วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน): 15-19, 2564
Songklanakarin Journal of Plant Science, Vol. 8, No. 1 (January - June): 15-19, 2021

Research article-ISSN: 2351-0846

อัตราพันธุกรรม สหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์เส้นทางในข้าวไร่สายพันธุ์กลายชั่วที่ 4
Heritability, Correlation and Path Analysis in Upland Rice (*Oryza sativa* L.) Mutants of M_4 generation

นุจรี ชดาการ[1], ณัฐพล จันทร์สว่าง[2] และวัชรินทร์ ซุ้นสุวรรณ[1*]
Chadakan, N.[1], Junsawang, N.[2] and Soonsuwon, W.[1*]

[1] สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา 90110
[1] Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90110
[2] ศูนย์วิจัยระบบเกษตรทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา 90110
[2] Agricultural, Resource and Environmental System Research Center, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90110

[*] *Corresponding author: watcharin.s@psu.ac.th*
Received 25 January 2021; Revised 25 May 2021; Accepted 27 May 2021

บทคัดย่อ

อัตราพันธุกรรมบ่งบอกอิทธิพลพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมที่ควบคุมฟีโนไทป์ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และเส้นทางบ่งบอกความสัมพันธ์ของลักษณะที่ศึกษา มีส่วนสำคัญในการคัดเลือกลักษณะที่สัมพันธ์กับลักษณะที่จะปรับปรุง งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และเส้นทางของลักษณะทางการเกษตรที่มีต่อผลผลิตประชากรข้าวไร่สายพันธุ์กลายดอกข่า 50 ชั่วที่ 4 พบว่า อายุวันออกดอก ความสูงต้น จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตต่อต้น มีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างปานกลางถึงสูง (81.33, 67.48, 85.62, 85.69, 58.03, 50.94, 35.23 และ 69.33% ตามลำดับ) ลักษณะทางการเกษตรที่มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตสูง ได้แก่ อายุวันออกดอก จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อรวง (0.40, 0.38, 0.40 และ 0.32 ตามลำดับ) ความสูงต้นมีสหสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตสูง (-0.57) การวิเคราะห์เส้นทาง พบว่า น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (5.60) มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูงสุด ส่วนจำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (5.49 และ 3.49 ตามลำดับ) มีอิทธิพลทางอ้อมสูงผ่านทางน้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง ดังนั้น อายุวันออกดอก ความสูงต้น จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด สามารถใช้เป็นเกณฑ์คัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตในชั่วถัดไป
คำสำคัญ: ข้าวไร่, กลายพันธุ์, อัตราพันธุกรรม, การวิเคราะห์สหสัมพันธ์, การวิเคราะห์เส้นทาง

Abstract

Broad sense heritability indicates influences of genetics and environment in the expression of quantitative traits. The relationship of yield and other traits is used to assess of traits through direct and indirect effect impact studies, as a basis for selection. Broad sense heritability and the association of yield and other traits using correlation and path analysis were analyzed in Dawk Kha 50 upland rice mutants in M_4 generation. The results showed that broad sense heritability values of agricultural traits were moderate to high of days to flowering, plant height, number of tillers per plant, number of panicle per plant, number of grain per panicle, grain weight per panicle, 1,000 grain weight and yield per plant (81.33, 67.48, 85.62, 85.69, 58.03, 50.94, 35.23 and 69.33%, respectively). Agricultural traits positively correlated with high yield, including days to flowering, number of tillers per plant, number of panicle per plant and number of grain per panicle (0.40, 0.38, 0.40 and 0.32, respectively). Plant height negatively correlated with high yield (-0.57). The highest positive direct effects on yield were indicated to the grain weight per panicle (5.60). The number of grain per panicle and 1,000 grain weight (5.49 and 3.49, respectively) had positive indirect effects on yield, via the grain weight per panicle. Thus, days to flowering, plant height, number of tillers per plant, number of panicle per plant, grain weight per panicle and 1,000 grain weight can then be used as a selection criterion to increase productivity in the next generation.
Keywords: Upland rice, mutants, heritability, correlation analysis, path analysis

Published by Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. All rights reserved.
For Permissions, please e-mail: nr-sjps@group.psu.ac.th.

บทนำ

ข้าวไร่เป็นพืชที่มีความสำคัญในด้านความมั่นคงทางอาหารในครัวเรือน และชุมชนที่มีพื้นที่ทำกินน้อย นิยมปลูกเป็นพืชแซมในสวนยางพารา ไม้ผล หรือปาล์มน้ำมันที่มีอายุ 1 - 3 ปี เนื่องจากข้าวไร่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขัง อาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติ และทนแล้ง สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย จังหวัดในภาคใต้ที่ปลูกข้าวไร่ ได้แก่ จังหวัดชุมพร พังงา กระบี่ และสงขลา (Nokkoul *et al*., 2017) ข้าวไร่ที่เกษตรกรนิยมปลูกมีหลายพันธุ์ บางพันธุ์มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น ข้าวไร่ดอกข่า 50 เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดพังงา มีลักษณะเด่น คือ มีความต้านทานต่อโรค เมล็ดยาว สีของเมล็ดข้าวสารมีสีน้ำตาลแดงอมม่วง เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง ให้ผลผลิตเฉลี่ย 332 – 400 กิโลกรัมต่อไร่ นิยมปลูกในพื้นที่ตำบลบางทอง อำเภอท้ายเหมือง และตำบลตากแดด อำเภอเมือง จังหวัดพังงา มีกรดไขมันโอเมก้า 9 เป็นตัวช่วยในการสร้างฮอร์โมนโพรสตาแกลนดิน ช่วยลดคอเรสเตอรอล ช่วยเพิ่มระดับไขมันดีสำหรับหลอดเลือดแดง ลดไตรกลีเซอไรด์ และช่วยให้ระบบไหลเวียนโลหิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีวิตามินอีชนิดอัลฟาโทโคฟีรอล และแกมมาโทโคฟีรอลในข้าวกล้องค่อนข้างสูง (Suangu *et al*., 2019)

ค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad sense heritability, h^2_b) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ ค่าอัตราพันธุกรรมสูงแสดงว่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อม จึงสามารถถ่ายทอดลักษณะสู่รุ่นลูกได้สูง การปรับปรุงลักษณะนั้นจะเกิดขึ้นเร็วกว่าลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ ซึ่งความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมมากกว่าพันธุกรรม (Srinives and Chatwachirawong, 2005) ส่วนการวิเคราะห์สหสัมพันธ์และเส้นทาง เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการคัดเลือกลักษณะทางการเกษตรที่มีความสำคัญกับผลผลิตข้าวผ่านการศึกษาผลกระทบทางตรงและทางอ้อม (Kishore *et al*., 2018; Singh *et al*., 2018; Singh and Ekka, 2019) นอกจากนี้ลักษณะดังกล่าวควรมีค่าอัตราพันธุกรรมสูง เพื่อนำมาใช้ในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะผลผลิตข้าวต่อไป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราพันธุกรรม อิทธิพลทางตรงและทางอ้อมที่มีผลต่อผลผลิตข้าวไร่สายพันธุ์กลายชั่วที่ 4 สำหรับใช้ในการคัดเลือกลักษณะที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตในชั่วถัดไป

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผ่านการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะการเจริญเติบโตดี แข็งแรง ผลผลิตต่อต้นสูง และลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงในชั่วที่ 3 จากการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ของ Awais และคณะ (2019) โดยทำการปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน 2563 แปลงทดลองสาขาวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ วิชาเอกพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 5 สายพันธุ์กลาย ได้แก่ M_4 1-2-1-1, M_4 2-1-1-1, M_4 36-1-1-1, M_4 43-1-1-1 และ M_4 43-2-1-1 ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบดอกข่า 50 ดอกพะยอม และม่ายตาก จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำกำหนดให้เป็นแปลงย่อยขนาดความยาวแปลง 4 เมตร กว้าง 1.20 เมตร โดยมีระยะปลูก 25 x 30 เซนติเมตร ปลูกโดยวิธีหยอดเมล็ดลงในหลุม หลุมละ 1 เมล็ด รองก้นหลุมด้วยพีทมอส กำจัดวัชพืชพร้อมใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ปริมาณ 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นข้าวอายุ 15 - 30 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ปริมาณ 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นข้าวอายุ 60 วัน และใส่ปุ๋ยสูตร 0-0-60 ปริมาณ 30 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นข้าวเริ่มตั้งท้อง

บันทึกลักษณะทางการเกษตร จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย ดังนี้

(1) อายุการออกดอก นับจากวันเริ่มงอกจนถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน)

(2) อายุการสุกแก่ นับจากวันเริ่มงอกจนถึงเก็บเกี่ยวเมื่อรวงข้าวเหลืองเต็มที่ (วัน)

(3) ความกว้างใบธง วัดความกว้างใบธงส่วนที่กว้างที่สุด (เซนติเมตร)

(4) ความยาวใบธง วัดความยาวจากโคนใบจนถึงปลายใบ (เซนติเมตร)

(5) ความสูงต้น วัดจากระดับพื้นดินถึงฐานรวงในระยะเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)

(6) จำนวนหน่อต่อต้น นับจำนวนหน่อทั้งหมด (หน่อ)

(7) จำนวนรวงต่อต้น นับจำนวนรวงทั้งหมดต่อต้น (รวง)

(8) ความยาวรวง วัดจากคอรวงที่เริ่มมีก้านดอกจนถึงปลายรวง (เซนติเมตร)

(9) จำนวนเมล็ดต่อรวง นับจำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด)

(10) น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง ชั่งน้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (กรัม)

(11) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด สุ่มเมล็ดดีต่อต้น 100 เมล็ด ชั่งน้ำหนัก ทำ 5 ครั้ง คำนวณหาน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)

(12) ผลผลิตต่อต้น โดยการนำเมล็ดดีทั้งหมดมาชั่งน้ำหนัก (กรัมต่อต้น)

การวิเคราะห์อัตราพันธุกรรมจากค่าเฉลี่ยของลูกสายพันธุ์กลาย โดยวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน ใช้สมการเช่นเดียวกับการศึกษาของ Al-Naggar *et al*. (2011) ดังนี้

ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (σ^2_g) = $(MS_{mutants} - MS_{error})/r$

ความแปรวนจากสภาพแวดล้อม (σ^2_e) = MS_{error}

ความแปรปรวนฟีโนไทป์ (σ^2_p) = $\sigma^2_g + \sigma^2_e$

โดย $MS_{mutants}$ = ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มสายพันธุ์กลาย

MS_{error} = ความแปรปรวนภายในกลุ่มสายพันธุ์กลาย/พันธุ์หรือค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

r = จำนวนซ้ำ

การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง คำนวณได้จากสมการ

$$h^2_b = [\sigma^2_g / \sigma^2_p] \times 100$$

โดยกำหนดให้ค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ มีค่า < 30% ระดับปานกลาง มีค่า 30-60% และระดับสูง มีค่า > 60%

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตร และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของลักษณะทางการเกษตรที่มีผลต่อผลผลิตของข้าวไร่ดอกข่า 50 สายพันธุ์กลาย โดยใช้โปรแกรม R กลุ่มคำสั่ง agricolae (Mendiburu, 2018)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. อัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์กลายดอกข่า 50 ในชั่วที่ 4

การศึกษาอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการเกษตรในข้าวไร่สายพันธุ์กลายชั่วที่ 4 (Table 1) พบว่า ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับสูง (> 60 %) ได้แก่ อายุวันออกดอก 81.33% ความสูงต้น 67.48% จำนวนหน่อต่อต้น 85.62% จำนวนรวงต่อต้น 85.69% และผลผลิตต่อต้น 69.33% สอดคล้องกับการศึกษาในข้าวพันธุ์พื้นเมืองของ Chuchert และคณะ (2018); Kishore และคณะ (2018) และการศึกษาในข้าวพันธุ์กลายของ Kumari และคณะ (2019) ส่วนลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับปานกลาง (30 – 60%) ได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อรวง 58.03% น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง 50.94% และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 35.23% ลักษณะทางการเกษตรที่มีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับปานกลางถึงสูง บ่งบอกถึงความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์สูง เนื่องจากการแสดงออกของลักษณะดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อม

2. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์กลายดอกข่า 50 ในชั่วที่ 4

การศึกษาสหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตร 12 ลักษณะของสายพันธุ์กลายชั่วที่ 4 (Table 2) พบว่า ลักษณะที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ที่แตกต่างทางสถิติ ได้แก่ อายุวันออกดอกมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับอายุวันสุกแก่ (0.73**) สอดคล้องกับการศึกษาในข้าวพันธุ์ลูกผสมของ Sari และคณะ (2019) และ Thorat และคณะ (2019) และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนหน่อต่อต้น (0.59*) และจำนวนรวงต่อต้น (0.53*) อายุวันสุกแก่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (-0.57*) ความยาวใบธงมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับความยาวรวง (0.86**) สอดคล้องกับการศึกษาข้าวพันธุ์ลูกผสมของ Sari และคณะ (2019) ความสูงต้นมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิต (-0.57*) จำนวนหน่อต่อต้นมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนรวงต่อต้น (0.98**) จำนวนเมล็ดต่อรวงมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (0.98**) และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (0.48*) น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวงมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (0.62**)

Table 1 Estimates of genotypic variation, phenotypic variation and heritability for agronomic traits of Dawk Kha 50 mutants on M_4 generation

Traits	σ_g^2	σ_p^2	h_b^2 (%)
Days to flowering	0.73	0.89	81.33
Days to maturity	0.01	0.33	3.03
Flag leaf length (cm)	0.00	18.00	0.00
Flag leaf width (cm)	0.00	0.01	0.00
Plant height (cm)	72.16	106.94	67.48
No tillers per plant	10.84	12.66	85.62
No. panicle per plant	10.42	12.16	85.69
Panicle length (cm)	0.07	2.88	2.37
No. grain per panicle	540.13	930.73	58.03
grain weight per panicle (g)	0.23	0.46	50.94
1000 grain weight (g)	1.42	4.04	35.23
Yield per plant (g)	9.47	13.66	69.33

σ_g^2 = genotypic variation, σ_p^2 = phenotypic variation and h_b^2 = broad sense heritability

Table 2 Phenotypic correlations of agronomic traits of Dawk Kha 50 mutants on M_4 generation.

	DF	DM	FLL	FLW	PH	NT/P	NPa/P	PaL	NG/Pa	GW/Pa	1,000GW	Y/P
DF		**0.73****	0.23	0.32	-0.41	**0.59***	**0.53***	0.12	-0.09	-0.15	-0.40	0.40
DM			0.29	0.04	-0.35	0.41	0.33	0.14	-0.28	-0.37	**-0.57***	0.24
FLL				0.16	-0.17	0.25	0.30	**0.86****	0.44	0.37	-0.01	0.13
FLW					0.11	0.27	0.26	0.45	-0.34	-0.29	0.12	-0.11
PH						0.11	0.12	0.05	-0.28	-0.24	0.12	**-0.57***
NT/P							**0.98****	0.27	-0.18	-0.26	-0.38	0.38
NPa/P								0.32	-0.13	-0.21	-0.35	0.40
PaL									0.17	0.15	0.05	-0.16
NG/Pa										**0.98****	**0.48***	0.32
GW/Pa											**0.62****	0.24
1,000GW												-0.18

*,** = Significant difference at $P<0.05$ and $P<0.01$ level, respectively;

DF = Days to flowering, DM = Days to maturity, FLL = Flag leaf length (cm), FLW = Flag leaf width (cm), PH = Plant height (cm), NT/P = No tillers per plant, NPa/P = No. panicle per plant, PaL = Panicle length (cm), NG/Pa = No. grain per panicle, GW/Pa = Grain weight per panicle (g), 1,000GW = 1,000 grain weight (g), Y/P = Yield per plant (g)

3. การวิเคราะห์เส้นทางลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์กลายดอกข่า 50 ในชั่วที่ 4

ผลการวิเคราะห์เส้นทาง (Table 3) เมื่อพิจารณาร่วมกับลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับปานกลางถึงสูง พบว่าอายุวันออกดอกมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตในทางลบ (-1.35) สอดคล้องกับการศึกษาในข้าวของ Singh และคณะ (2018) แต่มีอิทธิพลทางอ้อมสูงผ่านจำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (0.36 และ 0.58 ตามลำดับ)

ความสูงต้นมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตในทางลบ (-0.60) แต่อิทธิพลทางอ้อมสูงผ่านจำนวนเมล็ดต่อรวง (1.12) จำนวนหน่อต่อต้นมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตในทางลบ (-0.87) แต่มีอิทธิพลทางอ้อมสูงผ่านจำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (0.73 และ 0.56 ตามลำดับ)

จำนวนรวงต่อต้นมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิต (1.95) และมีอิทธิพลทางอ้อมสูงผ่านจำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (0.52 และ 0.51 ตามลำดับ) ความยาวรวงมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตในทางลบ (-1.31) แต่มีอิทธิพลทางอ้อมสูงผ่านจำนวนรวงต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อรวง (0.63 และ 0.84 ตามลำดับ)

จำนวนเมล็ดต่อรวงมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิตในทางลบ (-3.95) แต่มีอิทธิพลทางอ้อมสูงผ่านน้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (5.49) น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวงมีอิทธิพลทางตรงที่สูงสุดต่อผลผลิต (5.60) ส่วนน้ำหนัก1,000 เมล็ดมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตในทางลบ (-1.46) แต่มีอิทธิพลทางอ้อมที่สูงผ่านน้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง (3.49)

ผลการวิเคราะห์เส้นทาง พบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.82 ซึ่งมีค่าสูง แสดงว่า ค่าสัดส่วนของความผันแปรถึง 82% ของตัวแปรอิสระ สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามหรือผลผลิตของประชากรสายพันธุ์กลายดอกข่า 50 ในชั่วที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่รายงานในข้าวไร่พบว่ามีค่า 0.85 – 0.96 (Chuchert *et al.*, 2018; Junsawang *et al.*, 2019; Sari *et al.*, 2019)

อายุวันออกดอก ความสูง จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง และผลผลิต มีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับปานกลางถึงสูง ความสูงต้นมีสหสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตสูงสุด จำนวนรวงต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดดีต่อรวงมีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิต ส่วนอายุวันออกดอก ความสูงต้น จำนวนหน่อต่อต้น และจำนวนรวงต่อต้นมีอิทธิพลทางอ้อมสูงผ่านจำนวนเมล็ดต่อรวง และจำนวนเมล็ดต่อรวงมีอิทธิพลทางอ้อมสูงผ่านน้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง

Table 3 Phenotypic path analysis of agronomic trait effects on yield of Dawk Kha 50 mutants on M_4 generation

Traits	Direct and indirect effect											Correlations coefficien with Y/P
	DF	DM	FLL	FLW	PH	NT/P	NPa/P	PaL	NG/Pa	GW/Pa	1,000GW	
DF	**-1.35**	0.64	0.07	0.35	0.24	-0.51	1.03	-0.16	0.36	-0.85	0.58	0.40
DM	-0.99	**0.88**	0.08	0.04	0.21	-0.36	0.65	-0.18	1.11	-2.05	0.84	0.24
FLL	-0.32	0.26	**0.28**	0.18	0.10	-0.22	0.59	-1.12	-1.72	2.10	0.01	0.13
FLW	-0.43	0.04	0.05	**1.09**	-0.07	-0.23	0.50	-0.59	1.35	-1.64	-0.18	-0.11
PH	0.55	-0.30	-0.05	0.12	**-0.60**	-0.09	0.23	-0.06	1.12	-1.32	-0.18	**-0.57***
NT/P	-0.80	0.36	0.07	0.29	-0.06	**-0.87**	1.92	-0.36	0.73	-1.46	0.56	0.38
NPa/P	-0.71	0.29	0.08	0.28	-0.07	-0.86	**1.95**	-0.42	0.52	-1.18	0.51	0.40
PaL	-0.16	0.12	0.24	0.49	-0.03	-0.24	0.63	**-1.31**	-0.67	0.84	-0.07	-0.16
NG/Pa	0.12	-0.25	0.12	-0.37	0.17	0.16	-0.26	-0.22	**-3.95**	5.49	-0.70	0.32
GW/Pa	0.20	-0.32	0.10	-0.32	0.14	0.23	-0.41	-0.20	-3.88	**5.60**	-0.91	0.24
1,000GW	0.54	-0.50	0.00	0.13	-0.07	0.33	-0.68	-0.06	-1.89	3.49	**-1.46**	-0.18

* = Significant difference at $P<0.05$

The bold numbers on diagonal show direct effect path coefficients, the rest stand for indirect effect path coefficients. Residual effect $(1 - R^2) = 0.178$

DF = Days to flowering, DM = Days to maturity, FLL = Flag leaf length (cm), FLW = Flag leaf width (cm), PH = Plant height (cm), NT/P = No tillers per plant, NPa/P = No. panicle per plant, PaL = Panicle length (cm), NG/Pa = No. grain per panicle, GW/Pa = Grain weight per panicle (g), 1,000GW = 1,000 grain weight (g), Y/P = Yield per plant (g)

สรุป

ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับสูง ได้แก่ อายุวันออกดอก ความสูงต้น จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น และผลผลิตต่อต้น และลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับปานกลาง ได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

ลักษณะทางการเกษตรที่มีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับปานกลางถึงสูง พบว่ามีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ในทางบวกกับผลผลิตสูง ได้แก่ อายุวันออกดอก จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง แต่ความสูงต้นมีสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ในทางลบกับผลผลิตสูง น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวงมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูงสุดในทางบวก จำนวนเมล็ดต่อรวงมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูงในทางลบ อายุวันออกดอกและจำนวนหน่อต่อต้นมีอิทธิพลทางอ้อมสูงในทางบวกผ่านจำนวนรวงต่อต้น น้ำหนักเมล็ดดีต่อ

รวงและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวงมีอิทธิพลทางอ้อมสูงในทางบวกผ่านน้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าลักษณะทางการเกษตรที่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในชั่วถัดไป ได้แก่ อายุวันออกดอก ความสูงต้น จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนส่วนหนึ่งจากศูนย์วิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ระยะที่ 3 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

Al-Naggar, A.M.M., Atta, M.M.M. and Hassan, H.T.O. 2011. Variability and predicted genetic gain from selection for grain oil content and yield in two maize populations. Egypt. J. Plant Breed. 15: 1–12.

Awais, A., Nualsri, C. and Soonsuwon, W. 2019. Induced mutagenesis for creating variability in Thailand's upland rice (cv. Dawk Pa-yawm and Dawk Kha 50) using ethyl methane sulphonate (EMS). Sarhad Journal of Agriculture 35: 293-301.

Chuchert, S., Nualsri, C., Junsawang, N. and Soonsuwon, W. 2018. Genetic diversity, genetic variability, and path analysis for yield and its components in indigenous upland rice (*Oryza sativa* L. var. glutinosa). Songklanakarin Journal Sciences and Technology 40: 609-616.

Junsawang, N., Sawatsri, N., Phengkaew, K. and Soonsuwon, W. 2019. Correlation and path analysis in BC_2F_3 population of upland rice (*Oryza sativa* L.). Songklanakarin Journal of Plant Science 6: 2-6.

Kishore, C., Kumar, A., Pal, A.K., Kumar, V., Prasad, B.D. and Kumar, A. 2018. Character association and path analysis for yield components in traditional rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 7: 283-291.

Kumari, N., Kumar, R. and Kumar, A. 2019. Genetic variability and association of traits in mutant lines of rice (*Oryza sativa* L.) for submergence tolerance**.** Current Journal of Applied Science and Technology 33: 1-7.

Mendiburu, F.D. 2018. Agricolae tutorial (Version 1.2-8). Available from: https: / / tarwi. lamolina. edu. pe/ ~fmendiburu/ [accessed 8 June 2018].

Nokkoul, R., Wijitparp, T. and Sawangwong, N. 2017. Planting guide and production of upland rice seeds for food security of the community. Chumphon Province: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Prince of Chumphon Campus.

Sari, W.K., Nualsri, C., Junsawang, N. and Soonsuwon, W. 2019. Path analysis for yield and its components in F_1 upland rice hybrids and their parental lines. Songklanakarin Journal of Science and Technology 41: 1421-1427.

Singh, A. and Ekka, R.E. 2019. Correlation and path analysis in aromatic and pigmented ganotypes of rice (*Oryza sativa* L.). International Journal of Current Microbiology and Appliesd Sciences 8: 1832-1837.

Singh, R., Yadav, V. Mishra, D.N. and Yadav, A. 2018. Correlation and path analysis studies in rice *(Oryza sativa* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 1: 2084-2090.

Srinives, P. and Chatwachirawong, P. 2005. Quantitative Genetics in Plant Breeding. Department of Agronomy. Faculty of Agriculture. Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom.

Suangu, C., Panitkit, R., Songkrairat, A., Kongprapuech, S., Thongdet, O., Preecha, R., Klinmanee, C., Boonyanupong, A., Kaewnango, E., Tampawisit, S., Soonliang, B. and Taprab, S. 2018. Dawk Kha 50, a non-glutinous rice variety. Thai Rice Research Journal 9: 21-29.

Thorat, B.S., Kunkerkar, R.L., Raut, S.M., Desai, S.S., Gavai, M.P., Keluskar, M.H. and Dhekale, J.S. 2019. Correlation studies in hybrid rice (*Oryza sativa* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 8: 1158-1164.

SJPS-O-M-01-57