

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

2.1 อนุมูลอิสระ (Free radical)

อนุมูลอิสระ (Radical หรือ free radical) หมายถึง สารซึ่งมีอิเล็กตรอนที่ไม่มีคู่ออยู่ในวงรอบของอะตอมหรือโมเลกุล โดยให้ความสำคัญกับสารซึ่งมีออกซิเจนเป็นศูนย์กลาง คือ Hydroxyl radical, Superoxide และ Oxides ของ Nitrogen

โดยปกติสารเหล่านี้เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาในร่างกายอยู่แล้ว มักเกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่และร่างกายก็จะมีระบบในการต้านอนุมูลอิสระ แต่ถ้าร่างกายได้รับสารอนุมูลอิสระจากภายนอกมากเกินไป ตัวอย่างเช่น ได้รับจากกระบวนการประกอบอาหาร เช่น การย่างเนื้อสัตว์ที่มีส่วนประกอบของไขมันสูง การนำน้ำมันทอดอาหารที่อุณหภูมิสูงๆมาใช้ซ้ำ หรือจากสิ่งแวดล้อม เช่น แสงอาทิตย์ซึ่งมีรังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) การแผ่รังสี (Radiation) รังสีเอกซ์ (X-ray) นอกจากนี้ยังอาจได้รับจากมลพิษ เช่น คาร์บอนหรือ ก๊าซจากท่อไอเสียรถยนต์ ถ้าสารเหล่านี้มีมากกว่า ความสามารถของระบบสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย หรือในภาวะที่จำนวนสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายลดลง เช่น ผู้สูงอายุ ก็จะทำให้มีสารอนุมูลอิสระและสารที่ไม่ใช่อนุมูลอิสระเช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) ซึ่งมีออกซิเจนเป็นศูนย์กลางเช่นกัน โดยรวมเรียกว่า Reactive oxygen species (ROS) มากเกินไปก่อให้เกิดอันตรายได้ อนุมูลอิสระที่มากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อไขมัน (โดยเฉพาะ low density lipoprotein) โปรตีน หน่วยสารพันธุกรรม DNA และคาร์โบไฮเดรต ทำให้เพิ่มอัตราการเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลายชนิด โรคที่สำคัญและมีการศึกษากันมาก ได้แก่ โรคหลอดเลือดตีบ (Atherosclerosis) และแข็งตัว โรคสมองเสื่อม Alzheimer's disease หรือโรคความจำเสื่อม (Alzheimer) โรคไขข้ออักเสบ (Rheumatism) โรคความแก่ เป็นต้น (<http://variety.phuketindex.com/health>) ตัวอย่างของอนุมูลอิสระ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของอนุมูลอิสระและสัญลักษณ์

อนุมูลอิสระ		สัญลักษณ์
Radical	Superoxide anion radical	$O_2^{\cdot -}$
	Hydroxyl radical	$HO^{\cdot}$
	Peroxide radical	$ROO^{\cdot}$
	Peroxyl radical	$LOO^{\cdot}$
	Hydroperoxyl radical	$HOO^{\cdot}$
	Hydrogen radical	$H^{\cdot}$
	Methyl radical	$CH_3^{\cdot}$
	Nitric oxide	$NO^{\cdot}$
	Nitrogen dioxide	$NO_2^{\cdot}$
	Alkyl radical	$R^{\cdot}$
	Alkoxyl radical	$RO^{\cdot}$
	Glutathiyl radical	$GS^{\cdot}$
Non-radical	Hydrogen peroxide	H_2O_2
	Ozone	O_3
	Singlet oxygen	1O_2
	Peroxynitrite	$ONOO^{\cdot}$
	Lipid hydroperoxide	$LOOH$

อนุมูลอิสระนั้นมีหลายชนิด แต่ที่พบบ่อยและเป็นอันตรายในร่างกายคนเรา ได้แก่

1. $O_2^{\cdot -}$ (Superoxide) ส่วนมากเกิดจากออกซิเจนในร่างกายหรือไอโซน
2. $HO^{\cdot}$ (Hydroxyl radical) เกิดจากสภาวะที่เป็นมลพิษซึ่งจะมี H_2O_2 (Hydrogen peroxide)
3. $ROO^{\cdot}$ (Peroxide radical) เกิดจากสารประกอบพวก peroxide เช่น H_2O_2 (Hydrogen peroxide) หรือ $RO-OR$ (Alkyl peroxide)
4. $NO^{\cdot}$ (Nitric oxide) พบในอากาศที่เป็นมลพิษ
5. $ONOO^{\cdot}$ (Peroxynitrite) เกิดจากการรวมกันของ Superoxide กับ Nitric oxide

2.2 แหล่งกำเนิดอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ เกิดได้ 2 ทาง ได้แก่

1. เกิดจากภายในตัวเอง คือ เกิดจากการเผาผลาญของร่างกาย คนเราเริ่มถูกความชราโจมตีตั้งแต่แรกเกิด แต่ตอนที่ยังไม่เติบโตเต็มที่จนถึงวัยหนุ่มสาว เรายังผลิตสารต้านอนุมูลอิสระขึ้นมาได้มาก บางคนผลิตสารต้านอนุมูลอิสระได้น้อยก็แก่เร็ว

2. เกิดจากภายนอก คือ เกิดจากสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษ หรือเกิดมลภาวะ เช่น จากยาฆ่าแมลง สารเคมี รังสีบางอย่าง ฯลฯ ซึ่งบางอย่างร่างกายก็สามารถผลิตสารต้านอนุมูลอิสระได้เหมือนกัน เช่น อนุมูลอิสระตัวที่ร้ายที่สุด ชื่อ ไฮดรอกซิล (Hydroxyl) อาจทำให้เกิดมะเร็งได้ ร่างกายก็ผลิตสารชื่อ กลูตาไธโอน (Glutathione) ขึ้นมาแก้ไข (http://mbccenter.net.www.readyplanet.com/_tps14/marticle.php?id=87321)

2.3 ความสำคัญของอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระมีความสำคัญหลายประการ มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ซึ่งในกระบวนการของร่างกาย ขึ้นอยู่กับระดับของ ROS ในร่างกาย กล่าวคือ

ข้อดี มีระดับของ ROS ในร่างกายต่ำและมีผลต่อร่างกาย ตัวอย่างเช่น

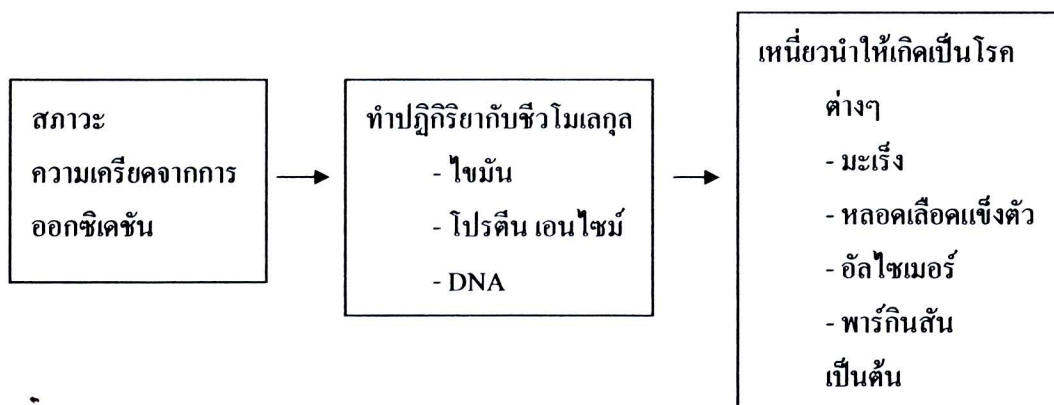
- ช่วยในกระบวนการเจริญเติบโตของร่างกาย เช่น เซลล์ของต่อมไทรอยด์จะมีการสร้าง Hydrogen peroxide เพื่อใช้จับอะตอมไอโอดีนเข้า Thyroglobulin ในกระบวนการสังเคราะห์ Thyroxine
- กระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของเซลล์
- ช่วยในกระบวนการภูมิคุ้มกันของร่างกาย เช่น Macrophages และ Neutrophil จะมีการสร้าง ROS เพื่อใช้กำจัดเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด โดยกระบวนการ Phagocytosis

ข้อเสีย มีระดับของ ROS ในร่างกายสูงและมีผลต่อร่างกาย ตัวอย่างเช่น

- ทำให้เกิดสภาวะความเครียดจากการออกซิเดชัน (Oxidative stress)
- รบกวนกระบวนการเผาผลาญของร่างกาย
- ทำลายชีวโมเลกุล เช่น โปรตีน ไขมัน และ DNA เป็นต้น

2.4 โรคที่มีสาเหตุมาจากสารอนุมูลอิสระ

เมื่อร่างกายได้รับสารอนุมูลอิสระ ทั้งเกิดจากกระบวนการต่างๆภายในร่างกายหรือจากปัจจัยอื่นๆ ภายนอกในร่างกายในปริมาณมากเกินไป จะทำให้เกิดผลกระทบต่อเซลล์และเซลล์ได้รับความเสียหาย ส่งผลต่อการทำงานของอวัยวะในร่างกาย เช่น โรคมะเร็ง (Cancer) โรคหลอดเลือดแข็งตัว (Atherosclerosis) โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer) เป็นต้น



รูปที่ 2.1 อนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับชีวโมเลกุล เหนี่ยวนำให้เซลล์และอวัยวะได้รับความเสียหาย เกิดเป็นโรคต่างๆ

2.5 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

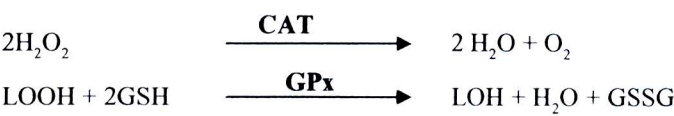
สารต้านอนุมูลอิสระ คือ โมเลกุลของสารที่สามารถจับกับอนุมูลอิสระและสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลสารอื่นๆได้ ปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาเคมีเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปยังตัวออกซิไดซ์ ปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถให้ผลิตภัณฑ์เป็นสารอนุมูลอิสระ (Free radical) ซึ่งสารอนุมูลอิสระเหล่านี้จะเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่และทำลายเซลล์ของร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระจะเข้าขุดปฏิกิริยาลูกโซ่เหล่านี้ด้วยการเข้าจับกับสารอนุมูลอิสระและยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยถูกออกซิไดซ์ ดังนั้นสารต้านอนุมูลอิสระจึงถือเป็นตัวรีดิวซ์ อาทิ ไทออล (Thiol) กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) และโพลีฟีนอล (Polyphenol)

2.6 กลไกการต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระยับยั้งอนุมูลอิสระโดยการให้หรือรับอิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ แล้วทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่สิ้นสุด เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระมีความคงตัวดังนั้นเมื่อทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระแล้วสารต้านอนุมูลอิสระจึงไม่กลายเป็นอนุมูลอิสระต่อ ซึ่งกลไกการต้านอนุมูลอิสระแบ่งได้ 2 แบบ ตามลักษณะการออกฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระคือ

1. ฤทธิ์ป้องกันอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มนี้ จะป้องกันไม่ให้เกิดอนุมูลอิสระตั้งแต่เริ่มต้นโดยยับยั้งไม่ให้เกิดอนุมูลอิสระที่เหนียวแน่นให้เกิดอนุมูลอิสระ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen-peroxide) และการเกิดโลหะทรานซิชัน สารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มนี้ได้แก่ เอนไซม์และโปรตีนในร่างกายที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น GSH CAT GPX เป็นต้น ดังสมการ



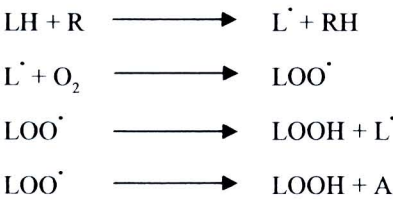
2. ฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มนี้ จะกำจัดอนุมูลอิสระโดยการยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ขั้นเริ่มต้น (Chain initial) และทำลายปฏิกิริยาลูกโซ่ในขั้นเพิ่มจำนวนอนุมูลอิสระ (Chain propagation) สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ วิตามินอี (Alpha-tocopherol) วิตามินซี (Ascorbic acid) ยูบิควิโนน (Ubiquinone) แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) และฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นต้น (<http://www.thai-linic.com/antioxidant.html>)

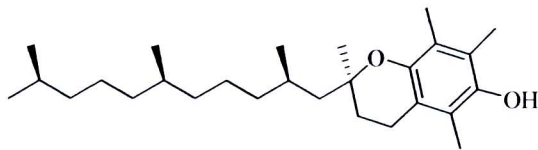
2.7 ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระ

วิตามินอี (Alpha-tocopherol)

วิตามินอีเป็นสารที่ละลายในไขมัน พบในพืชเท่านั้น เช่น พบมากในน้ำมันจากดอกคำฝอย รำ เมล็ดฝ้าย เมล็ดข้าวโพด และถั่วเหลือง และพบในปริมาณน้อยในน้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะกอก และพืชใบสีเขียวเกือบทุกชนิด วิตามินอีแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ โทโคฟีรอล (Tocopherol) และ โทโคไตรอีนอล (Tocotrienol) ซึ่งจะพบว่าแอลฟา-โทโคฟีรอล (Alpha-tocopherol) เป็นตัวที่มีฤทธิ์ของวิตามินอีแรงที่สุด ซึ่งโครงสร้างของวิตามินอีประกอบด้วยไอโซพรีนอยด์ (Isoprenoid) และ วงอะโรมาติก (Aromatic ring) ซึ่งทั้งสองโครงสร้างนี้ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยส่วนที่เป็นวงอะโรมาติกจะไปจับกับอนุมูลอิสระและช่วยในการป้องกัน Peroxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ส่วนไอโซพรีนอยด์จะช่วยทำให้เซลล์เมมเบรนมีความคงทนต่อปฏิกิริยา Fatty acyl chain ของ Polyunsaturated phospholipids กลไกในการป้องกันปฏิกิริยา Peroxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นดังสมการ



(AH: Vitamin E A: oxidized vitamin E)



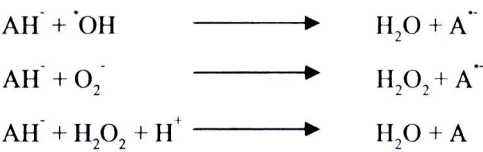
Alpha - tocopherol

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของวิตามินอี (Alpha-tocopherol)

เมื่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวถูกออกซิไดซ์จะได้อนุมูลอิสระออกมา จากนั้นมีการเติมออกซิเจนเข้าไปทำให้เปลี่ยนไปเป็นเปอร์ออกไซด์ และเปอร์ออกไซด์จะไปทำปฏิกิริยากับกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่อไป ทำให้ได้อนุมูลอิสระออกมา ซึ่งปฏิกิริยาเหล่านี้จะเกิดขึ้นติดต่อกันไปเรื่อยๆ แต่ถ้าหากมีการเติมวิตามินอีลงไปจับกับอนุมูลอิสระ แล้วจึงเปลี่ยนเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์

วิตามินซี (Ascorbic acid)

วิตามินซีเป็นวิตามินที่พบมากในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น ส้ม มะนาว มะขามป้อม เป็นต้น และนอกจากนี้ยังพบใน ลำไย มะเขือเทศ พริกหยวกและผักใบเขียว วิตามินซีเป็นสารที่มีฤทธิ์รีดิวซ์อย่างแรงจึงทำให้มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีผลต่อ Redox potential ของร่างกาย เมื่อกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ถูกออกซิไดซ์เป็นดีไฮโดรแอสคอร์เบต (Dehydroascorbate) และเป็นอนุมูลอิสระ Ascorbate ที่เรียกว่า Monodehydroascorbic acid สารตัวนี้แม้ว่าจะเป็นอนุมูลอิสระแต่ไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์ เนื่องจากจะไปทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยจะจับกับอนุมูลอิสระที่เกิดจากออกซิเจน ซึ่งปฏิกิริยาที่กรดแอสคอร์บิกทำกับอนุมูลอิสระเป็นไปดังสมการ

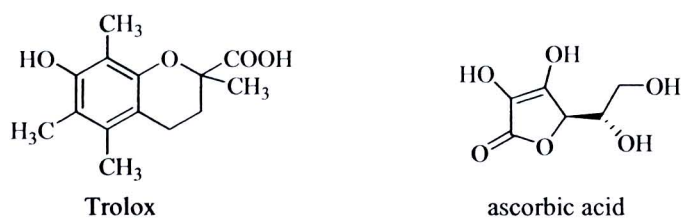


(AH[·] : Ascorbyl radical A[·] : Monodehydroascorbic acid A : Dehydro ascorbic acid)

ปฏิกิริยาเหล่านี้ (Molyneux, 2004) จะเกิดได้ดีเมื่อมีตัวรีดิวซ์ (Reducing agent) ชนิดอื่นอยู่ด้วยเช่น Gluta-thione และ NADH ที่จะช่วยเปลี่ยน A[·] เป็น AH[·]

โทรลอกซ์ (Trolox)

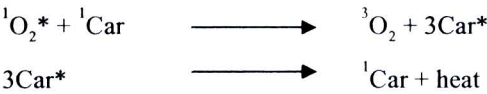
โทรลอกซ์เป็นรูปที่ละลายน้ำได้ของวิตามินอี โดยไฮโดรโฟบิกไซด์เชน (Hydrophobic side - chain) ถูกแทนที่ด้วยหมู่ไฮโดรฟิลิกคาร์บอกซิลิก (Hydrophilic Carboxylic group) จับกับ Peroxyl และอนุมูลอิสระ Alkoxy ได้ดี ภายหลังทำปฏิกิริยาจะกลายเป็น Trolox radical แล้วจะกลับเป็น Trolox



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของสารมาตรฐาน Trolox และ Ascorbic acid

เบต้าแคโรทีน (Beta - carotene)

เบต้าแคโรทีนพบมากในพืชที่มีสีเหลืองและสีส้ม เช่น หัวแครอท หัวผักกาดแดง มะเขือเทศ เป็นต้น เบต้าแคโรทีนเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามินเอ ซึ่งร่างกายมนุษย์สามารถเปลี่ยนเบต้าแคโรทีนไปเป็นวิตามินเอที่ตับและลำไส้ด้วยเอนไซม์ 15, 15 Beta-carotenoid deoxygenase เบต้าแคโรทีนสามารถยับยั้งปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ โดยอนุมูลอิสระที่มีพลังงานสูง (Singlet state, ¹O₂) จะถ่ายเทพลังงานให้กับเบต้าแคโรทีนที่มีอิเล็กตรอนในโครงสร้างสูงและสามารถดูดกลืนพลังงานได้ดี ทำให้ได้ออกซิเจนที่มีพลังงานต่ำลง (Triplet state, ³O₂) และเบต้าแคโรทีนพลังงานสูง (Triplet state, 3Car*) แล้วจากนั้นเบต้าแคโรทีนจะคายพลังงานออกมาในรูปความร้อน ซึ่งการยับยั้งปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระนี้จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของเบต้าแคโรทีนไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะใช้กลไกทางฟิสิกส์ไม่ใช่กลไกทางเคมี เป็นไปดังสมการ



2.8 สารจำพวกโพลีฟีนอล (Polyphenol)

1. แทนนิน (Tannin)

แทนนินเป็นสารในกลุ่มฟีนอล แทนนินสามารถตกตะกอนโปรตีนได้ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะเฉพาะของแทนนินที่แตกต่างจากสารฟีนอลตัวอื่นๆ แทนนินกำจัดอนุมูลอิสระโดยการให้อะตอมไฮโดรเจน แก่อนุมูลอิสระ และฤทธิ์ของแทนนินจะแปรผลโดยตรงกับจำนวนมอโนเมอร์ (Monomer) ที่มาจับกันเป็นโมเลกุล นั่นคือ ถ้าจำนวนหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl) ยิ่งมากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระยิ่งสูง

2. โอลิโกเมอร์ิก โปรแอนโธไซยานิดิน (Oligomeric proanthocyanidin)

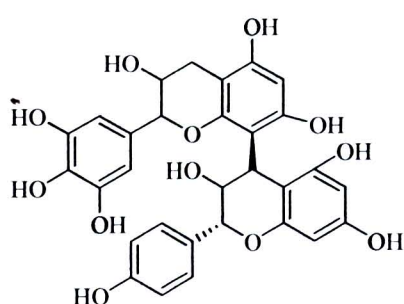
โอลิโกเมอร์ิกโปรแอนโธไซยานิดิน ประกอบด้วย flavan-3-ol 2-3 โมเลกุล เป็นสารในกลุ่มโพลีฟีนอล (Polyphenol group) พบได้ในทุกส่วนของพืช เช่น ในเปลือกไม้สน เมล็ดองุ่นและชาเขียว เป็นต้น ซึ่งเป็นสารไม่มีสี ไม่เป็นพิษ ดูดซึมได้ดีและออกฤทธิ์ได้ดี

3. เคอร์คิวรัม (Curcurnum)

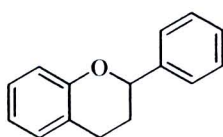
มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและต้านมะเร็ง ออกฤทธิ์ทำลายอนุมูลอิสระโดยการจับกับโลหะ และรักษาโรคผิวหนังจำพวกพุพองน้ำเหลืองเสีย เป็นสารที่พบในขมิ้น

4. ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid)

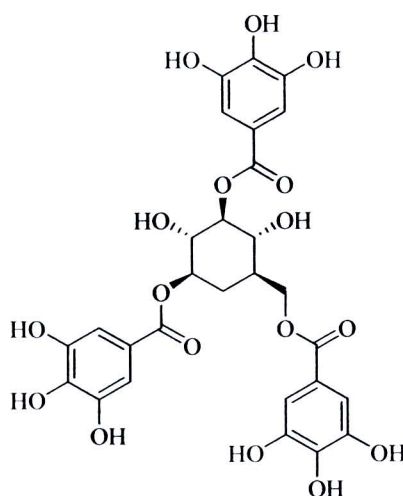
ฟลาโวนอยด์พบในพืชทั่วไปโดยเฉพาะพืชที่มีสี เช่น สีแดง สีม่วง สีเหลือง เป็นต้น เคยมีการศึกษาในถั่วเหลือง ข้าวบาร์เลย์ ชาดำ องุ่น กระเทียม เป็นต้นพบว่าฟลาโวนอยด์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระซึ่งมีกลไก คือให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระทำให้ปฏิกิริยานั้นหยุดลงและออกฤทธิ์ โดยการจับโลหะจึงส่งผลให้ฟลาโวนอยด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่แรง ภายหลังจากทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระแล้วฟลาโวนอยด์จะกลายเป็นอนุมูลอิสระของฟลาโวนอยด์แต่เนื่องจากโมเลกุลประกอบด้วยวงเบนซีนซึ่งมีอิเล็กตรอนวิ่งวนอยู่ในโมเลกุล ส่งผลให้อนุมูลอิสระนั้นเสถียร จึงไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์ร่างกาย (ชนวรรณ, 2549)



Oligomeric proanthocyanidin



Flavonoid



Tannin (C₂₇H₂₄O₁₈)

รูปที่ 2.4 โครงสร้างสารจำพวกฟีนอลิก

2.9 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชผักสมุนไพรด้วยวิธีต่างๆ

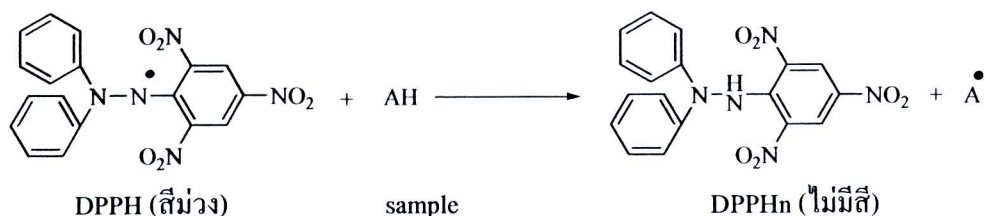
- ABTS assay
- DPPH assay
- FRAP assay
- ORAC assay
- Super oxide anion radical scavenging activity
- Hydroxyl radical scavenging activity

- Nitric oxide radical inhibition activity
- Xanthine oxidase method
- Inhibitory effects on erythrocyte hemolysis
- PCL assay
- TRAP method
- Cytochrome C test
- การทดสอบความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยา Lipid peroxidation

2.10 วิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ใช้ในงานวิจัย

1. 2, 2-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) assay

เป็นวิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยอาศัยหลักการแคลอริเมตรี (Colorimetry) ที่เกิดจากสารอนุมูลอิสระ DPPH ในเมทานอลทำปฏิกิริยากับสารสกัดหยาบของเห็ดป่ากินได้ในจังหวัดอุบลราชธานีที่ต้องการศึกษา ถ้าในสารสกัดนั้นมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะทำให้สารอนุมูลอิสระ DPPH ที่มีสีม่วงเปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองของสาร DPPH ในสภาวะที่เป็นกลาง ในการหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระทำได้โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm โดยมีหลักการทดลองดังสมการ



อนุมูลอิสระ DPPH เป็นสารประกอบที่มีอนุมูลอิสระไนโตรเจนในโครงสร้างและมีความเสถียรจากโครงสร้างเรโซแนนซ์ (Resonance) ลักษณะทางกายภาพเป็นของแข็งที่มีสีม่วง ทำหน้าที่

เป็นสารอนุมูลอิสระตั้งต้นในปฏิกิริยา เมื่อมีสารต้านอนุมูลอิสระ คือสารสกัดหยาบของสารตัวอย่าง จะให้อิเล็กตรอนตัวหนึ่งแก่สารตั้งต้นและเปลี่ยนไปเป็น DPPH ในสภาวะที่เป็นกลาง ซึ่งจะไม่มีสี ดังนั้นเราสามารถใช่ประโยชน์จากการที่ DPPH มีสีที่แตกต่างกัน ในรูปของอนุมูลอิสระ (DPPH สีม่วง) และรูปที่ไม่เป็นอนุมูลอิสระ (DPPH ไม่มีสี) นั่นคือปฏิกิริยาถูกยับยั้งที่อยู่ในสารสกัดของเห็ดป่ากินได้นั้นๆ แล้ว

วิธีนี้เป็นวิธีการที่ง่ายและถูกต้องในการวัดความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเห็ดป่ากินได้ แต่วิธีการนี้จะป็นวิธีที่บอกว่าสารนั้นมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระหรือไม่เท่านั้น แล้วควร

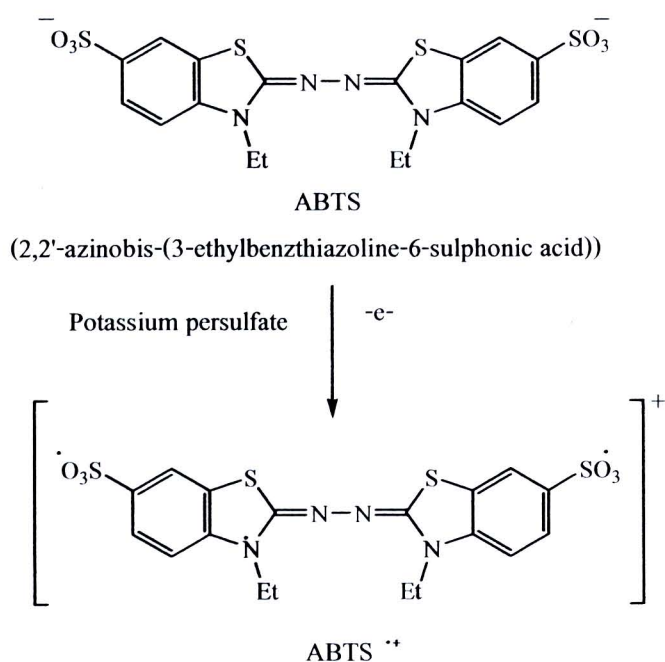
ทำการยื่นชั้นฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีอื่นร่วมด้วย เนื่องจากอนุมูล DPPH มีความคงตัวไม่ไวต่อปฏิกิริยาจึงไม่สามารถแยกแยะอนุมูลอิสระที่มีความไวสูงได้ อีกทั้งโครงสร้างทางเคมีของ DPPH นั้น อิเล็กตรอนเดี่ยวของอนุมูลอิสระจะถูกบดบังด้วยวงเบนซีน 3 วง และหมู่ไนโตร (Nitro group) ทำให้สารต้านอนุมูลอิสระที่มีขนาดใหญ่บางชนิดไม่สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยาขจัดอนุมูลอิสระหรือเกิดปฏิกิริยาช้ากว่าความเป็นจริง ทั้งที่สารต้านอนุมูลอิสระนั้นมีฤทธิ์ดีในการขจัดอนุมูลอิสระก็ตาม (Molyneux, 2004)

การแปลผล

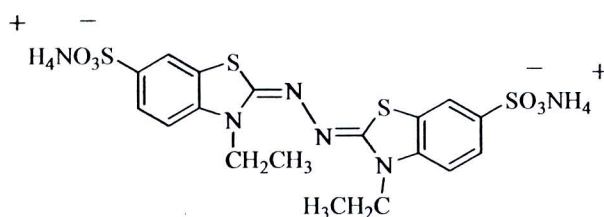
EC_{50} = Effective concentration of sample at 50% inhibition ซึ่งหาได้จาก Linear regression analysis ของ %inhibition และ concentration โดยถือว่าพืชมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เมื่อ $EC_{50} \leq 100 \mu\text{g/ml}$

2. ABTS Radical Cation Scavenging Activity assay

วิธีนี้เป็นวิธีวัดทางอ้อมโดยใช้สาร 2, 2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) หรือ ABTS มีสูตรโมเลกุล $C_{18}H_{18}N_4O_6S_4$ มาทำให้เป็นอนุมูลอิสระโดยการถูกออกซิไดซ์ด้วยโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (Potassium persulphate) ให้กลายเป็น $ABTS^{+ \cdot}$ ซึ่งเป็นอนุมูลที่มีสีฟ้า-เขียว มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 660 734 และ 820 nm แต่จะนิยมวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 nm โดยปรับค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้น $ABTS^{+ \cdot}$ ให้เป็น 0.700 ± 0.02 เมื่อเติมสารทดสอบที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะทำให้ $ABTS^{+ \cdot}$ ลดลง ซึ่งทำให้สีจางลง ดังสมการ



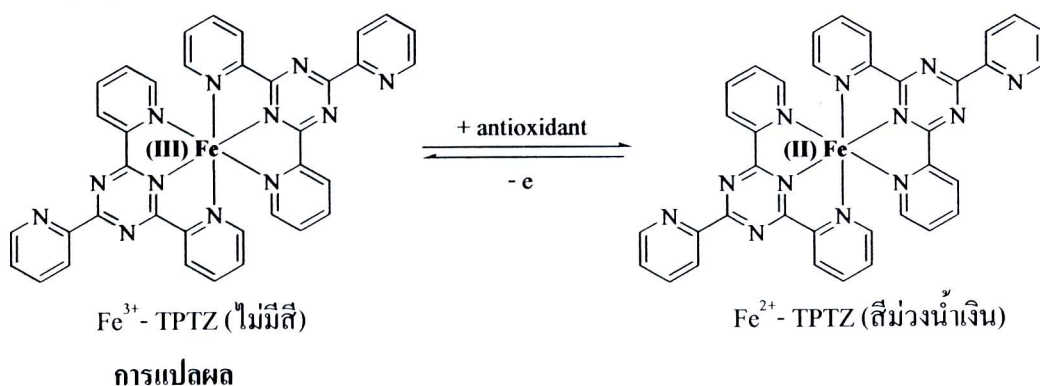
ข้อดีของวิธีนี้ คือ เป็นวิธีที่ง่าย อนุมูล $\text{ABTS}^{\cdot+}$ จะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับสารต้านอนุมูลอิสระ อนุมูล $\text{ABTS}^{\cdot+}$ ละลายได้ทั้งในน้ำและสารทำละลายอินทรีย์ จึงทำให้ศึกษาได้ทั้งในสารที่ละลายในน้ำหรือละลายในไขมัน ส่วนข้อเสียของวิธีนี้ คือ ABTS ไม่เป็นสารตามธรรมชาติที่ก่อให้เกิดอนุมูลในเซลล์หรือร่างกาย โดยโครงสร้าง $\text{ABTS}^{\cdot+}$ มีลักษณะโครงสร้างดังรูปที่ 2.5 (http://www.irpus.org/project_file/2547_2006-08-23_R10003-47.pdf)



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของ ABTS (2, 2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid))

3. Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) assay

FRAP เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการวัดความสามารถของสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยอาศัยกระบวนการ Reduction จาก 2, 4, 6-tripyridylstriaizine complex (Fe^{3+} - TPTZ) ไปเป็น Ferrous form (Fe^{2+} - TPTZ) ในปฏิกิริยา Redox-linked colorimetric method ซึ่ง Ferrous form ในปฏิกิริยาจะมีสีน้ำเงิน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 nm (http://www.thapra.lib.su.ac.th/object/thesis/fulltexttext/snamcn/Preeyanan_Buasod/Chapter 1.pdf) ซึ่งค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จะแปรผันตรงกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างในเชิงเส้นตรง ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีทดสอบที่ง่าย ใช้เวลาน้อย ประหยัดค่าใช้จ่ายเนื่องจากสารเคมีที่ใช้มีราคาไม่แพงและเตรียมง่าย ที่สำคัญค่าที่วัดได้มีความถูกต้องแม่นยำ (http://www.irpus.org/project_file/2547_2006-08-23_R10003-47.pdf)



FRAP Value เป็นการวัดค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของพืชตัวอย่าง โดยคำนวณค่าเป็น μmol เมื่อเทียบกับวิตามินซี

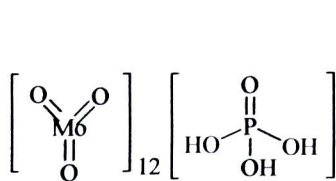
4. Total phenolic compound

สารประกอบฟีนอลิกรวมเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากในพืชผัก ผลไม้ สารประกอบฟีนอลิกรวมได้แก่ พวกโมเลกุลอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (Phenolic acid) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) จนถึงโครงสร้างพอลิเมอร์ที่ซับซ้อน เช่น ลิกนิน (Lignin) และแทนนิน (Tannin) เป็นต้น โครงสร้างทั่วไปของสารประกอบฟีนอลิกรวม ประกอบด้วยโครงสร้างที่เป็นวงอะโรมาติก (Aromatic ring) และมีหมู่แทนที่เป็นหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group) โดยมากเป็นสารที่มีขั้วละลายในตัวทำละลายจำพวกแอลกอฮอล์ได้ดี กลไกของสารประกอบฟีนอลิกรวมที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คือ เมื่อมีอนุมูลอิสระมาดึงอิเล็กตรอนไป แต่ในโครงสร้างมีอิเล็กตรอนหนาแน่นจึงสามารถเกิดการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนไปทั่วโครงสร้าง (Delocalization) ทำให้โครงสร้างเสถียรไม่เกิดเป็นอนุมูลอิสระต่อไป ดังนั้นถ้าหากพืชมีองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกรวมเป็นปริมาณมากแสดงถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระนั้นได้

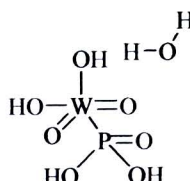
การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method โดย Phenolic compound จะทำปฏิกิริยาเชิงซ้อนกับ Phosphotungstic และ Phosphomolybdic acid ที่มีอยู่ในสารเคมี วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 nm โดยใช้กรดแทนนิก (Tannic acid) เป็นสารมาตรฐาน แล้วคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในรูปมิลลิกรัมของ Tannic acid equivalent (TAE) ต่อสารสกัดพืชตัวอย่าง 1 กรัม (Pulido, 2000)

การแปลผล

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมคำนวณค่าในหน่วย มิลลิกรัมเทียบเท่า Tannic acid ต่อสารสกัดพืช 1 กรัม



Phosphomolybdic acid



Phosphotungstic acid hydrate

รูปที่ 2.6 โครงสร้าง Phosphotungstic และ Phosphomolybdic acid

2.11 ข้อมูลของเห็ดป่ากินได้จำนวน 20 ชนิด ในจังหวัดอุบลราชธานีที่นำมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

1. เห็ดผึ้งเหลือง



ชื่อสามัญ : เห็ดตับเต่า (ผึ้งคราม)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Boletus colossus* Heim sp.

ชื่อวงศ์ : BOLETACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ลักษณะมีสีเหลืองรูปร่างแบบกรวยสั้น ไม่มีนํ้ายาง ผิวมีลักษณะเป็นริ้วหรือจิบ เนื้อหมวกมีลักษณะแข็งหนา ครีบริ้วมีสีเหลืองอ่อนๆ ครีบริ้วยาวลงไม่ติดก้าน ครีบริ้วเรียงตัวแบบสั้น ขอบของครีบริ้ว ก้านสีเหลืองเป็นรูปทรงกระบอก ผิวก้านเป็นสันนูน ส่วนประกอบอื่นๆ มีปมราดครากเทียม ก้านมีความเปราะ ไม่มีเยื่อหุ้มโคน และไม่มีวงแหวนรอบดอกเห็ด สีน้ำตาลใส ลักษณะพิเศษ มีสีเหลือง มีกลิ่นหอมเล็กน้อย รับประทานได้มักขึ้นบริเวณดินร่วนปนทรายและบริเวณโล่งที่มีไม้พุ่มขึ้นประปราย

ฤดูกาล : ในเดือน มิถุนายน - ตุลาคม

สรรพคุณทางยา : เป็นเห็ดที่นำมาต้มจะมีสารเมือกที่ออกมาจากเห็ด ซึ่งเป็นสารที่มีคุณค่าอย่างมาก เรียกสารนี้ว่า "พอลิแซคคาไรด์" อันที่จริงสารนี้มีคุณสมบัติเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง คนทั่วไปก็อาจคิดว่าเป็นแป้งธรรมดาๆ เท่านั้นเองบำบัดอาการปวดหลัง ปวดข้อ ปวดเส้นเอ็นและกระดูก

(<http://www.dnp.go.th/foremic/fmo/ediblemushroom.htm>)

2. เห็ดผึ่งนกยูง



ชื่อสามัญ : เห็ดคนกยูง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Macrolepiota dolichaula* (Bedrk.& Br.) Pegler & Rayner.

ชื่อวงศ์ : AGARICACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมวกเห็ดมีรูปทรงโค้งคล้ายกระจกนูน ผิวปกคลุมไปด้วยสะเก็ด และ
 คุ่มขนเล็กๆ สีน้ำตาล ริมขอบเป็นแนวร่องละเอียด เนื้อเยื่อภายในสีขาว เมื่อผ่าออกจะเปลี่ยนเป็นสี
 น้ำตาล ปลายครีบไม้แตะกับก้าน ภายในกลวง เพราะ สีน้ำตาลอ่อน เมื่อกรีดลงไปบนก้านจะ
 เปลี่ยนเป็นสีแดง วงแหวนไม่ติดกับก้านแน่น ค่อนข้างห่างโคนกลม

ฤดูกาล : พบในบริเวณที่ชื้น หลังฝนตก 2-3 วันแล้วมีแดดจัด อากาศร้อนอบอ้าว พบตลอดช่วงฤดูฝน
 สรรพคุณ : แพทย์แผนโบราณของไทย นำเอามาปรุงเป็นยาใช้ในการรักษาโรคได้ช้านาน โดยเห็ด
 มีคุณสมบัติเป็นสมุนไพรที่ใช้ในการบำรุงกำลัง บำรุงตับ และบำรุงปอด (<http://www.dnp.go.th/foremic/fmo/ediblemushroom.htm>)

3. เห็ดผึ่งข้าว



ชื่อสามัญ : เห็ดตับเต่าขนมปิ้งกะโหลก

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Suillus tomentosus*

ชื่อวงศ์ : GOMPHIDAICEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมวกเห็ด รูปกระทะคว่ำสีน้ำตาลอ่อน ผิวเรียบหนืดมือเมื่อเปียกชื้น
 ด้านล่างมีรูเล็กๆขาวสีขาวนวล แล้วเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียวหรือเหลืองอมน้ำตาล ก้านสีขาวนวล

หรือน้ำตาลอ่อน โคนโป่งออกเป็นกระเปาะตอนบนมีผิวเรียบเป็นลายตาข่ายสีขาวหรือสีเนื้อ เนื้อในเห็ดสีขาวก้านดอกเห็ดมีลักษณะอ้วนสั้นขึ้นเป็นดอกเดี่ยวและอยู่กันเป็นกลุ่มบนพื้นดิน กลุ่มละ 3-4 ดอก ในป่าแล้ง ป่าเบญจพรรณ

ฤดูกาล : พบในบริเวณที่ชื้น หลังฝนตกหนัก 2-3 วัน ร้อนอบอ้าวช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน

สรรพคุณ : แพทย์แผนโบราณของไทย นำเอามาปรุงเป็นยาใช้ในการรักษาโรคได้ช้านาน เป็นสมุนไพรที่ใช้ในการบำรุงกำลัง บำรุงตับ และบำรุงปอดไปด้วยกันบำรุงร่างกาย กระจ่ายโลหิตขับพิษร้อนภายในร่างกาย (<http://www.dnp.go.th/foremic/fmo/ediblemush-room.htm>)

4. เห็ดผึ้งขาลาย



ชื่อสามัญ : กระบองเพชรเหลือง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Boletellus ressellii* (Frost) Gilb.

ชื่อวงศ์ : BOLETACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมวกนูนเรียบแล้วปริแตกเป็นเกล็ด น้ำตาลอมเหลือง สันคมแดงไปจนถึงเขียวมะกอกหรือน้ำตาล รูเมื่อแก่รอรอบก้านจะเปลี่ยนจากเหลืองเป็นเขียวมะกอกเมื่อดอกแก่ ปากกว้างใหญ่และเป็นรูปเหลี่ยม เหลืองแล้วเปลี่ยนเป็นเขียวมะกอก เนื้อเหลือง พบบริเวณบนพื้นดินในป่าผลัดใบ

ฤดูกาล : ฤดูฝน

มีสรรพคุณ : แพทย์แผนโบราณของไทย นำเอามาปรุงเป็นยาใช้ในการรักษาโรคได้ช้านาน มีคุณสมบัติเป็นสมุนไพรที่ใช้ในการบำรุงกำลัง บำรุงตับ และบำรุงปอดไปด้วยกันบำบัดอาการปวดหลัง ปวดข้อ ปวดเส้นเอ็นและกระดูก (http://www.biogang.net/content_detail.php?menu=biodiversity&uid=701&id=25417)

5. เห็ดผึ้งชาด



ชื่อสามัญ : ดับแต่น้ำตาลลายกระ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Boletellus chrysenteroides* (Shell) Sing.

ชื่อวงศ์ : BOLETACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมวกนูนแห้ง น้ำตาลดำแล้วเป็นน้ำตาลเข้ม ดอกอ่อนมีขนกำมะหยี่ สีเดียวกัน เมื่อบานออกผิวปริแตกเห็นเนื้อเห็ดเหลืองอ่อน ปากรูกว้างเหลืองอ่อนถึงเหลืองอมเขียว เปลี่ยนเป็นน้ำเงินเมื่อช้ำก้านเรียวยาวลงไปที่โคนเล็กน้อย เหนียว น้ำตาลอ่อนตอนบนน้ำตาลแดงถึงน้ำตาลดำตอนล่างมีขนหรือเกล็ดตั้งขึ้นเนื้อ เหียงอ่อน เปลี่ยนเป็นน้ำเงินเมื่อช้ำ เกิดกระจายบนไม้พุ่มบนพื้นดินและโคนต้นไม้ในป่าดิบ

ฤดูกาล : ฤดูฝน

มีสรรพคุณ : รับประทานแล้วเป็นยาบำรุงร่างกาย บำรุงกำลัง กระจายโลหิต ขับพิษร้อนภายในดีมาก บำบัดอาการปวดหลัง ปวดข้อ ปวดเส้นเอ็นและกระดูก (http://www.biogang.net/content_detail.php? menu=biodiversity&uid=701&id=25417)

6. เห็ดผึ้งแดง



ชื่อสามัญ : ตาทิพย์หรือดับแต่น้ำทิเบต

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Aureoboletus thibetanus* (Pat.) Hongo and Nagasawa.

ชื่อวงศ์ : BOLETACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมวกนูนแล้วแบน เหนียวหนืดมีสีน้ำตาลอมม่วงแดงปากฐานเกือบกลม เหลืองสดแล้วเป็นเหลืองอมเขียวก้านโคนใหญ่กว่าตอนบน แดงอมชมพู มีรอยย่นและตาข่ายยาวบางเนื้อขาวแล้วเปลี่ยนเป็นขาวอมชมพูสปอร์ทรงรียาวเรียบผนังบาง น้ำตาลอมเขียวหม่น พบบนพื้นดินในป่าผลัดใบและป่าสน

ฤดูกาล : ฤดูฝน

มีสรรพคุณ : รับประทานแล้วเป็นยาบำรุงร่างกาย บำรุงกำลัง กระจายโลหิต ขับพิษร้อนภายในดีมาก บำบัดอาการปวดหลัง ปวดข้อ ปวดเส้นเอ็นและกระดูก ([http://www.biogang.net/content_detail.php? menu =biodiversity&uid=701&id=25417](http://www.biogang.net/content_detail.php?menu=biodiversity&uid=701&id=25417))

7. เห็ดปลวกตาบ



ชื่อสามัญ : เห็ดปลวกตาบ เห็ดปลวกแม่หม้าย

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Termitomyces* sp.

ชื่อวงศ์ : TRICHOLOMATACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมวกดอกมีสีน้ำตาลอ่อนหรือสีน้ำตาลอมครีม กลางหมวกดอกมีลักษณะนูนขึ้นเล็กน้อยและมีสีน้ำตาลเข้ม ผิวหมวกดอกมีลักษณะคล้ายเส้นใยเรียงตัวกันตามยาวจากกลางหมวกดอกถึงปลายขอบหมวกดอก ลักษณะเนื้อภายในก้านดอกคล้ายเส้นใยอัดตัวกันแน่นเรียงตัวตามยาว

ฤดูกาล : ฤดูฝน ช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนสิงหาคม

มีสรรพคุณ : ช่วยเจริญอาหาร บำรุงกำลัง แก้บิด แก้คลื่นไส้ อาเจียน แก้ไอ ละลายเสมหะ การทดลองทางเภสัชศาสตร์พบว่า น้ำที่สกัดจากเห็ดโคนสามารถยับยั้งเชื้อโรคบาง ชนิด เช่น เชื้อไทฟอยด์ (อนงค์, 2551)

8. เห็ดปลวกแดง



ชื่อสามัญ : โคนปลวกหมวกแหลม

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Termitomyces grobuslus* Heim et Grooss.

ชื่อวงศ์ : TRICHOLOMATACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมวกเห็ดสีน้ำตาลหม่นอมเหลือง เนื้อเป็นเส้นใยหยาบสีขาว ประสานกันแน่น เหนียวและแข็ง โคนก้านใหญ่แล้วเรียวลงไปจนถึงรังปลวก ผิวรากสีน้ำตาลดำเป็นชั้นบางๆหุ้มอยู่ สปอร์รูปรีใส ผิวเรียบมันเงา ลักษณะพิเศษ ก้านดอกยาวสั้น มีรากเทียมยาวบริเวณโคนเป็นกระเปาะขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับก้านดอก เมื่อสุกเนื้อแน่น มีรสหวาน นิเวศวิทยา บริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นป่าที่มีความชื้นสูงโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนเห็ดจะพบอยู่ใกล้ๆ กับจอมปลวก และมีใบไม้แห้งปกคลุม พืชขึ้นต้นที่อยู่ใกล้ๆ ได้แก่ ต้นเต็งรัง ชาด กุง เห็ดอยู่เป็นดอกเดี่ยวกระจาย

ฤดูกาล : เดือนสิงหาคม -พฤศจิกายน

มีสรรพคุณ : ช่วยเจริญอาหาร บำรุงกำลัง แก้บิด แก้กลิ้นไส้ อาเจียน แก้ไอ ละลายเสมหะ การทดลองทางเภสัชศาสตร์พบว่า น้ำที่สกัดจากเห็ดโคนสามารถยับยั้งเชื้อโรคบาง ชนิด เช่น เชื้อไทฟอยด์ (อนงค์, 2551)

9. เห็ดปลวกข้าวตอก



ชื่อสามัญ : เห็ดโคน ชื่อพื้นเมือง เห็ดปลวกฟาน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Termitomyces clypeatus* Heim.

ชื่อวงศ์ : TRICHOLOMATACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมวกรูปกระดิ่งยอดแหลมแล้วนูน แต่ยังคงยอดแหลมไว้กลางหมวก เป็นมันเงาเรียบ ขอบงอลง เป็นคลื่นและมักฉีกขาด มีสีน้ำตาลอมเทาไปจนถึงน้ำตาลอมเหลือง สีจางลงไปที่ขอบหมวก เนื้อเป็นเส้นใยหยาบสีขาวประสานกันแน่น เหนียวและแข็ง โคนก้านใหญ่แล้วเรียวลงไปจนถึงรังปลวก ผิวรากสีน้ำตาลดำเป็นชั้นบาง ๆ หุ้มอยู่ สปอร์รูปรีใส ผิวเรียบผนังบาง ลักษณะพิเศษ ก้านดอกยาวสั้น มีรากเทียมยาว บริเวณโคนเป็นกระเปาะขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับก้านดอก เมื่อสุกเนื้อแน่น มีรสหวาน นิเวศวิทยา บริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นป่าที่มีความชื้นสูงโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนเห็ดจะพบอยู่ใกล้ๆ กับจอมปลวก และมีใบไม้แห้งปกคลุมพืชขึ้นต้นที่อยู่ใกล้ๆ ได้แก่ ต้นเต็ง รัง ชาติ กุ้ง เห็ดอยู่เป็นดอกเดี่ยวกระจาย

ฤดูกาล : เดือนสิงหาคม - พฤศจิกายน

สรรพคุณ : ช่วยเจริญอาหาร บำรุงกำลัง แก้บิด แก้กลิ้นไส้ อาเจียน แก้ไอ ละลายเสมหะ การทดลองทางเภสัชศาสตร์พบว่า น้ำที่สกัดจากเห็ดโคนสามารถยับยั้งเชื้อโรคบาง ชนิด เช่น เชื้อไทฟอยด์ (อนงค์, 2551)

10. เห็ดหน้าเห่า



ชื่อสามัญ : เห็ดก่องหน้ามวง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Russula cyanoxantha* Schaeff ex.

ชื่อวงศ์ : RUSSULACEA

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : สีม่วง รูปร่างแบบกรวยตื้น ขอบหมวกเป็นคลื่นเมื่อมองจากด้านบน มองจากด้านล่างเห็นครีบงอขึ้น ผิวมีลักษณะเป็นเกล็ด เนื้อหมวกมีความเปราะ เมื่อชำหรือมีบาดแผลไม่เปลี่ยนสี ครีบสีเหลืองกลางครีบกว้างไม่ติดก้าน ครีบเรียงตัวแบบสั้น ครีบบาง ขอบครีบเรียบ ก้านเป็นรูปทรงกระบอก ผิวก้านเรียบ ก้านมีความเปราะ ไม่มีเยื่อหุ้มโคน และไม่มีวงแหวนรอบดอกเห็ด สปอร์ค่อนข้างกลมสีเขียว ลักษณะพิเศษ บริเวณหน้าเห็ดมีสีมวง เวลาบานเต็มทีคล้ายกรวยก้นตื้น

ตรงกลางหมวกเว้าลงไปเล็กน้อย นิเวศวิทยา บริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นพื้นที่มีดอกไม้ผุพัง หรือใบไม้
หล่น มีความชื้นสูง ไม่ขึ้นต้นใกล้บริเวณนั้นได้แก่ ต้นเต็ง ต้นชาด

ฤดูกาล : ฤดูฝนพบในเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม (อนงค์, 2551)

สรรพคุณทางยา : -

11. เห็ดเผาะฝ้าย



ชื่อสามัญ : เห็ดเผาะ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan.

ชื่อวงศ์ : ASTRAEACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ดอกเห็ดอ่อนมีรูปร่างกลมผิวเรียบหรือขรุขระเล็กน้อย สีของดอกเห็ดไม่
เปลี่ยนแปลงคงเป็นสีขาวตลอดไปหรืออาจคล้ำลงบ้างเล็กน้อยเห็ดชนิดนี้มีเปลือก 2 ชั้น เปลือกนอก
เวลาแก่จะบานออกและจะเผยให้เห็นเปลือกชั้นในที่เป็นรูปกลมสีขาวเปลือกชั้นนอกและชั้นในจะ
บางกว่าเห็ดเผาะทั่วไปเล็กน้อยเปลือกชั้นนอกเมื่อแห้งจะแข็งแล้วจะมีรอยแตกตามขวางมากอาจมี
กลีบดอกแตกแยกมากกว่า 9 แฉกเวลาแห้งแข็งปลายปิดงอโค้งเข้าแต่ถ้าถูกน้ำก็จะงอเข้าเห็ดเป็น
ก้อนกลมสีขาวมีเส้นใยคล้ายฝ้ายขึ้นเป็นดอกกลุ่มบนพื้นดินในป่าเต็งรัง([http://www.biogang.net/
content_detail.php?menu=biodiversity&uid=701&id=25417](http://www.biogang.net/content_detail.php?menu=biodiversity&uid=701&id=25417))

ฤดูกาล : พบในบริเวณที่ค่อนข้างแห้ง หลังฝนตก 2-3 วัน อากาศร้อนอบอ้าว พบในช่วงเดือน

พฤษภาคม-มิถุนายน

สรรพคุณ : เห็ดสมุนไพร รสเย็นหวาน บำรุงกำลัง แก้ไข้ใน ([http://www.thapra.lib.su.ac.th/object/
thesis/fulltext/snamcn/Preeyanan_Buasod/Chapter 1.pdf](http://www.thapra.lib.su.ac.th/object/thesis/fulltext/snamcn/Preeyanan_Buasod/Chapter 1.pdf))

12. เห็ดเผาะหนัง



ชื่อสามัญ : เห็ดเผาะ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Geastrum saccatum* Fr.

ชื่อวงศ์ : GEASTRACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ดอกเห็ดอ่อนมีรูปร่างกลมผิวเรียบสีขาวหรือมีรอยเปื้อนดินผิวด้านนอกของเห็ดเผาะจะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลอ่อนจนไปเป็นสีน้ำตาลแก่ มีเนื้อเหนียวและแข็งขึ้น เห็ดเผาะ มีเปลือก 2 ชั้น เปลือกชั้นนอกประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2-3 ชั้น เห็ดเป็นก้อนกลม เกิดเป็นกลุ่มบนพื้นดินในป่าเต็งรัง

ฤดูกาล : พบในบริเวณที่ชื้น หลังฝนตกหนัก 2-3 วัน และแดดร้อน อากาศร้อนอบอ้าว พบในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน

สรรพคุณ : เห็ดสมุนไพร รสเย็นหวาน บำรุงกำลัง แก้ไข้ในหยุดการไหลของเลือด สมานแผล ลดอาการบวม ลดอาการคันนิ้วมือ นิ้วเท้า ลดไข้อาการร้อนใน (http://www.thapra.lib.su.ac.th/object/thesis/fulltexttext/snamcn/Precyanan_Buasod/Chapter 1.pdf)

13. เห็ดถ่าน



ชื่อสามัญ : เห็ดถ่าน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Russula* sp.

ชื่อวงศ์ RUSSULACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมวกเห็ดสีนวลขาว กลางหมวกเว้าตื้นผิวเรียบและเหนียวเมื่อจับแล้วค่อยๆ แห้งไป เนื้อบางสีขาว ครีบก้นขาวนวล บางและแคบ ยึดติดกับก้านและเรียงชิดกัน สีของดอกเห็ดจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและสีดำ เมื่อฉีกขาดหรือชำเนื่อในเห็ดจะเปลี่ยนสีได้เร็วขึ้นดอกคล้ายกรวย เมื่อสัมผัสจะมีสีดำ เกิดเป็นดอกเดี่ยว หรือเกิดเป็นกลุ่มบนพื้นดิน ในป่าโปร่ง ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ

ฤดูกาล : พบในบริเวณที่ชื้น หลังฝนตกหนัก 2-3 วัน อากาศร้อนอบอ้าวพบในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน

สรรพคุณ : เห็ดถ่านใหญ่เป็นเห็ดที่รับประทานได้ รสชาติดีเป็นที่นิยมบริโภคของชาวบ้าน

และขายได้ราคาแพง (<http://www.dnp.go.th/foremic/fmo/ediblemushroom.htm>)

14. เห็ดระโงกขาว



ชื่อสามัญ : เห็ดไข่

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Amanita* sp.

ชื่อวงศ์ : AMANITACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ดอกเห็ดอ่อนมีเชื้อหุ้มหนารูปไข่ เมื่อเจริญขึ้นผิวด้านบนปริแตกออกเป็นรูปไข่ สีเหลืองอ่อนหรือขาวนวล เมื่อบานกางออกเป็นรูปกระจุกแล้วแบนราบ โดยรอบเห็นชัดเจนตั้งแต่เริ่มโผล่ออกจากเชื้อหุ้มดอกเห็ด บางดอกมีเชื้อหุ้มเป็นแผ่นใหญ่ติดอยู่บนหมวก หลุดง่าย ภายในสีขาว เนื้อเป็นเส้นใยหยากๆ เปราะและหักง่าย กระจายทั่วไปบนพื้นดินในป่าเต็งรัง

ฤดูกาล : พบในบริเวณที่ชื้น หลังฝนตก 2-3 วันแล้วมีแดดจัด อากาศร้อนอบอ้าว ในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน

สรรพคุณ : มีฤทธิ์ไปกระตุ้นการทำงานของระบบสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันทำงานได้ดีขึ้น ก็เท่ากับช่วยให้ร่างกายแข็งแรงขึ้นเป็นยาอายุวัฒนะอย่างหนึ่ง (<http://www.dnp.go.th/foremic/fmo/ediblemushroom.htm>)

15. เห็ดตีนแรด, เห็ดคะนองช้าง



ชื่อสามัญ : เห็ดจั่น

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Tricholoma crassum* Berk.

ชื่อวงศ์ : TRICHOLOMATACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมวกเห็ดสีขาวหม่นหรือขาวนวล รูปกระทะคว่ำ โคนใหญ่เป็นกระเปาะ ผิวหยาบเล็กน้อยเกิดดอกเดี่ยว หรือโคนติดกันเป็นกลุ่มตามดินใกล้โคนไม้ประจูดูไม้กระบก ในป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง

ฤดูกาล : พบในบริเวณที่ชื้น หลังฝนตกและอากาศร้อนอบอ้าว พบตลอดฤดูฝน

สรรพคุณ : ยับยั้งเซลล์มะเร็ง คู่มือระบบการไหลเวียนของโลหิต ลดอาการขับเหงื่อที่มากเกินไปจากการใช้ยา ฟันฟูหลังบรรเทาอาการกระเพาะอักเสบ (<http://www.music-parks.com/2857>)

16. เห็ดระโงกแดง เห็ดระโงกฟาน



ชื่อสามัญ : เห็ดไข่แดง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Amanita caesarea* (Fr.) Schw.

ชื่อวงศ์ : AMANITACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ดอกเห็ดอ่อนมีเชื้อหุ้มหนา รูปไข่ สีขาว เมื่อเจริญขึ้นผิวด้านบนปริแตกออกเป็นรูปถ้วยติดอยู่ที่โคนก้าน หมวกเห็ดรูปไข่ สีแดงหรือแดงอมส้ม เมื่อบานกางออกเป็นรูปกระทะคว่ำแล้วแบนราบ ผิวเป็นมัน โดยรอบเห็นชัดเจน

ฤดูกาล: ในประเทศไทยพบทางภาคเหนือ ขึ้นบนพื้นดินในป่าก่อและป่าสน กินได้ ในต่างประเทศพบในอเมริกาและเม็กซิโก

สรรพคุณ: หนูเคยยั้งการเติบโตของเนื้อร้าย (<http://www.dnp.go.th/foremic/fmo/ediblemushroom.htm>)

17. เห็ดไค



ชื่อสามัญ : เห็ดหล่มกระเขี้ยว

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Rusula virescens* Fr.

ชื่อวงศ์ : RUSSULACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ดอกเห็ดอ่อนสีขาวนวล ผิวหมวกเห็ดเรียบ เมื่อบานรูปร่างคล้ายกรวย ตรงกลางหมวกเว้าลงเล็กน้อย สีน้ำตาลอ่อน หรือสีเนื้อ เนื้อหมวกหนาด้านล่างหมวกมีริ้วเรียงกันเป็นรัศมี ก้านดอกมีลักษณะกลมใหญ่ โคนก้านดอกเรียวเล็กกว่าด้านบนเล็กน้อย ผิวด้านนอกสีขาวนวลและเรียบ เมื่อกระทบแสงไฟในตอนกลางคืนจะเรืองแสง

ฤดูกาล : ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม

สรรพคุณ : รักษาโรคตาเพลีย ตาอ่อนล้า ขับความร้อนออกจากตับ กระจายพลังงานส่วนเกิน ระบบการไหลเวียนต่างๆของสตรี ระวังไม่กินมากจนเกินไปบำรุงสายตา บำรุงตับลดไข้ บำรุงร่างกาย และบำรุงเลือดลม (http://www.thapra.lib.su.ac.th/object/thesis/fulltexttext/snamcn/Preeyanan_Buasod/Chapter 1.pdf)

18. เห็ดมันปูใหญ่



ชื่อสามัญ : เห็ดมันปู

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cantharellus cibarius* Fr.

ชื่อวงศ์ : CANTHARELLACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เห็ดมันปูใหญ่ มีสีเหลืองหรือสีเหลืองอมแสด มีรูปร่างคล้ายดอกบานบุรี ผู้ตั้งชื่อเห็ดชนิดนี้คงเห็นว่าเห็ดชนิดนี้มีสีคล้ายมันปู เห็ดมันปูมีขายตามท้องตลาดในฤดูฝนทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบเห็ดชนิดนี้มากในป่าไม้ผลัดใบและขึ้นเป็นดอกเดี่ยวรอบๆ ต้นไม้

ฤดูกาล : ฤดูฝน

มีสรรพคุณ : แก้อาการท้องร่วง ช่วยในการทำงานของปอด ลำไส้ และกระเพาะอาหารดีขึ้นด้วย นำมาแกงผัก หรือลวกจิ้มน้ำพริก ประกอบด้วยวิตามินเอ และกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (<http://pineapple-eyes.snru.ac.th/animal/pupan/index.php?q=node/202>)

19. เห็ดห้าฟัน



ชื่อสามัญ : เห็ดห้าฟัน (เห็ดขล้าหมา)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Alpova tappei* Fogel.

ชื่อวงศ์ : MELANOGASRACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ดอกเห็ดรูปกลมหรือค่อนข้างกลม สีเหลืองอมส้ม บางดอกมีรอยจีบย่นที่โคนเล็กน้อย โคนมีเส้นใยสีเหลืองอ่อนคล้ายเชือก ฝักลงไปในดิน ฝักดอกเห็ดบาง เมื่อแก่จะปริ

แตกหลุดปลิวไป ภายในดอกเห็ดเมื่อยังอ่อนสีขาว มองเห็นเป็นรศมียื่นออกจากโคน เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ดอกเห็ดทั้งอ่อนและแก่มีลักษณะนุ่มยืดหยุ่นคล้ายยางลบขึ้นดอกเดี่ยว กระจายกันอยู่ทั่วไปประมาณ 2-3 ดอก ตามพื้นดินในป่าเต็งรัง

ฤดูกาล : พบในบริเวณที่ชื้น หลังฝนตกหนักประมาณ 2-3 วัน มีแดดจ้า อากาศอบอ้าว ในช่วงเดือน

พฤษภาคม-มิถุนายน (<http://www.dnp.go.th/foremic/fmo/ediblemushroom.htm>)

มีสรรพคุณ : -



20. เห็ดก่อใหญ่



ชื่อสามัญ : สีแดงอมชมพู

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Russula* sp.

ชื่อวงศ์ : RUSSULACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมวกกึ่งกลางหมวกเป็นแอ่งเล็กน้อย แดง ได้ผิวมีสีชมพู ครีบติดก้าน กว้าง เรียงถี่ ขาวแล้วเปลี่ยนเป็นครีม ก้านทรงกระบอก เนื้อแน่น ขาว พบบนพื้นดินในป่าผลัดใบ

ฤดูกาล : ฤดูฝน (http://www.biogang.net/content_detail.php?menu=biodiversity&uid=701&id=25417)

มีสรรพคุณ : -

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของสารสกัดจากเห็ดกินได้ (Edible mushroom extracts) และฤทธิ์ทางชีวภาพ เห็ดเป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่เจริญเป็นเส้นใยก่อนแล้วจึงสร้างดอกเห็ดได้ ส่วนใหญ่ของเห็ดดำรงชีวิตเป็นผู้ย่อยสลายซากพืชให้เป็นสารอินทรีย์ขนาดเล็กเพื่อนำเข้าไปใช้ในการเจริญของตนเอง และช่วยหมุนเวียนสารอาหารในระบบนิเวศ เช่น เห็ดฟาง เห็ดนางรมนางฟ้า เห็ดบด เห็ดขอนขาว เห็ดหอม เห็ดหูหนู เป็นต้น เห็ดบางชนิดดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัยกับพืช เช่น เห็ดขมิ้น เห็ดมันปู เห็ดผึ้งหรือเห็ดตับเต่า เห็ดเผาะ เห็ดไค เห็ดระโงก ๆ เห็ดบางชนิดดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัยกับปลวก คือ เห็ดปลวกหรือเห็ดโคน เห็ดบางชนิดดำรงชีวิตเป็นเชื้อโรคของพืชยืนต้น เช่น เห็ดหลินจือ

หรือเห็ดหมื่นปีซึ่งมีสรรพคุณทางยาที่แพร่หลายมานาน เห็ดมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศในการสร้างสมดุลธรรมชาติ เนื่องจากเห็ดดำรงชีวิตได้โดยความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ และสภาพแวดล้อมทั้งทางกายภาพและชีวภาพ ดังนั้นความหลากหลายของเห็ดจึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ของสภาพธรรมชาติในแหล่งนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี ทั้งในด้านความหลากหลายของชนิด (Species diversity) ความหลากหลายของพันธุกรรม (Genetic diversity) และความหลากหลายของระบบนิเวศ (Ecological diversity) ซึ่งข้อมูลพื้นฐานด้านต่างๆ ของเห็ดสามารถนำไปใช้ในการจัดการและอนุรักษ์สภาพธรรมชาติ นอกจากนี้เห็ดป่าที่กินได้ยังเป็นอาหารพิเศษและรายได้เสริมตามฤดูกาลของชาวบ้านภาคอีสานและภาคเหนืออีกด้วย (نونงนิจ, 2546)

นักวิจัยทางชีววิทยาหลายกลุ่มศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดบ้านและเห็ดป่าในท้องถิ่น และนักวิจัยทางเคมีได้มีรายงานมากมายเกี่ยวกับฤทธิ์ด้านปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระของสารสกัดเห็ดที่รับประทานได้ในประเทศแถบเอเชีย เช่น จีน ไต้หวัน และอินเดีย

ปี 2002 Jeng-Leun Mau ได้ศึกษาเห็ด 4 ชนิดที่มีจำหน่ายในประเทศไต้หวัน ได้แก่ *Dictyophora indusiata* (Basket stinkhorn) *Grifola frondosa* (Maitake) *Hericium erinaceus* (Lion's mane) และ *Tricholoma giganteum* (White matsutake) จากสารสกัดเมทานอลของเห็ดทั้ง 4 ชนิด และมีการศึกษาคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งพบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 1.2 mg/ml ใน Basket stinkhorn Maitake Lion's mane และ White matsutake พบว่า Basket stinkhorn ความสามารถในการรีดิวซ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ 1.09 ที่ความเข้มข้น 3 mg/ml และความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความเข้มข้น 6.4 mg/ml คือ 92.1% และเห็ดที่เหลือจะมี 63.2-67.8% ที่ความเข้มข้น 40 mg/ml สำหรับ Basket stinkhorn และ Lion's mane มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 75 และ 69.4% ตามลำดับ ส่วน Maitake และ White matsutake 39.6 และ 47.4% ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 24 mg/ml เห็ด Basket stinkhorn จะมีผลของการจับไอออนเหล็ก 91.9% และเห็ดอื่นๆ จะมี 46.4-52% ส่วนค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเป็นส่วนประกอบสำคัญที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และพบสารต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดเมทานอลจากเห็ดเหล่านี้ (Mau, 2002)

ปี 2003 Cheung และคณะ ได้นำสารสกัดเมทานอลและน้ำของเห็ด 2 ชนิด คือ Shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) และ Straw mushroom (*Volvariella volvacea*) ทดสอบฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระพบว่าสารสกัดน้ำของเห็ด Shiitake mushroom มีประสิทธิภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระสูง 75.9 % ที่ความเข้มข้น 20 mg/ml ด้วยวิธี β -carotene bleaching และ 55.4 % ที่ความเข้มข้น 6 mg/ml ด้วยวิธี DPPH radical scavenging และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดน้ำของเห็ดจะสูงกว่าสารสกัดเมทานอล ดังนั้นความสัมพันธ์จึงสอดคล้องกันระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดของเห็ดและฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ (Cheung, 2003)

ปี 2003 สิริมา สิมมา ศึกษาปริมาณศักยภาพของสารต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดเห็ด 4 ชนิด คือ เห็ดหูหนูดำ (AP-1, AP-2 และ AP-3) เห็ดหูหนูขาว (TF-1, TF-2 และ TF-3) เห็ดฟาง (VV-1,

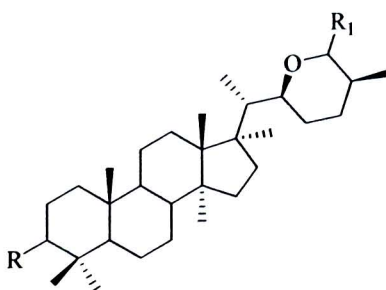
VV-2 และ VV-3) และเห็ดแครง (SC) โดยแหล่งในการเก็บตัวอย่างแตกต่างกัน ซึ่งได้ทดลองเกี่ยวกับ Reducing power total antioxidant activity Alpha-tocopherol และ Total phenolic compound พบว่าสารสกัดเห็ดทั้ง 10 ตัวอย่าง ให้ค่า Reducing power มากที่สุดเมื่อมีความเข้มข้น 5 mg/ml AP-3 มี total antioxidant activity มากที่สุดโดยวัดจากค่าดัชนีในการต้านสารอนุมูลอิสระ (17.43) ส่วน SC มีน้อยที่สุด (2.10) VV-2 และ SC มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและ Alpha-tocopherol มากที่สุด คือ 52.77 และ 4.70 mg/100 g ตามลำดับ ส่วน AP-2 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และ Alpha-tocopherol น้อยที่สุด และมีค่าดัชนีในการต้านสารอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุด คือ 0.36, 2.17 mg/ 100 g และ 5.62 ตามลำดับ TF-2 และ TF-3 มีค่าดัชนีในด้านการต้านสารอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกรวมและ Alpha-tocopherol น้อยที่สุด คือ 0.59 และ 1.09 ตามลำดับ ส่วน VV-1 มีค่าดัชนีของสารต้านอนุมูลอิสระของ Alpha-tocopherol มากที่สุด คือ 4.39 (ศิริมา, 2546)

ปี 2003 ปาริฉัตร เสาสสูง วิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ คือ วิตามินอีในรูปของ Reducing power Total antioxidant activity Alpha-tocopherol และ Total phenolic compound ในเห็ดตัวอย่าง 5 ชนิด ได้แก่ เห็ดมันปู (*Cantharellus* spp.) เห็ดตะไคล (*Russula* spp.) เห็ดตีนแรด (*Tricholoma crassum*) เห็ดระโงก (*Amanita* spp.) และเห็ดโคน (*Termitomyces* sp.) จำนวน 11 ตัวอย่าง พบที่ความเข้มข้นของสารสกัดเห็ด 5 mg/ml เห็ดตะไคล RU-2 มีค่า Reducing power สูงที่สุด (0.81) รองลงมา คือ เห็ดระโงก AM-2 (0.71) ส่วนเห็ดมันปู C2 มีค่า Reducing power ต่ำที่สุด (0.26)

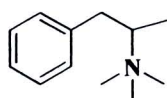
การวิเคราะห์หาปริมาณ Alpha-tocopherol และวัดค่า Antioxidant activity พบว่า เห็ดตีนแรด TC-2 มีปริมาณ Alpha-tocopherol มากที่สุด (28.84 mg/ 100 g) รองลงมาคือ เห็ดมันปู C2 (19.86 mg/ 100 g) ส่วนเห็ดตีนแรด TC-1 มีปริมาณน้อยที่สุด (1.98 mg/ 100 g) และเห็ดตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด มีค่าดัชนีในการต้านสารอนุมูลอิสระใกล้เคียงกัน การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและวัดค่า Antioxidant activity พบว่า เห็ดตีนแรดมีปริมาณมากที่สุด และเห็ดมันปูมีปริมาณน้อยที่สุด แต่เห็ดมันปู C3 มีค่า Antioxidant indices มากที่สุด (3.00) รองลงมา คือ เห็ดตีนแรด (1.48) ส่วนเห็ดตีนแรด TC-1 มีค่าน้อยที่สุด (0.76) และวัดค่า total antioxidant activity พบว่าเห็ดตัวอย่างมีค่า Antioxidant indices มีค่าใกล้เคียงกัน โดยเห็ดมันปู C3 จะมีค่ามากที่สุด (6.30) รองลงมา เห็ดตีนแรด TC-2 (2.80) และเห็ดระโงก AM-1 มีค่าน้อยที่สุด (1.00) (ปาริฉัตร, 2546)

ปี 2006 Yu-Ling Lee และคณะ ได้นำสารสกัดเอทานอล น้ำเย็นและน้ำร้อนของเห็ด *Hypsizygus marmoreus* (Peck) Bigelow (Tricholomataceae) ทดสอบฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ พบว่าสารสกัดของเห็ด *Hypsizygus marmoreus* มีประสิทธิภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระสูง 38.6-65.2 % ที่ความเข้มข้น 5 mg/ml และค่า EC_{50} เท่ากับ 3.74-6.59 mg/ml ลำดับประสิทธิภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระเรียงจากมากไปน้อย คือ สารสกัดเอทานอล น้ำร้อนและน้ำเย็น (Lee, 2007)

ปี 2008 Rita Stanikunaite และคณะ ได้ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งเชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* ของสารสกัดหยาบเอทานอลของเห็ดในกลุ่มของเห็ดเผาะ (*Astraeus*) และทำการแยก แล้วได้สารบริสุทธิ์ทั้งหมด 6 ชนิด โดยเป็นกลุ่มลาโนสแตน (lanostane) ไตรเทอร์ปีน (triterpenes) และ ฟีนิลอะลานีน บีแทนีน (phenylalanine betaine) (6) และได้นำสารทั้ง 6 ชนิด มาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* พบว่ามีสารบริสุทธิ์ชนิดที่ 1 กับ 5 มีฤทธิ์ในการยับยั้งดีที่สุด



1. $R=R_1=O$
2. $R=O$ $R_1=\alpha-OH$
3. $R=\beta-OH$ $R_1=\alpha-OH$
4. $R=R_1=\alpha-OH$
5. $R=\alpha-OH$ $R_1=O$



6

ส่วนเห็ดบ้านและเห็ดป่าในประเทศไทยนั้นมีจำนวนหนึ่งมีรายงานผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ ซึ่งพบว่ามีเห็ดบ้านและเห็ดป่าบางชนิดที่มีฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระสูง เช่น เห็ดดินแสด เห็ดตับเต่า เห็ดผึ้ง เป็นต้น ซึ่งประเทศไทยมีเห็ดบ้านและเห็ดป่าในท้องถิ่นจำนวนมากมาย จึงคิดว่าเห็ดกินได้น่าจะเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติได้อีกแหล่งหนึ่ง แต่งานวิจัยในด้านการศึกษาฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเห็ดกินได้ของไทยยังมีอยู่น้อยมาก (Stanikunaite, 2008)

ปี 2009 ประไพรัตน์ สิวพลไกรและคณะ ได้ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์การต้านเชื้อ มาลาเรีย ค่าความเป็นพิษ และฤทธิ์การต้านแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากเห็ด *Phellinus linteus* พบว่าสารสกัดหยาบด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 17.73 ± 0.27 $\mu\text{g/ml}$ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่ากับ 76.39 ± 0.07 EGA ซึ่งมีฤทธิ์ที่ดีเหมือนกับ L(+)-ascorbic acid ($P > 0.05$) (ค่า IC_{50} เท่ากับ 16.56 ± 0.50 $\mu\text{g/ml}$) พบว่าค่า IC_{50} ของสารสกัดหยาบมีค่าอยู่ระหว่าง 24.15 ± 0.50 ถึง 207.02 ± 1.95 $\mu\text{g/ml}$ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 68.11 ± 0.06 ถึง 5.96 ± 0.18 EGA และพบว่าสารสกัดหยาบจากตัวทำละลายเมทานอล ไดคลอโรมีเทน เอทิลอะซิเตต แสดงความเป็นพิษต่อ MFC7 และ NCI-H187 ในเซลล์มะเร็ง และยังพบว่าสารสกัดหยาบจากตัวทำละลายเมทานอล ไดคลอโรมีเทน มีฤทธิ์ในการต้านพิษ

มาลาเรีย ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 3.15 และ 3.08 $\mu\text{g/ml}$ ตามลำดับ ไม่พบสารสกัดที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย (Samchai, 2009)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาศักยภาพในการออกฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระและทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากเห็ดป่ากินได้ในจังหวัดอุบลราชธานีจำนวน 20 ชนิด แล้วทำการคัดเลือกเห็ดป่ากินได้ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดี นำมาพัฒนาศึกษาต่อไป