ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ก

การกำหนดมาตรฐานคุณภาพข้าว

ประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่องมาตรฐานสินค้าข้าว พ.ศ. 2540

คุณภาพข้าวสาร

ในการกำหนดมาตรฐานข้าวไทย โดยกระทรวงพาณิชย์จะแบ่งข้าวออกเป็นข้าวเปอร์เซ็นต์ต่างๆ และข้าวขาวหัก หรือปลายข้าวชนิดต่างๆ ในการส่งออกข้าวไทยนั้นมาตรฐานการส่งออกข้าวของไทยจะใช้เกรดข้าวเป็นเกณฑ์ ซึ่งมีมาตรฐานเฉพาะคุณสมบัติทางกายภาพและจำนวนสิ่งเจือปนที่ติดมากับข้าวเท่านั้น ข้าวที่บรรจุในกระสอบเดียวกันอาจประกอบด้วยข้าวพันธุ์ต่างๆผสมกันได้

คำนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานนี้ มีดังนี้

1. มาตรฐานสินค้าข้าว (Rice Standards) หมายถึง ข้อกำหนดขั้นต่ำสำหรับข้าวแต่ละประเภทและชนิดสำหรับการค้าภายในประเทศและการค้าระหว่างประเทศ
2. ข้าว (Rice) หมายถึง ข้าวเจ้า และข้าวเหนียว (Oryza sativa L.) ไม่ว่าจะอยู่ในรูปใด
3. ข้าวเปลือก (Paddy) หมายถึง ข้าวที่ยังไม่ผ่านการกะเทาะ เอาเปลือกออก
4. ข้าวกล้อง (Cargo rice or Brown rice) หมายถึง ข้าวที่ผ่านการกะเทาะ เอาเปลือกออกเท่านั้น
5. ข้าวขาว (White rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการนำข้าวกล้องเจ้าไปขัดเอารำออกแล้ว
6. ข้าวเหนียวขาว (White glutinous rice) ข้าวที่ได้จากการนำข้าวกล้องเหนียวไปขัดเอารำออกแล้ว
7. ข้าวนึ่ง (Parboiled rice) หมายถึงข้าวที่ได้จากการนำข้าวเปลือกไปนึ่งหรืออบไอน้ำร้อนก่อนแล้วนำมาทำให้แห้ง จากนั้นนำมาสีเป็นข้าวสารเพื่อการบริโภคต่อไป การทำข้าวนึ่งสามารถทำให้สามารถสีข้าวโดยมีข้าวหักน้อย เนื่องจากเมื่อนำข้าวมานึ่งหรือแช่น้ำแล้ว ความร้อนจะทำให้กลุ่มแป้งและโปรตีนที่มีในเมล็ดข้าวพองตัว และทำให้แห้งจะทำให้ข้าวมีลักษณะขาว ใส เหนียว ทนต่อการขัดสี ทำให้สัดส่วนของข้าวหักต่ำ
8. พื้นข้าว (Rice classification) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีขนาดระดับความยาวระดับต่างๆ ที่ซึ่งเป็นส่วนผสมของข้าวแต่ละชั้นตามอัตราส่วนที่กำหนด
9. ชั้นของเมล็ดข้าว (Classes of rice kernels) หมายถึง ชั้นของเมล็ดข้าวที่แบ่งตามระดับความยาวของข้าวเต็มเมล็ด
10. ส่วนของเมล็ดข้าว(Parts of rice kernels) หมายถึง ส่วนของข้าวเต็มเมล็ดแต่ละส่วนที่แบ่งตามความยาวของเมล็ดออกเป็น 10 ส่วนเท่า ๆ กัน

11. ข้าวเต็มเมล็ด (Whole kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวอยู่ในสภาพเต็มเมล็ด ไม่มีส่วนใดหักและให้รวมถึงเมล็ดข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 9 ส่วนขึ้นไป
12. ต้นข้าว (Head rice) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวมากกว่าข้าวหัก แต่ไม่มีความยาวของข้าวเต็มเมล็ด และให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของเมล็ด
13. ข้าวหัก (Brokens) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไปแต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าว และให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ไม่ถึงร้อยละ 80 ของเมล็ด
14. ปลายข้าวซีวัน (Small brokens C1) หมายถึง เมล็ดข้าวหักขนาดเล็กที่ร่อนผ่านตะแกรงโลหะรูกลม เบอร์ 7
15. ข้าวเมล็ดสีต่ำกว่ามาตรฐาน (Undermilled kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่ผ่านการขัดสีต่ำกว่าระดับการสีที่กำหนดไว้สำหรับข้าวแต่ละชนิด
16. ข้าวเมล็ดแดง (Red kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีรำสีแดงหุ้มอยู่ทั้งเมล็ด หรือติดอยู่บางส่วนของเมล็ด
17. เมล็ดข้าวเหลือง (Yellow kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีบางส่วนของเมล็ดกลาเป็นสีเหลืองอย่างชัดเจน รวมทั้งเมล็ดข้าวนึ่งที่มีสีน้ำตาลอ่อนบางส่วนหรือทั้งเมล็ด
18. ข้าวเมล็ดดำ (Black kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวนึ่งที่เป็นสีดำทั้งเมล็ดรวมทั้งที่เป็นสีน้ำตาลแก่
19. ข้าวเมล็ดดำบางส่วน (Partly black kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวนึ่งที่เป็นสีดำทั้งเมล็ดรวมทั้งที่เป็นสีน้ำตาลแก่ ตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึงเต็มเมล็ด
20. ข้าวเมล็ดจุดดำ (Peck kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวนึ่งที่เป็นสีดำทั้งเมล็ดรวมทั้งที่เป็นสีน้ำตาลแก่ไม่ถึง 2.5 ส่วน
21. ข้าวเมล็ดท้องไข่ (Chalky kernels) เมล็ดข้าวเจ้าที่เป็นสีขาวขุ่นมีเนื้อที่ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป
22. ข้าวเมล็ดเสีย (Damaged kernels) หมายถึงเมล็ดข้าวเสียอย่างเห็นได้ชัดแจ้งด้วยตาเปล่า ซึ่งเกิดจากความร้อน เชื้อรา แมลง หรืออื่น ๆ
23. ข้าวเมล็ดลีบ (Underdeveloped kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีการไม่เจริญเติบโตธรรมดาที่ควรจะเป็น มีลักษณะแฟบ แบน
24. ข้าวเมล็ดอ่อน (Immature kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีสีเขียวอ่อน ได้จากข้าวเปลือกที่ยังไม่แก่

ชั้นของเมล็ดข้าว และระดับการสี

ชั้นของเมล็ดข้าวแบ่งออกเป็น 4 ชั้น

- ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 คือ ข้าวเต็มเมล็ดที่มีขนาดความยาวเกิน 7.0 มิลลิเมตร
- ข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 คือ ข้าวเต็มเมล็ดที่มีขนาดความยาวเกิน 6.6 มิลลิเมตร ถึง 7.0 มิลลิเมตร
- ข้าวเมล็ดยาวชั้น 3 คือ ข้าวเต็มเมล็ดที่มีขนาดความยาวเกิน 6.2 มิลลิเมตร ถึง 6.6 มิลลิเมตร
- ข้าวเมล็ดยาวชั้น 4 คือ ข้าวเต็มเมล็ดที่มีขนาดความยาวไม่เกิน 6.2 มิลลิเมตร

ระดับการสี แบ่งการสีออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- สีดีพิเศษ คือ การสีขัดเอารำออกทั้งหมดจนเมล็ดข้าวมีลักษณะสวยงามเป็นพิเศษ
- สีดี คือ การสีขัดเอารำออกทั้งหมดจนเมล็ดข้าวมีลักษณะสวยงามดี
- สีดีปานกลาง คือ การสีขัดเอารำออกเป็นส่วนมากจนเมล็ดข้าวมีลักษณะสวยงามพอสมควร
- สีธรรมดา คือ การสีขัดเอารำออกแต่เพียงบางส่วน

ประเภทและชนิดของข้าว

ประเภทข้าวขาว แบ่งออกเป็น 13 ชนิด ดังนี้

- ข้าวขาว 100% ชั้น 1
- ข้าวขาว 100% ชั้น 2
- ข้าวขาว 100% ชั้น 3
- ข้าวขาว 5%
- ข้าวขาว 10%
- ข้าวขาว 15%
- ข้าวขาว 25% เลิศ
- ข้าวขาว 25%
- ข้าวขาว 35%
- ข้าวขาว 45%
- ข้าวขาวหัก เอวันเลิศพิเศษ
- ข้าวขาวหัก เอวันเลิศ
- ข้าวขาวหัก เอวันพิเศษ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ประเภทข้าวกล้อง แบ่งออกเป็น 6 ชนิด ดังนี้

- ข้าวกล้อง 100% ชั้น 1
- ข้าวกล้อง 100% ชั้น 2
- ข้าวกล้อง 100% ชั้น 3
- ข้าวกล้อง 5%
- ข้าวกล้อง 10%
- ข้าวกล้อง 15%

ประเภทข้าวเหนียวขาว แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

- ข้าวเหนียวขาว 10%
- ข้าวเหนียวขาว 25%
- ข้าวเหนียวขาวหักเอวัน

ประเภทข้าวนึ่ง แบ่งออกเป็น 9 ชนิด

- ข้าวนึ่ง 100% คัด
- ข้าวนึ่ง 100%
- ข้าวนึ่ง 5% คัด
- ข้าวนึ่ง 5%
- ข้าวนึ่ง 10% คัด
- ข้าวนึ่ง 10%
- ข้าวนึ่ง 15% คัด
- ข้าวนึ่ง 15%
- ข้าวนึ่ง 25% คัด
- ข้าวนึ่งหักเอวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตารางภาคผนวกที่ 1 มาตรฐานข้าวขาว (ประกาศกระทรวงพาณิชย์เรื่องการกำหนดมาตรฐานข้าว ใช้บังคับตั้งแต่ วันที่ 30 มกราคม 2517)

ชนิดข้าวขาว	พื้นข้าว				ส่วนผสม					%สิ่งเจือปนมากสุดที่ยอมรับได้													ระดับการสี	% ความชื้น (ต่ำกว่า)
	%เมล็ดยาว ชั้น 1 (>7 mm)	%เมล็ดยาว ชั้น2 (6.6-7 mm)	%เมล็ดยาว ชั้น3 (6.2-6.6 mm)	%เมล็ดสั้น (<6.2 mm)	ข้าวเหนียว	สีอื่น	ข้าวนึ่ง	ข้าวหัก	ข้าวกลม	หินปูน	ดินดาน	ข้าวเมล็ดลีบ	ข้าวเมล็ดเหลือง	ข้าวเมล็ดด่าง	ข้าวเมล็ดแดง	ข้าวเมล็ดเขียว	ข้าวเมล็ดพอง	ข้าวเมล็ดเสีย	ข้าวเมล็ดถูกด่าง	ข้าวเมล็ดถูกโม่	ข้าวเมล็ดถูกแมลง	ข้าวเมล็ดงอก		
100%ชั้น 1	+ 70 (70-100)	+ - 25 (0-30)	- 5 (0-5)	-	5-8	+60	+ - 36	- 4	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	5	ดีพิเศษ	14%
100%ชั้น 2	+ - 50 (45-55)	+ - 35 (30-40)	+ - 10 (0-25)	- 5 (0-5)	5-8	+60	+ - 35.5	- 4.5	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	10	ดีพิเศษ	14%
100%ชั้น 3	+ - 35 (30-40)	+ - 45 (40-50)	+ - 15 (5-30)	- 5 (0-5)	5-8	+60	+ - 35	- 5	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	15	ดีพิเศษ	14%
5%	+ 20 (20-25)	+ - 35 (30-40)	+ - 35 (25-50)	- 10 (0-10)	3.5-7.5	+60	+ - 33	- 7 (3-7)	-	2	-	2.5	0.25	0.5	-	-	0.5	0.1	-	0.5	15	ดี	14%
10%	+ 10 (10-15)	+ - 30 (25-35)	+ - 45 (35-55)	10-15	3.5-7.5	+55	+ - 33	- 12 (8-12)	-	2	-	3	0.5	1	-	-	0.75	0.2	-	0.5	20	ดี	14%
15%	+ 5 (5-10)	- 20 (0-20)	- 40 (20-40)	35-50	3-6.5	+55	+ - 28	- 17 (13-17)	-	4	1	3	1	1	-	-	0.75	0.2	-	0.5	25	ปานกลาง	14%
20%	+ 0 (0-10)	- 15 (0-15)	- 30 (10-30)	55-65	3-6.5	+50	+ - 27	+ - 22 (18-23)	- 1	5	2	5	2	1	0.5	0.5	0.75	0.25	-	0.5	25	ปานกลาง	14%
25%เลิศ	+ 0 (0-8)	- 35 (17-35)		65-75	3-5	+40	+ - 32	+ - 27 (23-28)	- 1	4	1	3	1	1	-	-	0.75	0.2	-	0.5	30	ปานกลาง	14%
25%	+ 0 (0-8)	- 35 (17-35)		65-75	3-5	+40	+ - 32	+ - 26 (23-28)	- 2	6	4	8	2	1	1	1	0.75	0.5	0.5	0.5	30	ธรรมดา	14%
35%	+ 0 (0-8)	- 35 (17-35)		65-75	3-5	+32	+ - 28	+ - 38 (33-40)	- 2	7	4	10	2	1	1	1	0.75	1	0.5	0.5	30	ธรรมดา	14%
45%	+ 0 (0-8)	- 35 (17-35)		65-75	3-5	+28	+ - 22	+ - 47 (42-50)	- 3	8	4	10	2	1	1	1	0.75	1	0.5	0.5	30	ธรรมดา	14%

ที่มา : ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาการผลิต สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ เชียงใหม่

หมายเหตุ : 1. เครื่องหมาย + หมายถึงไม่น้อยกว่า, - หมายถึง ไม่มากกว่า หรือน้อยกว่า (แล้วแต่กรณี) , + - หมายถึง มากหรือน้อยกว่า

2.* ต้นข้าวหักใหญ่ (Big brokens) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 5 ส่วนขึ้นไปของข้าวเต็มเมล็ด ตามมาตรฐานของชนิดข้าวที่กำหนดไว้ แต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าว (5-7.9 ส่วน)

ตารางภาคผนวกที่ 2 คุณภาพข้าวเปลือกชนิดต่างๆ

ชนิดข้าว	เปลือกชั้นนอก	น้ำหนักต้นข้าว (กก.)	ความยาวเมล็ดข้าว (มิลลิเมตร)	ส่วนผสมเมล็ดข้าว	รูปร่างเมล็ดข้าว	ความแข็งแกร่ง	ความมัน	จมูกข้าว	ข้าวท้องไข่	ข้าวเมล็ดแดง	ความชื้น
100%ชั้น1-3	บาง	300-405	>7.0	เมล็ดยาว	กลมเรียว	ไม่ค่อยหัก	เข้ม	เล็ก	ไม่มี	ไม่มี	14.5
5%	บาง	360	>7.0	เมล็ดยาว	กลมหนา	ไม่ค่อยหัก	เข้ม	เล็ก	มีน้อย	ไม่มี	14.5
10%	บาง	340	6.8-7.0	เมล็ดยาว	กลมหนา	ไม่ค่อยหัก	มันน้อย	ค่อนข้างโต	มีน้อย	ไม่มี	14.5
15%	หนา	330	6.6-7.0	เมล็ดยาว	กลมหนา	หักง่าย	มันน้อย	โต	มีน้อย	มีเล็กน้อย	14.5
				เมล็ดสั้น	กลมแบน						
25%	หนา	300	6.2-6.6	เมล็ดสั้น	แบนและ	เปราะ	ไม่มีมัน	โต	มีน้อย	มีมาก	14.5
				เมล็ดยาว	ป้อม	หักง่าย					
ต่ำกว่า 25%	หนา	270	6.2-6.6	เมล็ดสั้น	แบนและ	เปราะ	ไม่มีมัน	โต	มีมาก	มีมาก	14.5
				เมล็ดยาว	ป้อม						

ที่มา : ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาการผลิต สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ เชียงใหม่

หมายเหตุ : น้ำหนักของต้นข้าวย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพดินฟ้าอากาศในแต่ละปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางภาคผนวกที่ 3 สัดส่วนคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่กิน 100 กรัม

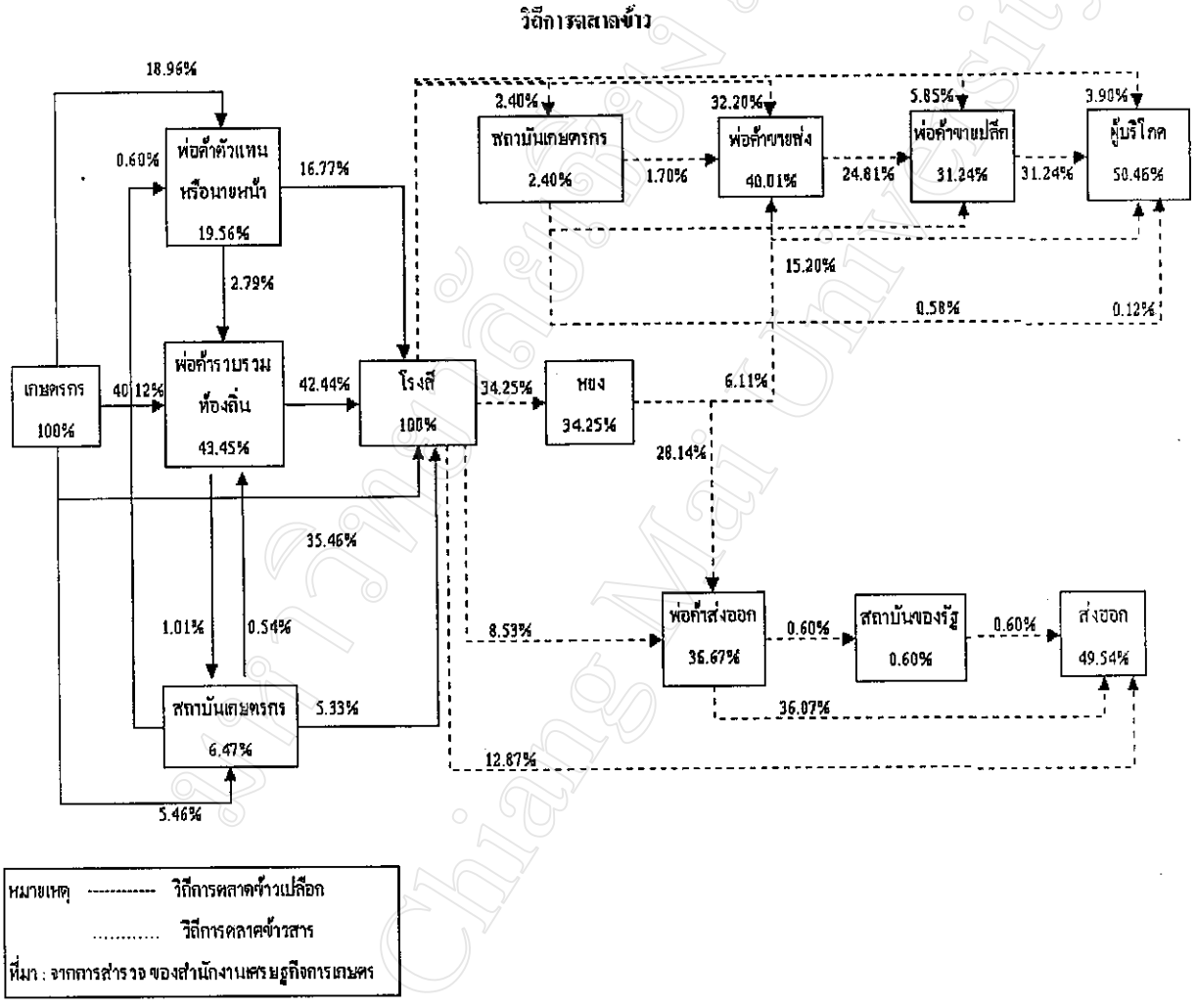
Nutrient Composition per 100 g. Edible Portion		Energy	Water	Protein	Fat	Carbohydrate	Dietary Fiber	Ash	Calcium	Phosphorus	Iron	Retinol	Beta-carotene	Total Vit.A	Vitamine E	Thiamin	Riboflavin	Niacin	Vitamin C
Food and Description		Kcal	grams						milligrams			meg.		RE	milligrams				
ข้าวเจ้ากล้อง	Rice unpolished	352	11.7	7.8	3.4	72.6	3.4 (-)	1.2	4	107	-	-	-	-	-	0.61	0.15	-	-
ข้าวเจ้าเคลือบวิตามินบี 126		351	12.5	6.5	1.1	78.9	0.8 (-)	0.3	10	56	tr.	-	0	0	-	1.25	0.97	8.2	-
ข้าวเจ้าขุดแสง	Rice polished	353	12.3	6.9	1.1	78.9	0.4 (-)	0.4	-	95	-	-	-	-	-	0.09	0.04	-	-
ข้าวเจ้าซ้อมมือ	Rice unpolished	351	12.7	6.6	2.3	75.8	1.7 (-)	0.8	-	66	-	-	tr.	tr.	-	0.34	0.11	-	-
ข้าวเจ้าปัสมาติ	Rice polished	332	12.2	7	1.3	73.2	6.0 (-)	0.4	14	20	0	-	-	-	-	0.13	0.04	-	-
ข้าวโพดดิบ	Corn, Maize, raw	108	73.4	3.4	1.4	20.4	- (0.7)	0.7	10	11	1.7	-	-	-	-	0.11	0.18	1.1	13
ข้าวโพดต้ม (เหลือง)	Corn, Maize, cooked	111	74.5	4.3	3.3	16.1	- (1.3)	0.5	11	47	3.6	-	494	82	-	0.08	0.08	0.5	0
ข้าวมันปู	Rice	347	11.9	5.9	2.9	74.3	4.0 (-)	1.0	16	120	tr.	-	-	-	-	0.44	0.18	-	-
ข้าวเจ้า นึ่ง	Rice, steamed	140	65.4	2.8	0.5	31.1	- (0.1)	0.1	0	11	2.3	-	-	-	-	0.01	0	1.5	0
ข้าวเจ้า 5%	Rice polished	351	12.9	6.6	1.0	79.0	- (0.2)	0.4	0	80	0.7	-	-	-	-	0.2	0.31	1.1	-
ข้าวเจ้า 10%	Rice polished	351	12.8	6.5	0.9	79.3	- (0.2)	0.4	0	93	1.1	-	-	-	-	0.17	0.40	1.3	-
ข้าวเจ้า 100%	Rice polished	353	12.4	6.4	0.9	79.8	- (0.2)	0.4	0	130	0.9	-	-	-	-	0.26	0.43	1.6	-
ข้าวเจ้าสามพันธุ์	Rice polished	358	11.3	6.4	1.8	79.1	0.9(-)	0.5	-	-	-	-	-	-	-	0.28	0.09	-	-
ข้าวเจ้าสาวไห้	Rice polished	353	12.1	6.6	1.1	79.0	0.8 (-)	0.4	-	-	-	-	-	-	-	0.11	0.02	-	-
ข้าวเจ้าหอมมะลิ	Rice polished	354	12	6.2	1.1	79.8	0.6 (-)	0.3	3	66	tr.	-	-	-	-	0.11	0.40	-	-
ข้าวเจ้าหอมมะลิอนามัย	Rice unpolished	359	11.3	7.3	2.5	76.9	1.0 (-)	1.0	-	-	-	-	--	-	-	0.41	0.11	-	-
ข้าวเหนียวดำ	Glutinous rice, black	345	11.8	8.2	3.0	71.2	4.9 (-)	0.9	26	65	2.3	-	16	3	-	0.55	0.29	0.6	-
ข้าวเหนียว นึ่ง	Glutinous rice, steamed	230	42.9	4.1	0.6	52.2	- (0.1)	0.1	18	12	tr.	-	-	-	-	0.03	0.10	1.0	-
ปลายข้าว, ข้าวเจ้า	Rice, broken	357	11.8	6.0	1.4	80.0	- (0.2)	0.7	55	90	1.8	-	-	-	-	0.13	0.10	0.6	-
รำข้าวสาลี	Wheat, bran	211	13.1	19.4	5.6	20.7	36.8 (-)	4.4	-	-	-	-	-	-	-	2.14	1.21	-	-

ที่มา : กรมอนามัย (http://www. anamai.moph.go.th/nutri/foodtable/Html/ce_gr.html)

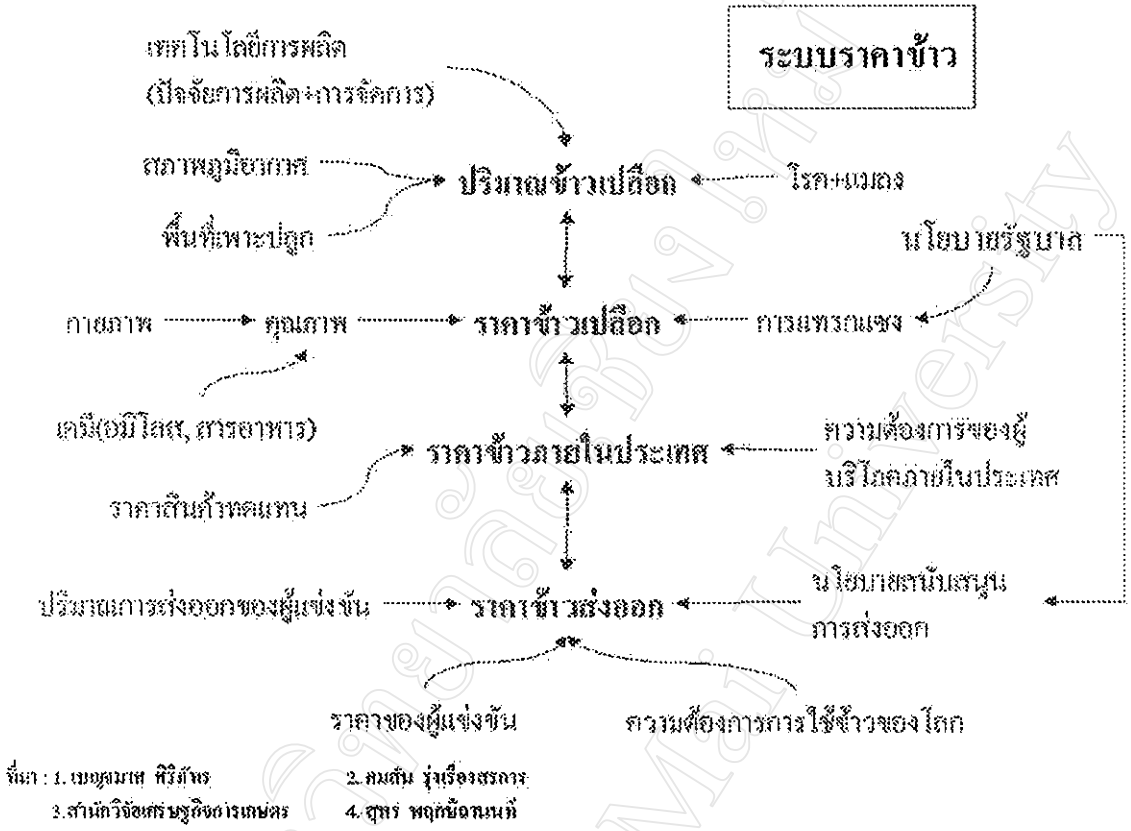
ภาคผนวก ข

วิถีการตลาด ระบบราคา และพื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ย และต้นทุนการผลิตข้าว

ภาพภาคผนวกที่ 1 วิธีการตลาดข้าว



ภาพภาคผนวกที่ 2 ระบบราคาข้าว



ที่มา : 1. เบญจมาศ ศิริสัพท์ 2. คมสัน รุ่งเรืองสกุล
3. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร 4. สุพร พฤกษ์ฉัตรนนท์

ตารางภาคผนวกที่ 4 พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของข้าวนาปี ปีเพาะปลูก 2532/33 - 2542/43

ปี	พื้นที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	ผลผลิต (ล้านตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)
2532/33	59.195	18.477	312
2533/34	58.205	14.902	256
2534/35	55.177	17.518	317
2535/36	56.295	17.302	307
2536/37	56.153	16.483	294
2537/38	56.373	18.161	322
2538/39	57.407	17.729	309
2539/40	57.291	17.782	310
2540/41	56.958	18.789	330
2541/42	56.738	18.449	325
2542/43	56.582	19.016	336
2543/44	56.923	19.552	346
อัตราเพิ่มร้อยละ	0.07	0.24	4.46
คาดคะเน 2544/45	56.564	19.557	346

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตารางภาคผนวกที่ 5 พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของข้าวนาปรัง ปีเพาะปลูก 2533 - 2543

ปี	พื้นที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	ผลผลิต (ล้านตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)
2533	5.244	2.124	405
2534	3.705	2.291	618
2535	4.494	2.882	641
2536	4.158	2.615	629
2537	3.098	1.965	634
2538	4.304	2.950	685
2539	5.946	4.286	721
2540	6.437	4.550	707
2541	7.231	4.791	663
2542	6.458	4.336	671
2543	7.861	5.156	656
2544	8.717	6.056	695
อัตราเพิ่มร้อยละ	0.4	0.34	13
คาดคะเน 2545	8.234	5.746	697

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางภาคผนวกที่ 6 ต้นทุนการผลิตข้าวนาปี ปีเพาะปลูก 2533/34 - 2542/43

ปี	ต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่)	ต้นทุนคงที่ (บาท/ไร่)	ต้นทุนทั้งหมด (บาท/ไร่)	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	ต้นทุนต่อเกวียน (บาท)
2533/34	766.05	169.21	935.26	256	3,653.30
2534/35	814.84	174.00	988.84	317	3,119.37
2535/36	825.03	172.53	997.56	307	3,249.38
2536/37	836.81	176.00	1,012.81	294	3,444.93
2537/38	982.00	219.43	1,201.40	322	3,731.00
2538/39	1,067.56	218.95	1,286.50	309	4,163.00
2539/40	1,163.18	219.36	1,382.54	310	4,459.81
2540/41	1,194.70	219.45	1,414.15	330	4,285.30
2541/42	1,352.67	229.95	1,582.62	325	4,869.60
2542/43	1,355.27	229.95	1,585.09	332	4,777.76

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตารางภาคผนวกที่ 7 ต้นทุนการผลิตข้าวนาปรัง ปีเพาะปลูก 2533 - 2542

ปี	ต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่)	ต้นทุนคงที่ (บาท/ไร่)	ต้นทุนทั้งหมด (บาท/ไร่)	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	ต้นทุนต่อเกวียน (บาท)
2533	1,232.78	165.38	1,398.16	405	3,452.25
2534	1,393.82	165.94	1,559.76	618	2,523.88
2535	1,483.65	165.94	1,649.59	641	2,573.46
2536	1,554.27	164.64	1,718.91	629	2,732.77
2537	1,539.31	253.46	1,792.77	634	2,827.71
2538	1,709.19	254.13	1,963.32	685	2,866.16
2539	1,697.15	254.00	1,951.15	721	2,706.17
2540	1,827.16	254.08	2,081.24	707	2,943.76
2541	1,795.61	363.05	2,158.66	663	3,255.90
2542	1,789.73	365.27	2,152.00	671	3,207.15
2543	1,768.60	365.42	2,134.02	679	3,142.89

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางภาคผนวกที่ 8 ต้นทุนการผลิตข้าวหอมมะลิ ปี 2538/39 เฉลี่ยทั้งประเทศ

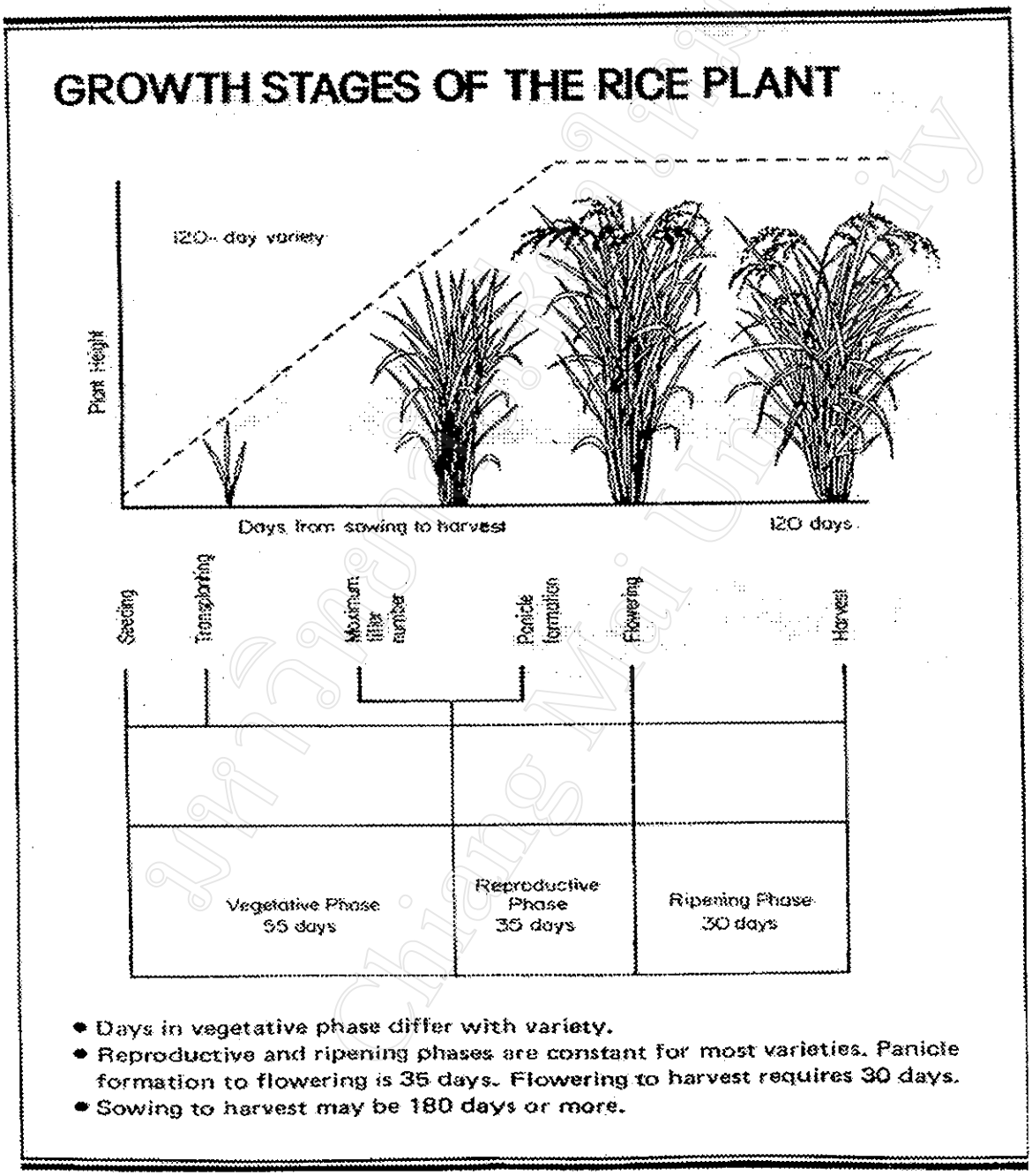
หน่วย : บาท

รายการ	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
ต้นทุนผันแปร	**689.85**	**443.72**	**1,133.57**
1. ค่าแรงงานเตรียมดินถึงเก็บเกี่ยว	**415.04**	**399.41**	**814.45**
เตรียมดิน	92.95	79.03	171.98
ปลูก	91.69	99.43	191.12
ดูแลรักษา	2.39	66.84	69.23
เก็บเกี่ยว	167.70	66.71	234.41
ค่าใช้จ่ายหลังเก็บเกี่ยว	60.30	87.40	147.70
2. ค่าวัสดุ	**230.83**	**26.02**	**256.85**
ค่าเมล็ดพันธุ์	22.05	16.79	38.84
ค่าปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี	161.88	8.77	170.65
ค่ายาปราบศัตรูพืชและวัชพืช	4.53	0.46	4.99
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	35.15	-	35.15
ค่าอุปการณ์การเกษตรและวัสดุอื่น ๆ	7.23	-	7.23
3. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	**43.98**	**18.29**	**62.27**
ค่าซ่อมแซมอุปการณ์การเกษตร	6.47	0.20	6.67
ค่าดอกเบี้ยและค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	37.51	18.09	55.60
ต้นทุนคงที่	**17.53**	**221.26**	**238.79**
ค่าเช่าที่ดิน ค่าภาษีที่ดิน ค่าใช้ที่ดิน	17.53	194.86	212.39
ค่าเสื่อมของอุปกรณ์การเกษตร	-	26.40	26.40
ต้นทุนต่อไร่	**707.38**	**664.98**	**1,372.36**
ต้นทุนทั้งหมดต่อกิโลกรัม			5.01
ราคาที่เกษตรกรขายได้ต่อกิโลกรัม			5.46
ผลผลิตต่อไร่ (กก.)			274.00
รายได้ต่อไร่			1,496.04
กำไร (ขาดทุน) ต่อไร่			123.67

ที่มา : จากการสำรวจ ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ภาพภาคผนวกที่ 3 ระยะการเจริญเติบโตของข้าว

(Growth stages of the rice plant)



Source : Vergara, Benito S.

A farmer's primer on growth rice. 1979

ภาคผนวก ค

ข้อมูลจากการทดลอง

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลอง

รายการ	Rep 1	Rep 2	Rep 3	ค่าเฉลี่ย
pH (ดิน : น้ำ, 1 : 1)	5.190	5.600	5.490	5.4267
Total - N (%)	0.059	0.072	0.069	0.0667
Extractable - P (ppm)	40.500	120.400	61.100	74
Extractable - K (ppm)	49.500	81.500	59.500	63.5
Extractable - Fe (ppm)	20.410	19.360	20.250	20.0067

หมายเหตุ Fe : DTPA extractant

P : Bray II

K : Ammonium acetate 1 N pH 7

ตารางภาคผนวกที่ 10 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในใบ ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้าวขาวดอกมะลิ 105 และก่ำดอยสะเก็ด ที่ได้รับอัตราไนโตรเจน 0, 70 และ 140 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และได้รับการฉีดพ่นธาตุเหล็กที่ความเข้มข้น 0, 0.1 และ 0.3 กรัมเปอร์เซ็นต์ ในระยะกำเนิดช่อดอก

เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในใบในระยะกำเนิดช่อดอก	อัตราไนโตรเจน (กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกตาร์)			ค่าเฉลี่ย
ความเข้มข้นของธาตุเหล็ก	0	70	140	
0.0 gm%Fe	2.2119	2.8534	3.0054	2.6902
0.1 gm%Fe	2.2373	2.6936	2.8487	2.5932
0.3 gm%Fe	2.1147	2.5272	3.2608	2.6342
ค่าเฉลี่ย	2.1880	26.0247	49.7050	2.6392

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลผลิตข้าวของปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และก่ำดอยสะเก็ด ที่ได้รับไนโตรเจนในอัตรา 0, 70 และ 140 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์

ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)	อัตราไนโตรเจน (กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกตาร์)			ค่าเฉลี่ย
พันธุ์	0	70	140	
ขาวดอกมะลิ 105	648.83	722.78	813.71	745.11
ก่ำดอยสะเก็ด	885.57	735.73	754.39	791.90
ค่าเฉลี่ย	767.20	754.25	794.05	768.50

ตารางภาคผนวกที่ 12 ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้อง (%) ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และก่ำดอยสะเก็ด ที่ระดับไนโตรเจน 0, 70 และ 140 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์

ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้อง (%)	อัตราไนโตรเจน (กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกตาร์)			ค่าเฉลี่ย
พันธุ์	0	70	140	
ขาวดอกมะลิ 105	8.953	9.345	9.655	9.3314b
ก่ำดอยสะเก็ด	11.122	13.129	14.516	12.922a
ค่าเฉลี่ย	10.015c	11.237b	12.085a	11.161

ตารางภาคผนวกที่ 13 ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้อง (%) ของปฏิสัมพันธ์ ระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และก่ำดอยสะเก็ด ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุเหล็กในอัตราแตกต่างกัน

พันธุ์	อัตราไนโตรเจน (กก.ไนโตรเจน/ เฮกตาร์)	ความเข้มข้นธาตุเหล็ก (กรัมเปอร์เซ็นต์)			ค่าเฉลี่ย
		0	0.1	0.3	
ขาวดอกมะลิ105	0	8.8871	9.0487	8.9073	8.9477
	70	9.1295	9.4526	9.4526	9.3449
	140	9.5738	9.4526	9.9374	9.6546
ค่าเฉลี่ย		9.1968	9.3180	9.4324	9.3157
ก่ำดอยสะเก็ด	0	11.2300	10.9470	11.1900	11.1223
	70	13.6940	12.4420	13.2500	13.1287
	140	14.3410	14.1390	15.0680	14.5160
ค่าเฉลี่ย		13.0883	12.5093	13.1693	12.9223

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของการศึกษาผลของระบบการจัดการธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็กต่อผลผลิต คุณภาพการสีและคุณค่าทางโภชนาการของข้าว ในส่วนของลักษณะทางสัณฐานของข้าว

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index)ในระยะแทงช่อดอก (Heading stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	2.58787	1.29394	1.66	0.3756
VAR (B)	1	0.36179	0.36179	0.46	0.5657
A*B	2	1.55645	0.77822		
N (C)	2	11.8910	5.94550	8.90	0.0092
B*C	2	0.47398	0.23699	0.35	0.7118
A*B*C	8	5.34248	0.66781		
FE (D)	2	0.14089	0.07045	0.08	0.9262
B*D	2	0.10594	0.05297	0.06	0.9440
C*D	4	0.44124	0.11031	0.12	0.9739
B*C*D	4	0.68040	0.17010	0.19	0.9436
A*B*C*D	24	21.9873	0.91614		
TOTAL	53	45.5693			

CV (%) : 31.65

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความสูงของข้าว ในระยะเก็บเกี่ยว (Harvesting stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	62.5278	31.2639	1.46	0.4063
VAR (B)	1	4064.67	4064.67	190.00	0.0052
A*B	2	42.7870	21.3935		
N (C)	2	160.333	80.1667	2.01	0.1960
B*C	2	316.259	158.130	3.97	0.0635
A*B*C	8	318.796	39.8495		
FE (D)	2	66.1736	33.0868	2.75	0.0841
B*D	2	81.9606	40.9803	3.41	0.0499
C*D	4	75.0764	18.7691	1.56	0.2172
B*C*D	4	71.3171	17.8293	1.48	0.2390
A*B*C*D	24	288.847	12.0353		
TOTAL	53	5548.75			

CV (%) : 2.50

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวรวง ในระยะเก็บเกี่ยว (Harvesting stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	7.01620	3.50810	5.31	0.1585
VAR (B)	1	2.44907	2.44907	3.71	0.1941
A*B	2	1.32176	0.66088		
N (C)	2	4.39120	2.19560	1.75	0.2350
B*C	2	11.4745	5.73727	4.56	0.0477
A*B*C	8	10.0648	1.25810		
FE (D)	2	4.00926	2.00463	4.89	0.0166
B*D	2	0.00926	0.00463	0.01	0.9888
C*D	4	0.87963	0.21991	0.54	0.7106
B*C*D	4	1.71296	0.42824	1.04	0.4055
A*B*C*D	24	9.84722	0.41030		
TOTAL	53	53.1759			

CV (%) : 2.49

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของการศึกษาผลของระบบการจัดการธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็กต่อผลผลิต คุณภาพการสีและคุณค่าทางโภชนาการของข้าว ในส่วนของปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะทางสรีระของข้าว

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ในระยะกำเนิดช่อดอก (Tillering stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	37.8959	18.9479	0.92	0.5197
VAR (B)	1	86.8428	86.8428	4.24	0.1758
A*B	2	41.0022	20.5011		
N (C)	2	941.517	470.759	8.18	0.0116
B*C	2	161.791	80.8954	1.41	0.2999
A*B*C	8	460.539	57.5674		
FE (D)	2	288.813	144.406	3.54	0.0449
B*D	2	36.7924	18.3962	0.45	0.6421
C*D	4	329.691	82.4227	2.02	0.1234
B*C*D	4	153.262	38.3156	0.94	0.4579
A*B*C*D	24	978.352	40.7647		
TOTAL	53	3516.50			

CV (%) : 18.74

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ในระยะตั้งท้อง (Booting stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	12.1294	6.06469	0.20	0.8358
VAR (B)	1	134.897	134.897	4.37	0.1718
A*B	2	61.7549	30.8775		
N (C)	2	55.5676	27.7838	4.05	0.0609
B*C	2	66.3873	33.1937	4.84	0.0419
A*B*C	8	54.8320	6.85400		
FE (D)	2	14.6935	7.34676	1.35	0.2789
B*D	2	16.8309	8.41543	1.54	0.2342
C*D	4	84.3001	21.0750	3.86	0.0146
B*C*D	4	7.74607	1.93652	0.36	0.8379
A*B*C*D	24	130.886	5.45357		
TOTAL	53	640.025			

CV (%) : 11.52

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ในระยะแทงช่อดอก (Heading stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	8.00095	4.00047	0.10	0.9072
VAR (B)	1	1537.50	1537.50	39.32	0.0245
A*B	2	78.2125	39.1062		
N (C)	2	235.050	117.525	12.55	0.0034
B*C	2	4.75047	2.37523	0.25	0.7820
A*B*C	8	74.9305	9.36631		
FE (D)	2	15.8171	7.90854	0.99	0.3859
B*D	2	4.06313	2.03157	0.25	0.7773
C*D	4	49.3344	12.3336	1.55	0.2210
B*C*D	4	22.1979	5.54947	0.70	0.6025
A*B*C*D	24	191.535	7.98064		
TOTAL	53	2221.40			

CV (%) : 9.38

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ ในระยะแตกกอ (Tillering stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.19343	0.09672	52.75	0.0186
VAR (B)	1	5.602E-05	5.602E-05	0.03	0.8773
A*B	2	0.00367	0.00183		
N (C)	2	0.04536	0.02268	0.61	0.5656
B*C	2	0.13332	0.06666	1.80	0.2263
A*B*C	8	0.29631	0.03704		
FE (D)	2	0.04861	0.02430	1.03	0.3715
B*D	2	0.03973	0.01986	0.84	0.4425
C*D	4	0.10795	0.02699	1.15	0.3590
B*C*D	4	0.15777	0.03944	1.68	0.1885
A*B*C*D	24	0.56510	0.02355		
TOTAL	53	1.59129			

CV (%) : 25.53

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ ในระยะกำเนิดช่อดอก (Panicle Initiation stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.28295	0.14147	6.02	0.1424
VAR (B)	1	0.16567	0.16567	7.05	0.1174
A*B	2	0.04700	0.02350		
N (C)	2	0.04884	0.02442	1.49	0.2828
B*C	2	0.04942	0.02471	1.50	0.2792
A*B*C	8	0.13153	0.01644		
FE (D)	2	0.00427	0.00214	0.62	0.5451
B*D	2	0.01517	0.00758	2.21	0.1316
C*D	4	0.02242	0.00561	1.63	0.1985
B*C*D	4	0.01457	0.00364	1.06	0.3973
A*B*C*D	24	0.08238	0.00343		
TOTAL	53	0.86423			

CV (%) : 8.76

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ ในระยะแทงช่อดอก (Heading stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.02586	0.01293	337.18	0.0030
VAR (B)	1	0.00556	0.00556	145.00	0.0068
A*B	2	7.670E-05	3.835E-05		
N (C)	2	0.02413	0.01207	1.79	0.2273
B*C	2	0.01073	0.00536	0.80	0.4834
A*B*C	8	0.05383	0.00673		
FE (D)	2	0.00473	0.00237	0.75	0.4844
B*D	2	6.071E-04	3.036E-04	0.10	0.9090
C*D	4	0.00252	6.310E-04	0.20	0.9363
B*C*D	4	0.02167	0.00542	1.71	0.1806
A*B*C*D	24	0.07602	0.00317		
TOTAL	53	0.22575			

CV (%) : 7.56

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณไนโตรเจนรวมทั้งหมดในใบ ในระยะแตกกอ (Tillering stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	14.4526	7.22629	62.32	0.0158
VAR (B)	1	0.00195	0.00195	0.02	0.9087
A*B	2	0.23190	0.11595		
N (C)	2	0.78258	0.39129	1.44	0.2919
B*C	2	2.88679	1.44340	5.32	0.0339
A*B*C	8	2.17082	0.27135		
FE (D)	2	0.19236	0.09618	0.34	0.7171
B*D	2	0.21491	0.10745	0.38	0.6902
C*D	4	1.08963	0.27241	0.96	0.4520
B*C*D	4	1.47864	0.36966	1.30	0.3039
A*B*C*D	20	5.68913	0.28446		
TOTAL	49	29.1913			

CV (%) : 12.08

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณไนโตรเจนรวมทั้งหมดในใบ ในระยะกำเนิดช่อดอก (Panicle Initiation stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.53324	0.76662	351.08	0.0028
VAR (B)	1	1.05627	1.05627	483.74	0.0021
A*B	2	0.00437	0.00218		
N (C)	2	1.83483	0.91742	7.91	0.0127
B*C	2	0.38132	0.19066	1.64	0.2522
A*B*C	8	0.92748	0.11594		
FE (D)	2	0.06932	0.03466	0.17	0.8434
B*D	2	0.06809	0.03405	0.17	0.8459
C*D	4	0.97242	0.24310	1.21	0.3409
B*C*D	4	0.15911	0.03978	0.20	0.9367
A*B*C*D	19	3.83119	0.20164		
TOTAL	48	10.8376			

CV (%) : 31.54

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณไนโตรเจนรวมทั้งหมดในใบ ในระยะตั้งท้อง (Booting stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.81987	0.40993	12.92	0.0718
VAR (B)	1	0.16668	0.16668	5.25	0.1489
A*B	2	0.06345	0.03172		
N (C)	2	0.30118	0.15059	3.93	0.0646
B*C	2	0.20939	0.10469	2.74	0.1244
A*B*C	8	0.30618	0.03827		
FE (D)	2	0.01171	0.00586	0.05	0.9515
B*D	2	0.31511	0.15755	1.34	0.2842
C*D	4	2.54458	0.63615	5.41	0.0040
B*C*D	4	0.07877	0.01969	0.17	0.9524
A*B*C*D	20	2.35057	0.11753		
TOTAL	49	7.16749			

CV (%) : 8.82

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณไนโตรเจนรวมทั้งหมดในใบ ในระยะแทงช่อดอก (Heading stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.23389	0.61694	1.58	0.3876
VAR (B)	1	0.48709	0.48709	1.25	0.3802
A*B	2	0.78080	0.39040		
N (C)	2	0.86673	0.43336	2.63	0.1323
B*C	2	0.83166	0.41583	2.53	0.1411
A*B*C	8	1.31695	0.16462		
FE (D)	2	0.42240	0.21120	1.37	0.2733
B*D	2	0.41188	0.20594	1.34	0.2819
C*D	4	1.40909	0.35227	2.28	0.0897
B*C*D	4	0.76541	0.19135	1.24	0.3202
A*B*C*D	24	3.70058	0.15419		
TOTAL	53	12.2265			

CV (%) : 8.43

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่เป็นแป้งและน้ำตาลในใบในระยะแตกกอ (Tillering stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.07515	0.03757	3.29	0.2329
VAR (B)	1	0.03089	0.03089	2.71	0.2416
A*B	2	0.02281	0.01140		
N (C)	2	0.08648	0.04324	0.66	0.5444
B*C	2	0.30443	0.15222	2.31	0.1613
A*B*C	8	0.52673	0.06584		
FE (D)	2	0.00987	0.00494	0.12	0.8896
B*D	2	0.02796	0.01398	0.33	0.7205
C*D	4	0.06324	0.01581	0.38	0.8224
B*C*D	4	0.10825	0.02706	0.65	0.6367
A*B*C*D	20	0.83888	0.04194		
TOTAL	49	2.09468			

CV (%) : 38.72

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่เป็นแป้งและน้ำตาลในใบ ในระยะกำเนิดช่อดอก (Panicle Initiation stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.06677	0.03338	0.33	0.7534
VAR (B)	1	0.36981	0.36981	3.63	0.1972
A*B	2	0.20401	0.10201		
N (C)	2	0.53915	0.26957	3.38	0.0863
B*C	2	0.03885	0.01942	0.24	0.7895
A*B*C	8	0.63813	0.07977		
FE (D)	2	0.04570	0.02285	0.32	0.7284
B*D	2	0.04730	0.02365	0.33	0.7204
C*D	4	0.58905	0.14726	2.07	0.1177
B*C*D	4	0.19272	0.04818	0.68	0.6145
A*B*C*D	23	1.63551	0.07111		
TOTAL	52	4.36701			

CV (%) : 53.92

ตารางภาคผนวกที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่เป็นแป้งและน้ำตาลในใบ ในระยะตั้งท้อง (Booting stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.02879	0.01440	0.81	0.5526
VAR (B)	1	0.00148	0.00148	0.08	0.7998
A*B	2	0.03557	0.01778		
N (C)	2	0.02526	0.01263	0.36	0.7057
B*C	2	0.18400	0.09200	2.65	0.1306
A*B*C	8	0.27738	0.03467		
FE (D)	2	0.28530	0.14265	5.59	0.0105
B*D	2	0.02656	0.01328	0.52	0.6014
C*D	4	0.25847	0.06462	2.53	0.0681
B*C*D	4	0.25810	0.06453	2.53	0.0684
A*B*C*D	23	0.58739	0.02554		
TOTAL	52	1.96832			

CV (%) : 33.53

ตารางภาคผนวกที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่เป็นแป้งและน้ำตาลในใบ ในระยะแทงช่อดอก (Heading stage)

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.01505	0.00752	0.05	0.9525
VAR (B)	1	0.89691	0.89691	5.94	0.1351
A*B	2	0.30197	0.15099		
N (C)	2	0.06910	0.03455	0.33	0.7256
B*C	2	0.10283	0.05141	0.50	0.6260
A*B*C	8	0.82758	0.10345		
FE (D)	2	0.24161	0.12081	3.93	0.0334
B*D	2	0.37584	0.18792	6.11	0.0072
C*D	4	0.17509	0.04377	1.42	0.2566
B*C*D	4	0.69563	0.17391	5.65	0.0024
A*B*C*D	24	0.73812	0.03075		
TOTAL	53	4.43973			

CV (%) : 32.08

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของการศึกษาผลของระบบการจัดการธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็กต่อผลผลิต คุณภาพการสีและคุณค่าทางโภชนาการของข้าว ในส่วนของ การเจริญเติบโตของต้น ใบ รวง

ตารางภาคผนวกที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนวันสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดของต้น

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	3251.22	1625.61	2.21	0.3116
VAR (B)	1	13.2512	13.2512	0.02	0.9055
A*B	2	1471.70	735.848		
N (C)	2	39.4884	19.7442	0.03	0.9704
B*C	2	1730.10	865.050	1.32	0.3192
A*B*C	8	5237.04	654.630		
FE (D)	2	682.711	341.355	1.24	0.3094
B*D	2	781.877	390.939	1.43	0.2638
C*D	4	854.213	213.553	0.78	0.5521
B*C*D	4	939.157	234.789	0.86	0.5069
A*B*C*D	20	5485.08	274.254		
TOTAL	49	20485.8			

CV (%) : 11.51

ตารางภาคผนวกที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนวันสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดของใบ

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1352.78	676.389	1.79	0.3587
VAR (B)	1	121.500	121.500	0.32	0.6281
A*B	2	756.778	378.389		
N (C)	2	1204.00	602.000	1.45	0.2908
B*C	2	1629.78	814.889	1.96	0.2031
A*B*C	8	3328.67	416.083		
FE (D)	2	892.111	446.056	1.75	0.1952
B*D	2	854.778	427.389	1.68	0.2082
C*D	4	1163.56	290.889	1.14	0.3611
B*C*D	4	1641.78	410.444	1.61	0.2042
A*B*C*D	24	6117.78	254.907		
TOTAL	53	19063.5			

CV (%) : 11.99

ตารางภาคผนวกที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนวันสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดของรวง

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	209.333	104.667	0.95	0.5131
VAR (B)	1	156.741	156.741	1.42	0.3555
A*B	2	220.593	110.296		
N (C)	2	74.7778	37.3889	0.39	0.6903
B*C	2	144.926	72.4630	0.75	0.5018
A*B*C	8	770.296	96.2870		
FE (D)	2	144.778	72.3889	1.89	0.1724
B*D	2	360.481	180.241	4.71	0.0188
C*D	4	199.444	49.8611	1.30	0.2968
B*C*D	4	170.185	42.5463	1.11	0.3736
A*B*C*D	24	917.778	38.2407		
TOTAL	53	3369.33			

CV (%) : 3.97

ตารางภาคผนวกที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักแห้งสะสมสูงสุดต้น

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	8366287	4183144	2.21	0.3114
VAR (B)	1	315048	315048	0.17	0.7227
A*B	2	3783141	1891571		
N (C)	2	661642	330821	0.29	0.7589
B*C	2	2041828	1020914	0.88	0.4509
A*B*C	8	9267344	1158418		
FE (D)	2	1837136	918568	0.87	0.4328
B*D	2	1291695	645847	0.61	0.5509
C*D	4	2700168	675042	0.64	0.6388
B*C*D	4	3210832	802708	0.76	0.5613
A*B*C*D	20	2.103E+07	1051392		
TOTAL	49	5.450E+07			

CV (%) : 73.69

ตารางภาคผนวกที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักแห้งสะสมสูงสุดใบ

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	90725.6	45362.8	1.06	0.4866
VAR (B)	1	64297.5	64297.5	1.50	0.3459
A*B	2	85972.9	42986.5		
N (C)	2	47415.0	23707.5	1.39	0.3041
B*C	2	135916	67958.0	3.97	0.0633
A*B*C	8	136786	17098.3		
FE (D)	2	37055.8	18527.9	0.81	0.4578
B*D	2	21260.8	10630.4	0.46	0.6348
C*D	4	56551.4	14137.9	0.62	0.6554
B*C*D	4	122828	30706.9	1.34	0.2848
A*B*C*D	24	550873	22953.1		
TOTAL	53	1349682			

CV (%) : 45.54

ตารางภาคผนวกที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักแห้งสะสมสูงสุดรวง

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	75839.3	37919.7	3.81	0.2080
VAR (B)	1	1831573	1831573	183.96	0.0054
A*B	2	19913.0	9956.51		
N (C)	2	101091	50545.5	0.57	0.5872
B*C	2	82269.0	41134.5	0.46	0.6450
A*B*C	8	710123	88765.4		
FE (D)	2	6319.13	3159.57	0.14	0.8724
B*D	2	116999	58499.4	2.54	0.0997
C*D	4	148194	37048.5	1.61	0.2042
B*C*D	4	64484.0	16121.0	0.70	0.5992
A*B*C*D	24	552290	23012.1		
TOTAL	53	3709094			

CV (%) : 22.14

ตารางภาคผนวกที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง สูงสุดของต้น

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.25922	0.12961	2.17	0.3154
VAR (B)	1	0.00227	0.00227	0.04	0.8634
A*B	2	0.11941	0.05971		
N (C)	2	0.08054	0.04027	1.00	0.4092
B*C	2	0.07121	0.03561	0.89	0.4495
A*B*C	8	0.32179	0.04022		
FE (D)	2	0.08747	0.04373	0.85	0.4442
B*D	2	0.06112	0.03056	0.59	0.5633
C*D	4	0.14203	0.03551	0.69	0.6098
B*C*D	4	0.17582	0.04396	0.85	0.5106
A*B*C*D	20	1.03480	0.05174		
TOTAL	49	2.35569			

CV (%) : 56.67

ตารางภาคผนวกที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง สูงสุดของใบ

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	8.792E-04	4.396E-04	0.54	0.6473
VAR (B)	1	0.01171	0.01171	14.51	0.0625
A*B	2	0.00161	8.068E-04		
N (C)	2	3.086E-04	1.543E-04	0.25	0.7866
B*C	2	0.00531	0.00265	4.25	0.0551
A*B*C	8	0.00499	6.238E-04		
FE (D)	2	5.805E-04	2.903E-04	0.36	0.7030
B*D	2	5.890E-04	2.945E-04	0.36	0.6994
C*D	4	3.642E-04	9.105E-05	0.11	0.9770
B*C*D	4	0.00148	3.702E-04	0.46	0.7670
A*B*C*D	24	0.01948	8.116E-04		
TOTAL	53	0.04730			

CV (%) : 26.23

ตารางภาคผนวกที่ 39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง สูงสุดของรวง

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.00440	0.00220	2.80	0.2629
VAR (B)	1	0.15024	0.15024	191.36	0.0052
A*B	2	0.00157	7.851E-04		
N (C)	2	0.00562	0.00281	0.68	0.5321
B*C	2	0.00490	0.00245	0.60	0.5735
A*B*C	8	0.03289	0.00411		
FE (D)	2	0.00105	5.231E-04	0.46	0.6365
B*D	2	0.00143	7.162E-04	0.63	0.5410
C*D	4	0.00332	8.288E-04	0.73	0.5807
B*C*D	4	0.00200	4.995E-04	0.44	0.7787
A*B*C*D	24	0.02727	0.00114		
TOTAL	53	0.23468			

CV (%) : 20.30

ตารางวิเคราะห์คามแปรปรวน (Analysis of Variance) ของการศึกษาผลของระบบการจัดการธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็กต่อผลผลิต คุณภาพการสีและคุณค่าทางโภชนาการของข้าว ในส่วนของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ตารางภาคผนวกที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนหน่อต่อตารางเมตร

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	247.343	123.671	2.43	0.2913
VAR (B)	1	4691.69	4691.69	92.28	0.0107
A*B	2	101.684	50.8418		
N (C)	2	227.492	113.746	1.66	0.2489
B*C	2	25.1045	12.5523	0.18	0.8358
A*B*C	8	547.218	68.4023		
FE (D)	2	1.64034	0.82017	0.01	0.9897
B*D	2	46.0428	23.0214	0.29	0.7507
C*D	4	446.400	111.600	1.41	0.2617
B*C*D	4	690.939	172.735	2.18	0.1021
A*B*C*D	24	1903.51	79.3130		
TOTAL	53	8929.06			

CV (%) : 14.29

ตารางภาคผนวกที่ 41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนรวงต่อหน่อ

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.05225	0.02613	2.16	0.3170
VAR (B)	1	0.00152	0.00152	0.12	0.7575
A*B	2	0.02425	0.01212		
N (C)	2	0.00125	6.238E-04	0.20	0.8240
B*C	2	0.00920	0.00460	1.46	0.2877
A*B*C	8	0.02516	0.00315		
FE (D)	2	0.01566	0.00783	0.80	0.4619
B*D	2	0.00550	0.00275	0.28	0.7581
C*D	4	0.01867	0.00467	0.48	0.7531
B*C*D	4	0.03804	0.00951	0.97	0.4426
A*B*C*D	24	0.23553	0.00981		
TOTAL	53	0.42703			

CV (%) : 10.94

ตารางภาคผนวกที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนเมล็ดดีต่อรวง

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	188.981	94.4906	0.03	0.9666
VAR (B)	1	3395.31	3395.31	1.24	0.3812
A*B	2	5471.64	2735.82		
N (C)	2	1435.26	717.628	2.56	0.1380
B*C	2	2128.20	1064.10	3.80	0.0691
A*B*C	8	2239.97	279.996		
FE (D)	2	2733.19	1366.60	1.93	0.1674
B*D	2	226.286	113.143	0.16	0.8534
C*D	4	2055.98	513.995	0.72	0.5835
B*C*D	4	890.306	222.577	0.31	0.8658
A*B*C*D	24	17016.7	709.028		
TOTAL	53	37781.8			

CV (%) : 24.58

ตารางภาคผนวกที่ 43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.53381	0.76691	2.30	0.3034
VAR (B)	1	94.9936	94.9936	284.39	0.0035
A*B	2	0.66804	0.33402		
N (C)	2	70.5141	35.2571	19.53	0.0008
B*C	2	9.89644	4.94822	2.74	0.1240
A*B*C	8	14.4412	1.80515		
FE (D)	2	0.33628	0.16814	0.12	0.8876
B*D	2	3.36083	1.68041	1.20	0.3192
C*D	4	8.03824	2.00956	1.43	0.2537
B*C*D	4	3.61077	0.90269	0.64	0.6367
A*B*C*D	24	33.6650	1.40271		
TOTAL	53	241.058			

CV (%) : 24.58

ตารางภาคผนวกที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ผลผลิต

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	5996.66	2998.33	0.38	0.7226
VAR (B)	1	29557.3	29557.3	3.78	0.1912
A*B	2	15623.1	7811.54		
N (C)	2	8037.37	4018.68	0.24	0.7925
B*C	2	244666	122333	7.29	0.0158
A*B*C	8	134228	16778.5		
FE (D)	2	100346	50172.9	1.94	0.1662
B*D	2	1209.71	604.854	0.02	0.9770
C*D	4	108003	27000.9	1.04	0.4064
B*C*D	4	62334.4	15583.6	0.60	0.6654
A*B*C*D	24	622024	25917.7		
TOTAL	53	1332026			

CV (%) :20.95

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของการศึกษาผลของระบบการจัดการธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็กต่อผลผลิต คุณภาพการสีและคุณค่าทางโภชนาการของข้าว ในส่วนคุณภาพการสี

ตารางภาคผนวกที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปอร์เซ็นต์แกลบ

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.01083	0.00542	0.01	0.9948
VAR (B)	1	47.8837	47.8837	46.63	0.0208
A*B	2	2.05388	1.02694		
N (C)	2	4.62413	2.31207	3.50	0.0809
B*C	2	0.09373	0.04687	0.07	0.9321
A*B*C	8	5.28536	0.66067		
FE (D)	2	0.21361	0.10681	0.34	0.7180
B*D	2	0.33023	0.16512	0.52	0.6015
C*D	4	2.09179	0.52295	1.64	0.1957
B*C*D	4	1.18563	0.29641	0.93	0.4620
A*B*C*D	24	7.63133	0.31797		
TOTAL	53	71.4043			

CV (%) : 2.32

ตารางภาคผนวกที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.01083	0.00542	0.01	0.9948
VAR (B)	1	47.8838	47.8838	46.63	0.0208
A*B	2	2.05388	1.02694		
N (C)	2	4.62413	2.31207	3.50	0.0809
B*C	2	0.09373	0.04687	0.07	0.9321
A*B*C	8	5.28536	0.66067		
FE (D)	2	0.21361	0.10681	0.34	0.7180
B*D	2	0.33023	0.16512	0.52	0.6015
C*D	4	2.09179	0.52295	1.64	0.1957
B*C*D	4	1.18563	0.29641	0.93	0.4620
A*B*C*D	24	7.63133	0.31797		
TOTAL	53	71.4043			

CV (%) : 0.74

ตารางภาคผนวกที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปอร์เซ็นต์รำ

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.00840	0.50420	0.82	0.5502
VAR (B)	1	160.856	160.856	260.87	0.0038
A*B	2	1.23325	0.61662		
N (C)	2	3.08858	1.54429	1.22	0.3448
B*C	2	2.01287	1.00644	0.80	0.4842
A*B*C	8	10.1269	1.26586		
FE (D)	2	3.50423	1.75211	1.18	0.3255
B*D	2	1.20269	0.60135	0.40	0.6722
C*D	4	9.98746	2.49687	1.68	0.1882
B*C*D	4	4.02977	1.00744	0.68	0.6149
A*B*C*D	24	35.7402	1.48917		
TOTAL	53	232.791			

CV (%) : 15.49

ตารางภาคผนวกที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปอร์เซ็นต์ข้าวสาร

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.13991	0.56996	0.27	0.7904
VAR (B)	1	384.160	384.160	178.78	0.0055
A*B	2	4.29764	2.14882		
N (C)	2	13.9881	6.99405	3.73	0.0717
B*C	2	2.13330	1.06665	0.57	0.5876
A*B*C	8	15.0050	1.87562		
FE (D)	2	2.00508	1.00254	0.43	0.6554
B*D	2	0.83730	0.41865	0.18	0.8368
C*D	4	6.16769	1.54192	0.66	0.6249
B*C*D	4	5.23293	1.30823	0.56	0.6931
A*B*C*D	24	55.9583	2.33160		
TOTAL	53	490.925			

CV (%) : 2.25

ตารางภาคผนวกที่ 49 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	42.2782	21.1391	1.42	0.4131
VAR (B)	1	9457.07	9457.07	635.57	0.0016
A*B	2	29.7595	14.8798		
N (C)	2	5.86667	2.93334	0.05	0.9530
B*C	2	339.169	169.585	2.80	0.1199
A*B*C	8	484.978	60.6222		
FE (D)	2	35.0205	17.5102	0.65	0.5312
B*D	2	25.5992	12.7996	0.47	0.6277
C*D	4	88.7906	22.1976	0.82	0.5231
B*C*D	4	78.5032	19.6258	0.73	0.5816
A*B*C*D	24	646.990	26.9579		
TOTAL	53	11234.0			

CV (%) : 18.05

ตารางภาคผนวกที่ 50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	46.2725	23.1362	0.82	0.5503
VAR (B)	1	13654.3	13654.3	482.19	0.0021
A*B	2	56.6339	28.3170		
N (C)	2	3.26721	1.63361	0.02	0.9781
B*C	2	316.040	158.020	2.15	0.1788
A*B*C	8	587.734	73.4667		
FE (D)	2	20.7079	10.3539	0.32	0.7285
B*D	2	35.6345	17.8173	0.55	0.5828
C*D	4	73.1769	18.2942	0.57	0.6889
B*C*D	4	94.6036	23.6509	0.73	0.5783
A*B*C*D	24	774.257	32.2607		
TOTAL	53	15662.6			

CV (%) : 14.53

ตารางภาคผนวกที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความแข็งของเมล็ด

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	3.00855	1.50427	0.06	0.9466
VAR (B)	1	52.2740	52.2740	1.96	0.2964
A*B	2	53.3241	26.6621		
N (C)	2	84.5891	42.2946	13.50	0.0027
B*C	2	4.79530	2.39765	0.77	0.4965
A*B*C	8	25.0682	3.13353		
FE (D)	2	266.037	133.018	16.03	0.0000
B*D	2	28.5336	14.2668	1.72	0.2005
C*D	4	86.4303	21.6076	2.60	0.0612
B*C*D	4	9.98902	2.49726	0.30	0.8744
A*B*C*D	24	199.105	8.29605		
TOTAL	53	813.154			

CV (%) : 4.19

ตารางวิเคราะห์คามแปรปรวน (Analysis of Variance) ของการศึกษาผลของระบบการจัดการธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็กต่อผลผลิต คุณภาพการสีและคุณค่าทางโภชนาการของข้าวในส่วนของคุณค่าทางโภชนาการ

ตารางภาคผนวกที่ 52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้อง

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.17324	0.08662	21.11	0.0452
VAR (B)	1	0.55754	0.55754	135.85	0.0073
A*B	2	0.00821	0.00410		
N (C)	2	3.01530	1.50765	82.15	0.0000
B*C	2	0.89828	0.44914	24.47	0.0004
A*B*C	8	0.14682	0.01835		
FE (D)	2	0.50404	0.25202	16.97	0.0000
B*D	2	0.12011	0.06005	4.04	0.0307
C*D	4	2.11912	0.52978	35.67	0.0000
B*C*D	4	3.38914	0.84728	57.04	0.0000
A*B*C*D	24	0.35649	0.01485		
TOTAL	53	11.2883			

CV (%) : 7.62

ตารางภาคผนวกที่ 53 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณธาตุสังกะสีในเมล็ดข้าวกล้อง

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.06106	0.03053	1.09	0.4781
VAR (B)	1	0.63679	0.63679	22.77	0.0412
A*B	2	0.05594	0.02797		
N (C)	2	1.40701	0.70350	94.64	0.0000
B*C	2	3.15283	1.57641	212.08	0.0000
A*B*C	8	0.05947	0.00743		
FE (D)	2	0.07697	0.03849	4.38	0.0239
B*D	2	0.42964	0.21482	24.46	0.0000
C*D	4	1.64730	0.41183	46.88	0.0000
B*C*D	4	1.26170	0.31542	35.91	0.0000
A*B*C*D	24	0.21081	0.00878		
TOTAL	53	8.99951			

CV (%) : 4.86

ตารางภาคผนวกที่ 54 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวกล้อง

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	690.523	345.262	3.74	0.2108
VAR (B)	1	30049.0	30049.0	325.83	0.0031
A*B	2	184.445	92.2223		
N (C)	2	84.3046	42.1523	0.25	0.7862
B*C	2	6938.35	3469.18	20.40	0.0007
A*B*C	8	1360.37	170.047		
FE (D)	2	3278.04	1639.02	11.08	0.0004
B*D	2	2949.02	1474.51	9.97	0.0007
C*D	4	2629.19	657.297	4.44	0.0079
B*C*D	4	5478.81	1369.70	9.26	0.0001
A*B*C*D	24	3550.72	147.946		
TOTAL	53	57192.8			

CV (%) : 4.73

ตารางภาคผนวกที่ 55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้อง

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.20357	0.10178	0.40	0.7124
VAR (B)	1	176.901	176.901	701.47	0.0014
A*B	2	0.50437	0.25218		
N (C)	2	38.9936	19.4968	199.27	0.0000
B*C	2	15.9333	7.96663	81.42	0.0000
A*B*C	8	0.78273	0.09784		
FE (D)	2	1.23651	0.61826	1.64	0.2158
B*D	2	1.26969	0.63485	1.68	0.2077
C*D	4	1.19286	0.29822	0.79	0.5429
B*C*D	4	0.98834	0.24709	0.66	0.6290
A*B*C*D	23	8.66987	0.37695		
TOTAL	52	246.676			

CV (%) : 5.52

ตารางภาคผนวกที่ 56 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่เป็นแป้งและน้ำตาล ในเมล็ดข้าวกล้อง

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	10017.5	5008.76	13.38	0.0695
VAR (B)	1	659.379	659.379	1.76	0.3157
A*B	2	748.557	374.279		
N (C)	2	7750.44	3875.22	2.17	0.1763
B*C	2	229.307	114.653	0.06	0.9382
A*B*C	8	14268.4	1783.56		
FE (D)	2	920.062	460.031	0.26	0.7723
B*D	2	5564.87	2782.44	1.58	0.2267
C*D	4	10513.2	2628.30	1.49	0.2358
B*C*D	4	8704.94	2176.23	1.24	0.3223
A*B*C*D	24	42267.1	1761.13		
TOTAL	53	101644			

CV (%) : 68.78

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

1) การวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ

อุปกรณ์

1. เครื่อง spectrophotometer รุ่น DU7500 ของบริษัท BECKMAN
2. เครื่องแก้ว ได้แก่
   2.1 หลอดทดลองขนาด 25 มิลลิลิตร
   2.2 ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 10 มิลลิลิตร
   2.3 กรวยกรอง
3. สารเคมี
   3.1 สารไดเมททิลฟอร์มาไมด์ (N,N-Dimethyl formamide : DMF)

วิธีการสะกัดคลอโรฟิลล์จากใบ

นำตัวอย่างใบข้าวที่เก็บในแต่ละระยะการเจริญเติบโตมาทำความสะอาด

1. ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปริมาณ 100 มิลลิกรัม โดยหลีกเลี่ยงการใช้เนื้อเยื่อบริเวณเส้นใบและขอบใบ
2. นำเนื้อเยื่อข้าวใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติมไดเมททิลฟอร์มาไมด์ (N, N-Dimethyl formamide : DMF) ปริมาตร 7 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง ทิ้งไว้ 6 ชั่วโมง
3. เมื่อเนื้อเยื่อเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีขาวใส ทำการแยกส่วนของกากใบข้าวออกจากสารละลาย แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 10 มิลลิลิตร โดยใช้สารละลาย 1 มิลลิลิตร แล้วเติมสารไดเมททิลฟอร์มาไมด์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้ทั่ว
4. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยวิธีวัดค่าการดูดซับแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ช่วงคลื่นแสง 647 และ 664 นาโนเมตร
5. นำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยใช้สมการของ Moran (1982) ดังนี้

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด} = 20.27\ D_{647} + 7.04\ D_{664}$$

เมื่อ D_{647} : ค่าการดูดซับแสงของสารละลายคลอโรฟิลล์ที่ช่วงคลื่นแสง 647 นาโนเมตร

D_{664} : ค่าการดูดซับแสงของสารละลายคลอโรฟิลล์ที่ช่วงคลื่นแสง 664 นาโนเมตร

2) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในพืช (PEA) ของบริษัท Hansatech ซึ่งประกอบด้วย control box ที่ใช้คำนวณค่าต่างๆ
2. Sensor ใช้ในการให้แสงให้แก่ใบพืช
3. Leaf clip ซึ่งใช้หนีบใบพืช

วิธีการวิเคราะห์

1. ทำการศึกษาระหว่างเวลา 10.00-13.00 น. โดยการสุ่มจากต้นข้าวในแปลงที่ได้ทำเครื่องหมายไว้
2. ปิดส่วนของ Y-leaf ด้วย leaf clip เป็นเวลา 30 นาที
3. ใช้ sensor ของเครื่อง PEA ครอบที่ leaf clip แล้วเปิด leaf clip จากนั้นให้แสงแก่ Y-leaf เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ

3) การตรวจวัดปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่ไม่ใช่ส่วนโครงสร้างของเซลล์ (Total non-structural carbohydrate : TNC) หรือปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่เป็นแป้งและน้ำตาล ในใบ และในเมล็ดข้าวกล้อง

อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว มีดังนี้

1) ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร
2) หลอดทดลองขนาด 25X250 มิลลิลิตร
3) ขวดปรับปริมาตร ขนาด 25 และ 100 มิลลิลิตร
4) บีกเกอร์ขนาด 50 250 และ1,000 มิลลิลิตร
5) บูเรตต์ขนาด 25 มิลลิลิตร
6) กระบอกตวงขนาด 10 และ 100 มิลลิลิตร
7) กระกรอง Whatman เบอร์ 42
8) ตะแกรงขนาด 40 mesh

สารเคมี มีดังนี้

1) D-glucose
2) Anhydrous sodium carbonate
3) Sodium potassium tartrate
4) Sodium hydrogen carbonate หรือ Sodium bicarbonate
5) Anhydrous sodium sulfate
6) Copper sulfate
7) Sulfuric acid
8) Ammoniummolybdate
9) Sodium dehydrogenasenate
10) น้ำกลั่น

ตรวจวัดปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่เป็นแป้งและน้ำตาลในใบ และในเมล็ดข้าวกล้อง โดยสุ่มเก็บใบข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต นำมาบดให้ละเอียด และสุ่มตัวอย่างข้าวกล้อง นำมาบดแล้วสุ่มตัวอย่างมาหาปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่เป็นแป้งและน้ำตาล ตามวิธีของ Hodge and Hofreiter (1962) ที่ดัดแปลงโดยสุจริต (2531) โดยมีวิธีเตรียมสารเคมีและการวิเคราะห์ดังนี้

1. การเตรียมสารเคมี

1.1. Nelson's reagent A

ละลาย Anhydrous sodium carbonate และ sodium potassium tartrate ชนิดละ 25 กรัม ผสมกับ sodium hydrogen carbonate และ anhydrous sodium sulfate ชนิดละ 25 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

1.2. Nelson's reagent B

ละลาย Copper sulfate 15 กรัมลงในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เติมกรด sulfuric 2 หยด คนจนละลาย

1.3. Nelson's alkaline copper reagent

นำสารละลาย Nelson's reagent A ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ผสมกับ Nelson's reagent B ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร และเขย่าให้เข้ากัน การใช้ Nelson's alkaline copper reagent ในแต่ละครั้งนั้นควรเตรียมใหม่ทุกครั้ง และเตรียมให้พอดีสำหรับการใช้แต่ละครั้งเท่านั้น

1.4. Arsenomolybolic acid reagent

ละลาย Ammoniummolybolic ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$) ปริมาณ 25 กรัมในน้ำกลั่น 450 มิลลิลิตร เติมกรด sulfuric เข้มข้น 21 มิลลิลิตร และละลาย sodium dehydrogenasenate ($Na_2Har.7H_2O$) 3 กรัมในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลาย sodium dehydrogenasenate ผสมในสารละลาย ammoniummolybolic เขย่าให้เข้ากัน แล้วเก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง นานสองวันก่อนนำมาใช้ และสารละลายที่ใช้ได้ต้องมีสีเหลืองอ่อนเท่านั้น

2. การสะกัด Total nonstructural carbohydrate (TNC) จากตัวอย่างพืช

โดยใช้วิธี Acid extraction ตามวิธีของ Smith *et al.* (1964) อ้างโดยสุจริต (2531) ซึ่งมีวิธีการคือ นำตัวอย่างพืชอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง มาบดและร่อนผ่านตะแกรง 40 mesh เก็บไว้ในโถดูดความชื้น เมื่อต้องการนำมาใช้ นำไปอบที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บไว้ในโถดูดความชื้นก่อนนำไปชั่งน้ำหนัก 0.05 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม 0.2 N H_2SO_4 ปริมาณ 40 มิลลิลิตร ปิดด้วยแผ่นอลูมิเนียม แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที จากนั้นนำไปวางที่อุณหภูมิห้อง แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 จากนั้นปรับ pH ให้เป็นกลาง ด้วย NaOH และปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น บรรจุเก็บไว้ในขวด 100 มิลลิลิตร เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

3. การวิเคราะห์หาปริมาณ Total nonstructural carbohydrate (TNC)

การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่เป็นแป้งและน้ำตาล โดยวิธี Nelson's reducing procedure ตามวิธีของ Hodge and Hofreiter (1962) ที่ดัดแปลงโดย สุจริต (2531) ซึ่งใช้วิธีการเปรียบเทียบเป็นปริมาณน้ำตาล (มิลลิกรัมของ D-glucose) ในการวิเคราะห์ใช้สารละลาย D-glucose (equivalent) ตั้งแต่ 0.00-0.05มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

3.1 วิธีการทำกราฟมาตรฐาน

3.1.1 ชั่ง D-glucose (equivalent) 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

3.1.2 ความเข้มข้น 0.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง

ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดสารละลายจากข้อ 3.1.1 มา 1 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดสารละลายจากข้อ 3.1.1 มา 2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ความเข้มข้น 0.03 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดสารละลายจากข้อ 3.1.1 มา 3 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ความเข้มข้น 0.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดสารละลายจากข้อ 3.1.1 มา 4 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดสารละลายจากข้อ 3.1.1 มา 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3.1.3 ดูดสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ ใส่ในหลอดทดลองอย่างละ 1 มิลลิลิตร เติม Nelson's alkaline copper reagent 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วปิดด้วยแผ่นอะลูมิเนียม

3.1.4 นำไปต้มในน้ำเดือด 20 นาที แล้วแช่ในน้ำเย็น ทิ้งไว้ให้เย็น

3.1.5 เติมสารละลาย Arsenomolybolic acid reagent 1 มิลลิลิตร เขย่าให้ตะกอนละลาย

3.1.6 เติมน้ำกลั่น 7 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปวัดค่า absorbent (%A) ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง spectrophotometer

3.1.7 นำข้อมูลที่ได้มาทำกราฟมาตรฐาน ให้ค่า D-glucose เป็นค่า Y และค่า Absorbent เป็นค่า X กราฟที่ได้ต้องเป็นเส้นตรง

3.2 วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

นำสารสะกัดตัวอย่างพืชที่เตรียมไว้ ตัวอย่างละ 1 มิลลิลิตร แล้วทำตามขั้นตอนในข้อ 3.1.3 - 3.1.6 แล้วนำค่า Absorbent ที่ได้มาแทนค่าในสมการมาตรฐาน เพื่อคำณวนหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

4) การวิเคราะห์ไนโตรเจนรวมทั้งหมดในพืช

อุปกรณ์

1. Micro-Kjeldahl unit
2. Kjedahl Flask ขนาด 100 มิลลิลิตร
3. Erlenmeyer Flask ขนาด 125 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. Sulfuric acid (H_2SO_4)
2. K_2SO_4

3. Selenium
4. NaOH 40%
5. Methyl red
6. Bromcresol green
7. Ethanol
8. Boric acid (H_3BO_3)
9. Na_2CO_3
10. น้ำกลั่น

วิธีการ

1. เตรียม Sulfuric acid (H_2SO_4) Digestion

   ชั่งสารเคมี K_2SO_4 จำนวน 100 กรัม และ selenium 1 กรัม ละลายในกรดซัลฟูริค 1 ลิตร ใน Erlenmeyer Flask ขนาดใหญ่ นำไปตั้งบน hot plate ใช้ความร้อนสูงสุด ต้มทิ้งไว้จนกว่าจะใส ซึ่งสารละลายจะเริ่มเปลี่ยนจากสีดำ เทา เขียว และใสตามลำดับ ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง

2. เตรียม NaOH 40%

   ชั่ง NaOH 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเก็บไว้ในขวดปิดจุกให้แน่น

3. Mixed indicator solution

   ละลาย Methyl red 0.066 กรัม และ Bromcresol green 0.099 กรัม ใน Ethanol 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดมีจุกปิดสนิท

4. Boric acid-indicator solution (2% H_3BO_3)

   ชั่ง Boric acid 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่นประมาณ 200 มิลลิลิตร เติม Mixed indicator solution ลงไป 20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรสารละลายนี้ด้วย NaOH 0.1 N ให้ pH อยู่ในช่วง 5.0-5.1 หรือตรวจสอบสีของสารละลาย ต่อ น้ำ 1 : 1 สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียว จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

5. เตรียมกรด H_2SO_4 0.05 N สำหรับไตเตรท

   ชั่ง Na_2CO_3 0.05 กรัม เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร เขย่าจนละลายหมด แล้วหยด Methyl red หรือ Bromcresol green (ขึ้นอยู่กับว่าค่า pH จะอยู่ในช่วงกรด หรือด่าง) จากนั้นนำสารละลายไปไตเตรทกับ H_2SO_4 จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีส้มแก่ เมื่อนำไปต้มบน hot plate นานประมาณ 2 นาที สารละลายจะเปลี่ยนสีจากส้มแก่ เป็นสีเหลืองใหม่อีกครั้ง แล้วนำไปไตเตรท

ต่อจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู แล้วนำปริมาตรของ H_2SO_4 ไปคำณวนหาความเข้มข้นต่อไป จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นของ } H_2SO_4 = \frac{\text{น้ำหนัก(กรัม) } Na_2CO_3 \text{ X } 18.8697}{\text{ปริมาตร(มิลลิลิตร) } H_2SO_4}$$

การย่อย (Digestion)

ชั่งตัวอย่างแห้งของใบข้าวบดละเอียด ปริมาณ 0.2 กรัม ใส่ลงใน Kjedahl Flask เติม Digestion Mixture (Sulfuric acid (H_2SO_4) Digestion) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปตั้งบนเตาย่อยในตู้รมควัน ค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิย่อยจนกระทั่งได้สารละลายใส (ใช้เวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมง) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น 1 คืน

การกลั่น (Distillation)

เทสารละลายที่ย่อยได้ลงในเครื่องกลั่นให้หมด โดยใช้น้ำกลั่นล้างซ้ำ ๆ กัน 2-3 ครั้ง (พยายามใช้น้ำให้น้อยที่สุด) เติม NaOH 40% ลงไปประมาณ 30 มิลลิลิตร

ใส่ส่วนผสมของ Mixed indicator solution ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ลงใน Erlenmeyer Flask นำเอา Flask ไปวางไว้ใต้ปลายเครื่องควบแน่น และให้ปลายเครื่องควบแน่นอยู่ใต้ผิวระดับของสารละลายใน Flask ทำการกลั่นประมาณ 7 นาที แล้วปล่อยให้สารละลายในเครื่องควบแน่นหยดลง Flask ให้ได้ปริมาตร 75 มิลลิลิตร แล้วล้างเครื่องกลั่นและปลายเครื่องควบแน่นด้วยน้ำกลั่น

การไตเตรท (Titration)

นำสารละลายที่ได้จากการกลั่นทั้งหมดมาไตเตรท ด้วย H_2SO_4 0.0554 N (จากการคำณวนข้อ 5) บันทึกจำนวนมิลลิลิตรของ H_2SO_4 ที่ใช้ไป เพื่อนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน จากสูตร

$$\%\,N = \frac{(\text{Sample titer} - \text{Blank titer}) \text{ X conc (N) } H_2SO_4 \text{ X } 14 \text{ X } 100}{\text{Sample.wt. X } 1{,}000}$$

เมื่อ Sample titer = ปริมาตรของ H_2SO_4 ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

Blank titer = ปริมาตรของ H_2SO_4 ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มิลลิลิตร)

Conc (N) H_2SO_4 = ความเข้มข้นเป็น N ของกรดซัลฟูริค

Sample.wt. = น้ำหนักของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

5) การศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในระดับเนื้อเยื่อพืช

อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์

1. ขวดสำหรับใส่น้ำยาเคมี และเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อพืช
2. ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ระดับอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
3. เครื่องตัดเนื้อเยื่อพืชแบบล้อหมุน (Rotary microtome)
4. แท่งไม้ขนาดประมาณ 3.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5. แผ่นสไลด์พร้อมแผ่นปิดสไลด์
6. แผ่นความร้อนสำหรับอุ่นสไลด์
7. ขวดแก้วสำหรับย้อมสีเนื้อเยื่อ
8. กล้องจุลทรรศน์พร้อมอุปกรณ์การถ่ายภาพ
9. ตะเกียงแอลกอฮอล์ เข็มเขี่ย และใบมีดโกน

สารเคมี

1. น้ำยาสำหรับฆ่าและรักษาสภาพเซลล์ (Killing and fixing solution) คือน้ำยา FAA(Formaline acetic acid alcohol) ซึ่งประกอบด้วยสารเคมีในอัตราส่วน ดังต่อไปนี้

Ethyl alcohol 95%	50	มิลลิลิตร
Glacial acetic acid	5	มิลลิลิตร
Formalin	10	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	35	มิลลิลิตร

2. น้ำยาสำหรับดึงน้ำออกจากเซลล์ (Dehydrating solution)

น้ำยามีส่วนผสมของ Ethyl alcohol และ tertiary butyl alcohol (TBA) ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำยาไปจนถึง 100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำยา ดังแสดงส่วนผสมและอัตราส่วนผสมของอัตราส่วนของสารเคมี ดังตารางต่อไปนี้

ส่วนผสมและอัตราส่วนของสารเคมีในน้ำยาที่ใช้สำหรับดึงน้ำออกจากเซลล์

สารเคมี (มิลลิลิตร)	อัตราส่วน				
	50%	70%	85%	95%	100%
น้ำกลั่น	50	30	15	-	-
Ethyl alcohol 95%	40	50	50	45	-
TBA	10	20	35	55	75
Absolute ethyl alcohol	-	-	-	-	25

3. สารตัวกลางที่ใช้สำหรับฝังเนื้อเยื่อเพื่อการตัด (Embedding media) ได้แก่ paraplast
4. น้ำยายึดเนื้อเยื่อให้ติดบนแผ่นสไลด์ (adhesive) ได้แก่ albumin จากไข่ขาว มีขั้นตอนดังนี้
   4.1 ตีไข่ขาวจนข้น
   4.2 ตักเอาฟองอากาศออก
   4.3 นำไข่ขาวจากข้อสอง ผสมกับน้ำกลั่นอัตราส่วน 1 ต่อ 50
   4.4 นำสารละลายข้อสาม ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผสมกับ sodium bensoule 0.5-1 กรัม
   4.5 กรองสารละลายข้อสี่ ด้วยสำลี
   4.6 เก็บ stock ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส
   4.7 เจือจาง stock ด้วยน้ำกลั่น อัตราส่วน 1 ต่อ 50 เพื่อนำไปใช้ต่อไป
5. น้ำยาทำให้เนื้อเยื่อใส (Clearing reagent) ได้แก่ xylol
6. สีสังเคราะห์สำหรับย้อมเนื้อเยื่อ คือ Dalafield's hematoxylin ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมดังต่อไปนี้

Aluminum sulfate $[A_{12}(SO_4)_3.16H_2O]$	400	มิลลิลิตร
Hematoxylin	4	มิลลิลิตร
95% ethyl alcohol	25	มิลลิลิตร
Methyl alcohol	100	มิลลิลิตร
Glycerol	100	มิลลิลิตร

7. สารตัวกลางสำหรับปิดแผ่นสไลด์ ได้แก่ Canada balsam (merck)

ขั้นตอน

1. การเก็บและการตัดตัวอย่าง นำส่วนของใบข้าวมาตัดเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 1 X 1 เซนติเมตร
2. การฆ่าและรักษาสภาพเนื้อเยื่อ โดยนำชิ้นส่วนของพืชข้อหนึ่ง แช่ในน้ำยา FAA ให้ท่วมชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อ อย่างน้อย 1 สัปดาห์
3. การดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อ โดยนำชิ้นส่วนพืชข้อสอง แช่ในน้ำยาสำหรับดึงน้ำออกจากเซลล์ ที่ระดับ ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ 5 ระดับ คือ 50 70 85 95 และ 100 เปอร์เซ็นต์ pure TBA และ TBA ผสมกับพาราฟินเหลวในอัตราส่วน 1:1 ตามลำดับ แต่ละระดับใช้ระยะเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นแอลกอฮอล์ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ผสมสี erythrosin ลงไปเล็กน้อย
4. นำชิ้นส่วนเนื้อเยื่อข้อสาม แช่ในพาราฟินแข็งที่หลอมเหลวแล้ว ที่อุณหภูมิ 58-60 องศาเซลเซียส โดยเริ่มอบจากพาราฟินเกรดต่ำก่อน แล้วค่อยเปลี่ยนเป็นพาราฟินเกรดดี โดยเปลี่ยน 3-4 ครั้ง สำหรับครั้งสุดท้ายใช้พาราฟินบริสุทธิ์ (paraplast) โดยอบไว้อย่างน้อย 1 สัปดาห์
5. การฝังเนื้อเยื่อในพาราฟิน (embedding palaplast) ใช้กระดาษพับเป็นกระทง เท palaplast ที่หลอมไว้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มาแล้วไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง ลงไปเกือบเต็มกระทง รอให้ส่วนล่างของ palaplast เย็นตัว ใช้เข็มเขี่ยที่หักส่วนปลายเป็นมุมฉาก ลนไฟจนร้อนจัด ปาดผิวหน้าของ palaplast ให้เหลว จากนั้นนำชิ้นส่วนของพืชในข้อสี่ ที่อยู่ในตู้อบเทใส่กระทง พร้อมใช้เข็มเขี่ยที่ร้อนจัด เรียงชิ้นส่วนพืชให้อยู่ในแนวที่ต้องการ และเป็นการไล่ฟองอากาศออกจาก palaplast ด้วย ทิ้งให้เย็น เมื่อ palaplast แข็งตัวดีแล้วนำไปตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมตามลักษณะของเนื้อเยื่อ
6. การตัดเนื้อเยื่อด้วย rotary microtome นำชิ้นส่วนพืชที่ฝังใน paraffin มาติดบนแท่งไม้ โดยใช้ palaplast เป็นตัวเชื่อม แล้วนำไปตัดด้วย rotary microtome ให้มีความหนาประมาณ 10-15 ไมครอน จะได้แถบ paraffin (ribbon) ที่มีชิ้นส่วนพืชติดอยู่ และเลือกแถบที่มีความสมบูรณ์ โยดใช้กล้องจุลทรรศน์
7. นำแถบ paraffin ที่เลือก ติดบนกระจกสไลด์ โดยหยดน้ำยา albumin 1-2 หยด ใช้พู่กันเกลี่ยและวางแถบ paraffin ลงบนแผ่นสไลด์ แล้วนำไปวางบนแผ่นความร้อนสำหรับอุ่นสไลด์ ปล่อยให้แห้ง 3-4 วัน ก่อนการย้อมสี
8. ขั้นตอนการย้อมสีมีดังนี้ ในแต่ละขั้นตอนใช้เวลาย้อมประมาณ 3-5 นาที
   - 8.1 ไซลีน
   - 8.2 ไซลีน + เอทิลแอลกอฮอล์ 1:1
   - 8.3 ไซลีน + เอทิลแอลกอฮอล์ 1:1

8.4	เอทิลแอลกอฮอล์	95%
8.5	เอทิลแอลกอฮอล์	70%
8.6	เอทิลแอลกอฮอล์	50%
8.7	เอทิลแอลกอฮอล์	30%
8.8	สี hematexylin	
8.9	น้ำประปา	หลายครั้ง
8.10	เอทิลแอลกอฮอล์	30%
8.11	เอทิลแอลกอฮอล์	50%
8.12	เอทิลแอลกอฮอล์	70%
8.13	เอทิลแอลกอฮอล์	95%
8.14	เอทิลแอลกอฮอล์ 100 % + ไซลีน	1:1
8.15	เอทิลแอลกอฮอล์ 100 % + ไซลีน	1:1
8.16	เอทิลแอลกอฮอล์	100%

9. ปิดสไลด์ด้วย cover slip โดยใช้ canada balsum หรือ permount เป็นสารตัวกลางสำหรับปิดสไลด์
10. นำสไลด์ที่ได้ไปถ่ายรูปด้วยกล้อง stereo microscope ใช้ฟิล์มขนาด 35 มิลลิลิตร และกำลังขยายประมาณ 47 เท่า ในการถ่ายภาพ แล้วนำภาพที่ได้มาเทียบกับขนาดสเกลของ stage micrometer ที่ถ่ายด้วยกำลังขยายเท่ากัน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ข้อมูลความต้องการด้านโภชนาการ

ตารางภาคผนวกที่ 57 ปริมาณอาหารที่คนไทยบริโภคเฉลี่ยต่อคนต่อวัน จำแนกตามเขตอาศัย

ชนิดข้าว	ปริมาณอาหารเฉลี่ย (กรัม)								
	รวม			เมือง			ชนบท		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	มัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	มัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	มัธยฐาน
ข้าวเจ้า	140.3	121.1	137.0	142.8	110.6	135.0	139.6	123.8	142.0
ข้าวเหนียว	140.8	167.9	32.0	112.2	142.3	14.0	148.6	173.6	37.0
อื่น ๆ	24.6	45.9	8.0	26.4	39.4	13.0	24.1	47.5	8.0

ที่มา : กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2538

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางภาคผนวกที่ 58 ปริมาณอาหารที่คนไทยบริโภคเฉลี่ยต่อคนต่อวัน จำแนกตามภาค

ชนิดข้าว	ปริมาณอาหารเฉลี่ย (กรัม)											
	กลาง			เหนือ			ตะวันออกเฉียงเหนือ			ใต้		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	มัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	มัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	มัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	มัธยฐาน
ข้าวเจ้า	233.0	78.4	229.0	27.4	50.0	16.0	85.1	112.7	20.0	217.0	79.8	221.0
ข้าวเหนียว	3.1	9.4	0.0	278.7	149.9	226.0	234.6	162.1	257.0	6.6	14.1	0.0
อื่น ๆ	28.0	65.7	9.0	38.9	50.2	8.0	20.2	31.6	7.0	28.3	49.6	10.0

ที่มา : กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2538

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางภาคผนวกที่ **59** ปริมาณอาหารประจำวันที่ร่างกายควรได้รับของประชาชนชาวไทย (แสดงในหน้า 172)

THE COMIITEE ON RECOMMENDNED DAILY DIETARY ALLOWANCES
DEPARTMENT OF HEALTH, MINISTRY OF PUBBLIC HEALTH,1989
RECOMMENDED DAILY DIETARY ALLOWANCES FOR HEALTHY THAIS

[a] The allowances are intended for healthy Thais under usual conditions.
Dietary consumption should be based on the five food groups in order to meet various nutrient requirements.

[b]

1. Weight of infants at 12 months og age should not less than 9 kg.
2. Weight and hight of subjects under 20 years old are based on The Standards of Weight and Hight for Thai Children, Ministry of Puplic Health, 1987.
3. Weight and hight of subjects 20 years and above :
   - Men are based on the Nutrition survey of Thai recruits, aged 22-23 years, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University.
   -Women are based on the National Food and Nutrition survey 1986.

[c] Retinol equivalents. 1 Retinol equivalent = 1μg retinal or 6μg β-carotene.
[d]As cholecalciferol .10 μg cholecalciferol = 400IU of vitamin D.
[e] α-tocopherol equivalents. 1 mg D-α-tocopheral equivalents. 1 mg D α-tocopherol = 1 α - TE =1.49 IU

ที่มา : กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2532

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

Subjects	Age	Weight (kg)[b]	Hight (cm)[b]	Protein (g)	Fat-Soluble Vitamins			Water-Soluble Vitamins							Minerals					
					Vitamin A (ug RE)[c]	Vitamin D (ug)[d]	Vitamin E (mg α-TE)[e]	Vitamin C (mg)	Thiamin (mg)	Riboflavin (mg)	Niacin (mg NE)[f]	Vitamin B-6 (mg)	Folacin (ug)	Vitamin B-12 ug)	Calcium (mg)	Phosphorus (mg)	Magnesium (mg)	Iron (mg)	Zinc (mg)	Iodine (ug)
Infants	(months)									BREAST		FEEDING								
	under 3	4	55																	
	3 - 5	6	59	13	420[g]	10	3	35	0.3	0.4	6	0.3	20	0.40	360	240	50	6	3	40
	6 - 8	7	67	14	375	10	4	35	0.5	0.6	8	0.6	25	0.40	420	280	70	7	5	50
	9 - 11	8	70	14	375	10	4	35	0.5	0.6	8	0.6	30	0.50	480	320	70	8	5	50
Children	(years)																			
	1 - 3	12	84	17	390	10	5	45	0.7	0.8	9	0.9	40	0.70	800	800	150	10	10	70
	4 - 6	16	106	21	400	10	6	45	0.9	1.0	11	1.3	50	1.00	800	800	200	10	10	90
	7 - 9	22	121	26	500	10	7	45	1.2	1.4	16	1.6	65	1.30	800	800	250	10	10	120
Boys	10 - 12	29	135	34	600	10	8	50	1.4	1.6	18	1.8	90	2.00	1200	1200	350	12	15	150
	13 - 15	42	154	50	700	10	9	60	1.4	1.6	18	1.8	130	2.00	1200	1200	350	12	15	150
	16 - 19	54	166	57	700	10	10	60	1.4	1.7	18	2.0	165	2.00	1200	1200	400	10	15	150
Girls	10 - 12	31	138	37	600	10	8	50	1.1	1.3	15	1.8	95	2.00	1200	1200	350	15	15	150
	13 - 15	44	152	49	600	10	8	60	1.1	1.3	15	1.8	135	2.00	1200	1200	350	15	15	150
	16 - 19	48	155	45	600	10	8	60	1.1	1.3	14	2.0	145	2.00	1200	1200	400	15	15	150
Men	20 - 29	58	166	51	700	7.5	10	60	1.5	1.7	19	2.2	175	2.00	800	800	350	10	15	150
	30 - 39	58	166	51	700	5	10	60	1.4	1.6	18	2.2	175	2.00	800	800	350	10	15	150
	40 - 49	58	166	51	700	5	10	60	1.4	1.6	18	2.2	175	2.00	800	800	350	10	15	150
	50 - 59	58	166	51	700	5	10	60	1.2	1.4	16	2.2	175	2.00	800	800	350	10	15	150
	60+	58	166	51	700	5	10	60	1.2	1.4	14	2.2	175	2.00	800	800	350	10	15	150
Women	20 - 29	50	155	44	600	7.5	8	60	1.0	1.2	13	13.0	150	2.00	800	800	300	15	15	150
	30 - 39	50	155	44	600	5	8	60	1.0	1.2	13	13.0	150	2.00	800	800	300	15	15	150
	40 - 49	50	155	44	600	5	8	60	1.0	1.2	13	13.0	150	2.00	800	800	300	15	15	150
	50 - 59	50	155	44	600	5	8	60	1.0	1.2	13	13.0	150	2.00	800	800	300	15	15	150
	60+	50	155	44	600	5	8	60	1.0	1.2	13	13.0	150	2.00	800	800	300	15	15	150
Pregnant				+7	+200	+5	+2	+20	+0.4	+0.3	+2	+0.6	500	+0.5	+400	+400	+150	+30	+5	+25
Lactating	0 - 5 months postpartum			+19	+400	+5	+3	+40	+0.5	+0.5	+5	+0.5	250	+0.5	+400	+400	+150	15	+10	+50
	60+ months postpartum			+14	+320	+5	+3	+40	+0.5	+0.5	+5	+0.5	250	+0.5	+400	+400	+150	15	+10	+50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวกรรณิการ์ นามวงศ์
วัน เดือน ปีเกิด	1 พฤษภาคม 2517
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีราชินูทิศ จังหวัดอุดรธานี ปีการศึกษา 2534
	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2539

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University