

สรุปเนื้อหาวิชา 01402461 Plant Biochemistry ครึ่งหลัง

## บทที่ 6 Lipid

### 6.1 ภาพรวม

Lipids คือ esters ของกรดไขมันกับกลีเซอรอล ตลอดจนอนุพันธ์ต่าง ๆ พืชสังเคราะห์ลิพิดหลายประเภททั้งที่เป็นลิพิดสะสมและเป็นเครื่องมือป้องกันศัตรูพืช ตลอดจนความเครียดต่าง ๆ

ลิพิดจากพืชเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในอาหารของมนุษย์ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมไม่สามารถสังเคราะห์ PUFA ได้นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ทางอุตสาหกรรม เป็นแหล่งของไฮโดรคาร์บอนใช้สังเคราะห์พลาสติก และเป็นเชื้อเพลิงได้

### 6.2 โครงสร้างและการตั้งชื่อกรดไขมัน

กรดไขมันที่พบมากที่สุดคือ ปาล์มิติกและสเตียริก ซึ่งมีจำนวนคาร์บอน 16 และ 18 ตามลำดับ โดยการเรียกชื่อนิยมใช้รหัสย่อ เช่น 18:1 $\Delta$ 9c หมายความว่าคาร์บอน 18 อะตอม มีพันธะคู่ 1 แห่งอยู่ที่ตำแหน่งที่ 9 และเป็นแบบ cis

ไขมันทรานส์ เชื่อว่าก่อให้เกิดโรคหัวใจได้

### 6.3, 6.4 การสังเคราะห์กรดไขมัน

ในพืช การสังเคราะห์กรดไขมันเกิดขึ้นใน stroma ของ plastids โดยใช้ acetyl-CoA เป็นสารตั้งต้น ผ่านทาง acetate-malonate pathway

### 6.5, 6.6 การสังเคราะห์กรดไขมันไม่อิ่มตัว

ใช้เอนไซม์ desaturase ในการสร้างพันธะคู่ ซึ่งในละหุ่ง (castor bean) มีการศึกษาไว้เป็นอย่างดี โดยเกิดขึ้นในคลอโรพลาสต์ นอกจากนี้ยังเกิดขึ้นใน ER อีกด้วย

### 6.7 การสังเคราะห์ lipid

เกิดขึ้นใน ER โดยใช้สารตั้งต้นคือ กลีเซอรอล หรือ phosphatidic acid

### 6.8 องค์ประกอบของน้ำมันในเมล็ดพืช

ในละหุ่ง แปรจากพืชชนิดอื่นคือ กรดไขมันมีการเติมหมู่ -OH เข้าไปด้วย ทำให้ได้ ricinoleic acid สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมสีและน้ำมันหล่อลื่น แต่ก็มีข้อเสียคือ พืชชนิดนี้มีสารพิษ ricin ซึ่งเป็นโปรตีนอยู่ด้วย

### 6.9 กรดไขมันที่มีพันธะคู่หลายแห่ง และมีสายโซ่ยาวมาก (VLC-PUFAs)

โดยปกติจะพบในสาหร่ายและเชื้อรา ทำให้น้ำมันปลาที่มีกรดไขมันพวกนี้มาก มีความพยายามจะดัดแปลงพันธุกรรมพืชให้สังเคราะห์กรดไขมันพวกนี้ แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ เพราะไม่สะสมในเมล็ดพืช มีพืชชนิดหนึ่งที่สังเคราะห์ได้ คือ *Brassica napus* แต่ก็มี erucic acid ที่เป็นพิษต่อสัตว์ด้วย จึงต้องมีการกำจัดยีน elongase ทำให้ได้พืชน้ำมันที่เรียกว่า canola

### 6.10 การสังเคราะห์กรดไขมันชนิด hydroperoxy และ oxylipin

พืชสังเคราะห์กรดไขมันชนิด hydroperoxy ขึ้นเมื่อมีการรุกรานโดยสัตว์กินพืชหรือเชื้อโรค ใช้เอนไซม์ lipoxygenase

กลิ่นเหม็นเขียวของลำต้นและใบพืชที่ฉีกขาด คือ hexenal ซึ่งเป็น oxylipins

### 6.11 Cutin และ Suberin

ชั้น cuticle ของพืชช่วยป้องกันเชื้อโรคและควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำ เป็นสารพวก cutin และ cuticular wax Suberin มีโครงสร้างคล้าย cutin แต่มีสารประกอบ phenolic เป็นองค์ประกอบด้วย

## 6.12 การย่อยสลาย TAGs

การย่อยสลายลิพิดเพื่อให้ได้พลังงานนั้น ได้รับการศึกษามากในละอองและถั่วเหลือง โดยมี glyoxysome ซึ่งพบเฉพาะในพืช สามารถนำลิพิดไปใช้สังเคราะห์น้ำตาลได้

## บทที่ 7 สารประกอบไอโซพรีนอยด์ (เทอร์ปีน)

### 7.1 ภาพรวม

พืชสร้างสารประกอบน้ำมันชนิดโดยใช้สารตั้งต้น 5 คาร์บอน คือ isopentenyl diphosphate (IPP) ที่มีลักษณะคล้าย isoprene

บางครั้งก็เรียกว่า terpenes ซึ่งมาจากคำว่า turpentine (ยางสน)

สารกลุ่มไอโซพรีนอยด์ที่รู้จักกันดีที่สุดคือ sterol ซึ่งเป็น cyclic

### 7.2 การสังเคราะห์ IPP

ใช้ acetate-mevalonate pathway โดยสังเคราะห์จาก acetyl CoA ใน cytoplasm นอกจากนี้ยังมี methyl-erythritol phosphate pathway ในคลอโรพลาสต์ ซึ่งเริ่มต้นจาก pyruvate และ glyceraldehydes-3-phosphate

### 7.3 prenyl transfer

ใช้ IPP กับ DMAPP ในการสังเคราะห์สารประกอบ isoprene

- monoterpenes (10 carbon) เช่น limonene, pinene และ myrcene เป็นสารระเหย มีกลิ่นเฉพาะ เช่นพวกเครื่องเทศต่าง ๆ อาจเรียกว่า น้ำมันหอมระเหย

นอกจากนี้กลิ่นมะเขือเทศ ก็มาจากส่วนของ trichome และในเครื่องดื่ม absinthe ก็มีสารพวก thujone อยู่ ซึ่งมีรสขมจัด

- sesquiterpenes (15 carbon) เช่น artemisinin ที่ใช้ในยาจีนเพื่อรักษามาลาเรีย

- triterpenes (30 carbon) เช่น saponin พวก diosgenin จาก Mexican yams และ cardenolide ที่พบในพืชพวก milkweed ที่พวกผีเสื้อ monarch ใช้ป้องกันตัวเองจากศัตรูได้

- diterpenes (20 carbon) เช่น พวก gibberellic acid

- tetraterpenes (40 carbon) เช่นพวก carotenoid ซึ่งสังเคราะห์ใน plastids

### 7.4 การตัด carotenoid

เช่น การสังเคราะห์ abscisic acid จาก xanthophylls

### 7.5 โพลีเมอร์

เช่น ยางพารา (*Hevea brasiliensis*)

## บทที่ 8 สารประกอบ aromatic และ phenolic

### 8.1 ภาพรวม

พืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้เอง ไม่ว่าจะเป็กรตอะมิโนธรรมดาหรือแบบ aromatic กรตอะมิโน aromatic ยังเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็น

### 8.2 shikimic acid pathway

ใช้ในการสังเคราะห์กรตอะมิโนชนิด aromatic 3 ชนิดคือ Phe, Tyr และ Trp โดยตั้งต้นจาก erythrose-4-P

### 8.3 การสังเคราะห์สารประกอบพวก phenylpropanoid

- การสังเคราะห์ *Trans*-Cinnamic acid ใช้เอนไซม์ PAL

- การสังเคราะห์ลิกนิน โดยผ่านทาง monolignols และมีความพยายามใช้พันธุวิศวกรรมมาดัดแปลงพืชให้สร้างลิกนินที่ย่อยสลายได้ง่าย เพื่อประโยชน์ในอุตสาหกรรมกระดาษ และใช้เป็น biofuels

### 8.4 ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่เป็นอนุพันธ์ของ phenylpropanoid pathway

เช่น lignan น้ำมันหอมระเหย eugenol myristicin และ vanillin

### 8.5 การสังเคราะห์และสมบัติของ polyketides

- การสังเคราะห์ Chalcones ซึ่งทำหน้าที่เป็นแกนหลัก และเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ flavonoid
- การสังเคราะห์ flavonones และอนุพันธ์
- การสังเคราะห์ flavone ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีสี แต่เรืองแสงภายใต้ UV ได้ อาจช่วยล่อแมลง
- การสังเคราะห์ anthocyanidins ซึ่งเป็นสารมีสีในพืช
- การสังเคราะห์ isoflavonoid ซึ่งพบมากในถั่ว และดึงดูดให้แบคทีเรียมาอยู่ในปมราก
- การสังเคราะห์ Coumarin ทำให้เอามาดัดแปลงเป็น Warfarin ใช้เบื่อหนู (ทำให้เลือดออกไม่หยุด)

### บทที่ 9 อัลคาลอยด์

#### 9.1 ภาพรวม

อัลคาลอยด์ คือ สารประกอบ cyclic ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท

- กลุ่มที่เป็นอนุพันธ์ของกรดอะมิโน
- กลุ่มที่มี purine ring
- กลุ่มที่สังเคราะห์มาจาก terpene และกรดอะมิโน
- กลุ่ม polyketide

#### 9.2 อัลคาลอยด์ที่มาจากกรดอะมิโน aromatic

- อนุพันธ์ของ tyrosine เช่น กลุ่ม morphinan, betalain
- อนุพันธ์ของ phenylalanine พบไม่มาก เช่น ephedrine
- อนุพันธ์ของ tryptophan เช่น psilocybin, vinca alkaloid ที่มีฤทธิ์รักษามะเร็ง และ ergot alkaloid ที่พบในพืชวงศ์ฝักบัว

#### 9.3 อัลคาลอยด์ที่เป็นอนุพันธ์ของ basic amino acids

เช่น นิโคติน

#### 9.4 อัลคาลอยด์ที่เป็นอนุพันธ์ของ purine

เช่น คาเฟอีน theophylline theobromine

#### 9.5 Aminated terpenes (steroidal alkaloid)

พบมากในพืชวงศ์ Solanaceae มีฤทธิ์ทำลายเซลล์เม็ดเลือด

### บทที่ 10 เพปไทด์และโปรตีนจากพืช

#### 10.1 ภาพรวม

โปรตีนจากพืช ส่วนที่ได้รับการศึกษามากที่สุดคือ โปรตีนในเมล็ด

#### 10.2 Germins

พบครั้งแรกในข้าวสาลีที่กำลังงอก ทำหน้าที่เป็นโปรตีนสะสม

#### 10.3 โปรตีนที่สะสมในเมล็ด

- Globulins ละลายได้ในสารละลายเกลือเจือจาง
- Prolamins เช่น papain ในมะละกอ, Sweet proteins เช่น miraculin, Albumins
- Lectins (Agglutinins) เช่น RIP ที่พบในละหุ่ง

#### 10.4 Antimicrobial peptides

เช่น defensins และ cyclotides

#### 10.5 Peptide hormones

เช่น phytosulfokines

#### 10.6 cyanogenic glycosides

เช่น dhurrin และ lotaustralin (ในมันสำปะหลัง)