

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU HẠN VÀ MỘT SỐ CHỈ TIÊU HÓA SINH CỦA CÁC DÒNG NGÔ CHUYỂN GEN *ZmDREB2A* GIAI ĐOẠN TRƯỚC TRỞ

Nguyễn Đức Trọng¹, Đoàn Thị Bích Thảo¹, Nguyễn Xuân Thăng¹

TÓM TẮT

Đánh giá khả năng chịu hạn và một số chỉ tiêu hóa sinh của 3 dòng ngô D3, D14 và D21 chuyển gen chịu hạn *ZmDREB2A* thế hệ T6 và 3 dòng ngô nền tương ứng C436, C7N và V152 thông qua thí nghiệm gây hạn nhân tạo giai đoạn trước trở trong điều kiện nhà lưới. Kết quả cho thấy trong điều kiện 14 ngày gây hạn, các chỉ tiêu về hình thái lá, thời gian sinh trưởng (TGST), khoảng cách tung phấn phun râu (ASI), các đặc điểm nông học và hàm lượng một số chỉ tiêu hóa sinh như đạm tổng số, proline, hydratcacbon, carotenoid, chlorophyll của dòng chuyển gen cao hơn có ý nghĩa so với dòng nền tương ứng. Trong đó năng suất cá thể của các dòng chuyển gen vượt so với dòng nền tương ứng từ 25,7 - 33,8%. Kết quả đã chọn lọc được 2 dòng chuyển gen *ZmDREB2A* là D3 và D21 thể hiện khả năng chịu hạn hiệu quả cao sử dụng làm nguồn vật liệu phục vụ công tác chọn tạo giống ngô biến đổi gen chịu hạn.

Từ khóa: Ngô (*Zea mays* L.), chuyển gen, *ZmDREB2A*, chịu hạn

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hạn hán đang gây thiệt hại nhiều nhất trong số một loạt mối đe dọa của ngành nông nghiệp của các nền kinh tế đang phát triển. Chỉ tính trong 10 năm gần đây, hạn hán đã làm tổn thất hàng chục tỷ đô la chủ yếu khu vực Châu Á (FAO, 2018). Theo báo cáo của Tổng cục Phòng chống thiên tai, tính đến 3/2020 do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu khiến tình trạng hạn hán, xâm nhập mặn ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) cũng như tình hình thiếu nước, khô hạn ở Đồng bằng Bắc Bộ, Trung Bộ và Tây Nguyên xuất hiện sớm trên diện rộng. Đặc biệt các tỉnh ĐBSCL như Cà Mau, Bến Tre, Kiên Giang, Sóc Trăng do thời gian thiếu mưa kéo dài kết hợp với việc sử dụng và khai thác tài nguyên nước trong lưu vực đã làm cho hạn hán và thiếu nước trở nên trầm trọng hơn và được cho là khốc liệt chưa từng có trong lịch sử làm thiệt hại hàng chục nghìn ha cây màu (Tổng cục Phòng chống thiên tai, 2020).

Công tác chọn tạo giống cây trồng chịu hạn nói chung và cây ngô nói riêng là thách thức lớn cho các nhà chọn giống do bởi chịu hạn được quy định bởi hệ thống đa gene. Nghiên cứu di truyền phân tử tính chịu hạn đã chỉ ra rằng, phản ứng chống chịu điều kiện hạn được điều khiển bởi một vài gene trong hệ thống các gene quy định tính chịu hạn. Việc ứng dụng công nghệ chuyển gene nhằm chuyển các gene đóng vai trò điều khiển vào cây trồng đang được thế giới tiến hành nhiều năm qua nhằm tạo ra giống ngô chống chịu điều kiện hạn. Hệ thống gen điều khiển bao gồm các gen chứa mã di truyền tổng hợp nên một loại protein nào đó, làm nhiệm vụ hoạt hóa tổng hợp một loạt protein thứ cấp giúp tăng cường tính chống chịu của cây đối với điều kiện ngoại cảnh như

mã hóa Protein *LEA* (late embryogenesis abundant); Protein sốc nhiệt (HSP) hay tăng sự tích lũy chất khử độc tố trong tế bào trong cây *Arabidopsis*.

