

ผลของฤดูกาลต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดดาวอินคา

Seasonal Effects on Seed Yield and Quality of Sacha Inchi

กนกวรรณ ละอออง สุปกรณ์ ญะเมืองมอญ สุชาดา จำรัส จีราภรณ์ วีระดิษฐ์กิจ
และ ชนาکانต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย*

Kanokwan Laororng, Supaporn Yamuangmorn, Suchada Jumrus, Jeeraporn Veeradittakit
and Chanakan Thebault Prom-u-thai*

สาขาวิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
Division of Agronomy, Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture Chiang Mai University,
Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding author: Email: chanakan.p@cmu.ac.th; chanakan15@hotmail.com

(Received: 27 September 2018; Accepted: 17 December 2018)

Abstract: Sacha inchi is claimed among health conscious people as high nutritional value plant in protecting against several diseases such as high cholesterol and diabetes. Its cultivation is widely interested among farmers in several regions of Thailand. This experiment was to evaluate the effect of production seasons on seed yield and nutritional quality of sacha inchi. The experiment was arranged in completely randomize design (CRD) in 3 seasons. The pod yield of sacha inchi was collected in 3 different seasons (dry, rainy and late rainy) during 2016-2017 which 10 plants were collected in each season. The collected seeds were also analyzed for percent oil yield and fatty acid profile in comparison between the seasons. The dry and late rainy seasons were found to have 20.3% and 20.0% higher pod and seed dry weight than the rainy season, respectively. The seed set in late rainy season was about 4.2% higher than in the dry and rainy seasons. The oil yield extracted from the seeds in late rainy season was 6.7% higher than in the dry and rainy seasons and the similar result was also observed in fatty acid profile. This study investigated that production seasons had affected on both seed yield and nutritional quality of sacha inchi. The information is very useful for management of sacha inchi cultivation in order to maximize the benefit of both yield and nutritional qualities. The future study is requiring increasing the number of experimental locations to further confirm the effect of production season on yield and nutritional quality in sacha inchi.

Keywords: Sacha inchi, fatty acid, seed quality, season, healthy food

บทคัดย่อ: ดาวอินคากำลังได้รับความสนใจนำมาปลูกอย่างแพร่หลายในกลุ่มเกษตรกรหลายพื้นที่ในประเทศไทย เนื่องจากผลผลิตที่ให้ผลตอบแทนสูงอย่างต่อเนื่องและมีคุณค่าทางโภชนาการที่สามารถนำไปใช้ในการลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสำคัญหลายชนิด เช่น โรคไขมันและเบาหวาน เป็นต้น จึงเป็นที่ต้องการในกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพเป็นอย่างมาก การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแปรปรวนของผลผลิตและคุณภาพทางโภชนาการในเมล็ดของดาวอินคาที่ให้ผลผลิตในฤดูกาลที่แตกต่างกัน โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) เก็บผลผลิตใน 3 ฤดู ฤดูกาลละ 10 ต้น โดยปลูกดาวอินคาทั้งหมด 30 ต้น ระยะปลูกเท่ากับ 2x2 เมตร เก็บผลผลิตฝักของดาวอินคา 3 ฤดูกาลที่แตกต่างกันคือฤดูแล้ง ฤดูฝน และฤดูปลายฝน ผลการทดลองพบว่าในฤดูแล้งและปลายฝนให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งฝักและเมล็ดสูงที่สุด โดยมีน้ำหนักแห้งฝักและเมล็ดมากกว่าในฤดูฝน 20.3% และ 20.0% ตามลำดับ ส่วนการติดเมล็ดพบว่าฤดูปลายฝนมีการติดเมล็ดมากกว่าในฤดูฝนและฤดูแล้ง 4.2% และปริมาณน้ำมันพบว่าในฤดูปลายฝนจะมีปริมาณน้ำมันมากกว่าฤดูแล้งและฤดูฝน 6.7% เช่นเดียวกับปริมาณกรดไขมันที่พบว่าในฤดูหนาวมีปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ สูงกว่าฤดูแล้งและฤดูฝน การทดลองนี้บ่งชี้ว่าฤดูกาลผลิตมีผลต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดดาวอินคา ซึ่งข้อมูลจากการทดลองนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการในการปลูกดาวอินคาเพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการสูงที่สุด อย่างไรก็ตาม การเพิ่มสถานที่ในการปลูกเพื่อวัดอิทธิพลของสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาลและสถานที่ปลูกต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของดาวอินคาควรจะมีการศึกษาเพื่อการยืนยันผลการทดลองต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ดาวอินคา กรดไขมัน คุณภาพเมล็ด ฤดูกาล อาหารสุขภาพ

คำนำ

ดาวอินคามีชื่อสามัญคือ *sacha Inchi* ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Plukenetia volubilis* L. จัดเป็นพืชในกลุ่มที่ให้น้ำมันอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae พบครั้งแรกบริเวณลุ่มน้ำอะเมซอนแถบประเทศเปรู สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้นที่มีอากาศอบอุ่น อย่างไรก็ตาม พืชชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิค่อนข้างกว้างตั้งแต่ 10-36 องศาเซลเซียส (Gillespie, 2007) ในประเทศจีนมีรายงานการปลูกดาวอินคาเป็นจำนวนมากที่เมืองสิบสองปันนามณฑลยูนนาน (กรมเศรษฐกิจระหว่างประเทศ, 2557) สำหรับในประเทศไทยพบว่าการปลูกดาวอินคาจำนวนมากในหลายจังหวัด เช่น พิษณุโลก เชียงใหม่ และ สุโขทัย เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) และมีแนวโน้มในการขยายพื้นที่ในการปลูกเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเมล็ดมีคุณค่าทางโภชนาการสูง สามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารเพื่อสุขภาพและยารักษาโรคได้หลากหลาย เช่น โรคไขมันและเบาหวาน น้ำมันดาวอินคามีประสิทธิภาพในการเพิ่มระดับอินซูลินในเลือดมีผลต่อการรักษาระดับน้ำตาลในเลือดและลดระดับไขมันและคลอเลสเตอรอลในเลือดของ

ผู้ป่วยที่มีปัญหาระดับน้ำตาลและไขมันในเลือดสูง (Garmendia *et al.*, 2011) ส่วนเมล็ดของดาวอินคาพบว่าอุดมไปด้วยน้ำมัน โปรตีนและแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Gutiérrez *et al.*, 2011) สำหรับกรดไขมันที่เป็นประโยชน์ในเมล็ดพบว่าประกอบไปด้วยโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 ในปริมาณสูงถึง 50.8% และ 33.4% ตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโอเมก้า 3 ที่พบสามารถช่วยส่งเสริมความสามารถของสติปัญญา ชะลอความเสื่อมและบำรุงสมอง เนื่องจากมีผลต่อการทำงานของช่องทางผ่านไอออน (ion channels) และการส่งผ่านสัญญาณของระบบประสาท การทำงานของตัวรับสัญญาณสื่อประสาทในสมอง และเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์สมอง ซึ่งมีผลต่อการนำกระแสประสาท (Yehuda *et al.*, 1995) ดังนั้นดาวอินคาเป็นพืชที่มีคุณค่าทางด้านอาหารและยาเป็นอย่างมาก สามารถส่งเสริมให้มีการปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจ เพื่อยกระดับรายได้ของเกษตรกรในประเทศไทยในวงกว้าง

ดาวอินคาเป็นพืชที่สามารถขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนของเมล็ดมาเพาะเป็นต้นกล้าและนำไปปลูกในแปลง โดยเริ่มให้ผลผลิตเมื่อมีอายุได้ประมาณ 5-8 เดือน และมีอายุขัยยาวประมาณ 20-40 ปี (Gillespie, 2007) สามารถ

เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดทั้งปี แต่ยังไม่มีรายงานว่าผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของดาวอินคานั้นแปรปรวนตามฤดูกาลในการปลูกอย่างไร ทำให้ยังขาดข้อมูลศักยภาพในการให้ผลผลิตทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพในเมล็ดของดาวอินคาในแต่ละฤดูกาลเพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดที่มีประสิทธิภาพสูงจำเป็นต้องศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดดาวอินคา เพื่อกำหนดแนวทางในการผลิตได้อย่างมีศักยภาพ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอิทธิพลของฤดูกาลต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของดาวอินคา ผลจากการทดลองทดลองนี้จะสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดศักยภาพการผลิตดาวอินคาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การปลูกและเก็บข้อมูล

ดำเนินการวิจัยที่ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2559 - เมษายน พ.ศ.2561 วางแผนการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) เก็บผลผลิตใน 3 ฤดูกาล ๗ ละ 10 ต้น โดยปลูกดาวอินคาทั้งหมด 30 ต้น ระยะปลูกเท่ากับ 2x2 เมตร ในแปลงขนาด 120 ตารางเมตร โดยเฉพาะเมล็ดดาวอินคาที่ได้รับการสนับสนุนมาจากบริษัทซีโอ โอเมก้าฟลันท์ จำกัด จนได้ต้นกล้าที่มีอายุ 30 วัน หลังจากนั้นย้ายปลูกลงแปลงที่เตรียมไว้ เมื่อเข้าสู่เดือนที่ 5-8 เริ่มเก็บข้อมูลผลผลิตในแต่ละเดือนโดยแบ่งตามฤดูกาล 3 ฤดูดังนี้คือ 1) ฤดูแล้งเริ่มตั้งแต่เดือนปลายเดือนกุมภาพันธ์-เดือนพฤษภาคม 2) ฤดูฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายน-เดือนกันยายน และ 3) ฤดูปลายฝนตั้งแต่เดือนตุลาคม-เดือนมกราคม โดยสุ่มเก็บฝักดาวอินคาในแต่ละต้นจำนวน 30 ฝักแต่ละเดือนในแต่ละฤดูกาล นำไปอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จนน้ำหนักคงที่ แล้วชั่งน้ำหนักแห้งของส่วนประกอบฝักดาวอินคา หลังจากนั้นแยกเมล็ดดาวอินคาออกจากฝักเพื่อชั่งน้ำหนักแห้งรวมและเมล็ดเดี่ยว เก็บข้อมูลสภาพอากาศทั้ง 3 ฤดูตามฤดูกาลเก็บ

เกี่ยวจากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งห่างจากแหล่งที่ปลูกดาวอินคาประมาณ 3 กิโลเมตร

การวิเคราะห์ทางเคมี

นำเมล็ดที่แกะเปลือกแล้วมาบดละเอียดเพื่อหาปริมาณน้ำมันและกรดไขมันในเมล็ดดาวอินคาโดยใช้เครื่องสกัดไขมันแบบ Soxhlet extraction unit (E-812 SOX) (Niu *et al.*, 2014) ชั่งน้ำหนักเมล็ดดาวอินคาบดละเอียดจำนวน 2.5 กรัม สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน (hexane) และคำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมันที่สกัดได้จากน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการสกัดทั้งหมด จากนั้นนำน้ำมันที่สกัดได้ไปวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันโดยใช้วิธี Gas chromatograph - flame ionization detector (GC-FID) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC-17A ตามวิธีการของ (AOAC, 1995; Chirinos *et al.*, 2015) โดยใช้ syringe ดูดสารตัวอย่างที่สกัดแล้วปริมาตร 1 ไมโครลิตร ฉีดเข้าเครื่อง GC-FID นำ chromatogram ที่ได้มาวิเคราะห์ retention time เพื่อเปรียบเทียบ ความแตกต่างของปริมาณของกรดไขมันแต่ละชนิดในตัวอย่างที่เก็บมาแต่ฤดูกาล

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยหาค่า least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลอง

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในแต่ละฤดูปลูก

สภาพอากาศทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่า มีความแปรปรวนของระดับอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้น และจำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสงในแต่ละฤดูกาล (ตารางที่ 1) โดยพบว่าฤดูแล้งมีระดับอุณหภูมิแตกต่างกันแต่ละวันอยู่ในช่วงกว้างตั้งแต่ 13.0-40.5 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยที่ 28.3 องศาเซลเซียส ส่วนปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 0-124.8 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 4.5 มิลลิเมตร ความชื้นอยู่ในช่วง 19.0-96.0% มีค่าเฉลี่ยที่ 64.5% และจำนวนชั่วโมงที่

Table 1. Temperature, rain fall, relative humidity and hour of sunshine each day during three seasons (dry, rainy and late rainy) in 2016-2017 at demonstration field, Agronomy division, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University where the experiment is located

	Season		
	Dry	Rainy	Late rainy
Temperature (°C)			
Range	13.0-40.5	22.3-35.9	9.6-35.5
Mean	28.3	27.8	24.0
SD	2.5	1.0	2.5
CV (%)	8.8	3.6	10.4
Rain fall (mm)			
Range	0-124.8	0-51.2	0-29.2
Mean	4.5	6.2	1.9
SD	14.3	9.7	3.4
CV (%)	317.7	156.4	178.9
Relative humidity (%)			
Range	19.0-96.0	48.0-96.0	24.0-96.0
Mean	64.5	77.7	73.1
SD	9.0	11.3	7.6
CV (%)	13.9	14.5	10.4
Hour of sunshine (h)			
Range	0-11.9	0-11.2	0-11.4
Mean	8.3	4.1	6.6
SD	2.9	3.1	3.3
CV (%)	34.9	75.6	50.0

Sources: Northern Meteorological Center (2017, 2018)

ได้รับแสงอยู่ในช่วง 0-11.9 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 8.3 ชั่วโมง ส่วนในฤดูฝนพบว่ามียกระดับอุณหภูมิต่ำสุดสูงกว่าแต่ระดับอุณหภูมิสูงสุดต่ำกว่าฤดูร้อนอยู่ในช่วง 22.3-35.9 องศาเซลเซียส แต่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากฤดูแล้งที่ 27.8 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 0-51.2 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยมากกว่าในฤดูแล้งที่ 6.1 มิลลิเมตร ความชื้นในช่วง 48.0-96.0% มีค่าเฉลี่ย 77.7% และจำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสงอยู่ในช่วง 0-11.2 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 4.1 ชั่วโมง และในฤดูปลายฝนพบว่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 9.6-35.5 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดจากทั้ง 3 ฤดูกาลที่ 24.0 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนน้อย

กว่าทั้งสองฤดู อยู่ในช่วง 0-29.2 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 1.9 มิลลิเมตรและ ความชื้นอยู่ในช่วง 24.0-96.0% มีค่าเฉลี่ย 73.1% และจำนวนวันที่ได้รับแสงในช่วง 0-11.4 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 6.6 ชั่วโมง

ผลผลิตเมล็ด

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ผลผลิต การติดเมล็ด และปริมาณน้ำมันดาวอินคา มีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2) ฤดูกาลมีผลต่อน้ำหนักแห้งฝัก โดยในฤดูแล้งและฤดูปลายฝนมีน้ำหนักแห้งฝักสูงที่สุดเฉลี่ย

6.8 กรัมต่อฝัก ในขณะที่ฤดูฝนมีน้ำหนักแห้งฝักน้อยที่สุดคือ 5.5 กรัมต่อฝัก (ภาพที่ 1a) น้ำหนักเมล็ดรวมมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล โดยในฤดูฝนพบว่ามีน้ำหนักแห้งเมล็ดรวมน้อยที่สุดคือ 2.8 กรัมต่อฝัก ส่วนในฤดูแล้งและฤดูปลายฝนมีน้ำหนักแห้งเมล็ดรวมสูงที่สุดเฉลี่ย 3.5 กรัมต่อฝัก (ภาพที่ 1b) นอกจากนี้ฤดูกาลยังมีผลต่อน้ำหนักแห้งแต่ละเมล็ด โดยในฤดูฝนพบว่ามีน้ำหนักแห้ง

เมล็ดเดียวน้อยที่สุดคือ 0.7 กรัมต่อเมล็ด ส่วนในฤดูปลายฝนและฤดูแล้งมีน้ำหนักแห้งเมล็ดเดี่ยวสูงที่สุดเฉลี่ย 0.9 กรัมต่อเมล็ด (ภาพที่ 1c) นอกจากนี้ยังพบว่าฤดูกาลมีผลต่อการติดเมล็ดของดาวินคาโดยเฉพาะในฤดูปลายฝนพบว่ามีการติดเมล็ดมากที่สุดคือ 96.7% ส่วนในฤดูแล้งและฤดูฝนมีการติดเมล็ดน้อยที่สุดเฉลี่ย 92.5% (ภาพที่ 2a)

Table 2. Means of three different seasons (dry, rainy, late rainy) in 2017-2018 on seed yield of sachu inchi

Season	Dry weight (g)			Seed set (%)	Oil yield (%)
	Pod	Total seed	Individual seed		
Dry	6.84 a	3.56 a	0.90 a	93.04 a	49.03 b
Rainy	5.55 b	2.89 b	0.76 b	91.91 b	50.59 b
Late rainy	6.85 a	3.76 a	0.94 c	96.77 a	56.17 a
F-test	**	**	**	**	*
CV (%)	14.6	15.8	14.9	3.6	11.1
LSD(0.05)	0.78	0.44	0.11	2.84	4.79

*, ** Indicates significant difference at $P<0.05$ and $P<0.01$, respectively. Significant difference within column at $P<0.05$ indicated by different lowercase letters

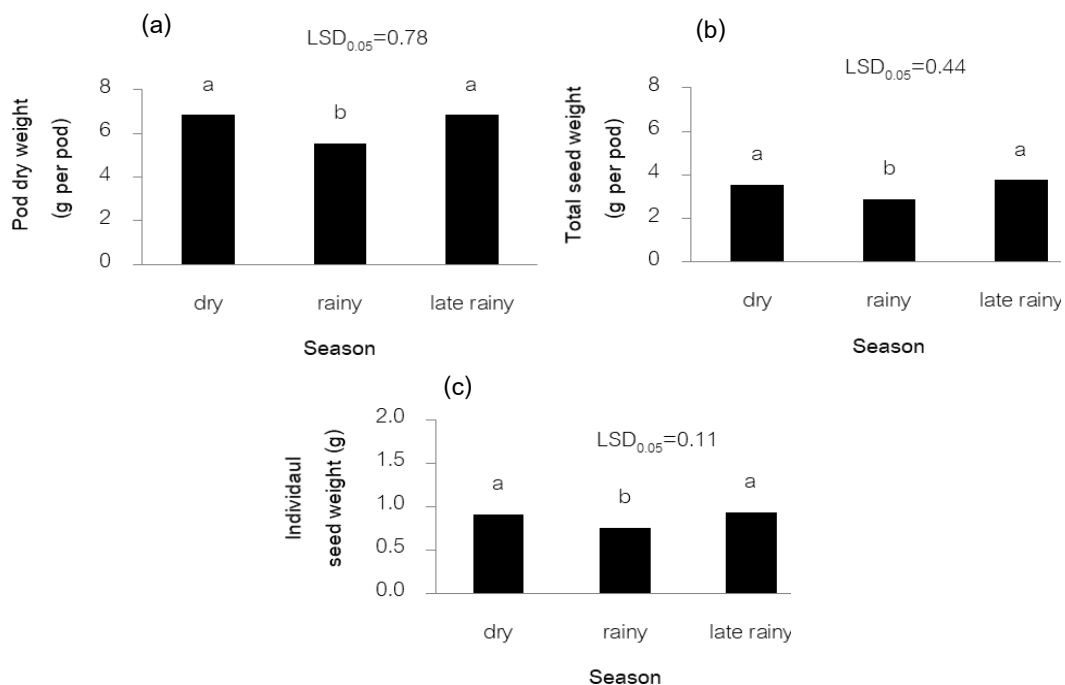


Figure 1. Dry weight of pod (a), total seed (b) and individual seed (c) in sachu inchi among three different seasons (dry, rainy and late rainy). Significant difference at $P<0.05$ indicated by different lowercase letters above the bars

ปริมาณน้ำมันในเมล็ด

ฤดูกาลมีผลต่อปริมาณน้ำมันของดาวอินคาโดยพบว่าฤดูปลายฝนมีปริมาณน้ำมันมากที่สุดคือ 56.2% ส่วนในฤดูแล้งและฤดูฝนมีปริมาณน้ำมันน้อยที่สุดเฉลี่ย 49.5% (ภาพที่ 2b)

ปริมาณกรดไขมัน

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าฤดูกาลมีผลต่อปริมาณกรดไขมันในเมล็ดดาวอินคาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 3) พบว่าในฤดูหนาวมีปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ สูงที่สุด ส่วนในฤดูร้อนมีปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ต่ำที่สุด ในขณะที่ฤดูกาลไม่มีผลต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทรานส์และกรดปาล์มมิกในเมล็ดดาวอินคา

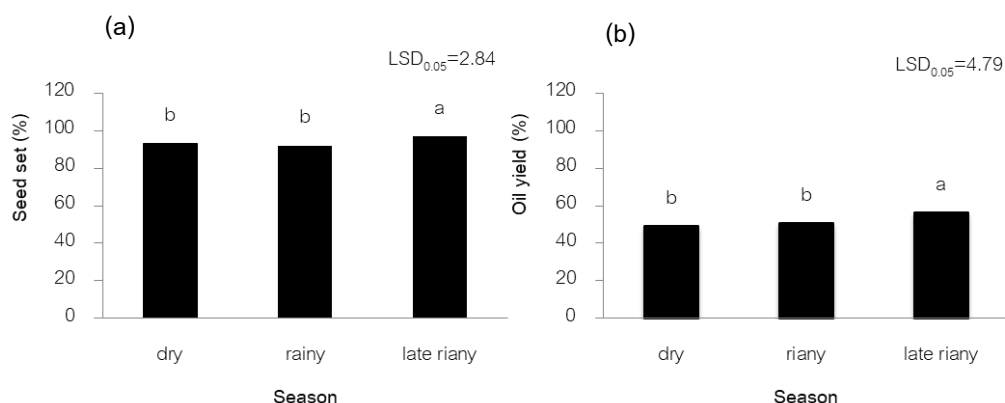


Figure 2. Percent seed set and oil yield of sacha inchi among three different seasons. Significant difference at $P<0.05$ indicated by different lowercase letters above the bars

Table 3. Fatty acid profile of sacha inchi seeds among dry, rainy and late rainy in 2017-2018

Season	Fatty acid (mg per seed)								
	Butyric (C4:0)	Palmitic (C16:0)	Stearic (C18:0)	Oleic (C18:1)	Linoleic (C18:2)	Heneicosanoic (C21:0)	Linolenic (C18:3)	Eicosenoic (C20:1)	Arachidic (C20:0)
Dry	13.3 a	34.8 a	27.4 b	72.7 b	287.3 c	234.5 c	1.2 b	1.2 c	0.8 b
Rainy	22.7 a	38.9 a	29.7 b	86.3 ab	351.7 b	300.7 b	1.6 a	1.6 b	0.9 b
Late rainy	23.4 a	44.3 a	38.9 a	97.0 a	388.8 a	366.9 a	1.8 a	1.8 a	1.1 a
F-test	ns	ns	**	*	**	**	**	**	**
LSD (0.05)	11.5	7.4	5.2	13.7	25.6	45.7	0.2	0.1	0.1

ns, *, ** indicates non-significant difference and significant difference at $P<0.05$ and $P<0.01$, respectively. Significant difference within column at $P<0.05$ indicated by different lowercase letters

วิจารณ์

จากผลการทดลองพบว่าฤดูกาลมีผลต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดดาวอินคา โดยที่ฤดูปลายฝนและฤดูแล้งให้ผลผลิตฝักและเมล็ดสูงสุดมากกว่าฤดูฝน 20.3% และ 20.0% ตามลำดับ ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากในฤดูปลายฝนและฤดูแล้งมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าในฤดูฝนจึงสามารถสร้างผลผลิตฝักและเมล็ดมากกว่า แม้ว่าบางวันในฤดูแล้งจะมีฝนตกเป็นปริมาณมากถึง 124.8 มิลลิเมตร แต่เป็นแค่เพียงวันเดียว ทำให้มีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนในฤดูแล้งสูงมากเมื่อเทียบกับในฤดูฝนที่มีฝนตกกระจายตัวตลอดทั้งฤดูกาล ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนต่อวันในฤดูฝนสูงกว่าฤดูแล้งและฤดูปลายหนาว เช่นเดียวกับการติดเมล็ดที่พบเช่นเดียวกันในฤดูแล้งและฤดูปลายหนาวมีการติดเมล็ดมากกว่าในฤดูฝนถึง 4.2% แม้ยังไม่มีรายงานในเรื่องดังกล่าวแต่เป็นไปได้ว่าดาวอินคาน่าจะเป็นพืชที่ไม่ชอบน้ำฝนหรือน้ำขังในปริมาณมากซึ่งมีผลต่อการติดเมล็ดของดาวอินคา และการพัฒนาของเมล็ดในฤดูฝนน้อยลง ในขณะที่อุณหภูมิมีผลต่อการติดเมล็ดและน้ำหนักแห้งฝักและเมล็ดน้อยกว่าปริมาณน้ำฝน เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงฤดูแล้งและฤดูปลายฝนไม่มีผลต่อการติดเมล็ดและน้ำหนักแห้งดาวอินคา โดยอาจเป็นสาเหตุทำให้พืชชนิดนี้ปลูกได้ในหลายพื้นที่ทั่วโลกเนื่องจากสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิค่อนข้างกว้างตั้งแต่ 10-36 องศาเซลเซียส (Gillespie, 2007) ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองก่อนหน้านี้ที่พบว่าผลผลิตของดาวอินคาในฤดูร้อนที่มีการให้น้ำและปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมพร้อมกันมีผลทำให้ผลผลิตของดาวอินคาสูงสุดที่ 65.7 กรัมต่อต้น และพบว่าฤดูปลายหนาว มีการติดเมล็ดของดาวอินคามากที่สุดคือ 96.7% ส่วนในฤดูร้อนและฤดูฝนมีการติดเมล็ดน้อยที่สุดเฉลี่ย 92.5% (Jiao *et al.*, 2012) นอกจากนี้ยังพบว่าการผลิตเมล็ดดาวอินคาในฤดูแล้งและฤดูปลายฝนทำให้ขนาดเมล็ดของดาวอินคาใหญ่ขึ้น โดยมีน้ำหนักเมล็ดเดี่ยวเพิ่มขึ้น 22.2% เมื่อเปรียบเทียบกับฤดูฝน ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้ว่าฤดูฝนนอกจากจะทำให้การติดเมล็ดน้อยลง ผลผลิตน้ำหนักฝัก

และน้ำหนักเมล็ดน้อยลง ยังทำให้ขนาดเมล็ดเล็กลงด้วย เป็นไปได้ว่าฤดูฝนที่มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยมากกว่าฤดูอื่น ๆ และยังมีชั่วโมงการรับแสงต่อวันเฉลี่ยน้อยกว่าฤดูอื่นด้วย (ตารางที่ 1) ซึ่งชั่วโมงการรับแสงมีผลต่อประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง การเคลื่อนย้ายและการสะสมสารสังเคราะห์ในเมล็ดดาวอินคาทำให้เมล็ดดาวอินคาที่ผลิตในฤดูฝนมีเมล็ดเล็กไปด้วย ในส่วนของปริมาณน้ำมันพบว่ามีผลมาจากฤดูกาลเช่นเดียวกัน โดยในฤดูปลายฝนพบว่าดาวอินคามีการผลิตน้ำมันมากที่สุดคือ 56.2% ส่วนในฤดูฝนและฤดูแล้งมีปริมาณน้ำมันน้อยที่สุดเฉลี่ย 49.5% สอดคล้องกับการทดลองของ Gong *et al.* (2018) ที่พบว่าปริมาณน้ำมันดาวอินคาที่ได้ผลผลิตในเดือนธันวาคมซึ่งเป็นฤดูหนาวมีปริมาณเฉลี่ย 45.3% ซึ่งมากกว่าเดือนมีนาคมที่เป็นฤดูร้อนมีปริมาณน้ำมัน 36.8% นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณกรดไขมันของดาวอินคาในแต่ละฤดูกาลพบว่าฤดูกาลมีผลต่อปริมาณกรดไขมันของดาวอินคา ในฤดูปลายฝนมีปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ สูงกว่าในฤดูแล้งและฤดูฝน ยกเว้นกรดไขมันบิวทีริกและกรดปาล์มิติกที่พบว่าฤดูกาลไม่มีผลต่อปริมาณกรดไขมันในเมล็ดดาวอินคา

การทดลองนี้บ่งชี้ว่าการจัดการในการปลูกดาวอินคาที่ถูกต้องและเหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดดาวอินคาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้บริโภคคาดหวังที่จากการบริโภคดาวอินคา อย่างไรก็ตาม การเพิ่มสถานที่ในการศึกษาและวิจัยอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งการจำแนกปัจจัยสภาพภูมิอากาศในการศึกษา จะทำให้สามารถยืนยันและจำแนกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของดาวอินคาได้ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและผู้บริโภคต่อไป

สรุป

จากการทดลองสรุปได้ว่าฤดูกาลมีผลต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของดาวอินคา การจัดการการปลูกที่เหมาะสมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตดาวอินคาได้ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพเมล็ดดาวอินคา

การเก็บผลผลิตในช่วงฤดูแล้งและฤดูปลายฝน ทำให้ได้ผลผลิตมากกว่าในช่วงฤดูฝน ในขณะที่ฤดูปลายหนาวดาวอินคาจะให้คุณค่าทางโภชนาการที่สูงที่สุด อย่างไรก็ตาม ผลผลิตทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพของดาวอินคายังมีปัจจัยอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องนอกจากสภาพภูมิอากาศ เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการธาตุอาหารในรูปแบบต่างๆ การจัดการน้ำ และการจัดการในการปลูกอื่นๆ เช่น การกำหนดระยะปลูกที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในการรับแสงและการสร้างผลผลิต ที่จำเป็นต้องมีการศึกษาและวิจัยต่อไปในอนาคตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการในดาวอินคาที่มีแนวโน้มจะเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้กับประเทศไทยได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนทุนวิจัยส่วนหนึ่งจากคณะเกษตรศาสตร์และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และการสนับสนุนเมล็ดและต้นกล้าดาวอินคาจากบริษัทซีอีโอ โอเมก้าฟลันท์ จำกัด

เอกสารอ้างอิง

- กรมเศรษฐกิจระหว่างประเทศ. 2557. ถั่วดาวอินคาพืชเศรษฐกิจและสร้างรายได้. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.thaibiz.net/th/news/detail.php?ID=16222&sphrase_id=4694977 (10 กันยายน 2561).
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://production.doae.go.th> (25 พฤษภาคม 2560).
- ศูนย์อุตุนิยมหาวิทยาลัยภาคเหนือ. 2560. สถิติภูมิอากาศเชียงใหม่. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.cmmet.tmd.go.th/index1.php> (10 กันยายน 2561).
- ศูนย์อุตุนิยมหาวิทยาลัยภาคเหนือ. 2561. สถิติภูมิอากาศเชียงใหม่. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:

<http://www.cmmet.tmd.go.th/index1.php> (10 กันยายน 2561).

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC. Association of Official Analytical Chemists, Arlington. 1289 p.
- Chirinos, R., R. Pedreschi, G. Dominguez and D. Campos. 2015. Comparison of the physico-chemical and phytochemical characteristics of the oil of two *Plukenetia* species. Food Chemistry 173: 1203-1206.
- Garmendia, F., R. Pando and G. Ronceros. 2011. Effect of sachachi oil (*Plukenetia volubilis* L.) on the lipid profile of patients with hyperlipoproteinemia. Revista Peruana De Medicina Experimental Y Salud Publica 28(4): 628-632.
- Gillespie, L.J. 2007. A revision of paleotropical *Plukentia* (Euphorbiaceae) including two new species from Madagascar. Systematic Botany 32(4): 780-802.
- Gong, H.D., Y.J. Geng, C. Yang, D.Y. Jiao, L. Chen and Z.Q. Cai. 2018. Yield and resource use efficiency of *Plukenetia volubilis* plants at two distinct growth stages as affected by irrigation and fertilization. Scientific Reports 8(1): 80.
- Gutiérrez, L.F., L.M. Rosada and A. Jiménez. 2011. Chemical composition of sachachi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction. Grasas Y Aceites 62(1): 76-83.
- Jiao, D.Y., M.H. Xiang, W.G. Li and Z.Q. Cai. 2012. Dry-season irrigation and fertilisation affect the growth, reproduction, and seed traits of *Plukenetia volubilis* L. plants in a tropical region. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 87(4): 311-316.

Niu, L., J. Li, M.S. Chen and Z.F. Xu. 2014. Determination of oil contents in sachal inchi (*Plukenetia volubilis*) seed at different developmental stages by two methods: Soxhlet extraction and time-domain nuclear magnetic resonance. Industrial Crops and Products 56: 187-190.

Yehuda, R., R.S. Keefe, P.D. Harvey, R.A. Levengood, D.K. Gerber, J. Geni and L.J. Siever. 1995. Learning and memory in combat veterans with posttraumatic stress disorder. The American Journal of Psychiatry 152(1): 137-139.
