



ẢNH HƯỞNG CỦA GIỐNG VÀ MÔI TRƯỜNG ĐẾN TÍNH CHẤT VẬT LÝ VÀ HÓA HỌC CỦA TINH BỘT LÚA MÌ

Nhan Minh Trí¹ và Les Copeland²

¹ Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

² Faculty of Agriculture and Environment, University of Sydney, Australia

Thông tin chung:

Ngày nhận: 17/01/2013

Ngày chấp nhận: 20/08/2013

Title:

Genotype and environmental effects on physical and chemical properties of cereal grain starch

Từ khóa:

Giống, môi trường, tinh bột, amylose, độ trương nở, kích thước hạt

Keywords:

Genotype, environment, starch, amylose, swelling power, granule size

ABSTRACT

The variability of starch between and within plant species causes difficulties in predicting functional performance in food processing and human nutrition. The variability of starch results from diversity of structure, which reflects the genetics of starch biosynthesis and environmental influences during plant growth. The aim of this research was to increase the understanding of environmental factors that influence variability of starch structure, and in turn starch properties that affect cereal grain quality. Starch was isolated from grain harvested from five commercial Australian wheat varieties that were grown in five different climatic regions of Australia in the season 2008. The properties that were examined including total starch content, amylose contents, starch granule size distribution and swelling power of flour and starch. Statistical analysis of variance indicated that genotype mainly affected amylose content and starch granule size distribution. Growing conditions (soil properties, nutrients, rainfall, atmospheric temperature and number of clear days) influenced on total starch content and flour swelling power.

TÓM TẮT

Giống và môi trường gây nên sự khác nhau về tính chất tinh bột từ đó gây khó khăn cho việc dự đoán trong chế biến thực phẩm và dinh dưỡng người. Sự khác biệt về tính chất tinh bột do tính đa dạng của gen và ảnh hưởng của môi trường trong quá trình sinh tổng hợp tinh bột khi cây phát triển. Mục tiêu của nghiên cứu là tăng sự hiểu biết về các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến cấu trúc tinh bột từ đó ảnh hưởng đến tính chất tinh bột và chất lượng hạt ngũ cốc. Tinh bột được trích ly từ năm giống lúa mì thương mại được trồng ở năm vùng khí hậu khác nhau ở Úc trong mùa vụ 2008. Các tính chất tinh bột được kiểm tra bao gồm: hàm lượng tinh bột, amylose, kích thước hạt tinh bột, độ trương nở của tinh bột và độ trương nở bột mì. Kết quả thống kê cho thấy rằng, giống ảnh hưởng chủ yếu đến hàm lượng amylose và kích thước hạt tinh bột. Điều kiện trồng trọt (loại đất, thổ dưỡng, lượng mưa, nhiệt độ không khí và số ngày không mây) ảnh hưởng mạnh đến hàm lượng tinh bột và độ trương nở của bột mì.

1 GIỚI THIỆU

Hàm lượng tinh bột, kích thước hạt tinh bột và hàm lượng amylose là những tính chất quan trọng của tinh bột có ảnh hưởng nhiều đến các sản phẩm trong các ngành công nghiệp thực phẩm (mì

sợi, bánh mì và bánh cookies) và phi thực phẩm (dệt, giấy, và dược phẩm). Các tính chất này quyết định độ nở của bột mì và tinh bột lúa mì, đó là các chỉ số quan trọng liên quan đến các sản phẩm thực phẩm giàu tinh bột như mì sợi và mì

ăn liền (McCormick *et al.*, 1991; Konik *et al.*, 1993; Sasaki & Matsuki 1998; Dennett *et al.*, 2009; Salman *et al.*, 2009).

Đặc tính tinh bột chịu ảnh hưởng của gen cũng như môi trường tăng trưởng (Rharrabti *et al.*, 2001; Kindred *et al.*, 2008; Weightman *et al.*, 2008). Sự hiểu biết về biến đổi của tính chất tinh bột do các giống khác nhau và địa điểm trồng trọt khác nhau vẫn còn là một thách thức đối với người trồng và chế biến thực phẩm. Cùng một giống, tính chất tinh bột có thể thay đổi khi trồng ở các địa điểm có khí hậu và thổ nhưỡng khác nhau từ đó sẽ gây khó khăn cho các nhà dinh dưỡng và nhà chế biến thực phẩm trong việc dự đoán thành phần hóa học và quá trình chế biến. Sự hiểu biết về ảnh hưởng các yếu tố cụ thể của môi trường (ví dụ, loại đất, pH, dinh dưỡng đất, lượng mưa, nhiệt độ môi trường, số ngày không mây) đến những tính chất cụ thể của tinh bột của lúa mì được nghiên cứu và trình bày trong bài báo này.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguyên liệu

Năm giống lúa mì thương mại (Catalina, Derrimut, Guardian, Janz và Peake) được trồng ở 5 khu vực có khí hậu và địa lý khác nhau (Beckom, Delungra, Lockhart, Merrinee và Minyip) trong mùa vụ 2008 do Trung tâm Thử nghiệm Giống quốc gia Úc Châu thực hiện (National Variety Trials, NVT). Các mẫu lúa mì này được chọn để trích ly tinh bột và phân tích các tính chất vật lý và hóa học.

2.2 Phương pháp

Tinh bột được trích ly từ hạt lúa mì theo phương pháp Matheson và Welsh (Matheson và Welsh 1988). Tinh bột tổng số (TBTS, total

starch) được xác định bằng Megazyme Kit (Megazyme International Ireland, Ltd). Hàm lượng amylose (amylose tổng số, amylose tự do và amylose liên kết lipid) được phân tích theo phương pháp của Chrastil (1987). Kích thước hạt tinh bột được xác định bằng thiết bị Laser Mastersizer (Malvern, UK). Độ trương nở của bột mì (flour swelling power, FSP) và tinh bột lúa mì (starch swelling power, SSP) đã được xác định theo phương pháp của Konik-Rose *et al.* (2001).

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đặc tính của đất và thời tiết tại các vùng trồng trọt được mô tả trong Bảng 1. Các dữ liệu về đặc tính đất ở bề mặt có độ sâu 0-10 cm được cung cấp trên trang web của NVT (<http://www.nvtonline.com.au/>). Kết cấu của đất được phân thành năm loại: 1, cát (sand), 2, cát - mùn (loams), 3, đất mùn, 4, mùn - đất sét (clay); và 5, đất sét. Tình trạng dinh dưỡng của đất: nitơ (mg/kg), photpho (mg/kg) và carbon hữu cơ (mg/kg) ở phần đất mặt (0-10 cm) trước khi gieo trồng cũng được trình bày trong Bảng 1. Đất ở Merrinee và Minyip của bang Victoria có độ pH giữa 8,6 và 9,1, trong khi đó đất ở Lockhart và Delungra có độ pH giữa 5,2 và 6.

Bảng 1 cho thấy rằng Tmax cao nhất trong năm 2008 là tại địa điểm Merrinee tiếp theo Lockhart, Minyip và Delungra. Dựa vào giá trị trung bình của tổng lượng mưa hàng tháng cho các địa điểm trong năm 2008, lượng mưa trước khi ra hoa và trong quá trình hạt tăng trưởng tại vùng Delungra có giá trị cao nhất. Lượng mưa trước khi ra hoa và trong quá trình hạt trưởng thành thấp tại địa điểm trồng Merrinee và Minyip. Lượng mưa thấp nhất là khu vực Merrinee trong thời gian trước khi ra hoa và tại khu vực Minyip trong quá trình làm hạt tăng trưởng.

Bảng 1: Đặc điểm đất và thời tiết ở khu vực trồng các mẫu lúa mì

Địa điểm	Đất					Ngày không mây		Lượng mưa		Tmax		Tmin	
	Loại	N	P	C	pH _w	bf	gf	bf	gf	bf	gf	bf	gf
Delungra	5,0	2,7	19,0	1,5	5,2	11,3	7,5	45,3	63,9	17,8	24,5	4,9	12,0
Lockhart	3,0	53,0	26,0	0,8	6,0	10,5	14,5	36,3	43,3	15,8	26,1	3,8	10,3
Merrinee	2,5	8,0	8,0	0,6	9,1	8,0	9,5	14,7	20,2	17,6	26,7	5,5	11,8
Minyip	3,0	30,0	15,0	0,9	8,7	2,3	2,0	21,8	8,9	15,7	25,0	4,7	9,1

