

บทที่ 2

บททวนเอกสาร

สาหร่ายทะเล (seaweed, marine algae) มีความสำคัญต่อระบบนิเวศในฐานะผู้ผลิตหรือผู้สร้างอาหาร (producer) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งอาศัย หลบซ่อนศัตรูของสัตว์ และเป็นอาหารให้กับมนุษย์ (กาญจนภรณ์และคณะ, 2550; Mayakun and Prathep, 2005) และสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในทะเลคือ อุณหภูมิ ความเค็ม แสงและสารอาหาร จัดเป็นทรัพยากรจากทะเลที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม (Coppejans, *et al.*, 2010) สาหร่ายทะเลสีแดงเป็นสาหร่ายที่มีความหลากหลายทางชนิดพันธุ์มากกว่าสาหร่ายกลุ่มอื่นรวมกันทั้งหมด สามารถขึ้นในที่ลึกได้ดีกว่าสาหร่ายกลุ่มอื่นยกเว้น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (กาญจนภรณ์และคณะ, 2550) ทั้งนี้เนื่องมาจากมีรงควัตถุพวกไฟโคเออร์ทรินปริมาณมากซึ่งสามารถช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสงในบริเวณที่ไม่มีแสงมากนัก (ยูวดี, 2549) ในด้านการนำไปใช้ประโยชน์มีรายงานที่กล่าวถึงสารสำคัญในสาหร่ายทะเลสีแดง เช่น วิตามิน เอ ดี อี เค และบี 12 กรดอะมิโน กรดไขมัน สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและโปรตีน (Simionescu, *et al.*, 1974; Paul, *et al.*, 2007)

1. การศึกษาทางด้านความหลากหลายของสาหร่ายทะเลสีแดงในต่างประเทศ

การศึกษาทางด้านความหลากหลายของสาหร่ายทะเลในปัจจุบันได้มีการศึกษากันอย่างแพร่หลายจากบริเวณพื้นที่ต่างๆของโลก ดังการศึกษาสาหร่ายทะเลของ Rindi and Michael (2004) ทำการศึกษาสาหร่ายทะเลบริเวณ Clare Island ประเทศไอร์แลนด์ ในระดับน้ำขึ้นน้ำลงและบริเวณใต้น้ำตลอดเวลา จำนวน 16 จุดเก็บตัวอย่างในปี ค.ศ. 1990, 1993 และปี ค.ศ. 2000–2002 เปรียบเทียบกับการศึกษาในปี ค.ศ. 1910–1911 จากการศึกษาพบสาหร่าย 293 ชนิด เทียบกับการศึกษาในปี ค.ศ. 1910–1911 พบ 224 ชนิด ซึ่งการศึกษานี้มีการเก็บตัวอย่างด้วยวิธี SCUBA diving จึงทำให้มีจำนวนชนิดมากกว่า ในปี ค.ศ. 1910–1911 ซึ่งไม่มีการศึกษาด้วยวิธี Scuba diving ทำให้ไม่มีตัวอย่างสาหร่ายที่อยู่บริเวณใต้น้ำตลอดเวลา นอกจากนี้พบสาหร่าย *Bifurcaria bifurcata* Ross, *Cystoseira foeniculacea* (Linnaeus) Greville และ *Cystoseira nodicaulis* (Withering) M. Roberts ในระดับน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งไม่พบในปี ค.ศ. 1910–1911 และ *Codium fragiles* sub sp. *Tomentosides* (van Goor) P.C. Silva และ *Asparagopsis armata*

ซึ่งเป็นสาหร่ายที่ยังไม่มีรายงานการพบมาก่อนในทวีปยุโรป

N'Yeurt and Payri (2004) ศึกษาการกระจายชนิดของสาหร่าย บริเวณหมู่เกาะวอลลิส ทางตอนใต้ของมหาสมุทรแปซิฟิก พบสาหร่าย 194 ชนิด ชนิดของสาหร่ายที่เป็นกลุ่มเด่นคือ สาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) ได้แก่ *Halimeda discoidea* Decaisne สาหร่ายสีน้ำตาล (Division Phaeophyta) ได้แก่ *Hydrocanthrus* sp., *Colpomenia* sp., *Rosenvingea* sp., *Asteromenia* sp. และ *Chnoospora* sp. และสาหร่ายสีแดง (Division Rhodophyta) ที่เป็นอปีไฟต์ซึ่งมีการรายงานเป็นครั้งแรกคือ *Acrochaetium kurogii*

Peter, et al. (2006) ศึกษาสาหร่ายทะเลบริเวณ French Frigate Shoals ทางตอนเหนือของเกาะฮาวาย ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณเขตร้อนของมหาสมุทรแปซิฟิกซึ่งการศึกษาก่อนหน้านี้ มีการพบสาหร่ายน้อยโดยได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ แต่จากการศึกษาในครั้งนี้มีพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างสาหร่ายได้ถึง 57 แห่งด้วยกัน และพบสาหร่ายมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยพบสาหร่ายที่ไม่เคยมีรายงานการพบมาก่อนจำนวน 134 ชนิด เช่น *Bryopsis indica* Gepp & Gepp, *Gracilaria millardetii* (Montagne) Agardh, *Halimeda distorta* (Yamada) Hillis-Colinvaux และ *Laurencia* sp.

