

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ลักษณะปรากฏและประเมินค่าอัตราพันธุกรรม

การวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะขนาดเมล็ดและอายุวันออกดอกแรกในประชากรสายพันธุ์แท้ที่มีการกระจายตัวจากคู่ผสมระหว่างถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ AGS292 กับถั่วเหลืองพันธุ์ K3 ปลูกทดสอบประชากรถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์แท้จำนวน 94 สายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ในฤดูแล้ง ปี 2555, ฤดูฝน ปี 2555 และฤดูแล้ง ปี 2556 จำนวน 2 ซ้ำ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและประเมินค่าพันธุกรรมได้ดังนี้

ผลการศึกษาความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด ในฤดูแล้งปี 2555 พบว่า พันธุ์พ่อแม่กับประชากรสายพันธุ์แท้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ระหว่างพันธุ์พ่อแม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และภายในประชากรสายพันธุ์แท้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 2 ส่วนในฤดูฝนปี 2555 พบว่า กับประชากรสายพันธุ์แท้กับพันธุ์พ่อแม่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดระหว่างพันธุ์พ่อแม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และประชากรสายพันธุ์แท้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 3 และการวิเคราะห์ในฤดูแล้ง ปี 2556 พันธุ์พ่อแม่กับประชากรสายพันธุ์แท้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ระหว่างพันธุ์พ่อแม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และภายในประชากรสายพันธุ์แท้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 4

ผลจากการวิเคราะห์การกระจายตัวของลักษณะขนาดเมล็ดของประชากรในฤดูแล้งปี 2555 พบว่าประชากรมีการกระจายตัวแบบปกติ ($P=0.1500$) ดังแสดงในภาพ 1 มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 9.7 ถึง 21.5 กรัม พันธุ์ AGS292 มีค่าเฉลี่ย 21.5 กรัม และพันธุ์ K3 มีค่าเฉลี่ย 9.7 กรัม ดังแสดงในตาราง 8 ในฤดูฝนปี 2555 พบว่าประชากรมีการกระจายตัวแบบปกติ ($P=0.7092$) ดังแสดงในภาพ 2 มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 9.1 ถึง 21.6 กรัม พันธุ์ AGS292 มีค่าเฉลี่ย 21.6 กรัม และพันธุ์ K3 มีค่าเฉลี่ย 9.1 กรัม ดังแสดงในตาราง 8 และในการวิเคราะห์ในฤดูแล้ง ปี 2556 พบว่าประชากรมีการกระจายตัวแบบปกติ ($P=<0.1256$) ดังแสดงในภาพ 3 มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 5.7 ถึง 21.1 กรัม พันธุ์ AGS292 มีค่าเฉลี่ย 21.1 กรัม และพันธุ์ K3 มีค่าเฉลี่ย 5.7 กรัม ดังแสดงในตาราง 8

การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมแบบแคบของน้ำหนักรเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด ในประชากรสายพันธุ์แท้ พบว่าในฤดูแล้งปี 2555 มีค่าร้อยละ 88.8 ในฤดูฝนปี 2555 ร้อยละ 60.7 และในฤดูแล้งปี 2556 ร้อยละ 70.8 ดังแสดงในตาราง 8

ผลการศึกษาความแปรปรวนของอายุวันออกดอกแรก

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุวันออกดอกแรก ในฤดูแล้งปี 2555 พบว่า พันธุ์พ่อแม่กับประชากรสายพันธุ์แท้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความแปรปรวนของอายุวันออกดอกแรกระหว่างพันธุ์พ่อแม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) และภายในประชากรสายพันธุ์แท้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ดังแสดงในตาราง 5 ส่วนในฤดูฝนปี 2555 พบว่า พันธุ์พ่อแม่กับประชากรสายพันธุ์แท้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความแปรปรวนของอายุวันออกดอกแรกระหว่างพันธุ์พ่อแม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) และภายในประชากรสายพันธุ์แท้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ดังแสดงในตาราง 6 และการวิเคราะห์ในฤดูแล้งปี 2556 พันธุ์พ่อแม่กับประชากรสายพันธุ์แท้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความแปรปรวนของอายุวันออกดอกแรกระหว่างพันธุ์พ่อแม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) และภายในประชากรสายพันธุ์แท้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ดังแสดงในตาราง 7

ผลจากการวิเคราะห์การกระจายตัวของลักษณะอายุวันออกดอกของประชากรในฤดูแล้งปี 2555 พบว่าประชากรมีการกระจายตัวเบ้ไปทางขวา ($P=0.0031$) ดังแสดงในภาพ 4 มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 30 ถึง 49 วัน พันธุ์ AGS292 มีค่าเฉลี่ย 30 วัน และพันธุ์ K3 มีค่าเฉลี่ย 49 วัน ดังแสดงในตาราง 9 ในฤดูฝนปี 2555 พบว่าประชากรมีการกระจายตัวแบบปกติ ($P=0.0529$) ดังแสดงในภาพ 5 มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 30 ถึง 53 วัน พันธุ์ AGS292 มีค่าเฉลี่ย 30 วัน และพันธุ์ K3 มีค่าเฉลี่ย 53 วัน ดังแสดงในตาราง 9 และในการวิเคราะห์ในฤดูแล้งปี 2556 พบว่าประชากรมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ ($P=0.0149$) ดังแสดงในภาพ 6 มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 32 ถึง 53 วัน พันธุ์ AGS292 มีค่าเฉลี่ย 32 วัน และพันธุ์ K3 มีค่าเฉลี่ย 53 วัน ดังแสดงในตาราง 9

การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมแบบแคบของอายุวันออกดอกในประชากรสายพันธุ์แท้ พบว่าในฤดูแล้งปี 2555 มีค่าร้อยละ 92.5 ในฤดูฝนปี 2555 ร้อยละ 89.4 และในฤดูแล้งปี 2556 ร้อยละ 82.5 ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบความแปรปรวนน้ำหนักรเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดของประชากรสายพันธุ์แท้เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ ในฤดูแล้งปี 2555

Source	d.f.	Mean square
Replications	2	6.452
Genotypes	93	22.074**
Parents vs RILs	1	162.149**
Between Parent	1	738.661**
Between RILs	91	12.660**
Error	176 ^{1/}	1.399

Variance components	$\sigma_g^2 = 4.06$
	$\sigma_e^2 = 0.47$

หมายเหตุ	*	หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)
	**	หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$)
	^{1/}	หมายความว่า มีข้อมูลสูญหาย

$$\sigma_e^2 = \frac{\text{MS Error}}{\text{Replication}} = \frac{1.399}{3} = 0.47$$

$$\sigma_g^2 = \frac{\text{MS Between RILs} - \sigma_e^2}{\text{Replication}} = \frac{12.660 - 0.47}{3} = 4.06$$

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{4.06}{4.06 + 0.47} = 88.8$$

ตาราง 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบความแปรปรวนน้ำหนักรเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดของประชากรสายพันธุ์แท้เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ ในฤดูฝนปี 2555

Source	d.f.	Mean square
Replications	2	18.608
Genotypes	93	12.970**
Parents vs RILs	1	8.734
Between Parent	1	314.849**
Between RILs	91	9.699**
Error	130 ^{1/}	5.210

Variance components	$\sigma_g^2 = 2.66$
	$\sigma_e^2 = 1.73$

หมายเหตุ	*	หมายความว่า	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)
	**	หมายความว่า	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$)
	^{1/}	หมายความว่า	มีข้อมูลสูญหาย

$$\sigma_e^2 = \frac{\text{MS Error}}{\text{Replication}} = \frac{5.210}{3} = 1.73$$

$$\sigma_g^2 = \frac{\text{MS Between RILs} - \sigma_e^2}{\text{Replication}} = \frac{9.699 - 1.73}{3} = 2.66$$

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{2.66}{2.66 + 1.73} = 60.7$$

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบความแปรปรวนน้ำหนักรเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดของประชากรสายพันธุ์แท้เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ ในฤดูแล้งปี 2556

Source	d.f.	Mean square
Replications	1	102.889**
Genotypes	93	12.306**
Parents vs RILs	1	49.011*
Between Parent	1	70.741**
Between RILs	91	11.261**
Error	88 ^{1/}	3.847

Variance components	$\sigma_g^2 = 3.33$
	$\sigma_e^2 = 1.28$

หมายเหตุ	*	หมายความว่า	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)
	**	หมายความว่า	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$)
	^{1/}	หมายความว่า	มีข้อมูลสูญหาย

$$\sigma_e^2 = \frac{\text{MS Error}}{\text{Replication}} = \frac{3.847}{2} = 1.92$$

$$\sigma_g^2 = \frac{\text{MS Between RILs} - \sigma_e^2}{\text{Replication}} = \frac{11.261 - 1.92}{2} = 4.67$$

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{4.67}{4.67 + 1.92} = 70.8$$

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบความแปรปรวนอายุวันออกดอกแรก
ของประชากรสายพันธุ์แท้เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ ในฤดูแล้งปี 2555

Source	d.f.	Mean square
Replications	2	73.248**
Genotypes	93	72.352**
Parents vs RILs	1	59.644
Between Parent	1	384.0**
Between RILs	91	69.067**
Error	176 ^{1/}	5.460
Variance components		$\sigma_g^2 = 22.42$ $\sigma_e^2 = 1.82$

หมายเหตุ	*	หมายความว่า	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)
	**	หมายความว่า	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$)
	^{1/}	หมายความว่า	มีข้อมูลสูญหาย

$$\sigma_e^2 = \frac{\text{MS Error}}{\text{Replication}} = \frac{5.460}{3} = 1.82$$

$$\sigma_g^2 = \frac{\text{MS Between RILs} - \sigma_e^2}{\text{Replication}} = \frac{69.067 - 1.82}{3} = 22.42$$

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{22.42}{22.42 + 1.82} = 92.5$$

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบความแปรปรวนอายุวันออกดอกแรก
ของประชากรสายพันธุ์แท้เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ ในฤดูฝนปี 2555

Source	d.f.	Mean square
Replications	2	5.809
Genotypes	93	56.308**
Parents vs RILs	1	106.414
Between Parent	1	244.696**
Between RILs	91	53.687**
Error	130 ^{1/}	6.127
Variance components		$\sigma_g^2 = 17.22$ $\sigma_e^2 = 2.04$

หมายเหตุ	*	หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)
	**	หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$)
	^{1/}	หมายความว่า มีข้อมูลสูญหาย

$$\sigma_e^2 = \frac{\text{MS Error}}{\text{Replication}} = \frac{6.127}{3} = 2.04$$

$$\sigma_g^2 = \frac{\text{MS Between RILs} - \sigma_e^2}{\text{Replication}} = \frac{53.687 - 2.04}{3} = 17.22$$

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{17.22}{17.22 + 2.04} = 89.4$$

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบความแปรปรวนอายุวันออกดอกแรก
ของประชากรสายพันธุ์แท้เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ ในฤดูแล้งปี 2556

Source	d.f.	Mean square
Replications	1	301.983**
Genotypes	93	67.574**
Parents vs RILs	1	28.007
Between Parent	1	650.250**
Between RILs	91	61.605**
Error	92 ^{1/}	12.233

$$\begin{aligned}\text{Variance components} \quad \sigma_g^2 &= 19.18 \\ \sigma_e^2 &= 4.08\end{aligned}$$

หมายเหตุ	*	หมายความว่า	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)
	**	หมายความว่า	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$)
	^{1/}	หมายความว่า	มีข้อมูลสูญหาย

$$\sigma_e^2 = \frac{\text{MS Error}}{\text{Replication}} = \frac{12.233}{2} = 4.08$$

$$\sigma_g^2 = \frac{\text{MS Between RILs} - \sigma_e^2}{\text{Replication}} = \frac{61.605 - 4.08}{2} = 19.18$$

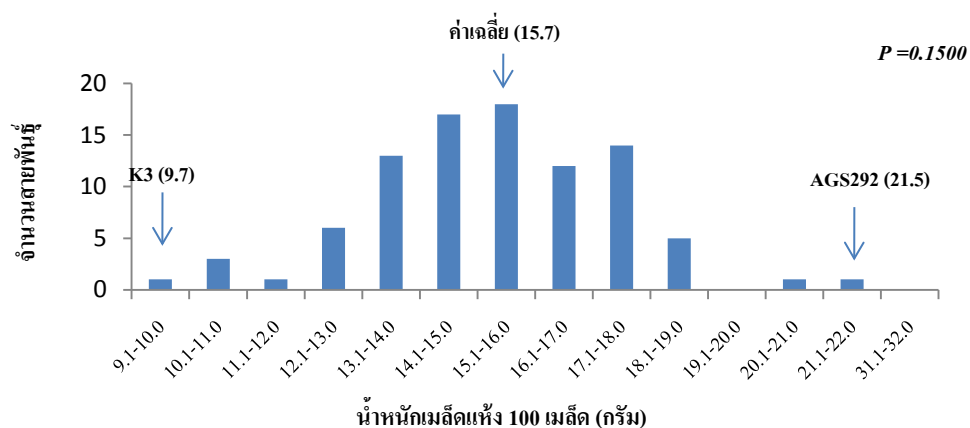
$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{19.18}{19.18 + 4.08} = 82.5$$

ตาราง 8 แสดงค่าพิสัย ค่าเฉลี่ยประชากรสายพันธุ์แท้ ค่าเฉลี่ยพันธุ์พ่อแม่ และอัตราพันธุกรรม
แบบแคบน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด ในฤดูแล้งปี 2555 ฤดูฝนปี 2555 และ
ฤดูแล้งปี 2556

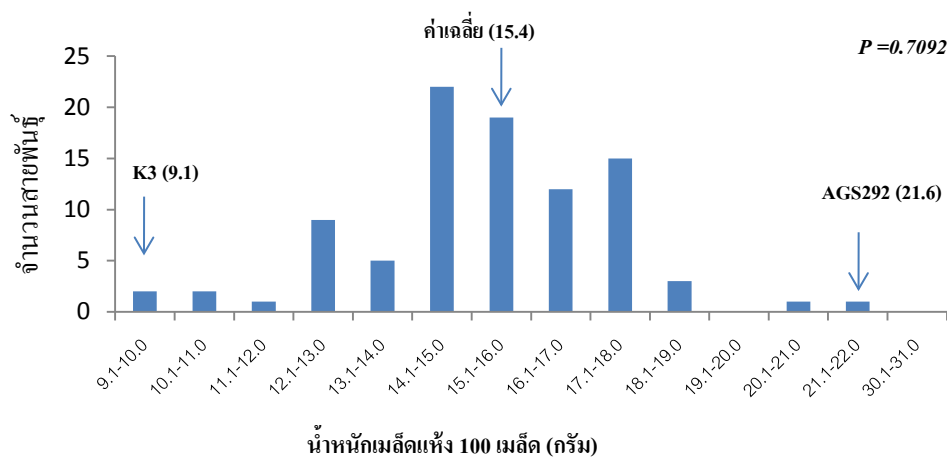
ฤดูปลูก	ประชากรสายพันธุ์แท้		พันธุ์พ่อแม่		ค่าอัตรา พันธุกรรม แบบแคบ (%)
	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	AGS292	K3	
ฤดูแล้ง ปี 2555	9.7-21.5	15.7 $\pm$ 2.1	21.5	9.7	88.8
ฤดูฝน ปี 2555	9.1-21.6	15.4 $\pm$ 2.1	21.6	9.1	60.7
ฤดูแล้ง ปี 2556	5.7-21.1	13.0 $\pm$ 2.1	21.1	5.7	70.8

ตาราง 9 แสดงค่าพิสัย ค่าเฉลี่ยประชากรสายพันธุ์แท้ ค่าเฉลี่ยพันธุ์พ่อแม่ และอัตราพันธุกรรม
แบบแคบอายุวันออกดอกแรก ในฤดูแล้งปี 2555 ฤดูฝนปี 2555 และฤดูแล้งปี 2556

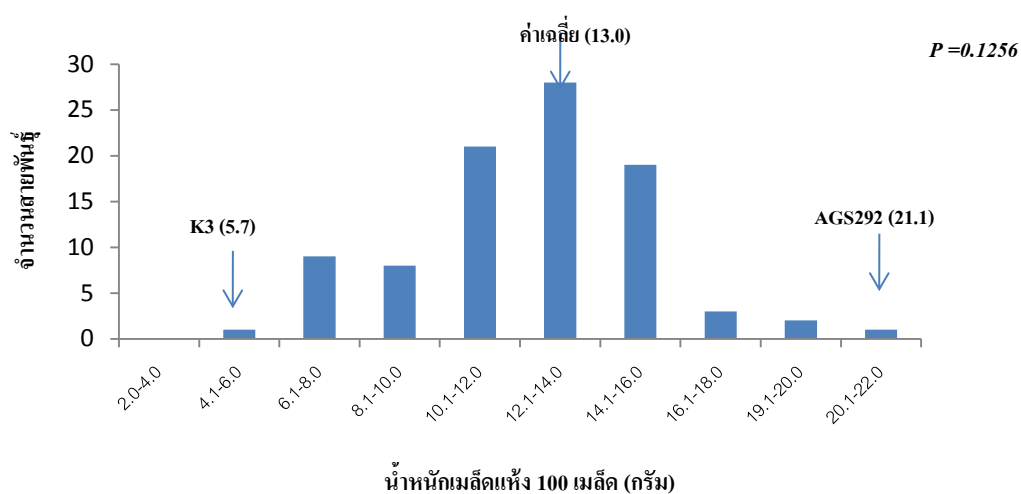
ฤดูปลูก	ประชากรสายพันธุ์แท้		พันธุ์พ่อแม่		ค่าอัตรา พันธุกรรม แบบแคบ (%)
	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	AGS292	K3	
ฤดูแล้ง ปี 2555	30-49	36.9 $\pm$ 4.8	30	49	92.5
ฤดูฝน ปี 2555	30-53	38.0 $\pm$ 4.6	30	53	89.4
ฤดูแล้ง ปี 2556	32-53	42.0 $\pm$ 5.5	32	53	82.5



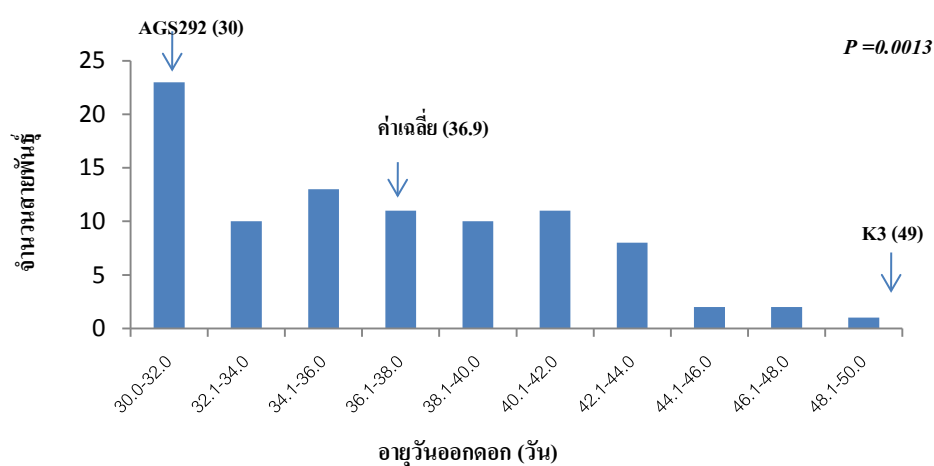
ภาพ 1 การกระจายตัวน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100เมล็ด ของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูแล้งปี 2555 (ตำแหน่งที่ถูกระบุชี้แสดงค่าเฉลี่ยของประชากรและพันธุ์พ่อแม่)



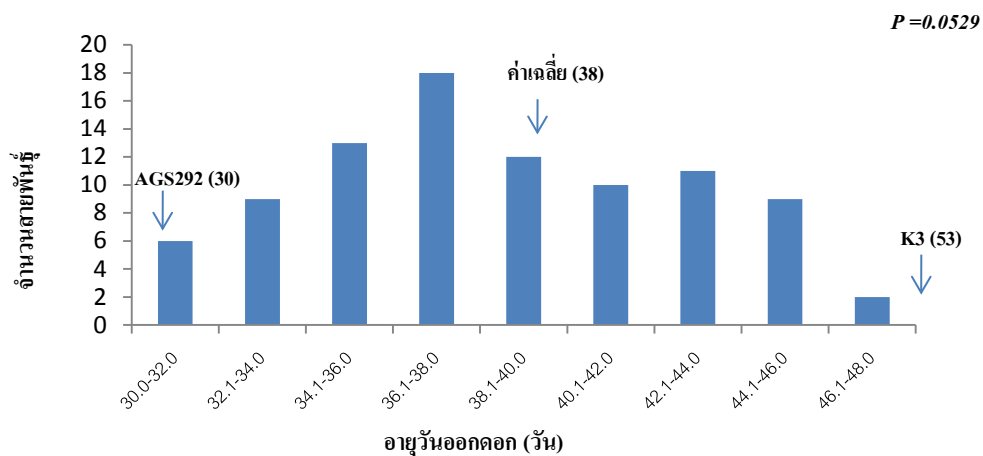
ภาพ 2 การกระจายตัวน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100เมล็ด ของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูฝนปี 2555 (ตำแหน่งที่ถูกระบุชี้แสดงค่าเฉลี่ยของประชากรและพันธุ์พ่อแม่)



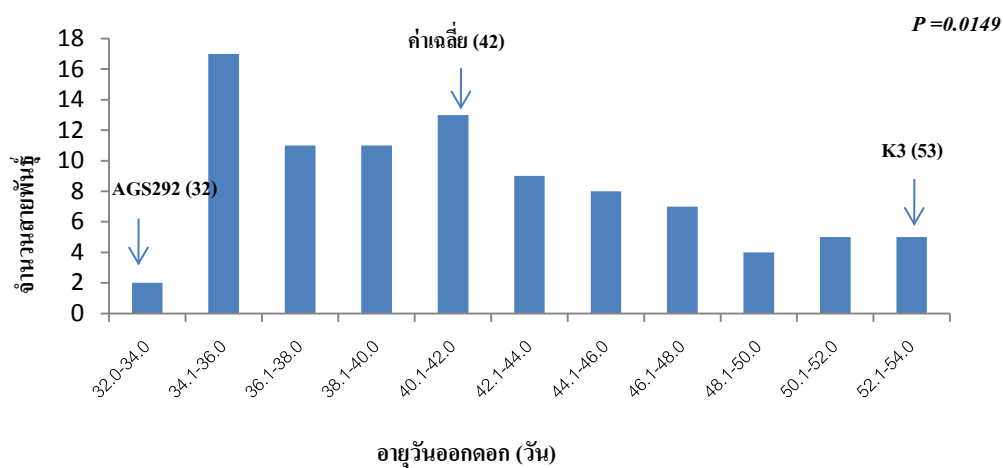
ภาพ 3 การกระจายตัวน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด ของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูแล้งปี 2556 (ตำแหน่งที่ถูกระบุชี้แสดงค่าเฉลี่ยของประชากรและพันธุ์พ่อแม่)



ภาพ 4 การกระจายตัวอายุวันออกดอกแรก ของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูแล้งปี 2555 (ตำแหน่งที่ถูกระบุชี้แสดงค่าเฉลี่ยของประชากรและพันธุ์พ่อแม่)



ภาพ 5 การกระจายตัวอายุวันออกดอกแรก ของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูฝนปี 2555
(ตำแหน่งที่ถูกกรงชี้แสดงค่าเฉลี่ยของประชากรและพันธุ์พ่อแม่)



ภาพ 6 การกระจายตัวอายุวันออกดอกแรก ของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูแล้งปี 2556
(ตำแหน่งที่ถูกกรงชี้แสดงค่าเฉลี่ยของประชากรและพันธุ์พ่อแม่)

การทดสอบอัตราส่วนการกระจายตัวของเครื่องหมายโมเลกุลในประชากรสายพันธุ์แท้

การทดสอบค่าไคสแควร์ในประชากรสายพันธุ์แท้ที่มีการกระจายตัวของอัลลีลบนเครื่องหมายโมเลกุลในแต่ละตำแหน่งจำนวน 244 เครื่องหมาย โดยมีอัตราส่วนตามทฤษฎี คือ 1:1 ซึ่งจากค่าสังเกตเมื่อวิเคราะห์แล้วพบว่า เครื่องหมายโมเลกุลส่วนใหญ่มีการกระจายตัวเป็นไปตามอัตราส่วน 1:1 มีจำนวน 42 เครื่องหมาย ที่ไม่เป็นไปตามอัตราส่วน 1:1 ได้แก่ เครื่องหมายโมเลกุลในตำแหน่ง Sat_392 บนกลุ่มลิงเกจ A1 BE801538 และ Satt583 บนกลุ่มลิงเกจ B1 Sat_009 บนกลุ่มลิงเกจ B2 Satt194 บนกลุ่มลิงเกจ C1 Satt357 Satt307 Satt316 Satt322 Satt371 และ Satt643 บนกลุ่มลิงเกจ C2 Satt_069 บนกลุ่มลิงเกจ D1b+w Satt458 Sat_296 และ Sat_292 บนกลุ่มลิงเกจ D2 Satt657 บนกลุ่มลิงเกจ F Satt038 และ Sat_403 บนกลุ่มลิงเกจ G SJ053 J055 SJ030 Satt380 SJ091 Satt622 Satt215 Satt183 Satt431 Satt132 Satt132_1 Satt596 GMES1619 Sat_255 Sat_366 Sct_001 และ FT2a บนกลุ่มลิงเกจ J Satt229 และ Satt166 บนกลุ่มลิงเกจ L Sat_208 และ Satt009 บนกลุ่มลิงเกจ N GMES2487 Sat_242 และ Satt123 บนกลุ่มลิงเกจ O ($P < 0.05$)

ตาราง 10 การกระจายตัวของเครื่องหมายโมเลกุลแบบเอสเอสอาร์ 244 เครื่องหมาย ในประชากร
ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์แท้ ในการทดสอบค่าไคสแควร์

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (χ^2) 1A : 1B	P-value
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
Sat_217	A1	40	45	85	0.294	0.588
Satt511	A1	40	48	88	0.727	0.394
Satt236	A1	40	49	89	0.910	0.340
Sat_171	A1	41	44	85	0.106	0.745
Sat_407	A1	40	47	87	2.647	0.104
GMES3048	A1	50	35	85	0.012	0.914
Satt276	A1	42	43	85	0.106	0.745
Satt341	A2	31	49	80	4.050	0.044
Satt187	A2	37	53	90	2.844	0.092
Sat_138	A2	46	46	92	0.000	1.000
Sat_294	A2	51	34	85	3.400	0.065
GMENOD2B	A2	37	49	86	1.674	0.196
Sat_392	A2	35	55	90	4.444	0.035
Satt493	A2	35	58	93	5.688	0.017
Satt589	A2	35	58	93	5.688	0.017
Satt197	B1	47	43	90	0.178	0.673
Satt197_1	B1	48	43	91	0.275	0.600
Sat_247	B1	46	43	89	0.101	0.751
Sat_128	B1	44	41	85	0.106	0.745
Satt444	B1	48	43	91	0.275	0.600
BE801538	B1	37	56	93	3.882	0.049
BE806308	B1	44	39	83	0.301	0.583

ตาราง 10 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (χ^2) 1A : 1B	P-value
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
CSSR18	B1	41	49	90	0.711	0.399
Sat_156	B1	44	40	84	0.191	0.663
Satt583	B1	50	41	91	0.890	0.345
GMES0591	B1	36	56	92	4.348	0.037
GMES0959	B1	54	38	92	2.783	0.095
GMES6195	B1	44	44	88	0.000	1.000
Satt251	B1	51	42	93	0.871	0.351
Satt063	B2	41	50	91	0.890	0.345
Satt063_1	B2	35	47	82	1.756	0.185
Satt474	B2	45	48	93	0.097	0.756
Satt318	B2	47	46	93	0.011	0.915
Satt467	B2	42	49	91	0.539	0.463
Satt726	B2	42	50	92	0.696	0.404
Sat_424	B2	41	50	91	0.890	0.345
Sct_064	B2	42	51	93	0.871	0.351
GMES1809	B2	43	48	91	0.275	0.600
GMES5296	B2	44	49	93	0.269	0.604
GMES6350	B2	51	42	93	0.871	0.351
Sat_287	B2	35	46	81	1.494	0.222
Satt534	B2	41	49	90	0.711	0.399
Satt687	B2	40	51	91	1.330	0.249
CSSR28	B2	43	50	93	0.527	0.468
Sat_009	B2	35	54	89	4.056	0.044
Satt670	C1	37	51	88	2.227	0.136

ตาราง 10 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่มลิง เกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (c^2) 1A : 1B	P-value
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
Satt690	C1	43	47	90	0.178	0.673
SOYGPATR	C1	44	49	93	0.269	0.604
Sat_311	C1	41	52	93	1.301	0.254
Sct_186	C1	45	48	93	0.097	0.756
GMES6334	C1	38	52	90	2.178	0.140
Satt646	C1	43	47	90	0.178	0.673
GMES0136	C1	42	50	92	0.696	0.404
GMES0780	C1	42	44	86	0.046	0.829
Sat_140	C1	42	48	90	0.400	0.527
Satt194	C1	32	51	83	4.349	0.037
AW277661	C1	39	51	90	1.600	0.206
GMES2745	C1	42	47	89	0.281	0.596
Satt578	C1	41	48	89	0.551	0.458
SC1008	C1	38	45	83	0.590	0.442
Satt357	C2	34	59	93	6.720	0.010
Satt307	C2	29	63	92	12.565	0.000
Satt227	C2	45	46	91	0.268	0.605
Satt227_1	C2	43	49	92	0.391	0.532
Satt316	C2	34	57	91	5.813	0.016
Satt322	C2	35	58	93	5.688	0.017
Satt371	C2	26	57	83	11.578	0.001
GMAC7L	C2	34	50	84	3.048	0.081
Sat_402	C2	21	40	61	5.918	0.015
Satt643	C2	29	60	89	10.798	0.001

ตาราง 10 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (χ^2) 1A : 1B	P-value
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
Satt436	D1a	42	50	92	0.696	0.404
Sat_414	D1a	42	50	92	0.696	0.404
Satt184	D1a	53	38	91	2.473	0.116
Satt147	D1a	41	49	90	0.711	0.399
Sat_332	D1a	47	45	92	0.044	0.835
Satt531	D1a	34	40	74	0.487	0.486
Satt408	D1a	42	50	92	0.696	0.404
Satt179	D1a	38	42	80	0.200	0.655
Satt546	D1b	49	36	85	1.988	0.159
Sat_069	D1b	59	31	90	8.711	0.003
Satt350	D1b	37	43	80	0.450	0.502
Satt141	D1b	42	45	87	0.103	0.748
Satt189	D1b	42	48	90	0.400	0.527
Satt506	D1b	37	48	85	1.424	0.233
Satt604	D1b	40	45	85	0.294	0.588
Sat_135	D1b	42	41	83	0.012	0.913
Satt412	D1b	34	40	74	0.487	0.486
Satt542	D1b	41	49	90	0.711	0.399
Satt282	D1b	46	41	87	0.287	0.592
Sat_096	D1b	43	38	81	0.309	0.579
Sat_284	D2	53	38	91	2.473	0.116
Sct_192	D2	53	38	91	2.473	0.116
Satt310	D2	42	48	90	0.400	0.527

ตาราง 10 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (χ^2) 1A : 1B	P-value
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
Satt458	D2	56	32	88	6.546	0.011
Satt372	D2	48	40	88	0.727	0.394
Satt486	D2	57	31	88	7.682	0.006
Sat_296	D2	44	43	87	0.012	0.915
GMES4739	D2	44	48	92	0.174	0.677
Sat_292	D2	30	62	92	11.130	0.001
Satt672	D2	46	35	81	1.494	0.222
Sat_022	D2	43	45	88	0.046	0.831
Sat_220	D2	35	51	86	2.977	0.085
Satt186	D2	39	44	83	0.301	0.583
Satt553	E	48	43	91	0.275	0.600
Satt230	E	44	48	92	0.174	0.677
Satt045	E	45	44	89	0.011	0.916
Satt212	E	42	47	89	0.281	0.596
Satt483	E	44	46	90	0.044	0.833
Sat_172	E	47	46	93	0.011	0.917
Satt384	E	43	44	87	0.012	0.915
Satt231	E	48	44	92	0.174	0.677
Satt720	E	41	44	85	0.106	0.745
GMES1367	E	44	40	84	0.191	0.663
Satt411	E	49	41	90	0.711	0.399
Satt310	D2	42	48	90	0.400	0.527
Satt458	D2	56	32	88	6.546	0.011

ตาราง 10 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (χ^2) 1A : 1B	P-value
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
Satt372	D2	48	40	88	0.727	0.394
Satt486	D2	57	31	88	7.682	0.006
Sat_296	D2	44	43	87	0.012	0.915
GMES4739	D2	44	48	92	0.174	0.677
Sat_292	D2	30	62	92	11.130	0.001
Satt672	D2	46	35	81	1.494	0.222
Sat_022	D2	43	45	88	0.046	0.831
Sat_220	D2	35	51	86	2.977	0.085
Satt186	D2	39	44	83	0.301	0.583
Satt553	E	48	43	91	0.275	0.600
Satt230	E	44	48	92	0.174	0.677
Satt045	E	45	44	89	0.011	0.916
Satt212	E	42	47	89	0.281	0.596
Satt483	E	44	46	90	0.044	0.833
Sat_172	E	47	46	93	0.011	0.917
Satt384	E	43	44	87	0.012	0.915
Satt231	E	48	44	92	0.174	0.677
Satt720	E	41	44	85	0.106	0.745
GMES1367	E	44	40	84	0.191	0.663
Satt411	E	49	41	90	0.711	0.399
Satt269	F	47	46	93	0.011	0.917
Satt516	F	44	43	87	0.012	0.915

ตาราง 10 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (χ^2) 1A : 1B	P-value
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
GMRUBP	F	47	45	92	0.044	0.835
Satt425	F	53	38	91	2.473	0.116
Satt335	F	44	41	85	0.106	0.745
Satt030	F	40	41	81	0.012	0.912
Sat_074	F	42	46	88	0.182	0.670
Satt657	F	56	35	91	4.846	0.028
Satt160	F	42	51	93	1.391	0.238
Satt343	F	42	45	87	0.103	0.748
Satt138	G	46	46	92	0.000	1.000
AF162283	G	40	49	89	0.910	0.340
Satt394	G	36	30	66	0.546	0.460
Sat_117	G	37	44	81	0.605	0.437
Sat_064	G	42	49	91	0.539	0.463
Satt038	G	56	35	91	4.846	0.028
Sat_403	G	25	47	72	6.722	0.010
Satt568	H	41	38	79	0.841	0.736
Satt181	H	41	51	92	1.087	0.351
Satt253	H	45	47	92	0.044	0.835
GMES0917	H	48	44	92	0.174	0.677
GMES2920	H	46	46	89	0.000	1.000
Satt434	H	41	51	92	1.087	0.297

ตาราง 10 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (χ^2) 1A : 1B	<i>P-value</i>
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
Sat_401	H	44	45	91	0.011	0.916
SJ053	J	33	58	91	6.868	0.009
SJ055	J	33	58	86	6.868	0.009
SJ030	J	30	56	90	7.861	0.005
Satt380	J	29	61	80	11.378	0.001
SJ078	J	44	36	85	0.800	0.371
SJ075	J	41	44	90	0.106	0.745
SJ080	J	52	38	83	2.178	0.140
SJ081	J	45	38	89	0.590	0.442
SJ091	J	25	64	87	17.090	<.0001
SJ101	J	49	38	88	1.391	0.238
Satt622	J	25	63	93	16.409	<.0001
Satt215	J	26	67	93	18.075	<.0001
Sct_046	J	44	49	92	0.269	0.604
Satt183	J	27	65	92	15.696	<.0001
Satt431	J	33	59	92	7.348	0.007
Sat_394	J	47	45	90	0.044	0.835
Satt132	J	33	57	85	6.400	0.011
Satt132_1	J	29	56	92	8.577	0.003
Satt596	J	33	59	88	7.348	0.007
GMES5027	J	47	41	86	0.409	0.522
GMES1619	J	30	56	90	7.861	0.005
GMES0069	J	46	44	0	0.044	0.833

ตาราง 10 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (χ^2) 1A : 1B	P-value
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
GMES5332	J	41	51	91	1.087	0.297
Satt249	J	48	43	92	0.275	0.600
GMES3817	J	41	51	91	1.087	0.297
Sat_255	J	27	64	88	15.044	0.001
GMES4751	J	35	53	90	3.682	0.055
Sat_339	J	48	42	80	0.400	0.527
Saat654	J	33	47	81	2.450	0.118
GMES6898	J	32	49	72	3.568	0.059
Sat_366	J	23	49	86	9.389	0.002
Sct_001	J	25	61	93	15.070	0.000
GMES6655	J	47	46	93	0.011	0.917
GMES6224	J	46	47	87	0.011	0.917
Ft3a	J	45	42	91	0.103	0.748
Ft2a	J	34	57	90	5.813	0.016
Sat_105	I	50	40	92	1.111	0.292
Satt354	I	48	44	93	0.174	0.677
Satt330	I	50	43	88	0.527	0.468
Satt239	I	39	49	89	1.136	0.286
Satt367	I	43	46	91	0.101	0.751
Sat_219	I	43	48	80	0.275	0.600
SI003	I	36	44	80	0.800	0.371
Satt247	K	43	42	85	0.012	0.914
Satt242	K	52	41	93	1.301	0.254

ตาราง 10 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (χ^2) 1A : 1B	P-value
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
Satt046	K	48	43	91	0.275	0.600
Satt518	K	48	44	92	0.174	0.677
GMES0633	K	42	50	92	0.696	0.404
GMES1135	K	41	48	89	0.551	0.458
CSSR102	K	47	43	90	0.178	0.673
Satt417	K	47	43	90	0.178	0.673
Satt617	K	47	44	91	0.099	0.753
Satt260	K	37	53	90	2.844	0.092
Satt102	K	45	47	92	0.044	0.835
Sat_167	K	42	49	91	0.539	0.463
Satt229	L	32	50	82	3.951	0.047
Satt229_1	L	34	51	85	3.400	0.065
Satt166	L	31	54	85	6.224	0.013
Satt373	L	42	51	93	0.871	0.351
Sat_150	L	51	42	93	0.871	0.351
Sat_245	L	45	48	93	0.097	0.756
Satt284	L	41	42	83	0.012	0.913
Satt523	L	44	46	90	0.044	0.833
Satt463	M	43	49	92	0.391	0.532
Satt567	M	41	52	93	1.301	0.254
Satt540	M	43	47	90	0.177	0.673
Sat_330	M	33	33	66	0.000	1.000
Satt210	M	45	48	93	0.096	0.756

ตาราง 10 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (χ^2) 1A : 1B	P-value
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
Satt336	M	50	40	90	1.111	0.292
Satt220	M	40	52	92	1.565	0.211
Sat_389	M	48	39	87	0.931	0.335
Satt201	M	49	43	92	0.391	0.532
Sat_258	M	40	48	88	0.727	0.394
Satt551	M	36	45	81	1.000	0.317
Sat_316	M	38	50	88	1.636	0.201
Satt697	M	49	42	91	0.539	0.463
Satt387	N	48	39	87	0.931	0.335
Satt387_1	N	43	36	79	0.620	0.431
Satt257	N	39	36	75	0.120	0.729
Satt631	N	47	46	93	0.011	0.917
Satt584	N	48	42	90	0.400	0.527
Satt660	N	45	40	85	0.294	0.588
GMES0105	N	45	42	87	0.103	0.748
Satt641	N	47	43	90	0.178	0.673
Sat_208	N	33	54	87	5.069	0.244
Satt549	N	47	43	90	0.178	0.673
Sat_033	N	41	45	86	0.186	0.666
Sat_266	N	48	42	90	0.400	0.527
Satt152	N	41	37	78	0.205	0.651
Satt009	N	42	41	83	0.012	0.913
Satt477	O	61	31	92	9.826	0.002

ตาราง 10 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเดกุล	กลุ่ม ถึงเกจ	ค่าความถี่อัลลีลของค่าสังเกต			ค่า (χ^2) 1A : 1B	<i>P-value</i>
		AGS292 (A)	K3 (B)	อัลลีลรวม		
Sat_321	O	44	44	88	0.000	1.000
Sat_108	O	43	49	92	0.391	0.532
Satt262	O	50	41	91	0.890	0.345
Satt487	O	36	53	89	3.247	0.072
GMES2487	O	43	47	90	0.178	0.679
GMES0051	O	59	31	90	8.711	0.003
Satt153	O	52	39	91	1.857	0.173
Satt500	O	40	51	91	1.330	0.249
Sat_318	O	47	43	90	0.178	0.673
Satt259	O	44	46	90	0.044	0.833
Sat_291	O	47	44	91	0.099	0.753
Sat_242	O	61	28	89	12.236	0.001
Satt123	O	51	25	76	8.895	0.003
Sat_282	O	54	36	90	3.600	0.058

ผลการวิเคราะห์กลุ่มยีนที่ควบคุมลักษณะเชิงปริมาณ

ผลการศึกษาลักษณะเชิงปริมาณที่สำคัญ (quantitative trait loci, QTL) ของถั่วเหลืองฝักสดในประชากรสายพันธุ์แท้ (recombinant inbred lines, RILs) ที่มีการกระจายตัว จากคู่ผสมระหว่างถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นการค้าซึ่งปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ดี ได้แก่ พันธุ์ AGS292 กับสายพันธุ์ที่ได้จากการทดลอง (experimental line) สายพันธุ์ (G8891 x G7945)31-3-5-5) หรือ K3 ที่มีขนาดเมล็ดเล็กโดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียว (SF-ANOVA) ของเครื่องหมายโมเลกุลที่เชื่อมโยงกับลักษณะน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดและวันออกดอกแรก การวิเคราะห์สมการถดถอยหลายตำแหน่ง (multiple-locus regression) ของเครื่องหมายโมเลกุลที่แสดงความเชื่อมโยงกับลักษณะ ดังนี้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียวของน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (SF-ANOVA) ของเครื่องหมายโมเลกุลที่เชื่อมโยงกับลักษณะน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด จำนวนประชากร 92 สายพันธุ์ ใช้ 97 เครื่องหมาย ของฤดูแล้งปี 2555 (ตาราง 11) พบว่ามีการเชื่อมโยงกับกลุ่มลิงเกจ 8 กลุ่ม ได้แก่ C2 D1b D2 E I L M และ N และมี 10 เครื่องหมาย ที่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด ได้แก่ Satt432 Sat_069 Satt631 Sat_330 Satt009 Satt354 Satt372 Satt230 Satt166 Satt486 และ อัลลีลที่นำลักษณะน้ำหนักเมล็ดสูงทั้งหมดที่ได้มาจากถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ AGS292 ส่วนในฤดูฝนปี 2555 (ตาราง 12) พบว่ามีการเชื่อมโยงกับกลุ่มลิงเกจ 11 กลุ่ม ได้แก่ C2 D2 D1a D1b E I M N H L และ O และมี 15 เครื่องหมาย ที่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะ ได้แก่ Satt631 Sat_330 Sat_332 Satt199 Satt432 Satt009 Satt354 Satt568 Satt372 Satt553 Satt230 Satt166 Satt486 Satt239 และ Sat_069 อัลลีลที่นำลักษณะเมล็ดขนาดใหญ่มาจากพันธุ์ AGS292 เช่นเดียวกันกับในฤดูแล้งปี 2555 ส่วนน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดของประชากรสายพันธุ์แท้ที่ปลูกทดสอบในฤดูแล้งปี 2556 (ตาราง 13) พบว่ามีการเชื่อมโยง

กับกลุ่มลิงเกจ 12 กลุ่ม ได้แก่ A2 B2 C1 D1a D1b G J I E L N และ O และมี 27 เครื่องหมายที่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะ ได้แก่ Satt589 Sat_009 GMES0780 Satt408 Satt542 Satt517 Satt622 Satt394 Satt132 Satt249 Satt654 GMES6655 Satt367 Sat_219 GMES0633 Satt229 Satt229_1 Satt166 Satt373 Sat_245 Satt631 Satt152 Satt009 Sat_321 GMES2487 Satt500 และ Sat_318 อัลลีลที่นำลักษณะน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดสูงมาจากพันธุ์ AGS292 ยกเว้นเครื่องหมายโมเลกุล Satt408 ที่อัลลีลจากสายพันธุ์ K3 นำลักษณะน้ำหนักเมล็ดแห้งที่สูง

การวิเคราะห์สมการถดถอยหลายตำแหน่งในฤดูแล้งปี 2555 พบว่ามี 6 ตำแหน่ง ได้แก่ Sat354 Satt166 Satt432 Sat_330 Satt230 และ Sat_069 ที่เชื่อมโยงกับน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด ลักษณะที่แสดงออกในแต่ละตำแหน่งมีค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่างร้อยละ 3.5 ถึง 11.8 ส่วนในฤดูฝนปี 2555 พบว่ามี 5 ตำแหน่ง ได้แก่ Sat354 Satt166 Sat_332 Satt432 และ Sat_330 ลักษณะที่แสดงออกในแต่ละตำแหน่งมีค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่างร้อยละ 3.7 ถึง 10.5 ดังแสดงในตาราง 17 ส่วนฤดูแล้งปี 2556 พบว่ามี 5 ตำแหน่ง คือ Satt517 Satt009 Satt622 Satt229 และ Sat_219 ที่เชื่อมโยงกับน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด และลักษณะที่แสดงออกในแต่ละตำแหน่งมีค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่างร้อยละ 5.7 ถึง 23.1 ดังแสดงในตาราง 18 ค่าผลรวมของความแปรปรวนทั้งหมดมีค่าร้อยละ 43.7, 34.0 และ 62.3 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียวของวันออกดอกแรก

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (SF-ANOVA) ของเครื่องหมายโมเลกุลที่เชื่อมโยงกับอายุวันออกดอกแรก จำนวนประชากร 92 สายพันธุ์ ใช้ 97 เครื่องหมายของฤดูแล้งปี 2555 (ตาราง 14) พบว่ามีการเชื่อมโยงกับกลุ่มลิงเกจ 6 กลุ่ม ได้แก่ A2 C2 D1a H J และ K และมี 7 เครื่องหมายที่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะ ได้แก่ Satt442 Satt326 Sat_332 Satt357 Satt431 Satt132 และ Satt187 อัลลีลนำลักษณะอายุวันออกดอกแรกมาจากพันธุ์ AGS292 ทั้งหมด ส่วนในฤดูฝนปี 2555 (ตาราง 15) พบว่ามีการเชื่อมโยงกับกลุ่มลิงเกจ 8 กลุ่ม ได้แก่ A2 C2 D2 D1a H L J และ K และมี

10 เครื่องหมาย ที่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะ ได้แก่ Satt442 Satt326 Sat_022 Sat_332 Satt357 Satt514 Satt431 Satt132 Satt187 และ Satt284 อัลลีลนำลักษณะอายุวันออกดอกแรกมาจากพันธุ์ AGS292 ทั้งหมด เช่นเดียวกับฤดูแล้งปี 2555 และฤดูแล้งปี 2556 (ตาราง 16) พบว่ามีการเชื่อมโยงกับกลุ่มลิงเกจ 11 กลุ่ม ได้แก่ B1 B2 C2 D2 E J K L M N และ O และมี 47 เครื่องหมาย ที่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะ ได้แก่ Satt197 GMES0959 Satt474 Satt318 Sct_064 Satt357 Sat_292 Satt186 GMES1367 SJ053 SJ055 SJ030 Satt380 SJ078 SJ080 SJ081 SJ091 SJ101 Satt622 Satt215 Satt183 Satt431 Sat_394 Satt132 Satt132_1 Satt596 GMES5027 GMES1619 GMES0069 GMES5332 Satt249 Sat_255 GMES4751 Sat_339 Satt654 GMES6898 Sat_366 Sct_001 GMES6655 FT2a Sat_167 Satt229 Satt229_1 Sat_245 Satt631 GMES2487 และ Sat_318 อัลลีลที่นำลักษณะอายุวันออกดอกต้นส่วนใหญ่มาจากพันธุ์ AGS292 ยกเว้นเครื่องหมายโมเลกุลหมายเลข Satt197 GMES0959 Satt474 Sat_292 และ Satt186

การวิเคราะห์สมการถดถอยหลายตำแหน่งในฤดูแล้งปี 2555 พบว่ามี 5 ตำแหน่ง ได้แก่ Sat431 Satt357 Satt187 Satt132 และ Sat_332 ที่เชื่อมโยงกับลักษณะอายุวันออกดอกแรกในแต่ละตำแหน่งมีค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่างร้อยละ 2.7 ถึง 32.7 ส่วนในฤดูฝนปี 2555 พบว่ามี 3 ตำแหน่ง ได้แก่ Sat431 Satt357 และ Sat_332 เชื่อมโยงกับลักษณะอายุวันออกดอกแรกในแต่ละตำแหน่งมีค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่างร้อยละ 5.6 ถึง 37.9 ดังแสดงในตาราง 19 ส่วนฤดูแล้งปี 2556 พบว่ามี 3 ตำแหน่ง คือ Satt215 Satt229 และ Satt654 ที่เชื่อมโยงกับที่เชื่อมโยงกับลักษณะอายุวันออกดอกแรกในแต่ละตำแหน่งมีค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่างร้อยละ 6.4 ถึง 50 ดังแสดงในตาราง 20 ค่าผลรวมของความแปรปรวนทั้งหมดมีค่าร้อยละ 50.2, 51.0 และ 76.4 ตามลำดับ

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียวของเครื่องหมายโมเลกุลที่เชื่อมโยงกับ
น้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูแล้งปี 2555

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	<i>P-value</i>	R^2 (%)	ค่าเฉลี่ยของอัลลีล (กรัม)		
				AGS292	K3	Heterozygous
Satt631	N	0.0325	4.9	16.1	15.1	-
Sat_330	M	0.0030	9.3	16.3	14.9	-
Satt432	C2	0.0249	5.8	16.2	15.1	-
Satt009	N	0.0395	6.9	16.2	15.6	-
Satt354	I	0.0052	11.3	15.9	15.1	18.6
Satt372	D2	0.0341	4.8	16.1	15.1	-
Satt230	E	0.0087	10.0	16.4	14.9	15.73
Satt166	L	0.0020	10.9	16.6	15.2	-
Satt486	D2	0.0471	4.3	16.1	15.2	-
Sat_069	D1b	0.0371	4.7	15.9	15.0	-

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียวของเครื่องหมายโมเลกุลที่เชื่อมโยงกับ
น้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูฝนปี 2555

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	<i>P-value</i>	R^2 (%)	ค่าเฉลี่ยของอัลลีล (กรัม)		
				AGS292	K3	Heterozygous
Satt631	N	0.0171	6.1	16.3	14.9	-
Sat_330	M	0.0071	6.1	16.4	14.9	-
Sat_332	D1a	0.0298	5.0	16.2	14.9	-
Satt199	O	0.0386	4.8	16.1	14.9	-
Satt432	C2	0.0204	6.1	16.4	14.9	-
Satt009	N	0.0150	8.8	16.4	14.8	14.9
Satt354	I	0.0157	8.9	16.1	14.8	18.3
Satt568	H	0.0412	4.5	16.2	15.1	-
Satt372	D2	0.0414	4.4	16.1	14.9	-
satt553	E	0.0410	4.5	16.2	14.9	-
Satt230	E	0.0051	10.9	16.6	14.7	15.6
Satt166	L	0.0008	12.6	16.9	14.9	-
Satt486	D2	0.0447	4.4	16.2	14.9	-
Satt239	I	0.0365	4.7	16.1	14.9	-
Sat_069	D1b	0.0188	5.9	16.1	14.7	-

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียวของเครื่องหมายโมเลกุลที่เชื่อมโยงกับ
น้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูแล้งปี 2556

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	<i>P-value</i>	R^2 (%)	ค่าเฉลี่ยของอัลลีล (กรัม)	
				AGS292	K3
Satt589	A2	0.0040	8.7	13.8	12.0
Sat_009	B2	0.0024	10.1	13.9	12.1
GMES0780	C1	0.0330	5.3	13.4	12.1
Satt408	D1a	0.0322	5.0	12.0	13.3
Satt542	D1b	0.0158	6.4	13.5	12.0
Satt517	G	0.0428	7.1	13.5	11.9
Satt622	J	0.0357	5.0	13.6	12.2
Satt394	G	0.0067	10.5	13.5	11.8
Satt132	J	0.0296	5.3	13.5	12.1
Satt249	J	0.0292	5.2	13.4	12.1
Satt654	J	0.0359	5.5	13.5	12.2
GMES6655	J	0.0179	6.0	13.4	11.9
Satt367	I	0.0392	4.8	13.2	11.9
Sat_219	I	0.0270	5.4	13.4	12.1
GMES0633	E	0.0347	4.8	13.4	12.1
Satt229	L	<.0001	21.8	14.2	11.5
Satt229_1	L	<.0001	22.0	14.5	11.7
Satt166	L	0.0195	6.4	13.4	11.9
Satt373	L	0.0110	6.9	13.5	12.0
Sat_245	L	0.0041	8.7	13.6	11.9

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 13 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	<i>P-value</i>	R^2 (%)	ค่าเฉลี่ยของอัลลีล (กรัม)	
				AGS292	K3
Satt631	N	0.0485	4.2	13.3	12.1
Satt152	N	0.0153	10.3	13.3	11.6
Satt009	N	0.0374	7.5	13.6	11.9
Sat_321	O	0.0182	6.3	13.3	11.9
GMES2487	E	0.0033	9.4	13.5	11.8
Satt500	O	0.0089	7.4	13.6	12.1
Sat_318	O	0.0054	8.4	13.5	11.9

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียวของเครื่องหมายโมเลกุลที่เชื่อมโยงกับ
วันออกดอกแรก ของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูแล้งปี 2555

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	<i>P-value</i>	R^2 (%)	ค่าเฉลี่ยของอัลลีล (กรัม)	
				AGS292	K3
Satt442	H	0.0259	5.4	36	38
Satt326	K	0.0375	4.8	36	38
Sat_332	D1a	0.0045	8.5	35	38
Satt357	C2	0.0130	6.5	35	38
Satt431	J	<.0001	29.1	34	39
Satt132	J	0.0004	12.8	34	38
Satt187	A2	0.0072	7.8	35	38

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียวของเครื่องหมายโมเลกุลที่เชื่อมโยงกับ
วันออกดอกแรก ของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูฝนปี 2555

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ถึงแก	<i>P-value</i>	R^2 (%)	ค่าเฉลี่ยของอัลลีล (กรัม)	
				AGS292	K3
Satt442	H	0.0454	4.3	38	40
Satt326	K	0.0089	7.4	37	40
Sat_022	D2	0.0060	7.9	37	40
Sat_332	D1a	0.0011	10.9	37	40
Satt357	C2	0.0060	7.9	37	40
Satt514	D2	0.0340	4.8	38	40
Satt431	J	<.0001	34.9	36	41
Satt132	J	0.0013	10.7	37	40
Satt187	A2	0.0094	7.3	37	40
Satt284	L	0.0476	4.2	38	40

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียวของเครื่องหมายโมเลกุลที่เชื่อมโยงกับ
วันออกดอกแรก ของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูแล้งปี 2556

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	<i>P-value</i>	R^2 (%)	ค่าเฉลี่ยของอัลลีล (กรัม)	
				AGS292	K3
Satt197	B1	0.0287	5.3	43	40
GMES0959	B1	0.0067	10.5	43	40
Satt474	B2	0.0432	4.4	46	43
Satt318	B2	0.0314	4.9	40	43
Sct_064	B2	0.0485	4.2	40	43
Satt357	C2	0.0365	4.7	40	42
Sat_292	D2	0.0338	4.9	43	41
Satt186	D2	0.0363	9.9	42	41
GMES1367	E	0.0104	7.7	40	43
SJ053	J	<.0001	19.0	38	43
SJ055	J	<.0001	19.1	38	43
SJ030	J	0.0002	18.1	38	44
Satt380	J	<.0001	25.4	37	43
SJ078	J	0.0378	5.4	40	43
SJ080	J	0.0060	10.8	40	44
SJ081	J	0.0417	5.0	40	43
SJ091	J	<.0001	16.7	37	43
SJ101	J	0.0004	16.7	39	44
Satt622	J	<.0001	27.9	37	43
Satt215	J	<.0001	26.4	37	43

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 16 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	<i>P-value</i>	R^2 (%)	ค่าเฉลี่ยของอัลลีล (กรัม)	
				AGS292	K3
Satt183	J	<.0001	23.0	37	43
Satt431	J	<.0001	19.2	38	43
Sat_394	J	<.0001	13.3	39	44
Satt132	J	<.0001	19.4	38	44
Satt132_1	J	<.0001	21.4	38	43
Satt596	J	<.0001	19.2	38	43
GMES5027	J	0.0031	9.7	40	43
GMES1619	J	<.0001	42.2	36	44
GMES0069	J	0.0001	18.4	39	44
GMES5332	J	<.0001	24.6	38	44
Satt249	J	0.0002	14.4	39	44
Sat_255	J	<.0001	23.3	37	43
GMES4751	J	<.0001	16.9	39	44
Sat_339	J	0.0030	9.5	40	43
Satt654	J	<.0001	21.1	38	44
GMES6898	J	0.0007	13.5	39	44
Sat_366	J	<.0001	20.2	38	43
Sct_001	J	<.0001	24.2	37	43
GMES6655	J	0.0001	14.9	39	44
FT2a	J	<.0001	38.0	37	44
Sat_167	K	0.0427	4.5	40	43

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 16 (ต่อ)

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิแกนด์	<i>P-value</i>	R^2 (%)	ค่าเฉลี่ยของอัลลีล (กรัม)	
				AGS292	K3
Satt229	L	0.0010	12.7	39	44
Satt229_1	L	0.0011	12.1	39	43
Sat_245	M	0.0413	4.5	40	43
Satt631	N	0.0059	8.0	40	45
GMES2487	O	0.0066	8.1	40	43
Sat_318	O	0.0049	8.6	40	43

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 17 การวิเคราะห์สมการถดถอยหลายตำแหน่งของเครื่องหมายโมเลกุลที่แสดงความแตกต่างทางสถิติที่เชื่อมโยงกับน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด ของประชากรสายพันธุ์แท้ในฤดูแล้งปี 2555 และฤดูฝนปี 2555

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ฤดูปลูก			
		ฤดูแล้งปี 2555		ฤดูฝนปี 2555	
		<i>P-value</i>	Partial R^2 (%)	<i>P-value</i>	Partial R^2 (%) ^a
Satt354	I	0.0024	11.8	0.0079	7.2
Satt166	L	0.0030	10.1	0.0063	10.5
Sat_332	D1a	NS		0.0197	7.0
Satt432	C2	0.0151	6.2	0.0245	5.6
Sat_330	M	0.0038	8.1	0.0481	3.7
Satt230	E	0.0462	3.5	NS	
Sat_069	D1b	0.0280	4.0	NS	
Total variation explained			43.7		34.0

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 18 การวิเคราะห์สัมพรรคถดถอยหลายตำแหน่งของเครื่องหมายโมเลกุลที่แสดงความแตกต่างทางสถิติที่เชื่อมโยงกับน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด ของประชากรสายพันธุ์แท้ในฤดูแล้งปี 2556

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ฤดูปลูก	
		ฤดูแล้งปี 2556	
		<i>P-value</i>	Partial R^2 (%) ^a
Satt517	G	0.0015	23.1
Satt009	N	0.0030	16.1
Satt622	J	0.0058	11.4
Satt229	L	0.0362	5.7
Sat_219	I	0.0234	6.0
Total variation explained			62.3

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 19 การวิเคราะห์สมการถดถอยหลายตำแหน่งของเครื่องหมายโมเลกุลที่แสดงความแตกต่างทางสถิติที่เชื่อมโยงกับอายุวันออกดอกแรก ของประชากรสายพันธุ์แท้ในฤดูแล้งปี 2555 และฤดูฝนปี 2555

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ลิงเกจ	ฤดูปลูก			
		ฤดูแล้งปี 2555		ฤดูฝนปี 2555	
		<i>P-value</i>	Partial R^2 (%)	<i>P-value</i>	Partial R^2 (%) ^a
Satt431	J	<.0001	32.7	<.0001	37.9
Satt357	C2	0.0019	7.4	0.0011	7.5
Satt187	A2	0.0087	4.8	NS	
Satt132	J	0.0493	2.6	NS	
Sat_332	D1a	0.0420	2.7	0.0031	5.6
Total variation explained			50.2		51.0

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ

ตาราง 20 การวิเคราะห์สมการถดถอยหลายตำแหน่งของเครื่องหมายโมเลกุลที่แสดงความแตกต่างทางสถิติที่เชื่อมโยงกับอายุวันออกดอกแรก ของประชากรสายพันธุ์แท้ ในฤดูแล้งปี 2556

เครื่องหมาย โมเลกุล	กลุ่ม ถึงแกจ	ฤดูปลูก	
		ฤดูแล้งปี 2556	
		<i>P-value</i>	Partial R^2 (%)
Satt215	J	0.0003	50.0
Satt229	I	0.0028	20.0
Satt654	J	0.0322	6.4
Total variation explained			76.4

หมายเหตุ R^2 (%) = ค่าประมาณการเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของลักษณะ