAA) thành phosphoenolpyruvate (PEP), do vậy PEPCK đóng một vai trò hết sức quan trọng trong quá trình điều hòa con đường cố định CO<sub>2</sub> vào ban đêm theo chu trình Hatch-Slack của thực vật CAM (crassulacean acid metabolism). Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành tách dòng và xác định trình tự gene mã hóa PEPCK (ký hiệu là SNIKV) từ lá cây *Mesembryanthemum crystallinum* (Ice plant) trồng ở Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cho thấy gene này có độ dài 840 bp, mã hóa chuỗi polypeptide chứa 279 amino acid khác nhau. So sánh trình tự gene mã hóa PEPCK của cây *M. crystallinum* khi trồng ở Việt Nam trong nghiên cứu của chúng tôi với gene SNIK đã được công bố trên ngân hàng gene với số đăng ký AF158091 cho thấy mức độ tương đồng giữa hai gene này là 100%.

**Từ khóa:** CAM (crassulacean acid metabolism), gene SNIK, *M. crystallinum*, phosphoenolpyruvate carboxylase kinase (PEPCK).

### 1. MỞ ĐẦU

*Mesembryanthemum crystallinum* được xem là một loài thực vật đặc trưng mang đặc tính trung gian của nhóm thực vật C3 và CAM [1, 4,10]. Từ thế kỷ XV đến XVII, loại cây này đã được một số nhà khoa học trên thế giới đưa về trồng và nghiên cứu trong điều kiện tự nhiên ở một số vùng thuộc Bắc Mỹ. Đến năm 1985, loài cây này đã được du nhập về trồng và được nghiên cứu ở một số nơi ở Nhật Bản. Hiện nay, *M. crystallinum* đã được trồng ở Úc, quanh Địa Trung Hải, dọc theo bờ biển miền Tây nước Mỹ, Mexico, Chile và vịnh Caribe [1, 5]. Một số nghiên cứu trước đây cho thấy trong chu kỳ sống của *M. crystallinum*, ở giai đoạn sinh trưởng dinh dưỡng, cây thường quang hợp theo cơ chế của nhóm thực vật C3 và cố định CO<sub>2</sub> theo chu trình Calvin [2].

Tuy nhiên, trong giai đoạn sinh trưởng sinh sản nó thường cố định CO<sub>2</sub> theo cơ chế của thực vật CAM. Vào thời điểm này, khí khổng của *M. crystallinum* sẽ đóng lại vào ban ngày để chống tình trạng mất nước, nhưng vào ban đêm khí khổng của chúng thường được mở ra để hấp thụ CO<sub>2</sub> và cây *M. crystallinum* sẽ tiến hành cố định CO<sub>2</sub> theo chu trình CAM. Trong chu trình này, phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPC) xúc tác cho phản ứng kết hợp giữa phosphoenolpyruvate (PEP) với HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> để tạo ra oxaloacetate (OAA) và phosphate vô cơ (Pi), sau đó OAA bị khử thành acid malic tích lũy trong không bào [3.12]. Phosphoenolpyruvate carboxylase có tính kết hợp mạnh với CO<sub>2</sub> nên trong loại cây này, khí khổng không cần mở rộng toàn diện mà cây vẫn hấp thụ nhiều CO<sub>2</sub>, nhờ vậy làm giảm sự thoát hơi nước điều này rất quan trọng cho thực vật ở vùng khô hạn. Ban ngày, acid malic sẽ decarboxyl hoá để tạo CO<sub>2</sub> và acid pyruvic hoặc OAA. Lượng CO<sub>2</sub> này tiếp tục tham gia vào chu trình Calvin để tạo tinh bột còn acid pyruvic hoặc OAA sẽ được chuyển hóa tạo thành PEP và khép kín chu trình [14, 17, 19].

Phản ứng chuyển hóa giữa PEP và OAA là một phản ứng thuận nghịch trong đó PEPC xúc tác cho phản ứng chuyển hóa PEP để tạo thành OAA, trong khi đó phosphoenolpyruvate carboxylase kinase (PEPCK) là enzyme xúc tác cho phản ứng ngược lại trong quá trình chuyển hóa OAA thành PEP, do vậy PEPC và PEPCK là hai enzyme chính cùng hiện diện trong con đường cố định CO<sub>2</sub> theo chu trình Hatch-Slack, trong đó PEPCK đóng một vai trò hết sức quan trọng đối với cơ chế điều hòa sự hình thành và tích lũy acid malic trong quang hợp ở thực vật CAM nói chung và của *M. crystallinum* nói riêng. Quá trình chuyển hóa acid malic vào ban ngày sẽ tạo ra sản phẩm hữu cơ đồng thời cung cấp CO<sub>2</sub> cho cây tiến hành quang hợp để tích lũy chất khô và một số hợp chất thứ cấp. Nhờ cơ chế đặc biệt này mà *M. crystallinum* vẫn có thể tồn tại và thích nghi được với khí hậu khắc nghiệt của những vùng đất khô hạn. Ngoài ra *M. crystallinum* còn là một loại rau rất có giá trị thương mại trên thị trường Nhật Bản, chúng thường được làm các loại rau xào hay salad rất được ưa chuộng trong các nhà hàng, khách sạn...

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả đạt được trong quá trình tách dòng và đọc trình tự gene *SNIKV* mã hóa PEPCK từ lá cây *M. crystallinum* lần đầu tiên được gieo trồng trong điều kiện tự nhiên ở Việt Nam.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu

Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu này là hạt giống cây *M. crystallinum* do trường Đại học Kagawa (Nhật Bản) cung cấp. Hạt được gieo trồng theo phương pháp đã công bố trước đây (Hong và cộng sự (cs), 2013). Các đoạn mồi SNIKF và SNIKR được tổng hợp và cung cấp từ công ty Phù Sa Biochem., Việt Nam.

Vector tạo dòng pGEM<sup>®</sup>-T Easy (Promega), GoTaq Green Master Mix 2× (2,4 mM dNTP mỗi loại, 0,3 đơn vị Taq DNA polymerase, Promega); các enzyme T4 ligase, khối lượng thang chuẩn DNA 1kb của hãng Fermentas, tế bào *E.coli* TOP10 của hãng Invitrogen (USA); PureLink<sup>®</sup> Quick Plasmid DNA Miniprep Kits của hãng Invitrogen, SV Total RNA Isolation System của hãng Promega, Kít *iPremiumi*<sup>VA</sup> cDNA synthesis của công ty Việt Á, Isolate II PCR and Gel kit của hãng Bioline và một số hóa chất thông dụng khác dùng trong sinh học phân tử có độ tinh khiết cao.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Phân lập gene mã hóa PEPCK trên cây *M. crystallinum* trồng ở Việt Nam

Mẫu lá tách từ các cây *M. crystallinum* 2 tháng tuổi được thu và cố định mẫu trong nitrogen để tách chiết RNA.



**Hình 1.** Cây *M. crystallinum* được sử dụng trong nghiên cứu tạo dòng và xác định gene mã hóa PEPCK.

RNA tổng số của *M. crystallinum* được tách chiết bằng kit “SV Total RNA Isolation System” (Promega). Hàm lượng RNA và chất lượng của RNA có trong các mẫu nghiên cứu được kiểm tra trên gel agarose 1,5% với thuốc nhuộm ethidium bromide (0,5 µg/l). Sợi cDNA đầu tiên được tổng hợp dựa trên kit “*iPremiumi*<sup>VA</sup> cDNA synthesis kit do công ty Việt Á cung cấp.

Các môi xuôi và môi ngược được dùng cho phản ứng PCR trong nghiên cứu tạo dòng và xác định gene mã hóa PEPCK từ cây *M. crystallinum* trồng ở Việt Nam được thiết kế dựa trên trình tự đã biết của đoạn gene dùng làm gene đích *SNIK* (mã số GenBank: AF158091) được trình bày ở bảng 1.

**Bảng 1.** Thành phần nucleotide các mồi dùng trong phản ứng PCR

Tên mồi	Trình tự chuỗi mồi (5' → 3')	Mã số GenBank	Độ dài sản phẩm thu được (bao gồm cả bộ ba kết thúc)
SNIKF	5'- ATGTGTGAGAGCTTCAAGAGAGAATAC -3'	AF158091	840 bp
SNIKR	5'- CATGTTGGCCAATCCTCCA -3'		

Thành phần phản ứng PCR bao gồm: 1 µl cDNA, 12,5 µl 2x GoTaq Green Master Mix PCR, 1 µl mồi xuôi SNIKF (10 pmol/µl), 1 µl mồi ngược SNIKR (10 pmol/µl) và bổ sung nước vô trùng để đạt thể tích phản ứng là 25 µl. Phản ứng PCR được thực hiện trong máy luân nhiệt (MJ mini™ Personal Thermal cycler, Bio-Rad) theo quy trình nhiệt sau: biến tính genome 95°C/6 phút; tiếp đến là 30 chu kỳ: 95°C/30 giây, 50°C/1 phút, và 72°C/1 phút, cuối cùng là 72°C/10 phút. Sản phẩm PCR được kiểm tra bằng điện di agarose gel 1% với thuốc nhuộm ethidium bromide (0,5 µg/l) và phân tích hình ảnh điện di bằng hệ thống đọc Gel Documentation (Bio-Rad).

### 2.2.2. Tạo dòng gene

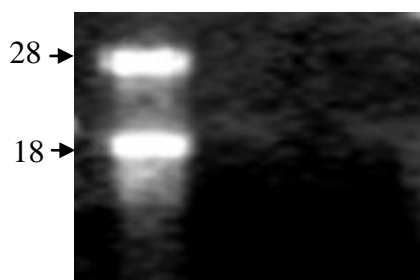
Sản phẩm PCR sau khi tinh sạch bằng kit “Isolate II PCR and Gel kit” (Bioline) được tạo dòng trong vector pGEM®-T Easy (Promega), thành phần phản ứng gán bao gồm: 50 ng vector pGEM®-T Easy, 5 µl đệm, 3 đơn vị T4 DNA ligase, 42 ng sản phẩm PCR, sau đó bổ sung nước cất vô trùng để đạt thể tích cuối cùng 10 µl, phản ứng được ủ 25°C trong 1 giờ, sau đó ủ qua đêm ở 4°C. Dung dịch gán được biến nạp vào tế bào *E. coli* TOP10 bằng phương pháp sốc nhiệt, thể biến nạp được sàng lọc bằng phương pháp khuẩn lạc xanh-trắng trên môi trường với thành phần: 0,5% dịch chiết nấm men + 1% Tryptone + 1% NaCl + 1,5% agar + 100 µg/ml Ampicillin + 100 mM IPTG + 20 mg/ml X- Gal. Các dòng tế bào *E. coli* là những khuẩn lạc trắng được kiểm tra bằng kỹ thuật PCR với các cặp mồi đặc hiệu cho gene *SNIK*. Sau khi tách chiết DNA plasmid tái tổ hợp bằng PureLink® Quick Plasmid DNA Miniprep Kits (Invitrogen), trình tự nucleotide của gene *SNIK* được gửi phân tích ở Công ty 1st BASE, Malaysia thông qua Công ty TNHH phát triển Công nghệ ứng dụng Việt Nam VNDAT bằng phương pháp fluorescent dideoxy terminator trên máy 3031 Analysis.

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 3.1. Phân lập gene mã hóa PEPCK trên cây *M. crystallinum* trồng ở Việt Nam

RNA tổng số sau khi tách chiết từ lá của cây *M. crystallinum* được điện di trên gel agarose 1,5% không biến tính. Kết quả cho thấy xuất hiện 2 băng RNA ribosome

đậm, rõ sạch. Vì không có thang chuẩn có kích thước lớn (5 kb) nên chưa thể xác định được đây là hai loại RNA ribosome nào. Tuy nhiên, ở đây chúng tôi chỉ kiểm tra khả năng thu nhận RNA sau quá trình ly trích nên với kết quả này có thể kết luận với quy trình ly trích trong thí nghiệm của chúng tôi hoàn toàn có thể thu nhận được RNA với nồng độ cao, có độ sạch tốt nếu có sự tồn tại của RNA trong mẫu kiểm tra. Chất lượng của RNA tổng số này có thể sử dụng cho những thí nghiệm nghiên cứu tiếp theo (Hình 2).



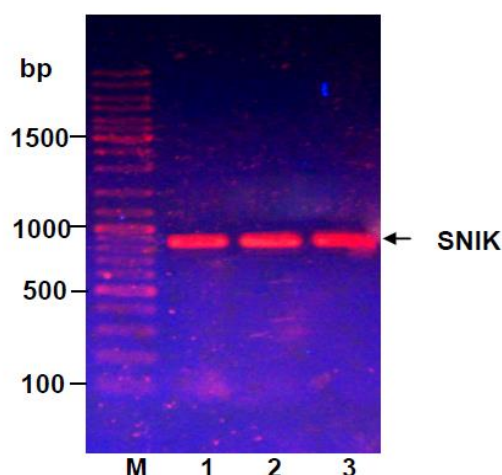
1

**Hình 2.** Ảnh điện di kiểm tra chất lượng của RNA tổng số trên gel agarose 1,5% không biến tính: Lane 1: RNA được tách chiết từ lá cây *M. crystallinum*

Gene *SNIK* (mã số GenBank: AF158091) có chiều dài 1.570 bp ở dạng mRNA, trong đó đoạn mã hóa dài 840 bp bao gồm cả bộ ba kết thúc (từ vị trí nucleotide 78 đến 917), mã hóa chuỗi peptide dài 279 amino acid. Sau khi tổng hợp sợi cDNA thứ nhất và thực hiện phản ứng PCR với cặp mồi đặc hiệu (Bảng 1), sản phẩm PCR được điện di trên gel agarose 1% và kết quả điện di thể hiện ở hình 3.

Kết quả điện di cho thấy sản phẩm PCR là một băng DNA đơn nhất có chất lượng tốt, có kích thước khoảng 840 bp, tương ứng với chiều dài lý thuyết đoạn gene *SNIK* thiết kế ban đầu với cặp mồi đặc hiệu *SNIKF* và *SNIKR*, chứng tỏ toàn bộ quy trình phản ứng PCR là chính xác từ việc thiết kế mồi, chu trình nhiệt, các bước thực hiện và kết quả phản ứng hoàn toàn đặc hiệu (Hình 3). Kết quả này cho phép giả thiết đã khuếch đại thành công gene *SNIKV* mã hóa tạo PEPCK từ cây *M. crystallinum* trồng ở Việt Nam.

Xác định gene mã hóa phosphoenolpyruvatecarboxylase kinase trong cây *M. crystallinum*

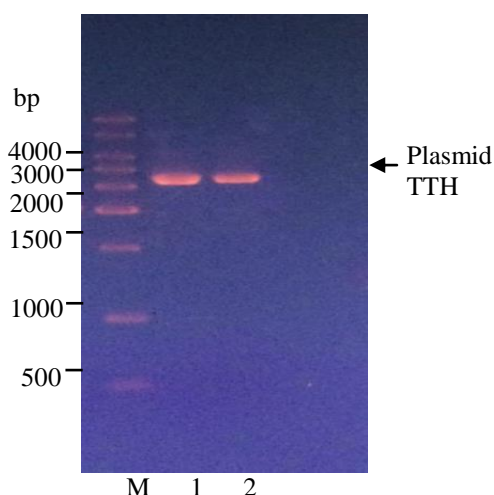


**Hình 3.** Ảnh điện di kiểm tra sản phẩm PCR với cặp mồi đặc hiệu SNIK.

Lane M: khối lượng thang chuẩn DNA 100 -1.000 bp (GeneRuler™ DNA Ladder); giếng 1, 2 và 3: sản phẩm PCR của gene SNIK được phân lập từ RNA tổng số tách chiết từ lá của cây *M. crystallinum* qua 3 lần lặp lại khác nhau 1, 2 và 3.

### 3.2. Tạo dòng gene và phân tích trình tự gene (SNIKV) mã hóa PEPCK trên cây *M. crystallinum* trồng ở Việt Nam

Sau khi sản phẩm PCR giả thiết là gene SNIKV được gắn vào vector pGEM®-T Easy (Promega) và biến nạp vào tế bào *E.coli* TOP10, tiến hành chọn lọc một số tế bào *E.coli* TOP10 tái tổ hợp (khuẩn lạc trắng) để nuôi qua đêm ở 37°C và tách chiết plasmid tái tổ hợp bằng kit EZ-10 Spin column Plasmid DNA MiniPreps và kiểm tra sản phẩm trên gel, chúng tôi thu được trình bày ở hình 4. Kết quả thu được ở hình 4 cho thấy trên ảnh điện di sản phẩm plasmid từ các dòng dương tính chỉ có một băng duy nhất có kích thước khoảng 2.500 bp (do plasmid ở dạng vòng xoắn).



**Hình 4.** Ảnh điện di sản phẩm plasmid từ các dòng dương tính.

Lane M: khối lượng thang chuẩn DNA (500 – 10.000 bp, BioBase); 1 và 2: plasmid được tách chiết từ hai dòng dương tính 1 và 2.







Pkinase 181 APEVLSGKDYNEKADVWSAGVILYIMLGGVPPFYGETVEETFEAVLRGNLRFPARIFRNV 240

AAF05112.1 241 STQARDLLRKMMCKDVSRRFSAEQVLRHPWVTSGLANM 279

Pkinase 241 STQARDLLRKMMCKDVSRRFSAEQVLRHPWVTSGLANM 279

**Hình 7.** Mức độ tương đồng của trình tự amino acid suy diễn của chuỗi polypeptide phân lập được và trình tự đã được công bố trên ngân hàng gene với mã số AAF05112.1

Ghi chú:

+ AAF05112.1: là trình tự aminoacid đã được công bố trên ngân hàng gene.

+ Pkinase: là trình tự aminoacid phân lập được. .

Mức độ tương đồng là 100%.

#### 4. KẾT LUẬN

Đã phân lập và tạo dòng thành công gene mã hóa tạo PEPCK có trong cây *M. crystallinum* trồng ở Việt Nam. Gene thu được có kích thước 840 bp mã hóa tạo chuỗi peptide hoàn chỉnh dài 279 amino acid và có độ tương đồng 100% với trình tự nucleotide của gen có mã số AAF05112.1 đã được công bố trên ngân hàng gene thế giới.

#### LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn Giáo sư John Cushman, Đại học Nevada, Reno, Mỹ và Giáo sư Sakae Agarie, Đại học Kagawa, Nhật Bản đã cung cấp hạt giống *M. crystallinum* cho chúng tôi triển khai nghiên cứu này. Nghiên cứu này có sử dụng một số thiết bị của Viện Công nghệ sinh học, Đại học Huế. Công trình được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số "106-NN.02-2014.13".

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. K. Anja, B. Susanne, J. D. Karl, M. D. Jean (1998), "Thermoluminescence studies on the facultative crassulacean-acidmetabolism plant *Membryanthemum crystallinum L*" *Planta*: 205: 587-594.
- [2]. H.J. Bohnert, J.C. Cushman (2000). "The Ice plant cometh: Lessons in abiotic stress tolerance". *Plant Growth Regul* 19: 334-346.
- [3]. P. S. Del, L. V. De , C. Capasso, C. T. Supuran, V. Carginale (2016), "Recombinant thermoactive phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPC) from *Thermosynechococcus elongatus* and its coupling with mesophilic/thermophilic bacterial carbonic anhydrases (CAs) for the conversion of CO<sub>2</sub> to oxaloacetate". *Bioorg Med Chem*, 24 (2).

Xác định gene mã hóa phosphoenolpyruvate carboxylase kinase trong cây *M. crystallinum*

- [4]. A. Deters, U. Meyer, F. Stintzing, (2012), "Time-dependent bioactivity of preparations from cactus pear (*Opuntia ficus indica*) and ice plant (*Mesembryanthemum crystallinum*) on human skin fibroblasts and keratinocytes". *Journal of Ethnopharmacol*: 438 - 444.
- [5]. R. Drira, T. Matsumoto, M. Agawa, K. Sakamoto (2016), "Ice Plant (*Mesembryanthemum crystallinum*) extract promotes lipolysis in mouse 3T3-L1 adipocytes through extracellular signal-regulated kinase activation". *Journal of Med Food*, 19(3): 274-280.
- [6]. T. Hirokane, M. Ooba, S. Shimada, H. Toyoda (2014), "Effects of water and salinity stress on the growth of Ice plant", *Journal of Arid Land Studies*, 24(1): 161-164.
- [7]. H. T. K. Hồng, H. T. Quảng, T. T. B. Phương, N. H. Loc (2013), "Tách chiết protein từ ty thể của cây *Mesembryanthemum crystallinum* bằng phương pháp sử dụng phenol", Tạp chí Công nghệ Sinh học, 11 (3): 487-493.
- [8]. H. T. K. Hong, T. T. B. Phuong, N. T. T. Thuy, N. T. B. Chau, N. T. M. Thu, T. T. Q. Trang, (2016), "Isolation of the intact chloroplast from *Ice plants* for two dimensional gel electrophoresis analysis", *Journal of Biotechnology*, 14(1A): 323-329.
- [9]. E. Kuźniak, A. Kornas, A. Kaźmierczak, P. Rozpądek, M. Nosek, M. Kocurek, G. Zellnig, M. Müller, Z. Miszalski (2016), "Photosynthesis-related characteristics of the midrib and the interveinal lamina in leaves of the C3-CAM intermediate plant *Mesembryanthemum crystallinum*". *Ann Bot.*117(7):1141-1151.
- [10]. B. H. Lee, C. C. Lee, S. C. Wu (2014), "Ice plant (*Mesembryanthemum crystallinum*) improves hyperglycaemia and memory impairments in a Wistar rat model of streptozotocin-induced diabetes", *Journal of the science of food and agriculture*. 2266-2273
- [11]. W. C. Li, J. Wang, Y. L. Sun, S. D. Ji, S. W. Guo (2015), "Morphology and photosynthetic enzyme activity of maize phosphoenolpyruvate carboxylase transgenic rice". *Genet Mol Res.* 14.
- [12]. E. Niewiadomska, B. Karpinska, E. Romanowska, I. Slesak, S. Karpinski (2004), "A salinity-induced C3-CAM transition increases energy conservation in the halophyte *Mesembryanthemum crystallinum* L." *Plant Cell Phys*: 789-794.
- [13]. S. Park, W. Lee, H. Kim, S. P. Pack, J., Lee (2015), "Characterization of phosphoenolpyruvate carboxylase from *Oceanimonas smirnovii* in *Escherichia coli*" *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 177(1).
- [14]. A. Patricia, N. Done, Y. Shigehiro, C.R. Wendy, G. Jensen, H.J. Bohnert, G. Howard (1998), "Growth and development of *Mesembryanthemum crystallinum* (Aizoaceae)", *New Phytol* 138: 171-190.
- [15]. O.H. Sayed, A.K. Hegazy (1994), "Growth-specific phytomass allocation in *Mesembryanthemum nodiflorum* as influenced by CAM induction in the field". *Journal of Arid Environ.* 27: 325-329.
- [16]. M.W. Shane, R. Feil, J. E. Lunn, W.C. Plaxton (2016), "Light-dependent activation of phosphoenolpyruvate carboxylase by reversible phosphorylation in cluster roots of white lupin plants: diurnal control in response to photosynthate supply", *Annals of Botany*: 214-219.

- [17]. J. Shi, K. Yi, Y. Liu, L. Xie, Z. Zhou, Y. Chen, Z. Hu, T. Zheng, R. Liu, Y. Chen, J. Chen (2015) "Phosphoenolpyruvate Carboxylase in *Arabidopsis* Leaves Plays a Crucial Role in Carbon and Nitrogen Metabolism", *Plant Physiol* 163 (3): 671-681.
- [18]. V. Theng, S. Agarie, A. Nose (2007), "Regulatory properties of phosphoenolpyruvate carboxylase in Crassulacean acid metabolism plants: Diurnal changes in phosphorylation state and regulation of gene expression". *Plant Prod. Science* 10: 171-181.

## DETERMINING A PHOSPHOENOLPYRUVATE CARBOXYLASE-KINASE (SNIK) GENE IN *Mesembryanthemum crystallinum*

Hoang Thi Kim Hong<sup>1\*</sup>, Nguyen Van Phu Bien<sup>1</sup>, Ngo Thi Minh Thu<sup>1</sup>, Ngo Thi Bao Chau<sup>1</sup>,  
Pham Thi Hong Trang<sup>1</sup>, Dang Thanh Long<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Biology, University of Sciences, Hue University

<sup>2</sup> Institute of Biotechnology, Hue University

\*Email: hkhong@hueuni.edu.vn

### ABSTRACT

Phosphoenolpyruvate carboxylase kinase (PEPCK) is enzyme which catalyzes the reaction in the metabolism of oxaloacetate (OAA) to produce phosphoenolpyruvate (PEP); therefore, PEPCK plays a crucial role in the regulation of CO<sub>2</sub> fixed path at night via the Hatch-Slack cycle in CAM (crassulacean acid metabolism) plants. In this study, we have conducted cloning and sequencing gene coding for PEPCK from *M. crystallinum* leaves (SNIKV). The results indicate that SNIKV gene has 840 bp in length, encoding a polypeptide chain with 279 amino acids. Homology search showed that SNIKV gene encoding PEPCK in *M. crystallinum* leaves is 100% similarity with the published SNIK gene in Gene bank data (accession number: AF158091).

**Keywords:** CAM (crassulacean acid metabolism), *M. crystallinum*, SNIK gene, phosphoenolpyruvate carboxylase kinase (PEPCK).



**Hoàng Thị Kim Hồng** sinh ngày 10/02/1966 tại thành phố Huế. Bà tốt nghiệp cử nhân ngành Sinh học năm 1990 và ngành tiếng Anh năm 1994. Bà nhận bằng thạc sĩ chuyên ngành Sinh học năm 1995 tại Trường Đại học Khoa học – Đại học Huế và thạc sĩ chuyên ngành Công nghệ học hệ thống tại Đại học RMIT, Úc. Năm 2005, bà nhận học hàm tiến sĩ ngành Phân tích chuyển hóa tại Đại học Saga, Nhật Bản. Từ 1990 đến nay, bà giảng dạy tại Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học – Đại học Huế. Bà nhận học hàm Phó giáo sư năm 2012 và trở thành giảng viên cao cấp năm 2017.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* Sinh học phân tử thực vật, Sinh lý thực vật, Hóa sinh, Nuôi cấy mô tế bào, Ty thể và lục lạp ở tế bào thực vật, Thực vật CAM.



**Nguyễn Văn Phú Biển** sinh ngày 30/12/1993 tại Thừa Thiên Huế. Ông tốt nghiệp kỹ sư Công nghệ Sinh học tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế năm 2016. Hiện tại ông đang là học viên cao học ngành Công nghệ Sinh học.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* Công nghệ sinh học.



**Ngô Thị Minh Thu** sinh ngày 08/06/1983 tại thành phố Huế. Bà tốt nghiệp cử nhân ngành Sinh học năm 2005 tại Khoa Sinh học, trường Đại học Khoa học - Đại học Huế. Năm 2011, bà nhận bằng thạc sĩ chuyên ngành Công nghệ Sinh học tại Học viện Công nghệ Sinh học, trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hoa Đông, Trung Quốc. Từ năm 2006 đến nay, bà là giảng viên tại Khoa Sinh học, Đại học Khoa học – Đại học Huế.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* Sinh lý thực vật và Công nghệ sinh học.



**Ngô Thị Bảo Châu** sinh ngày 16/01/1987 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2009, tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Sinh học tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Năm 2013 đến nay làm Nghiên cứu viên tại Bộ môn Sinh học ứng dụng, Khoa Sinh học trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* Hóa sinh, vi sinh.



**Phạm Thị Hồng Trang** sinh ngày 06/03/1992 tại Thừa Thiên Huế. Tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Sư phạm Sinh học tại trường Đại học Sư phạm - Đại học Huế vào năm 2014 và thạc sĩ chuyên ngành Sinh học thực nghiệm tại Đại học Khoa học - Đại học Huế vào năm 2016. Từ năm 2016 đến nay tham gia học việc tại Viện công nghệ Sinh học - Đại học Huế.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* Sinh học phân tử.