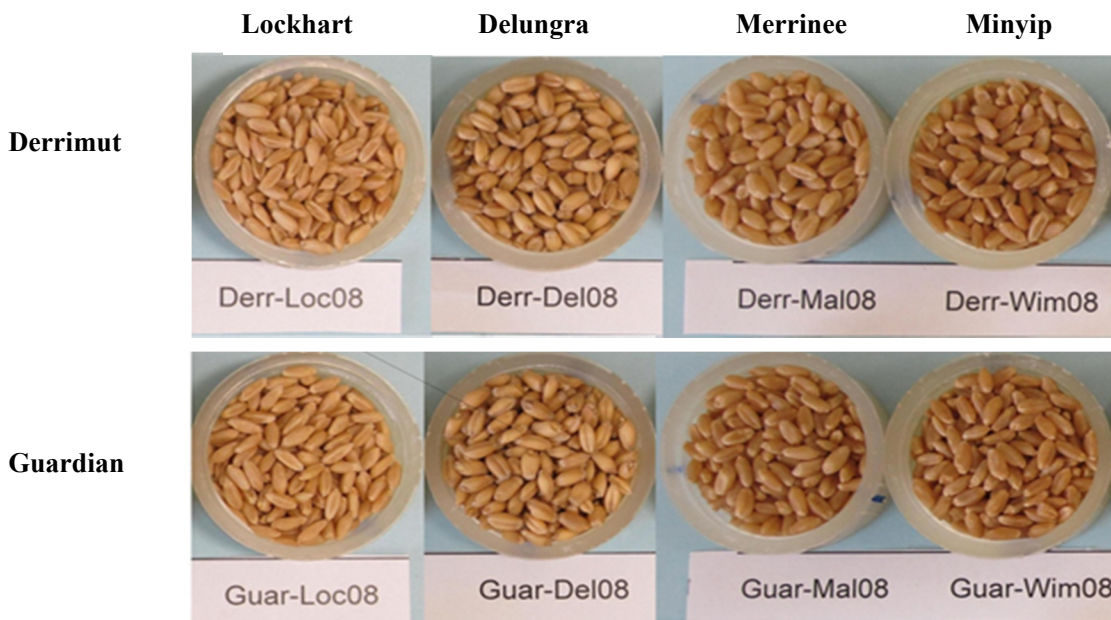
Chú thích: bf (before flowering): giai đoạn trước khi ra bông, gf (grain filling), giai đoạn hạt phát triển; Tmax, trung bình của nhiệt độ cao nhất (°C); Tmin (°C), trung bình của nhiệt độ thấp nhất; N, lượng nitơ trong đất; P, lượng photpho trong đất; C, lượng cacbon hữu cơ trong đất; Loại, loại đất

Dữ liệu thời tiết được tham khảo trên website <http://www.gov.bom.au> và dữ liệu về đất được tham khảo trên website <http://www.nvtonline.com.au>

Số ngày không mây có quan hệ tỷ lệ thuận với nhiệt độ Tmax, nghĩa là số ngày không mây (trong giai đoạn hạt phát triển) có giá trị cao nhất tại địa điểm Beckom và thấp nhất tại địa điểm Minyip trong năm 2008. Vì những ngày không

mây, thường có nắng nên nhiệt độ cao.

