บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ตอนที่ 1

การทดลองในขั้นตอนนี้ เป็นการศึกษาสมบัติทางชีวเคมี และคุณภาพการหุงของข้าวที่นำมาทดลองทั้ง 36 พันธุ์ นอกจากนี้ยังศึกษาปริมาณต้นข้าวหรือข้าวเต็มเมล็ดที่ได้จากกระบวนการสี ซึ่งจะใช้บ่งบอกถึงคุณภาพการสี เพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพการสีต่ำ ปานกลาง และสูง สำหรับนำไปทดลองในขั้นตอนต่อไป ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2 , 3 และ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการสีของข้าว 36 พันธุ์

พันธุ์	แกลบ (ร้อยละ)	ข้าวกล้อง (ร้อยละ)	ข้าวสาร (ร้อยละ)	ต้นข้าว (ร้อยละ)	ข้าวหัก (ร้อยละ)
ดอกติ้ว	3.3.99±0.49*	66.01±0.49	53.64±0.45	27.55±7.68	26.10±7.06
ดอเหลือง	31.10±7.02	68.91±7.20	54.64±5.83	20.04±5.42	36.67±5.01
น้อยนาฮี	35.36±1.07	64.64±1.07	51.18±1.35	24.70±7.82	26.49±6.48
เหนียวสันป่าตอง	35.98±1.05	64.02±1.05	52.03±1.31	34.40±6.08	17.64±5.68
ก.ข. 6	37.30±0.37	62.70±0.37	50.83±3.12	25.92±8.45	24.92±9.33
ขาวชะแง้	34.66±0.45	65.34±0.44	51.89±1.01	28.94±6.06	22.90±4.61
ขาวดอกมะลิ	35.66±0.80	64.34±0.80	50.37±1.00	24.07±1.68	26.30±1.79
นางมลเอส 4	31.67±7.25	68.33±7.252	55.66±7.27	27.93±14.73	27.73±7.76
หอมทุ่ง	33.79±0.91	66.22±0.91	52.51±1.81	29.18±10.20	23.33±8.36
สายบัว	34.72±0.95	65.28±0.95	50.00±1.68	25.03±1.88	24.97±2.74
เหลืองใหญ่ 148	34.16±0.68	65.84±0.68	52.79±0.15	6.88±4.19	25.91±4.44
ดอนางนวล	34.93±0.50	65.07±0.50	49.70±2.94	11.86±3.19	37.84±2.81
ขาวน้ำค้าง	33.67±1.07	66.33±1.07	51.05+0.66	19.66±4.09	31.38±3.67
ข้าวฮ้าว	32.64±0.68	67.28±0.31	52.12±2.00	17.94±7.67	34.17±5.85
ขาวเบา	35.06±3.50	64.90±3.51	59.82±11.65	42.75±6.63	17.07±4.20
พวงนาค 16	33.62±0.66	66.38±0.66	50.40±0.53	33.41±2.34	17.75±1.82
เก้ารวง 88	33.29±0.29	66.71±0.29	51.66±0.13	18.59±5.11	33.07±5.52
บัวคอด	27.99±10.43	70.44±7.34	52.66±15.06	33.15±9.56	19.51±5.89
มะตาลลาย	34.58±0.17	65.42±0.17	52.12±1.96	25.94±5.48	26.08±4.14
ก.ข. 7	32.85±044	66.15±0.44	53.46±0.96	27.80±5.91	25.66±5.04
ก.ข. 25	33.79±0.40	66.21±0.40	50.90±1.91	29.09±0.69	21.80±1.55
ส.พ. 60	32.94±0.29	67.06±0.29	54.90±1.23	25.54±8.05	29.36±7.03
ส.พ. 90	33.24±0.20	66.76±0.20	51.08±1.85	26.05±8.81	25.02±7.23
ไอ.อาร์ 50	33.21±0.42	66.79±0.42	53.32±1.12	38.41±3.12	14.91±3.04

พันธุ์	แกลบ (ร้อยละ)	ข้าวกล้อง (ร้อยละ)	ข้าวสาร (ร้อยละ)	ต้นข้าว (ร้อยละ)	ข้าวหัก (ร้อยละ)
ก.ข. 1	32.15±1.56	67.85±1.56	56.62±1.58	43.82±7.84	12.79±5.27
ก.ข. 9	33.46±0.68	66.54±0.68	52.07±1.15	28.00±9.60	28.00±9.60
ก.ข. 15	35.73±0.89	59.39±9.64	50.16±0.29	21.06±3.02	21.06±3.02
ก.ข. 23	34.50±0.81	65.41±0.98	48.29±1.61	29.75±4.10	29.75±4.10
หอมดอกมะลิ 105	35.23±0.29	64.77±0.42	50.00±1.02	27.39±1.93	22.61±1.93
ชุมแพ 60	32.95±0.35	67.05±0.42	52.01±0.59	8.21±2.54	18.21±2.54
เลอมอนท์	36.31±1.73	63.69±1.73	49.54±1.63	25.96±4.29	25.96±4.29
บาสมาติ 370	33.06±0.53	66.94±0.53	49.84±1.22	26.70±3.53	26.70±3.53
น้ำราด	33.68±1.44	66.32±1.44	53.10±1.85	22.50±2.50	22.50±2.05
หอมจันทร์สงขลา	34.10±0.59	65.90±0.66	51.35±1.13	23.68±3.56	23.68±3.56
เหลืองกาฬสินธ์ 11	34.03±0.95	65.97±0.95	49.16±0.50	26.81±2.79	26.81±2.79
หอมมะลิราชสาสน์	33.34±2.33	66.66±2.33	52.80±1.84	18.88±5.85	18.88±5.85

* = ± S.E.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 สมบัติทางชีวเคมีของเม็ดข้าว 36 พันธุ์

พันธุ์	โปรตีน (ร้อยละ)	อมัยโลส (ร้อยละ)
ดอกติ้ว	8.13±0.52	5.97±0.74
ดอเหลือง	8.54±0.35	4.71±0.33
น้อยนาฮี	5.84±1.08	6.73±0.28
เหนียวสันป่าตอง	8.52±0.28	6.38±0.31
ก.ข. 6	9.08±0.47	7.21±1.83
ข้าวชะแง้	9.15±1.01	30.49±0.27
ขาวดอกมะลิ	9.03±0.99	17.36±0.03
นางมลเอส 4	11.39±1.15	25.83±0.89
หอมทุ่ง	8.14±0.50	24.64±1.62
สายบัว	9.18±0.50	31.54±0.56
เหลืองใหญ่ 148	7.51±0.70	28.62±0.66
ดอนางนวล	7.32±1.31	15.58±3.00
ขาวน้ำค้าง	7.00±0.22	24.47±4.70
ข้าวฮ้าว	8.69±2.14	28.24±0.29
ขาวเบา	7.98±1.27	19.59±0.42
พวกนาค 16	7.46±0.39	30.83±1.00
เก้ารวง 88	8.54±0.81	27.05±1.17
บัวคอด	9.54±1.75	26.06±2.28
มะตาลลาย	6.89±0.91	20.12±1.18
ก.ข. 7	7.97±0.97	25.72±1.56
ก.ข. 25	7.79±0.31	28.98±2.10
ส.พ. 60	6.82±0.57	30.67±1.53
ส.พ. 90	6.35±0.72	30.99±2.70
ไอ.อาร์ 85	8.48±1.41	19.01±0.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พันธุ์	โปรตีน (ร้อยละ)	อมัยโลส (ร้อยละ)
ก.ข. 1	7.31±0.35	32.16±0.88
ก.ข. 9	6.70±1.53	27.08±2.24
ก.ข. 15	8.26±0.81	18.88±0.23
ก.ข. 23	7.86±0.37	26.06±0.43
หอมดอกมะลิ 105	7.04±0.39	18.75±1.11
ชุมแพ 60	7.02±1.06	29.94±0.20
เลอมอนท์	7.95±0.04	23.24±0.52
บาสมาติ 370	7.37±0.34	28.25±0.42
น้ำราด	9.13±0.64	27.18±2.44
หอมจันทร์สงขลา	5.58±0.52	29.10±0.43
เหลืองกาฬสินธ์ 11	9.85±0.71	28.12±1.07
หอมมะลิราชสาส์น	7.66±0.93	23.86±0.13

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 คุณภาพการหุงของเม็ดข้าว 36 พันธุ์

พันธุ์	pasting temp. (°C)	peak viscosity (BU.)	breakdown (BU.)	setback (BU.)
ดอกติ้ว	74.50±4.76	920.00±51.21	110.00±11.01	40.00±4.85
ดอเหลือง	66.50±3.84	650.00±32.14	30.00±2.21	140.00±12.33
น้อยนาฮี	68.00±0.68	640.00±59.74	50.00±0.84	160.00±14.00
เหนียวสันป่าตอง	69.50±4.55	760.00±36.09	20.00±0.94	210.00±5.70
ก.ข. 6	67.50±8.61	610.00±17.50	10.00±094	150.00±21.23
ขาวชะแง้	87.50±0.56	690.00±18.26	100.00±20.69	550.00±30.50
ขาวดอกมะลิ	77.50±1.47	540.00±24.48	10.00±0.19	490.00±47.74
นางมลเอส 4	.85.00±2.23	460.00±36.79	30.00±2.10	550.00±25.42
หอมทุ่ง	84.00±1.28	570.00±46.55	40.00±8.14	580.00±31.26
สายบัว	80.00±0.95	770.00±47.69	60.00±2.073	560.00±11.76
เหลืองใหญ่ 148	81.00±3.22	870.00±25.24	70.00±0.57	550.00±35.00
ดอนางนวล	74.00±1.56	620.00±57.47	25.00±1.15	540.00±18.26
ขาวน้ำค้าง	84.50±1.71	710.00±91.83	20.00±1.07	630.00±16.67
ข้าวฮ้าว	80.00±1.49	240.00±22.50	7.50±0.68	550.00±19.49
ขาวเบา	72.50±0.41	650.00±38.33	30.00±6.17	510.00±28.85
พวงนาค 16	77.00±0.81	750.00±34.66	25.00±1.11	570.00±23.54
เก้ารวง 88	80.50±1.55	730.00±10.80	90.00±13.54	680.00±31.64
บัวคอด	77.50±3.02	760.00±35.11	40.00±0.65	590.00±37.74
มะตาลลาย	77.50±2.17	820.00±38.40	140.00±19.19	440.00±13.77
ก.ข. 7	81.00±0.13	750.00±54.61	80.00±1.54	545.00±13.80
ก.ข. 25	72.00±2.22	720.00±31.77	110.00±9.69	480.00±11.17
ส.พ. 60	88.50±1.54	470.00±46.99	110.00±6.44	630.00±38.59
ส.พ. 90	85.50±0.71	400.00±22.22	20.00±2.36	430.00±26.58
ไอ.อาร์ 50	77.50±0.71	690.00±41.11	120.00±66.36	320.00±16.31

พันธุ์	pasting temp. (°C)	peak viscosity (BU.)	breakdown (BU.)	setback (BU.)
ก.ข. 1	81.00±0.99	960.00±57.68	60.00±1.85	240.00±13.23
ก.ข. 9	67.50±1.26	850.00±38.68	50.00±6.16	500.00±21.29
ก.ข. 15	82.50±4.67	1090.00±70.99	180.00±6.51	310.00±14.24
ก.ข. 123	84.50±8.30	570.00±47.13	60.00±9.67	670.00±20.70
หอมดอกมะลิ 105	77.50±2.03	650.00±31.23	20.00±5.59	440.00±13.75
ชุมแพ 60	84.00±3.88	730.00±23.43	60.00±2.84	670.00±8.40
เลอมอนท์	77.50±0.51	760.00±27.37	50.00±7.74	570.00±35.00
บาสมาติ 370	84.50±2.31	750.00±13.95	140.00±2.33	690.00±18.16
น้ำราด	83.00±2.91	500.00±15.17	40.00±5.29	590.00±39.67
หอมจันทร์สงขลา	81.00±0.38	400.00±12.80	0.00	460.00±16.58
เหลืองกาฬสินธ์ 11	83.50±3.63	610.00±15.80	20.00±4.49	740.00±12.72
หอมมะลิราชสาสน์	84.00±1.41	610.00±15.00	10.00±0.60	590.00±17.48

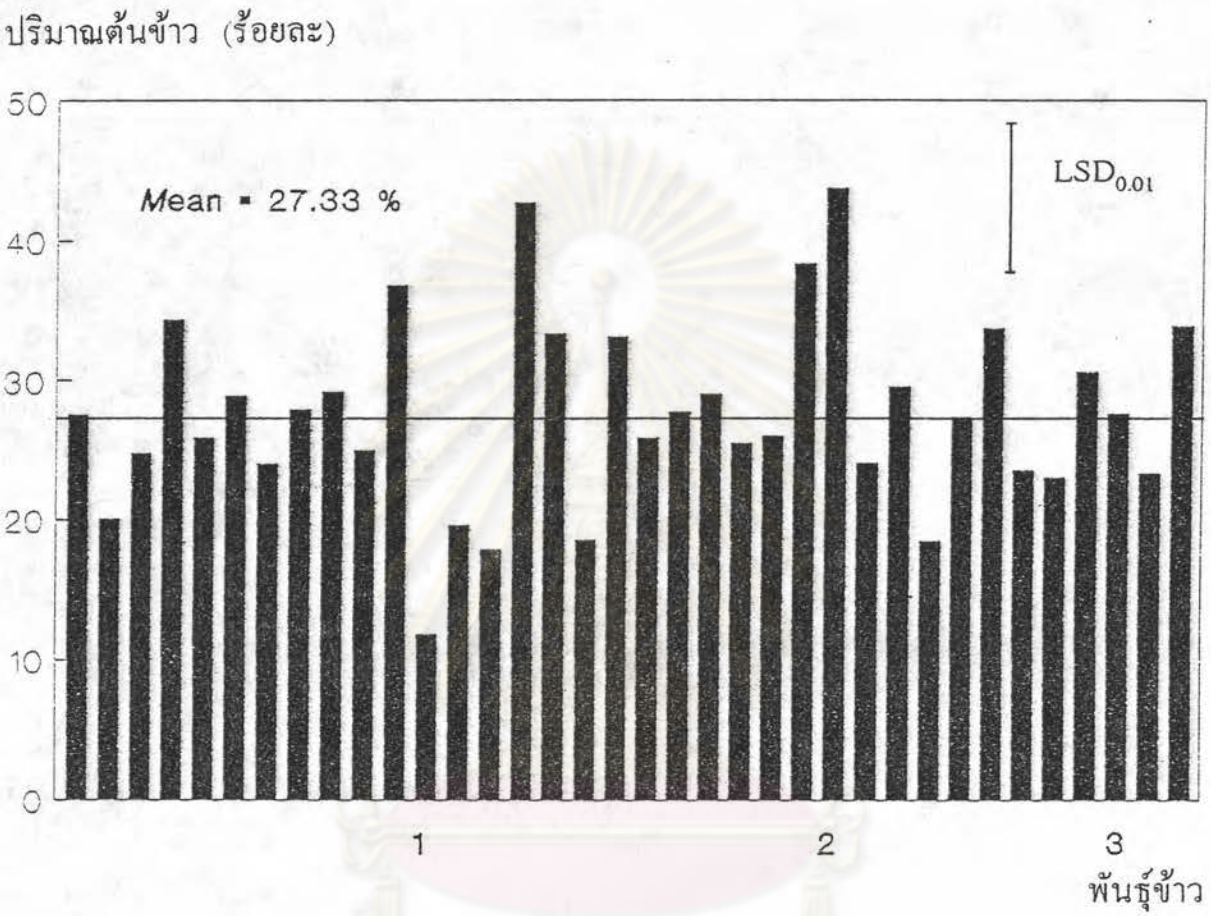
หมายเหตุ ผลการทดลองในตารางที่ 4 ได้จากการทดลอง 2 ซ้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 คุณภาพการสี หลังจากนำเมล็ดข้าวทั้ง 36 พันธุ์ มาทำการสี พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสีได้แก่ แกลบ อยู่ในช่วงร้อยละ 27.99±10.43 ถึง 37.30±0.37 ข้าวกล้อง อยู่ในช่วงร้อยละ 62.70±0.37 ถึง 70.44±7.34 ข้าวสาร อยู่ในช่วงร้อยละ 48.28±1.61 ถึง 59.82±11.65 ต้นข้าว อยู่ในช่วงร้อยละ 11.86±3.19 ถึง 43.82±7.84 และ ข้าวหักอยู่ในช่วงร้อยละ 12.79±5.27 ถึง 37.84±2.81

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 6) พบว่า ข้าวแต่ละพันธุ์มีคุณภาพการสี หรือปริมาณต้นข้าวแตกต่างกัน ($p<0.01$) โดยข้าวดอนางนวลมีปริมาณต้นข้าวต่ำที่สุดคือร้อยละ 11.86±3.19 ส่วนข้าว ก.ข. 1 มีปริมาณต้นข้าวสูงสุดคือร้อยละ 43.82±7.84 สำหรับข้าวที่มีปริมาณต้นข้าวใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย (ร้อยละ 27.33) จะมีอยู่ 4 พันธุ์ (รูปที่ 6) คือ ข้าวดอกติ้ว (ร้อยละ 27.55±7.68) ข้าวนางมลเอส 4 (ร้อยละ 27.93±14.73) ข้าว ก.ข. 7 (ร้อยละ 27.80±5.91) และข้าวหอมดอกมะลิ 105 (ร้อยละ 27.39±1.93) (ตารางที่ 2) แต่เนื่องจากข้าวหอมดอกมะลิ 105 เป็นข้าวที่คนไทยนิยมบริโภคมากกว่าข้าวอีก 3 พันธุ์ ดังนั้นจึงเลือกข้าวหอมดอกมะลิ 105 ข้าวดอนางนวล และข้าว ก.ข. 1 สำหรับศึกษาผลกระทบของสภาพแวดล้อมในการปลูกที่มีผลต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวในการทดลองตอนที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6 ปริมาณต้นข้าวของข้าว 36 พันธุ์

1 : ข้าวดอนางนวล, 2 : ข้าว ก.ข. 1, 3 : ข้าวหอมดอกมะลิ 105

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 สมบัติทางชีวเคมี จากตารางที่ 3 สมบัติทางชีวเคมีของเม็ดข้าวทั้ง 36 พันธุ์ ได้แก่ โปรตีนในข้าวสาร ร้อยละ 5.58±0.52 ถึง 11.39±1.15 และอมัยโลส ร้อยละ 4.71±0.33 ถึง 32.16±0.88 ทั้งนี้ Juliano และคณะ (1964) ได้ทำการศึกษาปริมาณโปรตีนและอมัยโลสในข้าวที่ปลูกบริเวณประเทศไทย จำนวน 10 พันธุ์ พบว่ามีปริมาณโปรตีนและอมัยโลส โดยเฉลี่ยร้อยละ 6.48 ถึง 10.98 และ 2.8 ถึง 31.2 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 6) พบว่าสมบัติทางชีวเคมีของข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน ($p<0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนระหว่างข้าวเหนียวและข้าวเจ้า พบว่า ข้าวเหนียวซึ่งได้แก่ ข้าวดอกติ้ว ข้าดอเหลือง ข้าวน้อยนาฮี ข้าวเหนียวสันป่าตอง และข้าว ก.ข. 6 มีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวทั้งหมดที่นำมาศึกษา คือร้อยละ 8.13±0.52 8.54±0.35 5.84±1.08 8.52±0.28 และ 9.08±0.47 ตามลำดับ (รูปที่ 8) ส่วนเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอมัยโลสพบว่าข้าวเหนียวมีปริมาณอมัยโลสต่ำกว่าข้าวเจ้า ซึ่ง Juliano (1974) ได้ใช้ปริมาณอมัยโลสเป็นเกณฑ์ในการแบ่งข้าวออกเป็นประเภทต่าง ๆ 4 ประเภท ซึ่งอาจใช้เกณฑ์ดังกล่าวแบ่งข้าวที่ใช้ในการทดลองทั้ง 36 พันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 5 และรูปที่ 7

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางชีวเคมีกับผลิตภัณฑ์จากกระบวนการสี พบว่า จะไม่มีความสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 7) โดยเฉพาะข้าวพันธุ์ดอนางนวล หอมดอกมะลิ 105 และก.ข. 1 ซึ่งเป็นข้าวที่มีปริมาณต้นข้าวต่ำปานกลาง และสูง ตามลำดับ จะมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ มีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 7.32±1.31 7.04±0.39 และ 7.31±0.35 ตามลำดับ ส่วนปริมาณอมัยโลสของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกล่าวคือ ข้าวดอนางนวลและข้าวหอมดอกมะลิ 105 ซึ่งจัดเป็นข้าวอมัยโลสต่ำ (ตารางที่ 5) มีปริมาณอมัยโลสเท่ากับร้อยละ 15.58±3.00 และ 18.75±1.11 ตามลำดับ ส่วนข้าว ก.ข. 1 ซึ่งจัดเป็นข้าวอมัยโลสสูงมีปริมาณอมัยโลสร้อยละ 32.16±0.88

ตารางที่ 5 การจำแนกประเภทของข้าวจำนวน 36 พันธ์ ตามปริมาณอมัยโลส

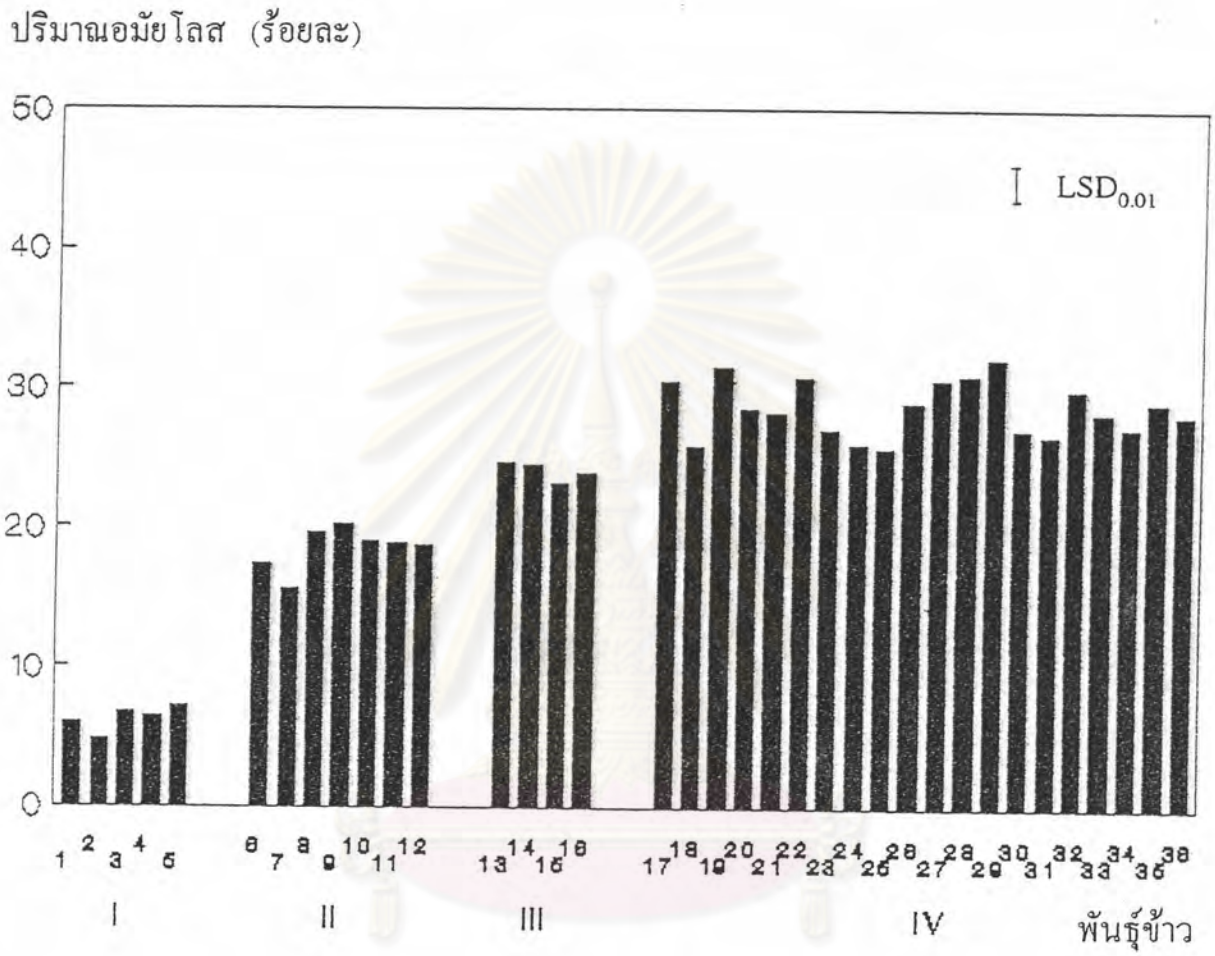
ชนิดของข้าว	ลำดับที่*	พันธุ์ข้าว	ปริมาณอมัยโลส (ร้อยละ)
ข้าวเหนียว			1-10
	1	ดอกติ้ว	5.97±0.74
	2	ดอเหลือง	4.71±0.33
	3	น้อยนาฮี	6.73±0.28
	4	เหนี่ยวสันป่าตอง	6.38±0.31
	5	ก.ข. 6	7.21±1.83
ข้าวอมัยโลสต่ำ			11-20
	6	ขาวดอกมะลิ	17.36±0.03
	7	ดอนางนวล	15.58±3.00
	8	ขาวเบา	19.59±0.42
	9	มะตาลลาย	20.12±1.18
	10	ไอ.อาร์ 50	19.01±0.12
	11	ก.ข. 15	18.88±0.23
	12	หอมดอกมะลิ 105	18.75±1.11
ข้าวอมัยโลสปานกลาง			21-25
	13	หอมทุ่ง	24.64±1.62
	14	ขาวน้ำค้าง	24.47±4.70
	15	เลอมอนท์	23.24±0.52
	16	หอมมะลิราชสาส์น	23.86+0.13
ข้าวอมัยโลสสูง			มากกว่า 25
	17	ขาวชะแง้	30.49±0.27
	18	นางมลเอส 4	25.83±0.83
	19	สายบัว	31.54±0.56
	20	เหลืองใหญ่	28.62±0.66

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชนิดของข้าว	ลำดับที่*	พันธุ์ข้าว	ปริมาณอมัยโลส (ร้อยละ)
	21	ข้าวฮ้าว	28.24±0.29
	22	พวงนาค 16	30.82±1.00
	23	เก้ารวง 88	27.05±1.17
	24	บัวคอด	26.06±.28
	25	ก.ข. 7	25.72±6.56
	26	ก.ข. 25	28.98±2.10
	27	ส.พ. 60	30.67±1.57
	28	ส.พ. 90	30.99±2.70
	29	ก.ข. 1	32.16±0.88
	30	ก.ข. 9	27.08±2.24
	31	ก.ข. 23	26.60±0.43
	32	ชุมแพ 60	29.94±0.20
	33	บาสมาติ 370	28.25±0.42
	34	น้ำราด	27.18±2.44
	35	หอมจันทร์สงขลา	29.10±0.43
	36	เหลืองกาฬสินธ์ 11	28.12±1.07

* ใช้สำหรับรูปที่ 7, 8, 9, 10, 11 และ 12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

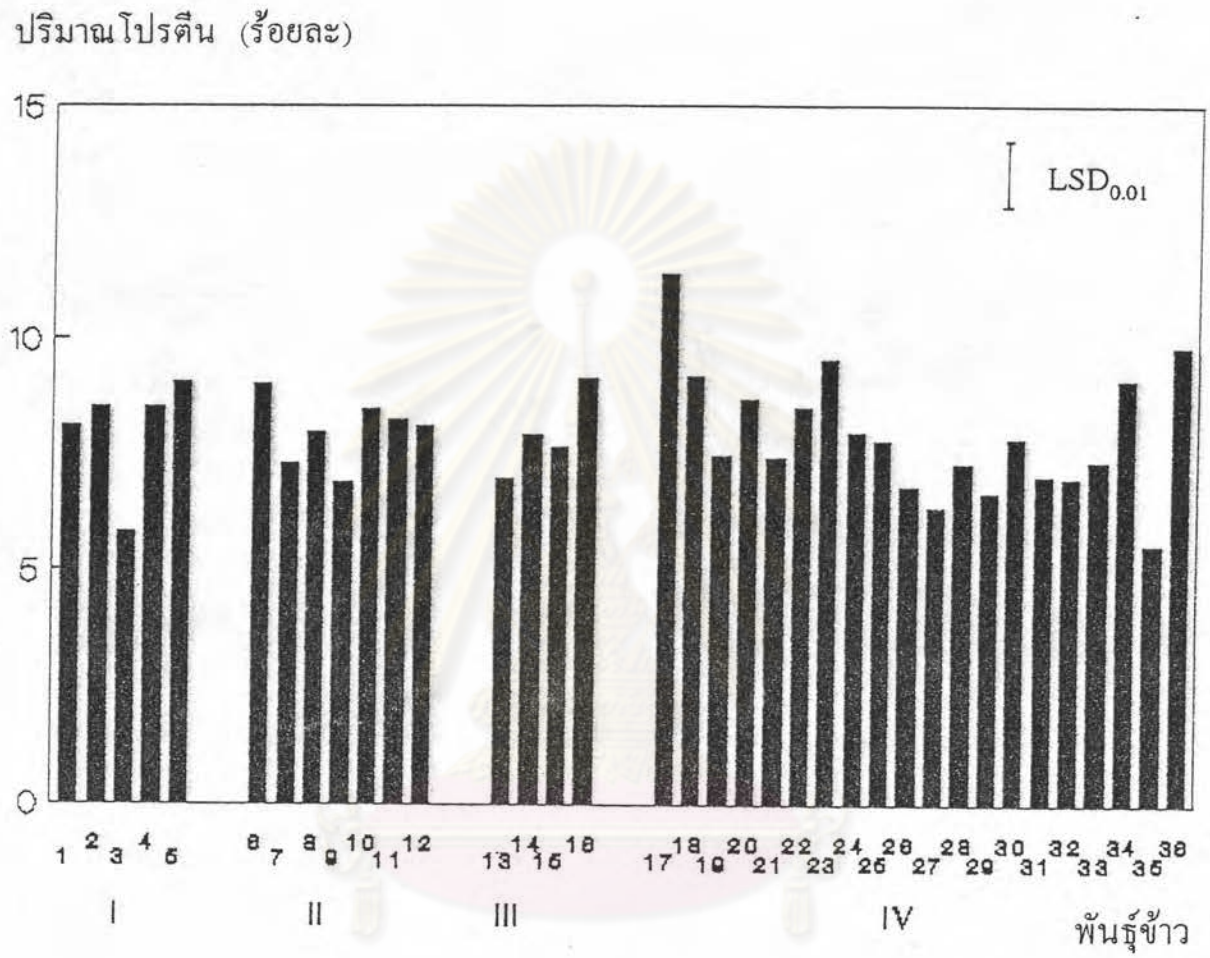


รูปที่ 7 ปริมาณอมัยโลสในเมล็ดข้าว 36 พันธุ์ จำแนกตามประเภทของข้าวตามปริมาณอมัยโลส

I : ข้าวเหนียว , II : ข้าวอมัยโลสต่ำ

III : ข้าวอมัยโลสปานกลาง, IV : ข้าวอมัยโลสสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8 ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าว 36 พันธุ์ จำแนกตามประเภทของข้าวตามปริมาณอมัยโลส

I : ข้าวเหนียว , II : ข้าวอมัยโลสต่ำ

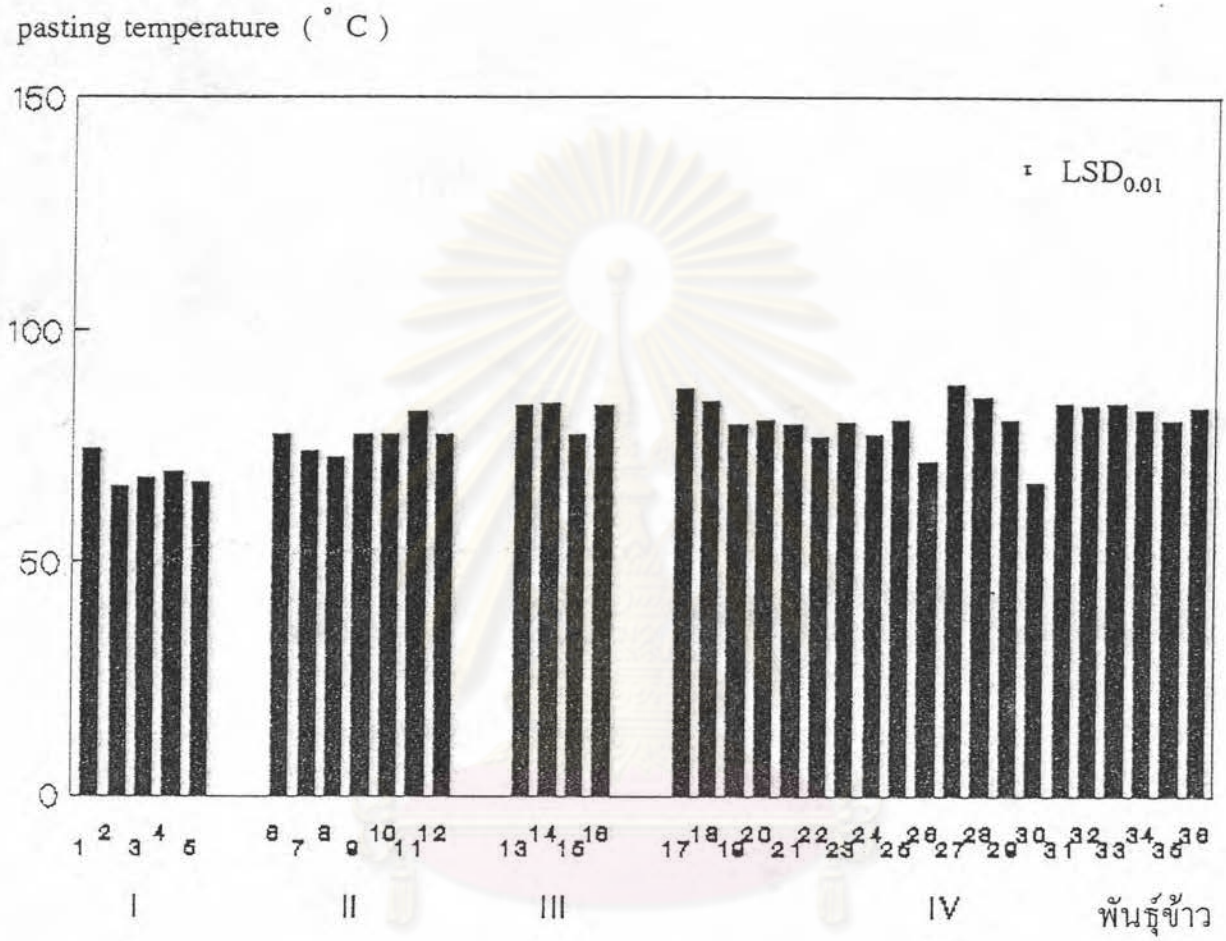
III : ข้าวอมัยโลสปานกลาง, IV : ข้าวอมัยโลสสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 คุณภาพการหุง การศึกษาคุณภาพการหุงของเมล็ดข้าว 36 พันธุ์ โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของตัวอย่างน้ำแป้งข้าว เข้มข้นร้อยละ 10 วัดด้วยเครื่อง viscoamylograph ผลแสดงในตารางที่ 4 พบว่า pasting temperature มีค่าระหว่าง 66.50±3.84 ถึง 88.50±1.54 °C ส่วนค่า peak viscosity breakdown และ setback มีค่าเท่ากับ 240.00±22.5 ถึง 1090.00+70.99 BU. 0.00 ถึง 180.00±6.51 BU. และ 40.00±4.85 ถึง 740.00±12.72 BU. ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 6) พบว่า ข้าวแต่ละพันธุ์มีคุณภาพการหุงแตกต่างกัน ($p<0.01$) และจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พบว่า คุณภาพการหุงจะไม่มีความสัมพันธ์กับสมบัติทางชีวเคมีและปริมาณต้นข้าวแต่อย่างใด (ตารางที่ 7) อย่างไรก็ตาม pasting temperature และ setback ของข้าวประเภทอมัยโลสสูง (รูปที่ 9 และ 12) จะมีแนวโน้มสูงกว่าข้าวประเภทอื่น ๆ กล่าวคือ ข้าวเหนียวจะมีค่า pasting temperature เท่ากับ 66.50±3.84 ถึง 74.50±4.76 °C ส่วนข้าวอมัยโลสต่ำ ข้าวอมัยโลสปานกลางและข้าวอมัยโลสสูงจะมีค่า pasting temperature สูงขึ้นตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 72.50±0.41 ถึง 82.50±4.76 °C 77.50±0.51 ถึง 84.50±1.71 °C และ 67.50±1.26 ถึง 88.50±1.54 °C ตามลำดับ (รูปที่ 9) ส่วนค่า setback ก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน โดยข้าวเหนียว ข้าวอมัยโลสต่ำ ข้าวอมัยโลสปานกลาง และข้าวอมัยโลสสูงจะมีค่า setback เท่ากับ 40.00±4.85 ถึง 210.00±5.70 BU. 310.00±14.24 ถึง 540.00±18.26 BU. 570.00±35.00 ถึง 630.00±16.67 BU. และ 240.00±13.23 ถึง 740.00±12.72 BU. ตามลำดับ (รูปที่ 12) สำหรับค่า peak viscosity และ breakdown ของข้าวแต่ละพันธุ์พบว่ามีแนวโน้มไม่ชัดเจน (รูปที่ 10 และ 11)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

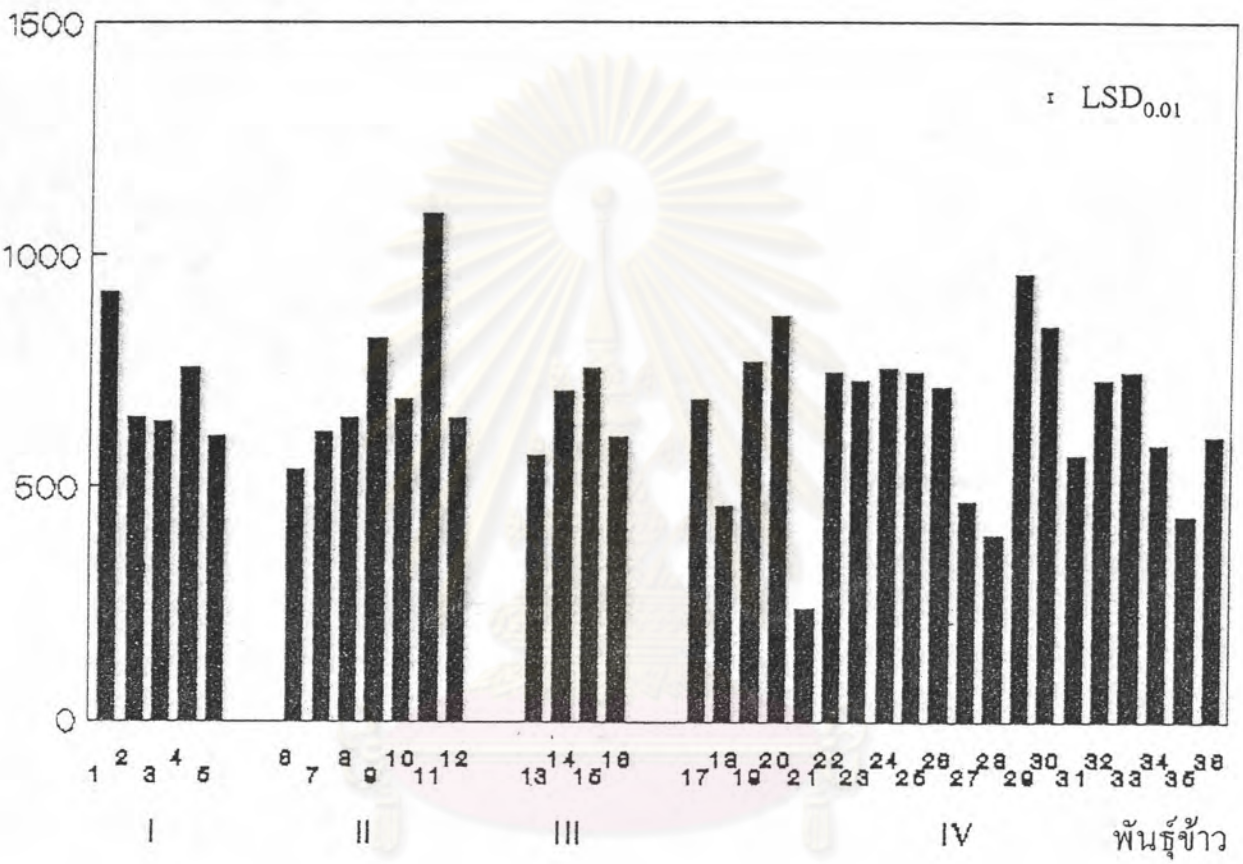


รูปที่ 9 ค่า pasting temperature ของเมล็ดข้าว 36 พันธุ์ จำแนกตามประเภทของข้าวตามปริมาณอมัยโลส

I : ข้าวเหนียว , II : ข้าวอมัยโลสต่ำ

III : ข้าวอมัยโลสปานกลาง, IV : ข้าวอมัยโลสสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

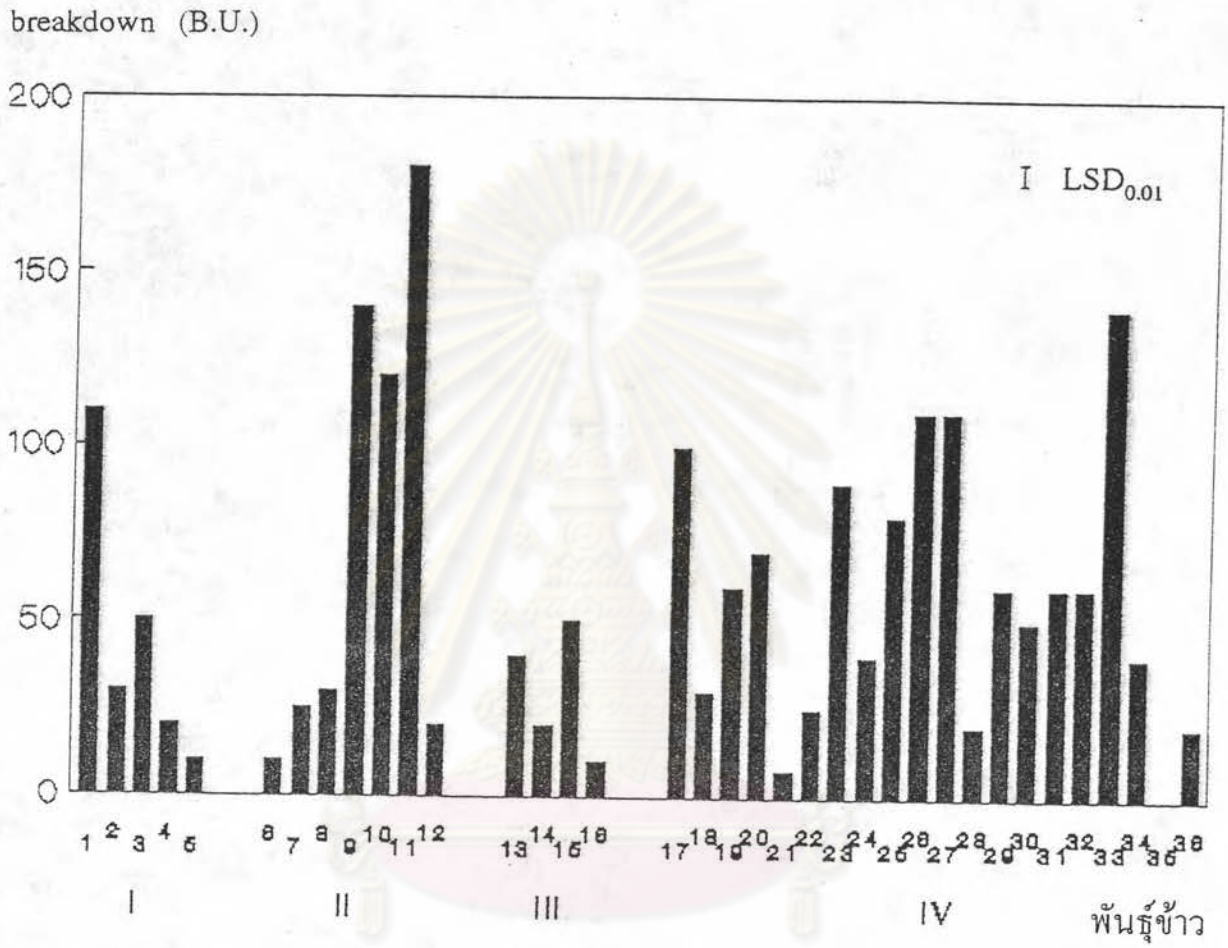


รูปที่ 10 ค่า peak viscosity ของเมล็ดข้าว 36 พันธุ์ จำแนกตามประเภทของข้าวตามปริมาณอมัยโลส

I : ข้าวเหนียว, II : ข้าวอมัยโลสต่ำ

III : ข้าวอมัยโลสปานกลาง, IV : ข้าวอมัยโลสสูง

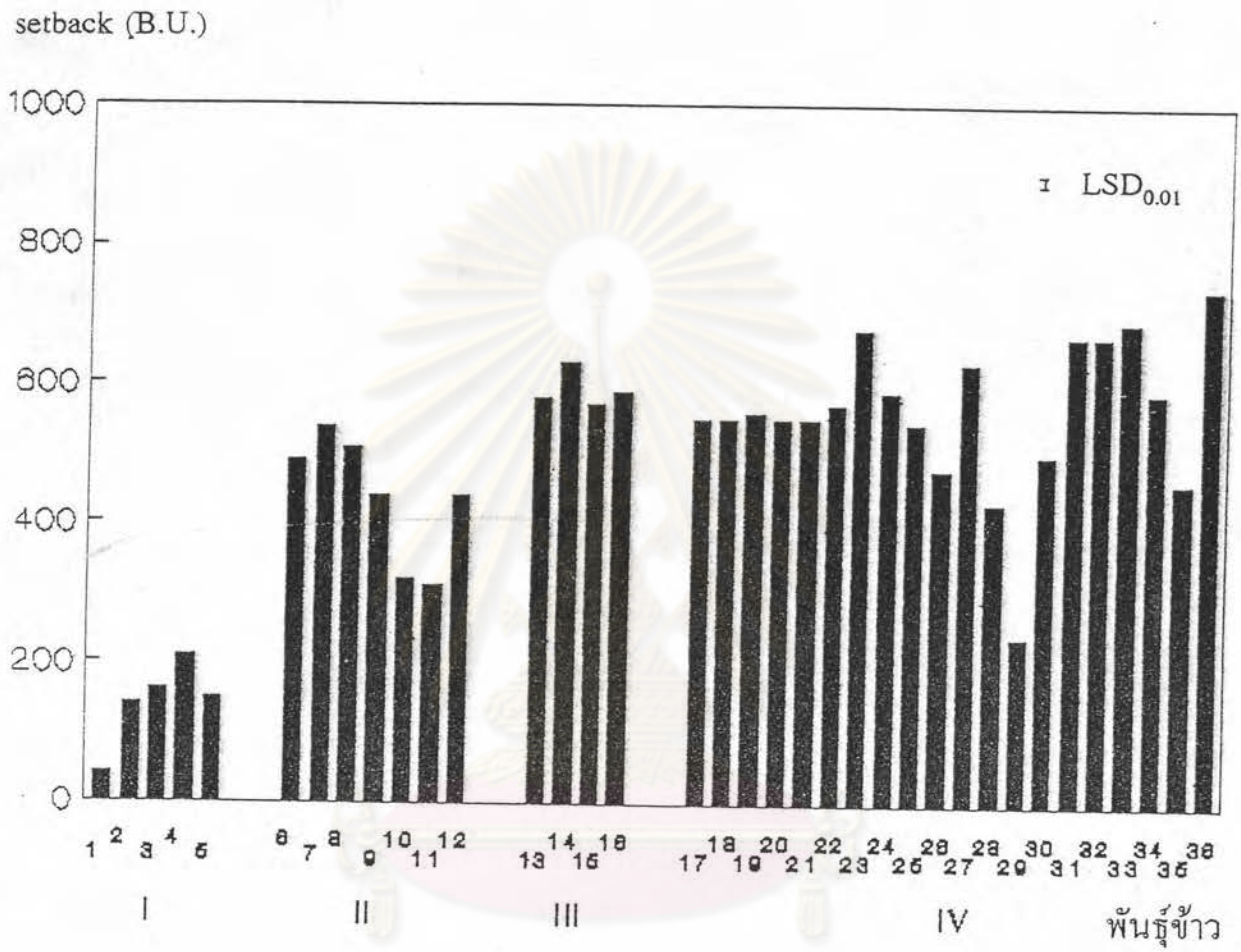
I16660432



รูปที่ 11 ค่า breakdown ของเมล็ดข้าว 36 พันธุ์ จำแนกตามประเภทของข้าวตามปริมาณอมัยโลส

I : ข้าวเหนียว , II : ข้าวอมัยโลสต่ำ

III : ข้าวอมัยโลสปานกลาง, IV : ข้าวอมัยโลสสูง



รูปที่ 12 ค่า setback ของเมล็ดข้าว 36 พันธุ์ จำแนกตามประเภทของข้าวตามปริมาณอมัยโลส

I : ข้าวเหนียว , II : ข้าวอมัยโลสต่ำ

III : ข้าวอมัยโลสปานกลาง, IV : ข้าวอมัยโลสสูง

ตารางที่ 6 นัยสำคัญทางสถิติของผลิตภัณฑ์จากกระบวนการสี สมบัติทางชีวเคมีและคุณภาพการหุงของเมล็ดข้าว 36 พันธุ์

ผลการทดลอง	source of variation
	พันธุ์ข้าว
แกลบ	*
ข้าวกล้อง	*
ข้าวสาร	*
ต้นข้าว	**
ข้าวหัก	*
ปริมาณโปรตีนในข้าวสาร	**
ปริมาณอมัยโลส	**
pasting temperature	**
peak viscosity	**
breakdown	**
serback	**

* : แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** : แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรและผลการทดลองของข้าว 36 พันธุ์ (n=108)

	แกลบ	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร	ต้นข้าว	ข้าวหัก	
แกลบ	1.00					
ข้าวกล้อง	-0.8271**	1.00				
ข้าวสาร	-0.4798**	-0.3856**	1.00			
ต้นข้าว	-0.2398**	NS	0.5976**	1.00		
ข้าวหัก	NS	NS	NS	-0.8772**	1.00	
โปรตีนในข้าวเปลือก	NS	NS	NS	NS	NS	
โปรตีนในข้าวสาร	NS	NS	NS	NS	NS	
อมัยโลส	NS	NS	NS	NS	NS	
pasting temp.	NS	NS	NS	NS	NS	
peak viscosity	NS	NS	NS	NS	NS	
breakdown	NS	NS	NS	NS	NS	
setback	NS	NS	NS	NS	NS	
	โปรตีน	อมัยโลส	pasting temp.	peak viscosity	breakdown	setback
โปรตีน	1.00					
อมัยโลส	NS	1.00				
pasting temp.	NS	NS	1.00			
peak viscosity	NS	NS	NS	1.00		
breakdown	NS	NS	NS	NS	1.00	
setback	NS	NS	NS	NS	NS	1.00

NS : ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

* : สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** : สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2

การทดลองในขั้นตอนนี้สืบเนื่องมาจากขั้นตอนแรก กล่าวคือ หลังจากทราบปริมาณต้นข้าวหรือคุณภาพการสีของข้าวที่นำมาทดลองทั้ง 36 พันธุ์แล้ว จะคัดเลือกข้าวที่มีคุณภาพการสีต่ำ ปานกลาง และสูง ซึ่งได้แก่ข้าวพันธุ์ ดอนางนวล หอมดอกมะลิ 105 และ ก.ข. 1 ตามลำดับ มาศึกษาผลของระยะเวลาการระบายน้ำและปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน ที่มีต่อสมบัติด้านต่าง ๆ ของเมล็ดข้าว โดยในขั้นตอนนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นของต้นข้าวที่ระยะเวลาการเจริญเติบโตต่าง ๆ และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการระบายน้ำ ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน และพันธุ์ข้าว ที่มีต่อสมบัติทางชีวเคมีและคุณภาพการหุง เปรียบเทียบกับคุณภาพการสี ซึ่งผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

2.1 ปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นของต้นข้าว ที่ระยะเวลาการเจริญเติบโตต่าง ๆ ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ปริมาณโปรตีนในส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าว 3 พันธุ์ ในระหว่างการเจริญเติบโต

พันธุ์	ระยะเวลาการเจริญเติบโต	ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน (กก./เฮกเตอร์	ใบ	ลำต้น	รวง
หอมดอกมะลิ 105	ปักดำ	0	14.02±2.05	4.58±1.15	-*
		30	13.42±2.85	5.58±1.16	-
		60	13.68±3.26	4.63±2.26	-
		90	11.23±1.46	4.10±1.19	-
	ออกรวง	0	10.06±1.93	4.08±1.17	-
		30	10.26±0.51	2.68±1.75	-
		60	10.22±0.43	2.48±1.95	-
		90	9.43±1.86	2.91±1.82	-
	เก็บเกี่ยว	0	11.66±2.23	4.01±0.20	-
		30	11.42±2.84	5.58±1.17	-
		60	11.25±2.50	4.49±0.98	-
		90	10.26±0.52	4.20±0.39	-
ดอนางนวล	ปักดำ	0	11.54±3.09	3.32±0.65	-
		30	12.62±2.24	3.16±1.31	-
		60	12.51±2.01	3.91±1.82	-
		90	12.58±2.17	4.56±0.11	-
	ออกรวง	0	10.54±3.29	2.38±1.75	-
		30	10.90±1.79	1.30±0.59	-
		60	9.52±1.04	2.98±0.96	-
		90	10.69±1.38	2.51±0.01	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พันธุ์	ระยะเวลาการเจริญเติบโต	ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน (กก./เฮกเตอร์	ใบ	ลำต้น	รวง
	เก็บเกี่ยว	0	8.04±1.07	4.02±0.04	-
		30	7.76±1.52	3.56±0.12	-
		60	10.04±0.09	4.33±0.66	-
		90	13.13±1.26	5.16±1.32	-
ก.ข. 1	ปักดำ	0	15.61±1.21	4.58±1.16	-
		30	14.67±2.94	7.76±1.53	-
		60	15.48±0.95	5.19±0.38	-
		90	12.54±2.08	5.43±0.86	-
	ออกรวง	0	10.75±3.21	3.07±1.14	7.41±1.82
		30	9.78±1.56	3.58±0.16	6.50±1.99
		60	10.24±0.49	3.24±0.47	5.18±0.37
		90	10.83±1.66	3.24±1.48	6.80±1.59
	เก็บเกี่ยว	0	12.38±2.76	4.96±0.92	-
		30	9.64±1.27	4.30±0.60	-
		60	11.90±2.80	3.51±1.01	-
		90	14.17±0.34	5.79±1.59	-

* = วัดค่าไม่ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการศึกษาปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นของต้นข้าว (ตารางที่ 8) พบว่าปริมาณโปรตีนในใบจะสูงกว่าในลำต้น กล่าวคือ ในใบจะมีโปรตีนร้อยละ 7.76±1.52 ถึง 15.61±1.21 ในขณะที่ลำต้นมีปริมาณโปรตีนเพียงร้อยละ 1.30±0.59 ถึง 7.76±1.53 การที่โปรตีนในใบมีปริมาณมากกว่าในลำต้นเนื่องจาก โปรตีนในพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งข้าวจะถูกสังเคราะห์ขึ้นด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสงที่บริเวณใบ (Goodwin and Mercer , 1972) นอกจากนี้ในคลอโรพลาสซึ่งพบมากที่ใบและเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงยังประกอบด้วยโปรตีนที่อยู่ในรูป Chromoproteins ดังนั้นใบจึงเป็นแหล่งสะสมโปรตีนบริเวณหนึ่งของพืช

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ที่ระยะเวลาการเจริญเติบโตต่าง ๆ พบว่า

2.1.1 ระยะปักดำ จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นของข้าวแต่ละพันธุ์จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$ และ <0.05 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9) กล่าวคือ ข้าวหอมดอกมะลิ 105 มีปริมาณโปรตีนในใบและลำต้น ร้อยละ 11.23±2.46 ถึง 14.02±2.05 และ 4.10±1.19 ถึง 5.58±1.16 ตามลำดับ ข้าวดอนางนวลมีปริมาณโปรตีนในใบและลำต้น ร้อยละ 11.54±3.09 ถึง 12.62±2.24 และ 3.16±1.31 ถึง 4.56±0.11 ตามลำดับ และข้าว ก.ข. 1 มีปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นร้อยละ 12.54±2.08 ถึง 15.61±1.21 และ 4.58±1.16 ถึง 7.76±1.53 ตามลำดับ โดยที่ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจะไม่มีอิทธิพลใด ๆ ต่อปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นแต่อย่างใด

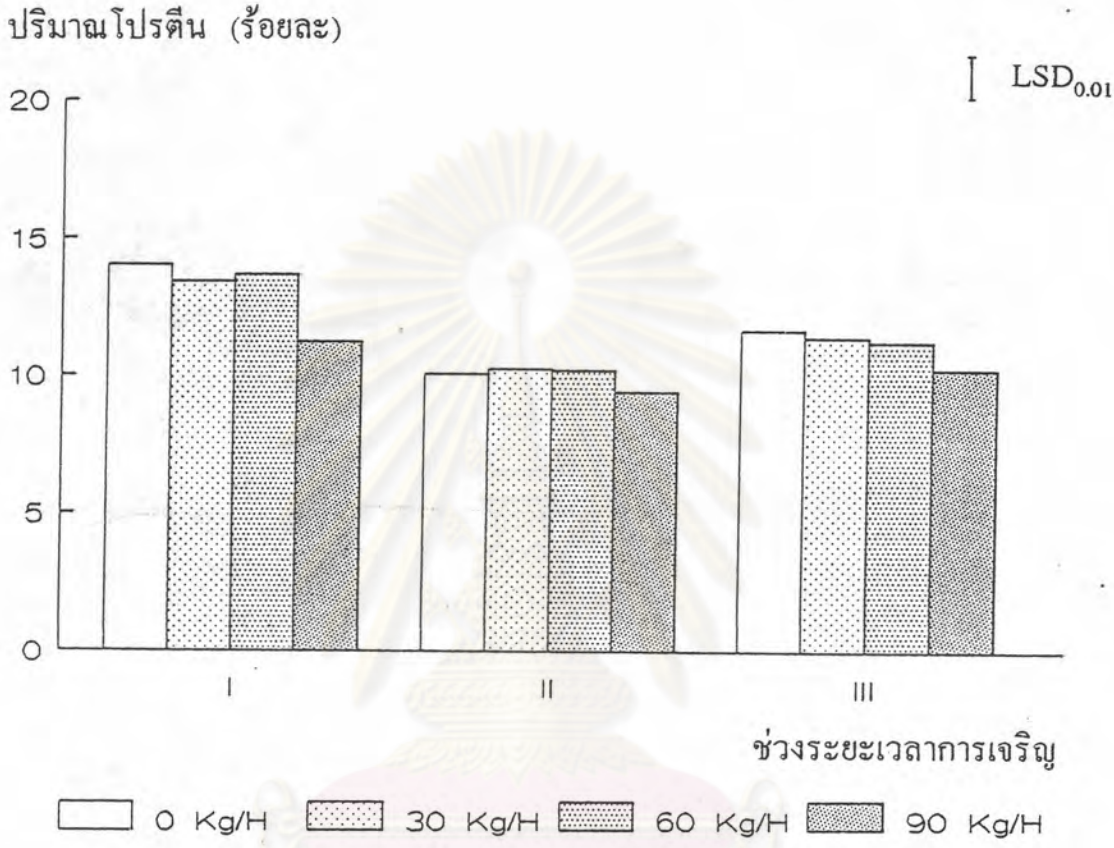
2.1.2 ระยะออกรวง จากรูปที่ 13, 14, 15, 16, 17 และ 18 พบว่าในช่วงระยะที่ข้าวออกรวงปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นลดน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับระยะปักดำ จากตารางที่ 9 พบว่าปริมาณโปรตีนในใบของข้าวแต่ละพันธุ์จะไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีปริมาณโปรตีนโดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 10.27±0.24 ส่วนปริมาณโปรตีนในลำต้นของข้าวแต่ละพันธุ์จะแตกต่างกัน ($p<0.05$) กล่าวคือ ข้าวดอนางนวลจะมีปริมาณโปรตีนในลำต้นต่ำที่สุด คือเท่ากับร้อยละ 1.30±0.59 ถึง 2.98±0.96 ส่วนข้าว ก.ข. 1 มีปริมาณโปรตีนในลำต้นปานกลาง คือเท่ากับร้อยละ 3.07±1.14 ถึง 3.58±0.16 และข้าวหอมดอกมะลิ 105 จะมีปริมาณโปรตีนในลำต้นสูงที่สุด คือ ร้อยละ 2.48±1.95

ถึง 4.08±1.17 โดยที่ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจะไม่มีอิทธิพลใด ๆ ต่อปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นเช่นเดียวกับช่วงระยะปักดำ

2.1.3 ระยะเก็บเกี่ยว ในช่วงระยะการเจริญนี้ ปริมาณโปรตีนในใบและในลำต้นของข้าวทั้ง 3 พันธุ์จะสูงกว่าระยะออกรวงแต่จะต่ำกว่าระยะปักดำอยู่เล็กน้อย (รูปที่ 13, 14, 15, 16, 17 และ 18) จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ตารางที่ 9 พบว่า ปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นของข้าวแต่ละพันธุ์จะไม่แตกต่างกัน โดยในใบจะมีปริมาณโปรตีน โดยเฉลี่ยร้อยละ 10.97+1.15 ส่วนลำต้นจะมีปริมาณโปรตีน โดยเฉลี่ยร้อยละ 4.49±0.20 โดยที่ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจะไม่มีอิทธิพลใด ๆ ต่อปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นเช่นเดียวกับการเจริญในระยะปักดำและออกรวง

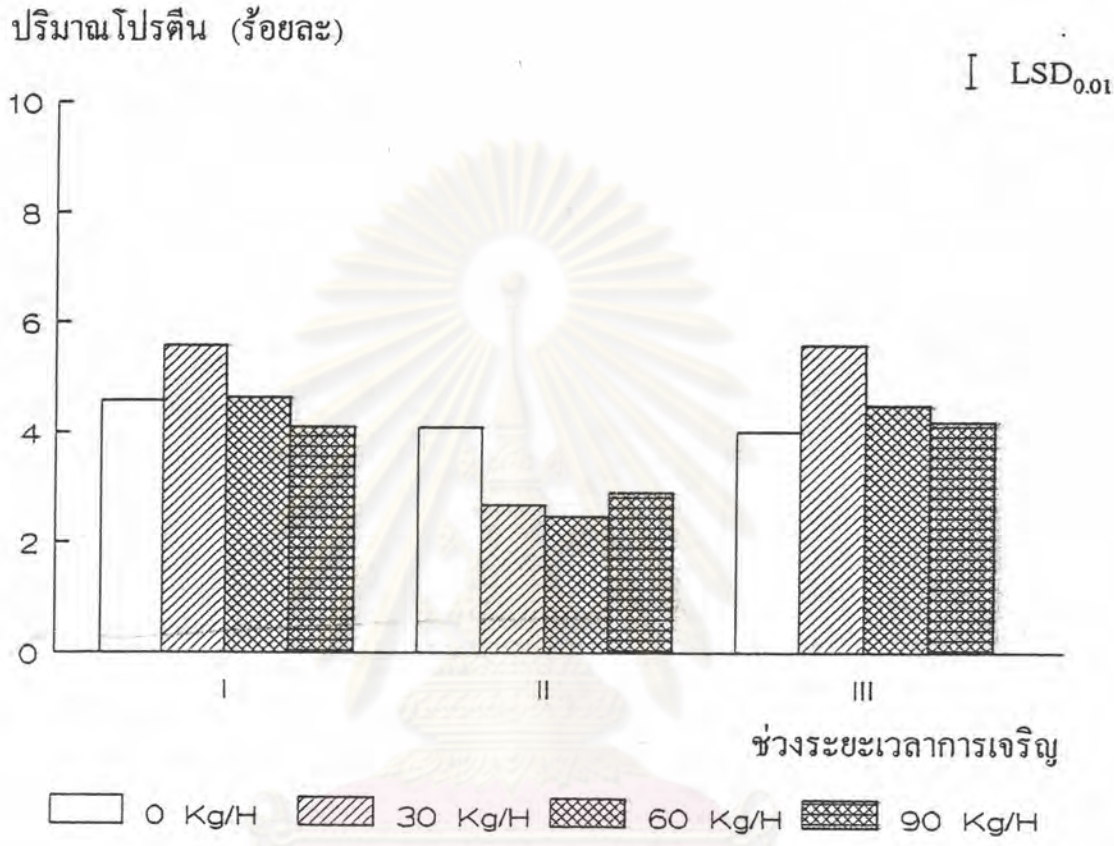
จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นของต้นข้าวจะเปลี่ยนแปลงไปในช่วงระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ซึ่งอาจสรุปได้ว่า หลังจากปักดำต้นข้าวจะพยายามปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมโดยการดูดซึมธาตุไนโตรเจนจากดินมายังบริเวณใบและลำต้นเพื่อเร่งการเจริญเติบโตและส่วนหนึ่งจะเก็บสะสมไว้ในรูปของโปรตีน หลังจากนั้นเมื่อถึงระยะออกรวง ต้นข้าวจะเคลื่อนย้ายไนโตรเจนจากบริเวณใบและลำต้นมายังบริเวณรวงเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของเมล็ดและส่วนหนึ่งจะเก็บสะสมอยู่ในรูปของโปรตีน ทำให้ปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นลดน้อยลง เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งแสดงว่าต้นข้าวลดการเคลื่อนย้ายไนโตรเจนไปยังบริเวณรวงและเริ่มสะสมโปรตีนที่บริเวณใบและลำต้นอีกครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 13 ปริมาณโปรตีนในใบของข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่ช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตต่าง ๆ เปรียบเทียบปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ

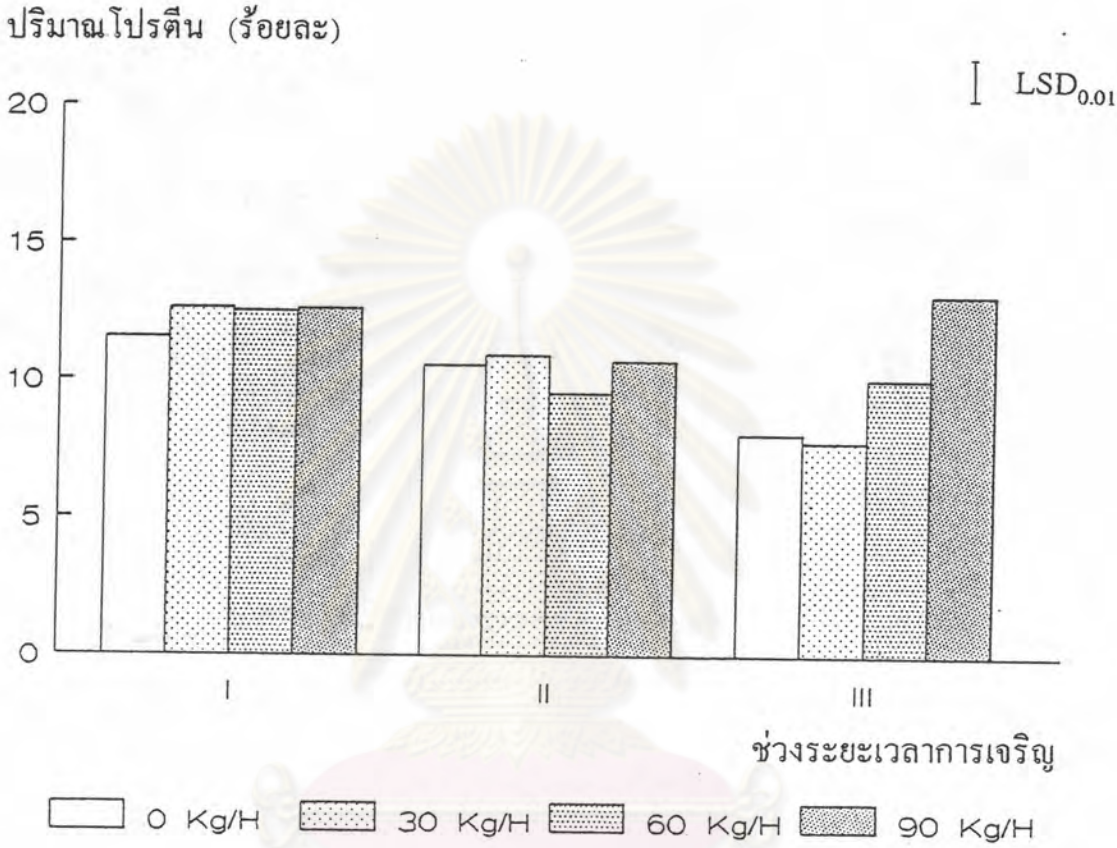
I : ระยะปักดำ II : ระยะออกรวง III : ระยะเก็บเกี่ยว



รูปที่ 14 ปริมาณโปรตีนในลำต้นของข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่ช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตต่าง ๆ เปรียบเทียบปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ

I : ระยะปักดำ II : ระยะออกรวง III : ระยะเก็บเกี่ยว

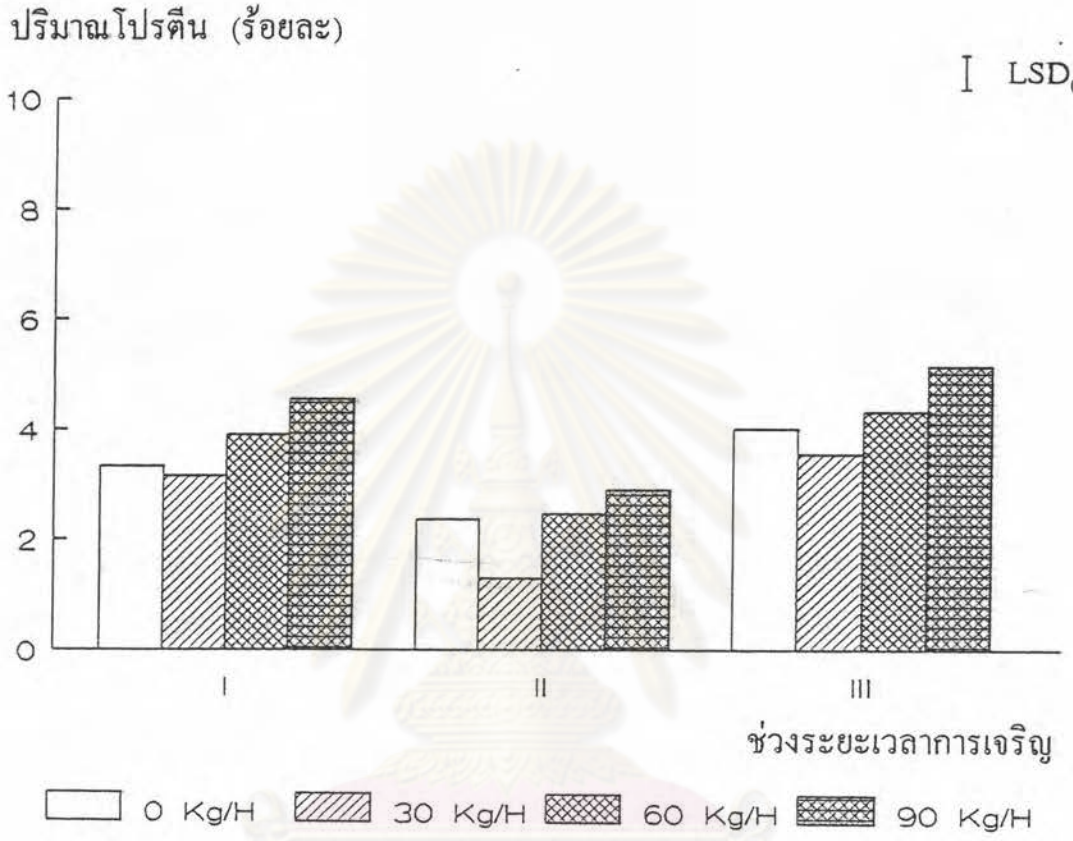
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 15 ปริมาณโปรตีนในใบของข้าวดอนางนวลที่ช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตต่าง ๆ เปรียบเทียบปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ

I : ระยะปักดำ II : ระยะออกรวง III : ระยะเก็บเกี่ยว

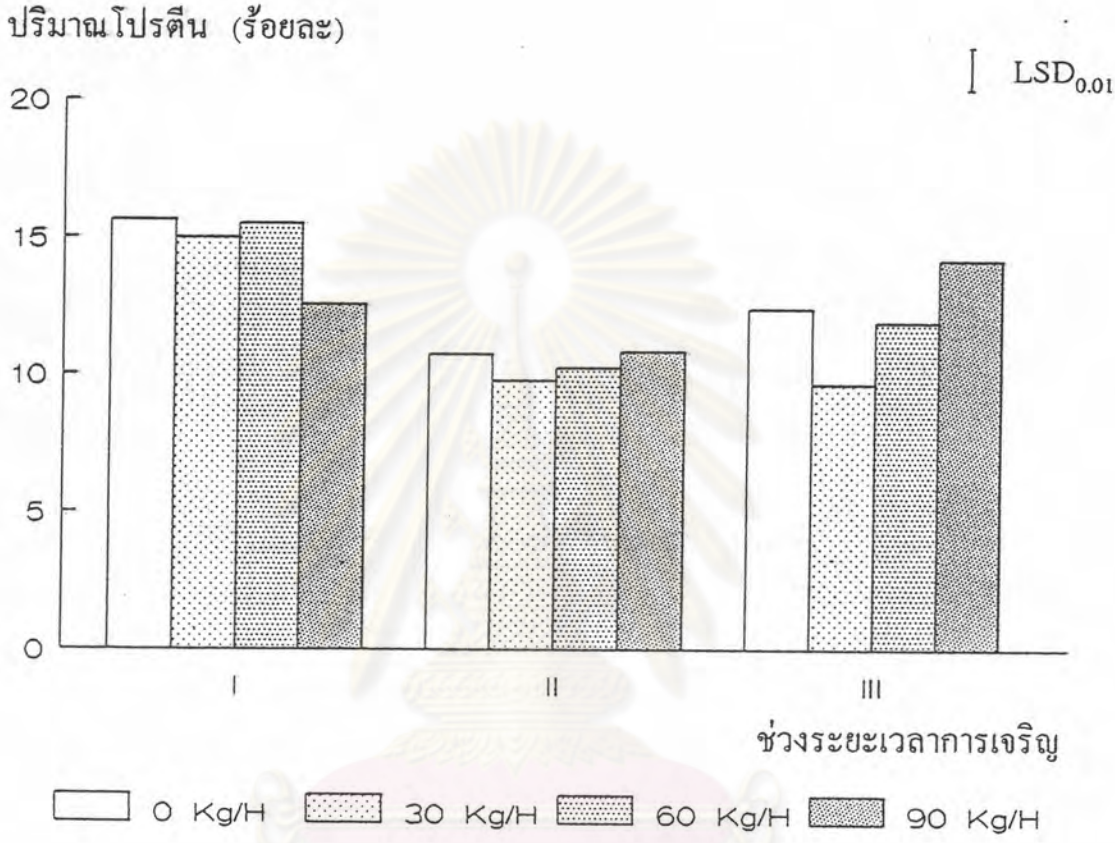
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 16 ปริมาณโปรตีนในลำต้นของข้าวดอนางนวลที่ช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตต่าง ๆ เปรียบเทียบปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ

I : ระยะปักดำ II : ระยะออกรวง III : ระยะเก็บเกี่ยว

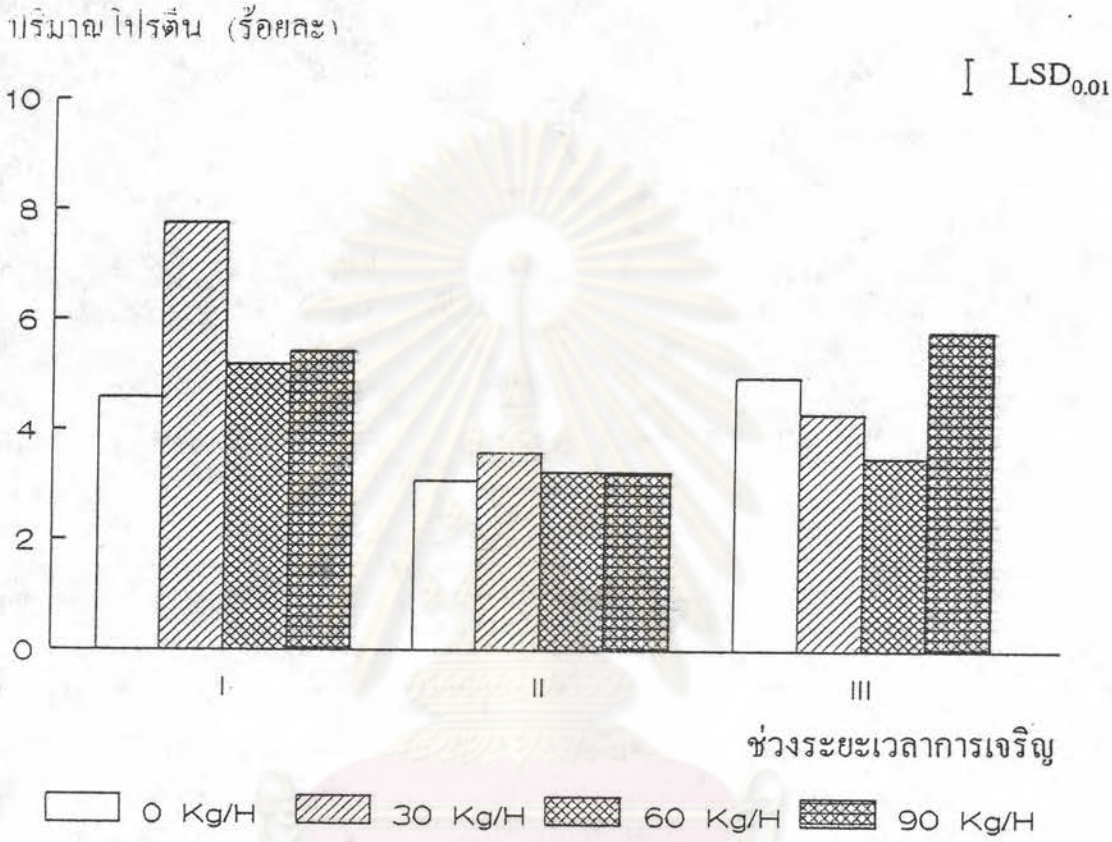
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 17 ปริมาณโปรตีนในใบของข้าว ก. ข. 1 ที่ช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตต่าง ๆ เปรียบเทียบปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ

I : ระยะปักดำ II : ระยะออกรวง III : ระยะเก็บเกี่ยว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 18 ปริมาณโปรตีนในลำต้นของข้าว ก. ข. 1 ที่ช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตต่าง ๆ เปรียบเทียบปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ

I : ระยะปักดำ II : ระยะออกรวง III : ระยะเก็บเกี่ยว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 นัยสำคัญทางสถิติของปริมาณโปรตีนในส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าวที่ช่วงระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

source fo variation	ระยะปักดำ		ระยะออกรวง			ระยะเก็บเกี่ยว	
	ใบ	ลำต้น	ใบ	ลำต้น	รวง	ใบ	ลำต้น
ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
พันธุ์ข้าว	**	*	NS	*	**	NS	NS
ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน x พันธุ์ข้าว	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* : แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** : แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการระบายน้ำ ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน และพันธุ์ข้าวที่มีต่อสมบัติทางชีวเคมีและคุณภาพการหุงเปรียบเทียบกับคุณภาพการสี โดยปกติปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว คือ ปัจจัยที่เกี่ยวกับน้ำและปริมาณไนโตรเจนที่ต้นข้าวได้รับ (Yoshida, 1981, Jongkaewwattana, 1990) ดังนั้นการทดลองในขั้นตอนนี้ จึงศึกษาว่าระยะเวลาการระบายน้ำออกจากแปลงเพาะปลูกและปริมาณไนโตรเจนจะมีอิทธิพลอย่างไรต่อข้าวที่มีคุณภาพการสีแตกต่างกัน ซึ่งได้คัดเลือกจากการทดลองในตอนแรก โดยพิจารณาในแง่ของสมบัติทางชีวเคมีและคุณภาพการหุงเปรียบเทียบกับคุณภาพการสี ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 10, 11 และ 12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการสีของเมล็ดข้าว 3 พันธุ์

ระยะเวลาการระบายน้ำ (วัน)	ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน (กก./เฮกแตร์)	พันธุ์	แกลบ (ร้อยละ)	ข้าวกล้อง (ร้อยละ)	ข้าวสาร (ร้อยละ)	ต้นข้าว (ร้อยละ)	ข้าวหัก (ร้อยละ)
20	0	1*	22.44±1.17	77.56±1.17	38.22±1.21	33.68±0.72	34.04±1.66
		2**	21.03±0.57	78.79±0.57	69.19±0.27	32.00±0.79	37.16±0.81
		3***	20.99±0.65	79.01±0.65	67.33±2.65	31.23±1.15	35.98±1.90
	30	1	22.62±0.57	77.38±0.57	70.82±1.05	42.52±1.03	28.16±1.93
		2	21.22±1.31	78.78±1.31	70.14±2.18	39.93±1.08	29.21±2.95
		3	21.23±0.95	78.77±0.95	69.68±1.47	42.20±1.27	27.51±2.42
	60	1	22.36±0.98	77.64±0.98	70.96±0.56	45.64±1.29	24.84±1.82
		2	20.06±0.85	79.74±0.85	70.85±0.57	37.73±1.28	31.06±3.50
		3	21.32±1.37	78.67±1.37	69.56±1.38	49.31±0.56	20.25±0.88
	90	1	22.58±0.57	77.43±0.57	72.02±0.49	47.13±0.70	25.46±2.58
		2	20.38±0.57	79.62±0.57	68.04±0.90	38.91±0.55	29.11±3.57
		3	20.66±0.51	79.34±0.51	70.03±1.21	46.50±1.01	23.43±1.43
25	0	1	22.71±1.58	77.29±1.58	68.18±1.41	35.03±0.65	2.69±1.05
		2	21.19±1.16	78.81±1.16	69.78±1.42	33.32±0.77	34.32±4.24
		3	21.62±0.67	78.38±0.67	68.97±1.14	34.14±0.69	32.54±2.36
	30	1	22.52±0.70	77.48±0.70	70.10±0.26	42.84±0.65	28.14±1.77
		2	20.73±1.11	79.27±1.11	68.79±1.35	33.26±0.91	35.47±0.71
		3	20.77±0.84	79.23±0.84	70.90±0.83	41.68±1.25	29.32±0.94
	60	1	22.57±0.71	77.43±0.70	68.89±1.09	46.15±1.89	25.65±1.76
		2	20.25±0.55	79.75±0.54	69.83±1.94	35.09±0.74	36.38±2.07
		3	21.07±0.61	78.93±0.61	71.02±0.90	42.57±1.20	28.32±0.58
	90	1	22.46±0.66	77.54±0.66	62.20±0.65	45.52±0.55	23.89±0.38
		2	20.75±0.68	79.25±0.68	68.25±1.37	34.13±0.72	34.01±0.86
		3	30.77±0.67	79.23±0.67	70.63±1.75	44.79±0.64	25.66±1.19

* : ข้าวพันธุ์หอมดอกมะลิ 105

** : ข้าวพันธุ์ดอนางนวล

*** : ข้าวพันธุ์ ก.ข. 1

ตารางที่ 11 สมบัติทางชีวเคมีของเมล็ดข้าว 3 พันธุ์

ระยะเวลาการระบายน้ำ (วัน)	ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน (กก/เฮกแตร์)	พันธุ์	โปรตีนในข้าวเปลือก (ร้อยละ)	โปรตีนในข้าวสาร (ร้อยละ)	อมัยโลส (ร้อยละ)
20	0	1*	5.54±0.34	6.69±0.34	15.44±0.50
		2**	5.72±0.14	5.88±0.19	17.63±0.74
		3***	5.85±0.37	6.44±0.64	29.74±0.46
	30	1	5.61±0.32	6.08±0.21	15.94±0.75
		2	5.88±0.22	5.52±0.29	18.53±2.29
		3	5.97±0.44	5.61±0.42	31.58±0.46
	60	1	5.78±0.30	5.63±0.41	16.49±0.74
		2	6.04±0.33	5.85±0.20	16.56±0.33
		3	6.31±0.31	7.20±0.28	29.51±0.58
	90	1	6.07±0.20	6.18±0.23	15.30±0.52
		2	6.48±0.40	6.91±0.55	16.07±0.29
		3	6.65±0.13	7.39±0.34	26.75±1.42
25	0	1	5.21±0.21	6.15±0.31	15.84±1.20
		2	5.61±0.15	5.82±0.10	17.27±0.22
		3	5.32±0.17	6.28±0.17	30.11±2.49
	30	1	5.55±0.06	6.43±0.38	15.22±0.54
		2	5.62±0.32	5.23±0.42	19.53±1.12
		3	5.78+0.27	5.76±0.62	31.00±1.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะเวลาการระบายน้ำ (วัน)	ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน (กก/เฮกแตร์)	พันธุ์	โปรตีนในข้าวเปลือก (ร้อยละ)	โปรตีนในข้าวสาร (ร้อยละ)	อมัยโลส (ร้อยละ)
	60	1	5.76±0.52	5.74±0.38	14.56±0.46
		2	5.79±0.13	5.58±0.29	14.34±0.47
		3	5.81±0.16	5.05±0.29	28.79±0.30
	90	1	5.96±0.41	6.30±0.21	14.15±0.40
		2	5.95±0.40	7.28±0.71	15.81±0.48
		3	6.01±0.29	7.10±0.41	26.85±0.43

* : ข้าวพันธุ์หอมดอกมะลิ 105

** : ข้าวพันธุ์ดอนางนวล

*** : ข้าวพันธุ์ ก.ข. 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 คุณภาพการหุงของเมล็ดข้าว 3 พันธุ์

ระยะเวลาการระบายน้ำ (วัน)	ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน (กก/เฮกแตร์)	พันธุ์	pasting temperature (°C)	peak viscosity (BU.)	breakdown (BU.)	setback (BU.).
20	0	1*	73.50±2.38	990.00±102.31	480.00±24.49	150.00±14.14
		2**	78.94±0.83	685.00±35.12	65.00±15.06	280.00±66.33
		3***	84.00±1.08	832.00±610.31	62.50±26.30	352.50±12.36
	30	1	75.50±5.87	1005.00±85.83	440.00±58.88	160.00±30.00
		2	71.00±0.41	790.00±60.55	85.00±70.00	330.00±84.85
		3	83.50±0.91	955.00±47.96	100.00±37.42	370.00±46.90
	60	1	76.50±1.29	1072.00±22.17	362.50±28.72	177.50±30.96
		2	69.00±1.54	705.00±42.03	90.00±33.67	210.00±62.72
		3	79.00±1.96	810.00±80.42	110.00±96.26	340.00±69.90
	90	1	76.50±1.22	1035.00±36.97	410.00±27.54	150.00±13.77
		2	68.50±0.79	605.00±106.61	80.00±15.46	220.00±57.14
		3	79.50±1.22	755.00±66.58	80.00±23.54	310.00±40.00
25	0	1	76.50±1.14	1060.00±35.59	390.00±21.60	140.00±18.26
		2	71.50±0.31	610.00±78.74	100.00±49.67	300.00±45.46
		3	80.00±0.41	905.00±160.31	80.00±13.54	330.00±12.84
	30	1	75.00±0.74	875.00±23.80	410.00±35.59	230.00±8.16
		2	72.00±1.08	630.00±52.92	100.00±11.63	300.00±31.26
		3	77.00±1.58	990.00±73.48	80.00±36.51	360.00±14.14
	60	1	77.00±1.96	1090.00±48.30	460.00±96.16	160.00±25.24
		2	68.00±1.35	580.00±28.28	70.00±49.97	280.00±18.26
		3	77.00±0.61	995.00±95.74	100.00±54.77	330.00±10.99
	90	1	73.06±0.43	935.00±40.41	490.00±28.28	170.00±24.49
		2	70.00±2.42	570.00±90.55	120.00±17.15	272.50±35.00
		3	75.50±1.17	960.00±64.55	90.00±18.26	320.00±30.82