Hiện nay, 4 họ gen điều khiển được các nhà nghiên cứu quan tâm là: *Dreb* hoặc *CBF*, *MYB*, *bZIP* và *Zinc-finger* (Umezawa *et al.*, 2006), trong đó yếu tố phiên mã *DREB* đóng vai trò kích hoạt biểu hiện hàng loạt các gen đáp ứng với điều kiện hạn cũng như các yếu tố stress khác như tăng cường tính chịu hạn và mặn ở lúa (Oh, Song *et al.*, 2005); nóng và lạnh ở *Arabidopsis* (Dubouzet, Sakuma *et al.*, 2003, Mizoi *et al.*, 2010). Ở ngô năm 2007, nhóm nghiên cứu của Qiu đã phân lập được cDNA của gen chịu hạn *ZmDREB2A* từ ngô. *ZmDREB2A* mã hoá phân tử protein gồm 318 amino acid chứa vùng gắn với DNA ERP/AP2 đặc trưng cho *DREB*. Thông qua thí nghiệm biểu hiện trong *Arabidopsis*, protein *ZmDREB2A* đã được chứng minh có khả năng tăng cường sức chống chịu với điều kiện hạn cho cây (Qin *et al.*, 2007).

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu bao gồm 3 dòng ngô chuyển gen chịu hạn *ZmDREB2A* (ở thế hệ T6) ký hiệu D3, D14 và D21. Các dòng chuyển gen được tạo ra thông qua phương pháp chuyển vector pCAMBIA1300 mang gen chịu hạn *ZmDREB2A* thông qua vi khuẩn *Agrobacterium* vào phôi non 12 ngày tuổi của 3 dòng ngô nền tương ứng có khả năng tái sinh cao là C436, C7N và V152. Các dòng chuyển gen đã được đánh giá sự có mặt và biểu hiện ổn định của gen chuyển trong các dòng ngô bằng các kỹ thuật phân tử.

¹ Viện Nghiên cứu Ngô

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp đánh giá khả năng chịu hạn

Phương pháp gây hạn giai đoạn trước trổ theo CIMMYT (2004) và Cains và cộng tác viên (2013). Các dòng ngô được gieo trong xô chứa giá thể trong điều kiện nhà lưới. Sau khi cây ngô được 3 lá tiến hành tỉa bỏ các cây không đồng đều chỉ giữ lại 1 cây/xô/dòng, mỗi dòng 5 xô với thí nghiệm xử lý hạn và sử dụng đối chứng tưới nước đầy đủ. Các xô thí nghiệm được bón phân và tưới nước đồng đều ở mỗi xô để cây sinh trưởng phát triển bình thường. Tiến hành ngừng tưới nước nhằm gây hạn nhân tạo đối với các dòng ngô đảm bảo thí nghiệm hạn được tính ở thời điểm trước trổ khoảng 1 tuần. Các dòng ngô làm đối chứng (không xử lý hạn) vẫn tưới nước đầy đủ. Sau 14 ngày gây hạn các xô thí nghiệm tưới nước trở lại để cây phát triển bình thường cho đến khi thu hoạch. Các chỉ tiêu theo dõi và đánh giá theo phương pháp của CIMMYT (2004).

2.2.2. Phương pháp đánh giá chỉ tiêu hóa sinh

Theo phương pháp chuẩn về phân tích hàm lượng đạm tổng số, hàm lượng chlorophyll, phân tích NSC của Kjeldahn (1883) có cải tiến; Ohnichi and Horie (1999).

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu về các chỉ tiêu theo dõi được đánh giá, thu thập, xử lý thống kê bằng chương trình Excel và phần mềm IRRISTAT 5.0.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Các thí nghiệm được thực hiện trong vụ Hè Thu 2019 trong điều kiện nhà lưới tại Viện Nghiên cứu Ngô - Đan Phượng, Hà Nội.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khả năng chịu hạn của các dòng chuyển gen và dòng nền trong điều kiện hạn giai đoạn trước trổ

3.1.1. Mức độ cuộn lá

Kết quả đánh giá mức độ cuộn lá trong thời gian xử lý hạn cho thấy: Sau 7 ngày gây hạn, các dòng ngô sinh trưởng chậm lại, lá bắt đầu chuyển từ màu xanh đậm sang xanh nhạt. Các dòng nền có hiện tượng cuộn ở mép lá (điểm 2). Sau 10 ngày gây hạn, ở các dòng chuyển gen bắt đầu lá có biểu hiện cuộn lại (điểm 2) nhưng ở mức độ nhẹ hơn các dòng nền (điểm 3). Sau 14 ngày, tất cả các dòng tham gia thí nghiệm đều héo và có mức độ cuộn lá điểm 5. Tuy nhiên trong thí nghiệm chúng tôi ghi nhận các dòng nền đều có biểu hiện cháy lá ở tầng lá dưới trong khi các dòng chuyển gen chỉ bị cháy phần đỉnh, mép lá.

Bảng 1. Mức độ cuộn lá, thời gian sinh trưởng và một số đặc điểm hình thái của các dòng ngô tham gia thí nghiệm trong điều kiện hạn

Dòng/ Dòng	Độ cuộn lá sau (điểm)			ASI	TGST (ngày)	Cao cây (cm)	Cao bắp (cm)
	7 ngày	10 ngày	14 ngày				
D3	1	2	5	5	115	99,2	69,4
C436 nền	2	3	5	6	113	91,4	64,0
D14	1	2	5	4	125	108,2	70,3
C7N nền	2	3	5	6	124	94,2	65,9
D21	1	2	5	3	123	104,0	72,8
V152 nền	2	3	5	5	120	91,4	63,9
CV (%)						4,9	5,0
LSD _{0,05}						7,6	4,8

3.1.2. Khoảng cách tung phần phun râu và TGST

Kết quả bảng 1 cho thấy hạn giai đoạn trước trổ ảnh hưởng rõ rệt đến sinh trưởng phát triển của cây ngô. Ở các dòng chuyển gen và dòng nền khoảng cách thời gian tung phần và phun râu đều bị kéo dài hơn so với ở điều kiện thường. Tuy nhiên các dòng chuyển gen ít bị ảnh hưởng thể hiện khoảng cách tung phần phun râu ngắn hơn các dòng nền từ 1 - 2 ngày. Dòng chuyển gen D21 có khoảng cách ngắn nhất (3 ngày) so với dòng nền tương ứng V152

(5 ngày) tiếp đến là 2 dòng chuyển gen D14 và D3. Theo các nhà khoa học một nguồn vật liệu chịu hạn tốt thì khoảng cách tung phần-phun râu càng nhỏ và biểu hiện ngay khi cây bị hạn (Bolaños and Edmeadres, 1996).

Thời gian sinh trưởng của các dòng và dòng nền trong điều kiện gây hạn thể hiện khác nhau và ngắn hơn so với điều kiện không gây hạn. Các dòng nền có thời gian từ gieo đến chín sinh lý ngắn hơn 1 - 3 ngày so với các dòng chuyển gen. Dòng nền C436 và

dòng chuyển gen D3 có thời gian sinh trưởng ngắn nhất lần lượt 113 ngày và 115 ngày. Dòng nền C7N và dòng chuyển gen D14 có thời gian sinh trưởng dài nhất tương ứng 124 ngày và 125 ngày trong điều kiện hạn.

3.1.3. Chiều cao cây, chiều cao đóng bắp

Trong điều kiện xử lý hạn, khả năng sinh trưởng phát triển của các dòng chuyển gen D3, D14 và D21 và các dòng nền tương ứng C436, C7N và dòng V152 đều bị ảnh hưởng. Tuy nhiên các dòng nền chịu ảnh hưởng mạnh hơn so với các dòng chuyển gen trong cùng điều kiện hạn thể hiện chiều cao cây và chiều cao đóng bắp của các dòng nền thấp hơn các dòng chuyển gen. Dòng nền C7N có chiều cao cây, chiều cao đóng bắp là 94,2 cm và 65,9 cm tương ứng ở dòng chuyển gen D14 là 108 cm và 70,3 cm. Tương tự ở dòng nền C436 là 91,4 cm và 64 cm so với dòng chuyển gen D3 là 99,2 cm và 69,4 cm. Trong quá trình sinh trưởng, phát triển của cây trồng, nước cần cho mọi hoạt động sống của tế bào. Khi không được cung cấp nước đầy đủ hoạt động trao đổi chất của tế bào bị ảnh hưởng, quá trình phân chia tế bào diễn ra chậm lại. Do đó sinh trưởng phát triển của cây

trong điều kiện hạn sẽ chậm lại so với khi không xảy ra hạn.

3.2. Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cá thể của dòng

Các yếu tố cấu thành năng suất gồm chiều dài bắp, đường kính bắp, số hàng hạt, số hạt/hàng, tỷ lệ khối lượng hạt/bắp, khối lượng 1000 hạt và năng suất cá thể của các dòng được trình bày ở bảng 2. Kết quả thí nghiệm cho thấy, sau thời gian 14 ngày xử lý hạn giai đoạn trước trổ, các dòng chuyển gen *ZmDREB2A* đều có chỉ số cao hơn so với dòng nền tương ứng.

3.2.1. Chiều dài bắp và đường kính bắp

Trong điều kiện hạn, các dòng chuyển gen D3, D14 và D21 đều có chiều dài bắp và đường kính bắp cao hơn các dòng nền tương ứng. Dòng chuyển gen D21 có chiều dài bắp và đường kính bắp lần lượt đạt 13,6 cm và 3,6 cm cao hơn các dòng còn lại và cao hơn so với dòng nền V152 (11,0 cm và 2,9 cm). Tương tự dòng chuyển gen D3 với dòng nền C436 là 9,9 cm; 2,7 cm và 8,8 cm; 2,4 cm và dòng chuyển gen D14 với dòng nền C7N là 11,2 cm; 2,4 cm và 9,4 cm; 2,0 cm.

Bảng 2. Một số yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cá thể của các dòng ngô tham gia thí nghiệm trong điều kiện hạn

TT	Dòng	Dài bắp	ĐK bắp	Số hàng hạt	Số hạt/hàng	Tỷ lệ hạt/bắp (%)	P1000 hạt (gr)	Năng suất (g/CT)
1	D3	9,9	2,7	10,2	18,6	52,5	219,3	41,2
2	C436 nền	8,8	2,4	9,2	16,5	46,5	201,8	30,6
3	D14	11,2	2,4	8,8	19,9	52,1	200,1	35,0
4	C7N nền	9,4	2,0	7,4	16,8	44,0	191,5	23,8
5	D21	13,6	3,6	8,8	24,9	59,6	219,1	48,0
6	V152 nền	11,0	2,9	7,6	20,0	48,0	209,3	31,8
	CV (%)	7,2	5,0	9,9	7,4		4,5	4,0
	LSD _{0,05}	1,12	0,19	1,27	2,1		14,08	4,36

3.2.2. Số hàng hạt và số hạt/hàng

Ngoài chỉ tiêu chiều dài bắp và đường kính bắp thì chỉ tiêu về số hàng hạt và số hạt/hàng cũng đóng góp đáng kể vào năng suất của dòng. Số hàng hạt là tính trạng phụ thuộc chủ yếu vào kiểu gen và khá ổn định khi dòng có độ thuần cao. Trong khi số hạt/hàng phụ thuộc vào điều kiện môi trường và dinh dưỡng. Qua kết quả đánh giá được trình bày ở bảng 2 cho thấy số hàng hạt và số hạt/hàng của các dòng chuyển gen đều cao hơn so với dòng nền tương ứng trong điều kiện xử lý hạn. Số hàng hạt và số hạt/hàng của dòng chuyển gen D3 so với dòng

nền C436 tương ứng đạt 10,2; 18,6 và 9,2; 16,5. Dòng chuyển gen D14 và dòng nền C7N đạt tương ứng là 8,8; 19,9 và 7,4; 16,8. Điều này có thể giải thích khi stress hạn xảy ra giai đoạn trước trổ làm ảnh hưởng lớn đến quá trình thụ phấn, thụ tinh và khả năng kết hạt ở tất cả các dòng chuyển gen và dòng nền. Stress hạn làm giảm đáng kể số lượng hạt/hàng đặc biệt ở những dòng nền. Giai đoạn trổ cờ các dòng ngô chịu hạn có khoảng cách tung phấn, phun râu (ASI) ngắn hơn dòng nền, quá trình thụ phấn thụ tinh thuận lợi hơn làm tăng số hạt/hàng.

3.2.3. Tỷ lệ hạt/bấp và khối lượng 1000 hạt

Hạn làm tỷ lệ hạt/bấp giảm một cách đáng kể, tỷ lệ hạt/bấp của các dòng chuyển gen dao động từ 52,1 - 59,6%, trong đó các dòng nền đạt 44,0 - 48,0%, tỷ lệ thấp nhất là dòng nền C7N. Khối lượng 1000 hạt của các dòng chuyển gen và dòng nền trong điều kiện hạn dao động từ 191,5 - 219,3 g. Trong đó dòng chuyển gen D3 và D21 có khối lượng 1000 hạt cao nhất, thấp nhất là dòng D14.

3.2.4. Năng suất cá thể của các dòng ngô

Trong điều kiện hạn, năng suất của dòng chuyển gen và dòng nền khác biệt có ý nghĩa với độ tin cậy 95%. Dòng chuyển gen D21 đạt năng suất cá thể 48,0 g cao hơn 16,2 g (tương ứng 33,8%) so với dòng nền V152 (31,8 g). Tương tự dòng chuyển gen D14 đạt năng suất cá thể 35,0 g cao hơn 32% so với dòng nền C7N (23,8 g); và dòng D3 cho năng suất cao hơn 25,7% so với dòng nền C436.

3.3. Kết quả đánh giá một số chỉ tiêu hóa sinh các dòng chuyển gen và dòng nền trong điều kiện hạn giai đoạn trước trổ.

Từ kết quả bảng 3 cho thấy sau 14 ngày gây hạn nhận tạo trong điều kiện nhà lưới, hàm lượng các chỉ số hóa sinh trong các dòng chuyển gen tăng cao

hơn ở các dòng nền. Dòng D3 cho hàm lượng đạm tổng số cao nhất đạt 6,12 g/100 g mẫu tăng 1,49 g so với dòng nền C436 (4,36 g) và thể hiện sự chênh lệch cao hơn so với 2 dòng còn lại. Tiếp đến là dòng D14 với dòng nền C7N và dòng D21 với dòng V152.

Tương tự hàm lượng lipid trong các dòng chuyển gen đều cao hơn dòng nền tương ứng trong cùng điều kiện hạn. Hàm lượng lipit của các dòng dao động từ 1,62 - 1,78 g/100 g chất mẫu trong khi hàm lượng lipid ở các dòng nền đều thấp hơn dao động từ 0,81 - 1,15 g.

Kết quả bảng 3 cũng cho thấy hàm lượng proline và hàm lượng cabonhydrat trong các dòng nền không chuyển gen đều thấp hơn ở các dòng ngô chuyển gen tương ứng. Hàm lượng proline và hàm lượng cabonhydrat ở dòng C436 cho sự chênh lệch giữa cây chuyển gen và cây dòng nền cao hơn so với 2 dòng còn lại. Trong nhiều nghiên cứu đã chỉ ra có sự tích lũy đáng kể amino acid như proline khi cây ngô gặp phải điều kiện hạn và hàm lượng proline giảm khi được tưới nước trở lại (Mansour, 2000). Tương tự, các dạng carbonhydrate không cấu trúc hay đường tan được tăng cường trong các tế bào khi gặp điều kiện hạn và đóng vai trò quan trọng trong việc điều hòa thẩm thấu và bảo vệ cấu trúc tế bào.

Bảng 3. Hàm lượng một số chỉ tiêu hóa sinh của các dòng chuyển gen và dòng nền sau thí nghiệm xử lý hạn nhân tạo

TT	Dòng	Đạm tổng số (g)	Lipit (g)	Carotenoid (mg)	Proline (mg)	CabonHydrat (mg)	Chlorophyll (mg)	Hàm lượng nước (g)
1	D3	6,12	1,64	7,0	4,3	7,38	11,9	62,55
2	C436 nền	4,63	0,86	6,55	2,9	5,78	6,6	51,12
3	D14	4,50	1,62	6,56	4,1	7,56	9,8	64,14
4	C7N nền	4,09	1,15	6,10	2,8	6,30	6,4	49,42
5	D21	4,05	1,78	6,49	3,6	7,63	12,7	61,68
6	V152 nền	3,86	0,81	6,28	2,3	6,21	7,4	50,50

Sau 14 ngày gây hạn, hàm lượng carotenoid dao động 6,49 - 7,0 mg trong các dòng và thể hiện cao hơn 0,21 - 0,46mg so với các dòng nền tương ứng 3,2 - 7,0%. Trong đó, hàm lượng chlorophyll trong lá của hai dòng D3 và D21 đạt cao nhất tương ứng 11,9 và 12,7 mg và đều cao hơn 5,3mg so với 2 dòng nền tương đương 44,5 và 41,7%. Dòng D14 có hàm lượng chlorophyll đạt 9,8 mg và cao hơn 3,4 mg tương ứng 34,7% so với dòng nền C7N (6,4 mg). Tương tự, hàm lượng nước trong các dòng chuyển gen đều cao hơn từ 18,1 - 22,9% so với dòng nền tương ứng sau 14 ngày gây hạn. Kết quả này cũng tương tự nghiên cứu của Gubiš và cộng tác viên (2007) cho thấy, các

cây thuốc lá chuyển gen P5CSF129A tăng cường tổng hợp sắc tố carotenoid và cả chlorophyll cho tỷ lệ cao hơn lần lượt là 63% và 52% so với các cây không chuyển gen có tỷ lệ thấp hơn lần lượt là 36% và 31% sau 12 ngày xử lý hạn.

IV. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Kết quả đánh giá khả năng chịu hạn của 3 dòng ngô chuyển gen *ZmDREB2A* thể hệ T6 thông qua thí nghiệm gây hạn nhân tạo giai đoạn trước trổ cho thấy các dòng chuyển gen thích ứng với stress hạn tốt hơn dòng nền thể hiện các chỉ tiêu về hình

thái lá, đặc điểm nông học và các yếu tố cấu thành năng suất đều cao hơn dòng nền. Năng suất cả thể của các dòng vượt so với dòng nền tương ứng từ 25,7 - 33,8%. Sau 14 ngày trong điều kiện hạn, hàm lượng một số chỉ tiêu hóa sinh như hàm lượng đạm tổng số, lipid, proline, hydratcacbon không cấu trúc, carotenoid hay hàm lượng chlorophyll trong lá các dòng chuyển gen đều tăng và cao hơn có ý nghĩa so với dòng nền. Kết quả đã chọn lọc được 2 dòng chuyển gen *ZmDREB2A* là D3 và D21 thể hiện khả năng chịu hạn cao hơn so với các dòng nền không chuyển gen.

4.2. Đề nghị

Hai dòng chuyển gen D3 và D21 cần tiếp tục đánh giá các chỉ tiêu đáp ứng đủ các tiêu chí đăng ký khảo nghiệm đối với dòng ngô biến đổi gen và sử dụng làm nguồn vật liệu phục vụ công tác chọn tạo giống ngô biến đổi gen chịu hạn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bolaños, J. and G. O. Edmeades, 1996. The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. *Field Crops Research*. 48(1): 65-80.

Cairns, J. E., J. Crossa, P. H. Zaidi, P. Grudloyma, C. Sanchez, J. L. Araus, A. Menkir, S. Hearne, G.N. Atlin, 2013. Identification of drought, heat, and combined drought and heat tolerant donors in maize. *Crop Science* 53(4): 1335-1346.

CIMMYT, 2004. *Resilient Crops for Water Limited Environments*: Proceedings of a Workshop held at Cuernavaca Mexico. 24 - 28 May 2004.

Edmeades, G.O., 2013. *Progress in Achieving and Delivering Drought Tolerance in Maize: An Update*. ISAAA, Ithaca: 1-32.

FAO, 2018. *The impact of disasters and crises on agriculture and food security*.

Gubiš J., R.Vaňková, V.Červená, M. Dragúňová, M. Hudcovicová, H. Lichtnerová, T. Dokupil, Z. Jureková, 2007. Transformed tobacco plants with increased tolerance to drought. *South African Journal of Botany* 73(4): 505-511.

Kjeldahl J, 1883. New Method for the Determination of Nitrogen. *Chem. News* 1883, 48 (1240): 101-102.

Mansour, M. F., 2000. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. *Biologia Plantarum*, 43(4), 491-500.

Ohnishi M., T. Horie, 1999. A proxy analysis on nonstructural carbohydrate in rice (*Oryza sativa*) plant by using the gravimetric method. *Japanese Journal of Crop Science*; 68(1): 126-136.

Qin F, M. Kakimoto, Y. Sakuma, K. Maruyama, Y. Osakabe, L.S. Tran, K. Shinozaki, K Yamaguchi-Shinozaki, 2007. Regulation and functional analysis of *ZmDREB2A* in response to drought and heat stresses in *Zea mays* L. *The Plant Journal* 50(1): 54-69.

Sven H., and E. David, 2013. *Global Climate Risk Index 2013*. Prepared with financial support from the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), 3,5,16.

Tổng cục Phòng chống thiên tai, 2020. Báo cáo tổng hợp tình hình hạn hán, xâm nhập mặn khu vực miền nam 2019 - 2020 (cập nhật đến ngày 02/03/2020).

Zaidi, P. H., K. Seetharam, M.T. Vinayan, P. Nagesh, Raman Babu and a. B. S. Vivek, 2014. *Abiotic Stress-resilient Maize for Adaptation to Climate Change in the Asian Tropics*. 12th Asian Maize Conference and Expert Consultation at Bangkok, Thailand, on 30 October - 1 November 2014, CIMMYT. 104 - 114.

Evaluation of drought tolerance and biochemical components of *ZmDREB2A* transgenic maize lines at pre-pollination stage

Nguyen Duc Trong, Doan Thi Bich Thao, Nguyen Xuan Thang

Abstract

Three *ZmDREB2A* transgenic maize lines, including D3, D14 and D21 of T6 generation and three non-transgenic maize inbred lines C436, C7N and V152, respectively, were evaluated for drought tolerance and some biochemical indicators at pre-pollination stage in greenhouse condition. The results showed that under 14 day watered stress condition, the leaf characteristics, growth duration, anthesis-silking interval, morphological traits, and some biochemical components such as total nitrogen, proline, hydratcacbon, carotenoid, chlorophyll of all three transgenic lines showed higher significant difference as compared to non-transgenic inbred ones. In which, the grain individual plant yield of transgenic lines was increased by 25.7 - 33.8% in comparison with the correlative non-transgenic inbred. Two out of three transgenic lines (D3 and D21) with high drought tolerant effect are selected as potential materials for breeding of drought tolerant GM maize varieties.

Keywords: Maize (*Zea may* L.), gene transformation, *ZmDREB2A*, drought tolerance

Ngày nhận bài: 10/4/2020
Ngày phản biện: 25/4/2020

Người phản biện: TS. Vương Huy Minh
Ngày duyệt đăng: 29/4/2020