2. การศึกษาทางด้านความหลากหลายของสาหร่ายทะเลและสาหร่ายทะเลสีแดงในประเทศไทย

จากการรวบรวมชนิดของสาหร่ายทะเลในประเทศไทย รายงานฉบับแรกเกี่ยวกับสาหร่ายในประเทศไทยเขียนโดยนักวิจัยชาวเยอรมัน George von Martens ซึ่งร่วมอยู่ในโครงการสำรวจชื่อ “Die Preussische Expedition nach Ost-Asien” ในปี ค.ศ.1864 - 1866 (พ.ศ. 2407 - 2409) สำรวจสาหร่ายทะเลบริเวณทะเลจีนและรวมการแพร่กระจายของสาหร่ายทะเลในอ่าวไทย จากการสำรวจครั้งนี้รายงานว่าพบสาหร่ายทะเลจำนวน 13 ชนิด (Thongroy, 2005) และรายงานชนิดที่พบเพิ่มเติมโดย Lewmanomont, et al. (1995); กาญจนภาชน์ และคณะ (2546); ชิดารัตน์ และคณะ (2546) และ กาญจนภาชน์ และคณะ (2548) พบสาหร่ายทะเลจำนวนทั้งสิ้น 348 ชนิด โดยพบที่ฝั่งอ่าวไทย 274 ชนิด พบที่ทะเลอันดามัน 149 ชนิด และมี 82 ชนิด พบทั้งฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน

ชิดารัตน์ และคณะ (2546) พบสาหร่ายที่พบครั้งแรกในอ่าวไทยจำนวน 5 ชนิด บริเวณเกาะคราม จังหวัดชลบุรีและเกาะกูด จังหวัดตราดซึ่งทำการสำรวจระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2544 ถึง เมษายน 2545 ได้แก่ *Acetabularia clavata* Yamada, *Acetabularia exigua* Solms-Laubach, *Ventricaria ventricosa* (J.Agardh) Olsen & West, *Dictyopteris delicatula* Lamouroux และ *Halymenia dilatata* Zanardini และในปีเดียวกันนี้ กาญจนภาชน์ และคณะ (2546) พบสาหร่ายทะเลสีแดงที่พบครั้งแรกในประเทศไทย คือ *Antithamniella breviformis* (Dawson) Wollaston, *Asteromenia peltata* (Taylor) Huisman & Millar และ *Rhodogorgon ramosissima* Norris & Bucher

ชิตารัตน์และคณะ (2550) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายทะเลบริเวณหมู่เกาะ แสมสาร จังหวัดชลบุรี ระหว่าง เดือนพฤศจิกายน 2546 ถึงเดือนมิถุนายน 2549 เก็บตัวอย่างโดยการ ดำผิวน้ำบริเวณชายฝั่ง และดำน้ำโดยใช้เครื่องช่วยหายใจ จนถึงระดับความลึกประมาณ 7 เมตร พบ สาหร่ายทั้งสิ้น 32 วงศ์ 61 สกุล 98 ชนิด จัดเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 4 ชนิด สาหร่ายสีเขียว 22 ชนิด สาหร่ายสีน้ำตาล 24 ชนิด และสาหร่ายสีแดง 48 ชนิด โดยมีสาหร่ายที่เป็นการรายงานพบครั้งแรกในประเทศไทย จำนวน 16 ชนิด

Mayakun and Prathep (2005) ศึกษาความหลากหลายและปริมาณของสาหร่ายทะเลบริเวณ เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน พบสาหร่ายทั้งหมด 34 สกุล เป็นสาหร่าย สีเขียวแกมน้ำเงิน 1 สกุล สาหร่ายสีเขียว 9 สาหร่ายสีน้ำตาล 10 สกุล สาหร่ายสีแดง 14 สกุล โดย สาหร่ายมีปริมาณและชนิดในฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝน

ชัชรีและชิตารัตน์ (2550) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายทะเลบริเวณหมู่เกาะอ่างทอง จังหวัด สุราษฎร์ธานี ในเดือนสิงหาคม 2548 พบสาหร่ายทะเลทั้งสิ้น 19 วงศ์ 26 สกุล 41 ชนิด เป็น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 1 ชนิด สาหร่ายสีเขียว 12 ชนิด สาหร่ายสีน้ำตาล 10 ชนิด และสาหร่ายสีแดง 18 ชนิด

Thongroy (2005) ศึกษาความหลากหลาย ความหนาแน่น และการกระจายของสาหร่าย ทะเลที่มีความสัมพันธ์ต่อสภาพแวดล้อมซึ่งได้แก่ ความแรงของคลื่น ความเค็ม อุณหภูมิ และ ปริมาณไนเตรด และฟอสเฟต บริเวณอุทยานแห่งชาติสิรินาถ จังหวัดภูเก็ต ในระหว่างเดือน มกราคม 2547 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2547 พบสาหร่ายทั้งสิ้น 52 ชนิด มี 9 ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกใน ประเทศไทย โดยมีค่าดัชนีความหลากหลายในพื้นที่ที่มีแนวกันคลื่น พื้นที่เปิดรับแรงกระทำของ คลื่นปานกลาง และพื้นที่ที่เปิดรับแรงกระทำของคลื่นมากมีความแตกต่างกันเล็กน้อย และพบว่า ความหนาแน่นของสาหร่ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างพื้นที่และฤดูกาล ($P < 0.05$)

Prathep (2005) ศึกษาความหลากหลาย ความหนาแน่น และการกระจายของสาหร่ายทะเล ที่มีความสัมพันธ์ต่อความแรงของคลื่น บริเวณอุทยานแห่งชาติสิรินาถ จังหวัดภูเก็ต โดยศึกษาใน ฤดูฝนระหว่างวันที่ 4-7 ตุลาคม 2546 และฤดูร้อนระหว่างวันที่ 10-14 เมษายน 2547 พบสาหร่าย ทั้งหมด 30 ชนิด ซึ่งพบการกระจายตัวของสาหร่ายสูงในพื้นที่เปิดรับแรงกระทำของคลื่นปานกลาง

Prathep and Darakrai (2007) ศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของสาหร่าย บริเวณเกาะเตนและหาดขนอม อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะทะเลใต้ ระหว่างเดือนพฤษภาคมและ กรกฎาคม 2549 พบสาหร่ายทั้งสิ้น 18 ชนิด เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 1 ชนิด สาหร่ายสีเขียว 6 ชนิด สาหร่ายสีน้ำตาล 4 ชนิด และสาหร่ายสีแดง 7 ชนิด

3. การศึกษาคุณประโยชน์ของสาหร่ายทะเลสีแดง

การนำสาหร่ายทะเลมารับประทานเป็นอาหารของประชากรโลกมีปริมาณน้อยมากในแถบอเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ และยุโรป (Yuan and Natalie, 2006) แต่ที่ได้รับความนิยมมาเป็นเวลานานในทวีปเอเชียคือประเทศญี่ปุ่น จีน และเกาหลี (Skibola, 2004; Chandini, *et al.*, 2008; Mageid, *et al.*, 2009) โดยมีรายงานถึงประโยชน์จากการรับประทานสาหร่ายของคนเอเชีย (Cornish and Garbary, 2010)

ปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยถึงการนำสาหร่ายทะเลมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางเพราะมนุษย์หันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับอาหารสุขภาพมากยิ่งขึ้น โดยปัจจุบันมีการทำอาหารเสริมซึ่งอยู่ในรูปเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพโดยเน้นถึงความสำคัญเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Nagai and Yukimoto, 2003; López, *et al.*, 2009) ซึ่งสาหร่ายทะเลได้รับความสนใจเป็นพิเศษ เพราะในสาหร่ายทะเลมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสารต้านอนุมูลอิสระค่อนข้างสูง (Lohrmann, *et al.*, 2004; Martinez, 2007; Nahas, *et al.*, 2007) เมื่อมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างชนิดที่รับประทานสาหร่ายเป็นประจำมาเป็นเวลานานจะพบว่าอัตราการเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเต้านมและมะเร็งต่อมลูกหมากน้อยมากเมื่อเทียบกับชนิดที่ไม่ได้รับประทานสาหร่ายเป็นประจำ (Pisani, *et al.*, 2002) สาหร่ายสีแดง *Palmaria palmata* ส่วนสาหร่ายสีน้ำตาล *Laminaria setchellii*, *Macrocystis integrifolia* และ *Nereocystis letkeana* มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง (Yuan, *et al.*, 2005.) รวมทั้งสารสกัดจากสาหร่ายสีแดงมีองค์ประกอบของ mycosporine-like amino acids หรือ MAAs ในการป้องกันแสง UV และสาหร่ายสีน้ำตาลมีสาร phlorotannins ซึ่งทำหน้าที่ส่งเสริมการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยไขมันและแป้ง (Nakayama, *et al.*, 1999; Yuan and Natalie, 2006) โดยสาหร่ายทะเลสีแดงมี แคโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งประกอบด้วย lutein, violaxanthin, xanthophylls, zeaxanthin และ phycobilin (Schubert, *et al.*, 2006) phycocyanin และ phycoerythrin (Soni, *et al.*, 2009) มี polyphenols ประกอบด้วย flavonoids (Yuan, *et al.*, 2005) sulphated polysaccharides ประกอบด้วย sulphated galatans (Costa, *et al.*, 2010) prophyran (Athukorala, *et al.*, 2006) โดยสาหร่ายทะเลประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน ฟอสฟอรัส แมงกานีส เหล็ก และโพแทสเซียม วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี วิตามินเค และวิตามินบี 12 ซึ่งสารอาหารดังกล่าวมีประโยชน์ต่อร่างกาย (Tapiero, *et al.*, 2002) นอกจากนี้สารสกัดจากสาหร่ายทะเลในรูปของ phycocolloid มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ สารสกัดการาจีนแนน (carrageenan) จากสาหร่ายสีแดงใน Family Gigartinaceae (เช่น *Gelidium* spp. และ *Gracilaria* spp.) สารสกัด โซเดียม อัลจิเนต (sodium alginate) หรือกรดอัลจินิก (alginic acid) จากสาหร่ายสีน้ำตาลใน Family Laminariaceae สารสกัดเหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้เป็นพอกสารให้ความ

เหนียว สารทำวัน ใช้ได้ทั้งในด้านอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง ยารักษาโรค สิ่งทอ สี ถ้วยภาพ ไม้อัด และเคมีภัณฑ์ในวงการแพทย์ และการเกษตร ตลอดจนเป็นวัสดุจำเป็นในการศึกษาวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพต่างๆ ใช้ผลิตเชื้อเพลิง (กาญจนภรณ์และคณะ, 2550; ยุกดี, 2549) การใช้สาหร่ายเพื่อต้องการฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน่าจะเป็นที่ยอมรับในอนาคต เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติ ซึ่งแตกต่างจากสารที่สังเคราะห์ขึ้นจากสารเคมีที่ทำให้ผู้บริโภคไม่มั่นใจในผลที่จะได้รับจากสารเคมีเหล่านั้น (Yang, *et al.*, 2000)

เนื่องจากนี้ในสาหร่ายทะเลสีแดงหลายชนิดมีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน ซึ่งขอกล่าวความสำคัญของอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (free radicals) เป็นสารที่ไม่เสถียรมีอิเล็กตรอนอิสระอยู่ในวงนอกของอะตอมหรือโมเลกุล สามารถเข้าทำปฏิกิริยาได้อย่างว่องไว โดยรับอิเล็กตรอนจากอะตอมหรือโมเลกุลที่ใกล้เคียง เพื่อส่งผลให้ตัวเองเสถียรขึ้น โมเลกุลที่อยู่ข้างเคียงที่สูญเสียหรือรับอิเล็กตรอนจะกลายเป็นอนุมูลอิสระชนิดใหม่ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสารชีวโมเลกุลต่างๆภายในร่างกาย เช่น ไขมัน โปรตีน หรือ สารพันธุกรรม ทำให้สารชีวโมเลกุลดังกล่าวเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำหน้าที่ที่ผิดปกติ ดังนั้นสภาวะที่มีอนุมูลอิสระเป็นจำนวนมากอาจก่ออันตรายให้แก่ร่างกาย เรียกว่า oxidative stress ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคหลายชนิด เช่น โรคพาร์กินสัน (parkinson) โรคความจำเสื่อม (alzheimer) โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน (arterosclerosis) เป็นสาเหตุร่วมในการเกิดโรคมะเร็ง (cancer) และทำให้เกิดรอยเหี่ยวย่นบริเวณผิวหนัง (wrinkle) และเกิดเป็นจุดสี (lipofuscin spot) เป็นต้น (Ames, *et al.*, 1993)

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต จะได้อนุมูลอิสระของออกซิเจนในรูปแบบต่างๆตลอดเวลา ซึ่งมีปัจจัยมาจากสาเหตุต่างๆทั้งภายในและภายนอกในร่างกาย (Bagchi and Puri, 1998) โดยปัจจัยภายใน (internal sources) ได้แก่ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจากร่างกายในร่างกายสร้างขึ้นเอง เกิดมาจากกลไกต่าง ๆ กัน ได้หลายวิธี ทั้งนี้เกิดมาจากการแตกพันธะของโมเลกุล (homolysis) การแตกพันธะเนื่องจากแสง (photolysis) ผลของรังสี (radiolysis) หรือมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ปัจจัยภายนอกและสิ่งแวดล้อม (external and environmental sources) (Bagchi and Puri, 1998) ซึ่งประกอบด้วยรังสี เช่น รังสีอัลตราไวโอเลต (UV) รังสีเอ็กซ์ (X-ray) เป็นต้น (Kobayashi, *et al.*, 2003) มลภาวะที่เป็นพิษ เช่น แก๊สจากท่อไอเสียรถยนต์ ในดริสออกไซด์ ในโตรเจนได

ออกไซด์ เขม่าจากเครื่องยนต์ ฝุ่น จากควันบุหรี่ ซึ่งในควันบุหรี่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก องค์ประกอบในส่วนที่เป็นก๊าซและสารอินทรีย์ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) คาร์บอนมอนออกไซด์ (CO) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO₂) ซึ่งเป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ นอกจากนี้ยังมีสารอินทรีย์ระเหย ได้แก่ นิโคติน (nicotine) อะซีโตน (acetone) เบนซีน (benzene) ฟีนอล (phenol) โทลูอิน (toluene) ฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) และเบนโซไพรีน (benzopyrene) (Church and Pryor, 1985) อาหาร เช่น การย่างเนื้อสัตว์ ที่มีส่วนประกอบของไขมันสูง การนำน้ำมันที่ใช้ทอดอาหารที่มีอุณหภูมิสูงๆกลับมาใช้อีก ทำให้เกิดอาหารประเภทเกรียม ไหม้ หรือเกิดจากการปิ้งย่าง นอกจากนี้ยังได้แก่ ยารักษาโรค ซึ่งยาบางชนิดสามารถเป็นสาเหตุให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้นภายในร่างกายได้ ยาปฏิชีวนะ เช่น doxorubicin, penicillamine, bleomycin และ amtracyclines หรือการได้รับยาเกินขนาด เป็นต้น เนื่องจากอนุมูลอิสระมีผลต่อร่างกายโดยมีฤทธิ์เสริมออกซิเดชัน (pro-oxidation) ส่วนโอโซนนั้นไม่ได้เป็นอนุมูลอิสระแต่จัดเป็นสารออกไซด์แรงสูง สามารถเปลี่ยนรูปเป็นอนุมูลไฮดรอกซิลได้จากการกระตุ้นของรังสียูวี (Valacchi, *et al.*, 2004)

นอกจากนี้ยังมีอนุมูลอิสระแรงสูงของร่างกายที่สำคัญ คือ อนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ [superoxide radical (O₂⁻)] เป็นอนุมูลอิสระที่เกิดทั่วไปภายในเซลล์จากระบวนการเผาผลาญเพื่อสร้างพลังงาน (Wulf, 2002) อนุมูลไฮดรอกซิล [hydroxyl radical (HO[•])] ซึ่งเป็นสารออกซิไดส์แรงสูงที่มีความว่องไวสูงสุด สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับสารต่างๆที่เกิดขึ้นรอบๆข้างทันทีที่ถูกสร้างขึ้น ดังนั้นสารดังกล่าวจึงเป็นอันตรายต่อสารชีวโมเลกุลภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมากกว่าอนุมูลชนิดอื่นๆ (Gutteridge and Halliwell, 2000) อนุมูลไนตริกออกไซด์ [nitric oxide radical (NO[•])] เป็นอนุมูลอิสระขนาดเล็กที่เป็นพิษกับเซลล์ปอด สามารถรวมตัวกับโลหะทรานสิชัน หรือโปรตีนที่มีโลหะชนิดนี้เป็นองค์ประกอบ (Gutteridge and Halliwell, 2000) และอนุมูลลิพิดเปอร์ออกซิล [lipid peroxy radical (LOO[•])] ซึ่งเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ระหว่างออกซิเจนกับลิพิด (lipid) เกิดกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ซึ่งไม่แข็งแรง จึงไวต่อปฏิกิริยาอย่างมาก (Frankel, 1995)

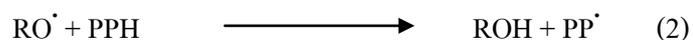
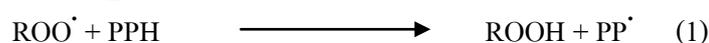
สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารพวกเอนไซม์ หรือสารอื่นที่สามารถชะลอหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งสารดังกล่าวมีปริมาณน้อย สารเหล่านี้มีกลไกในการต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ดักจับ (scavenge) อนุมูลอิสระโดยตรง ยับยั้งการสร้างอนุมูลอิสระหรือเข้าจับ (chelate) กับเหล็ก (Fe²⁺) ป้องกันการสร้างอนุมูลอิสระเป็นต้น โดยปกติในร่างกายของมนุษย์มีการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระในการป้องกันตัวเองและรักษาสมดุลของอนุมูลอิสระตามธรรมชาติหลายชนิด ร่างกายมีระบบต้านออกซิเดชัน แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ประเภทแรกป้องกันการ

เกิดสารอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นเอนไซม์ ได้แก่ superoxide dismutase, glutathione peroxidase, catalase, peroxidase ทองแดง สังกะสี ซีเลเนียม โปรตีนซึ่งมีทองแดงอยู่ในโมเลกุล (ceruloplasmin) และสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่จัดเป็นเอนไซม์ เช่น glutathione, albumin, haptoglobin, hemopexin, uric acid, bilirubin และ cysteine เป็นต้น ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ สารต้านอนุมูลอิสระที่พบในอาหารและไม่จัดว่าเป็นเอนไซม์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่ทำลายปฏิกิริยาถูกโซ่ที่เกิดจากอนุมูลอิสระ ได้แก่ วิตามินอี เบต้า-แคโรทีน วิตามินซี ubiquinone, uric acid, bilirubin, albumin, sulfhydryl groups ในกรดอะมิโน cysteine ซึ่งมีอยู่ในโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) และสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน (มลศิริ, 2540 ; Denisov and Afanasév, 2005 ; Paul, *et al.*, 2005)

สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds)

สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในกระบวนการเติบโตและการขยายพันธุ์ของพืชทั่วไป โดยโครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิกจะเกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลน้ำตาลตั้งแต่ 1 โมเลกุลขึ้นไปรวมกับหมู่ไฮดรอกซิล (OH-group) โดยน้ำตาลดังกล่าวอาจเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharides) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) หรือ โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) ก็ได้ แต่ชนิดของน้ำตาลที่พบมากที่สุดโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลิกคือ กลูโคส (glucose) นอกจากนี้ยังพบว่าอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลิกด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) กรดอินทรีย์ (organic acid) อะมีน (amine) และ ไนมันอีกด้วย นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกยังมีหมู่ ฟีนอลบนวงเบนซีน (Hu and Kitts, 2000) ซึ่งสามารถให้อิเล็กตรอน หรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ จึงช่วยยับยั้งหรือชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ คุณสมบัติที่ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบันของสารประกอบฟีนอลิก คือการเป็นสารต้านออกซิเดชัน และสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagens) ซึ่งเกิดจากอนุมูลอิสระ และการใช้สารประกอบฟีนอลิกในการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง โดยสารประกอบ ฟีนอลิกจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ ด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็วดังปฏิกิริยาต่อไปนี้



(ROO[•], RO[•] คือ free radicals, PPH คือ polyphenolic compound)

เมื่อสารประกอบพีนอลิกให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบพีนอลิกจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่ทำปฏิกิริยาอื่นต่อไป ยิ่งไปกว่านั้นอนุมูลอิสระของสารประกอบพีนอลิกบางชนิดยังคงสามารถรวมตัวกับอนุมูลอิสระอื่นได้อีกด้วย จึงทำให้สารประกอบพีนอลิกเหล่านั้นลดจำนวนอนุมูลอิสระลงได้ถึง 2 เท่า ดังปฏิกิริยา



พบว่าสารประกอบพีนอลิกหลายชนิดมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน เช่น ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก และ แทนนิน เป็นต้น โดยเฉพาะฟลาโวนอยด์เป็นสารประกอบในกลุ่มพีนอลิก ซึ่งมีสมบัติในการต้านออกซิเดชันที่ดี เนื่องจากโครงสร้างทางเคมีของฟลาโวนอยด์สามารถให้อิเล็กตรอน หรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ ทำให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระที่มีความคงตัวมากขึ้น จึงช่วยยับยั้ง หรือชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (Cook and Samman, 1996)

รงควัตถุคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)

คลอโรฟิลล์ทำหน้าที่เป็นโมเลกุลรับพลังงานจากแสง และนำพลังงานดังกล่าวไปใช้ในการสร้างพลังงานเคมีโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อสร้างสารอินทรีย์ เช่น น้ำตาล และนำไปใช้เพื่อการดำรงชีวิต คลอโรฟิลล์อยู่ในโครงสร้างที่เรียกว่าเยื่อหุ้มไทลาคอยด์ (Thylakoid membrane) ซึ่งเป็นเยื่อหุ้มที่อยู่ภายใน คลอโรพลาสต์ (Chloroplast) ซึ่งคลอโรฟิลล์เป็นสารที่ละลายได้ดีในอะซีโตนและแอลกอฮอล์ โครงสร้างอาจแบ่งได้เป็นสองส่วน คือ ส่วนหัว และส่วนหาง โดยที่ส่วนหัวของคลอโรฟิลล์มีลักษณะเป็นวงแหวนไพโรล (pyrole ring) ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ 4 วง และมีธาตุแมกนีเซียมอยู่ตรงกลาง โดยทำพันธะกับไนโตรเจน ส่วนหัวนี้มีขนาดประมาณ 1.5x1.5 อังสตรอม ส่วนหางของคลอโรฟิลล์มีลักษณะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนเป็น องค์ประกอบ 20 อะตอม มีความยาวประมาณ 2 อังสตรอม คลอโรฟิลล์ดูดกลืนแสงได้ดี ในช่วงคลื่นของแสงสีฟ้าและสีแดง

ประโยชน์ของคลอโรฟิลล์

เป็นอาหารหรืออาหารเสริมที่มีสารต้านอนุมูลอิสระและป้องกันการเกิดความผิดปกติของสารชีวโมเลกุล (Ferruzzi, 2002) โดยสามารถให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ได้ (Endo, 1985)

ไฟโคบิลิโปรตีน (phycobiliprotein)

เป็นสารประกอบเชิงซ้อนอยู่ร่วมกับโปรตีนถูกจัดจำแนกเป็น prosthetic group ตามส่วนที่มีสี (chromobilin) ประกอบด้วยหลายหน่วยย่อย โดยไฟโคบิลิโปรตีนแบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามค่า

การดูดกลืนแสงที่แตกต่างกัน ได้แก่ ไฟโคเออริทริน (phycoerythrin) ไฟโคไซยานิน (phycocyanin) และ อัลโลไฟโคไซยานิน (allophycocyanin) โดยมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 565, 620 และ 650 nm ตามลำดับ (Kursar, *et al.*, 1983)

ประโยชน์ของไฟโคบิลิโปรตีน

เป็นตัวส่งผ่านอิเล็กตรอนที่เชื่อมเซลล์ แหล่งสะสมสารประกอบในโตรเจนในสภาวะที่เซลล์ขาดแคลนในโตรเจน สีสผสมอาหาร เช่น ลูกกวาด ไอศกรีม นม และเครื่องดื่ม ประเภท soft drinks สีสผสมในเครื่องสำอาง เช่น อายไลเนอร์ และลิปสติก (Spolaore, *et al.*, 2006; Eriksen, 2008) เป็นสารติดฉลากในการวิเคราะห์ทางภูมิคุ้มกันวิทยา เนื้อเยื่อวิทยา และจุลทรรศน์วิทยา เนื่องจากไฟโคบิลินเป็นสารเรืองแสงที่มีประสิทธิภาพสูง สารต้านอนุมูลอิสระ (Roman, *et al.*, 2002; Sekar and Chandramohan, 2008)

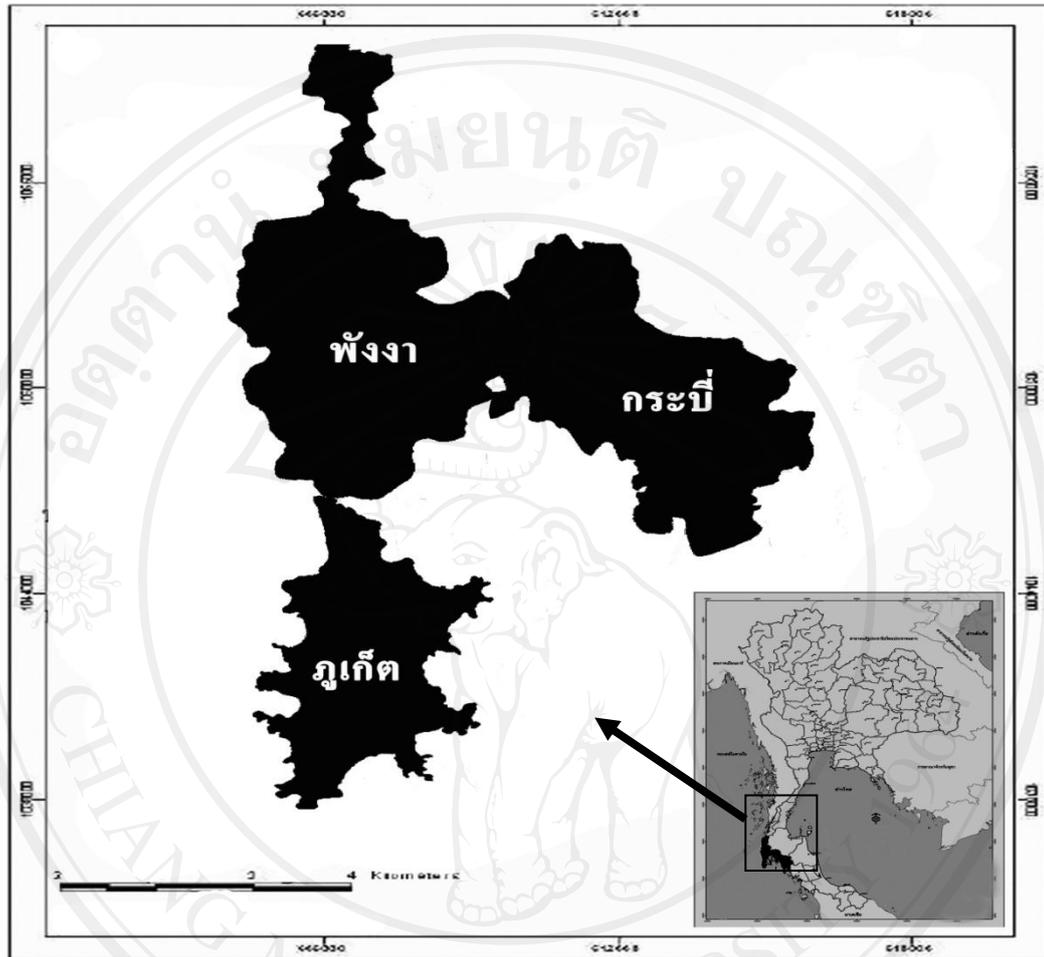
กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระจากไฟโคบิลิโปรตีน

ซึ่งแรงกวัดตุกลุ่มไฟโคบิลิโปรตีนมีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยถือได้ว่าเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Functional food) มีสมบัติในการส่งเสริมการทำงานของตับให้เป็นปกติ (hepatoprotective) เป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) และต่อต้านการอักเสบ (anti-inflammatory) (Bhat and Madyastha, 2000; Hirata, *et al.*, 2000; Benedetti, *et al.*, 2004; Soni, *et al.*, 2008) นอกจากนี้พบว่า ซี-ไฟโคไซยานิน และไฟโคไซยาโนบิลิน (phycocyanobilin) มีความสามารถในการต้าน peroxyl radical ใกล้เคียงกัน (Hirata, *et al.*, 2000)

โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide)

โพลีแซคคาไรด์ที่มีคุณสมบัติเป็นไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid, Hydrophilic colloid) พอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีสายยาว และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นสารประกอบไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากสาหร่ายทะเล ซึ่งสารพอร์ไฟแรน (porphyran) คาร์ราจีแนน (carrageenan) และ วุ้น (agar) เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ซัลเฟตที่สกัดได้จากสาหร่ายสีแดง ในอุตสาหกรรมอาหารนำพอลิแซ็กคาไรด์มาใช้ประโยชน์เป็นสารเพิ่มความคงตัว สารเพิ่มความหนืด เป็นต้น (Arvizu-Higuera, *et al.*, 2008; Erminio, *et al.*, 1997) ซึ่งปัจจุบันได้นำสารดังกล่าวมาช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณภาพดี เช่น มีลักษณะปรากฏ และลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี เพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้า

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสถานที่ศึกษาจังหวัดพังงา ภูเก็ต และกระบี่



ภาพ 1 แผนที่ประเทศไทยแสดงที่ตั้งของจังหวัดพังงา ภูเก็ตและกระบี่

ลักษณะพื้นที่จังหวัดพังงา

ลักษณะทั่วไป

ฉิศรา (2550) ได้กล่าวถึงจังหวัดพังงาว่าตั้งอยู่ทางฝั่งทะเลทิศตะวันตกของประเทศไทย อยู่ระหว่างละติจูดที่ 8 องศา 27 ลิปดา 52.5 พิลิปดาเหนือ กับเส้นลองจิจูดที่ 98 องศา 32 ลิปดา ตะวันออก จัดอยู่ในเขตภาคใต้ (ตอนบน) ของประเทศไทย มีพื้นที่ทั้งหมด 4,171 ตารางกิโลเมตร มีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 239 กิโลเมตร ตลอดแนวด้านตะวันตกของจังหวัดตั้งแต่ตอนบนมาถึงตอนล่างของอ่าวพังงามีอาณาเขตติดต่อกับ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดระนอง
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดภูเก็ต ตรงช่องแคบปากพระ เชื่อมกันโดยสะพานสารสินและสะพานเทพกระษัตรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดกระบี่
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ ทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย

ลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดพังงา เป็นจังหวัดที่มีรูปร่างทางภูมิศาสตร์เป็นรูปยาวรี ในตำแหน่งทิศเหนือ-ใต้มีความยาวประมาณ 113 กิโลเมตร และมีส่วนกว้างในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก ในบริเวณตอนบนของจังหวัดประมาณ 25 กิโลเมตร ส่วนในบริเวณตอนล่างของจังหวัดกว้างประมาณ 50 กิโลเมตร ภูมิประเทศของจังหวัดพังงา โดยทั่วไปประกอบด้วยภูเขาสลับซับซ้อน ที่สูง พื้นที่ราบ และบริเวณที่เป็นเกาะ ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะภูมิประเทศในจังหวัด ได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. บริเวณภูเขาและที่สูง ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัด โดยทอดตัวตลอดแนวจากเหนือมาได้ มีเทือกเขาที่สำคัญ คือ เทือกเขาภูเก็ต ซึ่งเป็นเทือกเขาที่ต่อเนื่องมาจากเทือกเขาตะนาวศรี ผ่านจังหวัดต่าง ๆ ทางฝั่งตะวันตกของภาคใต้ ความยาวโดยเฉลี่ย 517 กิโลเมตร
2. บริเวณที่ราบ พื้นที่ราบของจังหวัดพังงามีน้อย ส่วนใหญ่เป็นที่ราบชายฝั่งทะเลที่เกิดจากการยุบตัวของแผ่นดินชายฝั่งทะเล มีลักษณะแคบยาว และเว้าแหว่งที่เรียกว่า ชะวากทะเลชายหาด ส่วนใหญ่จึงเป็นหาดชายเลน โดยเป็นป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์ มีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
3. บริเวณที่เป็นเกาะ จังหวัดพังงามีเกาะแก่งมากมาย ส่วนใหญ่จะอยู่ทางตอนเหนือของจังหวัดในเขตอำเภอตะกั่วป่า และคุระบุรี เกาะต่าง ๆ ของจังหวัดพังงา ส่วนใหญ่มีธรรมชาติที่สวยงามแต่ไม่มีประชาชนอาศัยอยู่ คือ เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัด

ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดพังงามีภูมิอากาศแบบมรสุมเมืองร้อน โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีเพียง 2 ฤดูกาล คือฤดูฝน และฤดูร้อน ซึ่งมีช่วงเวลาของแต่ละฤดูกาลดังนี้ ฤดูร้อน อยู่ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม-เดือนเมษายน โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดผ่านอ่าวไทยเข้าสู่ฝั่งตะวันออก ทำให้ชายฝั่งตะวันตกมีฝนตกน้อยมาก และฤดูฝน อยู่ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม-เดือนธันวาคม โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดผ่านมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ภาคใต้ เนื่องจากเป็นลมพัดผ่านทะเลซึ่ง

เป็นมวลอากาศที่มีความชื้นสูงเมื่อปะทะแนวภูเขาทางฝั่งตะวันตกทำให้เกิดฝนตกชุกในช่วงนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีอยู่ระหว่าง 17-38 องศาเซลเซียส

ลักษณะพื้นที่จังหวัดภูเก็ต

ลักษณะทั่วไป

ฉิศรา (2550) ได้กล่าวถึงจังหวัดภูเก็ตว่ามีลักษณะภูมิประเทศเป็นเกาะ วางตัวในแนวจากทิศเหนือไปทิศใต้ ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกตอนใต้ของประเทศไทย ระหว่างละติจูดที่ 7 องศา 45 ลิปดา ถึง 8 องศา 15 ลิปดาเหนือและละติจูดที่ 98 องศา 15 ลิปดา ถึง 98 องศา 40 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 543 ตารางกิโลเมตร หรือ 399,396 ไร่ และประกอบด้วยเกาะต่าง ๆ อีก 39 เกาะ ซึ่งถ้านับรวมกับเกาะต่าง ๆ แล้วจะมีพื้นที่ประมาณ 570 ตารางกิโลเมตร ภูเก็ตมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง และทะเลอันดามัน ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ ช่องแคบปากพระ อำเภอตะกั่วทุ่ง จังหวัดพังงา
ทิศใต้	ติดต่อกับ ทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ ทะเลอันดามัน เขตอำเภอเกาะยาว จังหวัดพังงา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ ทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย

ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่โดยรอบของภูเก็ตประกอบด้วยภูเขา ทะเล หาดทราย และป่าชายเลน โดยมีลักษณะทางธรณีสัณฐานของพื้นที่เป็นแบบลูกคลื่นลอนลาด ลูกคลื่นลอนชัน และภูเขาทอดตัวในแนวเหนือ-ใต้ไปตามตัวเกาะ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาประมาณร้อยละ 77 มียอดเขาสูงที่สุดอยู่ที่ “เขาไม้เท้าสอง” ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 529 เมตร และ “เขาควนหัว” ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 528 เมตร รองลงมาคือ “เขากัณหิมิ” และ “เขากระบอง” ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 503 เมตร และ 447 เมตร ตามลำดับ พื้นที่ที่เหลือเป็นที่ราบอยู่ตอนกลางและตะวันออกของเกาะ พื้นที่ชายฝั่งด้านตะวันออกส่วนใหญ่เป็นดินเลน และป่าชายเลน ส่วนฝั่งตะวันตกเป็นภูเขา และหาดทรายที่สวยงาม

ลักษณะภูมิอากาศ

ภูมิอากาศเป็นแบบเขตร้อนชื้น ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีอากาศร้อนชื้นตลอดปี มี 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน และฤดูร้อน ซึ่งมี

ช่วงเวลาของแต่ละฤดูกาลดังนี้ ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน จังหวัดภูเก็ตมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 27.5-30.0 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดภูเก็ตมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม

ลักษณะพื้นที่จังหวัดกระบี่

ลักษณะทั่วไป

ฉิศรา (2550) ได้กล่าวถึงจังหวัดกระบี่ว่าตั้งอยู่ทางภาคใต้ฝั่งตะวันตก บริเวณละติจูดที่ 8 องศา 30 ลิปดา 20 พิลิปดาเหนือ และลองติจูดที่ 98 องศา 30 ลิปดา 15 พิลิปดา ตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 4,797 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,998,100 ไร่ มีชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกติดต่อกะเลอันดามัน ยาวประมาณ 160 กิโลเมตร มีพื้นที่ชายทะเล 551,500 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดพังงา และจังหวัดสุราษฎร์ธานี
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดตรัง และทะเลอันดามัน
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรัง
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดพังงา และทะเลอันดามัน

ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัดกระบี่ทางตอนเหนือประกอบด้วยเทือกเขายาวทอดตัวไปในแนวเหนือใต้สลับกับสภาพพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาด และลอนชันมีที่ราบชายฝั่งทะเลทางด้านตะวันตก บริเวณทางตอนใต้มีสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขากระจัดกระจายสลับกับพื้นที่แบบลูกคลื่น ส่วนบริเวณทางตอนใต้สุด และตะวันตกเฉียงใต้มีสภาพพื้นที่เป็นแบบลูกคลื่นลอนลาดจนถึงค่อนข้างราบเรียบ และมีภูเขาสูง ๆ ต่ำ ๆ สลับกันไป บริเวณด้านตะวันตกมีลักษณะเป็นชายฝั่งติดกับทะเลอันดามัน ยาวประมาณ 160 กิโลเมตร ประกอบด้วยหมู่เกาะน้อยใหญ่ประมาณ 130 เกาะ แต่เป็นเกาะที่มีประชากรอาศัยอยู่เพียง 13 เกาะ เกาะที่สำคัญ ได้แก่ เกาะลันตาเป็นที่ตั้งของอำเภอลันตา และเกาะพีพีซึ่งอยู่ในเขตอำเภอเมือง เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สวยงามติดอันดับของโลก

ลักษณะภูมิอากาศ

มีภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีฝนตกชุกตลอดทั้งปี มีเพียง 2 ฤดูคือ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนธันวาคม จังหวัดกระบี่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2541 ถึง พ.ศ. 2546 อยู่ในช่วง 1,920-2,546 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนที่มากที่สุดอยู่ในปี พ.ศ. 2541 วัดได้ 2546 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดอยู่ในปี พ.ศ. 2544 วัดได้ 1,920 มิลลิเมตร ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24.3-24.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ คือ 32.9 องศาเซลเซียส อยู่ในปี พ.ศ. 2545 ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดที่วัดได้ คือ 27.6 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในปี พ.ศ. 2543

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved