

Nghiên cứu cải thiện đường kính và độ cứng lóng thân các giống lúa nếp NK2, CK92 và CK2003

Nguyễn Thị Thuở^{1*}, Phan Thị Hồng Trang², Võ Công Thành², Lê Văn Hòa²

¹Trường Cao đẳng Cộng đồng Sóc Trăng

²Trường Đại học Cần Thơ

Ngày nhận bài 2/2/2016, ngày chuyển phản biện 4/2/2016, ngày nhận phản biện 22/2/2016, ngày chấp nhận đăng 20/5/2016

Nhằm tăng tính cứng cây và giảm đổ ngã cho các giống lúa nếp, 3 tổ hợp lai đơn giữa nếp NK2, CK92 và CK2003 (*Oryza sativa* var. *indica*) với lúa Nhật (*O. sativa* var. *japonica*) cứng cây lần lượt được thực hiện. Ở mỗi tổ hợp lai, các thế hệ con được tiếp tục trồng và chọn lọc qua từng thế hệ từ F₁ đến F₄ bằng cách đánh giá đường kính và độ cứng của lóng thân thứ nhất đến thứ tư. Kết quả cho thấy, đường kính và độ cứng lóng thân của các dòng nếp lai đã được cải thiện đáng kể. Đến thế hệ F₄ đã tuyển chọn được 8 dòng từ 3 tổ hợp lai trên, có đường kính lóng thân 2,23-2,67 mm; 3,47-4,27 mm; 4,83-5,20 mm và 5,80-6,30 mm; độ cứng lóng 2,05-3,26 N/cm²; 5,54-6,60 N/cm²; 8,77-10,16 N/cm² và 13,79-14,76 N/cm², theo thứ tự từ lóng thứ nhất đến lóng thứ tư. Đường kính và độ cứng lóng thân của các dòng lai đều cao hơn so với giống nếp mẹ, do vậy các dòng có triển vọng này đang được khảo nghiệm ngoài đồng để sớm đưa vào sản xuất.

Từ khóa: độ cứng lóng, đường kính lóng, kháng đổ ngã, lúa nếp, lúa Nhật, tổ hợp lai đơn.

Chỉ số phân loại 4.1

Improving the internode diameter and breaking strength of glutinous rice genotypes as NK2, CK92 and CK2003

Summary

To enhance lodging resistance through increasing the stem stiffness of sticky rice, three single crosses were performed between three sticky rice genotypes as NK2, CK92 and CK2003 (*O. sativa* sp. *indica*) and Japanese rice genotype (*O. sativa* sp. *japonica*). Progenies were selected from F₁ to F₄ segregant populations of each single cross. Accordingly, internode diameter and breaking strength were assessed as two target traits. The results showed that the internode diameter and breaking strength of segregants had been improved significantly. From F₄ generation, eight selected lines were noticed with the average diameter of first, second, third and fourth internodes varied 2.23-2.67, 3.47-4.27, 4.83-5.20, and 5.80-6.30 mm, respectively. The breaking strength of first, second, third and fourth internodes was varied in the ranges of 2.05-3.26, 5.54-6.60, 8.77-10.16, and 13.79-14.76 N/cm², respectively. The promising lines expressed their larger diameter and better breaking strength as compared to their parents. They would be tested under field condition before releasing.

Keywords: breaking strength, glutinous rice, internode diameter, Japanese rice, lodging resistance, single-cross hybrid.

Classification number 4.1

Đặt vấn đề

An Giang là vùng canh tác lúa nếp chủ yếu ở Đồng bằng sông Cửu Long, trong đó, riêng huyện Phú Tân đã có khoảng 32.000 ha gieo trồng với năng suất 6-8 tấn/ha [1]. Thực tế canh tác cho thấy, cây lúa nếp thuộc dạng yếu rạ nên dễ bị đổ ngã vào cuối vụ, nhất là vào mùa mưa bão. Đây là một thực trạng khó khăn cho nghề trồng lúa nói chung và lúa nếp nói riêng, trong khi diện tích lúa tăng vụ vào mùa mưa bão ngày càng tăng lên. Bên cạnh đó, do tác động của biến đổi khí hậu nên thời tiết thay đổi thất thường, mưa bão ngày càng phức tạp, làm tăng nguy cơ đổ ngã đối với cây lúa.

Đổ ngã không chỉ làm giảm và thất thoát năng suất mà còn ảnh hưởng nghiêm trọng và làm mất chất lượng vốn có của lúa gạo, gây trở ngại lớn cho nghề nông. Theo nhiều kết quả nghiên cứu, tình trạng đổ ngã ở cây lúa nói chung có liên quan nhiều đến đường kính và độ cứng lóng thân cây lúa [2-5]. Do đó, việc chọn tạo những giống nếp mới có khả năng kháng

*Tác giả liên hệ: Email: nthuo@stcc.edu.vn

đô ngã tốt bằng cách cải thiện độ cứng và đường kính lóng thân của những giống nếp truyền thống là rất cần thiết.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu sử dụng lai tạo

Các giống nếp NK2, CK92 và CK2003 là những giống nếp đặc sản của huyện Phú Tân, tỉnh An Giang, với những đặc tính nông học được trình bày ở bảng 1. Những giống nếp này nở bụi khá tốt, nhưng yếu rạ nên dễ bị đổ ngã. Lúa Nhật là giống lúa hạt bầu tròn được thu thập tại Nhật Bản năm 2010, có thời gian sinh trưởng ngắn, nở bụi ít, năng suất không cao, nhưng cứng cây nên có khả năng kháng đổ ngã tốt.

Bảng 1: Một số đặc điểm nông học và chất lượng của các giống lúa bố mẹ

Tên giống	TGST (ngày)	Chiều cao cây (cm)	Năng suất (tấn/ha)		A (%)	P (%)
			Đông xuân	Hè thu		
Nhật	85-90	95-98	6-7	5-6	13-15	10,4
NK2	100-105	110-115	6,5-7	6	1,82	10,7
CK92	102-107	105-108	7-8	6-7	2,63	10,2
CK2003	100-105	100-102	6-7	5-6	2,56	10,0

TGST: thời gian sinh trưởng; A: hàm lượng amylose; P: hàm lượng protein

(Nguồn: Phòng thí nghiệm chọn giống và ứng dụng công nghệ sinh học, Bộ môn Di truyền - Giống nông nghiệp, Khoa Nông nghiệp và Sinh học ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ)

Phương pháp nghiên cứu

Để tạo vật liệu nghiên cứu, phương pháp lai sử dụng là lai đơn, các tổ hợp lai (THL) được ký hiệu như sau: THL01: nếp NK2 x lúa Nhật; THL02: nếp CK92 x lúa Nhật; THL03: nếp CK2003 x lúa Nhật. Các thế hệ phân ly từ thế hệ F_1 đến F_4 được trồng trong điều kiện nhà lưới (khoảng cách trồng 20 x 20 cm) và chọn lọc qua các thế hệ dựa trên đường kính và độ cứng của các lóng thân gồm lóng thứ nhất (I), lóng thứ hai (II), lóng thứ ba (III) và lóng thứ tư (IV), thứ tự lóng được tính từ cổ bông trở xuống phía gốc lúa. Đường kính lóng được đo bằng thước kẹp và đo ở giữa lóng. Độ cứng lóng được đo bằng máy đo độ cứng IMADA Model ZP-50N (Torque gauges IMADA, Nhật), khoảng cách giữa hai điểm của giá đỡ là 5 cm, thân lúa được đo khi đã loại bỏ hết bẹ lá.

Tỷ lệ phần trăm độ cứng của dòng lai so với cây bố mẹ (x) được tính theo công thức sau:

$$x = \frac{a}{A} \times 100\%$$

a: độ cứng lóng thân của dòng lai
A: độ cứng lóng thân của cây bố/mẹ

Thí nghiệm lai tạo, đánh giá và chọn lọc từ thế hệ F_1

đến F_4 được tiến hành từ năm 2010 đến năm 2012; sau đó tiếp tục nhân dòng thuần từ năm 2013-2014. Đến năm 2015, khảo sát về mặt giải phẫu lóng đối với các dòng F_7 được tuyển chọn. Các thí nghiệm được tiến hành tại nhà lưới của Phòng thí nghiệm chọn giống và ứng dụng công nghệ sinh học, Bộ môn Di truyền - Giống nông nghiệp, Khoa Nông nghiệp và Sinh học ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ.

Kết quả và thảo luận

Độ cứng lóng

Kết quả ghi nhận, độ cứng lóng thân của các tổ hợp lai ở thế hệ F_1 đều cao hơn cây mẹ, tuy nhiên so với cây bố thì độ cứng lóng I và lóng II thấp hơn, còn lóng III và lóng IV không khác biệt ($p \leq 1\%$) (bảng 2).

Bảng 2: Độ cứng lóng thân của các tổ hợp lai ở thế hệ F_1

Dòng/giống	Độ cứng lóng (N/cm ²)			
	Lóng I	Lóng II	Lóng III	Lóng IV
THL01	2,68 ab	4,41 b	11,30 a	16,62 a
THL02	2,35 b	3,37 c	9,18 a	14,18 a
THL03	2,38 b	4,71 b	9,74 a	17,31 a
Nhật (bố)	3,13 a	6,32 a	10,29 a	15,72 a

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê

Đến thế hệ F_2 , nhìn chung các dòng ưu tú ở các tổ hợp lai đều có độ cứng lóng cao hơn so với cây mẹ tương ứng ở tất cả các lóng, nhưng so với cây bố thì dao động ở mức tương đương hoặc thấp hơn (bảng 3). Trong đó, THL01 có độ cứng lóng II tương đương cây bố, các lóng khác đều thấp hơn; còn THL02 và THL03 thì đa số đều thấp hơn cây bố.

Bảng 3: Độ cứng lóng thân của các cá thể được chọn ở thế hệ F_2

Dòng/giống	Độ cứng lóng (N/cm ²)			
	Lóng I	Lóng II	Lóng III	Lóng IV
THL01-05	2,61 b	5,56 abc	9,05 b	13,69 b
THL01-07	2,47 bc	5,86 ab	8,84 bc	13,35 b
THL01-08	2,62 b	5,67 ab	8,85 bc	13,55 b
THL02-02	2,79 a	5,39 b	9,07 b	13,51 b
THL02-06	2,25 b	5,47 b	8,61 b	14,04 b
THL02-10	2,32 b	5,40 b	8,74 b	14,58 ab
THL03-01	2,83 abc	5,28 bc	8,04 b	13,29 b
THL03-02	2,46 bcd	5,70 b	7,76 b	13,96 ab
THL03-07	2,37 cd	5,71 b	9,99 a	14,29 ab
Nhật (bố)	3,13 a	6,40 a	10,57 a	15,62 a

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê

Đến thế hệ F_3 , các dòng được chọn ở mỗi tổ hợp lai cũng có độ cứng các lóng đều cao hơn cây mẹ và đa số

tương đương với cây bố (bảng 4). Riêng độ cứng lóng IV của đa số các dòng (9/10 dòng) biến thiên từ 13,67-15,53 N/cm² và tương đương với cây bố.

Bảng 4: độ cứng lóng thân của các cá thể được chọn ở thế hệ F₄

Dòng/giống	Độ cứng lóng (N/cm ²)			
	Lóng I	Lóng II	Lóng III	Lóng IV
THL01-05-02	2,82 ab	5,54 bc	9,59 b	15,53 a
THL01-05-03	3,12 a	6,02 ab	9,58 b	14,98 a
THL01-07-01	2,46 abc	5,30 bcd	10,01 ab	14,32 a
THL01-08-02	2,68 abc	6,01 ab	10,13 ab	15,02 a
THL02-02-02	2,62 abc	5,73 ab	9,29 b	14,36 ab
THL02-02-03	2,75 ab	5,27 bc	9,25 b	13,67 b
THL02-10-02	2,47 bcd	5,80 ab	9,23 b	14,88 ab
THL03-02-02	2,76 ab	5,16 bcd	9,74 ab	15,20 a
THL03-07-01	2,50 abc	5,45 bc	9,40 b	14,49 a
THL03-07-02	2,33 bc	5,78 ab	10,08 ab	15,41 a
Nhật (bố)	3,08 a	6,40 a	10,72 a	15,65 a

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê

Đến thế hệ F₄, độ cứng của các lóng đều cao hơn cây mẹ, lóng I cao hơn từ 101% đến 199%, lóng II cao hơn 142-179%, lóng III cao hơn 137-181%, lóng IV cao hơn 167-204% (bảng 5). Mặc dù độ cứng lóng của các giống nếp mẹ qua các vụ trồng còn biến thiên, nhưng không dao động nhiều và đều khá thấp. Điều này minh chứng rằng đã cải thiện được tính yếu rạ của các dòng lai một cách đáng kể, đặc biệt là ở lóng IV độ cứng của các dòng lai cao hơn cây mẹ rất nhiều, có dòng cao hơn gấp hai lần (THL02-02-02-04 và THL02-02-03-01). Riêng so với cây bố, độ cứng lóng I của các dòng lai đến thế hệ F₄ đã được cải thiện nhiều so với từ thế hệ F₁, các lóng II, III và IV không khác biệt có ý nghĩa thống kê (p ≤ 1%) so với cây bố. Tức là các dòng nếp lai đã được cải thiện theo hướng cứng cây của lúa bố.

Bảng 5: độ cứng lóng thân của các dòng ưu tú ở thế hệ F₄

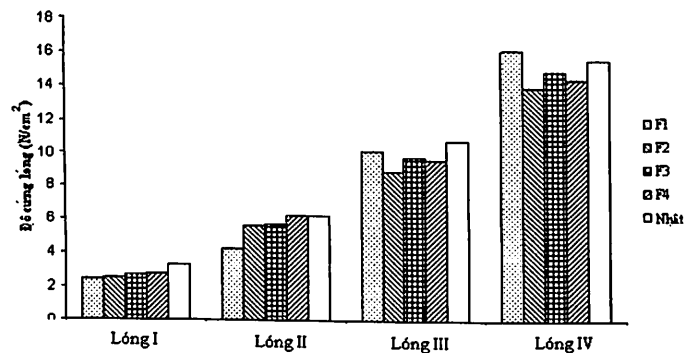
Dòng	Lóng I			Lóng II			Lóng III			Lóng IV		
	ĐC	%♀	%♂	ĐC	%♀	%♂	ĐC	%♀	%♂	ĐC	%♀	%♂
THL01-05-02-01	3,26	172	101	6,05	142	97	8,77	137	82	14,64	178	95
THL01-05-03-02	2,97	157	92	6,08	143	98	9,30	145	87	13,69	167	89
THL01-07-01-02	2,92	154	90	6,60	155	106	9,67	151	91	14,54	177	94
THL01-07-01-03	3,06	162	95	6,44	151	104	9,83	154	92	14,76	180	96
THL01-08-02-02	2,77	147	86	6,41	150	103	9,30	145	87	13,79	168	89
THL02-02-02-02	2,97	199	92	6,33	179	102	9,18	164	86	14,20	198	92
THL02-02-02-04	2,77	186	86	6,49	183	104	10,16	181	95	14,50	202	94
THL02-02-03-01	2,31	155	72	6,30	178	101	9,97	178	93	14,66	204	95
THL03-02-02-02	2,05	118	63	5,54	143	89	9,24	149	87	14,33	173	93
THL03-07-01-02	2,73	157	85	6,14	158	99	9,54	154	89	13,81	167	89
THL03-07-01-03	1,75	101	54	5,83	150	94	9,19	148	86	14,22	172	92
NK2 (mẹ)	1,89			4,26			6,40			8,21		
CK92 (mẹ)	1,49			3,54			5,60			7,18		
CK2003 (mẹ)	1,74			3,88			6,19			8,27		
Nhật	3,23			6,22			10,67			15,45		

ĐC: độ cứng lóng (N/cm²); %♀: phần trăm của dòng lai so với cây mẹ (%); %♂: phần trăm của dòng lai so với cây bố (%)

Kết quả đánh giá còn cho thấy, độ cứng các lóng thân của cây lúa Nhật qua 4 vụ trồng khác nhau rất ổn

định. Cụ thể, độ cứng lóng thân từ lóng I đến lóng IV ở vụ thứ nhất là 3,13; 6,32; 10,29 và 15,72; vụ thứ hai là 3,13; 6,40; 10,57 và 15,62; vụ thứ ba là 3,08; 6,40; 10,72 và 15,65; vụ thứ tư là 3,23; 6,22; 10,67 và 15,45 (N/cm²). Điều này cho thấy, tính cứng cây của lúa bố đã là một đặc tính ổn định và được duy trì tốt qua các thế hệ. Do vậy, có thể sử dụng nguồn vật liệu này vào việc lai tạo để cải thiện tính yếu rạ của những giống địa phương.

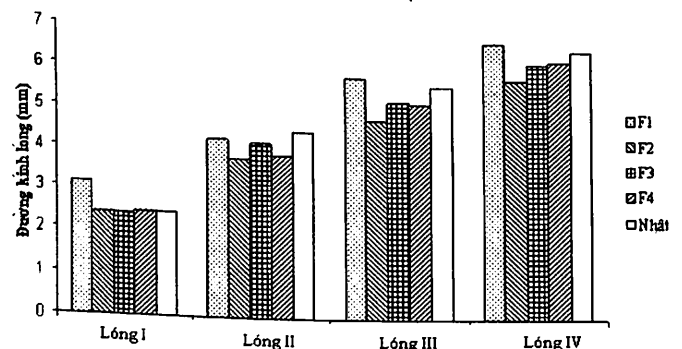
Nhìn chung, độ cứng lóng thân của các dòng nếp lai ở cả 3 tổ hợp lai và cả cây lúa bố và cây lúa mẹ đều tăng từ lóng I đến lóng IV. Trong đó, độ cứng của lóng I và lóng II của các dòng lai có chiều hướng tăng nhẹ và đều qua các thế hệ, riêng lóng III và lóng IV có sự dao động tương đối (hình 1). Điều này có thể do các dòng lai đang trong quá trình được tuyển chọn còn phân ly và có thể bị ảnh hưởng bởi các điều kiện môi trường.



Hình 1: trung bình độ cứng lóng thân qua các thế hệ từ F₁-F₄ so với cây bố

Đường kính lóng thân

Đánh giá trung bình của cả 3 tổ hợp lai cho thấy, đường kính lóng thân của con lai và cây bố mẹ đều giảm dần từ những lóng ngọn xuống phía các lóng gốc. Kết quả này cũng hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu trước đây [5-7]. Ở thế hệ F₁, đường kính lóng thân tăng vượt trội so với bố mẹ ở các lóng I, III và IV. Nhưng sau đó, kết quả này giảm xuống thấp hơn cây bố ở thế hệ F₂, rồi ổn định và tăng nhẹ cho đến F₄ (hình 2).



Hình 2: trung bình đường kính lóng thân của các thế hệ nếp lai từ F₁-F₄

Để đánh giá sự ổn định của tính trạng đường kính lóng thân, nhóm nghiên cứu đã tập hợp kết quả về đường kính các lóng thân của cây lúa bố qua các vụ trồng khác nhau. Cụ thể, đường kính các lóng thân từ lóng I đến lóng IV ở vụ thứ nhất là 2,43; 4,40; 5,50 và 6,37; vụ thứ hai là 2,43; 4,37; 5,50 và 6,23; vụ thứ ba là 2,67; 4,40; 5,53 và 6,47; vụ thứ tư là 2,73; 4,47; 5,60 và 6,57 (cm). Đường kính các lóng của cây lúa bố đã ổn định và được duy trì tốt qua các thế hệ, ít bị ảnh hưởng bởi môi trường.

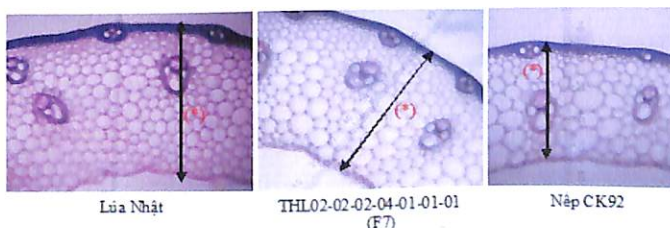
Ở thế hệ F₄, xét riêng ở từng tổ hợp lai, đường kính các lóng của các dòng lai được chọn đều cao hơn cây mẹ từ 1,03-1,67 lần, đặc biệt ở hai lóng gốc (lóng III và IV) cao hơn từ 1,32-1,51 lần ở cả 3 tổ hợp lai, còn so với cây bố đạt khoảng 0,88-0,96 lần và không khác biệt về mặt thống kê (bảng 6).

Bảng 6: đường kính lóng thân của các dòng lai từ ở thế hệ F₄ so với lúa bố mẹ

Dòng	Lóng I			Lóng II			Lóng III			Lóng IV		
	DK	ss♀	ss♂	DK	ss♀	ss♂	DK	ss♀	ss♂	DK	ss♀	ss♂
THL01-05-02-01	2,53	1,38	0,93	3,73	1,35	0,83	5,07	1,45	0,91	5,90	1,37	0,90
THL01-05-03-02	2,43	1,33	0,89	3,73	1,35	0,83	5,10	1,46	0,91	6,03	1,40	0,92
THL01-07-01-02	2,57	1,40	0,94	3,80	1,37	0,85	5,10	1,46	0,91	6,07	1,41	0,92
THL01-07-01-03	2,50	1,37	0,92	3,60	1,30	0,81	5,00	1,43	0,89	5,83	1,36	0,89
THL01-08-02-02	2,47	1,35	0,90	3,47	1,25	0,78	4,83	1,38	0,86	6,07	1,41	0,92
THL02-02-02-02	2,57	1,61	0,94	3,80	1,50	0,85	5,20	1,49	0,93	6,27	1,43	0,95
THL02-02-02-04	2,67	1,67	0,98	4,23	1,67	0,95	5,30	1,51	0,95	6,33	1,44	0,96
THL02-02-03-01	2,30	1,44	0,84	4,27	1,69	0,96	5,30	1,51	0,95	6,27	1,43	0,95
THL03-02-02-02	2,23	1,13	0,82	3,73	1,33	0,83	5,10	1,40	0,91	6,27	1,43	0,95
THL03-07-01-02	2,33	1,18	0,85	3,80	1,36	0,85	4,87	1,34	0,87	5,80	1,32	0,88
THL03-07-01-03	2,03	1,03	0,74	3,77	1,35	0,84	4,87	1,34	0,87	6,33	1,44	0,96
NK2	1,83			2,77			3,50			4,30		
CK92	1,60			2,53			3,50			4,40		
CK2003	1,97			2,80			3,63			4,40		
Nhật	2,73			4,47			5,60			6,57		

DK: đường kính lóng (mm); ss♀: so sánh với cây mẹ; ss♂: so sánh với cây bố

Khi quan sát phẫu diện ngang của lóng thân cho thấy, ở thân lúa Nhật có đường kính lớn hơn thường kèm theo thành lóng cũng dày hơn (hình 3). Điều này là do lượng tế bào nhu mô nhiều hơn và về mặt cấu trúc thành lóng thì những tế bào nhu mô trong thân cây có đường kính lớn hơn cũng đồng đều hơn so với cây lúa có đường kính thân nhỏ hơn.



Hình 3: tiết diện ngang của lóng thân thứ ba (ở vật kính 40, nhuộm với thuốc nhuộm son phen-lục iod, (*) độ dày thành lóng)

Như vậy, đường kính thân của các dòng nếp lai đã được cải thiện đáng kể và đây chính là yếu tố quan trọng góp phần làm tăng độ cứng thân và tăng khả năng kháng đổ ngã cho các dòng nếp lai này, vì đường kính thân có tương quan thuận với khả năng kháng lại lực đẩy nên là một tính trạng quan trọng để kháng lại sự đổ ngã [5-8].

Mối tương quan giữa đường kính và độ cứng lóng thân

Ở thế hệ F₁, mối tương quan dương chỉ thể hiện ở 1 tổ hợp lai là THL03; các thế hệ sau cho thấy có sự tương quan dương khá chặt chẽ giữa đường kính và độ cứng lóng thân (bảng 7). Điều này cho thấy, đường kính thân đã góp phần làm nên độ cứng thân, giúp các dòng nếp này kháng lại sự đổ ngã tốt hơn. Do vậy, tăng đường kính thân là yếu tố quan trọng để giúp cây lúa nếp nói riêng và cây lúa nói chung đạt được sự cứng cây kháng lại đổ ngã. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu trước đây cho rằng, nên cải thiện đường kính thân để tăng độ cứng cho cây lúa [4] và lúa kháng đổ ngã tốt cần có được sự kết hợp giữa đường kính thân to và độ cứng lóng thân lớn [9].

Bảng 7: tương quan giữa độ cứng và đường kính lóng

Mối quan hệ	Thế hệ	Giá trị tương quan		
		THL01	THL02	THL03
Đường kính lóng - Độ cứng lóng	F1	-	-	(+)**
	F2	(+)**	(+)**	(+)**
	F3	(+)*	(+)*	(+)**
	F4	(+)**	(+)**	(+)**

(+): tương quan thuận; -: không tương quan; *: mức ý nghĩa 5%; **: mức ý nghĩa 1%

Kết luận và đề xuất

Kết luận

Căn cứ trên đường kính và độ cứng lóng thân, trong thế hệ F₄ nhóm tác giả đã tuyển chọn được 8 dòng nếp mới từ 3 tổ hợp lai, đó là các dòng THL01-05-02-01, THL01-07-01-02, THL01-07-01-03, THL01-08-02-02, THL02-02-02-02, THL02-02-02-04, THL03-02-02-02 và THL03-07-01-02. Các dòng này có lóng thân thứ tư đạt giá trị đường kính 5,8-6,3 mm lớn hơn cây mẹ, độ cứng 13,79-14,76 N/cm² cao hơn cây mẹ và tương đương cây bố cứng cây. Chúng được chuẩn bị thực hiện nội dung khảo nghiệm để phát triển trong sản xuất.

Đường kính và độ cứng lõi thân ở tất cả các lóng của cây bố đều ổn định qua các vụ trồng khác nhau cho thấy những tính trạng này được duy trì một cách bền vững, có thể được ứng dụng trong lai tạo chọn giống.

Đề xuất

Tiếp tục đánh giá, chọn lọc và khảo nghiệm ngoài đồng để tuyển chọn được giống nếp mới phục vụ cho sản xuất.

Sử dụng những dòng cứng cây để làm vật liệu lai tạo, cải thiện khả năng kháng đổ ngã cho các giống lúa *indica*.

Tài liệu tham khảo

[1] Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh An Giang (2010), *Nếp Phú Tân*, <http://www.sonongnghiep.angiang.gov.vn>.

[2] I.M. Atkins (1938), "Relation of certain plant characters to strength of straw and lodging in winter wheat", *J Agric Res*, **56**, pp.99-120.

[3] U. Zuber, H. Winzeler, M.M. Messmer, M. Keller, B. Keller, J.E. Schmid, P. Stamp (1999), "Morphological traits associated with

lodging resistance of spring wheat (*Triticum aestivum* L.)", *J Agron Crop Sci*, **182**, pp.17-24.

[4] T. Kashiwagi, E. Togawa, N. Hirotsu, K. Ishimaru (2008). "Improvement of lodging resistance with QTLs for stem diameter in rice (*Oryza sativa* L.)", *Theor Appl Genet*, **117**, pp.749-757.

[5] T. Ookawa, T. Hobo, M. Yano, K. Murata, T. Ando, H. Miura, K. Asano, Y. Ochiai, M. Ikeda, R. Nishitani, T. Ebitani, H. Ozaki, E.R. Angeles, T. Hirasawa, M. Matsuoka (2010a), "New approach for rice improvement using a pleiotropic QTL gene for lodging resistance and yield", *Nature communications*, **1**(132), pp.1-11.

[6] K. Hirano, A. Okuno, T. Hobo, R. Ordonio, Y. Shinozaki, K. Asano, H. Kitano, M. Matsuoka (2014), "Utilization of stiff culm trait of rice *smos1* mutant for increased lodging resistance", *Plos one*, **9**(7), pp.1-9.

[7] T. Kashiwagi (2014), "Identification of quantitative trait loci for resistance to bending-type lodging in rice (*Oryza sativa* L.)", *Euphytica*, **198**, pp.353-367.

[8] L.L. Wu, Z.L. Liu, J.M. Wang, C.Y. Zhou, K.M. Chen (2011), "Morphological, anatomical, and physiological characteristics involved in development of the large culm trait in rice", *Australian Journal of Crop Science*, **5**(11), pp.1356-1363.

[9] T. Ookawa, K. Yasuda, H. Kato, M. Sakai, M. Seto, K. Sunaga, T. Motobayashi, S. Tojo, T. Hirasawa (2010b), "Biomass Production and Lodging Resistance in 'Leaf Star', a New Long-Culm Rice Forage Cultivar", *Plant Prod. Sci*, **13**(1), pp.58-66.