บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

สมุนไพร หมายถึง พืชที่ใช้เป็นเครื่องยา หาได้ตามพื้นเมือง หรือยาที่ได้จากพืช สัตว์ และแร่ธาตุ ซึ่งยังไม่ได้ผสมหรือแปรสภาพ (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, 2537)

การนำสมุนไพรมาใช้เป็นยา

การนำสมุนไพรมาใช้เป็นยา ต้องแน่ใจว่า สมุนไพรที่นำมาใช้นั้นเป็นสมุนไพรชนิดที่ต้องการจริง และจำเป็นที่ต้องควบคุมมาตรฐานของสมุนไพรที่นำมาใช้ปรุงยาในแต่ละครั้งเพื่อให้ยาได้มีฤทธิ์ตามที่ต้องการเหมือนกันทุก ๆ ครั้ง มาตรฐานของสมุนไพรบางชนิดมีกำหนดไว้ใน Thai herbal pharmacopocia นอกจากนี้ ยังศึกษาได้จากหลักการทั่วไปในการประกันคุณภาพยาจากสมุนไพร และยาสมุนไพร ทั้งนี้ การควบคุมมาตรฐานของสมุนไพรจะควบคุมในส่วนใหญ่ดังนี้

1. ตรวจสอบเอกลักษณ์ของพืชว่าเป็นสมุนไพรชนิดนั้น ๆ จริง โดยอาศัยการดูจากลักษณะภายนอก (macroscopics) และลักษณะเฉพาะของยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (microscopic characters)
2. ตรวจสอบสิ่งปลอมปน ทั้งส่วนอื่น ๆ ของพืชชนิดนั้น หรือพืชอื่น ๆ ที่อาจปะปนมา
3. ตรวจสอบหาปริมาณสารสำคัญ หรือปริมาณสารสกัดที่ละลายออกมาในตัวทำละลายบางชนิด เช่น แอลกอฮอล์ น้ำ (alcohol / water extractive) โดยจะต้องมีไม่ต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดไว้
4. ตรวจหาปริมาณความชื้น และน้ำหนักที่หายไป เมื่อทำให้พืชแห้ง (drying loss) โดยจะต้องมีไม่มากกว่าที่ระบุของสมุนไพรแต่ละชนิด
5. ตรวจหาปริมาณเถ้า (ash contains) เพื่อช่วยตรวจสอบว่าเป็นส่วนพืชนั้น ๆ จริง รวมถึงช่วยตรวจสิ่งที่อาจแปลกปลอมมา เช่น ดิน ทราย เป็นต้น
6. ตรวจหาสารตกค้างที่เป็นยาฆ่าแมลง รวมทั้งโลหะหนักต่าง ๆ จะต้องมีไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด
7. ตรวจหาปริมาณสิ่งปนเปื้อน และเชื้อที่ก่อโรค จะต้องไม่เกินมาตรฐานเช่นกัน (www.thai.net/samunprisiam/gen/10.html)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเก็บยาสมุนไพรให้ได้สรรพคุณที่ดี

1. พืชที่ให้น้ำมันหอมระเหย ควรเก็บในขณะดอกกำลังบาน
2. เก็บรากหรือหัว เก็บตอนที่พืชหยุดการปรุงอาหาร หรือเริ่มมีดอก
3. เก็บเปลือก เก็บก่อนพืชเริ่มผลิใบใหม่
4. เก็บใบ เก็บก่อนพืชออกดอก ควรเก็บในเวลากลางวัน ที่มีอากาศแห้ง
5. เก็บดอก ควรเก็บเมื่อดอกเจริญเต็มที่ คือ ดอกตูม หรือแรกแย้ม
6. เก็บผล ควรเก็บผลที่โตเต็มที่แต่ยังไม่สุก
7. เก็บเมล็ด ควรเก็บเมื่อผลสุกงอมเต็มที่ จะมีสารสำคัญมาก (www.samuithaiherb.com)

ข้อควรระวังในการใช้สมุนไพร

1. ใช้ให้ถูกต้น สมุนไพรมีชื่อซ้ำกัน หรือใกล้เคียงกันมากและบางท้องถิ่นก็เรียกไม่เหมือนกันจึงต้องรู้จักสมุนไพร และใช้ให้ถูกต้น
2. ใช้ให้ถูกส่วน ต้นสมุนไพรไม่ว่าจะเป็นราก ใบ ดอก เปลือก ผล เมล็ด จะมีฤทธิ์ไม่เท่ากัน บางทีผลแก่ผลอ่อน ก็มีฤทธิ์ต่างกันด้วย ต้องรู้ว่าส่วนใดใช้เป็นยา
3. ใช้ให้ถูกขนาด สมุนไพรถ้าใช้น้อยไป ก็รักษาไม่ได้ผล แต่ถ้ามากไปก็อาจเป็นอันตราย หรือเกิดพิษต่อร่างกาย
4. ใช้ให้ถูกวิธี ยาสมุนไพรแต่ละชนิด นำมาใช้ต่างกัน คือต้ม, บดเป็นผง, ดอง, ฝน, กิน, ทา, ถูนวด, อบ, รม หรือสูดดม เป็นต้น
5. ใช้ให้ถูกกับโรค ต้องดูสรรพคุณให้แน่ชัด ว่าใช้แก้โรคอะไร เช่น ท้องผูกต้องใช้ยาระบาย ถ้าใช้ยาที่มีฤทธิ์ฝาดสมานจะทำให้ท้องผูกยิ่งขึ้น
6. รักษาความสะอาด ต้องสะอาด ทั้งเครื่องใช้ตัวยา, มือ และสิ่งประกอบอื่น ๆ (www.geocities.com/herbalsth)

อาการแพ้ที่อาจพบได้จากการใช้ยาสมุนไพร

1. ผื่นขึ้นตามผิวหนังอาจเป็นตุ่มเล็ก ๆ ตุ่มโต ๆ เป็นปื้นหรือเป็นเม็ดแบนอาจบวมที่ตาหรือริมฝีปาก
2. เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน (หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง)
3. ใจสั่น ใจเต้น หรือรู้สึกวูบวาบคล้ายหัวใจจะหยุดเต้น และเป็นบ่อย ๆ
4. ตัวเหลือง ตาเหลือง ปัสสาวะสีเหลือง เขย่าเกิดฟองสีเหลือง (เป็นอาการของดีซ่าน)

อาการนี้แสดงถึงอันตรายร้ายแรง ต้องรีบไปพบแพทย์ (www2B.brinkster.com/charcc92)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาการเจ็บป่วย และโรคที่ไม่ควรใช้สมุนไพรรักษา

1. ไข้สูง (ตัวร้อนมาก) ตาแดง ปวดเมื่อย ซึม บางทีเพ้อ จับไข้วันเว้นวัน หรือสองวัน
2. ไข้สูง ตัวเหลือง (ดีซ่าน) อ่อนเพลีย อาจมีเจ็บ แถว ๆ ชายโครง
3. ปวดท้องแถว ๆ รอบสะดือ หรือต่ำจากสะดือลงมาทางขวา เอามือกดเจ็บ ท้องแข็ง อาจมีไข้ อาจมีท้องผูก อาจมีการคลื่นไส้อาเจียนด้วย
4. เจ็บแปลบ ๆ ในท้อง ปวดท้องรุนแรง อาจมีตัวร้อน คลื่นไส้อาเจียนด้วย บางทีเคยปวดท้องบ่อย ๆ
5. อาเจียน หรือไอมีเลือดออก
6. ท้องเดินอย่างแรง ถ่ายเป็นน้ำ บางทีเหมือนน้ำซาวข้าว บางทีพุ่งออกมา ถ่ายติด ๆ กัน อ่อนเพลียมาก ตาลึก ผิวแห้ง ถ้าเป็นเด็กไม่ควรให้ถ่านเกิน 3 ครั้ง ถ้าผู้ใหญ่ไม่ควรให้เกิน 5 ครั้ง
7. ถ่ายอุจจาระเป็นมูกเลือด บางที่เกือบไม่มีเนื้ออุจจาระเลย ถ่ายบ่อยอาจถึง 10 ครั้ง ใน 1 ชั่วโมง และเพลียมาก
8. ในเด็กอายุต่ำกว่า 12 ปี ไข้ตัวร้อนมากไอมากหายใจเสียงผิดปกติ หน้าเขียว หรือไม่มีไอ แต่ซึมไข้ลอย (คือไข้ไม่ลดตัวร้อนอยู่นาน ตัวร้อนตลอดเวลา)
9. มีเลือดสด ๆ ออกมาจากทางใดก็ตาม อาจเป็นทางช่องคลอด เป็นต้น
10. โรคร้ายแรงอื่น ๆ เช่นโรคเรื้อรัง, โรคที่ดูอาการไม่ออกว่าเป็นอะไรแน่นอน, งูพิษกัด, สุนัขบ้ากัด, บาดทะยัก (ตื่นเต้นง่าย คอแข็ง ขากรรไกรแข็ง หนาวสะท้าน มีไข้เล็กน้อย ปวดหัว), กระดูกหัก, มะเร็ง, วัณโรค, กามโรค, ความดันเลือดสูง, ปอดบวม, โรคตา เป็นต้น (www.samunpri.com)

อนาคตของสมุนไพรไทย

ในขณะนี้ อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ วิตามินได้กลายเป็นสิ่งจำเป็นในการบริโภคของชาวอเมริกันมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะรัฐบาลอเมริกันได้รณรงค์กิจกรรมเพื่อสุขภาพ เพื่อกระตุ้นให้ชาวอเมริกันได้ตระหนักถึงสุขภาพที่แข็งแรง อย่างสม่ำเสมอ และหากดูจากตัวเลขนำเข้าสมุนไพรไทยของสหรัฐ ฯ จะเห็นว่าไทยเป็นคู่ค้าอันดับที่ 18 ของสหรัฐฯ (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2545) โดยมีประเทศอินเดีย จีน เยอรมัน อิตาลี ฮ่องกง และเม็กซิโก เป็นคู่ค้าอันดับที่ 1-5 เป็นต้น อย่างไรก็ตามการส่งออกของสมุนไพรไทยเพิ่มขึ้น 18 % จากปี 2001 เมื่อเทียบกับปี 2002 และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีกมากในปี 2003 เนื่องจากผู้ประกอบการในสหรัฐฯ ได้รู้จักสมุนไพรไทยเป็นอย่างดี จากการบริโภคอาหารไทย และจากสื่อประชาสัมพันธ์ต่าง ๆ ประกอบกับในช่วงนี้ ประเทศไทยกำลัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รณรงค์ให้มี "สมุนไพรแห่งชาติ" ซึ่งจะเริ่มจากสมุนไพร ชื่อ ไพร ซึ่งกำลังจะทำให้มีชื่อเสียงเหมือนกับโสมในเกาหลี ไพร พันธุ์ที่มีในประเทศไทยได้ถูกทดสอบแล้วว่า มีสรรพคุณในทางการแพทย์ช่วยรักษาโรคหอบ-หืด แผลไฟลวกรวมไปถึงป้องกันการก่อเกิดมะเร็งได้ นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณสามารถนำไปผลิตเป็นเครื่องสำอางสำหรับเป็นอาหารบำรุงผิวพรรณได้ด้วย แต่ทั้งนี้กำลังอยู่ในระหว่างรอผลวิเคราะห์อย่างเป็นทางการอีกครั้ง จากหน่วยงานของกระทรวงสาธารสุขไทย รวมถึงการใช้ในวงการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งมีทั้งผสมในอาหารสัตว์ และเป็นยารักษาภายนอก เป็นต้น

Thai herb as alternation หมายถึง การใช้สมุนไพรไทยเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งสำหรับการผสมลงในอาหารสัตว์ เนื่องจากฤทธิ์ในการกระตุ้นการเจริญเติบโต คือ สมุนไพรยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดและไม่เกิดโรคในสัตว์ เนื่องจากปกติแล้วจุลินทรีย์สามารถสร้าง toxin ซึ่งมีผลต่อการชะลอการเจริญเติบโตของตัวสัตว์ โดยที่ไม่ทำให้สัตว์เกิดโรคเลย แต่สมุนไพรสามารถยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ได้ สัตว์จึงสามารถเจริญเติบโตได้ดี (www.samuithaiherb.com)

ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของบัวบก

สายพันธุ์ใบบัวบกที่พบในประเทศไทย ที่พบมี 2 สายพันธุ์คือ

1. *Centella aciatica* (Linn.) Urban (ภาพที่ 1)
2. *Stephania erecta* Craib

บัวบก (1)

Botanic Name *Centella asiatica*

Common Name Asiatica pennywort

Family Umbelliferae

ชื่อท้องถิ่น ผักหนอก

ลักษณะ บัวบกเป็นพืชเลื้อย สูงขนาดฝ่ามือ มีรากงอกออกมาตามข้อของลำต้น ก้านใบงอกตรงจากดิน ใบสีเขียว รูปกลมรีเล็กน้อย ขอบใบเป็นคลื่น ดอกสีม่วงแดงเข้ม ใช้ข้อที่มีรากงอกมาปลูก

การปลูก เป็นวัชพืชเขตร้อน พบตามที่ชื้นทั่วไป ขยายพันธุ์ โดยใช้เมล็ดและไหล ตัดแยกไหลที่มีต้นอ่อน และมีรากออก นำไปปลูกที่ชื้นแฉะ แต่ต้องมีแสงแดดพอควร ไม่ช้าจะขยายพันธุ์เต็มพื้นที่

ส่วนที่ใช้เป็นยา ต้นสด และใบสด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช่วงเวลาที่เก็บเป็นยา ใบแก่สมบูรณ์

สรรพคุณทางวิทยาศาสตร์ สารสำคัญที่สกัดได้คือ madecassic acid, asiatic acid, aseaticoside, madecassoside สารเหล่านี้มีฤทธิ์สมานแผล และฆ่าเชื้อแบคทีเรียมีรายงานเกี่ยวกับการวิเคราะห์ใบบัวบกชนิดบ่งชี้ว่ามีสารดังต่อไปนี้คือ triterpene saponin แต่สารหลักใน triterpene saponin คือ asiaticoside ส่วน asiaticoside ประกอบด้วย sapogeinin, asiatic acid และ น้ำตาล ส่วนสารที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับในบัวบกมี saponin กับ sapogenin ซึ่ง saponin มีสารคือ asiaticoside A กับ asiaticoside B ส่วน sapogenins มีสารคือ 6 β-Hydroxy asiatic acid และ terminolic acid (Pramongkit, 1995) บัวบกเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศอินเดีย ซึ่งนำมาทำยาบำรุง ยาที่รักษาการติดเชื้อของผิวหนัง และใช้ในการห้ามเลือด (Dutta *et al.*, 1962) และยังรักษาโรคได้หลากหลาย เช่น ลมบ้าหมู โรคเกี่ยวกับเส้นประสาท ส่วนใบช่วยรักษาเรื่องของความจำ (Sakina *et al.*, 1990)

ในการสกัดโดยทั่ว ๆ ไปในทางเภสัชกรรมจะได้สารซึ่งประกอบด้วย asiaticoside, asiatic acid และ madecassic acid (Eun *et al.*, 1985) ซึ่งสารเหล่านี้จะมาใช้ทำ น้ำมันนวดตัว ยาสำหรับฉีด ทำเป็นผงและทำเป็นอัดเม็ดเพื่อนำมารักษาการบาดเจ็บ (Ramasawamy *et al.*, 1970)

Figure 2-1. *Centella aciatica* (Linn.) Urban.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อ บัวบก (2) *Stephania erecta* Craib

วงศ์ Menispermaceae

ชื่อท้องถิ่น บัวกือ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ไม้ล้มลุก ใบรูปเกือบกลม บางครั้งมีขนขนาดเล็กที่ปลายใบ ดอกเพศผู้เป็นช่อติดที่ซอกใบ ก้านช่อดอกเรียว กลีบรองกลีบดอกย่อย 4 หรือ 5 กลีบ สีเหลือง กลีบดอกเชื่อมรวมกับเกสร ไม่มีก้านดอกหรือก้านสั้นมาก ดอกเพศเมียไม่ปรากฏลักษณะผลมีเนื้อ รูปเกือบกลม เมล็ด 1 เมล็ดเป็นเมล็ดแบบมีเปลือกแข็ง

สรรพคุณ แก้ลม, แก้เมื่อยขัดยอก, ปวดเมื่อยตามร่างกาย, ช่วยย่อยอาหาร, เป็นยาอายุวัฒนะและแก้ฟกช้ำ (นันทวัน, 2529)

แต่ในการทดลองครั้งนี้ใช้ใบบัวบกสายพันธุ์ *Centella asiatica* (Linn.) Urban และมีรายงานเกี่ยวกับการวิเคราะห์ใบบัวบกดังนี้

ส่วนประกอบทางเคมีของบัวบก

ความหลากหลายของส่วนประกอบทางเคมีของบัวบกมีปัจจัยสำคัญ พื้นที่ที่ใช้ในการปลูก รวมถึงสายพันธุ์ที่ใช้ปลูก ส่วนประกอบทางเคมีแบ่งออกได้ดังนี้

1. Flavonoid glycosides

ส่วนมากจะอยู่ในส่วนของใบจะได้สารคือ Kaempferol-3-glucoside และ Quercetin-3-glucoside (Prun *et al.*, 1983) (ภาพที่2 และ ภาพที่ 3)

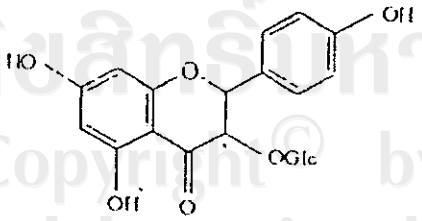


Figure 2-2. Kaempferol-3-glucoside.

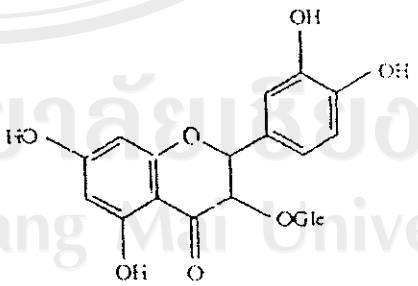


Figure 2-3. Quercetin-3-glucoside.

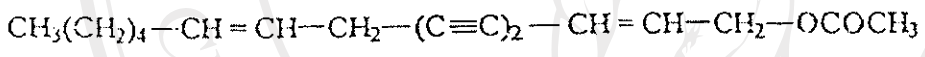
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. Free amino acids

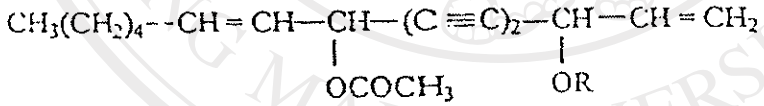
ในส่วนของ free amino acids ที่เป็นส่วนประกอบของบัวบกได้มีการศึกษาของ Geroge and Gnanarethinan (1975) ว่ามี free amino acids 12 ตัวในส่วนของใบและลำต้นจะมี free amino acids พวก glutamate, serine และ alanine ในปริมาณที่มากกว่า free amino acids ตัวอื่น และยังมี free amino acids ตัวที่สำคัญที่อยู่ในรากคือ aspartate, glutamate, serine, threonine, alanine, lysine, histidine และ amino butyrate

3. Polyacetylenic compounds

บางส่วนของ polyacetylenic compounds จะมีส่วนประกอบที่แยกกันและจะมีอยู่ 5 ตัวที่เหมือนกันคือ pentadeca-2,9-diene-4,6-diyn-1-ol acetate[3], 3,8-diacetoxypentadeca-1,9-diene-4,6diyne[4], 3-hydroxy-8-acetoxy-pentadeca-1,9-diene-4,6-diyne[5], 3-hydroxy-10-acetoxy-pentadeca-1,8-diene-4,6-diyne[6] และ pentadeca-1,8-diene-4,6-diyne-3,10-diol[7]. (Tang and Eisenbrand, 1992)

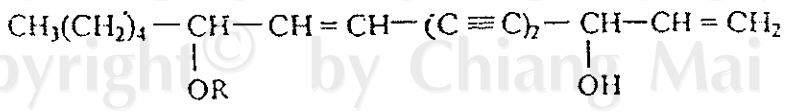


[3]



[4] : R = Ac

[5] : R = H



[6] : R = Ac

[7] : R = H

Figure 2-4. polyacetylenic compounds.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. Terpenoid compounds แบ่งออกเป็นดังนี้

4.1 mono-and sesquiterpene compounds Asakawa *et al.* (1992) รายงานว่าส่วนประกอบของ mono-and sesquiterpene compounds คือ α-pinene, β-pinene, myrcene, γ-terpinene, bornyl acetate, α-copaene, β-eoemine, β-caryophyllene, *trans*-β-farnesene, germacrene-D, และ bicycloelemene สำหรับส่วนประกอบหลักคือ β-caryophyllene, *trans*-β-farnesene, germacrene-D

4.2 triterpene compounds ในส่วนประกอบหลักของบัวบกคือ ส่วนประกอบของ triterpene ในการทำงานของมันวิธีการแตกออกมาเป็น Glycoside และ triterpene acids(Rastogi *et al.*, 1960)

จากการทดลองได้สาร asiaticoside ในบัวบกเพื่อใช้สำหรับรักษาแผลในปากที่ติดเชื้อและยังมีผลต่อการสมานแผล (นัยน์ปพร, 2540) และยังมีการทำเป็นรูปเจลเพื่อเป็นการพัฒนารูปแบบยาสมุนไพรในการใช้ในช่องปาก (นันทิยา, 2534) รวมทั้งการทดลองเพื่อความสะดวกสบายของการบริโภค คือในการทำบัวบกให้เป็นผงสำเร็จรูปเพื่อเป็นเครื่องดื่ม (รัชนี, 2534)

Babu *et al.* (1995) รายงานว่าในการรักษาแผลติดเชื้อ ใบบัวบกสามารถใช้ได้ทั้งเป็นผงสกัดและเป็นสารสกัดที่บริสุทธิ์ โดยสารบริสุทธิ์ที่สกัดได้ใช้ในปริมาณ 17 - 22 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร สามารถยับยั้ง Ehrlich ascites tumour cells และ Dalton's lymphoma ascites tumour cells และไม่มีผลเป็นพิษและผลข้างเคียงแต่อย่างใด

ใบของบัวบกใช้รักษาแผลบริเวณที่อักเสบ รักษาโรคเรื้อน ส่วนเมล็ดได้ใช้รักษาเกี่ยวกับโรคบิด อาการไข้และปวดหัวได้ (Sappakun *et al.*, 1982) นอกจากนี้ Kosalwatna *et al.* (1988) ได้รายงานการผลิตครีม โดยใส่สารสกัดที่ได้จากใบบัวบกแห้ง 1 % สำหรับใช้รักษาแผลเรื้อรังและแผลหลังการผ่าตัดในการสังเกตแผลที่ใช้ครีมผสมใบบัวบกหายเร็วกว่าคนไข้ในกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sunilkumar *et al.* (2001)ได้ทำการทดลองใบบัวบกสกัดออกมา 3 รูปแบบ คือ ขี้ผึ้ง ครีมและเจลใช้รักษาบาดแผลในหนู โดยใช้ทา 3 ครั้งทุกวันเป็นเวลา 24 วันซึ่งจะเพิ่มการสังเคราะห์คอลลาเจนและผลของการใช้แบบเจลดีกว่าทั้ง 2 แบบรวมถึงส่วนผสมของสารใบบัวบกสกัดทั้ง 3 รูปแบบทำให้แผลหายเร็วกว่ากลุ่มควบคุมและมีรายงานว่าใบบัวบกสกัดปริมาณ 30 และ 60 มิลลิกรัมมีผลต่อระดับของ plasma สูง (Grimaldi, 1990) และยังมีการใช้ใบบักบกสกัดและโปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์ใช้รักษาแผลที่เกิดจากการใช้แสงเลเซอร์ในการใช้รักษาโรค periodontal (Benedicenti, 1985) รวมถึงมีรายงานการสกัดสารใบบัวบกด้วยแอลกอฮอล์ใช้ในการรักษาแผลในหนู ทำให้เพิ่ม DNA,โปรตีนและคลอลาเจนรวมถึงเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของ granulat (Suguna, 1996)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดสอบพิษของใบบัวบก ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบพิษระยะสั้นหรือยาว ไม่พบอาการเป็นพิษหรืออาการข้างเคียงใด ๆ สอดคล้องกับการทดสอบความเป็นพิษ ซึ่งฉีดสารสกัดบัวบกเข้าช่องท้องของหนูถีบจักรขนาด 250 ก./กก. แล้วไม่มีผลต่อหนูถีบจักร (Dhar *et al.*, 1968 อ้างโดย นันทวัน และคณะ, 2530)

ผลของสมุนไพรที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์

ในการเลี้ยงไก่เป็นที่ทราบกันดีว่า ไก่เป็นอาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหาร ที่สำคัญทางด้านโปรตีนและกรดอะมิโนที่สูงกว่าและมีไขมันต่ำกว่าเนื้อสัตว์ประเภทอื่น ๆ รวมทั้งเป็นที่นิยมบริโภคกันทุกชาติ เพราะไม่ขัดต่อหลักศาสนาใด เนื้อไก่ยังเป็นสินค้าที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยเป็นแหล่งนำเงินตราเข้าประเทศเป็นอย่างมาก (สัญชัย, 2543) ดังจะเห็นได้ว่า คนไทยบริโภคไก่เนื้อประมาณ 400 - 500 ล้านตัวต่อปี (ลิขิต, 2532) ดังนั้นการเร่งการผลิตให้สัตว์มีการเจริญเติบโตสูง ทำให้มีการใช้ยาปฏิชีวนะผสมในสูตรอาหารสัตว์ในปริมาณสูง ได้มีงานวิจัยหลายอย่างที่สอดคล้องในการใช้สมุนไพรเพื่อลดการใช้ยาปฏิชีวนะทั้งในคนและในสัตว์ กุศล และคณะ (2537) ได้ทดลองใช้ฟ้าทะลายโจรป่น ผสมอาหารไก่เนื้อ 0.5 และ 1 % เพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ คลอเตตราซัยคลิน 50 มล/กก. ในอาหารนั้น พบว่าน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกันซึ่งฟ้าทะลายโจรสามารถทดแทนการใช้คลอเตตราซัยคลินและยังสอดคล้องการใช้ฟ้าทะลายโจร 1 % ผสมในอาหารสามารถป้องกันโรคหลอมลมอักเสบในสัตว์ปีกได้ และไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้ออีกด้วย (กุศล และวรรณพร, 2536) นอกจากนี้มีการศึกษาในส่วนของใบปีบ พบว่าลดการใช้สารปฏิชีวนะในอาหารไก่เนื้อ โดยการใช้ใบปีบและฟ้าทะลายโจรแห้งบดร่วมกัน พบว่าสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับยาปฏิชีวนะ (กุศล และวรรณพร, 2538) ซึ่งเจริญศักดิ์ และคณะ (2542) ศึกษาการใช้โสมคน (ว่านผักปัง) 500 กรัม (น้ำหนักสด) เป็นสมุนไพร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิตแม่สุกรระหว่างการเลี้ยงลูกสามารถเพิ่มการผลิตน้ำนมในแม่สุกรได้ Kailaswar *et al.* (1997) ศึกษาการเสริม Roversone 0.1 % และ Livol 0.5 % ในอาหารไก่กระทง เลี้ยงนาน 7 สัปดาห์ พบว่าสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ภาวดี (2530) ใช้ผักตบชวาผสมอาหารที่ 10 % เลี้ยงห่าน จะได้ผลดีทั้งต่อการเจริญเติบโต น้ำหนักตัวที่เพิ่ม แต่เมื่อใช้ถึงระดับ 20 % จะเกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโต รวมถึงการใช้กากมัสตาร์ดที่มากกว่า 10 % ในการเลี้ยงไก่เนื้อ ทำให้สมรรถภาพการผลิตลดลง (พิเชษฐ, 2544) รวมถึงสมโภชน์ และคณะ (2545) ใช้กวาวเครือขาวในอาหารไก่ไข่ ระดับ 0, 100, 300 และ600 ppmไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต ($p<0.05$) แต่ในระดับ 100 และ 1200 ppm ทำให้ผลผลิตไข่ลดลง และมีเปอร์เซ็นต์การเลี้ยงรอดลดลง ($p<0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับการเสริมใบเตยแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ระดับ 6 % ในสูตรอาหารไก่ไข่ พบว่า สมรรถภาพผลิตของไก่ดีกว่าทุกระดับ 0, 2 และ 4 % ($p<0.01$) (สุชาติ และคณะ, 2545) บงกช และคณะ (2545) ที่ได้ศึกษาข่าผงต่อการเจริญเติบโตในไก่เนื้อ ซึ่งมีแนวโน้มของการผสมข่าผงในอาหารที่ 1 % มีผลของสมรรถภาพการผลิตเพิ่มขึ้น

ผลดีผลเสียการใช้สมุนไพรในอาหารสัตว์ปีก

ผลดีของการใช้สมุนไพรในสัตว์

1. ป้องกันโรค
2. รักษาโรค
3. เร่งการเจริญเติบโต และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหาร
4. เพิ่มผลผลิต และเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร
5. เพิ่มภูมิคุ้มกัน (จิโรจ, 2542)

ผลเสียของการใช้สมุนไพร การใช้สมุนไพรในอัตราที่ต่ำกว่าการใช้รักษาโรค ไม่สามารถรักษาโรคที่เกิดขึ้นได้

คุณสมบัติสมุนไพร

1. ทำลายหรือยับยั้งเชื้อโรค โดยตรงหรืออ้อม
2. ส่งเสริมการสร้างภูมิคุ้มกัน
3. บรรเทาอาการเจ็บป่วยและช่วยปรับสภาพร่างกายให้เป็นปกติ
4. มีผลข้างเคียงหรือตกค้างต่ำมาก เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติ (สมพร, 2525)

การเลี้ยงไก่กระทง

ไก่กระทง (broiler) เป็นไก่ที่เลี้ยงเพื่อบริโภคเนื้อ ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเพียง 40-45 วัน ได้น้ำหนักส่งตลาด 1.8 - 2.0 กก. และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร 2.0 - 2.1 การจัดการด้านการเลี้ยงไก่กระทงจึงเหมือนกับการจัดการไก่เล็ก ซึ่งปกติไก่เล็กจะมีอายุตั้งแต่แรกจนถึง 5 - 6 สัปดาห์ แต่ไก่กระทงเป็นไก่ทีมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจึงต้องการการเอาใจใส่มากกว่า อุปกรณ์ให้น้ำและอาหารจะต้องเพียงพอ ความต้องการพื้นที่การเลี้ยงตลอดระยะการเลี้ยงประมาณ 8 - 10 ตัวต่อตารางเมตร ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพอากาศ การให้อาหารไก่กระทงจะให้กินอย่างเต็มที่ โดยในช่วง 2 อาทิตย์แรกควรให้อาหารบ่อยๆ ครั้งในแต่ละวันเพื่อกระตุ้นให้ไก่กินอาหารมากขึ้น คุณภาพของอาหารจะต้องมีโภชนะครบถ้วนตามความต้องการของไก่ (อาวุธ, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระบบภูมิคุ้มกัน

วิทยาภูมิคุ้มกัน (immunology) เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของร่างกายที่จำเพาะต่อแอนติเจนสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย โดยความสามารถที่จะแยกสิ่งที่เป็นตัวเรา ออกจากสิ่งที่มิใช่ตัวเรา ซึ่งเป็นกลไกของการรับรู้ที่จะนำไปสู่การตอบสนอง ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหรือเป็นโทษต่อร่างกายได้ ตลอดจนการประยุกต์ในวิธีการวัดหรือตรวจสอบการตอบสนองนั้น เพื่อการวินิจฉัย ป้องกัน บำบัดรักษา และอธิบายพยาธิกำเนิดและพยาธิสภาพของโรคต่าง ๆ (ฤทัย, 2536)

Antibody คือกลุ่มของ globulin ในซีรัม ที่ทำหน้าที่ในการทำลายหรือกำจัดแอนติเจนที่จำเพาะต่อแอนติเจน หรือตัวที่กระตุ้นการสร้างแอนติเจน

Antigen คือ จุลชีพหรือสิ่งแปลกปลอมที่เมื่อเข้าสู่ร่างกายของสัตว์ชั้นสูงในสภาวะที่เหมาะสม สามารถกระตุ้นให้ร่างกายเกิดปฏิกิริยาตอบโต้ โดยการสร้างแอนติบอดี และเซลล์ลิมโฟซัยท์ที่ว่องไวขึ้น ในการทำปฏิกิริยา (sensitized lymphocytes) และสามารถทำปฏิกิริยาจำเพาะกับแอนติบอดีหรือส่วนของเซลล์ที่ว่องไวขึ้นนั้น (ประพันธ์, 2539)

ความสัมพันธ์กันระหว่างการเจริญเติบโตของสัตว์กับการสร้างภูมิคุ้มกันที่เกิดจากให้วัคซีน พบว่า การให้วัคซีนมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ภูมิคุ้มกันกับสัตว์เพื่อป้องกันการติดเชื้อ ลดความรุนแรงของโรค และลดอัตราการตาย แต่การให้วัคซีน ยังเอื้ออำนวยให้สัตว์อยู่ในสภาพที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตที่ดีด้วย นั่นหมายถึงว่า การมีภูมิคุ้มกันมีความสำคัญและมีผลต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากจะป้องกันการติดเชื้อ และลดความรุนแรงของโรคความสัมพันธ์กันระหว่างการเจริญเติบโตของสัตว์กับการสร้างภูมิคุ้มกันที่เกิดจากการให้วัคซีน พบว่า การให้วัคซีนมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ภูมิคุ้มกันกับสัตว์เพื่อป้องกันการติดเชื้อ ลดความรุนแรงของโรค และลดอัตราการตาย แต่การให้วัคซีน ยังเอื้ออำนวยให้สัตว์อยู่ในสภาพที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตที่ดีด้วย นั่นหมายถึงว่า การมีภูมิคุ้มกันมีความสำคัญและมีผลต่อการเจริญเติบโตในการป้องกันการติดเชื้อ และลดความรุนแรงของโรค

สำหรับพืชในบ้านเราที่มีผู้พบฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกัน (นันทวัน, 2541) **ได้แก่**

ชื่อพืช	ฤทธิ์
หน้าวัว *Anthurium wagerianum*	non-specific resistance
บัวบก *Centella asistica*	non-specific resistance
น้ำนมราชสีห์ *Euphorbia hirta*	non-specific resistance
พรมมิ *Herpestis mommiera*	non-specific resistance
มะรุม *Moringa oleifera*	non-specific resistance

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตังกุย *Angelica acutiloba*	เหนี่ยวนำให้เกิด interferon
ถั่วเหลือง *Glycine max*	เพิ่มฤทธิ์จับกินและย่อยจุลินทรีย์

เนื่องจากสมุนไพรมีความหลากหลายเรื่องของสารออกฤทธิ์ และสารเสริมฤทธิ์เป็นส่วนสำคัญต่อโรคและในสัตว์นั้นๆ จึงต้องมีการทดสอบสารต่าง ๆ ในสมุนไพรให้แน่ชัด (สาโรช และเยาวมาลย์, 2545)

enzyme-immunoassay เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดได้แก่ Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) หลักการทดสอบคล้ายคลึงกับ solid phase Radioimmunoassay (RIA) คือให้แอนติเจนหรือแอนติบอดีเกาะอยู่บน solid phase เช่น บนผิวของหลอด, microtiter plate, bead หรือ disk ซึ่งอาจเป็นพลาสติกจำพวก polypropylene, polystyrene, polyvinyl, nylon, cellulose, และ polyacrylamide เป็นต้น ปฏิกิริยาในแต่ละขั้นตอนจะต้องมีการล้างเพื่อแยกเอาสารส่วนเกินที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาออกไป จึงเป็นวิธีที่มีความไวและความจำเพาะสูงมากและได้มีการนำวิธีนี้มาใช้แทนที่ RIA ในการตรวจหาสารชนิดต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง นับแต่มีการพัฒนาเทคนิคนี้ขึ้นมา

วิธีการทดสอบ ELISA แบ่งได้เป็นหลายวิธีที่สำคัญ ได้แก่

Indirect method

เป็นวิธีการตรวจหาแอนติบอดีต่าง ๆ มีหลักการคือ ให้แอนติบอดีที่ต้องการตรวจทำปฏิกิริยากับแอนติเจนซึ่งทราบชนิดแล้ว และติดอยู่บนพื้นผิวของ solid phase และใช้ anti-immunoglobulin ซึ่งติดฉลากด้วยเอนไซม์ทำปฏิกิริยาอีกชั้นหนึ่ง การย่อย substrate จะมากน้อยขึ้นกับปริมาณแอนติบอดีในสิ่งที่ส่งตรวจ

ตัวอย่างการทดสอบหาแอนติบอดีซึ่งใช้หลักการนี้ ได้แก่ การตรวจหาแอนติบอดีต่อไวรัสตับอักเสบบี โรคหัดเยอรมัน ไวรัส HIV ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค AIDS โรคติดเชื้อปาราสิตต่าง ๆ การตรวจหา autoantibodies เช่น anti-DNA และ anti-thyroglobulin เป็นต้น (ฤทัย, 2536)

Double antibody sandwich method

เป็นวิธีการตรวจหาแอนติเจน โดยมีหลักการ คือ เคลือบพื้นผิวของ solid phase ด้วยแอนติบอดี เติมแอนติเจนที่ต้องการตรวจหาลงไปทำปฏิกิริยา ล้างส่วนเกินที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาออกแล้วจึงเติมแอนติบอดี (ตัวเดียวกับที่ใช้เคลือบผิวของ solid phase) ซึ่งติดฉลากด้วยเอนไซม์ลงไปทำปฏิกิริยาอีกชั้นหนึ่ง (อรวดี, 2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Competitive binding method

วิธีการนี้ตรวจได้ทั้งแอนติเจน และแอนติบอดี ถ้าต้องการตรวจหาแอนติเจน จะเคลือบ solid phase ด้วยแอนติบอดี หลังจากนั้นจึงเติมแอนติเจนที่ติดฉลากด้วยเอนไซม์ ซึ่งผสมกับสิ่งส่งตรวจที่ต้องการหาแอนติเจนนั้นลงไป ความแตกต่างของปริมาณ substrate ที่ถูกย่อยระหว่างหลอดที่ใส่แต่แอนติเจนที่ติดฉลากเพียงอย่างเดียว กับหลอดที่มีทั้งแอนติเจนติดฉลาก และแอนติเจนในสิ่งส่งตรวจจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณแอนติเจนในสิ่งส่งตรวจนั้น (อรวดี, 2536)

คุณภาพซาก (carcass quality)

คุณภาพซากเป็นลักษณะทางกายภาพของตัวสัตว์ ส่วนที่จะพิจารณาที่สำคัญ คือ ปริมาณเนื้อแดง ปริมาณไขมัน และปริมาณกระดูก (สัญชัย, 2534) สำหรับผู้บริโภคส่วนมากให้ความสำคัญ คือ เปอร์เซ็นต์ไขมันซาก เพราะไขมันมีผลโดยตรงต่อสุขภาพของผู้บริโภค (สัญชัย, 2543) แต่ก็ยังมีปัจจัยอีกหลายอย่างที่สำคัญซึ่งส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพซาก เช่น สิ่งแวดล้อม การจัดการด้านอาหาร อายุของสัตว์ และเพศ เป็นต้น Knizetoua *et al.* (1991) ศึกษาการเจริญเติบโตของไก่กระทงตัวเมียจะมีความเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าตัวผู้ ส่วนในด้านของอาหาร มีรายงานของ Moran (1997) เมื่อระดับความต้องการของสารอาหารคงที่ และยังคงมีการให้อาหารเพิ่มขึ้น จะเกิดการตอบสนองน้อยลงในระดับของพลังงาน และสอดคล้องกับรายงานของ Cornejo *et al.* (1991) ควบคุมการให้อาหารด้านของพลังงาน เช่นพวก ข้าว, ธัญพืช จะทำให้ไก่กระทงเพศผู้มีความอ้วนลดลง จะเห็นได้ว่าการจัดการด้านอาหารมีความสำคัญต่อคุณภาพซากเป็นอย่างมาก มีรายงานของ วรรณะ (2538) เกี่ยวกับผลผลิตที่ได้จากการฆ่าชำแหละไก่เนื้อที่น้ำหนักมีชีวิต (ตารางที่ 2-1) การเจริญเติบโตลดและส่งผลโดยตรงกับเปอร์เซ็นต์ซากที่ลดลง ซึ่งต่างกับรายงานของ รัชดาวรรณและคณะ (2542) การเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรที่ระดับ 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 % ทำให้เปอร์เซ็นต์ซากไม่มีความแตกต่างเป็นเพราะการเพิ่มของฟ้าทะลายโจรเป็นการเพิ่มที่ปริมาณน้อยซึ่งสูงสุดเพียง 0.5 % และยังส่งผลในด้านของชิ้นส่วนตัดแต่ง ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบของซากที่ได้ให้ความสำคัญ ได้แก่ สัดส่วนเนื้อ ไขมัน และกระดูก ถ้าส่วนใดมีมากก็จะยังผลให้อีก 2 ส่วน มีปริมาณลดลง (สัญชัย, 2534) และยังสอดคล้องกับรายงานของ Horton *et al.* (1991) ของลักษณะซากของไก่เนื้อในการใช้กระเทียมผงในระดับ 0, 100, 1,000 และ 10,000 มก./กก. พบว่า น้ำหนักของกล้ามเนื้อหน้าอกขวาไม่มีความแตกต่างกัน มีแต่ไขมันในช่องท้องที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2-2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2-1. Carcass trait of broiler at weight gain 1.65 - 2.20 kilogram. (วรรณะ, 2538)

Criteria	Percentage
Hot carcass weight	72.9
Blood	1.0
Head + Stomach	3.8
Intestines	5.4
Shank + Foot	2.9
Evisceration	7.3
Feather	6.0

Table 2-2. Effect of garlic (*Allium sativum* Linn.) on carcass trait of broiler (Horton *et at.*, 1991)

Carcass trait	Level of garlic (mg/kg)			
	0	100	1,000	10,000
Long of Metatarsus bone (cm)	6.28[a]	11.73[b]	6.40[a]	6.22[a]
Breast muscle : Abdomen fat	10.50	10.70	10.50	10.60
Right breast muscle (g)	97.90	99.70	101.20	100.10
Abdomen fat (g)	15.60[a]	8.50[b]	15.80[a]	16.10[a]

คุณภาพเนื้อ (meat quality)

เนื้อไก่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคเพราะราคาถูกกว่าเนื้อแดง และส่วนประกอบของซากสามารถตัดแต่งได้หลายชิ้นส่วน การเลือกซื้อได้ตามต้องการได้มากกว่า (Richardson and Mead, 1999) จึงทำให้ความคาดหวังในเรื่องของคุณภาพเนื้อของผู้บริโภคมีสูง แต่คุณภาพเนื้อที่ดีนั้นต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ อายุสัตว์ การเลี้ยงดู และโครงสร้างกายภาพของเนื้อโดยจะเริ่มตั้งแต่การขนส่งสัตว์จากฟาร์มสู่โรงฆ่า สำหรับเครื่องชี้วัดคุณภาพเนื้อไก่ คือ ความพอใจโดยรวม ความนุ่ม ความเหนียว สีของเนื้อ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำของเนื้อสด และขณะประกอบอาหาร (สัญชัย, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สีของเนื้อ คุณภาพหลักของอาหารคือ สี และรสชาติ สีเป็นสิ่งแรกที่สามารถปรากฏให้เห็น ถ้าเนื้อมีสีที่ไม่น่าพอใจ ก็จะถูกปฏิเสธจากผู้บริโภค (Francis and Clydessale, 1999) สำหรับสีของเนื้อไก่จะเปลี่ยนแปลงไปเพราะความเป็นกรดด่างของกล้ามเนื้อ ซึ่ง Williams (1992) รายงานเกี่ยวกับพันธุกรรมที่ควบคุมสีหนังไก่กระทง จะมีการผลิต melanin pigment ในหนัง และใต้ผิวหนัง และยังสามารถทำให้มีการดูดกลืน และ ปลดปล่อย carotenoid pigments ในใต้ผิวหนัง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ตามมา โดยเฉพาะกล้ามเนื้อสีแดง เช่น กล้ามเนื้อขาจะมีผลต่อความเข้มของสีเนื้อ เนื้อที่มีสีซีดโดยเฉพาะส่วนของกล้ามเนื้ออกจะมีระดับของเม็ดสีต่ำ เป็นลักษณะเฉพาะของเนื้อไก่ (Richardson and Mead, 1999) ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดสีของเนื้อขึ้นอยู่กับไมโอโกลบิน และฮีโมโกลบิน (ภาพที่ 2-5) ในกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันในแต่ละกล้ามเนื้อของสัตว์ บริเวณที่ต้องออกกำลังมาก ๆ จะมีไมโอโกลบินมากกว่า (เยาวลักษณ์, 2536) และสอดคล้องกับ Dryden and Bridsall (1980) ที่ได้รายงานว่าในสัตว์ชนิดเดียวกันถ้า เพศ, อายุ และกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน ปริมาณไมโอโกลบินที่มีในเนื้อจะแตกต่างกันด้วย สัตว์ที่มีอายุมากจะมีสีเข้มกว่าเนื้อสัตว์ที่มีอายุน้อย รวมถึงเนื้อสัตว์ชนิดเดียวกันตัวผู้จะมีไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อมากกว่าเพศเมีย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Miller (1994) พบว่าไก่อายุ 8 สัปดาห์จะมี myoglobin ในส่วน dark meat ต่ำ (0.5 mg myoglobin g^{-1}) เมื่อเทียบกับไก่อายุ 26 สัปดาห์ ต่ำ (1.5 mg myoglobin g^{-1}) มี แต่เหตุผลนั้นเป็นลักษณะเฉพาะแต่ก็มีอีกหลายปัจจัยภายนอกที่ทำให้สีของเนื้อไก่เปลี่ยนแปลงไป การอดอาหาร ความเครียด อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม อายุและวิธีการในการเก็บรักษา ตำแหน่งของกล้ามเนื้อเป็นต้น ซึ่งจะสอดคล้องกับการรายงานของ Fleming *et al.* (1988) ศึกษาตำแหน่งของกล้ามเนื้อกับวิธีการในการเก็บรักษาโดยเก็บตัวอย่างของกล้ามเนื้อคือ เนื้ออก เนื้อขา และกึ๋น สำหรับวิธีการเก็บแบ่งเป็น เก็บแช่ไว้ในน้ำแข็ง และ เก็บไว้ในห้องเย็น ที่อุณหภูมิสม่ำเสมอ 3^0C ผลที่ได้ตำแหน่งของกล้ามเนื้อมีความแตกต่างกันรวมถึงวิธีการเก็บก็มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 2-3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

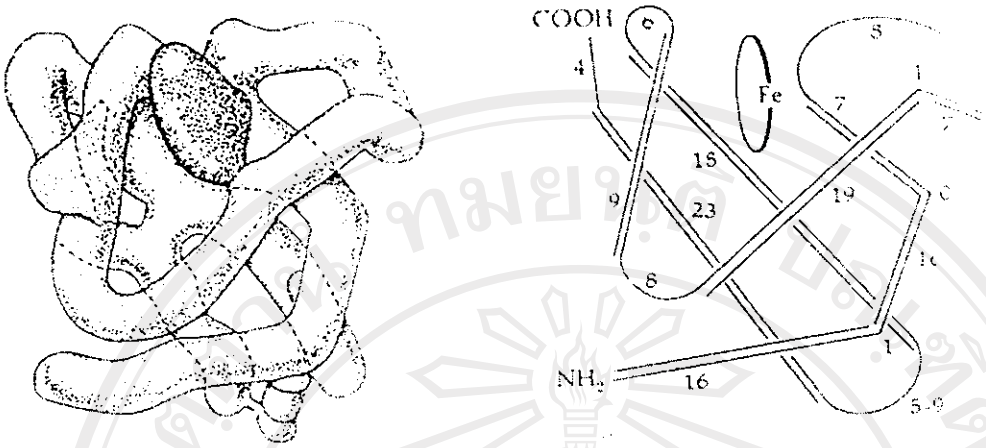


Figure 2-5. Structure of myoglobin.

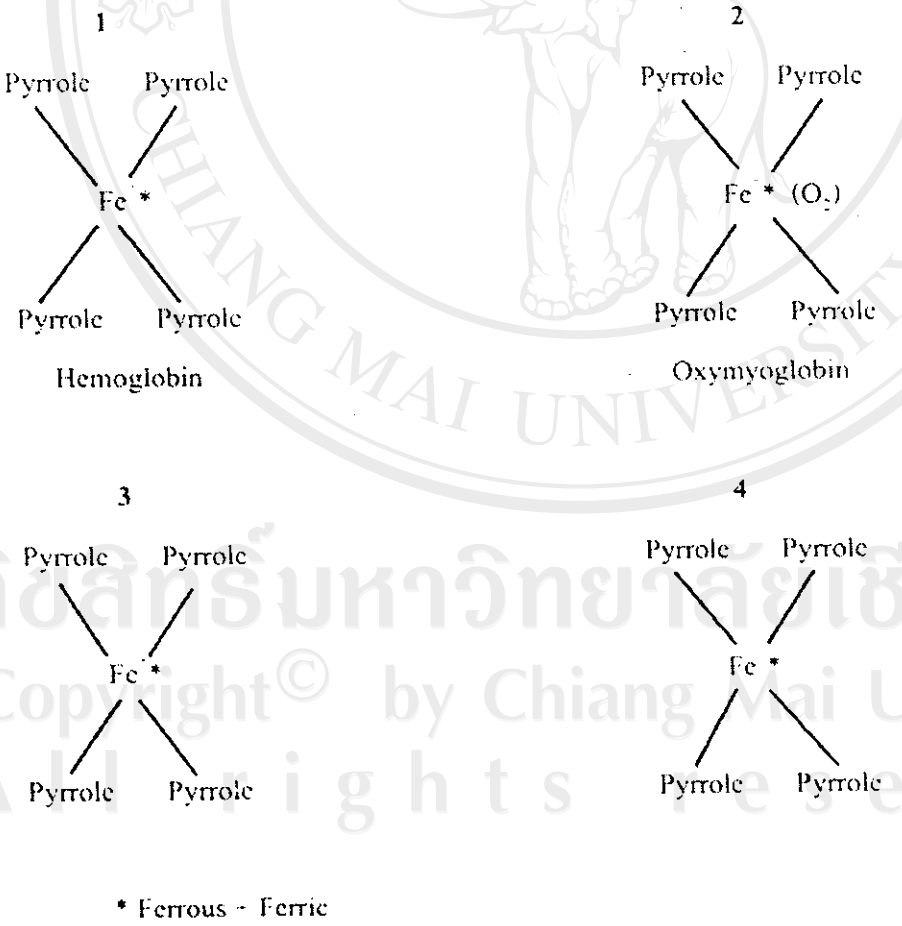


Figure 2-6. Structure of hemoglobin.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2-3. Effect of chilling conditions on Hunterlab values of chicken broiler muscles (Fleming*et al.*, 1988)

Hunterlab value	Muscle	Ice slush	Air chilled
L value	Breast	41.18[a,x]	41.65[b]
	Thigh	36.99[y]	38.19
	Gizzard	30.02[z]	29.56
a*	Breast	2.24	2.56
	Thigh	5.67	5.87
	Gizzard	8.12	7.34
b*	Breast	5.20	5.81
	Thigh	5.10	5.25
	Gizzard	4.05	3.61

มีรายงานเกี่ยวกับระดับ pH ที่มีผลต่อสีของเนื้อ รวมทั้งความนุ่ม การอุ้มน้ำของเนื้อ การสูญเสียน้ำขณะปรุงอาหาร และการคงสภาพของจุลินทรีย์ (Allen *et al.*, 1998) จากรายงานของ Ahn and Maurer (1990) ได้รายงานว่าค่า pH ที่สูงกว่า 6.4 จะทำให้เม็ดสีเพิ่มขึ้นแต่ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของกล้ามเนื้อ ยังมีการศึกษาถึงเรื่องวิตามินอี ในอาหารสัตว์ ซึ่งทำให้เนื้อสัตว์มีคุณภาพดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโคและกระบือ ซึ่งมีผลทำให้สีซีดช้าลง (Faustman *et al.*, 1998)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) กล้ามเนื้อปกติมีค่า pH 6.8 - 7.0 เมื่อสัตว์ถูกฆ่าตายแต่มีปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้ค่า pH เปลี่ยนไป คือ ปริมาณไกลโคเจนเริ่มต้นที่มีอยู่ในเนื้อช่วงที่สัตว์ถูกฆ่า ความคงทนต่อสภาพความเครียดของสัตว์ ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ อัตราการทำให้ซากมีอุณหภูมิลดลง (เยาวลักษณ์, 2536) มีรายงานของ Lambooij (1999) พบว่าอุณหภูมิภายนอกระหว่างช่วงเวลาอดอาหารของไก่กระทงก่อนการฆ่ามีผลต่อระดับของ pH และระบบการทำงานของร่างกาย โดยเฉพาะจะสัมพันธ์กับปริมาณของไกลโคเจนมีความสัมพันธ์กับการสะสมของกรดแลกติก โดยกรดแลกติกมาจากกระบวน glycolysis หลังการตายเกิดจากการสลายพลังงานในรูปของ adenosin triphosphate (ATP) เกิดการสะสมและจะสลายหมดในระยะหนึ่ง จากนั้นเข้าสู่สภาวะการแข็งตัวของซาก (rigor mortis) และค่า pH ยังมีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water-holding capacity) (สัญชัย, 2543) pH ที่ลดลงเป็นผลจากภายหลังสัตว์ตาย ทำให้ปริมาณ glycogen ภายในกล้ามเนื้อถูกใช้อย่างรวดเร็วค่า pH ค่อย ๆ ลดลง โปรตีนสามารถจับกับน้ำได้น้อยค่า pH จะลดลงใกล้จุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

isoelectric point ทำให้เหลือประจุไฟฟ้าจะไปดึงโมเลกุลน้ำน้อย เนื้อจะจับน้ำได้ต่ำ น้ำที่ไหลออกมาจากเนื้อมาเกาะด้านนอก ทำให้ค่าการสะท้อนแสง (L*) สูงตามไปด้วย (ชัยณรงค์, 2529)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำเนื้อสด และขณะประกอบอาหาร (drip loss and cooking loss) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำมีความสำคัญต่อเนื่องไปถึงการสูญเสียน้ำขณะประกอบอาหาร และยังมีความสัมพันธ์กับค่า pH ของเนื้อด้วย Froning *et al.* (1978) ได้รายงานว่า เนื้อไก่ที่มีค่า pH ต่ำจะมีผลต่อปริมาณน้ำที่อยู่ในเนื้อลดลงและจะมีผลมากต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ และการสูญเสียน้ำขณะประกอบอาหารมากขึ้น ส่งผลถึงความนุ่มที่ลดลง และยังมีปัจจัยเกี่ยวกับอุณหภูมิในขณะประกอบอาหารด้วยซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dawson *et al.* (1991) การใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นในการทำสุกของเนื้ออกไก่กระทงกับเนื้อไก่แม่พันธุ์ในระบบปลอดเชื้อ ผลต่อปริมาณน้ำขณะประกอบอาหารและระดับโปรตีนของเนื้อไก่ ผลการทดลองเนื้ออกของไก่กระทงที่ทำให้สุกในอุณหภูมิที่ต่างกันมีผลทำให้ความชื้นและโปรตีนแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 2-4) ซึ่งสอดคล้องกับ รายงานของ Murphy and Marks (2000) ที่อุณหภูมิ 80 ^{0} C ที่ใช้ในการทำสุกของเนื้อไก่ จะทำให้โปรตีนที่ละลายได้มีการสูญเสียถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และรวมถึงปริมาณการสูญเสียน้ำที่เพิ่มขึ้น

Table 2-4. The percentage of moisture and protein of cooked and aseptically processed broiler and spent hen chicken breast meat (Dawson *et al.*, 1991)

Sample	Moisture	Protein
Cooked broiler	66.4	31.1
Broiler 145^{0} C	63.5	33.8
Broiler 130^{0} C	64.9	32.5
Broiler 121^{0} C	65.6	31.9
Cooked hen	66.1	31.4
Hen 145^{0} C	58.7	38.6
Hen 130^{0} C	61.3	36.1
Hen 121^{0} C	63.2	34.3

ปริมาณน้ำในเนื้อยังมีผลต่อความชุ่มฉ่ำ (juiciness) เพราะน้ำในเนื้อช่วยหล่อลื่นขณะทำการเคี้ยวก่อนที่จะกลืนเข้าไป นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นต่อมน้ำลายให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเกิดความรู้สึกชุ่มลำคอ ส่วนความเหนียวนุ่มของเนื้อเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อความน่ารับประทาน (palatability) มากที่สุดปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ คือ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ปัจจัยที่ส่งเสริมเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น ชนิด พันธุ์ อายุของสัตว์ ชนิดกล้ามเนื้อ ปริมาณของไขมัน-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แทรกที่อยู่ในกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในกล้ามเนื้อหลังฆ่า และยังรวมถึงระยะเวลาในการบ่มเนื้อ ความนุ่มนอกจากจะวัดได้ด้วยการตรวจชิมแล้วยังวัดได้ด้วยเครื่อง Warner-Blatzler Shear หรือ Instron วัดค่าแรงตัดผ่านผลที่ได้สอดคล้องกับการตรวจชิม (สัญชัย, 2543) สำหรับความพอใจโดยรวม (overall acceptability) เป็นความพอใจรวมของความนุ่ม ความเหนียว ความชุ่มฉ่ำ กลิ่นและรสชาติ เป็นพื้นฐานที่ผู้บริโภคจะเลือกซื้อเนื้อนั้นครั้งต่อไป

ค่าการตรวจชิม (sensory evaluation)

การตรวจชิม เป็นความรู้สึกของผู้ทดสอบแต่ละคน พิจารณาจากลักษณะการบริโภค ได้แก่ ความนุ่ม (tenderness) ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) และกลิ่นรส (flavour) (ชัยณรงค์, 2529) การยอมรับหรือความนิยมนี้มากน้อยขึ้นกับทางจิตวิทยา และความรู้สึกของผู้บริโภค (ไพโรจน์, 2535) ประสาทสัมผัสแห่งการรับรู้ เช่น มอง ดมกลิ่น ชิม และความรู้สึก ซึ่งความสำคัญของคุณสมบัติด้านนี้ คือ ลักษณะที่ปรากฏ ได้แก่ สี รูปร่าง ปริมาณไขมันแทรก ส่วนต่างของแต่ละกล้ามเนื้อ รสชาติ ความชุ่มฉ่ำ และความนุ่ม (Schworer *et al.*, 1999; อ้างโดย สัญชัย, 2543) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lyon *et al.* (1993) ชิ้นส่วนของหนังมีคะแนนในการตรวจชิมต่ำกว่าเนื้ออก และสะโพก รวมถึงผลการเก็บรักษาก็มีผลต่อค่าคะแนนในการตรวจชิมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และ ความนุ่ม ยังมีค่าสอดคล้องกับค่าแรงตัดผ่านของเนื้อด้วย (shear value) มีรายงานของ Simpson and Goodwin (1974) ค่าแรงตัดผ่านมากกว่า 8.0 kg/g ค่าคะแนนการตรวจชิมจะต่ำเป็นเนื้อที่เหนียว ค่าแรงตัดผ่านน้อยกว่า 8.0 kg/g ค่าคะแนนการตรวจชิมจะสูงโดยเนื้อจะมีความนุ่มมากกว่า และสอดคล้องกับรายงานของ Lyon (1989) ได้ศึกษาค่าแรงตัดผ่านของเครื่อง Warner-Bratzler (WB) และ Single-Bladed Allo-Kramer (SB-AK) ในกล้ามเนื้ออกมีความสัมพันธ์กับความนุ่มในค่าของการตรวจชิม สำหรับเรื่องของกลิ่น และรสชาติ (aroma and flavor) องค์ประกอบของกลิ่น จะมีลักษณะความหลากหลายในขณะที่มีการประกอบอาหาร จะพบว่าเนื้อดิบจะไม่มีกลิ่น แต่เนื้อที่มีการปรุง จะมีลักษณะการเกิดกลิ่นอย่างมากมาย (Shi and Ho, 1994) สมดุลองค์ประกอบของกลิ่นจะเปลี่ยนไปด้วยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น (รูปที่ 2-7)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

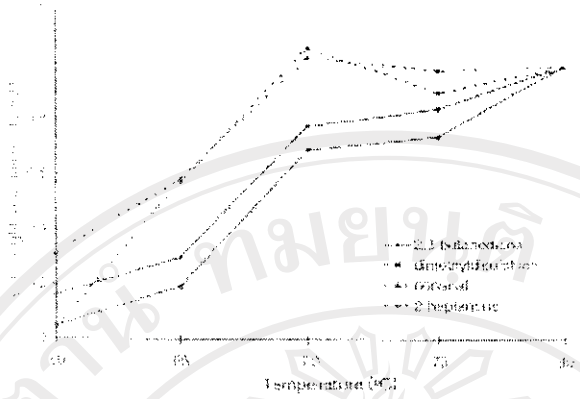


Figure 2-7. Effect of temperature on the amounts of selected maillard and lipid oxidation products, obtained from chicken breast meat using a dynamic headspace technique (Ang and Liu, 1996).

องค์ประกอบของรสชาติ (ตรวจชิม) ไม่เกี่ยวกับการไม่ระเหย หรือการชิมสิ่งที่ละลายน้ำ หรือคุณสมบัติการสัมผัส แต่เป็นเรื่องเหตุผลของการรับความรู้สึก ได้ถึงรสเปรี้ยว หวาน เค็ม โดยส่วนมากการศึกษาองค์ประกอบของรสชาติ จากการศึกษาจากเนื้อแดง รสเค็มในเนื้อเกิดจาก sodium choride และเกลืออนินทรีย์บางอย่าง คือ monosodium glutamate และ monosodium asparate (Macleod, 1986) ในขณะที่เกลือเข้มข้นในเนื้อแดงจะทำให้เป็นการรักษาสภาพของเนื้อไว้ คือ เกลือสามารถทำให้ปฏิกิริยาของไขมันลดลง (Wirth, 1988) รสหวานเกิดจากน้ำตาล และ certain amino acid ในเนื้อน้ำตาลเป็นผลจากขบวนการสลายไกลโคเจน (glycolysis) ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากเกิดภาวะ rigor mortis (Lawrie, 1992) แต่มีความสำคัญเล็กน้อยต่อรสชาติของเนื้อ (Maga, 1994) รสขมในเนื้อมีผลจากกรดอะมิโน และ peptide รสเปรี้ยวมีสาเหตุจากกรด เช่น กรดแลคติค กรดอินทรีย์ กรดอะมิโน และกรดฟอสฟาเตส (Macleod, 1986) (ตารางที่ 2-5)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2-5. Composition of chicken meat extract, indicating those components found to be important for taste (Fujimura *et al.*, 1995)

Compound	Conc.	Imp.[a]	Compound[b]	Conc.	Imp.
Amino acids (mg g^{-1})			**ATP meatabolites (mg g^{-1})**		
Lysine	58	-	IMP	3.3	*
Glutamic acid	53	*	Inosine	0.15	-
Glycine	42	-	AMP	0.10	-
Threonine	40	-	ADP	0.033	-
Alanine	36	-	Hypoxanthine	0.014	-
Proline	34	-	ATP	0.012	-
Serine	33	-	**Inorganic ions (mg g^{-1})**		
Methionine	29	-	K^+	2.8	*
Arginine	24	-	PO_4^{3-}	2.0	-
Tyrosine	20	-	Cl^-	0.28	-
Aspartic acid	14	-	Na^+	0.27	-
Leucine	1	-	Mg^{2+}	0.045	-
Phenylalanine	10	-	Ca^{2+}	0.0003	-
Valine	7	-			
Histidine	5	-			
Isoleucine	5	-			

[a] IMP importance * = important for taste = not found to be important for taste.

[b] ATP = asenosine 5'-triphosphate, ADP = asenosine 5'-diphosphate, AMP = sdenosine 5'-monophosphate, IMP =inosine 5'-monophosphate

ค่าความหืนของเนื้อ

ในหลักการทั่วไป การพิจารณาค่าการหืนของเนื้อ คือ การทดสอบ Thiobarbituric acid number (TBA) ซึ่งเป็นวิธีการเบื้องต้น เพื่อใช้ประเมินการเกิดออกซิเดชั่นของลิปิด ใช้แทนการตรวจชิม โดยกลุ่มสารประกอบพวก aldehyde ของไขมันทำปฏิกริยาระหว่างสาร thiobarbituric acid กับ malodialdehyde ได้เป็นสารสีแดง (red chromogen) สามารถวิเคราะห์โดยเครื่อง spectrophometer (ภาพที่ 3-8) วัดความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร (Allen and Hamilton. 1994:

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อ้างโดย สมจิต 2544) ค่าความหืนของเนื้อ มีความสัมพันธ์ต่อการเก็บรักษา ตามรายงานของ Lin *et al.* (1989) เนื้อหน้าอกเก็บที่อุณหภูมิ 4^0 C เป็นเวลา 2 วัน จะมีค่า TBA number 0.64 สำหรับวันที่ 3 ในการเก็บรักษา อุณหภูมิ 4^0 C ค่า TBA number เพิ่มขึ้นถึง 1.4 ความหืนเพิ่มขึ้น และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Ang and Lyon (1990) ในการเก็บรักษามีผลต่อค่า TBA number (ตารางที่ 2-6)

Table 2-6. TBA numbers and sensory attributes of cooked broiler muscles stored at 2^0 C for 0 to 5 days (Ang and Lyon, 1990)

Muscle	Storage time (days)	0	1	2	3	5
		TBA numbers (SD)				
Breast		0.97	4.06	7.27	8.37	11.43
		(0.25)	(0.48)	(0.20)	(0.54)	(0.51)
Thigh		3.30	6.13	7.83	8.76	12.57
		(0.63)	(0.28)	(0.46)	(2.25)	(0.84)
		Sensory scores (rancidity)				
Breast		4	34	37	53	57
Thigh		5	29	43	53	58

Sensory evaluation of line scale 1-100, week-strong

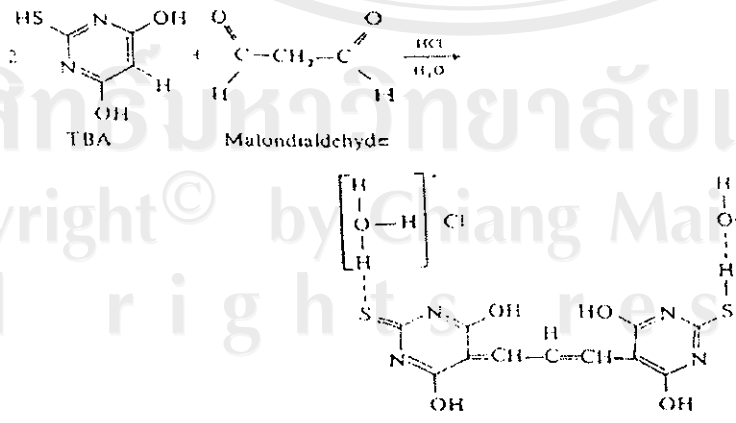


Figure2-8. Oxidative rancidity of meat (Allen and Hamilton, 1994).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรดไขมัน (fatty acid)

กรดไขมันเป็นส่วนประกอบของไขมันในเนื้อ มีผลต่อกลิ่น และการยืดอายุในการเก็บรักษา รวมถึงความคงทนของเนื้อสด และเนื้อที่ปรุงสุก ในการเก็บรักษาเนื้อสดนั้น ไขมันจะเกิด peroxidation ซึ่งเกิดจากการที่อนุมูลอิสระเข้าทำปฏิกิริยากับ polyunsaturated fatty acids (PUFAs) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ และองค์ประกอบภายในเซลล์ (cell membranc and organelles) มี 3 ขั้นตอนดังภาพ (ภาพที่ 2-5) และ (ภาพที่ 2-6) และมีการพัฒนาทำให้เกิดกลิ่น ส่วนในสัตว์ปีกกรดไขมันเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อไขมัน จะทำให้เกิดปฏิกิริยา oxidation จากกรดไขมันที่ได้จากอาหารที่กิน (Richardson and Mead, 1999) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ De Lo (1974) ความสัมพันธ์ของ ค่า peroxide ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว และไม่อิ่มตัว และกลิ่นในเนื้อมีผลต่อผลิตภัณฑ์เนื้อ ในการเกิดกลิ่น

Initiation step: การที่อนุมูลอิสระเข้าทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของไขมัน (LH) โดยดึงอะตอมของไฮโดเจนออกจากพันธะคู่ของ fatty acid ทำให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระของไขมัน (L*)

สมการที่ 1

$$LH + R^* \longrightarrow L^* + RH$$

Propagation step: อนุมูลอิสระจากขั้นตอนแรก (initial step) เข้าทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของออกซิเจน เกิดเป็น lipid peroxyl radical (LOO*) และ lipid peroxyl radical ที่เกิดขึ้นจะไปแย่งอิเล็กตรอนจากคาร์บอนตัวต่อไปเรื่อย ๆ ในโมเลกุลของไขมัน (LH) ได้ผลผลิตเป็น lipid hydroperoxide (LOOH) และ lipid radical (L*)

สมการที่ 2 และ 3

$$L^* + O_2 \longrightarrow LOO^*$$

$$LOO^* + LH \text{ (ตัวใหม่)} \longrightarrow LOOH^* + L^*$$

Terminal step : ปฏิกิริยาจะสิ้นสุดเมื่อโมเลกุลของ lipid radical (L*) นั้นมีอิเล็กตรอนคู่หรือจับกับสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น vitamin E

สมการที่ 4 และ 5

$$L^* + L^* \longrightarrow L\text{-}L$$

$$L^* + \text{vit E} \longrightarrow LH + \text{vit E}^*$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสะสมไขมันในกล้ามเนื้อไก่ มีปัจจัยหลายสาเหตุ คือ อาหาร พันธุกรรม และสิ่งแวดล้อม สัญชัย (2543) รายงานว่า ปริมาณการสะสมไขมันมีความสัมพันธ์กันทางบวกในเรื่องของอาหารโดยอาหารมีผลต่อปริมาณ และคุณภาพไขมัน ซึ่งการสะสมไขมันในร่างกายสัตว์เริ่มค่อนข้างช้า เมื่อเทียบกับการสะสมโปรตีน (ชัยณรงค์, 2529) มีการศึกษาของ Marium and Woodroof (1995) ในการเพิ่มของ stearic acid ที่ผสมในอาหาร 37 % ก็จะทำให้มี stearic acid เพิ่มขึ้นในเนื้อด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับ Ahn *et al.* (1995) ใช้ tocopherol ในอาหารปริมาณ 200 มก./กก. มีผลในการเพิ่มปริมาณ n-3 PUFA ในส่วนของเนื้อหน้าอกในไก่กระทง ส่งผลถึงค่า TBA ที่ลดลงในเนื้อของสัตว์ปีก (Keller and Kinsella, 1997) ซึ่งสอดคล้องไปถึงอายุในการเก็บรักษาของเนื้อไก่ จากรายงานของ Sheehy *et al.* (1997) การผสม tocopherol ในอาหารให้ไก่กินเป็นเวลา 4 สัปดาห์ก่อนการฆ่าสามารถพัฒนาค่า TBA ให้ลดลงระหว่างการเก็บซากแช่เย็น ซึ่งจะพบได้ว่า การเสริมกรดไขมัน มีผลทั้งปริมาณ และ คุณภาพไขมัน รวมถึงอายุในการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

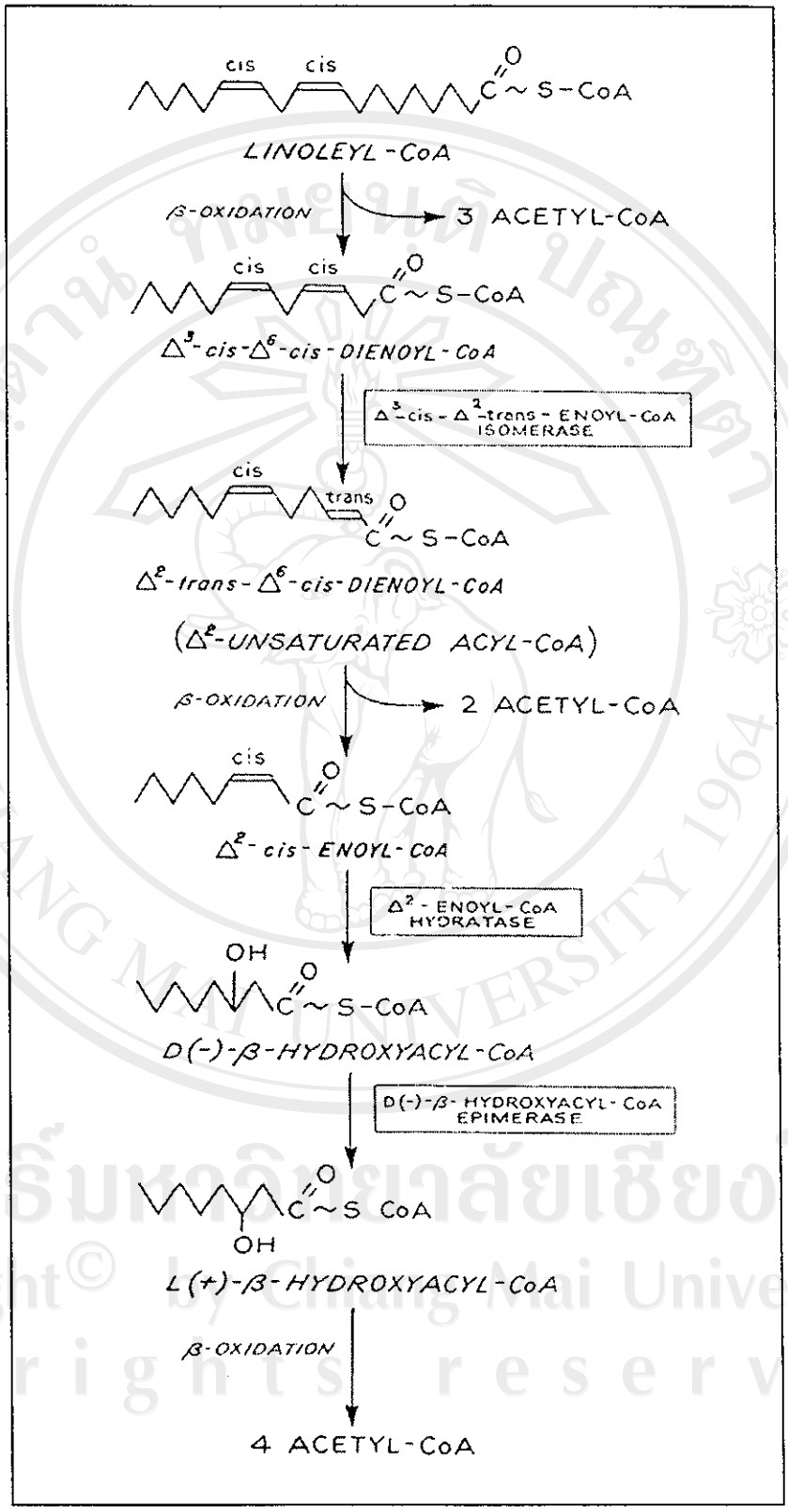


Figure 2-9. Sequence of reacton in the oxidation of unsaturated fatty acid. eg. linolcic acid (Martin *et al.*, 1996).

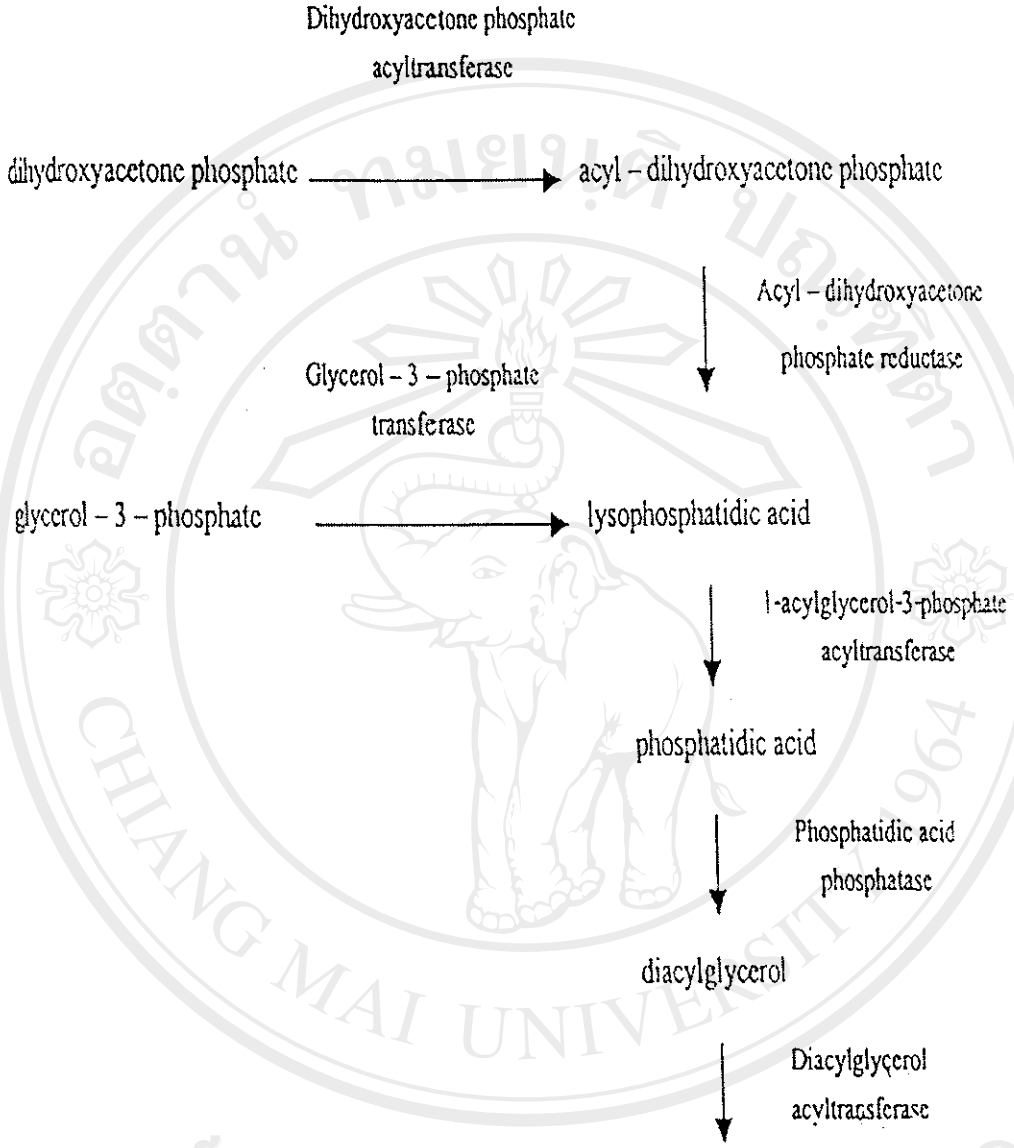
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอร์ไรด์ในเนื้อ

โคเลสเตอรอลเป็นไขมันที่สำคัญที่สุดที่พบในไขมันจากสัตว์ พบได้ทั่วไปในทุกเซลล์ของร่างกายโดยเฉพาะในเลือด น้ำดี สมอง พลาสมาหรือซีรั่ม ประมาณ 70-75 % ของโคเลสเตอรอลทั้งหมดอยู่ในรูปของเอสเทอร์ (cholesterol ester) นอกนั้นอยู่ในรูปอิสระ (free cholesterol) (บุญพะเยาว์, 2539) ระดับของโคเลสเตอรอลในร่างกายมีความสัมพันธ์กับภาวะการเป็นหลอดเลือดหัวใจแข็ง (atherosclerosis) โดยโคเลสเตอรอลจัดเป็นสารในกลุ่ม steroid สามารถสังเคราะห์ในร่างกายได้ (Voet and Voet, 1995) จากการศึกษาของ Kojufca *et al.* (1997) ในการผสม copper 180 mg/Kg และ กระเทียมผง 63 mg/Kg ทำให้ระดับโคเลสเตอรอลใน plasma, ตับ และกล้ามเนื้ออก รวมทั้งสะโพกลดลง ขบวนการสลายโคเลสเตอรอลในร่างกายนั้น โคเลสเตอรอลจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดน้ำดีเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งกรดน้ำดีสามารถถูกสังเคราะห์โดยตรงจากโคเลสเตอรอลที่ตับ กรดน้ำดีที่สร้างจากตับจะถูกส่งไปเก็บที่ถุงน้ำดี และจะหลั่งไปที่ลำไส้เพื่อย่อยไขมัน จากนั้นกรดน้ำดีบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับที่ลำไส้ใหญ่แล้วกลับไปที่ตับ โดยบางส่วนจะขับออกไปกับอุจจาระ ดังนั้นกรดน้ำดีมีบทบาทในการควบคุมระดับโคเลสเตอรอลใน ร่างกายให้ปกติ (ศิริรัตน์, 2528) โดยทั่วไปจากการศึกษาของ Rincon *et al.* (1997) ปริมาณโคเลสเตอรอลที่อยู่ในเนื้อไก่ (mg/100g) กล้ามเนื้ออกมีค่า 31.13, แฮมมีค่า 57.35, ไส้กรอกไก่มีค่า 60.46 และโบโลญ่าไก่มีค่า 60.46 โดยวิเคราะห์เครื่อง gas chromatography (GC) การมีปริมาณไขมัน และโคเลสเตอรอลในเนื้อเยื่อต่าง ๆ มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ด้านพันธุกรรม, อายุ, สายพันธุ์, อาหาร และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ชนิด, ขนาด และตำแหน่งของกล้ามเนื้อ (Fernandez *et al.*, 1995) อีกทั้งระดับโคเลสเตอรอลในเนื้อเยื่อไขมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีกรดไขมัน ไม่อิ่มตัวสูงในอาหาร (Forsythe *et al.*, 1980)

ไตรกลีเซอร์ไรด์ เป็นสารประกอบกลีเซอร์ไรด์ที่มีมากที่สุดในธรรมชาติ และเป็นเอสเทอร์ระหว่างกลีเซอรอล และกรดไขมัน 3 ตัว โดยธรรมชาติ พบว่ากรดไขมันทั้ง 3 ตัวอาจเป็นชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกัน และสารประกอบไตรกลีเซอร์ไรด์อาจเป็นของเหลว หรือของแข็ง ทำหน้าที่เป็นสารสะสมพลังงานที่สำคัญในร่างกาย (บุญล้อม, 2541) การสังเคราะห์ไตรกลีเซอร์ไรด์ในร่างกายเกิดได้ 2 วิธีดัง ภาพที่ 2-10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Figure2-10. The reaction of triglycerides biosynthesis (Voet and Voet, 1995).

การมีไตรกลีเซอร์ไรด์มาก ทำให้ร่างกายสร้าง acetyl CoA มากผิดปกติ ทำให้เกิดภาวะอ้วน (obesity) เพราะอะเซทติล โคเอ จะถูกนำไปสร้างเป็นไตรกลีเซอร์ไรด์สะสมตามเนื้อเยื่อไขมันใต้ผิวหนังมากกว่าปกติ อาจจะสะสมที่ตับได้ (อุษณีย์, 2538) จากการศึกษาของ Leseigneur-Meynier and Gandemer (1991) พบว่า องค์ประกอบของไขมันในกล้ามเนื้อส่วนใหญ่จะมีไตรกลีเซอร์ไรด์เป็นองค์ประกอบหลัก การที่ระดับไตรกลีเซอร์ไรด์เพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ปริมาณของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved