Ubon Rajathanee University

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดกระด้าง *Lentinus polychrous* Lev'

Nutritive value of Hed Kradang (*Lentinus polychrous* Lev')

โดย

ผู้ช่วยศาตราจารย์ จันทรพร ทองเอกแก้ว

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2546

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติสำหรับการให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ ในปีงบประมาณ 2544 ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณรัตนาพร คุณวันเพ็ญ คุณกาญจนา และคุณวันทะนีย์ สำหรับความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างจากแหล่งต่างๆ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการให้ความสะดวกระหว่างการทำวิจัยนี้

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

บทคัดย่อ

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดกระด้าง *Lentinus polychrous* Lev' โดยการวิเคราะห์สารอาหารรวมถึงแร่ธาตุปริมาณน้อยของเห็ดกระด้างในรูปเห็ดสดและเห็ดแห้งในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ และอำนาจเจริญ พบว่า เห็ดกระด้างสดมีความชื้นเป็นองค์ประกอบประมาณ 81.36 - 88.96% มีโปรตีนประมาณ 2.19-2.83 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ มีไขมันประมาณ 0.029-0.044 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ มีคาร์โบไฮเดรตประมาณ 10.42-12.82 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ มีเส้นใยประมาณ 5.23-5.99 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ มีปริมาณเถ้าประมาณ 1.30-1.43 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ มีปริมาณแคลเซียมประมาณ 4.752-5.587 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ มีปริมาณโปแตสเซียมประมาณ 150.891-152.639 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ มีปริมาณโซเดียมประมาณ 4.037-4.376 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ มีปริมาณเหล็กประมาณ 0.997-1.120 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ มีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 13.649-14.352 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ และมีปริมาณสังกะสีประมาณ 0.131-0.146 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ สำหรับการวิเคราะห์สารอาหารในรูปของเห็ดแห้ง พบว่า เห็ดกระด้างแห้งมีความชื้นเป็นองค์ประกอบประมาณ 10.13 - 12.15%ความชื้น มีโปรตีนประมาณ 18.21-18.92 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ มีไขมันประมาณ 0.088-0.107 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ มีคาร์โบไฮเดรตประมาณ 28.06-28.94 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ มีเส้นใยประมาณ 38.27-38.96 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ แห้งมีปริมาณเถ้าประมาณ 5.47-5.70 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ มีปริมาณแคลเซียมประมาณ 35.894–38.712 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ มีปริมาณโปแตสเซียมประมาณ 926.346-929.682 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ มีปริมาณโซเดียมประมาณ 22.894-23.451 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ มีปริมาณเหล็กประมาณ 2.384-2.891 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ มีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 58.129-59.267 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ และมีปริมาณสังกะสีประมาณ 6.524-6.782 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
บทนำ และ วัตถุประสงค์	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	21
ผลการทดลอง	24
สรุป	38
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	42

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางอาหารของเห็ดส่วนที่กินได้ 100 กรัม	6
2	ปริมาณแร่ธาตุในเห็ดส่วนที่กินได้	7
3	รหัสของตัวอย่างเห็ดจาก จ. อุบลราชธานี จ. ศรีสะเกษ และ จ. อำนาจเจริญ	24
4	ปริมาณความชื้นของเห็ดกระด้างสดและแห้งจากแหล่งต่างๆ	25
5	ปริมาณโปรตีนของเห็ดกระด้างสดและแห้งจากแหล่งต่างๆ	26
6	ปริมาณไขมันของเห็ดกระด้างสดและแห้งจากแหล่งต่างๆ	27
7	ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเห็ดกระด้างสดและแห้งจากแหล่งต่างๆ	28
8	ปริมาณเส้นใยของเห็ดกระด้างสดและแห้งจากแหล่งต่างๆ	29
9	ปริมาณเถ้าของเห็ดกระด้างสดและแห้ง	30
10	ปริมาณแคลเซียมของเห็ดกระด้างสดและแห้ง	31
11	ปริมาณโปแตสเซียมของเห็ดกระด้างสดและแห้ง	32
12	ปริมาณโซเดียมของเห็ดกระด้างสดและแห้ง	33
13	ปริมาณเหล็กของเห็ดกระด้างสดและแห้ง	34
14	ปริมาณแมกนีเซียมของเห็ดกระด้างสดและแห้ง	35
15	ปริมาณสังกะสีของเห็ดกระด้างสดและแห้ง	36
16	ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดในเห็ดกระด้างสดจากแหล่งต่าง ๆ ที่ศึกษา	37
17	ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดในเห็ดกระด้างแห้งจากแหล่งต่าง ๆ ที่ศึกษา	38

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของเห็ดกระด้าง	3
2	กราฟมาตรฐานของสารละลาย Ca^{2+} แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเข้มข้นของ Ca^{2+} กับค่า Absorbance ที่ 422.7 nm	50
3	กราฟมาตรฐานของสารละลาย K^{+} แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเข้มข้นของ K^{+} กับค่า Absorbance ที่ 769.9 nm	51
4	กราฟมาตรฐานของสารละลาย Na^{+} แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเข้มข้นของ Na^{+} กับค่า Absorbance ที่ 589.6 nm	52
5	กราฟมาตรฐานของสารละลาย $Fe^{2+,3+}$ แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเข้มข้นของ $Fe^{2+,3+}$ กับค่า Absorbance ที่ 248.3 nm	53
6	กราฟมาตรฐานของสารละลาย Mg^{2+} แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเข้มข้นของ Mg^{2+} กับค่า Absorbance ที่ 670.8 nm	54
7	กราฟมาตรฐานของสารละลาย Zn^{2+} แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเข้มข้นของ Zn^{2+} กับค่า Absorbance ที่ 213.9 nm	55

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

บทนำ

เห็ดกระด้าง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lentinus polychrous* Lev' จัดอยู่ในวงศ์ Polyporaceae พบการกระจายพันธุ์ของเห็ดกระด้างได้ทั่วทุกภาคในประเทศไทย จึงมีชื่อเรียกสามัญแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น กล่าวคือ ทางภาคใต้เรียก เห็ดกระด้าง แต่ภาคเหนือเรียก เห็ดลม และภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียก เห็ดบด โดยจะพบมากในช่วงต้นฤดูฝนขึ้นเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มโคนติดกัน 3-5 ดอก ดอกเห็ดมีรูปร่างคล้ายเห็ดนางรม ลักษณะดอกเห็ดเป็นรูปกรวยลึก ก้านดอกสั้น ผิวดอกด้านบนมีขนละเอียดสีขาวนวลหรือสีน้ำตาล ด้านล่างมีครีบซึ่งติดกับโคนก้านดอก ขณะที่ดอกเห็ดอ่อนครีบมีสีครีมหรือน้ำตาลอ่อน เมื่อดอกเห็ดแก่หรือแห้งครีบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม หมวกเห็ดมีความกว้างประมาณ 5-10 เซนติเมตร ก้านดอกยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร เห็ดกระด้างเป็นเห็ดที่มีผู้นิยมบริโภคมากโดยรับประทานได้ทั้งในรูปเห็ดสดหรือเห็ดแห้ง เนื่องจากเห็ดมีคุณค่าทางอาหารประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่และวิตามินต่างๆ สามารถเพาะได้จากวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในระยะเวลาสั้น จากประโยชน์นี้จึงทำให้นักวิจัยและนักโภชนาการทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดหลายชนิด แต่เนื่องจากข้อมูลที่แสดงถึงคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดที่มีอยู่ปัจจุบันยังไม่สมบูรณ์ จึงได้ริเริ่มทำการวิจัยถึงคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดกระด้างรวมถึงแร่ธาตุปริมาณน้อยทั้งในเห็ดสดและเห็ดแห้ง เพื่อเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ทางด้านโภชนาการ โดยจะนำมาใช้ในการประเมินคุณค่าทางโภชนาการที่ร่างกายควรได้รับ เพราะการขาดแร่ธาตุปริมาณน้อย จะส่งผลให้เป็นสาเหตุของโรคต่างๆ เช่น โรคโลหิตจาง โรคหัวใจและมะเร็งบางชนิด นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในเด็ก โดยช่วยให้มีการเจริญเติบโตและพัฒนาการด้านสมองที่ดีขึ้น และทำให้ภูมิคุ้มกันโรคเป็นปกติ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการที่รวมถึงแร่ธาตุปริมาณน้อย การหาชนิดและปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นของเห็ดกระด้างในรูปของเห็ดสดและเห็ดแห้ง ในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ และอำนาจเจริญ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ตรวจเอกสาร

1. ลักษณะของ *Lentinus polychrous* Lev'

เห็ดในสกุล *Lentinus* รู้จักครั้งแรกในปี 2364 โดย Fries เป็นเห็ดที่มีความสำคัญสกุลหนึ่งเป็นเห็ดที่ขึ้นบนขอนไม้ที่ผุพัง เช่น ขอนไม้เต็ง รัง เหียน และตะเคียน จึงเป็นตัวย่อยสลายท่อนไม้ (saprophyte) ในป่า สามารถใช้เป็นอาหารและยารักษาโรคได้ เช่น *Lentinus lepideus* Fr. (Jianzhe, *et al.*, 1987) ลักษณะที่สำคัญของเห็ดในสกุลนี้คือ ดอกเห็ดมีลักษณะเหนียว ครีบติดกับก้านดอก (adnate or decurrent) ก้านติดกับหมวกตรงกลางหรือด้านข้าง อาจมีวงแหวนหรือไม่มีปลอกหุ้มโคน สปอร์สีขาว ผิวเรียบส่วนใหญ่รูปทรงกระบอก

เห็ดในสกุล *Lentinus* มีประมาณ 63 สปีชีส์ (Pegler, 1983) จากการศึกษาเห็ดในจังหวัดกวางตุ้ง ประเทศจีน พบว่ามีเห็ดในสกุล *Lentinus* อยู่ 9 สปีชีส์ (Zhishu, *et al.*, 1993) ในประเทศศรีลังกาพบ 11 จีนัส (Pegler, 1986) ส่วนในประเทศไทย ได้จำแนกแล้ว 5 สปีชีส์ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539 ; อัญชลี, 2538) ต่อมาระหว่าง พ.ศ. 2537-2540 สามารถจำแนกชนิดของเห็ดสกุล *Lentinus* ที่พบในภาคใต้ของประเทศไทยได้ 8 สปีชีส์ (วสันณ์, 2540)

เห็ดกระด้าง หรือเห็ดบด หรือเห็ดลม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lentinus polychrous* Lev' (Pegler, 1983) เป็นเห็ดที่ขึ้นอยู่บนขอนไม้ที่ผุพัง พบทุกภาคของประเทศไทย เป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันมาก แถบภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ลักษณะของดอกเห็ดกระด้างเป็นรูปกรวยลึก ก้านดอกสั้น ผิวดอกด้านบนมีขนละเอียดสีขาวนวลหรือสีน้ำตาล ด้านล่างมีครีบซึ่งติดกับโคนก้านดอก ขณะที่ดอกเห็ดอ่อนครีบมีสีครีมหรือน้ำตาลอ่อน เมื่อดอกเห็ดแก่หรือแห้งครีบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม หมวกเห็ดมีความกว้างประมาณ 5-10 เซนติเมตร ก้านดอกยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร (อนงค์, 2539) (ภาพที่ 1)

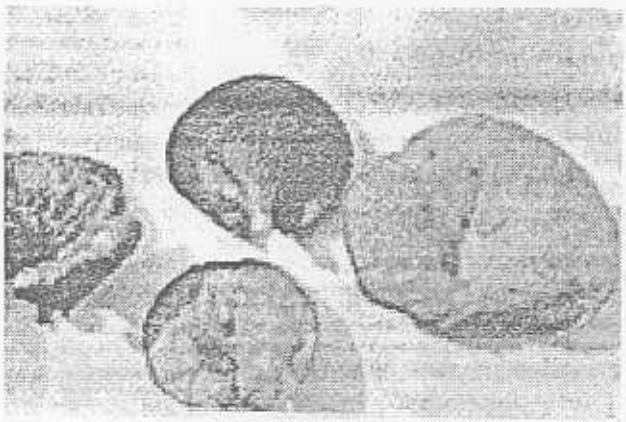
2. องค์ประกอบและสารอาหารที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ด

เห็ดเป็นพืชชั้นต่ำ ไม่มีคลอโรฟิลล์จึงไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ต้องอาศัยอาหารจากสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ จากดิน ปุ๋ยหมัก อินทรียวัตถุ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (วีรศักดิ์, 2529) ความต้องการอาหารของเห็ดมีดังต่อไปนี้

1. Carbon source

การเจริญของเส้นใยเห็ดต้องการคาร์บอนจากคาร์โบไฮเดรต ซึ่งได้แก่ น้ำตาลต่างๆ เช่น xylose, arabinose, glucose, fructose ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีขนาดเล็ก ส่วนคาร์โบไฮเดรตโมเลกุล

Ubon Rajathanee University



ภาพที่ 1 ภาพแสดงลักษณะของเห็ดกระด้าง

Ubon Rajathanee University

ใหญ่ เช่น cellulose และ hemicellulose ต้องอาศัยจุลินทรีย์มาย่อยคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ให้เป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลเล็ก เพื่อเห็ดจะใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้ดี

2. Nitrogen source

เห็ดต้องการไนโตรเจนไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน แหล่งให้ไนโตรเจนแก่เห็ดที่เหมาะสม คือ ยูเรีย เกลือแอมโมเนียม กรดอะมิโน เช่น Aspartate, Alanine, Glycine และ Glutamine ซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ดีรวมทั้งโปรตีนด้วย

3. Trace element

เห็ดต้องการแร่ธาตุต่างๆในการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเจริญของเส้นใย แร่ธาตุที่เห็ดต้องการเช่น Ca, P, K และ Mg แม้ว่าแร่ธาตุเหล่านี้จะต้องการน้อย แต่ก็มีส่วนทำให้เห็ดมีการเจริญเติบโตที่ปกติ เพราะแร่ธาตุนี้มีส่วนทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาของเห็ดเป็นไปอย่างปกติ

4. Vitamin

วิตามินมีบทบาทในแง่การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด ซึ่ง biotin และ thiamine ทำให้เส้นใยของเห็ดแชมปิญองเจริญเติบโตได้ดี

5. Growth promoting activity

สารกระตุ้นการเจริญเติบโตของเห็ดหลายชนิดเช่น indoleacetic acid, phenylalanine, methionine และ proline ก็มีส่วนในการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด

วสันณ์ เพชรรัตน์ (2528) ได้ทำการเพาะเห็ดกระด้างและศึกษาการเจริญเติบโตของเห็ดกระด้าง พบว่า เส้นใยเห็ดกระด้างเจริญเติบโตได้ดีที่สุดบนอาหารพีดีเอ ซึ่งเติมยีสต์สกัดและเปปโตน จำนวน 0.5 และ 1 กรัมต่อลิตร แหล่งคาร์บอนที่ดีที่สุดคือ กลูโคส มัลโตส และ ฟลุคโตส เส้นใยเห็ดกระด้างสามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีพีเอช 5 อุณหภูมิ 35 °C

ผลผลิตของเห็ดกระด้างได้รับสูงสุด บนวัสดุที่ประกอบด้วย ขี้เลื่อย 100 กรัม + รำละเอียด 5 กิโลกรัม + น้ำตาลทราย 5 กิโลกรัม + ปูนขาว 1 กิโลกรัม โดยผลผลิตเฉลี่ย 65.0 กรัม ต่อถุงในระยะเวลา 60 วัน ดอกเห็ดกระด้างเจริญเติบโตเต็มที่อายุประมาณ 5 วันซึ่งมีลักษณะเหนียวมาก การเก็บผลผลิตควรเก็บ เมื่อดอกเห็ดมีอายุประมาณ 2 วัน จะได้ดอกเห็ดที่มีคุณภาพดี ไม่เหนียว รสชาติดี

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

3. สารอาหารที่พบในเห็ดสายพันธุ์ต่างๆ

สารอาหาร (Nutrient) เป็นส่วนประกอบที่เป็นสารเคมีที่มีอยู่ในอาหาร เมื่อบริโภคเข้าไปแล้วร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ สารอาหารที่ร่างกายต้องการแบ่งเป็น 5 ประเภทคือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุ สำหรับคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน เป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการปริมาณมาก และเป็นสารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย เรียก " Macronutrients" หรือ "Fuel nutrient" ส่วนวิตามินและแร่ธาตุ เป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการน้อยและไม่ให้พลังงานเรียก "Micronutrient" (สิริพันธุ์, 2541)

เห็ดที่กินได้พบในระดับความสูงต่างๆ กัน บนพื้นราบ ไหล่เขา และภูเขาสูงที่มีอากาศหนาวเย็น และยังพบได้ตามลำธารในป่าใบไม้ร่วง ป่าดงดิบ ป่าไผ่ บนขอนไม้ ต้นไม้ เห็ดมีคุณค่าทางอาหารมากมายหลายชนิด เช่นโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่ และมีส่วนที่เป็นกากปริมาณสูงเมื่อเทียบกันโดยน้ำหนักของเห็ดกับพืชผักบางชนิดที่ใช้เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ (Chang, 1978)

จากการสำรวจปริมาณแร่ธาตุในเห็ด แร่ธาตุที่พบมากที่สุดคือ โปแตสเซียม (Potassium) รองลงมาคือ ฟอสฟอรัส (Phosphorus) โซเดียม (Sodium) และแมกนีเซียม (Magnesium) ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้จัดอยู่ในกลุ่มของ major element นอกจากนี้ยังพบอยู่ในกลุ่มของ minor element ซึ่งได้แก่ ทองแดง (Copper) สังกะสี (Zinc) เหล็ก (Iron) แมงกานีส (Manganese) โมลิบดินัม (Molybdenum)และแคดเมียม (Cadmium) Bano and Rajathnum, 1982 พบว่า โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ประมาณ 56-70% ของปริมาณเถ้าทั้งหมดในเห็ด นอกจากนี้ยังพบโลหะหนัก ได้แก่ สังกะสีในปริมาณสูงใน *Pleurotus* ทุกสปีชีส์

สุนันท์ พงษ์สามารถ (2526) ได้ทำการวิจัยเห็ดชนิดที่เพาะเลี้ยงได้ในประเทศไทยและเห็ดที่ขึ้นเองตามธรรมชาติชนิดที่รับประทานได้ ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร (nutritive values) ของเห็ดชนิดต่างๆ โดยการวิเคราะห์ทางเคมี (chemical analysis) ดังตารางที่ 1 และ 2

เห็ดไม่เพียงแต่จะถูกใช้เป็นอาหาร ยังเป็นยารักษาโรคและให้สีเพื่อย้อมสิ่งของเครื่องใช้บางอย่าง รวมทั้งความน่าสนใจในเรื่องยาสมุนไพรที่มีศักยภาพ โดยช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับร่างกาย ทำให้ระบบการย่อยอาหาร และดูดซึมดี (สาธิต, 2540) เห็ดบางชนิดมีเอ็นไซม์ที่ช่วยในการย่อยอาหาร ช่วยรักษาหรือบรรเทาอาการที่มีความรุนแรง เช่น ควบคุมเนื้องอก บำรุงหัวใจ ลดไขมัน ลดความดัน บำรุงส่วนประสาทและกล้ามเนื้อ ช่วยให้มารดามีน้ำนมมากขึ้น เพื่อช่วยในการเลี้ยงดูบุตร (Buchaman, 1994)

นอกจากนี้ยังมีสารที่มีประโยชน์อีกมากมายที่พบได้ในเห็ด โดยเฉพาะโปรตีนในเห็ดจะมีกรดอะมิโนทุกชนิด แม้ว่ากรดอะมิโนบางตัวมีอยู่อย่างจำกัดก็ตาม ดังนั้นการรับประทานเห็ดร่วมกันหลายชนิด

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

หรือรับประทานร่วมกับโปรตีนจากพืชอื่นๆ รวมทั้งสารอาหารประเภทอื่นร่วมด้วยนั้น ก็จะทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอและมีประโยชน์ต่อร่างกายซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้สุขภาพร่างกาย และจิตใจของมนุษย์ดีขึ้น (สุนันท์, 2526)

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางอาหารของเห็ดส่วนที่กินได้ 100 กรัม

ตัวอย่างเห็ด	ความชื้น Gm	โปรตีน Gm	คาร์โบไฮเดรต Gm	ไขมัน Gm	เส้นใย Gm	เถ้า Gm	พลังงาน unit
เห็ดกระดุม	90.5	4.73	0.98	0.169	1.447	1.445	24.36
เห็ดหูหนูหนาดอกสีน้ำตาลสด	90.3	0.77	6.94	0.013	1.474	0.319	30.96
เห็ดหูหนูหนาดอกสีน้ำตาลแห้ง	10.6	7.97	51.24	0.088	24.789	5.019	237.63
เห็ดตับเต่า	90.44	3.24	3.85	0.038	0.845	1.069	28.7
เห็ดเผาะ	78.3	1.84	ND	ND	ND	0.006	ND
เห็ดหอม	91.6	2.19	4.19	0.121	0.934	0.634	26.61
เห็ดหอม (แห้ง)	11.87	17.47	ND	0.143	ND	6.007	ND
เห็ดเป๋าฮื้อ	90	2.22	4.82	0.088	0.994	1.381	28.95
เห็ดนางรม	90.7	2.13	5.87	0.043	0.396	0.543	32.39
เห็ดนางฟ้า	90.27	3.38	4.79	0.071	0.472	0.642	33.32
เห็ดนางนวล	89.1	2.9	5.62	0.049	1.158	0.783	34.52
เห็ดตะไคล	87.99	3.49	4.88	0.323	1.456	1.328	36.39
เห็ดโคน	84.9	6.27	5.28	0.28	1.963	1.293	48.72
เห็ดตีนแรด	84.34	2.91	10.02	0.287	0.486	1.293	54.3
เห็ดฟาง	89.9	3.16	4.75	0.071	0.595	0.986	32.28

ND= ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ที่มา : สุนันท์, 2526

Ubon Rajathanee University

ตารางที่ 2 ปริมาณแร่ธาตุในเห็ดส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

ตัวอย่างเห็ด	Na Gm	K mg	Ca mg	Fe mg	Mg mg	P mg	Cu mg	Zn mg	Mn mg	Si mg	Al mg
เห็ดกระดุม	8.06	528.02	9.48	5.73	18	138.81	0.38	0.19	0.42	8.69	10.1
เห็ดหูหนูหนาดอกสีน้ำตาลสด	15.08	83.93	27.96	3.09	23.84	14.96	0.04	0.04	0.32	8.7	3.5
เห็ดหูหนูหนาดอกสีน้ำตาลแห้ง	245.6	1192	60.8	2.16	79.8	273.39	0.3	5.72	0.69	ND	ND
เห็ดตับเต่า	3.74	398.88	3.07	19.89	15.62	15.22	1.03	0.15	0.8	12	43.3
เห็ดเผาะ	14.33	254.85	10.48	0.85	12.51	0.29	0.07	0.08	0.27	0	0.54
เห็ดหอม	6.83	236.54	6.44	1.06	14.73	45.78	0.08	0.11	0.36	8.63	3.23
เห็ดหอม (แห้ง)	42.60	2598	32.8	2.87	62.3	377.3	0.76	6.71	0.69	ND	ND
เห็ดเป๋าฮื้อ	17.42	328.11	3.17	0.48	8.97	219.76	0.04	0.07	0.16	0	0.04
เห็ดนางรม	20.03	213.65	1.32	1.08	12.74	55.76	0.6	0.06	0.09	0	0
เห็ดนางฟ้า	14.70	244.17	1.9	0.85	16.3	87.44	0.04	0.13	0.16	0	0
เห็ดนางนวล	1.84	259.43	2.09	1.45	17.03	85.24	0.16	0.27	0.14	12	0.27
เห็ดตะไคล	2.16	401.56	3.98	2.07	12.07	59.01	0.57	0.25	0.27	26.1	4.3
เห็ดโคน	8.7	432.8	3.64	3.04	11.76	135.1	0.44	1.77	0.8	ND	ND
เห็ดตีนแรด	17.98	473.84	2.71	3.36	19.69	115.75	0.51	0.17	0.18	19.6	5.92
เห็ดฟาง	41.1	360.15	5.56	1.27	16.3	105.8	0.43	0.15	0.26	0	0.54

หมายเหตุ ND = no data

ที่มา : สุนันท์, 2526

Ubon Rajathanee University
Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

4. คุณค่าทางอาหารของสารอาหารประเภทต่างๆ

4.1 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหารหลักที่สำคัญในการให้พลังงาน ในการทำกิจกรรมต่างๆ คาร์โบไฮเดรตพบในอาหารหลัก คือ น้ำตาล หรือสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งประกอบขึ้นโดยการเชื่อมกันของพวกน้ำตาลต่างๆ คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน รูปแบบทั่วไปคือ $(CH_2O)_n$ โดยที่ไฮโดรเจน และออกซิเจนจะอยู่ในสัดส่วนเช่นเดียวกับน้ำ คือ 2 : 1 (สิริพันธุ์, 2541) พืชจะสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ในอากาศ กับน้ำที่มีอยู่ในดิน โดยการช่วยเหลือของแสงสว่าง ซึ่งขบวนการนี้เรียกว่า " การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) " ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้เป็นขบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงแดดเป็นพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในรูปคาร์โบไฮเดรตในพืช (Kotz และ John,1991) สัตว์ไม่สามารถที่จะสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตได้จึงต้องได้รับจากพืชโดยการกินพืชเป็นอาหาร (Norbert, 1987)

คาร์โบไฮเดรตแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

1. **น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว** คือ คาร์โบไฮเดรตที่มีขนาดโมเลกุลเล็กที่สุดสามารถดูดซึมได้ในทางเดินอาหาร น้ำตาลชั้นเดียวที่มีความสำคัญมี 3 ชนิด คือกลูโคส ฟรุกโตส และกาแลกโตส

กลูโคส เป็นน้ำตาลชั้นเดียวที่พบในผัก และผลไม้ที่มีรสหวาน โดยกลูโคสให้ความหวานเท่ากับน้ำตาลทรายร้อยละ 70 – 75

ฟรุกโตส พบในผลไม้ที่มีรสหวาน และน้ำผึ้ง ฟรุกโตสให้ความหวานเท่ากับน้ำตาลทราย

กาแลกโตส เป็นน้ำตาลชั้นเดียวที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่เกิดจากการสลายตัวของแลกโตสซึ่งเป็นน้ำตาลในนม

2. **น้ำตาลโมเลกุลคู่** คือน้ำตาลซึ่งเกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวสองโมเลกุล ได้แก่ น้ำตาลมอลโตส ซูโครส และ แลกโตส น้ำตาลโมเลกุลคู่จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ เพื่อย่อยสลายให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจึงดูดซึมได้ น้ำตาลจากอ้อย และหัวบีต มีซูโครสมากกว่าร้อยละ 99

ซูโครส พบในน้ำตาลทราย น้ำเชื่อม สับปะรด ผักและผลไม้ น้ำตาลซูโครสเมื่อสลายตัวจะได้กลูโคสและฟรุกโตส

แลกโตส เป็นน้ำตาลที่พบในน้ำนม เมื่อสลายตัวจะได้กลูโคส และกาแลกโตส

มอลโตส เป็นน้ำตาลที่พบในเมล็ดธัญพืชที่กำลังงอก และการย่อยสลายแป้งน้ำตาลมอลโตสเมื่อสลายตัวได้ กลูโคส 2 โมเลกุล

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

3. **น้ำตาลหลายโมเลกุล** เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากรวมกัน ทำให้คุณภาพไม่เหมือนน้ำตาล คือไม่มีรสหวาน คาร์โบไฮเดรตชนิดนี้ได้แก่ ไกลโคเจนในสัตว์ เซลลูโลส และแป้งในพืช

ที่มาของคาร์โบไฮเดรตในพืช

พืชสร้างคาร์โบไฮเดรตโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) โดยอาศัยคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ และน้ำที่รากดูดขึ้นไป นอกจากนี้ยังอาศัยเอนไซม์ คลอโรฟิลล์ และแสงแดดด้วย ปฏิกิริยาเป็นดังนี้

$$6\,CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{คลอโรฟิลล์}]{\text{แสงแดด}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

สมบัติของคาร์โบไฮเดรต

1. มีรสหวาน น้ำตาลชั้นเดียว และน้ำตาลสองชั้นจะมีรสหวาน ส่วนแป้งไม่มีรสหวาน

2. การละลายน้ำ น้ำตาลชั้นเดียว และน้ำตาลสองชั้นละลายในน้ำเย็น และน้ำร้อนได้ง่าย ส่วนน้ำตาลเชิงซ้อนไม่ละลายน้ำ การละลายน้ำของน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ

3. การเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกความร้อน น้ำตาลเมื่อถูกความร้อนสูงจะหลอมตัวและไหม้ เกิดน้ำตาลไหม้ (caramel) ซึ่งใช้ทำสีน้ำตาลไหม้ผสมในอาหารได้ แต่ถ้าถูกความร้อนสูงมาก ๆ ก็จะไหม้กลายเป็นถ่านสีดำ

4. การเป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent) น้ำตาลหลายชนิดสามารถลดออกซิเจนได้ เช่น กลูโคส ฟรักโตส มอลโตส แล็กโตส ส่วนซูโครสและน้ำตาลเชิงซ้อนไม่สามารถลดออกซิเจนได้ น้ำตาลที่มีคุณสมบัติเป็นสารรีดิวซ์ เรียกว่า น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar)

5. การทำปฏิกิริยากับกรดเข้มข้น กรดแร่เจือจางมีผลเล็กน้อยต่อโครงสร้างของน้ำตาลอย่างง่าย แต่ถ้าต้มคาร์โบไฮเดรตกับกรดเข้มข้น น้ำจะถูกดึงออกมาจากโมเลกุล ถ้าเป็นน้ำตาลเพนโตสจะให้สารเฟอฟิวราล (furfural) ส่วนเฮกโซสจะให้ 5 – hydroxymethyl furfural ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของเฟอฟิวราล

6. การทำปฏิกิริยากับด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ในสารละลายด่างเจือจางจะเกิดการเรียงตัวใหม่ (tautomerization) จะได้เกลือ enediol หลังจากที่เติมด่างลงไปในน้ำตาลหลาย ๆ ชั่วโมงการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นที่ตำแหน่งคาร์บอนอะตอม 1 และ 2 โดยผ่านสารตัวกลางอีนอล (enol intermediate)

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

คุณค่าทางอาหารของคาร์โบไฮเดรต

1. เป็นแหล่งใหญ่ของพลังงานให้แก่ร่างกาย โดยคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 กิโล-แคลอรี่

2. เกี่ยวข้องกับการสะสมโปรตีนในร่างกาย ถ้าร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรตไม่เพียงพอ ร่างกายจะแปรสภาพโปรตีนเป็นกลูโคสเพื่อใช้เป็นพลังงาน

3. เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเผาผลาญอาหารไขมันในภาวะปกติ

4. มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการทำงานของเซลล์ประสาท และส่งเสริมการทำงานของเซลล์สมอง (ศศิเกษม และคณะ 2530)

เซลลูโลส เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เกิดตามผนังเซลล์ของพืชทุกชนิด ช่วยให้พืชแข็งแรง เซลลูโลสเป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่น ไม่ละลายน้ำและตัวทำละลาย ส่วนใหญ่เอนไซม์ในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ แต่ก็มีประโยชน์ในการช่วยเพิ่มกากอาหาร ในแง่ของอาหารเซลลูโลสใช้เป็นอาหารลดความอ้วน เพราะให้ปริมาตรมากและไม่ให้พลังงาน นอกจากนี้ยังใช้ทำให้อาหารข้นขึ้น เซลลูโลสมีใน ผลไม้ ผัก เปลือก ก้าน และใบ ตลอดจนผิวนอกของอาหารจำพวกเมล็ดทั้งหลาย (ศศิเกษม และคณะ 2530)

4.2 โปรตีน

โปรตีนเป็นสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ มีอณูใหญ่ และซับซ้อนมาก เป็นส่วนสำคัญทั้งในโปรโตพลาสซึม และนิวเคลียสของเซลล์ต่าง ๆ เป็นสารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และทำหน้าที่ในการช่วยควบคุมสมดุลของส่วนที่เป็นของเหลวทั่วร่างกาย (Kotz และ John, 1991) โปรตีนเมื่อถูกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) ในกรดหรือด่างเข้มข้น หรือความร้อน หรือน้ำย่อยจะแตกตัวออกเป็นสารเล็ก ๆ ซึ่งจะมีปฏิกิริยาเป็นได้ทั้งกรดหรือด่างเรียก " กรดอะมิโน " เพราะในกรดอะมิโนแต่ละตัวจะประกอบด้วยกลุ่มคาร์บอกซิล (COOH) ซึ่งมีสมบัติเป็นกรด และกลุ่มอะมิโน (NH_2) ซึ่งมีสมบัติเป็นด่าง กรดอะมิโนเป็นสารประกอบอยู่ในโปรตีนจำนวนมากในโครสร้าง จะประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน (Kassel, Luther, Willard, Fulton และ Salzmann, 1993) แต่กรดอะมิโนบางชนิดจะมีกรดกำมะถันประกอบอยู่ด้วยการหาปริมาณโปรตีนจากอาหารนิยมใช้วิธีคำนวณจากปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ เนื่องจากโปรตีนทุกชนิดมีไนโตรเจน และมีในปริมาณค่อนข้างคงที่กว่าธาตุอื่น ๆ คือปริมาณร้อยละ 16 (สิริพันธุ์,2541) โปรตีนในพืช ผักสดไม่ใช่แหล่งที่ดีของโปรตีนในแครอท และผักกาดหอมมีโปรตีน 1% มันฝรั่ง หน่อไม้ฝรั่ง และถั่วเขียวมีโปรตีน 2% ถั่วดิบมีโปรตีน 6.5% มันฝรั่งมีโปรตีนเพียง 2% แต่มีไลซีน และทริปโตรเฟนสูง ส่วนผิวนอกของมันฝรั่งมีโปรตีน และกรดอะมิโนมากกว่าส่วนที่อยู่ภายใน ส่วนโปรตีนในธัญพืช ได้แก่ ข้าวที่แก่จัดและแห้งแล้ว จะมีโปรตีน 6-12% และโปรตีนในเมล็ดพืชส่วน

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ใหญ่ คือ โกลบุลิน ซึ่งละลายได้ในน้ำ หรือสารละลายเจือจาง ซึ่งมี pH สูง หรือต่ำกว่า จุดไอโซอิเล็กตริกของมัน โดยจะพบว่าถั่วเหลืองจะมีโปรตีนมากที่สุด

สมบัติของโปรตีน

1. เมื่อเผาจะมีกลิ่นไหม้

2. สามารถทำปฏิกิริยาได้ทั้งกรด และด่าง

3.โปรตีนจะเปลี่ยนสภาพ (denaturation) ได้โดยไม่มีการทำลายพันธะเปปไทด์และองค์ประกอบทางเคมีไม่เปลี่ยนแปลง แต่ทำให้พันธะเปปไทด์ของโปรตีนพร้อมที่จะถูกไฮโดรไลซ์โดยเอนไซม์โปรติโอไลติก (proteolytic enzyme) นอกจากนี้ยังทำให้การละลายของโปรตีนลดลง หรือเกิดการตกผลึกจากสารละลาย และมีความหนืดมากขึ้น โปรตีนจะถูกเปลี่ยนสภาพโดยความร้อน กรด และด่าง ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสภาพของโปรตีน ได้แก่ อุณหภูมิ และปริมาณน้ำในอาหาร โดยอุณหภูมิสูง อัตราการเปลี่ยนรูปจะมีเพิ่มขึ้น เช่น ทุก ๆ 10 องศาเซลเซียส ที่สูงขึ้นการเปลี่ยนรูปจะเพิ่มขึ้นเป็น 600 เท่า ดังนั้นการแปรรูปอาหารที่อุณหภูมิต่ำ จะลดการเปลี่ยนสภาพลง ส่วนปริมาณน้ำในอาหารถ้ามีมาก การเปลี่ยนสภาพจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำ

4.โปรตีนจะเกิดสารละลายคอลลอยด์เมื่อผสมกับน้ำ ซึ่งสามารถผ่านกระดาษกรองได้ และไม่สามารถผ่านเยื่อบาง ๆ ได้ สมบัติข้อนี้มีความสำคัญต่อร่างกายมาก โปรตีนที่อยู่ในกระแสเลือดไม่สามารถผ่านเยื่อบาง ๆ ได้ ดังนั้นจึงยังคงอยู่ในกระแสเลือด และไม่ควรจะมีโปรตีนในปัสสาวะด้วย การมีโปรตีนในปัสสาวะแสดงถึงการสลายตัวของเยื่อในไต

5. โปรตีนทำปฏิกิริยากับน้ำตาล ในการหุงต้มอาหารจะได้สารประกอบสีน้ำตาลซึ่งทำให้อาหารมีสีน้ำตาล เรียกว่า Browning เช่น มันเผา ขนมปัง

6. โปรตีนตกตะกอนได้ง่าย เมื่อถูกสารละลายเกลือ สารละลายแอลคาลอยด์ กรดอนินทรีย์เข้มข้น แอลกอฮอล์ เกลือของโลหะหนัก รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ และความร้อน

คุณค่าทางอาหารของโปรตีน

ร่างกายจะใช้โปรตีนจากอาหารในการสร้างโปรตีนในร่างกาย ซึ่งการสังเคราะห์โปรตีนจะถูกกระตุ้นโดยฮอร์โมนอินซูลินและฮอร์โมนเทสเตอโรนในระยะที่ร่างกายกำลังเจริญเติบโต อินซูลินเป็นตัวเร่งการลำเลียงกรดอะมิโนผ่านผนังเซลล์ การขาดอินซูลินทำให้การสังเคราะห์โปรตีนลดลง เมื่อร่างกายได้รับโปรตีนน้อยกว่าที่ร่างกายต้องการ หรือขาดเรื้อรังทำให้ร่างกายไม่เจริญเติบโตหรือเจริญช้ามาก สมองและสติปัญญาด้อย ขาดอำนาจต้านทานโรคเกิดการติดเชื้อ และอักเสบง่าย เหนื่อยง่าย กล้ามเนื้ออ่อนเพลีย ดับหย่อนสมรรถภาพ (ศศิเกษม และคณะ 2530)

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

4.3 ไขมัน

ไขมันมีสภาพเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ส่วนน้ำมันจะมีสภาพเป็นของเหลว สารที่จัดอยู่ในพวกไขมันและน้ำมันจะมีคุณสมบัติคือ ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในตัวทำลายไขมัน เช่น อีเทอร์ โคลโรฟอร์ม เบนซิน ในไขมันจะประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนแต่สัดส่วนไฮโดรเจน และออกซิเจนต่างกันคือ สัดส่วนไฮโดรเจน และออกซิเจนมากกว่า 2:1 ไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี่ ไขมันเป็นอาหารให้พลังงานมากที่สุด ไขมันหรือน้ำมัน 1 โมเลกุล เมื่อแตกตัวจะให้กรดไขมัน 3 โมเลกุล และกลีเซอรอล 1 โมเลกุล กลีเซอรอลทำหน้าที่เป็นหลักสำคัญให้กรดไขมันเกาะจับในโมเลกุล (สิริพันธุ์, 2541)

สมบัติของไขมัน

1. เมื่อบริสุทธิ์จะปราศจากสี กลิ่น และรส

2. ไม่ละลายในน้ำและแอลกอฮอล์ที่เย็นละลายในแอลกอฮอล์ที่ร้อนได้เล็กน้อยละลายได้ดีในคลอโรฟอร์ม อีเทอร์ คาร์บอนไดซัลไฟด์ คาร์บอนเตตตระคลอไรด์ และปิโตรเลียมอีเทอร์

3. ไขมันจะหลอมละลายเมื่อได้รับความร้อน จุดหลอมเหลวของไขมันขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่มีอยู่ในไขมัน กรดไขมันไม่อิ่มตัวมีจุดหลอมเหลวต่ำ ยิ่งมีจำนวนพันธะคู่มากในโมเลกุล จุดหลอมเหลวยิ่งต่ำ กรดไขมันชนิดอิ่มตัวที่มีโมเลกุลยาว จะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่ากรดไขมันชนิดอิ่มตัวโมเลกุลสั้น

4. ไขมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ โดยเฉพาะเมื่อมีแสง และความชื้นจะได้กรดไขมันอิสระเกิดขึ้น และจะเปลี่ยนเป็นอัลดีไฮด์ และกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ทำให้มีกลิ่นเหม็น และรสชาติเปลี่ยนไป เรียกว่า การเหม็นหืน (rancid)

5. ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส เมื่อไฮโดรไลซ์ไขมันด้วยกรด หรือเอนไซม์ จะได้กรดไขมันกับกลีเซอรีน

6. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน น้ำมันที่มีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวอยู่มาก จะถูกเติมออกซิเจนได้ง่าย เกิดสารที่เป็นของแข็งไม่เปียกน้ำ ใช้ผสมในสีทาบ้าน และเชลแล็ก เรียกน้ำมันพวกนี้ว่าน้ำมันชักแห้ง (drying oil)

คุณค่าทางอาหารของไขมัน

1. เป็นอาหารที่ให้พลังงานสูงมาก ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี่

2. ช่วยในการดูดซึมวิตามินที่ละลายในไขมัน คือวิตามัน เอ ดี อี เค

3. ทำหน้าที่หล่อลื่น ช่วยให้อาหารผ่านลำไส้ได้ดีขึ้น ทำให้อิ่มได้นาน และหิวอาหารช้า

4.ไขมันที่ร่างกายได้รับอย่างเพียงพอจะช่วยป้องกันไม่ให้ร่างกายนำโปรตีนไปใช้เป็นพลังงาน

5. ชั้นของไขมันใต้ผิวหนังจะช่วยรักษา และควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

6. เนื้อเยื่อไขมันในร่างกายจะช่วยป้องกันไม่ให้อวัยวะภายในร่างกายที่สำคัญถูกกระทบกระแทกและให้อวัยวะอยู่ประจำที่ด้วย (ศศิเกษม และคณะ 2530)

4.4 แร่ธาตุ

แร่ธาตุสามารถจำแนกออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ

1. แร่ธาตุที่ร่างกายจำเป็นต้องได้รับในปริมาณมาก (มากกว่าวันละ 100 มิลลิกรัมขึ้นไป) เรียกว่า macromineral หรือ macroelements มี 7 ชนิด ดังนี้ แคลเซียม (Ca) ฟอสฟอรัส (P) โปแตสเซียม (K) โซเดียม (Na) คลอรีน (Cl) แมกนีเซียม (Mg) และ กำมะถัน (S)

2. แร่ธาตุที่ร่างกายจำเป็นต้องได้รับในปริมาณน้อยในแต่ละวัน (น้อยกว่าวันละ 100มิลลิกรัม) เรียกว่า microelements หรือ trace elements มี 14 ชนิด ดังนี้

เหล็ก (Fe) ไอโอดีน (I) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะ สี(Zn) ฟลูออรีน (F) โคบอล ท์ (Co) โมลิบดินัม (Mo) ซีลีเนียม (Se) โครเมียม (Cr) นิเกิล (Ni) ดีบุก (Sn) แวนเนเดียม (Va) และ ซิลิกอน (Si)

หน้าที่ของแร่ธาตุ

แร่ธาตุเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายเพราะมีหน้าที่สำคัญหลายประการ เช่น

1. เป็นส่วนประกอบสำคัญของโครงสร้างร่างกาย

2. เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมี โดยเป็นองค์ประกอบของน้ำย่อยเป็นโคแฟกเตอร์ ช่วยการทำงานของน้ำย่อย

3. เป็นองค์ประกอบของฮอร์โมน

4. เป็นองค์ประกอบของวิตามิน

5. เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่สำคัญในร่างกาย

6.รักษาความสมดุลของกรดและด่างในร่างกายเพื่อช่วยควบคุมความดันออสโมติคภายในร่างกายให้คงที่

7. ควบคุมสมดุลของน้ำในร่างกาย

8. ควบคุมการหดรัดตัวของกล้ามเนื้อและการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อต่าง ๆ

9. มีบทบาทเกี่ยวกับการรับส่งความรู้สึกของเส้นประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปสู่อีกเซลล์ประสาทหนึ่ง

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

แร่ธาตุเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายเนื่องจากมีหน้าที่สำคัญหลายประการ เช่น

1. ทำหน้าที่เสริมสร้างร่างกาย เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส ทำหน้าที่สร้างความแข็งแรงให้กระดูกและฟัน เป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อต่าง ๆ สังกะสีเป็นองค์ประกอบของฮอร์โมนอินซูลินจากตับอ่อน และเหล็กเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง เป็นต้น

2. ทำหน้าที่ควบคุมความเป็นกรด - ด่าง เซลล์ในร่างกายมนุษย์จะมีชีวิตและทำงานได้ดีในสภาวะที่เป็นด่างเล็กน้อย ร่างกายจึงต้องมีการควบคุมเลือดและของเหลวภายในร่างกายให้มีความเป็นกรด - ด่าง อยู่ในช่วง 7.35 - 7.45 แร่ธาตุที่อยู่ในร่างกายโดยทั่วไปจะอยู่ในสารละลาย และมีสภาพที่เป็นประจุ จึงมีหน้าที่ควบคุมความเป็นกรด - ด่างในร่างกาย เช่น แคลเซียมอยู่ในรูปของแคลเซียมไฮดรอกไซม์ ทำให้เลือดหรือของเหลวในร่างกายมีความเป็นด่าง

3. ทำหน้าที่รักษาสมดุลน้ำในร่างกาย แร่ธาตุเป็นสารอาหารอย่างหนึ่งที่มีผลต่อความเข้มข้นของสารละลาย ช่วยควบคุมปริมาณน้ำภายในและภายนอกเซลล์ให้อยู่ในภาวะปกติ ได้แก่ แคลเซียม โปแตสเซียม

4. ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์และฮอร์โมนบางชนิด เอนไซม์หลายชนิดจะทำหน้าที่กระตุ้นปฏิกิริยาเคมีได้ จะต้องมีแร่ธาตุด้วยจึงจะทำงานได้ดี โดยแร่ธาตุจะทำหน้าที่เป็นโคแฟคเตอร์ ช่วยให้เอนไซม์ทำงาน เช่น ฮอร์โมนอินซูลินมีสังกะสีเป็นองค์ประกอบ

5. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณประสาท และควบคุมการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ เช่น โปแตสเซียมเกี่ยวข้องกับการเต้นของกล้ามเนื้อหัวใจ แคลเซียมเกี่ยวข้องกับการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อตามตัว เป็นต้น

แร่ธาตุต่างๆ ที่ร่างกายต้องการและประโยชน์ที่ได้รับ ดังนี้

1. แคลเซียม

แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่พบมากในร่างกาย ในธรรมชาติแคลเซียมจะไม่อยู่ในสภาวะที่เป็นธาตุเดี่ยว ๆ แต่มักจะรวมกับธาตุอื่น ๆ เป็นสารประกอบ เช่น หินปูน เปลือกไข่ และในกระดูกสัตว์ ทารกแรกเกิดจะมีแคลเซียมสะสมไว้ในร่างกายประมาณร้อยละ 0.8 ของน้ำหนักตัวหรือประมาณ 20 กรัม ซึ่งได้มาจากมารดาตั้งแต่อยู่ในครรภ์ เมื่อร่างกายเจริญเติบโตการสะสมแคลเซียมจากอาหารเพิ่มขึ้น จนกระทั่งเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่เต็มที่จะมีแคลเซียมประมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักตัว หรือประมาณ 900 - 1400 กรัม ซึ่งอยู่ในกระดูกประมาณร้อยละ 99 ที่เหลือจะอยู่ในเนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกาย แคลเซียมในเลือดถูกควบคุมโดย พาราธัยรอยด์ฮอร์โมน(parathyroid hormone) สัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสในกระดูกคือ 2 : 1 เพื่อให้การทำงานของแคลเซียมเป็นไปด้วยดี แคลเซียมจึงมักต้องทำงานไปพร้อมกับ แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินดี การขาดแคลเซียมเป็น

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

เวลานานมีผลทำให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมจากกระดูกนำไปใช้ในอวัยวะอื่นทำให้กระดูกเปราะได้ (สิริพันธุ์, 2541)

หน้าที่ของแคลเซียมในร่างกาย

1. แคลเซียมรวมกับฟอสฟอรัสเป็น hydroxy apatite ซึ่งสร้างความแข็งแรงให้กระดูกและฟันในระยะที่ร่างกายเจริญเติบโตมีการสร้างกระดูกทั้งทางด้านความยาวและความหนาแน่น ซึ่งจำเป็นต้องได้รับวัตถุดิบสำหรับสร้างอย่างพอเพียง สารประกอบแคลเซียมจะอยู่ในโพรงกระดูก ส่วนใหญ่อยู่ที่ตอนปลายของกระดูก เรียกว่า ทราเบคูลาร์(trabeculae) ถ้าร่างกายได้รับแคลเซียมเพียงพอ ทราเบคูลาร์จะได้รับการพัฒนาดี ทำให้ส่วนปลายของกระดูกแข็งแรง ภายในโพรงกระดูกมีเส้นเลือดและของเหลวติดต่อ เพื่อนำเอาแคลเซียมไปช่วยรักษาระดับแคลเซียมในเลือด แคลเซียมที่สะสมอยู่ในกระดูกจะไม่อยู่คงที่ตลอดไปในร่างกาย จะมีการสลายออกไปและมีการสร้างใหม่ทดแทนได้ ในกรณีที่ได้รับแคลเซียมจากอาหารน้อยลง เพื่อปรับระดับแคลเซียมให้สมดุลตลอดเวลา ในระยะที่เป็นเด็กร่างกายกำลังเจริญเติบโต ร่างกายจะมีการสร้างกระดูกโดยดึงแคลเซียมเข้าไปที่กระดูกมากกว่าที่จะสลายออก แต่เมื่ออายุมากขึ้น การสลายแคลเซียมออกมาจากกระดูกมีมากกว่าการดึงแคลเซียมเข้าไป จึงเป็นสาเหตุทำให้กระดูกมีรูพรุน เปราะและหักง่าย ซึ่งแต่ละปีแคลเซียมในกระดูกจะมีการสลายและสร้างใหม่ประมาณร้อยละ 20 ดังนั้น ทั้งเด็กและผู้ใหญ่จะต้องกินแคลเซียมให้มากกว่าปริมาณที่สูญเสียในแต่ละวัน (รีดเดอร์, 2544)

2. แคลเซียมทำหน้าที่ควบคุมการส่งกระแสประสาทและการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยที่แคลเซียมในเลือดจะเป็นตัวเข้าไปควบคุมการทำงานของระบบประสาทที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ ถ้าแคลเซียมในเลือดน้อยจะทำให้ กล้ามเนื้อไวต่อการกระตุ้นและทำให้เกิดการชักเกร็ง แต่ถ้ามีแคลเซียมมากเกินไปจะกดการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อหัวใจ ทำให้หัวใจหยุดเต้นในท่าบีบตัว ทำให้ประสาทเกิดการเฉื่อยชา แคลเซียมในขนาดพอเหมาะจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเต้นของชีพจร และการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ

3. แคลเซียมเกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือด เมื่อเส้นเลือดฉีกขาด เช่น เกิดบาดแผล แคลเซียมในเลือดจะกระตุ้นให้มีการขับ ทรอมโบพลาสติน(throboplastin) ออกมาจากเกล็ดเลือด แล้วทรอมโบพลาสตินจะเร่งให้มีการเปลี่ยน โพรทรอมบิน(prothrombin) ไปเป็น ทรอมบิน(thrombin) และทรอมบินช่วยให้ไฟบริโนเจน(fibrinogen) เปลี่ยนเป็น ไฟบริน (fibrin) ในที่สุดคือทำให้เลือดแข็งตัวเป็นลิ่มปิดปากแผลป้องกันการเสียเลือดมาก

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

Ca^{++}

เกล็ดเลือด ⟶ ทรอมโบพลาสติน

ทรอมโบพลาสติน

โพรทอมบิน ⟶ ทรอมบิน

ทรอมบิน

ไฟบริโนเจน ⟶ ไฟบริน (เป็นร่างแหปิดปากแผล)

แผนภาพแสดงหน้าที่ของแคลเซียมที่ช่วยในการแข็งตัวของเลือด(สิริพันธุ์, 2541)

4. แคลเซียมทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด เช่น เอนไซม์ไลเปสจากตับอ่อน เอนไซม์อะดีโนซีนไตรฟอสฟาเตส และเอนไซม์ต่าง ๆ สำหรับย่อยโปรตีน

5. แคลเซียมช่วยในการดูดซึมวิตามินบี 12 ซึ่งจะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กตอนปลายให้เป็นไปได้ด้วยดี

6. แคลเซียมช่วยให้ผนังเซลล์มีความสามารถในการยอมให้สารต่าง ๆ ผ่านเข้าออกมากขึ้น

7. จำเป็นในการสังเคราะห์อะซิทิลโคลีน (acetylcholine) ซึ่งเป็นสารจำเป็นในการส่งกระแสความรู้สึกของระบบประสาท

ปริมาณที่แนะนำ

เด็ก	1 - 9 ปี	800 มิลลิกรัม / วัน
	10 - 19 ปี	1,200 มิลลิกรัม / วัน
ผู้ใหญ่		800 มิลลิกรัม / วัน
หญิงตั้งครรภ์		+ 400 มิลลิกรัม / วัน
หญิงให้นมบุตร		+ 400 มิลลิกรัม / วัน

2. แมกนีเซียม

ในธรรมชาติแมกนีเซียมอยู่ในสภาพเกลือแร่ในพื้นดินจำนวนมาก ซึ่งมีความสำคัญต่อทั้งพืชและสัตว์ ปริมาณแมกนีเซียมในร่างกายมนุษย์มีน้อยกว่าแคลเซียมและฟอสฟอรัส ผู้ใหญ่มีแมกนีเซียมประมาณ 20 - 25 กรัม

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

แมกนีเซียมประมาณร้อยละ 60 อยู่ในสภาพแมกนีเซียมฟอสเฟตหรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต ซึ่งเป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน ส่วนแมกนีเซียมร้อยละ 40 อยู่ในเซลล์และในเลือด แมกนีเซียมถูกกำจัดออกจากร่างกายทางเหงื่อและอุจจาระ

หน้าที่ของแมกนีเซียมในร่างกาย

1. เป็นองค์ประกอบของกระดูกและฟัน

2. เกี่ยวข้องกับขบวนการเผาผลาญที่จำเป็นหลายขบวนการ ซึ่งส่วนมากแมกนีเซียมจะอยู่ภายในเซลล์และจะไปกระตุ้นน้ำย่อย โดยเป็นโคแฟกเตอร์ของน้ำย่อยหลายชนิด ซึ่งจำเป็นสำหรับการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต และกรดอะมิโนให้เป็นพลังงาน

3. ช่วยในสมดุลของความเป็นกรดด่างให้ปกติ

4. เกี่ยวข้องกับการคลายตัวของกล้ามเนื้อ

5. ช่วยส่งเสริมการดูดซึมและการเผาผลาญของแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม และโปแตสเซียม

6. ช่วยร่างกายในการใช้วิตามินบีรวม วิตามินซีและอี

7. จำเป็นสำหรับการส่งสัญญาณประสาทและการหดตัวของกล้ามเนื้อ

8. แมกนีเซียมเกี่ยวข้องกับทำให้อุณหภูมิของร่างกายเป็นไปตามปกติและเกี่ยวข้องกับการต้านทานความหนาว ในอากาศเย็นร่างกายต้องการแมกนีเซียมสูง

9. แมกนีเซียมในปริมาณที่เพียงพอจำเป็นในการเปลี่ยนน้ำตาลในเลือด คือ กลูโคสให้เป็นพลังงาน

10. เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ DNA และ RNA ในระหว่างที่เซลล์แบ่งตัว และการสังเคราะห์โปรตีน

ปริมาณที่แนะนำ

ผู้หญิง	300 มิลลิกรัม / วัน
ผู้ชาย	350 มิลลิกรัม / วัน
หญิงมีครรภ์และให้นมบุตร	450 มิลลิกรัม / วัน

3. โซเดียม

ร่างกายมีโซเดียมอยู่ประมาณร้อยละ 0.15 ของน้ำหนักตัว และประมาณร้อยละ 50 ของปริมาณที่มีอยู่ในของเหลวนอกเซลล์ ประมาณร้อยละ 40 อยู่ในกระดูก และร้อยละ 10 อยู่ในของเหลว

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ในเซลล์ มีการแลกเปลี่ยนไปมาระหว่างโซเดียมในกระดูกกับโซเดียมในของเหลวนอกเซลล์ และเป็นตัวกำหนดปริมาตรของของเหลวนอกเซลล์

หน้าที่ของโซเดียมในร่างกาย

1. โซเดียมพบมากในส่วนของเหลวนอกเซลล์ทำหน้าที่ร่วมกับโปแตสเซียมในการักษาแรงดันออสโมติค ควบคุมสมดุลของน้ำในร่างกายโซเดียมร่วมกับโปแตสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม ควบคุมการส่งกระแสประสาทที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อ รวมทั้งการเต้นของหัวใจด้วย

2. โซเดียมเป็นธาตุที่เป็นโลหะ เมื่ออยู่ในสารละลายและแตกตัวเป็นอิออนที่มีประจุบวกจึงควบคุมสมดุลของกรด - ด่างภายในร่างกาย

3. โซเดียมทำหน้าที่ในการขนส่งสารบางชนิดเข้าเซลล์ เช่น การดูดซึมกลูโคส ช่วยรักษาให้แร่ธาตุอื่นที่มีอยู่ในเลือดละลาย เพื่อจะได้ไม่เกิดการจับเกาะภายในเลือด

4. ทำงานร่วมกับคลอรีน เพื่อให้เลือดและน้ำเหลืองสมบูรณ์

5. ช่วยฟอกคาร์บอนไดออกไซด์จากร่างกาย

6. จำเป็นสำหรับการสร้างกรดเกลือในกระเพาะ

ปริมาณที่แนะนำ

ผู้ใหญ่ ประมาณ 1.1 - 3.3 กรัม / วัน

ถ้าทำงานหนักในที่อุณหภูมิสูง จำเป็นต้องได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณที่เพิ่มอยู่ระหว่าง 2 - 7 กรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการสูญเสียโซเดียมและความเคยชินกับอุณหภูมิรอบกาย

4. โปแตสเซียม

ร่างกายมีโปแตสเซียมประมาณร้อยละ 0.35 ของน้ำหนักตัวหรือในผู้ใหญ่มีประมาณ 250 กรัม ซึ่งร้อยละ 97 ของจำนวนนี้จะอยู่ในเซลล์ทั่วร่างกาย ส่วนที่เหลือจะอยู่ในของเหลวภายนอกเซลล์

หน้าที่ของโปแตสเซียมในร่างกาย

1. ทำหน้าที่บางประการเหมือนโซเดียม คือ รักษาสมดุลน้ำและสมดุลกรด - ด่าง ในร่างกาย

2. โปแตสเซียมที่อยู่นอกเซลล์ ทำหน้าที่ร่วมกับโซเดียม แมกนีเซียม และแคลเซียม ในการส่งกระแสประสาทและการทำงานของกล้ามเนื้อ

3. ทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในขบวนการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต

5. ช่วยในการรักษาสุขภาพของผิวหนัง

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

5. กระตุ้นไตในการกำจัดของเสียในร่างกาย

6. รวมกับฟอสฟอรัสเพื่อส่งออกซิเจนไปสมอง

ปริมาณที่แนะนำ

ความต้องการโปแตสเซียมของผู้ใหญ่ประมาณ 1.9 - 5.6 กรัม / วัน ซึ่งโดยปกติร่างกายจะได้รับจากอาหาร 2 - 6 กรัม / วัน ซึ่งเป็นปริมาณที่เพียงพอในสภาวะร่างกายปกติ

5. เหล็ก

ในร่างกายผู้ใหญ่มีเหล็กประมาณ 3 - 4 กรัม ประมาณร้อยละ 75 ของปริมาณนี้จะอยู่ในฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดง ประมาณร้อยละ 5 อยู่ในฮีโมโกลบิน ซึ่งเป็นรงควัตถุสีแดงในกล้ามเนื้อ ประมาณร้อยละ 5 เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์หลายชนิดในเซลล์ต่าง ๆ ส่วนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 15 อยู่ในรูปของส่วนประกอบของเหล็กกับโปรตีนสะสมอยู่ในตับ ม้าม และ โพรงกระดูกซึ่งเรียกโปรตีนที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบนี้ว่า ฮีโมซิเดอริน (Hemosiderin) ในคนปกติผู้ชายจะมีเหล็กเก็บไว้ประมาณ 0.5 - 1.5 กรัม ส่วนผู้หญิงมีประมาณ 0.3 - 1.9 กรัม แต่ในระยะมีประจำเดือน เหล็กที่สะสมจะลดลงเหลือ 0.2 - 0.4 กรัม(แสงโสม, 2544)

หน้าที่ของเหล็กในร่างกาย

1. หน้าที่หลักคือรวมกับโปรตีนและทองแดง เพื่อสร้างฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง

2. เป็นส่วนประกอบของไมโอโกลบิน

3. เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์หลายชนิดในร่างกาย

ปริมาณที่แนะนำ

เด็ก	1 - 9 ปี	10 มิลลิกรัม / วัน
เด็กผู้ชาย	10 - 15 ปี	12 มิลลิกรัม / วัน
	16 - 19 ปี	10 มิลลิกรัม / วัน
เด็กผู้หญิง	10 - 19 ปี	15 มิลลิกรัม / วัน
ผู้ชาย	20 - 60+ ปี	10 มิลลิกรัม / วัน
ผู้หญิง	20 - 49 ปี	15 มิลลิกรัม / วัน
	50+ ปี	10 มิลลิกรัม / วัน
หญิงตั้งครรภ์		+ 30 มิลลิกรัม / วัน
หญิงให้นมบุตร		15 มิลลิกรัม / วัน

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

6. สังกะสี

ร่างกายมนุษย์มีสังกะสีประมาณ 2 - 3 กรัม กระจายอยู่ทั่วไปในเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ที่พบมาก คือ ตา ตับ กระดูก ในเลือด ร้อยละ 80 ของสังกะสีในเลือดอยู่ในเม็ดเลือดแดง อีกร้อยละ 20 อยู่ในน้ำเลือด ในเม็ดเลือดขาวมีสังกะสีมากกว่าเม็ดเลือดแดงประมาณ 25 เท่า

หน้าที่ของสังกะสีในร่างกาย

1.เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ไม่น้อยกว่า 20 ชนิด เช่น อะมิโนเปปติเดส (aminopeptidase)

2. เป็นโคแฟคเตอร์ ในการสร้างกรดนิวคลีอิค รวมทั้งการสร้างโปรตีน

3. เกี่ยวข้องกับการดึงวิตามินออกจากแหล่งเก็บคืน กลับเข้าสู่กระแสเลือด

4. เป็นองค์ประกอบของฮอร์โมนอินซูลิน

5. จำเป็นต่อการหลั่งฮอร์โมนเพศ เทสโตสเตอโรนของผู้ชาย และปริมาณอสุจิ

6. เป็นส่วนของน้ำย่อยที่จำเป็นในการแตกตัวแอลกอฮอล์

7.มีความสำคัญในการรักษาสภาพปกติของผนังเซลล์ ช่วยให้แผลหายเร็ว

ปริมาณที่แนะนำ

ผู้ใหญ่	15 มิลลิกรัม / วัน
หญิงตั้งครรภ์	+ 5 มิลลิกรัม / วัน
หญิงให้นมบุตร	+ 10 มิลลิกรัม / วัน

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บตัวอย่างเห็ดกระด้าง

เก็บตัวอย่างเห็ดกระด้างจากแหล่งเพาะพันธุ์เห็ดในเขตอำเภอต่างๆ ในจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษและอำนาจเจริญ

2. การหาปริมาณความชื้น (Water)

ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กๆ 5 กรัม ใส่ในกระดาษฟอยด์ แล้วนำไปอบใน hot air oven ที่ 60-70 °C 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน desiccator บันทึกน้ำหนักแล้วนำไปอบต่ออีกนาน 1-2 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักอีก ทำเช่นนี้จนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ จึงนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณน้ำทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่างเห็ด ทำการทดลองตัวอย่างเดียวกัน 2 ครั้ง นำค่าที่ได้ซึ่งมีความแตกต่างซึ่งต่างกันไม่เกิน 3%มาหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้น (ภาคผนวก ก ข้อ 1)

3. การหาปริมาณโปรตีน

นำตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและเห็ดกระด้างแห้งจากแหล่งต่างๆ มาตัวอย่างละ 0.4 กรัม ทำการย่อยใน digesting tube โดยเติม 7 ml ของ H_2SO_4 ,1.5 กรัม ของ K_2SO_4 และ 0.0075 กรัม ของ Se ย่อยตัวอย่างในเครื่อง Kjeldahl 420 °C , 40 นาที จะได้สารละลายใส แล้วตั้งทิ้งให้เย็น เติมน้ำกลั่น 20 ml และ 30 ml ของ 50% NaOH นำไปกลั่นใน distillation system โดยมี 4% ของกรอบอริค 15 ml และ 2 หยดของ indicator ซึ่งประกอบด้วย 0.2 % methylred และ 0.1 % methylene blue ใช้ flask เป็นตัวรองรับ เมื่อ NH_3 ถูกไล่ออกมาหมดจึงนำ flask ไปไตเตรทกับ 0.1 N HCl ทำอย่างละ 2 ซ้ำ แล้วคำนวณหาปริมาณโปรตีน (ภาคผนวก ก ข้อ 2)

4. การหาปริมาณไขมัน

ชั่งตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและเห็ดกระด้างแห้งจากแหล่งต่างๆ มาตัวอย่างละ 2 กรัม ใส่ thimble นำมาสกัดด้วย petroleum ether ซึ่งมี boiling point 40-60 °C , 4-6 ชั่วโมง ระเหย petroleum ether ออก แล้วนำส่วนไขมันที่เหลือมาอบ ที่ 60-70 °C , 30 นาที ชั่งจนได้น้ำหนักคงที่ แล้วเติม petroleum ether ไปละลายส่วนที่เป็นไขมัน แล้วรินทิ้งไป อบให้แห้งที่ 60-70 °C , 30 นาที ชั่งจนได้น้ำหนักคงที่ ทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เป็นร้อยละของไขมันในตัวอย่างเห็ด (ภาคผนวก ก ข้อ 3)

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

5. การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

นำตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและเห็ดกระด้างแห้งที่เหลือจากการสกัดไขมัน มาเติม 50 ml ของ HCl เข้มข้น แล้ว reflux นาน 3 ชั่วโมง แล้วนำไปกรอง นำส่วนน้ำที่ได้ 10 ml มาปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml แล้วนำมา 1 ml มาเติมด้วย 1 ml ของ 5% phenol และ 5 ml ของ H_2SO_4 เข้มข้น แล้วทำให้เข้ากันดีด้วยเครื่อง vertex นำไปอุ่นใน water bath โดยให้มีการเขย่าตลอดเวลา ที่ 25-30 °C 10-20 นาที นำไปวัดค่าความดูดกลืนแสง ที่ 490 nm ทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานโดยใช้น้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในตัวอย่างเห็ด (ภาคผนวก ก ข้อ 4)

6. การหาปริมาณเส้นใยอาหาร

ชั่งตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและเห็ดกระด้างแห้งจากแหล่งต่างๆมา 2 กรัม เติม 200 ml ของ 1.25 %H_2SO_4 แล้ว reflux 30 นาที กรองด้วยน้ำเดือดปราศจากกรด นำกากที่ได้ใส่ในขวดก้นกลม แล้วเติม 200 ml 1.25 % NaOH แล้ว reflux 30 นาที กรองด้วยน้ำเดือด และแอลกอฮอล์ นำส่วนที่เหลือไปอบที่ 60-70 °C จนได้น้ำหนักที่คงที่ ทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยอาหาร (ภาคผนวก ก ข้อ 5)

7. การหาปริมาณเถ้า

ชั่งตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและเห็ดกระด้างแห้งจากแหล่งต่างๆ มา 5 กรัม ใส่ใน porcelain crucible ที่สะอาด (แช่ใน 6 N HCl ที่ต้มเดือดแล้วล้างให้สะอาดนำไปอบให้แห้ง และเาที่ 450 °C 15 นาที) ชั่งน้ำหนักไว้ นำตัวอย่างนี้ไปทำให้เป็นเถ้า โดยการเผาในเตาเผา (muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 550 °C นาน 6 ชั่วโมง จนกระทั่งเถ้าเป็นสีขาว ทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนักไว้ ทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ แล้วคำนวณหาปริมาณเถ้า (ภาคผนวก ก ข้อ 6)

8. การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุ

การวิเคราะห์แร่ธาตุทำโดยวิธี Atomic Absorption โดยการนำเถ้าของเห็ดแต่ละตัวอย่างมาละลายด้วย 2N HCl จำนวน 5 ml นำสารละลายที่ได้ไปอุ่นบน hot plate เพื่อให้การละลายเป็นไปด้วยดี แล้วกรองสารละลายที่ได้ด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 ลงใน volumetric flask ขนาด 100 ml ล้างตะกอนบนกระดาษกรองหลายครั้งด้วยน้ำอุ่นปรับปริมาตรของสารละลายที่กรองได้ด้วยน้ำกลั่นชนิด

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ปราศจากแร่ธาตุจนได้ปริมาตร 100 ml เขย่า เก็บสารละลายที่ได้ไว้ในขวดพลาสติกที่มีฝาปิด นำไปตรวจสอบแร่ธาตุต่างๆ ได้แก่ แคลเซียม โปแตสเซียม แมกนีเซียม โซเดียม เหล็ก และสังกะสี ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ภาคผนวก ก ข้อ 7, 8 และ ภาคผนวก ข)

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเก็บตัวอย่างเห็ดกระด้าง

ตัวอย่างเห็ดกระด้างที่นำมาทำการทดลองทั้งชนิดสดและชนิดแห้งได้จากแหล่งเพาะพันธุ์เห็ดในเขตอำเภอต่างๆ ในจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษและอำนาจเจริญจำนวนทั้งหมด 14 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จากแหล่งต่างๆ

ลำดับ	รหัสตัวอย่างเห็ด*	สถานที่
1	LP-Mu-U	อ. เมือง จ. อุบลราชธานี
2	LP-KP-U	อ. กุดข้าวปุ้น จ. อุบลราชธานี
3	LP-DU-U	อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี
4	LP-NY-U	อ. นาเยีย จ. อุบลราชธานี
5	LP-PB-U	อ. พิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี
6	LP-VR1-U	อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี (ต. บ้านศรีไค)
7	LP-VR2-U	อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี (ต. ห้วยขะยุง)
8	LP-SR-U	อ. สำโรง จ. อุบลราชธานี
9	LP-KL-S	อ. กันทรลักษ์ จ. ศรีสะเกษ
10	LP-KR-S	อ. กันทรารมย์ จ. ศรีสะเกษ
11	LP-PY-S	อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ
12	LP-SN-S	อ. ศรีรัตนะ จ. ศรีสะเกษ
13	LP-Mu-A	อ. เมือง จ. อำนาจเจริญ
14	LP-LA-A	อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ

หมายเหตุ * กำหนดโดยชื่อสายพันธุ์เห็ด, อำเภอและจังหวัดที่เก็บตัวอย่าง ตามลำดับ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

2. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Water)

ปริมาณความชื้น(ปริมาณน้ำ)ของตัวอย่างเห็ดกระด้างสดที่ได้จากการวิเคราะห์ พบว่า เห็ดกระด้างสดมีความชื้นเป็นองค์ประกอบประมาณ 81.36 - 88.96%ความชื้น โดยปริมาณความชื้นสูงสุดคือ 88.96%ความชื้น พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. สำโรง จ. อุบลราชธานี (LP-SR-U) และปริมาณความชื้นต่ำสุดคือ 81.36%ความชื้น พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างจาก อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ (LP-PY-S)

สำหรับปริมาณความชื้นของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้งที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่า เห็ดกระด้างแห้งมีความชื้นเป็นองค์ประกอบประมาณ 10.13 - 12.15%ความชื้น โดยปริมาณความชื้นสูงสุด คือ 12.15%ความชื้น พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ.สำโรง จ. อุบลราชธานี (LP-SR-U) และปริมาณความชื้นต่ำสุดคือ 10.13%ความชื้น พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างจาก อ.ลืออำนาจ
จ. อำนาจเจริญ (LP-LA-A) แสดงผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณความชื้นของเห็ดกระด้างสดและแห้งจากแหล่งต่างๆ

รหัสตัวอย่างเห็ด	%ความชื้นจากเห็ดกระด้างสด	%ความชื้นจากเห็ดกระด้างแห้ง
LP-Mu-U	86.21	11.65
LP-KP-U	85.19	11.37
LP-DU-U	85.50	11.32
LP-NY-U	86.84	11.59
LP-PB-U	88.44	11.63
LP-VR1-U	86.41	11.16
LP-VR2-U	85.92	11.24
LP-SR-U	88.96	12.15
LP-KL-S	87.26	11.83
LP-KR-S	84.14	10.64
LP-PY-S	81.36	11.03
LP-SN-S	87.05	11.12
LP-Mu-A	86.09	10.75
LP-LA-A	82.90	10.13

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

3. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและแห้ง ด้วยวิธี Kjedahl พบว่าเห็ดกระด้างสดมีโปรตีนประมาณ 2.19-2.83 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ ปริมาณโปรตีนสูงสุดคือ 2.83 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี (LP-Mu-U) และปริมาณโปรตีนต่ำสุดคือ 2.19 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี (LP-DU-U)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้ง พบว่า เห็ดกระด้างแห้งมีโปรตีนประมาณ 18.21-18.92 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ ปริมาณโปรตีนสูงสุดคือ 18.92 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี (LP-Mu-U) และปริมาณโปรตีนต่ำสุดคือ 18.21 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. พิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี (LP- PB-U) แสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณโปรตีนของเห็ดกระด้างสดและแห้ง (กรัมต่อ100 กรัมของเห็ดส่วนที่กินได้)

รหัสตัวอย่างเห็ด	%โปรตีนจากเห็ดกระด้างสด	%โปรตีนจากเห็ดกระด้างแห้ง
LP-Mu-U	2.83	18.92
LP-KP-U	2.22	18.41
LP-DU-U	2.19	18.24
LP-NY-U	2.27	18.49
LP-PB-U	2.21	18.21
LP-VR1-U	2.38	18.53
LP-VR2-U	2.26	18.36
LP-SR-U	2.34	18.38
LP-KL-S	2.47	18.59
LP-KR-S	2.30	18.42
LP-PY-S	2.53	18.64
LP-SN-S	2.31	18.35
LP-Mu-A	2.41	18.62
LP-LA-A	2.33	18.47

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

4. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันของตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและแห้ง ด้วยวิธี Soxlhet พบว่าเห็ดกระด้างสดมีไขมันประมาณ 0.029-0.044 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ โดยปริมาณไขมันสูงสุดคือ 0.044 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. กันทรารมย์ จ. ศรีสะเกษ (LP-KR-S) และปริมาณไขมันต่ำสุดคือ 0.029 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ (LP-LA-A)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไขมันของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างแห้งมีไขมันประมาณ 0.088-0.107 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ ปริมาณไขมันสูงสุดคือ 0.107 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ เป็นตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. กันทรารมย์ จ. ศรีสะเกษ (LP-KR-S) และปริมาณไขมันต่ำสุดคือ 0.088 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ (LP-LA-A) ดังแสดงผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณไขมันของเห็ดกระด้างสดและแห้ง (กรัมต่อ100 กรัมของเห็ดส่วนที่กินได้)

รหัสตัวอย่างเห็ด	%ไขมันจากเห็ดกระด้างสด	%ไขมันจากเห็ดกระด้างแห้ง
LP-Mu-U	0.039	0.096
LP-KP-U	0.035	0.091
LP-DU-U	0.037	0.094
LP-NY-U	0.032	0.091
LP-PB-U	0.036	0.092
LP-VR1-U	0.038	0.099
LP-VR2-U	0.041	0.103
LP-SR-U	0.034	0.092
LP-KL-S	0.040	0.101
LP-KR-S	0.044	0.107
LP-PY-S	0.033	0.092
LP-SN-S	0.036	0.095
LP-Mu-A	0.042	0.105
LP-LA-A	0.029	0.088

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

5. การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและแห้ง ด้วยวิธี Phenol sulfuric acid พบว่าเห็ดกระด้างสดมีคาร์โบไฮเดรตประมาณ 10.42-12.82 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงสุดคือ 12.82 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. กุดข้าวปุ้น จ. อุบลราชธานี (LP-KP-U) และปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำสุดคือ 10.42 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดที่ได้จากอ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ (LP-LA-A)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างแห้งมีคาร์โบไฮเดรตประมาณ 28.06-28.94 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงสุดคือ 28.94 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดที่ได้จาก อ. พิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี (LP-PB-U) และปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำสุดคือ 28.06 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดที่ได้จาก อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ (LP-LA-A) แสดงผลดังตารางที่7

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเห็ดกระด้างสดและแห้ง (กรัมต่อ100 กรัมของเห็ดส่วนที่กินได้)

รหัสตัวอย่างเห็ด	%คาร์โบไฮเดรตจากเห็ดกระด้างสด	%คาร์โบไฮเดรตจากเห็ดกระด้างสด
LP-Mu-U	11.38	28.19
LP-KP-U	12.82	28.84
LP-DU-U	11.26	28.50
LP-NY-U	11.57	28.76
LP-PB-U	11.13	28.94
LP-VR1-U	11.76	28.63
LP-VR2-U	11.82	28.86
LP-SR-U	11.75	28.38
LP-KL-S	10.94	28.12
LP-KR-S	11.29	28.17
LP-PY-S	11.82	28.75
LP-SN-S	11.95	28.44
LP-Mu-A	10.99	28.26
LP-LA-A	10.42	28.06

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

6. การวิเคราะห์เส้นใย

การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยของตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและแห้ง ด้วยวิธี reflux พบว่าเห็ดกระด้างสด มีเส้นใยประมาณ 5.23-5.99 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ โดยปริมาณเส้นใยสูงสุดคือ 5.99 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. กันทรารมย์ จ. ศรีสะเกษ (LP-KR-S) และปริมาณเส้นใยต่ำสุดคือ 5.23 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก ต. ห้วยขะยุง อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี (LP- VR2-U)

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างแห้ง มีเส้นใยประมาณ 38.27-38.96 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ โดยปริมาณเส้นใยสูงสุดคือ 38.96 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. กันทรารมย์ จ. ศรีสะเกษ (LP-KR-S) และปริมาณเส้นใยต่ำสุดคือ 38.27 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ (LP-LA-A) ดังแสดงผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณเส้นใยของเห็ดกระด้างสดและแห้ง (กรัมต่อ100 กรัมของเห็ดส่วนที่กินได้)

รหัสตัวอย่างเห็ด	%เส้นใยจากเห็ดกระด้างสด	%เส้นใยจากเห็ดกระด้างสด
LP-Mu-U	5.94	38.86
LP-KP-U	5.40	38.64
LP-DU-U	5.64	38.82
LP-NY-U	5.61	38.77
LP-PB-U	5.82	38.83
LP-VR1-U	5.30	38.41
LP-VR2-U	5.23	38.33
LP-SR-U	5.40	38.62
LP-KL-S	5.46	38.69
LP-KR-S	5.99	38.96
LP-PY-S	5.35	38.60
LP-SN-S	5.52	38.79
LP-Mu-A	5.79	38.81
LP-LA-A	5.28	38.27

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

7. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและแห้ง ด้วยวิธี Dry ashing พบว่าเห็ดกระด้างสดมีปริมาณเถ้าประมาณ 1.30-1.43 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ โดยปริมาณเถ้าสูงสุดคือ 1.43 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี (LP-Mu-U) และปริมาณเถ้าต่ำสุดคือ 1.30 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ (LP-LA-A)

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างแห้งมีปริมาณเถ้าประมาณ 5.47-5.70 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ โดยปริมาณเถ้าสูงสุดคือ 5.70 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี (LP-Mu-U) และปริมาณเถ้าต่ำสุดคือ 5.64 กรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ (LP-LA-A) แสดงผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณเถ้าของเห็ดกระด้างสดและแห้ง (กรัมต่อ100 กรัมของเห็ดส่วนที่กินได้)

รหัสตัวอย่างเห็ด	%เถ้าจากเห็ดกระด้างสด	%เถ้าจากเห็ดกระด้างแห้ง
LP-Mu-U	1.43	5.70
LP-KP-U	1.38	5.57
LP-DU-U	1.37	5.53
LP-NY-U	1.37	5.51
LP-PB-U	1.39	5.60
LP-VR1-U	1.38	5.58
LP-VR2-U	1.40	5.64
LP-SR-U	1.32	5.50
LP-KL-S	1.35	5.57
LP-KR-S	1.37	5.61
LP-PY-S	1.35	5.56
LP-SN-S	1.31	5.49
LP-Mu-A	1.36	5.52
LP-LA-A	1.30	5.47

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

8. การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุ โดยวิธี Atomic Absorption Method

8.1 ปริมาณแคลเซียม

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างสดมีปริมาณแคลเซียมประมาณ 4.752-5.587 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ โดยปริมาณแคลเซียมสูงสุดคือ 5.587 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. เมือง จ. อำนาจเจริญ (LP-Mu-A) และปริมาณแคลเซียมต่ำสุดคือ 4.752 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก ต. ห้วยขะยุง อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี (LP-VR2-U)

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างแห้งมีปริมาณแคลเซียมประมาณ 35.894–38.712 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ โดยปริมาณแคลเซียมสูงสุดคือ 38.712 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จากอำเภอเมือง จ. อำนาจเจริญ (LP-Mu-A) และปริมาณแคลเซียมต่ำสุดคือ 35.894 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก ต. ห้วยขะยุง อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี (LP-VR2-U)แสดงผลดังตารางที่ 10

ตารางที่10 แสดงปริมาณแคลเซียมของเห็ดกระด้างสดและแห้ง (มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดส่วนที่กินได้)

รหัสตัวอย่างเห็ด	ปริมาณ Ca จากเห็ดสด	ปริมาณ Ca จากเห็ดแห้ง
LP-Mu-U	4.871	36.232
LP-KP-U	5.458	37.961
LP-DU-U	5.182	37.189
LP-NY-U	4.829	36.194
LP-PB-U	4.931	36.892
LP-VR1-U	4.854	36.537
LP-VR2-U	4.752	35.894
LP-SR-U	4.923	36.801
LP-KL-S	5.081	36.994
LP-KR-S	5.359	37.821
LP-PY-S	5.362	37.907
LP-SN-S	4.854	36.644
LP-Mu-A	5.587	38.712
LP-LA-A	5.122	37.136

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

8.2 ปริมาณโปแตสเซียม

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโปแตสเซียมในตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างสดมีปริมาณโปแตสเซียมประมาณ 150.891-152.639 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ โดยปริมาณโปแตสเซียมสูงสุดคือ 152.639 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. นาเยีย จ. อุบลราชธานี (LP-NY-U) และปริมาณโปแตสเซียมต่ำสุดคือ 150.891 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. ศรีรัตนะ จ. ศรีสะเกษ (LP-SN-S)

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณโปแตสเซียมของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างแห้งมีปริมาณโปแตสเซียมประมาณ 926.346-929.682 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ โดยปริมาณโปแตสเซียมสูงสุดคือ 929.682 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. นาเยีย จ. อุบลราชธานี (LP-NY-U) และปริมาณโปแตสเซียมต่ำสุดคือ 926.346 มิลลิกรัมต่อ 100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. ศรีรัตนะ จ. ศรีสะเกษ (LP-SN-S) แสดงผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณโปแตสเซียมของเห็ดกระด้างสดและแห้ง (มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดส่วนที่กินได้)

รหัสตัวอย่างเห็ด	ปริมาณ K จากเห็ดสด	ปริมาณ K จากเห็ดแห้ง
LP-Mu-U	152.055	928.841
LP-KP-U	151.324	927.134
LP-DU-U	151.942	928.043
LP-NY-U	152.639	929.682
LP-PB-U	152.373	929.061
LP-VR1-U	151.921	927.967
LP-VR2-U	151.685	927.523
LP-SR-U	150.918	926.514
LP-KL-S	151.214	927.298
LP-KR-S	151.092	927.044
LP-PY-S	151.163	927.192
LP-SN-S	150.891	926.346
LP-Mu-A	151.642	927.414
LP-LA-A	151.367	926.971

Ubon Rajathanee University

8.3 ปริมาณโซเดียม

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมในตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างสดมีปริมาณโซเดียมประมาณ 4.037-4.376 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ โดยปริมาณโซเดียมสูงสุดคือ 4.376 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี (LP-Mu-U) และปริมาณโซเดียมต่ำสุดคือ 4.037 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. พิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี (LP-PB-U)

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างแห้งมีปริมาณโซเดียมประมาณ 22.894-23.451 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ โดยปริมาณโซเดียมสูงสุดคือ 23.451 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี (LP-Mu-U) และปริมาณโซเดียมต่ำสุดคือ 22.894 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. พิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี (LP-PB-U) แสดงผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณโซเดียมของเห็ดกระด้างสดและแห้ง (มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดส่วนที่กินได้)

รหัสตัวอย่างเห็ด	ปริมาณ Na จากเห็ดสด	ปริมาณ Na จากเห็ดแห้ง
LP-Mu-U	4.376	23.451
LP-KP-U	4.359	23.261
LP-DU-U	4.261	22.942
LP-NY-U	4.187	22.987
LP-PB-U	4.037	22.894
LP-VR1-U	4.249	23.146
LP-VR2-U	4.151	23.097
LP-SR-U	4.129	22.907
LP-KL-S	4.264	23.137
LP-KR-S	4.297	23.212
LP-PY-S	4.301	23.257
LP-SN-S	4.286	23.159
LP-Mu-A	4.196	23.058
LP-LA-A	4.174	22.956

Ubon Rajathanee University

8.4 ปริมาณเหล็ก

จากการวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กในตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างสดมีปริมาณเหล็กประมาณ 0.997-1.120 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ โดยปริมาณเหล็กสูงสุดคือ 1.120 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ (LP-PY-S) และปริมาณเหล็กต่ำสุดคือ 0.997 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี (LP-DU-U)

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างแห้งมีปริมาณเหล็กประมาณ 2.384-2.891มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ โดยปริมาณเหล็กสูงสุดคือ 2.891 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ (LP-PY-S) และปริมาณเหล็กต่ำสุดคือ 2.384 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี (LP-DU-U)แสดงผลดังตารางที่ 13

ตารางที่13 แสดงปริมาณเหล็กของเห็ดกระด้างสดและแห้ง (มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดส่วนที่กินได้)

รหัสตัวอย่างเห็ด	ปริมาณ Fe จากเห็ดสด	ปริมาณ Fe จากเห็ดแห้ง
LP-Mu-U	1.093	2.623
LP-KP-U	1.042	2.576
LP-DU-U	0.997	2.384
LP-NY-U	1.081	2.619
LP-PB-U	1.096	2.689
LP-VR1-U	1.059	2.531
LP-VR2-U	1.071	2.589
LP-SR-U	1.094	2.680
LP-KL-S	1.087	2.639
LP-KR-S	1.046	2.582
LP-PY-S	1.120	2.891
LP-SN-S	1.085	2.664
LP-Mu-A	1.014	2.519
LP-LA-A	1.117	2.764

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

8.5 ปริมาณแมกนีเซียม

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมในตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างสดมีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 13.649-14.352 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ โดยปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดคือ 14.352 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ (LP-PY-S) และปริมาณแมกนีเซียมต่ำสุดคือ 13.649 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี (LP-DU-U)

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างแห้งมีปริมาณแมกนีเซียมประมาณ 58.129-59.267 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ โดยปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดคือ 59.267 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ (LP-PY-S) และปริมาณแมกนีเซียมต่ำสุดคือ 58.129 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี (LP-DU-U)แสดงผลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงปริมาณแมกนีเซียมของเห็ดกระด้างสดและแห้ง (มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดส่วนที่กินได้)

รหัสตัวอย่างเห็ด	ปริมาณ Mg จากเห็ดสด	ปริมาณ Mg จากเห็ดแห้ง
LP-Mu-U	14.087	58.895
LP-KP-U	13.945	58.638
LP-DU-U	13.649	58.129
LP-NY-U	14.282	59.158
LP-PB-U	14.193	58.961
LP-VR1-U	14.285	59.153
LP-VR2-U	14.175	58.989
LP-SR-U	14.192	59.080
LP-KL-S	14.208	59.099
LP-KR-S	14.235	59.142
LP-PY-S	14.352	59.267
LP-SN-S	14.285	59.204
LP-Mu-A	14.258	59.128
LP-LA-A	14.212	59.109

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

8.6 ปริมาณสังกะสี

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีในตัวอย่างเห็ดกระด้างสดและแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างสดมีปริมาณสังกะสีประมาณ 0.131-0.146 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ โดยปริมาณสังกะสีสูงสุดคือ 0.146 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ (LP-PY-S) และปริมาณสังกะสีต่ำสุดคือ 0.131 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมของเห็ดสดที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี (LP-DU-U)

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีของตัวอย่างเห็ดกระด้างแห้ง พบว่าเห็ดกระด้างแห้งมีปริมาณสังกะสีประมาณ 6.524-6.782 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ โดยปริมาณสังกะสีสูงสุดคือ 6.782 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างเห็ดกระด้างที่ได้จาก อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ (LP-PY-S) และปริมาณสังกะสีต่ำสุดคือ 6.524 มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดแห้งที่ใช้ พบในตัวอย่างที่ได้จาก อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี (LP-DU-U)แสดงผลดังตารางที่ 15

ตารางที่15 แสดงปริมาณสังกะสีของเห็ดกระด้างสดและแห้ง (มิลลิกรัมต่อ100กรัมของเห็ดส่วนที่กินได้)

รหัสตัวอย่างเห็ด	ปริมาณ Zn จากเห็ดสด	ปริมาณ Zn จากเห็ดแห้ง
LP-Mu-U	0.134	6.592
LP-KP-U	0.137	6.631
LP-DU-U	0.131	6.524
LP-NY-U	0.136	6.610
LP-PB-U	0.132	6.572
LP-VR1-U	0.140	6.686
LP-VR2-U	0.143	6.708
LP-SR-U	0.138	6.638
LP-KL-S	0.143	6.692
LP-KR-S	0.145	6.729
LP-PY-S	0.146	6.782
LP-SN-S	0.139	6.642
LP-Mu-A	0.135	6.574
LP-LA-A	0.138	6.607

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารรวมถึงแร่ธาตุปริมาณน้อยในเห็ดกระด้างสดและแห้งในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษและอำนาจเจริญ พบว่า ปริมาณสารอาหารจากเห็ดกระด้างสดและแห้งมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้สาเหตุอาจเนื่องมาจากสภาวะในการเพาะเลี้ยง เช่น หัวเชื้อสำหรับการเพาะเลี้ยง สารอาหารในถุงเพาะ การให้น้ำ ระดับความชื้นของโรงเรือน รวมทั้งอายุของเห็ดในระยะการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านโภชนาการที่ได้รับจากเห็ดกระด้าง อันจะนำไปใช้เป็นประโยชน์ในการประเมินคุณค่าทางโภชนาการที่ร่างกายควรได้รับ นอกจากนี้ยังพบว่าเห็ดกระด้างยังเป็นแหล่งของอาหารชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ เนื่องจากมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์หลายชนิดและมีส่วนที่เป็นเส้นใยในปริมาณสูงและสามารถนำมารับประทานได้ทั้งในรูปของเห็ดสดและเห็ดแห้ง ดังนั้นเมื่อรับประทานเห็ดชนิดนี้ร่วมกับอาหารที่มีประโยชน์ชนิดอื่นๆ ก็จะทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่มีประโยชน์มากยิ่งขึ้น อันจะเป็นการส่งเสริมให้สุขภาพร่างกาย และจิตใจของมนุษย์ดีขึ้น

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

สรุป

ตารางที่ 16 แสดงปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดในเห็ดกระด้างสดจากแหล่งต่าง ๆ ที่ศึกษา

ปริมาณ	มากที่สุด		น้อยที่สุด	
	แหล่ง	ปริมาณ	แหล่ง	ปริมาณ
ความชื้น	อ. สำโรง จ. อุบลราชธานี	88.96%	อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ	81.36%
โปรตีน	อ. เมือง จ. อุบลราชธานี	2.83 กรัมต่อ100 กรัม	อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี	2.19 กรัมต่อ100 กรัม
ไขมัน	อ. กันทรารมย์ จ. ศรีสะเกษ	0.044 กรัมต่อ100 กรัม	อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ	0.029 กรัมต่อ100 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	อ. กุดข้าวปุ้น จ. อุบลราชธานี	12.82 กรัมต่อ100 กรัม	อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ	10.42 กรัมต่อ100 กรัม
เส้นใย	อ. กันทรารมย์ จ. ศรีสะเกษ	5.99 กรัมต่อ100 กรัม	อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี	5.23 กรัมต่อ100 กรัม
เถ้า	อ. เมือง จ. อุบลราชธานี	1.43 กรัมต่อ100 กรัม	อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ	1.30 กรัมต่อ100 กรัม
แคลเซียม	อ. เมือง จ. อำนาจเจริญ	5.587 มิลลิกรัมต่อ 100กรัม	อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี	4.752 มิลลิกรัมต่อ 100กรัม
โปแตสเซียม	อ. นาเยีย จ. อุบลราชธานี	152.639 มิลลิกรัม ต่อ100กรัม	อ. ศรีรัตนะ จ. ศรีสะเกษ	150.891 มิลลิกรัม ต่อ100 กรัม
โซเดียม	อ. เมือง จ. อุบลราชธานี	4.376 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม	อ. พิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี	4.037 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
เหล็ก	อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ	1.120 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม	อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี	0.997 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
แมกนีเซียม	อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ	14.352 มิลลิกรัม ต่อ100 กรัม	อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี	13.649 มิลลิกรัม ต่อ100 กรัม
สังกะสี	อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ	0.146 มิลลิกรัมต่อ 100กรัม	อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี	0.131 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ตารางที่ 17 แสดงปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดในเห็ดกระด้างแห้งจากแหล่งต่าง ๆ ที่ศึกษา

ปริมาณ	มากที่สุด		น้อยที่สุด	
	แหล่ง	ปริมาณ	แหล่ง	ปริมาณ
ความชื้น	อ. ลำโดง จ. อุบลราชธานี	12.15%	อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ	10.13%
โปรตีน	อ. เมือง จ. อุบลราชธานี	18.92 กรัมต่อ100 กรัม	อ. พิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี	18.21 กรัมต่อ100 กรัม
ไขมัน	อ. กันทรารมย์ จ. ศรีสะเกษ	0.107 กรัมต่อ100 กรัม	อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ	0.088 กรัมต่อ100 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	อ. พิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี	28.94 กรัมต่อ100 กรัม	อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ	28.06 กรัมต่อ100 กรัม
เส้นใย	อ. กันทรารมย์ จ. ศรีสะเกษ	38.96 กรัมต่อ100 กรัม	อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี	38.27 กรัมต่อ100 กรัม
เถ้า	อ. เมือง จ. อุบลราชธานี	5.70 กรัมต่อ100 กรัม	อ. ลืออำนาจ จ. อำนาจเจริญ	5.64 กรัมต่อ100 กรัม
แคลเซียม	อ. เมือง จ. อำนาจเจริญ	38.712 มิลลิกรัม ต่อ100กรัม	อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี	35.894 มิลลิกรัม ต่อ100 กรัม
โปแตสเซียม	อ. นาเยีย จ. อุบลราชธานี	929.682 มิลลิกรัม ต่อ100กรัม	อ. ศรีรัตนะ จ. ศรีสะเกษ	926.346 มิลลิกรัม ต่อ100กรัม
โซเดียม	อ. เมือง จ. อุบลราชธานี	23.451 มิลลิกรัม ต่อ100กรัม	อ. พิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี	22.894 มิลลิกรัม ต่อ100กรัม
เหล็ก	อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ	2.891 มิลลิกรัมต่อ 100กรัม	อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี	2.384 มิลลิกรัมต่อ 100กรัม
แมกนีเซียม	อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ	59.267 มิลลิกรัม ต่อ100กรัม	อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี	58.129มิลลิกรัม ต่อ100กรัม
สังกะสี	อ. พยุห์ จ. ศรีสะเกษ	6.782 มิลลิกรัมต่อ 100กรัม	อ. เดชอุดม จ. อุบลราชธานี	6.524 มิลลิกรัมต่อ 100กรัม

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

เอกสารอ้างอิง

รีดเดอร์ส ไดเจสท์. 2544. รู้คุณรู้โทษโภชนาการ. บริษัทรีดเดอร์ส ไดเจสท์ (ประเทศไทย) จำกัด. กรุงเทพฯ. 350 น.

วีรศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์. 2529. การผลิตเห็ด. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 56-59 น.

ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. 42 – 202 น.

สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2541. สารอาหาร. โภชนาศาสตร์เบื้องต้น. 47 – 95 น.

สุนันท์ พงษ์สามารถ. 2526. การสำรวจคุณค่าอาหารของเห็ด. รายงานการวิจัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 8 – 14 น.

แสงโสม สีนะวัฒน์. 2544. ตำรับอาหารอุดมด้วยธาตุเหล็ก. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. http://www.anamai.moph.go.th/NUTRI/Iron/html/ironrame.html

อนงค์ จันทร์ศรีกุล. 2539. เห็ดกระด้าง. เห็ดเมืองไทย. 21 – 22 น.

Alexopoulos, Mimms & Blackwell 1996 Introductory Mycology (4th edition), Ch 16/22

Cecil, R. 1995. Percent solutions are common in the life sciences. Basic biochemical Laboratory procedurce and computing. 10-11 p.

Ceiwyn James,S. 1995. Analytical Chemistry of Foods. Seal – Hayne Facuty of Agriculture, Food and Land Use Department of Agriculture and Food Studies University of Plymounth, 71-79 p.

Darrell, D. 1984. Separation of mixtures. General chemistry. 41 – 45 p.

Holler, S. 1969. Preparing sample for analysis. Fundamentals of analytical chemistry. 685 – 689 p.

Huffman ,D. M., L. H. Tiffany, and G. Knaphus. 1995. Gasteromycetes. Mushrooms and other mid continental United States. 217-221, 223 p.

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

John, C. 1991. Ether. Organic chemistry and chemical reactivity, 1088 p.

Judith, A. and R. Palmieri. 1993. Development of separation strategies for protien by capillary electrophoresis. Basic biochemical laboratory procedurce and computing.323 – 32-p.

Kassel,D.B.,M.A.Luther, D.H.Willard, S.P.Fulton and J.P.Salzmann. 1993. Repid Purification, separation, identification of protien and exzyme digests using packed Capillary perfusion column LC and LC/MS. Basic biochemical laboratory procedurce and computing. 55 – 64 p.

Kenneth, L. 1984. Introduction. Chemical principle, properties, and reactions. 24 – 26 p.

Norbert, T. 1987. Carbohydrates. Modern University chemistry. 856 – 857 p.

Shugar, G. J., and J. T. Ballinger. 1996. Chemical Calculations and Computations for Preparation of Laboratory Solutions. Chemical Technicians' Ready Reference Handbook, New York. 599-604 p.

Solomon, S. 1991 Distillation. Introduction to general, organic and biological chemistry. 224 – 225 p.

Willard, H. H., L. L. Merritt, and JR. J. A. Dean. 2001. Laboratory Work. Instrumental Methods of Analysis, New York. 105-106 p.

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ภาคผนวก ก

1. **วิธีคำนวณหาปริมาณความชื้น** (Water)

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{M2}{M1} \times 100$$

เมื่อ M1 คือ น้ำหนักของตัวอย่างเห็ด (g) ก่อนอบใน hot air oven

M1 คือ น้ำหนักของตัวอย่างเห็ด (g) หลังอบใน hot air oven

2. **วิธีคำนวณหาปริมาณโปรตีน** (Protein)

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \frac{\text{ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ในการไตเตรท N x 1.4 x 6.25}}{\text{น้ำหนัก (g) ของตัวอย่าง}}$$

เมื่อ N คือ mormality ของกรด HCl

3. **วิธีคำนวณหาปริมาณไขมัน** (Fat)

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของไขมันที่ได้จากการสกัด(g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเห็ด (g)}} \times 100$$

4. **วิธีคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต** (Carbohydrate)

การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธี Phenol sulfuric acid method

1. การเตรียม Stock solution

ชั่งน้ำตาลกลูโคสมาตรฐานด้วยเครื่องชั่งละเอียด ให้ได้น้ำหนัก 1.0 กรัม ใส่ใน Beaker เติมน้ำเล็กน้อย คนจนละลายเติมน้ำกลั่นให้ครบ 1000 มิลลิลิตร ใน Volumetric flask จะได้สารละลายน้ำตาลกลูโคสมาตรฐาน 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

2. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

2.1 นำสารละลายน้ำตาลกลูโคสมาตรฐานมาปรับให้มีความเข้มข้น 0 , 0.01, 0.02, 0.03, 0.04 และ 0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

2.2 นำสารละลายน้ำตาลกลูโคสมาตรฐานแต่ละความเข้มข้นและสารละลายตัวอย่างเห็ดกระด้างมาอย่างละ 1 มิลลิลิตร เติม 5% phenol 1 มิลลิลิตร และ sulfuric acid เข้มข้น 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี แล้วนำไปอุ่นใน water bath 25-30 °C เป็นเวลา 10-20 นาที

2.3 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 490 นาโนเมตร เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณน้ำตาลกลูโคสมาตรฐาน สำหรับปริมาณน้ำตาลในสารละลายตัวอย่างทำโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน และคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากสมการ

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (\%)} = \frac{\text{ปริมาณกลูโคสในตัวอย่าง (mg/ml) x 250(ml) x 100(ml) x 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเห็ด (g) x 1000(mg/g) 10(ml)}}$$

5. **วิธีคำนวณหาปริมาณเส้นใย** (Crude fiber)

$$\text{ปริมาณเส้นใย (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของเส้นใย(g)}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างเห็ด (g)}} \times 100$$

6. **การหาปริมาณเถ้า**

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{M_3 - M_1}{M_2 - M_1} \times 100$$

M_1 = น้ำหนักของ crucible

M_2 = น้ำหนักของ crucible + น้ำหนักเห็ดสด

M_3 = น้ำหนักของ crucible + เถ้า

วิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ นำค่าที่ได้ซึ่งต่างกันไม่เกิน 5% มาหาค่าเฉลี่ยของปริมาณเถ้า

7. **การเตรียมสารละลายมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์แร่ธาตุปริมาณน้อย**

7.1 การเตรียมสารละลาย Ca มาตรฐาน

ชั่ง $CaCO_3$ ด้วยเครื่องชั่งอย่างละเอียด ให้ได้น้ำหนัก 2.497 กรัม ใส่ใน beaker เติม 6N HCl จำนวน 25 ml คนจนละลายเป็นสารละลาย เติมน้ำกลั่น deionized ให้ครบ 1 ลิตร ใน volumetric flask นำ stock solution มาทำเป็นสารละลาย Ca มาตรฐาน ที่มีความเข้มข้น 1, 2, 3, 4, 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

ตัวอย่างการเตรียมสารละลาย Ca มาตรฐาน

stock solution มีความเข้มข้น 1,000ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ถ้าต้องการ standard solution ที่มีความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมได้จาก

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1{,}000 \text{ ppm} \times V_1 = 1 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{1 ppm \times 100}{1{,}000 ppm}$$

$$V_1 = 0.1 \text{ ml}$$

ดังนั้น standard solution ที่ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ใช้ stock solution 0.1 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น deionized

7.2 การเตรียมสารละลาย Fe มาตรฐาน

ชั่ง Fe ด้วยเครื่องชั่งอย่างละเอียดให้ได้น้ำหนัก 1 กรัม ใส่ใน beaker เติม 5 N HCl จำนวน 20 ml และ 6 N HNO_3 จำนวน 5 ml คนจนละลายเป็นสารละลาย เติมน้ำกลั่น deionized ให้ครบ 1 ลิตร ใน volumetric flask นำ stock solution มาทำเป็นสารละลาย Fe มาตรฐาน ที่มีความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

(วิธีการคำนวณความเข้มข้นของ standard solution ทำเช่นเดียวกับข้อ 7.1)

7.3 การเตรียมสารละลาย K มาตรฐาน

Preparation of 1000 µg/ml standard :- ละลาย dry KCL 1.9067 g ในน้ำกลั่น deionized ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ก็จะได้ 1000 µg/ml ของโปแตสเซียม

การเตรียม standard solution โดยกำหนดที่ความเข้มข้น ดังนี้ 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 และ 6.0 ppm โดยเตรียมจากความเข้มข้นเริ่มต้นของโปแตสเซียม 1000 ppm

(วิธีการคำนวณความเข้มข้นของ standard solution ทำเช่นเดียวกับข้อ 7.1)

7.4 การเตรียมสารละลาย Mg มาตรฐาน

Preparation of 1000 µg/ml standard :- ละลาย 1.00 g ของ magnesium metal ใน 50 ml ของ 5 N hydrochloride acid แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น deionized ให้เป็น 1 ลิตร

จะได้1000 µg/ml แมกนีเซียม

การเตรียม standard solution โดยกำหนดความเข้มข้น ดังนี้ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 และ 1.2 ppm โดยเตรียมจากความเข้มข้นเริ่มต้นของแมกนีเซียม 1000 ppm

(วิธีการคำนวณความเข้มข้นของ standard solution ทำเช่นเดียวกับข้อ 7.1)

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

7.5 การเตรียมสารละลาย Na มาตรฐาน

Preparation of 1000 µg/ml standard :- ละลาย 2.5420 g ของ dry NaCl ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตร ด้วยน้ำกลั่น deionized เป็น 1 ลิตร ก็จะได้ 1000 µg/ml ของโซเดียม

การเตรียม standard solution โดยกำหนดความเข้มข้น ดังนี้ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ppm โดยเตรียมจากความเข้มข้นเริ่มต้นของโซเดียม 1000 ppm

(วิธีการคำนวณความเข้มข้นของ standard solution ทำเช่นเดียวกับข้อ 7.1)

7.6 การเตรียมสารละลาย Zn มาตรฐาน

ชั่ง Zn ด้วยเครื่องชั่งอย่างละเอียดให้ได้น้ำหนัก 1 กรัม ใส่ใน beaker เติม 5N HCl จำนวน 40 ml คนจนละลายเป็นสารละลาย เติมน้ำกลั่น deionized ให้ครบ 1 ลิตร ใน volumetric flask นำ stock solution มาทำเป็นสารละลาย Zn มาตรฐาน ที่มีความเข้มข้น 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 และ 2.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

(วิธีการคำนวณความเข้มข้นของ standard solution ทำเช่นเดียวกับข้อ 7.1)

8. สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Ca, Fe, K, Mg, Na และ Zn ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอพซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตรเมตร์

8.1 สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Ca

Instrument Parameters

System Type	Flame
Element	Ca
Matrix	
Lamp Current (mA)	10.0
Wavelength (nm)	422.7
Slit width (nm)	0.5
Slit Height	Normal
Instrument Mode	Absorbance BC
On sambling Mode	Manual Sampling
Gas Control Parameters	
Flame Type	Air-Acetylene
Acetylene-Flow	2.08
Air Flow	13.5

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

Flame Sampling Parameters	
Rescalibration Rate	28
Rescale Rate	10
Rescale Std.No.	2
Data Collection Parameters	
Read Time (s)	3.0
Time Constant (s)	0.0
Expantion Factor	1
% Precition	10.0

สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Fe

Instrument Parameters

System Type	Flame
Element	Fe
Matrix	
Lamp Current (mA)	7.0
Wavelength (nm)	248.3
Slit width (nm)	0.2
Slit Height	Normal
Instrument Mode	Absorbance BC
On sampling Mode	Manual Sampling
Gas Control Parameters	
Flame Type	Air-Acetylene
Acetylene-Flow	2.19
Air Flow	13.9
Flame Sampling Parameters	
Rescalibration Rate	28
Rescale Rate	10
Rescale Std.No.	2

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

Data Collection Parameters

Read Time (s)	3.0
Time Constant (s)	0.0
Expantion Factor	1
% Precition	10.0

สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Zn

Instrument Parameters

System Type	Flame
Element	Zn
Matrix	
Lamp Current (mA)	5.0
Wavelength (nm)	213.9
Slit width (nm)	0.5
Slit Height	Normal
Instrument Mode	Absorbance BC
On sampling Mode	Manual Sampling

Gas Control Parameters

Flame Type	Air-Acetylene
Acetylene-Flow	2.19
Air Flow	13.9

Flame Sampling Parameters

Rescalibration Rate	28
Rescale Rate	10
Rescale Std.No.	2

Data Collection Parameters

Read Time (s)	3.0
Time Constant (s)	0.0
Expantion Factor	1
% Precition	10.0

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ K

Atomic Absorption	
Lamp current (mA)	6.0
Flame type	Air-Acetylene (oxidizing)
Wavelength (nm)	766.5
Slit Width (nm)	0.5
Optimum working Rang (µg/ml)	0.4-1.5
Sensitivity (µg/ml)	0.008
Flame emission	
Wavelength (nm)	766.5
Slit width (nm)	0.2
Flame type	Air-Acetylene

สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Mg

Atomic Absorption	
Lamp current (mA)	3.0
Flame type	Air-Acetylene (oxidizing)
Wavelength (nm)	285.2
Slit Width (nm)	0.5
Optimum working Rang (µg/ml)	0.1-0.4
Sensitivity (µg/ml)	0.003
Flame emission	
Wavelength (nm)	285.2
Slit width (nm)	0.2
Flame type	Nitrous oxide-acetylene (oxidizing)

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

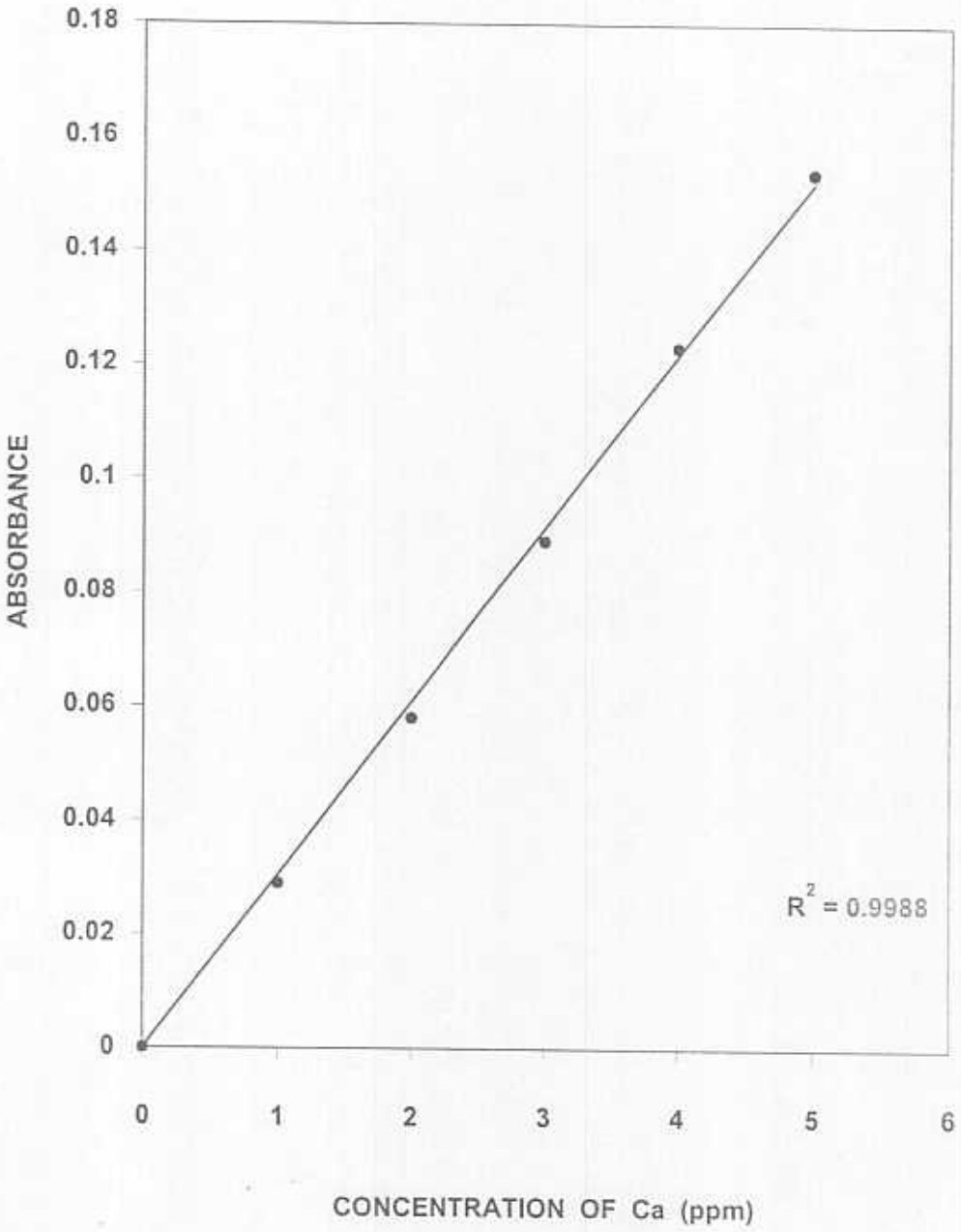
สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Na

Atomic Absorption	
Lamp current (mA)	5.0
Flame type	Air-Acetylene (oxidizing)
Wavelength (nm)	589.0
Slit Width (nm)	0.5
Optimum working Rang (µg/ml)	0.18-0.7
Sensitivity (µg/ml)	0.004
Flame emission	
Wavelength (nm)	589.0
Slit width (nm)	0.2
Flame type	Air-Acetylene

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University

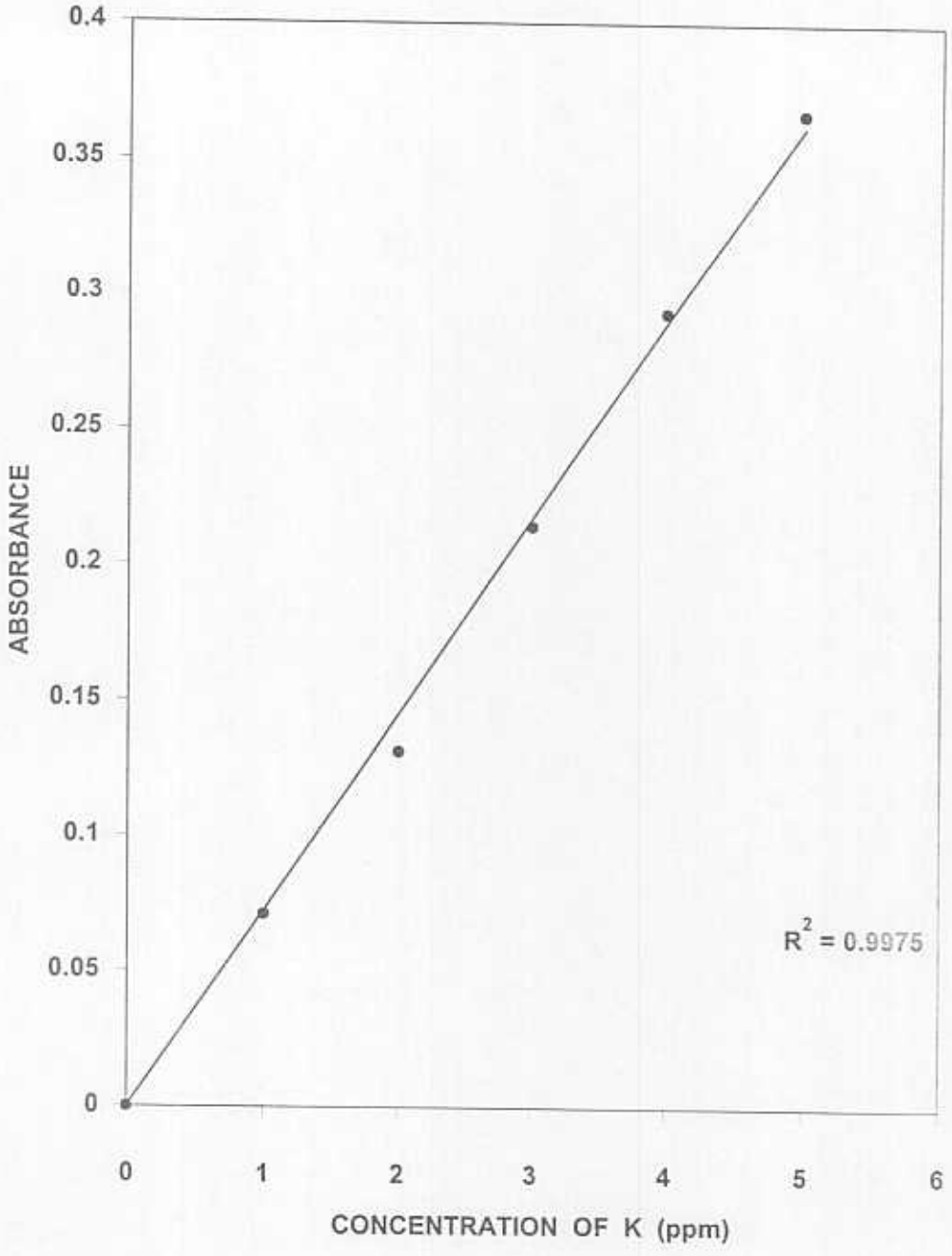
ภาคผนวก ข



ภาพที่ 2 กราฟมาตรฐานของสารละลาย Ca^{2+} แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ Ca^{2+} กับค่า Absorbance ที่ 422.7 nm

Ubon Rajathanee University

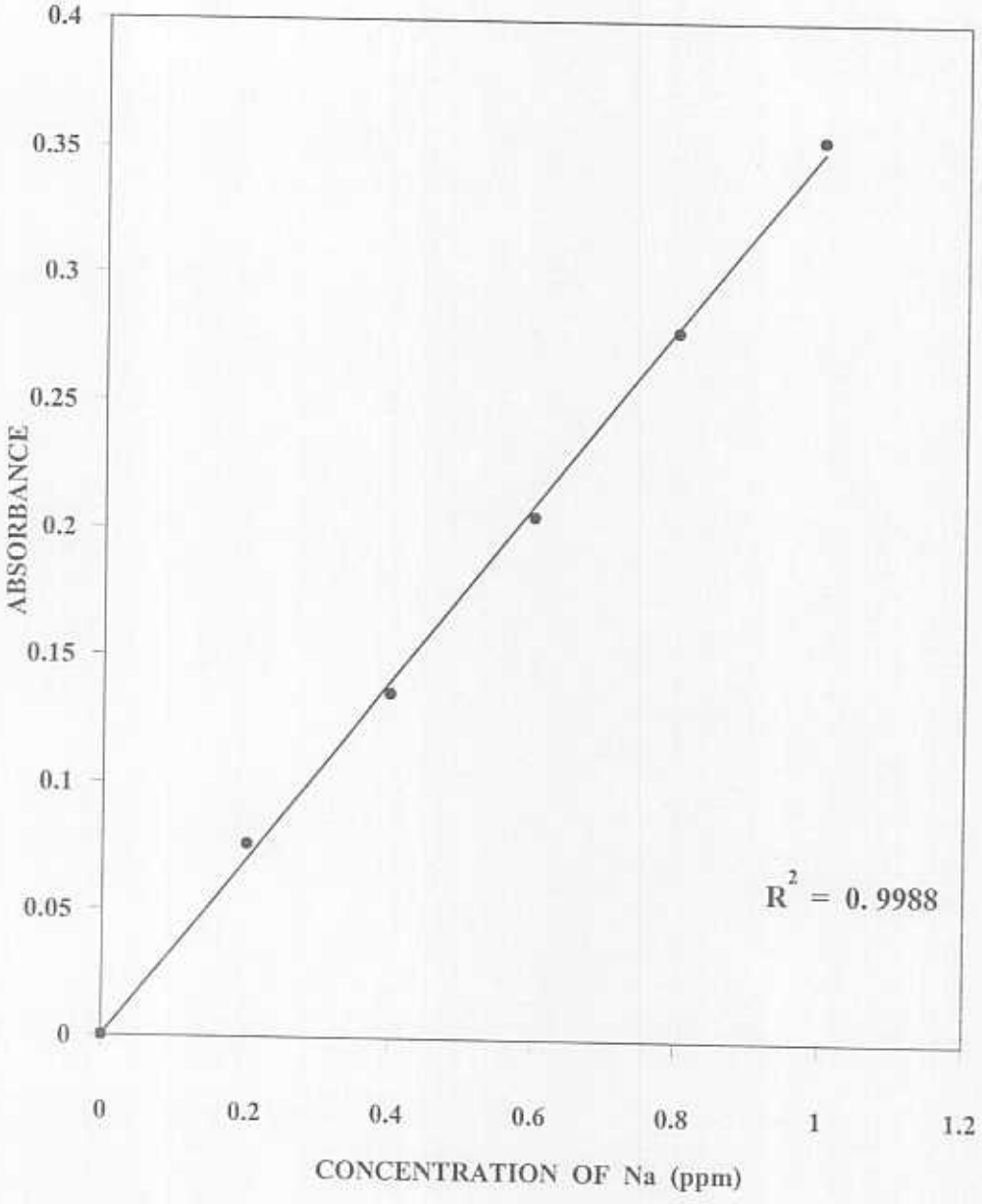
Ubon Rajathanee University



ภาพที่ 3 กราฟมาตรฐานของสารละลาย K^+ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ K^+ กับค่า Absorbance ที่ 769.9 nm

Ubon Rajathanee University

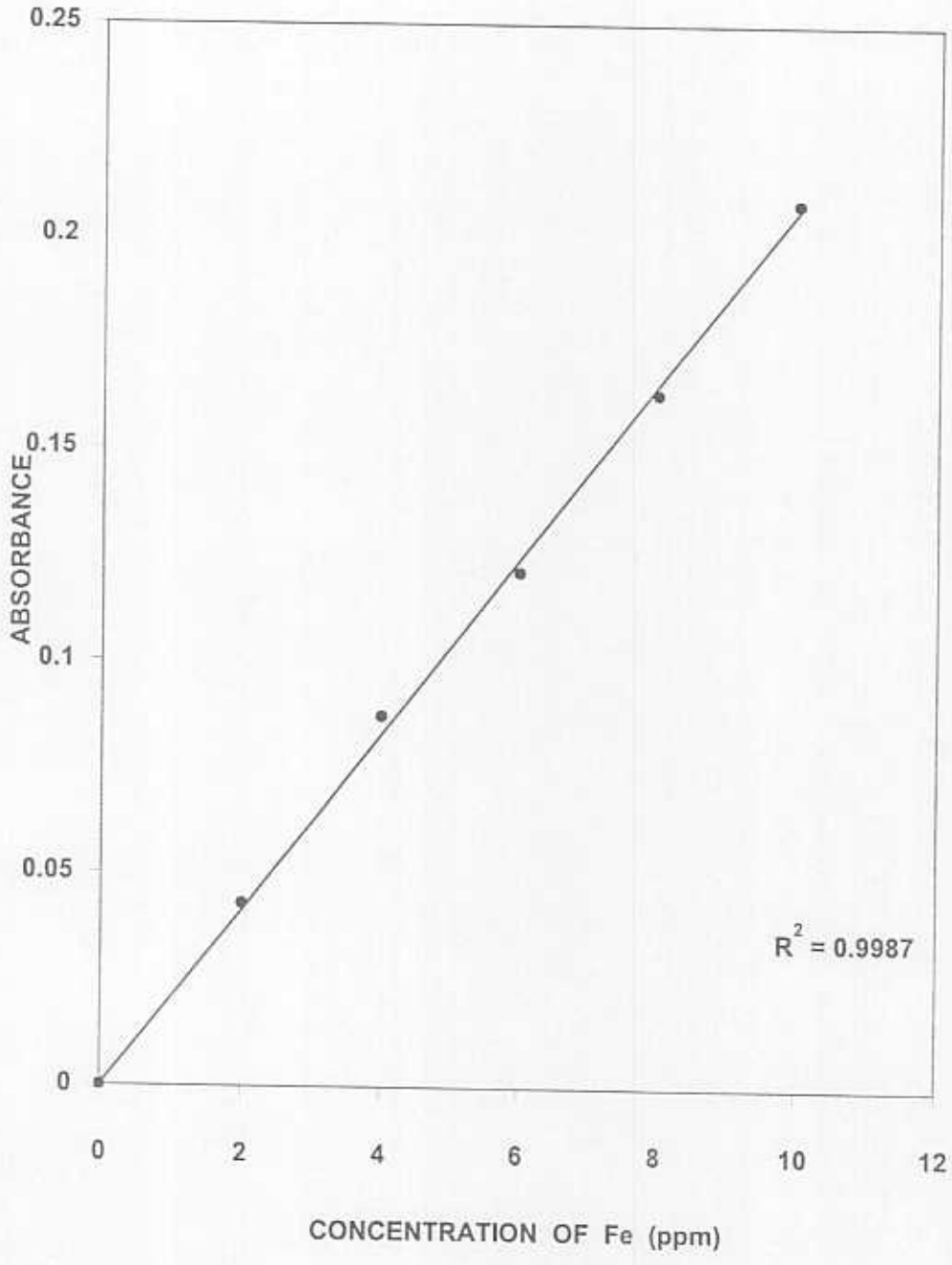
Ubon Rajathanee University



ภาพที่ 4 กราฟมาตรฐานของสารละลาย Na^+ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ Na^+ กับค่า Absorbance ที่ 589.6 nm

Ubon Rajathanee University

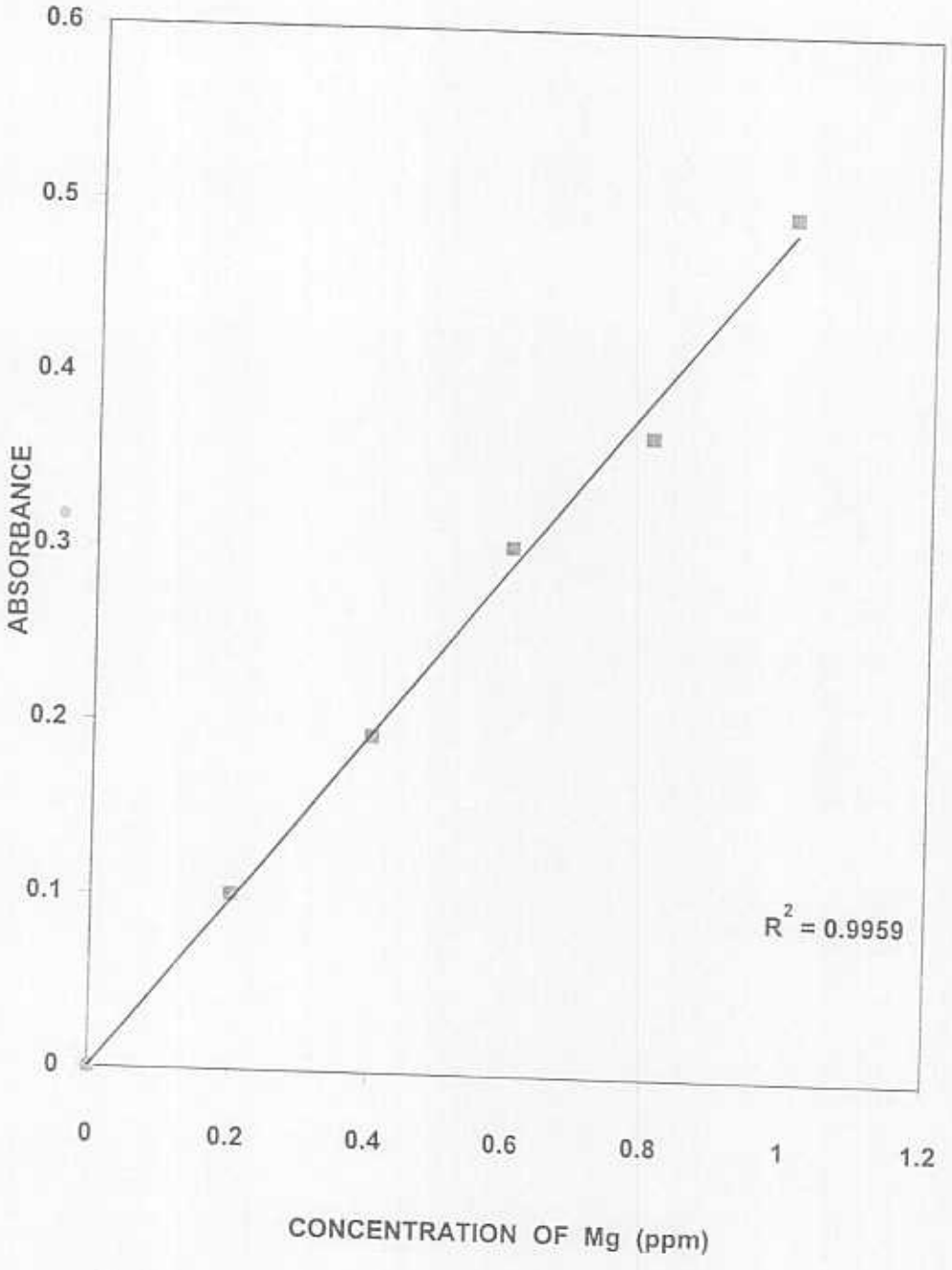
Ubon Rajathanee University



ภาพที่ 5 กราฟมาตรฐานของสารละลาย $Fe^{2+,3+}$ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ $Fe^{2+,3+}$ กับค่า Absorbance ที่ 248.3 nm

Ubon Rajathanee University

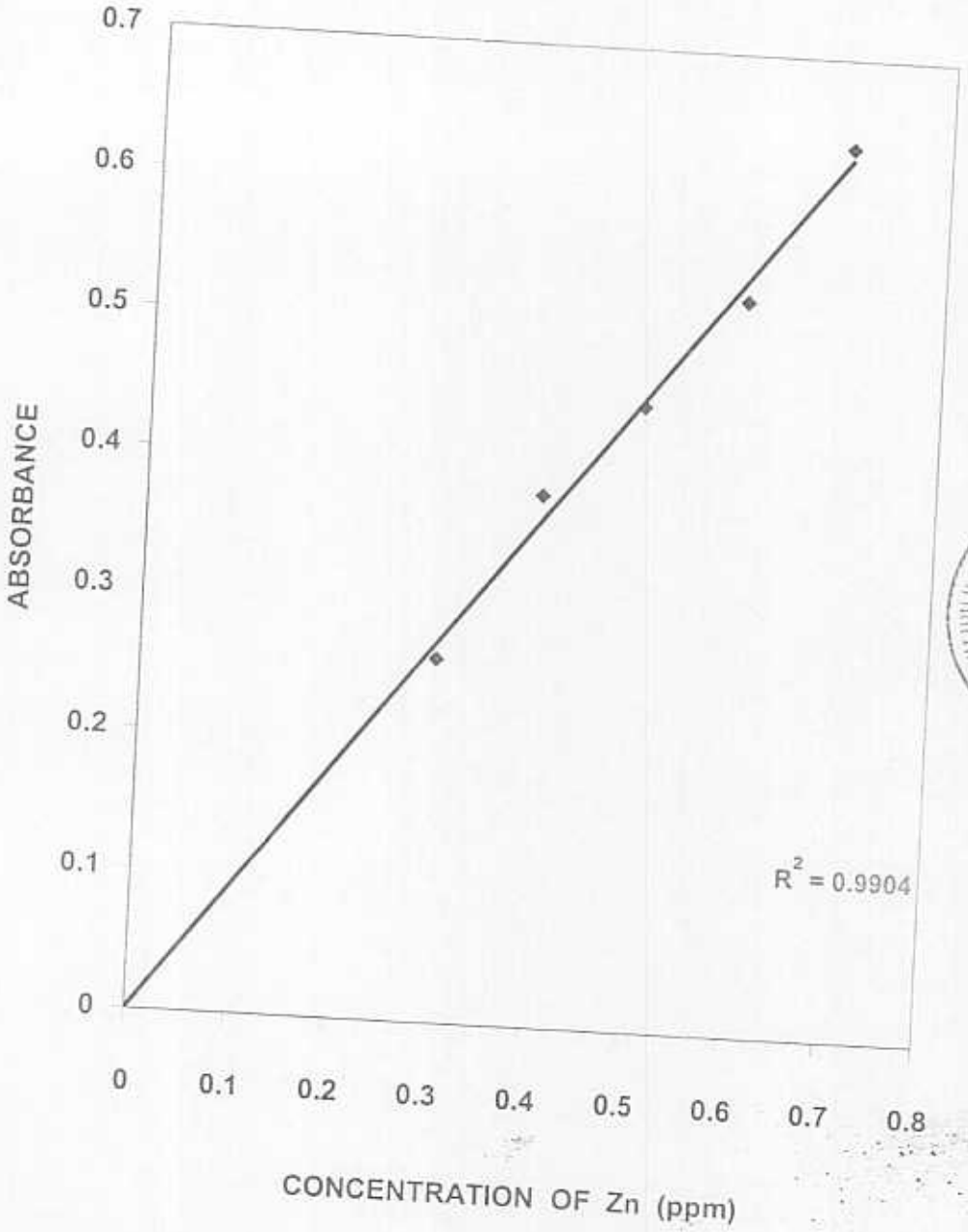
Ubon Rajathanee University



ภาพที่ 6 กราฟมาตรฐานของสารละลาย Mg^{2+} แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ Mg^{2+} กับค่า Absorbance ที่ 670.8 nm

Ubon Rajathanee University

Ubon Rajathanee University



ภาพที่ 7 กราฟมาตรฐานของสารละลาย Zn^{2+} แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ Zn^{2+} กับค่า Absorbance ที่ 213.9 nm

Ubon Rajathanee University