



## รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การวิเคราะห์น้ำมันจากเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวและการคัดเลือกสายพันธุ์เมล็ด  
กระเจี๊ยบเขียวเพื่อใช้ในการผลิตน้ำมันเพื่อการบริโภค  
ANALYSIS OF CRUDE OIL FROM OKRA (*Abelmoschus esculentus* L.  
Moench) SEEDS AND SELECTION OF OKRA FOR COOKING OIL

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ      วิจัยและพัฒนากระเจี๊ยบเขียว

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย      ประจำปี 2548  
จำนวน 465,400 บาท

หัวหน้าโครงการ	นางพิมพ์ร	มนเทียรอาสน์
ผู้ร่วมโครงการ	นายภูสิต	ปุ๊กมณี
	นางฉันทนา	วิชรรัตน์
	นายเอกวิทย์	ตรีเนตร
	นางสาวสุรภี	ทองหลวม

งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์  
วันที่ 15 สิงหาคม 2551

## คำนิยม

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านนักวิจัย และส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนทุนสำหรับการดำเนินงานวิจัยจากเงินงบประมาณประจำปี 2548 และช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณคณะที่ปรึกษาชุดโครงการวิจัยและผู้อำนวยความสะดวกโครงการฯ ที่ให้ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการดำเนินการวิจัยอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ขอขอบคุณ ผศ.ฉันทนา วิชรรัตน์ ที่ให้ความสนับสนุนเมล็ดพันธุ์กระเจียบเขียวที่ใช้ในการทำวิจัยและประสานงานในด้านต่าง ๆ

ขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาเคมี คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ และคณบดีคณะเทคโนโลยีการประมงที่ให้ความอนุเคราะห์ให้สนับสนุนสถานที่และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการทำวิจัย ตลอดจนบุคลากรภาควิชาเคมี คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ และสาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อำนวยความสะดวกจนกระทั่งการดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ดี

คณะผู้วิจัย

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(ก)
สารบัญภาพ	(ข)
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	6
อุปกรณ์และวิธีการ	6
ผลการวิจัย	8
วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย	11
เอกสารอ้างอิง	14
ภาคผนวก(ก)	16
ภาคผนวก(ข)	25

(ก)

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	กรดไขมันชนิดต่างที่พบได้ในอาหารประเภทไขมันและน้ำมัน	4
2	สมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ	4
3	แสดงปริมาณไขมัน โปรตีน ความชื้นและ ค่าพลังงาน	8
4	ปริมาณองค์ประกอบบางชนิดในเมล็ดกระเจียบเขียว	8
5	ผลการวิเคราะห์กรดไขมันด้วย GC-MS ของน้ำมันเมล็ดกระเจียบเขียว	9
6	การวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมันเมล็ดกระเจียบเขียว	9
7	การวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมันเมล็ดกระเจียบเขียว (*)	9
8	การวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมันเมล็ดกระเจียบเขียว (**)	10

(ข)

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระเจียบสายพันธุ์ A010411	16
2	กระเจียบสายพันธุ์ A010412	17
3	กระเจียบสายพันธุ์ A010418	18
4	กระเจียบสายพันธุ์ A010422	19
5	กระเจียบสายพันธุ์ A010497	20
6	กระเจียบสายพันธุ์ AB	21
7	กระเจียบสายพันธุ์ R1	22
8	กระเจียบสาย M1	23

การวิเคราะห์น้ำมันจากเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวและการคัดเลือกสายพันธุ์  
เมล็ดกระเจี๊ยบเขียวเพื่อใช้ในการผลิตน้ำมันเพื่อการบริโภค

ANALYSIS OF CRUDE OIL FROM OKRA  
(*Abelmoschus esculentus* L. Moench) SEEDS AND SELECTION OF  
OKRA LINES FOR COOKING OIL

พิมพร มนเทียรอาสน์<sup>1</sup>  
PIMPORN MONTIENART

ภูสิต ปุกมณี<sup>1</sup>  
PUSIT POOKMANEE

จันทนา วิชรรัตน์<sup>2</sup>  
CHANTANA VICHARAT

เอกวิทย์ ตรีเนตร<sup>1</sup>  
EKAWIT THREENET

สุรภี ทองหลวม<sup>3</sup>  
SURAPEE THONGLOM

<sup>1</sup>ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

<sup>2</sup>ภาควิชาพืชสวน สาขาพืชผัก  
คณะผลิตกรรมการเกษตร  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

<sup>3</sup>ภาควิชาสัตวศาสตร์  
คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การศึกษาองค์ประกอบบางชนิดในน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวแปดสายพันธุ์ คือ A030411, A030412, A030418, A030422, A030497, AB, M1 และ R1 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยเฉลี่ย เท่ากับ 5.42 – 7.37 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมันสูงสุดพบในสามสายพันธุ์ ได้แก่ M1, R1 และ AB เท่ากับ 24.70, 23.9 และ 23.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณแร่ธาตุสำคัญที่ทำการวิเคราะห์ คือ ปริมาณแคลเซียม และเหล็ก พบสูงสุดในสายพันธุ์ M1 เท่ากับ 234.66 และ 10.66 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ AB, M1 และ R1 ที่มีปริมาณน้ำมันสูงสุด (23.62 – 24.70 เปอร์เซ็นต์) พบว่าน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวทั้งสามสายพันธุ์ มี (1) ค่าไอโอดีน เท่ากับ 110.26, 76.98 และ 91.63 ตามลำดับ (2) สaponification เท่ากับ 207.20, 199.50 และ 196.00 ตามลำดับ และ (3) ค่าเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 0.863, 1.028 และ 0.879 ตามลำดับ เมื่อทำการตรวจสอบหาชนิดของกรดไขมันพบกรดไลโนเลอิก และกรดปาล์มิติก และองค์ประกอบอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันพืชที่ใช้ในการบริโภค

จากข้อมูลในการวิเคราะห์พบว่า เมล็ดกระเจี๊ยบเขียวสายทั้งสามพันธุ์มีคุณสมบัติทางเคมีใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากน้ำมันกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ M1 มีคุณสมบัติต่างๆอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำมันและไขมันบริโภค มีปริมาณน้ำมันสูงที่สุดและมีความสามารถต้านทานไวรัสสาเหตุของการเกิดโรคเส้นใบเหลืองจึงเหมาะที่จะพัฒนาเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมน้ำมันเพื่อการบริโภค

### ABSTRACT

A Study on the extraction of oil from eight lines of okra seed namely, A030411, A030412, A030418, A030422, A030497, AB, M1 and R1. The highest present of oil was found in line M1, R1 and AB ( 24.70, 23.9 and 23.62 %, respectively ). The moisture content of eight lines okra seeds range from 5.42 – 7.37 %. Highest amounts of calcium ( 234.66 mg/ 100 g ) and iron ( 10.66 mg/ 100 g ) were found in line M1.

Chemical properties of the okra seed oil (line AB, M1 and R1) were also investigated as follows: (1) iodine number (I.N. = 110.26, 76.98 and 91.63, respectively), (2) saponification number (S.N. = 207.20, 199.50 and 196.00, respectively), and (3) peroxide value ( P.V. = 0.863, 1.028 and 0.879, respectively ). The highest I.N. (110.26) and S.N. (207.20) were found in line AB and P.V. ( 1.028 ) was found in line M1. The fatty acid type, were found linoleic acid, palmitic acid and other components of three lines were similar to other edible vegetable oils.

About the properties of line M1 contains various standard properties of edible oil, highest present of oil and resistance to yellow vein disease, that appropriate to be developed as crude materials for industries of edible oil.

## คำนำ

กระเจี๊ยบเขียว( Okra ;*Abelmoschus esculentus* L. Moench) เป็นพืชผักส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งส่งออกในรูปของผักสดประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณผักที่ส่งออก กระเจี๊ยบเขียวเป็นผักพื้นบ้านของไทยที่จัดว่ามีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะมีปริมาณแคลเซียม โปแตสเซียม แมกนีเซียม วิตามินเอ และวิตามินซี สูง นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณช่วยป้องกันหลอดเลือดตีบ และความดันโลหิตสูง บำรุงสมอง บรรเทาอาการระคายเคืองของเนื้อเยื่อที่อักเสบ จึงช่วยบรรเทาอาการปวดท้องสำหรับผู้ที่ย่อยในกระเพาะ หรือลำไส้อักเสบ เมื่อกของกระเจี๊ยบเขียวช่วยเป็นเกราะเคลือบกระเพาะทำให้แผลในกระเพาะไม่กระทบกระเทือนมากนัก นอกจากสรรพคุณข้างต้นพบว่าสารสกัดจากกระเจี๊ยบเขียวมีสรรพคุณในการขับพยาธิตัวจิ๋ว ( มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย,2545 และอ้างตาม Sahoo,2002)

ไขมันและน้ำมันในอาหารจะแตกต่างกันที่ชนิดของกรดไขมัน ซึ่งเป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่ประกอบกันเป็นไขมันและน้ำมัน กรดไขมันที่องค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่ประกอบกันเป็นไขมันและน้ำมัน ส่วนมากจะมีจำนวนคาร์บอนเป็นเลขคู่และเป็นไซตรงเสมอ แต่มีบางชนิดเป็นเลขคี่ หรือเป็นไซแซง หรือเป็นกรดไฮดรอกซี (Hydroxy acid) ซึ่งพบได้ทั้งในธรรมชาติและไขมันหรือน้ำมันที่ผ่านกระบวนการ ( นิธิยา, 2549)

กรดไขมันเป็นกรดอินทรีย์สายตรงที่มีหมู่คาร์บอกซิล 1 หมู่ ในธรรมชาติพบกรดไขมันเป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่อยู่ในน้ำมัน ไขมัน และฟอสโฟลิเซอไรด์เป็นส่วนใหญ่ที่พบอยู่ในรูปของกรดไขมันอิสระมีน้อย กรดไขมันที่ในอาหารสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

กรดไขมันชนิดสายสั้น คือกรดไขมันที่มีคาร์บอนในโมเลกุล 4 – 10 อะตอม

กรดไขมันชนิดสายกลาง คือ กรดไขมันที่มีคาร์บอนในโมเลกุล 12 – 14 อะตอม

กรดไขมันชนิดสายยาว คือน กรดไขมันที่มีคาร์บอนในโมเลกุลตั้งแต่ 16 อะตอม ขึ้นไป

กรดไขมันที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมดเรียกว่า กรดไขมันชนิดอิ่มตัว (Saturated fatty acid) ส่วนกรดไขมันที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนมีพันธะคู่ เรียกว่า กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว(Unsaturated fatty acid) โดยแบ่งออกได้สองชนิด คือ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีหนึ่งพันธะคู่( Monounsaturated fatty acids : MUFA) หรือมากกว่า ( Polyunsaturated fatty acids : PUFA) ( นิธิยา, 2549)



ตารางที่ 1 กรดไขมันชนิดต่างๆที่พบได้ในอาหารประเภทไขมันและน้ำมัน( นิธิยา, 2548)

ชื่อกรดไขมัน(IUPAC)	ชื่อสามัญ	แหล่งที่พบในอาหาร
<b>1. กรดไขมันชนิดอิ่มตัว</b>		
n- Butanoic 4:0	กรดบิวทีริก	เนย ไขมันนม
n- Hexanoic 6:0	กรดคาไพอิก	เนย ไขมันนม น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว
n- Hexadecanoic 16:0	กรดปาล์มติก	น้ำมันพืช และไขมันสัตว์
<b>2. กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว</b>		
Hexadec-9-enic acid16 :1 $\omega$ -7	กรดปาล์มมิโทอิก	น้ำมันพืช และไขมันสัตว์
Cis-9-Octadecanoic acid6 :2 $\omega$ -6	กรดโอเลอิก	น้ำมันพืช และไขมันสัตว์
9,12- Octadecadinoic acid	กรดลิโนเลอิก	น้ำมันพืช เช่น น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันทานตะวันและเมล็ดฝ้าย
9,12,15-Octadecatrienoic18:3 $\omega$ 3(6)	กรดลิโนเลนิก	น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันจากปลาทะเล

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ ( นิธิยา, 2549)

ชนิดของไขมันหรือน้ำมัน	S.N	I.V	P.V
น้ำมันหมู	190 - 202	53 - 77	0.4 - 0.6
น้ำมันมะพร้าว	248- 265	6- 11	12- 18
น้ำมันปาล์ม	190 - 209	50- 55	0.2 - 0.3
น้ำมันข้าวโพด	187 - 195	107 - 128	-
น้ำมันงา	188 - 195	103 - 116	-
น้ำมันถั่วเหลือง	189 - 195	124 - 139	0.2 - 0.6
น้ำมันทานตะวัน	189 - 194	118 - 145	0.3
น้ำมันมะกอก	184 - 196	75 - 94	-
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	189 - 198	100 - 115	-

เมล็ดกระเจี๊ยบเขียวแห้งพบว่าเป็นแหล่งที่ให้น้ำมันไม่น้อยกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโปรตีนสูงที่สุดถึง 45 เปอร์เซ็นต์ (อ้างตาม Oyelade,2003) สำหรับน้ำมันถั่วเหลือง (Soya bean oil) พบปริมาณน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วยเอสเทอร์ของกรดลิโนอิก 50 เปอร์เซ็นต์ กรดโอเลอิก 60 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนลิก 7 เปอร์เซ็นต์และกรดไขมันไม่อิ่มตัว 14 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันถั่วลิสง (Peanut oil) ประกอบด้วยกรดปาล์มิติก 50- 65 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนอิก 8 -10เปอร์เซ็นต์ กรดสเตียริกและกรดอราซิดิก18-30 เปอร์เซ็นต์(คณะเภสัชศาสตร์ ,2534)

จากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันจากเมล็ดงาเพื่อใช้ในการบริโภค พบปริมาณสารพิษไซโคลโพรเพนอยด์ (Cyclopropenoid 11-14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันมาลวาลิก (Malvalic acid) และ กรดสเตอคูลิก (Sterculic acid) 8 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อผ่านขบวนการกลั่นใส (Refinery process) ในขั้นตอนการฟอกสี (Bleaching process) และการกำจัดกลิ่น (Deodorization process) มีผลทำให้ปริมาณสารพิษลดลง ซึ่งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณสารฟอกสี อุณหภูมิ และความดันที่ใช้ในขบวนการกลั่นใสน้ำมัน ( ประเทืองศรี และคณะ,2525)

การสกัดน้ำมันและการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันจากราก, ลำต้น, ใบเลี้ยง, ใบ, ตา, ดอก, ฝัก และเมล็ดของกระเจี๊ยบเขียวตั้งแต่ระยะเริ่มงอกจนกระทั่งถึงระยะการเป็นเมล็ดพบว่า น้ำมันในส่วนรากและลำต้นประมาณ 1 – 3 เปอร์เซ็นต์, ใบเลี้ยง 3.7 – 9 เปอร์เซ็นต์, ใบ 2.5 – 5.1 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ด 2.2 – 20.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรดไขมันที่พบเป็นองค์ประกอบหลักในเนื้อเยื่อทุกระยะ คือ กรดปาล์มิติก(Palmitic acid), กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid) และกรดลิโนเลนิก(Linolenic acid) แต่มีสัดส่วนที่แตกต่างกัน กรดไขมันไซโคลโพรเพน (Cyclopropene fatty acids : CFA) พบในบางระยะของรากและเมล็ด ซึ่งในส่วนรากพบว่าการสร้าง CFA พร้อมกับการเกิดตา และพบเป็นปริมาณมากที่สุดถึง 12.8 เปอร์เซ็นต์ ในระยะหลังการออกดอก และสามารถพบCFA ในรูปของอนุพันธ์ dihydro (Dihydro derivatives) ในเมล็ดที่แก่ ( หลังการออกดอก 31 วัน) และยังพบได้ในทุกเนื้อเยื่อชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ในทุกระยะของส่วนรากพบกรดเฮปตาเดซีโนอิก (Heptadecenoic acid) 0.4 – 1.3 เปอร์เซ็นต์ และส่วนของลำต้นในระยะแรกๆถึงระยะออกดอกพบกรดไขมันดังกล่าว 4 – 1.2 เปอร์เซ็นต์ ( N.Gopalakrishnan,1982)

กระเจี๊ยบเขียวมีพื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศประมาณ 5,288 ไร่ ( พ.ศ. 2540/41) ผลิตผลเฉลี่ยรวมทั้งประเทศ 9,326 เมตริกตัน และทำการส่งออกในรูปส่งผลสดและแช่แข็ง 3,786 เมตริกตัน มูลค่าประมาณ 330.3 ล้านบาท (<http://www.doae.go.th>) สำหรับกระเจี๊ยบเขียวที่ทำการทดลองปลูกที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ. เชียงใหม่ ให้ผลิตผลสูงที่สุดถึง 1024 กิโลกรัมต่อไร่ ( มานพ, 2545)

ดังนั้นเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวน่าจะมีศักยภาพนำไปใช้ในการผลิตน้ำมันเพื่อใช้ในการบริโภค ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยลดการขาดดุลการค้ากับต่างประเทศที่ต้องมีการสั่งซื้อวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันเพื่อการบริโภค

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันจากเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว
2. เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่ให้ปริมาณน้ำมัน(Crude oil)สูงและมีคุณภาพดี
3. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวเมล็ดเพื่อให้ได้น้ำมันปริมาณสูง

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว 8 สายพันธุ์ คือ A030411 A030412 A030418 A030422 A030497 AB M1 และ R1  
จากสาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
  - 2.1 เครื่องบดตัวอย่าง
  - 2.2 ตู้อบไฟฟ้า
  - 2.3 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน
  - 2.4 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
  - 2.5 เตาเผา (Muffle furnace)
  - 2.6 บอมบ์แคลอริมิเตอร์ ( Bomb calorimeter )
  - 2.7 เครื่องสกัดไขมัน ( Fat extractor apparatus )
  - 2.8 เครื่องแก้วที่จำเป็นในห้องปฏิบัติการ

#### วิธีการ

1. นำเมล็ดมาทำความสะอาดขจัดเมล็ดลีบ เน่า - เสีย และสิ่งเจือปนออก
2. บดละเอียดและทำการวิเคราะห์หาความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ค่าพลังงาน และปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก
  - 2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนตามวิธีของเจดาร์ห์ล ซึ่งเป็นการวัดค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เรียกว่า โปรตีนรวม (Crude protein)

และทำการเปลี่ยนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเป็นโปรตีนโดยคุณด้วย  
ค่าแฟคเตอร์ ( Conversion factor : CF ) = 6.25

- 2.2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันใช้สารละลายเฮกเซน (Hexane) โดยใช้  
เครื่องสกัดไขมัน
- 2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสารใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์ปชัน
- 2.4 การวิเคราะห์หาชนิดของกรดไขมันโดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี( Gas  
Chromatography – Mass spectroscopy: GC-MS)
- 2.5 การวิเคราะห์พันธะคู่ในโมเลกุลของน้ำมัน
  - 2.5.1 การหาค่าเลขไอโอดีน ( Iodine Number หรือ Iodine  
Value : I.N. หรือ I.V. ) โดยวิธีของ Wijs
  - 2.5.2 ความไม่อิ่มตัวของน้ำมัน
- 2.6 การวิเคราะห์ปริมาณเอซิดลิซีเซอรอลของน้ำมัน
  - 2.6.1 การหาค่าซาปอนิฟิเคชันของน้ำมัน  
(Saponification Number : S.N.)
- 2.7 การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมัน
  - 2.7.1 การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันโดยวิธีการหาค่าความเป็น  
กรด (Acid Value: A.V.)
  - 2.7.2 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระ(Free Fatty  
Acid : FFA)
- 2.8 การเกิดออกซิเดชันของน้ำมัน ( Degree of lipid oxidation)โดย  
วิธีการหาปริมาณสารเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value: P.V.)

## ผลการวิจัย

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณไขมัน โปรตีน ความชื้นและ ค่าพลังงาน

สายพันธุ์	ความชื้น	ปริมาณไขมัน	ปริมาณโปรตีน	ค่าพลังงาน (กิโลแคลอรี/กรัม)
	(เปอร์เซ็นต์ : %)			
A030411	6.15	16.47	21.2345	0.8734
A030412	6.95	15.64	21.2343	0.3661
A030418	6.97	15.52	22.1806	0.5929
A030422	6.82	15.38	20.0767	0.5326
A030497	6.31	15.46	19.7009	0.4603
AB	5.59	23.62	-	5.2842
M1	7.37	24.70	-	5.3918
R1	5.42	23.90	-	5.4231

ตารางที่ 4 ปริมาณองค์ประกอบบางชนิดในเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว

สายพันธุ์	ปริมาณองค์ประกอบบางชนิดในเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว ( หน่วย: มิลลิกรัม / 100 กรัม )			
	แคลเซียม(Ca )	โปตัสเซียม(K)	ฟอสฟอรัส(P)	เหล็ก (Fe)
A030411	117.30	1216.21	270.77	7.125
A030412	108.66	1300.63	263.67	3.86
A030418	109.40	1290.96	289.81	3.44
A030422	114.87	1286.68	288.49	4.18
A030497	134.78	1331.72	260.34	4.81
AB	75.73	46.53	73.79	7.78
M1	234.66	419.07	82.96	10.66
R1	135.75	322.22	103.44	8.46

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์กรดไขมันด้วย GC-MS ของน้ำมันเมล็ดกระเจียวเขียว

สายพันธุ์	กรดไขมัน;	ปาล์มิติก	กรดไขมัน;	ลิโนเลอิก
	R.A.*	Quality	R.A.*	Quality
A 030411	25.0	96	2.58	99
A 030412	0.53	99	2.31	97
A 030418	21.98	95	2.2	59
A 030422	22.78	95	22.18	93
A 030497	27.27	92.3	-	-

\*R.A = relative area Quality = เทียบกับ standard spectrum ของ Wiley data base

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆของน้ำมันเมล็ดกระเจียวเขียว

สายพันธุ์	I.N.	S.N.	A.V.	FFA	P.V.
AB	110.26	207.20	1.443	0.999	0.863
M1	76.98	199.50	2.897	1.193	1.028
R1	91.63	196.00	2.059	1.388	0.879

- ค่าเลขไอโอดีน (I.N.)
- ค่าซาปอนิฟิเคชัน (S.N.) : มิลลิกรัมต่อกรัม
- ค่าความเป็นกรด (A.V.) : (เปอร์เซ็นต์น้ำหนัก / น้ำหนัก)
- ค่าความเป็นกรดไขมันอิสระ (FFA) : (เปอร์เซ็นต์น้ำหนัก / น้ำหนัก)
- ค่าเปอร์ออกไซด์ (P.V.)

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆของน้ำมันเมล็ดกระเจียวเขียว(\*)

สายพันธุ์	I.N.	S.N.	A.V.	P.V.
M1	102.63	186.35	2.26	1.18
R1	74.57	194.73	4.69	2.42

หมายเหตุ \* เมล็ดกระเจียวเขียวที่นำมาวิเคราะห์เป็นเมล็ดที่เก็บไว้นานประมาณ 2 ปี ที่อุณหภูมิห้อง ในภาชนะทึบแสงและปิดสนิท นำมาสกัดน้ำมันในเดือนมิถุนายน 2551 เพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆของน้ำมันเมล็ดกระเจียวที่เก็บนาน\*\*

สายพันธุ์	I.N.	S.N.	A.V.	P.V.
AB	65.05	173.86	15.08	37.88
M1	82.82	165.32	0.90	38.44
R1	65.80	167.38	8.51	17.48

หมายเหตุ \*\* น้ำมันเมล็ดกระเจียวที่นำมาวิเคราะห์เป็นน้ำมันที่สกัดในเดือนกันยายน 2548

และนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ในเดือนมิถุนายน 2551

## สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากตารางที่ 3 ปริมาณน้ำมันจากเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวทั้งหมดแปดสายพันธุ์ ที่ใช้สารละลายเฮกเซนเป็นตัวทำละลาย โดยเครื่องสกัดไขมัน นาน 8 ชั่วโมง พบว่า สายพันธุ์ M1,R1 และ AB มีปริมาณน้ำมันสูงสุดใกล้เคียงกันคือ 24.70,23.9 และ 23.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณน้ำมันที่พบในการวิจัยนี้มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำมันที่ได้จากทานตะวัน (25 – 40 เปอร์เซ็นต์) และมีปริมาณสูงกว่าน้ำมันกระเจี๊ยบแดง ( 18 – 21 เปอร์เซ็นต์ ) และน้ำมันถั่วเหลือง (18 -20 เปอร์เซ็นต์ ) (ประเทืองศรี,2524) ปริมาณความชื้นเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวของสายพันธุ์ M1,AB และ R1 เท่ากับ 7.37,5.59 และ 5.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าพลังงานความร้อน 5.3918, 5.2842 และ 5.4231 กิโลแคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ

จากตารางที่ 4 ปริมาณองค์ประกอบสำคัญที่ทำการวิจัย คือ ปริมาณแคลเซียมและปริมาณเหล็กพบสูงสุดในสายพันธุ์ M1 เท่ากับ 234.66 และ 10.66 มิลลิกรัม / 100 กรัม สายพันธุ์ของกระเจี๊ยบเขียวที่นำมาทำการวิจัยทั้งแปดสายพันธุ์มีบางสายพันธุ์ที่ไม่ทราบข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ เมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ไขมัน นั่นคือปริมาณน้ำมันที่พบในแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งเป็นสิ่งหลักที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อเลือกสายพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวเพื่อใช้ในการผลิตน้ำมัน พบว่ามีสามสายพันธุ์ที่มีปริมาณไขมันใกล้เคียงกันคือ M1,R1 และ AB โดยเฉพาะสายพันธุ์ M1 และ R1 เป็นสายพันธุ์ที่สามารถต้านทานไวรัสที่เป็นต้นเหตุของการเกิดโรคเส้นใบเหลือง ( Yellow vine mosaic virus: YVM ) ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่ทำความเสียหายในการปลูกกระเจี๊ยบเขียวทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ( ประสิทธิ์และคณะ,2546) ส่วนข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุสำคัญที่พบในเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวทุกสายพันธุ์มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นต้องนำข้อมูลด้านอื่นๆมาใช้ประกอบในการตัดสินใจเลือกสายพันธุ์ที่จะทำการศึกษาคุณภาพของน้ำมันต่อไป

จากข้อมูลดังกล่าวจึงได้ทำการคัดเลือกสายพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่มีการเลือกลักษณะของพันธุ์ที่ดี และสามารถต้านทานโรคหรือศัตรูของกระเจี๊ยบเขียวได้ดี จึงนำกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ AB M1 และ R1 ซึ่งสายพันธุ์ทั้งสามมีลักษณะที่ดีและมีข้อมูลของสายพันธุ์ที่สามารถตรวจสอบได้ จึงนำมาทำการสกัดน้ำมันทำการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมัน

น้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวที่สกัดได้ทั้งสามสายพันธุ์ คือ AB, M1 และ R1 เมื่อนำมาวิเคราะห์หาพันธะคูในโมเลกุลน้ำมัน จากตารางที่ 5 พบว่าสายพันธุ์ AB มีค่าไอโอดีน (I.N.) สูงสุดคือ 110.26 รองลงมาคือ R1 ( 91.63 ) และ M1 (76.98) ตามลำดับ จากตารางที่ 7 โดยนำเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ M1 และ R1 ที่เก็บไว้นานมาทำการสกัดน้ำมันเพื่อนำมาวิเคราะห์



หาค่า I.N. และ P.V.ครั้งที่ 2 ( เนื่องจากค่า I.N.ของสายพันธุ์ M1 จากข้อมูลในตารางที่ 5 มีค่าต่ำมาก ) พบว่าค่า I.N. และ P.V.ของสายพันธุ์ M1 ที่ทำการวิเคราะห์ครั้งที่ 2 เท่ากับ 102.63 และ 1.18 ตามลำดับ ส่วนค่า I.N. และ P.V.ของสายพันธุ์ R1 เท่ากับ 74.57 และ 2.42 ตามลำดับ สำหรับค่า P.V.ของทั้งสามสายพันธุ์พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.863, 1.028 และ 0.879 ตามลำดับ พบว่าค่า P.V.ของสายพันธุ์ M1 มีค่าสูง(1.028) ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลการวิเคราะห์ค่า I.N.ของสายพันธุ์ M1 ครั้งแรกมีค่าต่ำกว่าค่าเป็นจริง( นิธิยา,2548) จากค่าของ I.N. ของสายพันธุ์ AB( 110.26),M1(102.63) และ R1 ( 91.63) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่า I.N.ของน้ำมันพืชที่ใช้ในการบริโภค เช่น น้ำมันทานตะวัน( 125 -136) , น้ำมันถั่วเหลือง ( 120 -141), น้ำมันข้าวโพด(103-128) และ น้ำมันมะกอก ( 75 – 94 ) น้ำมันที่มีค่า I.N.สูงเป็นตัวชี้บ่งว่ากรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรเอซิลกลีเซอรอลเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมีปริมาณสูงและมีจุดเดือดต่ำ ซึ่งจะทำให้ไขมันไม่แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากไขมันที่เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องจะเป็นไตรเอซิลกลีเซอรอลที่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดกรดไขมันชนิดอิ่มตัวมาก จะเห็นว่าค่า I.N.ของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ AB(110.26), M1(102.63) มีค่าอยู่ในช่วงค่า I.N.น้ำมันข้าวโพด (103- 128) ซึ่งน้ำมันข้าวโพดประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่สำคัญ คือกรดโอเลอิกและกรดลิโนเลอิกมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันชนิดอิ่มตัวที่มีปริมาณมากที่สุด คือ กรดปาล์มิติก(นิธิยา,2548) และจากการวิเคราะห์กรดไขมันในน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวด้วยGC-MSพบ กรดปาล์มิติก และกรดลิโนเลอิกเช่นกัน(ตารางที่ 5 ) และมีรายงานว่าพบกรดไขมันในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของกระเจี๊ยบเขียวคือ กรดปาล์มิติก กรดลิโนเลอิกและกรดลิโนเลนิก ( N.Gopalakrishnan,1982)

สำหรับค่า P.V. เป็นค่าที่แสดงว่าเกิดสารเพอร์ออกไซด์ขึ้นในน้ำมันอย่างช้าๆในระหว่างที่น้ำมันสัมผัสกับอากาศเรียกว่าเกิด oxidative rancidity เป็นการเกิดออกซิเดชันขึ้นที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ดังนั้นน้ำมันที่มีค่า I.N.สูงหรือมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบในโมเลกุลมาก จะเกิดoxidative rancidity ได้ง่าย

การวิเคราะห์หาปริมาณเอซิลกลีเซอรอลของน้ำมัน จากตารางที่ 5 พบว่าค่าซาปอนนิฟิเคชัน (S.N.) ของสายพันธุ์ AB, M1 และ R1 คือ 207.20,199.50 และ 196.00 มิลลิกรัมต่อกรัมตามลำดับ ค่า S.N.ของสายพันธุ์ ABที่สูงกว่าสายพันธุ์อื่น แสดงถึงกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรเอซิลกลีเซอรอลในโครงสร้างของสายพันธุ์ AB มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ(ขนาดของโมเลกุลเล็ก)กว่าสายพันธุ์ M1 และ R1 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันในรูปของการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด (A.V.) สายพันธุ์ AB, M1 และ R1 ที่มีค่าเท่ากับ 1.443, 2.897 และ 2.059 ตามลำดับ ค่า A.V.สูงสุดคือสายพันธุ์ M1 สำหรับค่ากรดไขมันอิสระ(FFA) สายพันธุ์ AB, M1 และ R1 เท่ากับ 0.999, 1.193 และ

1.388 ตามลำดับ ดังนั้นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในองค์ประกอบของสายพันธุ์ M1 เกิดการไฮโดรไลซ์เป็นกรดไขมันอิสระมากและเกิดการหืนจาก hydrolysis rancidity มากกว่าสายพันธุ์ R1 และ ABตามลำดับ ซึ่งความร้อนและแสงเป็นตัวเร่งให้เกิดการหืนได้เร็วขึ้น (นิธิยา,2548)

จากตารางที่ 8 เป็นการวิเคราะห์น้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวที่สกัดและเก็บไว้นานประมาณ 1 ปี10 เดือน พบว่าI.N. ของสายพันธุ์ AB ,M1 และ R1 เท่ากับ 65.05,82.82 และ 65.80 ตามลำดับ สำหรับค่า P.V.ของสายพันธุ์ AB ,M1 และ R1 เท่ากับ 37.88, 38.44 และ 17.48 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าI.N. ลดลงมาก แต่ค่า P.V. มีค่าเพิ่มขึ้นมากเนื่องจากน้ำมันที่เก็บไว้นานจะสัมผัสกับอากาศเกิด oxidative raandicity เป็นการเกิดออกซิเดชันขึ้นที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว( นิธิยา,2548) จึงส่งผลให้ น้ำมันที่เก็บนานมีค่า I.N. ต่ำ

ในการวิเคราะห์กรดไขมันด้วย GC- MS ไม่พบสารไซโคลโพรปีน ( Cyclopropene fatty acids : CFA ) แต่มีรายงานว่าพบสารไซโคลโพรปีนในบางระยะของรากและเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว ( N.Gopalakrishnan,1982) ซึ่งเป็นสารพิษในเมล็ดพันธุ์ที่มีฤทธิ์ต่อสัตว์ เช่นไก่ที่บริโภคน้ำมันและกากเมล็ดพันธุ์มีการผลิตไซลิตลงและในไข่แดงพบว่ามีปริมาณกรดสเตียริกมากขึ้น ส่งผลให้น้ำมันในตัวไก่แข็ง และสารพิษดังกล่าวมีฤทธิ์เสริมความรุนแรงของมะเร็งในตับที่เกิดจากสารแอลฟา ทอกซิล (Alfatoxin) แต่ในขั้นตอนการฟอกสี การกำจัดกลิ่น และการกลั่นใสของน้ำมันซึ่งอุณหภูมิและความดันที่ใช้ในขบวนการกลั่นใสมีผลต่อการลดปริมาณและขจัดสารพิษ (ประเทือง ,2525)

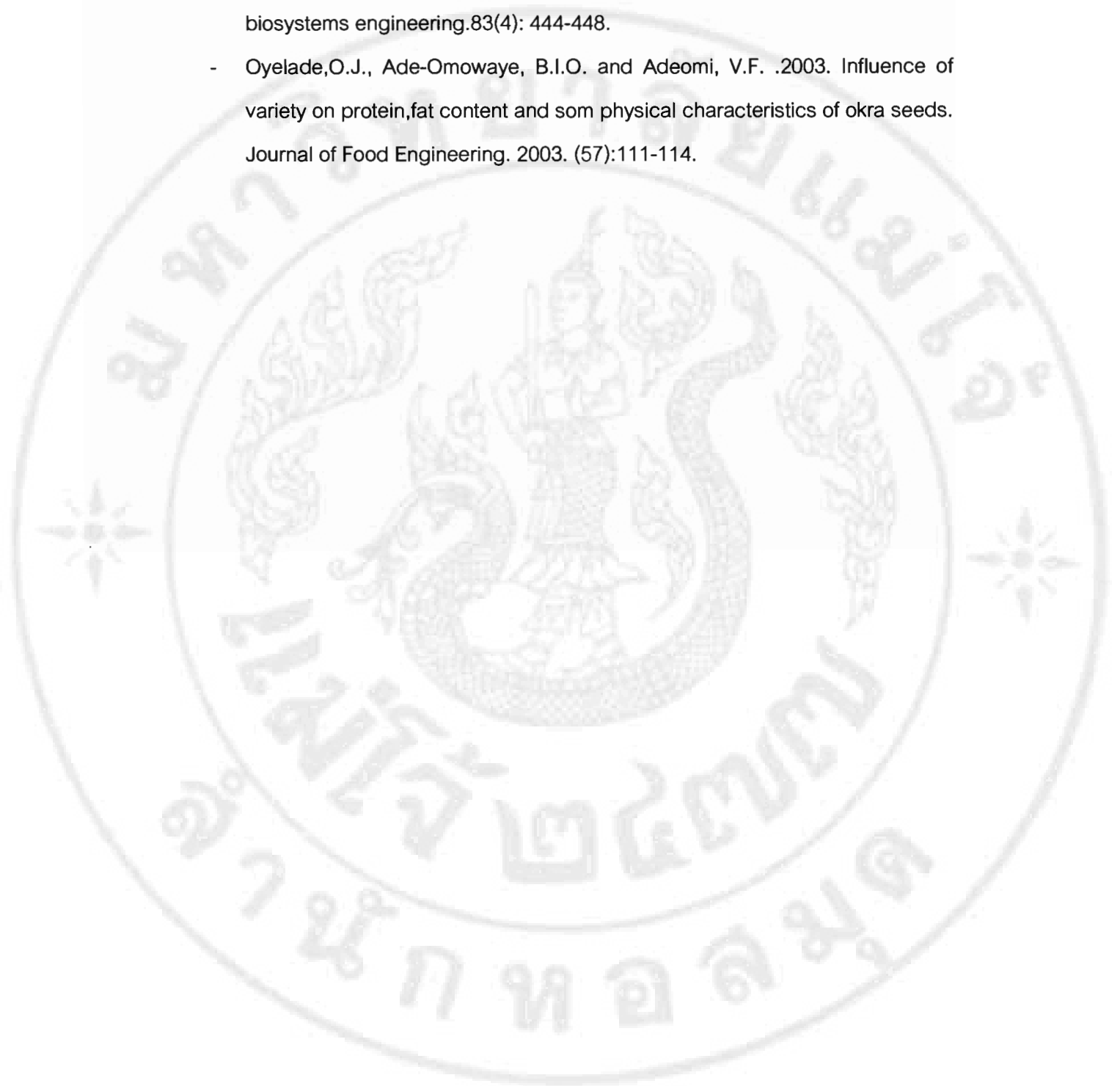
การสกัดน้ำมันจากเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวใช้เมล็ดที่แก่จัด เนื่องจากเมล็ดที่ยังไม่แก่จัดในเนื้อเยื่อจะประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการสกัดน้ำมัน

จากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ สายพันธุ์ AB และ M1 เป็นสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการนำไปพัฒนาเป็นน้ำมันเพื่อการบริโภค เนื่องจากมีองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง น่าจะเป็นประโยชน์ทางด้านโภชนาการและมีปริมาณองค์ประกอบอื่นใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากสายพันธุ์ M1เป็นสายพันธุ์ที่สามารถต้านทานไวรัสที่เป็นสาเหตุของโรคเส้นใบเหลือง และมี ปริมาณน้ำมันสูงที่สุด ดังนั้นน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ M1 เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมน้ำมันเพื่อการบริโภค

## เอกสารอ้างอิง

- คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล .2534. ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ. ภาควิชา เภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพมหานคร. 499.
- นิธิยา รัตนাপนนท์ .2548.วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ประเทืองศรี สินชัยศรี สุรศักดิ์ ไชยะทัต และวิมลศรี เทวะผลิน.2524. การศึกษาน้ำมันและรูปแบบของกรดไขมันในเมล็ดพืชน้ำมันเพื่อการบริโภค.งานวิจัยเคมีพืชและผลิตภัณฑ์ กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.2524. อาหาร 13(3): 224-230.
- ประเทืองศรี สินชัยศรี วีระศักดิ์ อนันบุตร และ ชวรัตน์ ทับทิมไทย.2525. การทำลายสารพิษไซโคลโปรปิโนอยด์ในแต่ละขั้นตอนของการสกัดใส่น้ำมันเมล็ดงูมเพื่อการบริโภค.งานวิจัยเคมีพืชและผลิตภัณฑ์ กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.2525.ว.วิทย์. กษ.15(1): 3 - 15.
- ประสิทธิ์ โนรี, นิพนธ์ ไชยมงคล ปราโมทย์ ขลิบเงิน, ยงยุทธ ศรีเกี่ยวฝัน, สถิต วิมล, ดำเกิง ป่องพาล, ฉันทนา สีมั่ง, ปรีชา รัตนัง และอัจฉรา ทักษิณะมณี.2546.รายงานผลงานวิจัยเรื่องการรวบรวมพันธุ์กระเจียบเขียว. มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- ฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร และ กรมเศรษฐกิจ การเกษตร.2543.
- มานพ วงศ์ราช.2545. การศึกษาความหนาแน่นของประชากรในการผลิตเมล็ดพันธุ์กระเจียบ เขียว .ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.
- มุลนิธิโตโยต้าประเทศไทยและสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล.2545. มหัศจรรย์ผัก 108. โครงการจัดพิมพ์คปไฟ (FDDS) .ประเทศไทย.411.
- [http:// www.doae.go.th](http://www.doae.go.th)
- Gopalakrishnan,N., Kaimal, T.N.B.and Lakshminarayana,G. 1982. Fatty acid change in *Hibiscus esculentus* tissues during growth. *Phytochemistry*.1982. (21): 565 – 568.

- Sahoo,P.K. and Srivastava,A.P.2002.Physical propertier of okra seeds biosystems engineering.83(4): 444-448.
- Oyelade,O.J., Ade-Omowaye, B.I.O. and Adeomi, V.F. .2003. Influence of variety on protein,fat content and som physical characteristics of okra seeds. Journal of Food Engineering. 2003. (57):111-114.



## ภาคแผนก ก

## 1. ข้อมูลลักษณะสายพันธุ์กระเจียบเขียว

## 1.1. พันธุ์ A010411

## ข้อมูลการเจริญเติบโต

ออกดอก มีอายุการออกดอกแรกเฉลี่ย 69.99 วัน ออกดอกแรกเฉลี่ยที่ข้อ 17.03 มีความสูงเมื่อดอกแรกบานเฉลี่ย 174.06 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสุดท้ายที่ 272.66 เซนติเมตร มีจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ย 40.73 ข้อ มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 7.13 กิ่ง

## ลักษณะใบ

ใบล่างและใบช่วงกลางต้นเป็นใบใหญ่แฉกลึกปานกลาง ส่วนใบช่วงปลายเป็นใบเล็กแฉกลึกมีทั้ง 3 และ 5 แฉก บริเวณก้านใบและโคนก้านใบมีจุดประสีแดง จุดกลางใบมีสีแดง

## ลักษณะฝัก

ผลผลิตฝักออกช้า ฝักเป็นเหลี่ยม มี 5 เหลี่ยม ฝักเรียวยาว ค่อนข้างยาว ปลายฝักเรียวยาวแหลม ยาว ปลายฝักงอเล็กน้อย ฝักมีสีเขียวเข้ม ผิวฝักไม่เรียบเป็นคลื่น ร่องฝักหยักเล็กน้อย โคนฝักคอดเล็กน้อย สีโคนฝักสีเขียว

## ลักษณะทรงพุ่ม

ทรงพุ่มสูงโปร่ง ข้อปล้องยาว ลำต้นตั้งแต่ข้อที่ 7 ขึ้นไปมักจะมีจุดประสีแดง ทรงต้นจะสูงมากทำให้มีปัญหาเวลาเก็บผลผลิตต้องโน้มต้นลงมาทำให้ต้นหัก เสียหาย



ภาพที่ 1.1 กระเจียบสายพันธุ์ A010411

## 1.2 พันธุ์ A010412

### ข้อมูลการเจริญเติบโต

ออกดอก มีอายุการออกดอกแรกเฉลี่ย 71.8 วัน ออกดอกแรกเฉลี่ยที่ข้อ 25 มีความสูงเมื่อดอกแรกบานที่ 137.66 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสุดท้ายที่ 232 เซนติเมตร มีจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ย 36.53 ข้อ มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 5.46 กิ่ง มีการออกดอกค่อนข้างช้า แสดงอาการเป็นไวรัสประมาณ 4.44 %

### ลักษณะใบ

ใบใหญ่ แฉกต้น ใบกลม ก้านใบและลำต้นมีสีเขียว จุดกลางใบสีเขียว ลักษณะใบมีทั้ง 3 และ 5 แฉก แต่จะแสดงออก 5 แฉกมากกว่า 3 แฉก

### ลักษณะฝัก

เป็นเหลี่ยม มี 5 เหลี่ยม สีฝักมีสีเขียว ร่องฝักหยักเล็กน้อย ปลายฝักงอเล็กน้อย โคนฝักคอดเล็กน้อย ปลายฝักค่อนข้างทู่ สีโคนฝักสีเขียวอ่อน ฝักค่อนข้างอ้วน

### ลักษณะทรงพุ่ม

ทรงพุ่มสูงปานกลาง ค่อนข้างทึบเพราะมีใบใหญ่



ภาพที่ 1.2 กระเจี๊ยบสายพันธุ์ A010412

### 1.3 พันธุ์ A010418

#### ข้อมูลการเจริญเติบโต

ออกดอก มีอายุการออกดอกแรก 47.3 วัน ออกดอกแรกเฉลี่ยที่ข้อ 9.6 มีความสูงเมื่อ  
ดอกแรกบานเฉลี่ย 95.46 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสุดท้ายเฉลี่ยที่ 228.93  
เซนติเมตร มีจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ย 40.93 ข้อ มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 5.8 กิ่ง

#### ลักษณะใบ

ใบล่างใหญ่ กว้าง แฉกลึกปานกลาง จุดกลางใบมีสีแดง ก้านใบมีจุดประสีแดงบ้าง ใบมี  
ทั้ง 3 และ 5 แฉก

#### ลักษณะฝัก

ฝักมี 5 เหลี่ยม ร่องฝักหยักเล็กน้อย ปลายฝักเรียวแหลม งอเล็กน้อย โคนฝักคอด  
เล็กน้อย สีฝักมีสีเขียว สีโคนฝักมีสีเขียวอ่อน ผิวฝักไม่ค่อยเรียบ เป็นคลื่น

#### ลักษณะทรงพุ่ม

ทรงพุ่มสูงโปร่ง มีกิ่งแขนงค่อนข้างมาก ลำต้นมีจุดประสีแดงบ้าง



ภาพที่ 1.3 กระเจี๊ยบสายพันธุ์ A010418

#### 1.4 พันธุ์ A010422

##### ข้อมูลการเจริญเติบโต

ออกดอก มีอายุการออกดอกแรกเฉลี่ย 28.5 วัน ออกดอกแรกเฉลี่ยที่ข้อ 5.93 มีความสูงเมื่อดอกแรกบานเฉลี่ยที่ 83 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสุดท้ายเฉลี่ยที่ 216.26 เซนติเมตร มีจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ย 35.4 ข้อ มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 6.13 กิ่ง

##### ลักษณะใบ

ใบล่างใหญ่ แฉกเล็ก ส่วนใบกลางและใบยอดเป็นใบเล็กแฉกเล็ก แสดงออกทั้ง 3 และ 5 แฉก จุดกลางใบสีแดง ก้านใบมีจุดประสีแดง

##### ลักษณะฝัก

ฝักเป็นเหลี่ยม มี 5 เหลี่ยม ฝักมีสีเขียวเข้ม ร่องฝักหยักเห็นชัดเจน ปลายฝักเรียวแหลม งอเล็กน้อย ผิวฝักไม่เรียบ โคนฝักคอดเล็กน้อย สีโคนฝักเป็นสีเขียว ฝักเมื่อแก่จะมีจุดประสีแดงบริเวณปลายฝัก ดอกเยอะทำให้ติดฝักมาก ออกดอกเร็ว และหมดฝักที่สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วเช่นกัน

##### ลักษณะทรงพุ่ม

ทรงพุ่มสูงปานกลาง โปร่ง มีกิ่งแขนงค่อนข้างมาก และยังมีกิ่งแขนงย่อยอีก ช่วงข้อปล้องยาวปานกลาง



ภาพที่ 1.4 กระเจี๊ยบสายพันธุ์ A010422



### 1.5 พันธุ์ A010497

#### ข้อมูลการเจริญเติบโต

ออกดอก อายุการออกดอกแรกเฉลี่ย 41.73 วัน ออกดอกแรกในข้อที่ 5.9 มีความสูงเมื่อดอกแรกบานเฉลี่ย 47.6 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสุดท้ายเฉลี่ย 134.6 เซนติเมตร มีจำนวนข้อเฉลี่ย 37.26 ข้อ จำนวนกึ่งแขนงเฉลี่ย 4.8 กิ่ง

#### ลักษณะใบ

ใบล่างใหญ่ กว้าง ใบสีเขียวเข้ม จุดกลางใบเป็นสีแดง ก้านใบมีจุดประสีแดง ลักษณะการแสดงออกของใบมี 3 ลักษณะ ใบมีทั้ง 3 และ 5 แฉก

#### ลักษณะฝัก

ฝักเป็นเหลี่ยม มี 5 เหลี่ยม สีฝักมีสีเขียว เมื่อฝักเริ่มแก่จะมีจุดประสีแดงบริเวณปลายฝัก ร่องฝักหักเล็กน้อย ปลายฝักค่อนข้างแหลม งอเล็กน้อย โคนฝักคอดเล็กน้อย สีโคนฝักสีเขียวอ่อน ฝักมีขนสั้นๆ

#### ลักษณะทรงพุ่ม

ทรงพุ่มค่อนข้างเตี้ย กว้าง มีกึ่งแขนงค่อนข้างมาก การเกิดกึ่งแขนงเกิดแบบสลับข้อ ลำต้นมีจุดประสีแดง



ภาพที่ 1.5 กระเจี๊ยบสายพันธุ์ A010497

## 1.6 พันธุ์ AB

### ข้อมูลการเจริญเติบโต

ออกดอก อายุการออกดอกแรกเฉลี่ย 41.73 วัน ออกดอกแรกในข้อที่ 5.9 มีความสูงเมื่อดอกแรกบานเฉลี่ย 47.6 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวฝักสุดท้ายเฉลี่ย 134.6 เซนติเมตร มีจำนวนข้อเฉลี่ย 37.26 ข้อ จำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 4.8 กิ่ง

### ลักษณะใบ

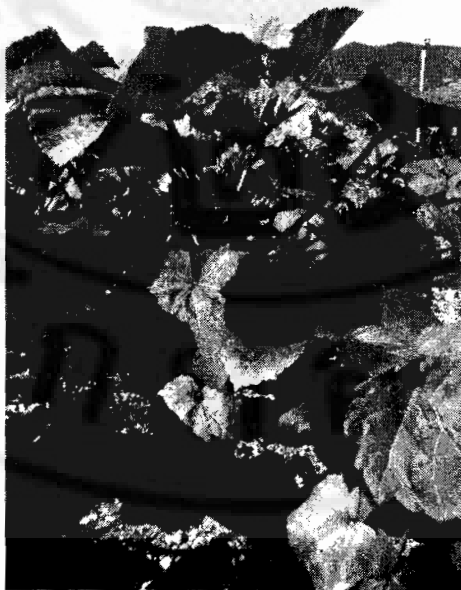
ใบล่างใหญ่ กว้าง ใบสีเขียวเข้ม จุดกลางใบเป็นสีแดง ก้านใบมีจุดประสีแดง ลักษณะการแสดงออกของใบมี 3 ลักษณะ ใบมีทั้ง 3 และ 5 แฉก

### ลักษณะฝัก

ฝักเป็นเหลี่ยม มี 5 เหลี่ยม สีฝักมีสีเขียว เมื่อฝักเริ่มแก่จะมีจุดประสีแดงบริเวณปลายฝัก ร่องฝักหยักเล็กน้อย ปลายฝักค่อนข้างแหลม งอเล็กน้อย โคนฝักคอดเล็กน้อย สีโคนฝักสีเขียวอ่อน ฝักมีขนสั้นๆ

### ลักษณะทรงพุ่ม

ทรงพุ่มค่อนข้างเตี้ย กว้าง มีกิ่งแขนงค่อนข้างมาก การเกิดกิ่งแขนงเกิดแบบสลัข้อ ลำต้นมีจุดประสีแดง



ภาพที่ 1.6 กระจับสายพันธุ์ AB

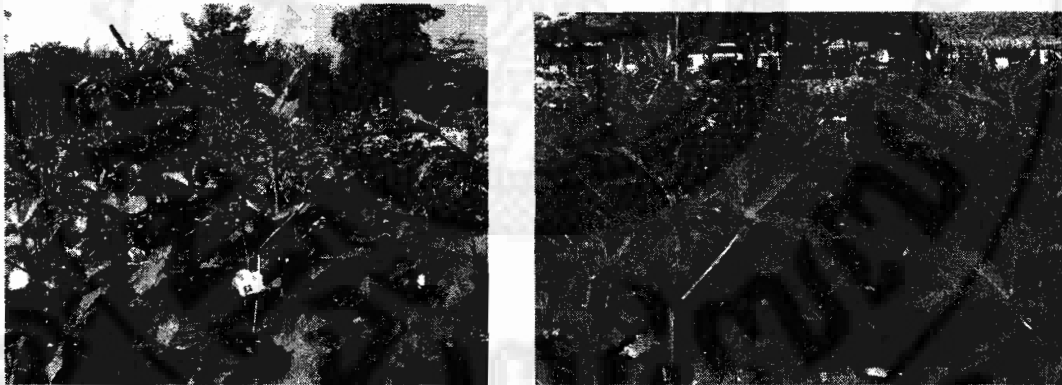
### 1.7 พันธุ์ R1

**ลักษณะเด่นของพันธุ์ R1 (แม่โจ้ 49)**

พันธุ์ แม่โจ้ 49 เป็นพันธุ์ที่ทนทานโรคเส้นใบเหลืองอันเกิดจากเชื้อไวรัส ฝักมีลักษณะ 5 เหลี่ยม สีเขียวเข้ม ซึ่งเป็นลักษณะคุณภาพของฝักที่เหมาะสมกับการส่งออก อายุการออกดอกเร็ว ความสูงปานกลาง ทรงต้นโปร่ง ใบเป็นแจกลึก ซึ่งเป็นผลดีต่อการได้รับแสง ทำให้ฝักมีสีเขียวเข้ม และง่ายต่อการเก็บเกี่ยว

**ลักษณะประจำพันธุ์ R1 (แม่โจ้ 49)**

ทนทานโรคเส้นใบเหลือง ลักษณะใบเป็นสามแฉก โปร่ง อายุการออกดอก 42-45 วัน ข้อที่ออกดอกแรก ข้อที่ 5 ความสูงเฉลี่ยเมื่อดอกแรกบาน 80 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งสุดท้าย 216.26 เซนติเมตร จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น 4 – 5 กิ่ง จำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้น 100-110 ฝัก น้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้น 1,076 กรัม น้ำหนักเฉลี่ยต่อไร่ 4,735 กิโลกรัม



ภาพที่ 1.7 กระเจี๊ยบสายพันธุ์ R1

### 1.8 พันธุ์ M1

**ลักษณะเด่นของพันธุ์ M1(แม่ใจ 70 ปี)**

กระเจียบเขียวพันธุ์ แม่ใจ 70 ปีเป็นพันธุ์ที่ทนทานโรคเส้นใบเหลืองอันเกิดจากเชื้อไวรัส ฝักมีสีเขียวสม่ำเสมอ มี 5 เหลี่ยม ซึ่งตรงกับความต้องการของตลาดเพื่อการส่งออก ทรง ต้นเตี้ย เป็นพุ่มกะทัดรัด ทำให้เก็บเกี่ยวง่าย

**ลักษณะประจำพันธุ์ M1 ( แม่ใจ 70 ปี)**

ทนทานโรคเส้นใบเหลือง ลักษณะใบเป็นสามแฉกที่บอายุการออกดอก 55-58 วัน ข้อที่ ออกดอกแรก ข้อที่ 6 ความสูงเฉลี่ยเมื่อดอกแรกบาน 70 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเมื่อ เก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งสุดท้าย 125 เซนติเมตร จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น 4-5 กิ่ง จำนวน ฝักเฉลี่ยต่อต้น 70 - 100 ฝัก น้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้น 763.8 กรัม น้ำหนักเฉลี่ยต่อไร่ 3,360 กิโลกรัมต่อไร่



ภาพที่ 1. 8 กระเจียบสายพันธุ์ M1

**ลักษณะประจำพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวแม่ใจ 49 และ แม่ใจ 70 ปี**

แม่ใจ 49	แม่ใจ 70 ปี
- ทนทานโรคเส้นใบเหลือง	- ทนทานโรคเส้นใบเหลือง
- อายุการออกดอก 42-45 วัน	- อายุการออกดอก 55-58 วัน
- ข้อที่ออกดอกแรก ข้อที่ 5	- ข้อที่ออกดอกแรก ข้อที่ 6
- ความสูงเฉลี่ยเมื่อดอกแรกบาน 80 เซนติเมตร	- ความสูงเฉลี่ยเมื่อดอกแรกบาน 70 เซนติเมตร
- ความสูงเฉลี่ยเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งสุดท้าย 216.26 เซนติเมตร	- ความสูงเฉลี่ยเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งสุดท้าย 125 เซนติเมตร
- จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น 4-5 กิ่ง	- จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น 4-5 กิ่ง
- จำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้น 100-110 ฝัก	- จำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้น 70 - 100 ฝัก
- น้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้น 1,076 กรัม	- น้ำหนักฝักเฉลี่ยต่อต้น 763.8 กรัม
- น้ำหนักเฉลี่ยต่อไร่ 4,735 กิโลกรัมต่อไร่	- น้ำหนักเฉลี่ยต่อไร่ 3,360 กิโลกรัมต่อไร่
- ลักษณะใบเป็นสามแฉก โปร่ง	- ลักษณะใบเป็นสามแฉกทึบ

## ภาคผนวก ข

## ผลการทดลอง

## 1.การวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆในเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว

ตารางภาคผนวก ข 1.1 ความชื้น ปริมาณไขมัน โปรตีน เยื่อใย ปริมาณเถ้า โปรตีนหลัง  
การสกัดไขมัน และค่าพลังงาน

สายพันธุ์	ความชื้น	ไขมัน	โปรตีน	เยื่อใย	ปริมาณ เถ้า	โปรตีนหลัง การสกัด	ค่าพลังงาน กิโลแคลอรี / กรัม
	(หน่วย : เปอร์เซ็นต์)						
A 030411	6.15	16.4762	21.2345	27.3896	9.2775	22.6095	0.8734
A 030412	6.95	15.6439	21.2343	29.4772	6.4620	23.4018	0.3661
A 030418	6.97	15.5237	22.1806	30.3412	8.5126	23.5882	0.5929
A 030422	6.82	15.3831	20.0767	28.4405	6.1532	22.1322	0.5326
A 030497	6.31	15.4681	19.7009	29.852	7.1363	22.9455	0.4603
AB	5.59	23.62	-	-	4.69	-	5.2842
M1	7.37	24.70	-	-	5.12	-	5.3918
R1	5.42	23.9	-	-	4.84	-	5.4231

## ตารางภาคผนวก ข 1.2 ปริมาณแร่ธาตุสำคัญบางชนิดในเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว

สายพันธุ์	ปริมาณแร่ธาตุสำคัญบางชนิดในเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว					
	(หน่วย : มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)					
	โพแทสเซียม	แมกนีเซียม	แคลเซียม	เหล็ก	สังกะสี	ฟอสฟอรัส
A 030411	1216.21	403.35	117.30036	7.125	6.62	270.77
A 030412	1300.63	406.02	108.66	3.86	4.95	263.67
A 030418	1290.96	417.40	109.40	3.44	6.19	289.81
A 030422	1286.68	471.35	114.87	4.18	7.62	288.49
A 030497	1331.72	376.70	134.78	4.81	5.96	260.34
AB	460.53	-	75.73	7.78	-	73.79
M1	419.07	-	234.66	10.66	-	82.96
R1	322.22	-	135.75	8.46	-	103.44

## 2. การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว

### ตารางภาคผนวก ข 2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว

สายพันธุ์	I.V.	S.N.	A.V.	FFA	P.V.
AB	110.26	207.20	1.443	0.999	0.863
M1	76.98	199.50	2.897	1.193	1.028
R1	91.63	196.00	2.059	1.388	0.879

### ตารางภาคผนวก ข 2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว \*

สายพันธุ์	I.V.	S.N.	A.V.	P.V.
M1	102.63	186.35	2.26	1.18
R1	74.57	194.73	4.69	2.42

หมายเหตุ \*เมล็ดกระเจี๊ยบเขียวที่นำมาวิเคราะห์เป็นเมล็ดที่เก็บไว้นานประมาณ 2 ปี ที่อุณหภูมิห้อง และอยู่ในภาชนะที่บดแสงและปิดสนิท และนำมาสกัดน้ำมันในเดือนมิถุนายน 2551 เพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ

### ตารางภาคผนวก ข 2.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว \*\*

สายพันธุ์	I.V.	S.N.	A.V.	P.V.
AB	65.05	173.86	15.08	37.88
M1	82.82	165.32	0.9	38.44
R1	65.8	167.38	8.51	17.48

หมายเหตุ \*\* น้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวที่นำมาวิเคราะห์เป็นน้ำมันที่สกัดในเดือนกันยายน 2548 และนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ในเดือนมิถุนายน 2551

3. การวิเคราะห์แก๊สโครมาโทกราฟีและแมสสเปคโตรมิเตอร์ (Gas chromatography - Mass Spectroscopy) ของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ต่าง ๆ

ตารางภาคผนวก ข 3.1 ผลการวิเคราะห์ GC-MS ของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ A 030411

พีคที่	สารประกอบ	Retention time	R.A.*	Quality
		( min)	( g/mol)	( %)
4	Hexadecane	10.64	0.59	96
6	Octadecane	14.35	0.48	92
10	1,2- Benzenedicarboxylic acid dibutyl ester	16.84	1.62	96
11	Hexadecanoic acid , ethyl ester	17.18	0.7	99
12	Eicosane	17.23	0.25	95
13	Hexadecanoic acid, palmitic acid	18.38	25	96
16	9,12 – Octadecenoic acid	19.09	2.58	99

ตารางภาคผนวก ข 3.2 ผลการวิเคราะห์ GC-MS ของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ A 030412

พีคที่	สารประกอบ	Retention time	R.A.*	Quality *
		( min)	( g/mol)	( %)
3	2,4,-Decadienal	5.8	0.99	93
8	Hexadecanoic acid, methyl ester	16.29	0.53	99
9	1,2- Benzenedicarboxylic acid dibutyl	16.84	0.42	95
10	Hexadecanoic acid, ethyl ester	17.17	0.45	96
11	10,13-Octadecenoic acid	17.18	0.7	99
14	Ethyl linoleate ,Linoleic acid	19.09	2.31	97



ตารางภาคผนวก ข 3.3 ผลการวิเคราะห์GC-MS ของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ A 030418

พีคที่	สารประกอบ	Retention	R.A.*	Quality *
		time ( min)	( g/mol)	( %)
3	2,4,-Decadienal	5.81	1.64	93
12	1,2- Benzenedicarboxylic acid dibutyl	16.84	0.95	95
13	palmitic acid , Hexadecanoic acid	18.38	21.98	95
15	Hexadecanoic acid , palmitic acid	18.52	15.81	95
16	9,12 – Octadecadienoic acid	18.81	2.2	59
22	Hexadecanoic acid , dioctyl ester	21.54	3.51	91

ตารางภาคผนวก ข 3.4 ผลการวิเคราะห์GC-MS ของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ A 030422

พีคที่	สารประกอบ	Retention	R.A.*	Quality *
		time ( min)	( g/mol)	( %)
3	2,4,-Decadienal	5.81	2.34	93
8	octadecane	14.35	0.34	93
10	1,2- Benzenedicarboxylic acid	15.54	0.86	90
12	1,2- Benzenedicarboxylic acid dibutyl	16.84	2.9	96
15	palmitic acid, Hexadecanoic acid	18.38	22.78	95
16	9,12 – Octadecadienoic acid	18.44	22.18	93
17	Hexadecanoic acid, palmitic acid	18.81	2.09	95
19	Hexadecanoic acid, palmitic acid	19.09	0.66	93
20	2- propenoic acid	19.2	0.6	91

ตารางภาคผนวก ข 3.5 ผลการวิเคราะห์ GC-MS ของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวสายพันธุ์ A 030497

พีคที่	สารประกอบ	Retention time	R.A.*	Quality *
		( min)	( g/mol)	( %)
2	2,4,-Decadienal	5.79	2.16	95
5	1,2 – Benzenedicarboxylic acid	16.85	0.89	96
7	Hexadecanoic acid	17.18	1.28	98
9	Hexadecanoic acid, palmitic acid	18.69	27.27	93

\*R.A = relative area Quality = เทียบกับ standard spectrum ของ Wiley data base