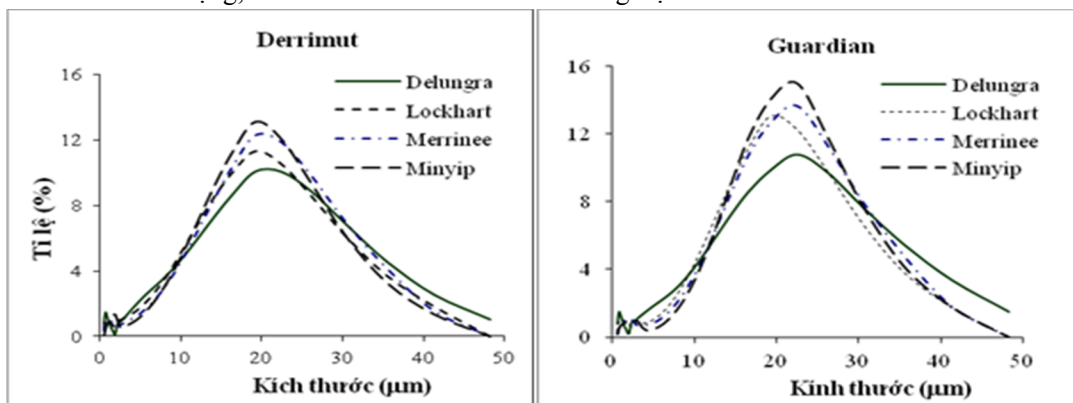
Sự khác nhau về đặc tính của đất và thời tiết ở các khu vực trồng trọt đã gây ảnh hưởng đến đặc tính hạt lúa mì (Hình 1) và tính chất tinh bột của lúa mì (Hình 2 và Bảng 4).



Hình 1: Các hạt lúa mì của giống Derrimut và Guardian thu hoạch từ các vùng khác nhau trong vụ lúa mì năm 2008

Các mẫu lúa mì giống Derrimut và Guardian được trình bày trên là đại diện cho các mẫu lúa mì được chọn nghiên cứu (Hình 1). Các hạt lúa mì cùng một giống được trồng từ các vùng và vụ khác nhau có hình dạng, màu sắc và kích thước

khác nhau. Sự khác nhau về hình dạng, kích thước và màu sắc của hạt lúa mì từ các giống khác nhau được trồng ở địa điểm khác nhau đã cho thấy được sự tác động cả giống và môi trường trồng trọt.



Hình 2: Sự phân bố kích thước hạt tinh bột của giống lúa mì Derrimut và Guardian được trồng ở 4 địa điểm vụ mùa 2008

Sự phân bố kích thước hạt tinh bột từ giống lúa mì Derrimut và Guardian được trình bày trong Hình 2 như là đại diện của tinh bột từ tất cả các

giống trong nghiên cứu này. Hình 2 cho thấy rằng sự phân bố kích thước hạt tinh bột khác nhau theo giống và địa điểm trồng khác nhau. Tinh bột của

giống Guardian có hạt lớn chiếm tỉ lệ cao so với tinh bột của giống Derrimut. Tinh bột, từ cả hai giống Derrimut và Guardian, có hạt nhỏ chiếm tỉ lệ cao khi được trồng tại cùng địa điểm Delungra.

Ngược lại, tinh bột có tỉ lệ thấp về hạt kích thước nhỏ được thấy ở cả hai giống Derrimut và Guardian khi trồng tại địa điểm Minyip.

Bảng 2: Sự biến đổi về thành phần hóa học và tính chất vật lý của tinh bột theo giống, địa điểm trồng và sự tương tác giữa chúng

Nhân tố	TBTS	F-AM	T-AM	L-AM	PB	Mean D	FSP	SSP
Giống (G)	26,6***	82,9***	75,0***	1,9*	288,3***	23,2***	11,2***	22,9***
Địa điểm (L)	296,3***	12,5***	11,8***	5,3***	90,2***	0,5*	15,4***	2,2***
GxL	5,0	3,5***	2,2***	3,4***	17,3**	1,0	0,4	0,7
Residual	3,9	0,3	0,4	0,4	4,1	0,2	0,4	0,3

Chú thích: TBTS, tinh bột tổng số (% CBK); F-AM (free amylose), hàm lượng amylose tự do; T-AM (total amylose), hàm lượng amylose tổng số; L-AM (lipid-amylose complexes), hàm lượng amylose phức với lipid; PB (proportion of B-granules), tỉ lệ hạt nhỏ < 10 µm (%); Mean D (mean diameter), đường kính trung bình (µm); SSP (starch swelling power), lực nở của tinh bột (lần), FSP (flour swelling power), lực nở của bột (lần)

Bảng 2 cho thấy rằng giống ảnh hưởng đáng kể ($p < 0,001$) đến sự thay đổi của TBTS, F-AM, T-AM, PB, MeanD, FSP và SSP. Địa điểm trồng trọt ảnh hưởng mạnh ($p < 0,001$) đến sự thay đổi

của TBTS, F-AM, T-AM, L-AM, PB, FSP và SSP. Sự tương tác giữa giống và địa điểm cũng góp phần quan trọng ($p < 0,001$) đến sự thay đổi của F-AM, T-AM và L-AM.

Bảng 3: Phần trăm ảnh hưởng của giống, địa điểm trồng trọt và sự tương tác giữa chúng đến sự biến đổi về thành phần hóa học và tính chất vật lý của tinh bột

Nhân tố	TBTS	F-AM	T-AM	L-AM	PB	Mean D	FSP	SSP
Giống (G)	8,8	79,5	81,1	10,5	67,3	84,8	40,0	77,4
Địa điểm (L)	73,5	9,0	9,6	21,7	15,8	1,3	41,4	5,6
GxL	4,9	10,0	7,2	55,6	12,1	11,1	4,6	7,2
Residual	12,8	1,4	2,1	12,2	4,8	2,8	14,0	9,8

Chú thích: TBTS, tinh bột tổng số (% CBK); F-AM (free amylose), hàm lượng amylose tự do; T-AM (total amylose), hàm lượng amylose tổng số; L-AM (lipid-amylose complexes), hàm lượng amylose phức với lipid; PB (proportion of B-granules), tỉ lệ hạt nhỏ < 10 µm (%); Mean D (mean diameter), đường kính trung bình (µm); SSP (starch swelling power), lực nở của tinh bột, FSP (flour swelling power), lực nở của bột (lần)

Kết quả này là thống kê của số liệu từ tất cả các giống được trồng tại các địa điểm trong vụ mùa 2008

Bảng 3 cho thấy rằng phần trăm ảnh hưởng của giống đến sự thay đổi đáng kể của F-AM (79,5%), T-AM (81,1%), PB (67,3%), MeanD (84,8%) và SSP (77,4%). Trong khi, môi trường (địa điểm) trồng trọt ảnh hưởng 73,5% đối với TBTS và 41,4% đối với FSP. Sự tương tác giữa giống và môi trường trồng trọt ảnh hưởng 55,6% đến sự thay đổi của L-AM.

Minyip. Hàm lượng L-AM trong tinh bột từ giống Derrimut có giá trị cao nhất 6,4% khi trồng ở Minyip. L-AM trong tinh bột từ giống Guardian có giá trị thấp nhất 1,8% khi trồng ở Minyip.

Bảng 4 cho thấy giống lúa mì Derrimut có TBTS cao 64,8 và 64,5% khi trồng ở Delungra và Merrinee, tương ứng. Giống Derrimut có TBTS thấp 59,6 và 59,3% khi trồng ở Lockhart và Minyip, tương ứng. Giống Guardian có TBTS cao nhất 69,6% khi trồng ở Delungra so với các địa điểm còn lại. Giống Guardian có TBTS thấp nhất 57,7% khi trồng ở Minyip.

Bảng 4 và Hình 2 đều cho thấy khi trồng cùng địa điểm Delungra, cả hai giống Derrimut và Guardian đều cho tinh bột có PB có giá trị trung bình cao nhất là 29,1% và 26,2%, tương ứng, nhưng không khác biệt ý nghĩa so với PB của giống trồng từ địa điểm Lockhart. Giống Derrimut cho tinh bột có giá trị trung bình Mean D 15,9 µm cao nhất khi trồng ở Merrinee nhưng không khác biệt có ý nghĩa so với giá trị trung bình Mean D của tinh bột từ lúa mì được trồng ở Delungra và Minyip. Giống Guardian cho tinh bột có giá trị trung bình Mean D cao nhất (17,3µm) khi trồng ở Minyip nhưng không khác biệt ý nghĩa so với giá trị trung bình Mean D của tinh bột từ lúa mì được trồng ở Merrinee.

Giống Derrimut trồng tại địa điểm Minyip thì tinh bột có hàm lượng F-AM (19,5%) thấp nhất. Giống Guardian cho tinh bột có F-AM (24,2%) cao nhất khi được trồng tại địa điểm Delungra, và có T-AM (23,9%) là thấp nhất khi được trồng ở

Được trồng ở Delungra, cả hai giống Derrimut và Guardian cho giá trị trung bình FSP cao nhất

(10,2 và 12,2 lần), tương ứng, nhưng không khác biệt có ý nghĩa so FSP từ giống trồng ở Lockhart và Merrinee.

Giống Derrimut cho SSP có giá trị trung bình

cao nhất 14,9 (lần) khi trồng ở Delungra nhưng không khác biệt ý nghĩa so với SSP của Derrimut khi trồng ở Merrinee. Trồng ở Minyip, giống Guardian cho tinh bột có SSP (16,7 lần) là cao nhất.

Bảng 4: Ảnh hưởng của giống và môi trường đến tính chất tinh bột của lúa mì

Giống	Địa điểm	TBTS	F-AM	T-AM	L-AM	PB	Mean D	FSP	SSP
Derrimut	Delungra	64,8a	24,7ab	28,2ab	3,5c	29,1a	15,6ab	10,2a	14,9a
	Lockhart	59,6b	25,2a	29,1a	3,9b	27,2ab	15,1b	9,5ab	13,2b
	Merrinee	64,5a	23,5b	27,3bc	3,9bc	23,0bc	15,9a	9,1ab	13,9ab
	Minyip	59,3b	19,5c	25,9c	6,4a	22,0c	15,7ab	8,7b	13,6b
	Delungra	69,6a	24,2a	27,4a	3,2ab	26,2a	16,6b	12,2a	15,2b
Guardian	Lockhart	60,2bc	22,3b	26,0a	3,7a	21,4ab	16,0b	11,4ab	15,4b
	Merrinee	63,4b	22,3b	26,4a	4,0a	18,7b	16,9ab	10,9bc	15,5b
	Minyip	57,7c	22,1b	23,9b	1,8b	15,0b	17,3a	10,0c	16,7a

Chú thích: TBTS, tinh bột tổng số (% CBK); F-AM (free amylose), hàm lượng amylose tự do; T-AM (total amylose), hàm lượng amylose tổng số; L-AM (lipid-amylose complexes), hàm lượng amylose phức với lipid; PB (proportion of B-granules), tỉ lệ hạt nhỏ < 10 µm (%); Mean D (mean diameter), đường kính trung bình (µm); SSP (starch swelling power), lực nở của tinh bột (lần), FSP (flour swelling power), lực nở của bột (lần)

Các dữ liệu được tổng hợp trên tất cả các giống và địa điểm trồng trọt. Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê $p < 0,05$

Hàm lượng nitơ trong đất thấp nhất tại địa điểm Delungra và cao nhất tại Minyip (Bảng 1), do đó hàm lượng protein tích lũy trong hạt lúa mì thấp nhất khi các giống được trồng ở Delungra và cao nhất khi trồng ở Minyjp. Khi hàm lượng protein thấp thì hàm lượng tinh bột cao trong cùng hạt. Điều này giải thích rằng hàm lượng tinh bột cao trong các giống khi được trồng ở Delungra và thấp trong các giống được trồng ở Minyjp (Bảng 4). Nitơ trong đất ảnh hưởng trực tiếp đến

hàm lượng nitơ trong lá và hàm lượng protein trong hạt từ đó làm giảm hàm lượng tinh bột tổng số trong hạt lúa mì (Rharrabti *et al.*, 2001; Kindred *et al.*, 2008; Weightman *et al.*, 2008). Hàm lượng nitơ tích lũy trong lá trước khi ra hoa sẽ được chuyển đến hạt và đóng góp đáng kể cho hàm lượng protein trong hạt, từ đó có thể gây hiệu ứng nghịch đảo đến sự giảm hàm lượng tinh bột (Gooding *et al.*, 2005; Gooding *et al.*, 2007).

Bảng 5: Hệ số tương quan giữa điều kiện trồng trọt và tính chất vật lý và hóa học của tinh bột từ các giống được trồng ở nhiều điểm khác nhau trong vụ mùa 2008

Yếu tố		TBTS	F-AM	T-AM	L-AM	PB	Mean D	FSP	SSP
Cấu trúc đất		0,62***	0,33	-0,09	0,24	0,12	-0,31	0,60**	-0,03
Nitrogen		-0,53**	-0,20	0,15	-0,20	-0,19	0,02	-0,25	-0,10
Phosphorous		-0,21	0,03	-0,02	0,14	0,18	0,11	0,24	-0,19
Carbon hữu cơ		0,50*	0,30	-0,12	0,26	0,18	-0,21	0,54**	-0,01
Số ngày không mây	bf	0,56**	0,24	-0,06	0,20	0,15	-0,09	0,51**	-0,18
	gf	0,06	0,02	0,00	0,07	0,11	0,16	0,14	-0,20
Lượng mưa	bf	0,36	0,24	0,00	0,15	0,04	-0,28	0,52**	-0,14
	gf	0,60**	0,31	-0,09	0,27	0,19	-0,18	0,63***	-0,15
Tmax	bf	0,87***	0,29	-0,05	0,11	-0,02	-0,33	0,41*	0,03
	gf	-0,17	-0,17	0,12	-0,21	-0,19	0,07	-0,31	-0,04
Tmin	bf	0,54**	0,11	0,04	-0,11	-0,24	-0,35	0,00	0,16
	gf	0,75***	0,24	0,03	0,03	-0,13	-0,38	0,36	-0,04

Chú thích: TBTS, tinh bột tổng số (% CBK); F-AM (free amylose), hàm lượng amylose tự do; T-AM (total amylose), hàm lượng amylose tổng số; L-AM (lipid-amylose complexes), hàm lượng amylose phức với lipid; PB (proportion of B-granules), tỉ lệ hạt nhỏ < 10 µm (%); Mean D (mean diameter), đường kính trung bình (µm); SSP (starch swelling power), lực nở của tinh bột (lần), FSP (flour swelling power), lực nở của bột (lần)

Hệ số tương quan Pearson cho biết mức ý nghĩa tại $\alpha = 0,05$. Trong 23 mẫu, mức ý nghĩa $p = 0,05$, r tối thiểu là 0,40. Các giá trị được chỉ định *, **, *** tương ứng với sự khác biệt đáng kể với $p < 0,05$, 0,01 và 0,001

Tương tự như kết quả ở Bảng 3, Bảng 5 cũng cho thấy rằng tinh bột tổng số (TBTS) và độ nở của bột lúa mì (FSP) chịu ảnh hưởng mạnh bởi các yếu tố môi trường. Cả TBTS và FSP đều có hệ số tương quan dương với cấu trúc đất, carbon hữu cơ, số ngày không mây trước khi ra hoa, lượng mưa trong quá trình ra hoa, Tmax trước khi ra hoa và Tmin trước và sau khi ra hoa. Các yếu tố môi trường này đều giúp cho cây lúa mì hấp thu nước tốt (cấu trúc đất và carbon hữu cơ) và quang tổng hợp đường cũng như tinh bột (số ngày không mây và nhiệt độ).

Nghiên cứu này cho thấy Tmax cao trước khi ra hoa tại địa điểm Delungra có mối tương tỉ lệ thuận với tổng hàm lượng tinh bột cao. Phát hiện này tương tự kết quả công bố của các tác giả khác (Wang *et al.*, 2012), trong đó hạt lúa mì được trồng trong điều kiện nhiệt độ cao từ trước khi ra hoa cho đến khi trưởng thành có hàm lượng tinh bột cao hơn nhiều so với hạt lúa mì được trồng trong điều kiện nhiệt độ cao chỉ trong giai đoạn hạt trưởng thành.

Nghiên cứu này cho thấy rằng, hàm lượng tinh bột thấp ở địa điểm trồng Minyip và cao ở Delungra do lượng mưa thấp ở Minyip và cao ở Delungra. Kết quả này tương tự với kết quả của Zhao (2009) phát hiện ra rằng lượng nước trong đất trong giai đoạn hạt trưởng thành có ảnh hưởng đến thành phần hạt dưỡng chất trong hạt lúa mì (lipid, protein và tinh bột).

4 KẾT LUẬN

Giống có ảnh hưởng nhiều đến tỉ lệ hạt có kích thước nhỏ (PB), đường kính trung bình hạt tinh bột (Mean D), hàm lượng amylose (F-AM và T-AM) và độ nở tinh bột (SSP). Địa điểm và các yếu tố môi trường trồng trọt ảnh hưởng mạnh đến hàm lượng tinh bột tổng số và độ nở bột lúa mì (FSP). Tương tác giữa giống (kiểu gen) và các yếu tố môi trường (mùa và địa điểm trồng trọt) đã đóng góp đáng kể vào sự thay đổi độ trương nở của bột lúa mì. Điều kiện nông học (loại đất, nitơ, photpho và carbon hữu cơ trong đất) và điều kiện thời tiết (số lượng ngày không mây, nhiệt độ tối đa và lượng mưa trước khi ra hoa và trong quá trình hạt tăng trưởng) tại địa điểm trồng trọt có ảnh hưởng mạnh đến hàm lượng tinh bột và độ nở của bột mì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dennett, A. L., Schofield, P. R., Roake, J. E., Howes, N. K. and Chin, J. (2009). "Starch swelling power and amylose content of triticale and *Triticum timopheevii* germplasm." *Journal of Cereal Science* 49(3): 393-397.
2. Chrastil, J. (1987). "Improved colorimetric determination of amylose in starches or flours." *Carbohydrate Research* 159(1): 154-158.
3. Gooding, M. J., Gregory, P. J., Ford, K. E. and Pepler, S. (2005). "Fungicide and cultivar affect post-anthesis patterns of nitrogen uptake, remobilization and utilization efficiency in wheat." *The Journal of Agricultural Science* 143(06): 503-518.
4. Gooding, M. J., Gregory, P. J., Ford, K. E. and Ruske, R. E. (2007). "Recovery of nitrogen from different sources following applications to winter wheat at and after anthesis." *Field Crops Research* 100(2-3): 143-154.
5. Kindred, D. R., Verhoeven T. M. O., et al. (2008). "Effects of variety and fertiliser nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch and protein content, and protein composition of winter wheat." *Journal of Cereal Science*, 48(1): 46-57.
6. Konik-Rose, C. M., Moss, R., Rahman, S., Appels, R., Stoddard, F. and McMaster, G. (2001). "Evaluation of the 40 mg Swelling Test for Measuring Starch Functionality." *Starch - Stärke* 53(1): 14-20.
7. Konik, C. M., Miskelly, D. M., and Gras, P. W. (1993). "Starch Swelling Power, Grain Hardness and Protein: Relationship to Sensory Properties of Japanese Noodles." *Starch - Stärke* 45(4): 139-144.
8. McCormick, K., Panozzo, J. and Hong, S. (1991). "A swelling power test for selecting potential noodle quality wheats." *Australian Journal of Agricultural Research* 42(3): 317-323.
9. Rharrabti, Y., Villegas, D., Garcia, L. F., Moral, D., Aparicio, N., Elhani, S. and Royo, C. (2001). "Environmental and genetic determination of protein content and grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions." *Plant Breeding* 120(5): 381-388.
10. Salman, H., Blazek, J., Lopez-Rubio, A., Gilbert, E. P., Hanley, T. and Copeland, L. (2009). "Structure-function relationships in A and B granules from wheat starches of similar amylose content." *Carbohydrate Polymers* 75(3): 420-427.

11. Sasaki, T. and Matsuki, J. (1998). "Effect of Wheat Starch Structure on Swelling Power." *Cereal Chemistry* 75(4): 525-529.
12. Wang, X., Cai, J., Liu, F., Jin, M., Yu, H., Jiang, D., Wollenweber, B., Dai, T. and Cao, W. (2012). "Pre-anthesis high temperature acclimation alleviates the negative effects of postanthesis heat stress on stem stored carbohydrates remobilization and grain starch accumulation in wheat." *Journal of Cereal Science*: 1-6.
13. Weightman, R. M., Millar, S., Alava, J., John Foulkes, M., Fish, L. and Snape, J. W. (2008). "Effects of drought and the presence of the 1BL/1RS translocation on grain vitreosity, hardness and protein content in winter wheat." *Journal of Cereal Science* 47(3): 457-468.
14. Zhao, C. X., He, M. R., Wang, Z. L., Wang, Y. F. and Lin, Q. (2009). "Effects of different water availability at post-anthesis stage on grain nutrition and quality in strong-gluten winter wheat." *Comptes Rendus Biologies* 332(8): 759-764.