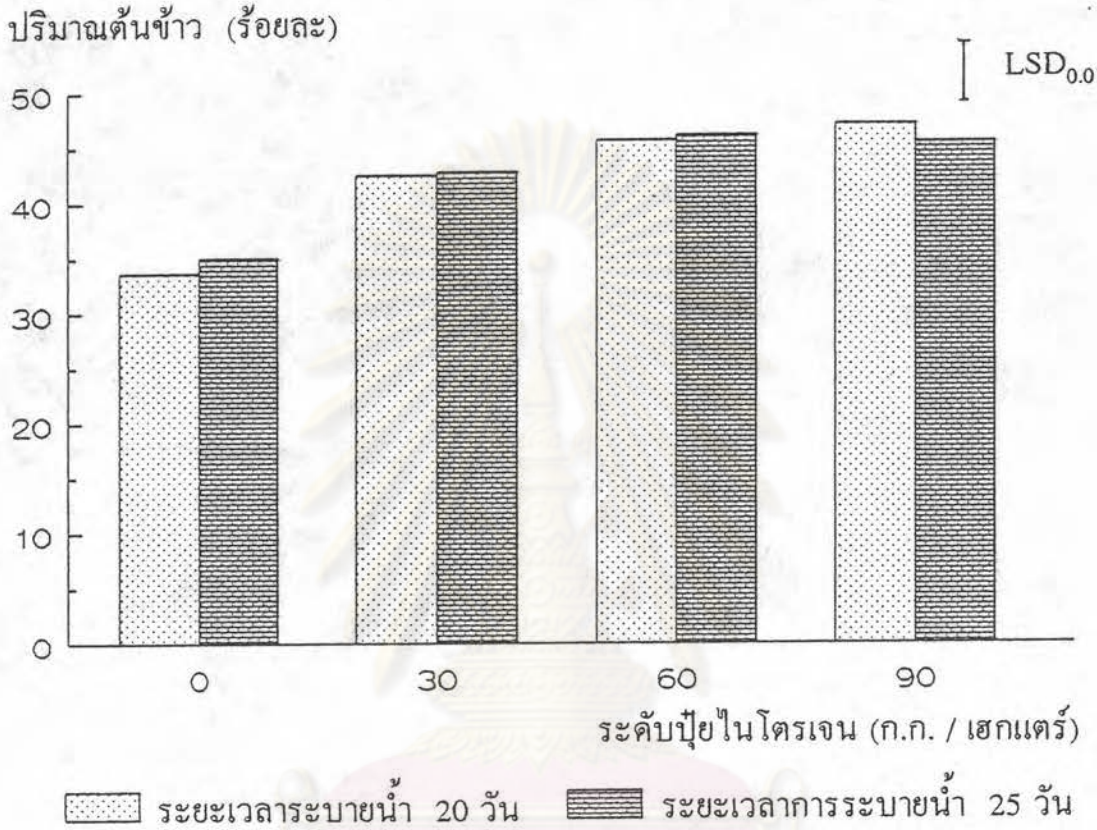
* : ข้าวพันธุ์หอมดอกมะลิ 105

** : ข้าวพันธุ์คอนางนวล

*** : ข้าวพันธุ์ ก.ข. 1

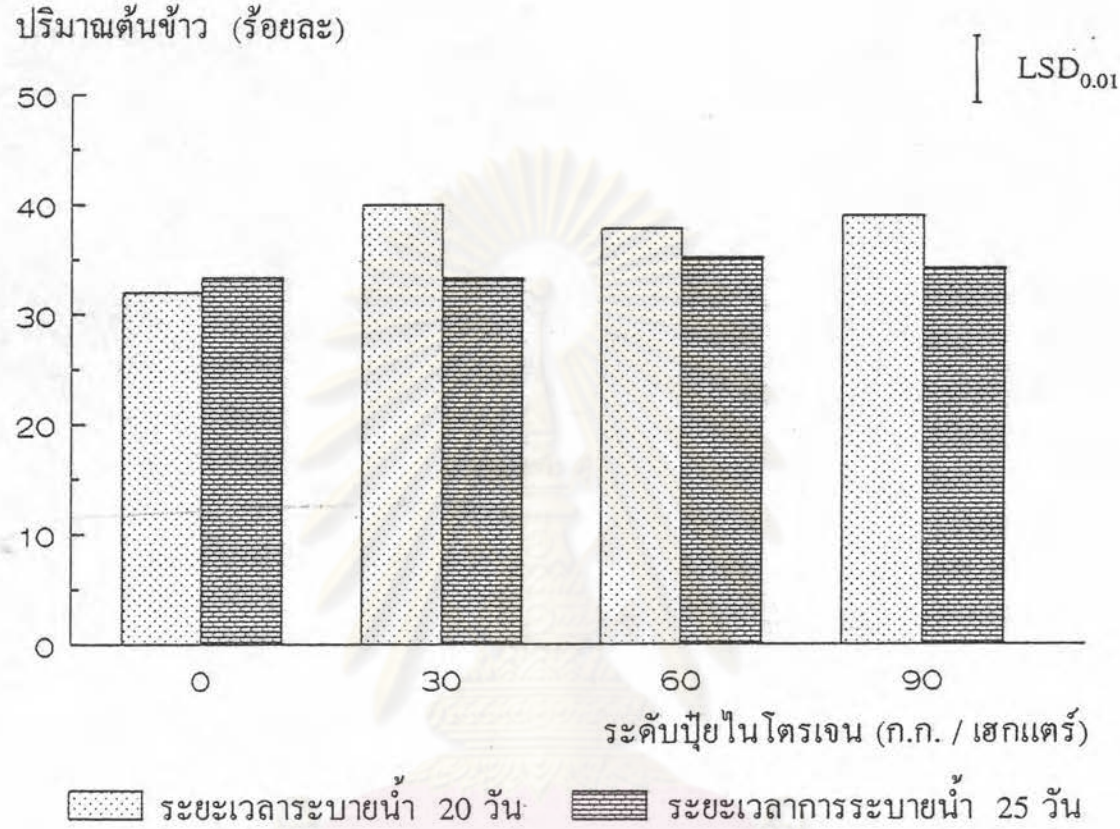
2.2.1 คุณภาพการสี จากตารางที่ 10 ข้าวที่มีคุณภาพการสีหรือปริมาณต้นข้าวต่ำที่สุด คือ ข้าวดอนางนวล กล่าวคือมีปริมาณต้นข้าว ร้อยละ 32.00±0.79 ถึง39.93±1.08 ส่วนข้าวที่มีคุณภาพการสีปานกลางและสูง ได้แก่ ข้าวหอมดอกมะลิ 105และ ข้าว ก.ข. 1 ตามลำดับ โดยมีปริมาณต้นข้าวร้อยละ 33.68±0.72 ถึง 47.13±0.70และ 31.23±1.15 ถึง 49.31±0.56 ตามลำดับ ซึ่ง Khush และคณะ (1979) รายงานว่าข้าว 50 พันธุ์ที่ปลูกอยู่ในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีปริมาณต้นข้าวโดยเฉลี่ยร้อยละ 25 ถึง 65 แสดงว่าคุณภาพการสีของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ในการทดลองนี้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 13) พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการระบายน้ำ ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์ข้าวจะทำให้ปริมาณต้นข้าวของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ แตกต่างกัน ($p<0.01$) จากรูปที่ 19, 20 และ 21 พบว่า การเพิ่มระยะเวลาการระบายน้ำจะทำให้ปริมาณต้นข้าวของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ มีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะข้าวดอนางนวลและข้าว ก.ข. 1 ในขณะเดียวกันการเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ปริมาณต้นข้าวเพิ่มสูงขึ้น ($r=0.90$, 0.48 และ 0.78 ในข้าวพันธุ์หอมดอกมะลิ 105 ดอนางนวล และ ก.ข. 1 ตามลำดับ, ตารางที่ 16, 17 และ 18) ซึ่ง Nanju และ De Datta (1970) ได้ทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของปุ๋ยไนโตเจนที่มีต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า ปุ๋ยไนโตรเจนสามารถเพิ่มผลผลิตและปริมาณต้นข้าวได้เช่นเดียวกับผลจากการทดลอง แต่อย่างไรก็ตามความชื้นของเมล็ดข้าวก็มีผลต่อปริมาณต้นข้าวเช่นเดียวกัน กล่าวคือ ตามปกติระยะเวลาเหมาะสมในการระบายน้ำออกจากแปลงเพาะปลูก คือ 20-30 วัน แล้วแต่พันธุ์ข้าว (อัมมาร สยามวาลา และวิโรจน์ ณ ระนอง, 2533) แต่ Yoshida (1981) พบว่า การที่ต้นข้าวแช่น้ำนานเกินไปจะทำให้เมล็ดข้าวมีความชื้นสูง ซึ่งเครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข และคณะ (2519) พบว่าเมล็ดข้าวที่มีความชื้นสูงจะให้ปริมาณต้นข้าวน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดข้าวที่มีความชื้นต่ำกว่า ดังนั้นจากผลการทดลองนี้ แสดงว่าที่ระยะเวลาระบายน้ำ 25 วัน เมล็ดข้าวทั้ง 3 พันธุ์ โดยเฉพาะข้าวดอนางนวล และ ก.ข. 1 จะมีความชื้นสูงกว่าที่ระยะเวลาการระบายน้ำ 20 วัน ทำให้ปริมาณต้นข้าวที่ได้ต่ำกว่า



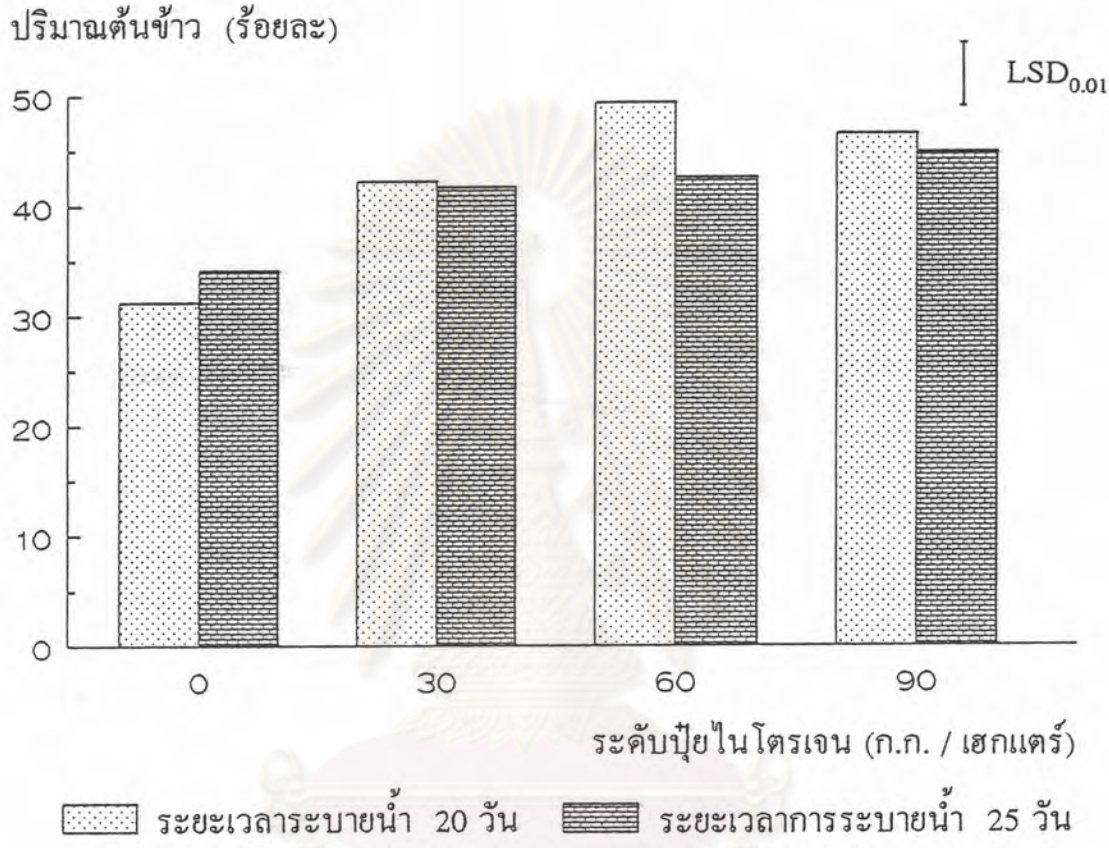
รูปที่ 19 ปริมาณต้นข้าวของข้าวหอมดอกมะลิ 105

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 20 ปริมาณต้นข้าวของข้าวดอนางนวล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 21 ปริมาณต้นข้าวของข้าว ก.ข. 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 นัยสำคัญทางสถิติของผลิตภัณฑ์จากกระบวนการสีของเมล็ดข้าว 3 พันธุ์

source of variation	แกลบ	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร	ต้นข้าว	ข้าวหัก
ระยะเวลาการระบายน้ำ	NS	NS	NS	NS	NS
ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน	NS	NS	**	**	**
ระยะเวลาการระบายน้ำ x ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน	NS	NS	NS	**	**
พันธุ์ข้าว	**	**	NS	**	**
ระยะเวลาการระบายน้ำ x พันธุ์ข้าว	NS	NS	**	**	**
ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน x พันธุ์ข้าว	NS	NS	**	**	**
ระยะเวลาการระบายน้ำ x ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน x พันธุ์ข้าว	NS	NS	NS	**	**

NS : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* : แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** : แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.2 สมบัติทางชีวเคมี งานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติทางชีวเคมีของข้าว2 อย่าง คือ ปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกและข้าวสาร และปริมาณอมัยโลสในข้าวสารพันธุ์ต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีรายงานสนับสนุนว่าสมบัติทางชีวเคมีทั้ง 2 อย่างจะเกี่ยวข้องกับคุณภาพการสีและคุณภาพการหุงของเมล็ดข้าว

2.2.2.1 ปริมาณโปรตีน จากตารางที่ 11 ข้าวที่มีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด คือ ข้าวหอมดอกมะลิ 105 โดยมีโปรตีนในข้าวเปลือกและข้าวสารร้อยละ 5.21±0.21 ถึง 6.07±0.20 และ 5.63±0.41 ถึง 6.69±0.34 ตามลำดับ ข้าวที่มีปริมาณโปรตีนปานกลางได้แก่ข้าวดอนางนวล โดยมีโปรตีนในข้าวเปลือกและข้าวสารร้อยละ 5.61±0.15 ถึง 6.48±0.40 และ 5.23±0.42 ถึง 7.28±0.71 ตามลำดับ ส่วนข้าว ก.ข. 1 มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดคือ มีโปรตีนในข้าวเปลือกและข้าวสารร้อยละ 5.32±0.17 ถึง 6.65±0.13 และ 5.05±0.29 ถึง 7.39±0.34 ตามลำดับ ซึ่ง Gomez และ Veskosit (1973) ได้ศึกษาปริมาณโปรตีนในข้าวสารพันธุ์ต่าง ๆ ที่ปลูกบริเวณภาคกลางของประเทศไทย พบว่ามีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงเดียวกับผลการทดลองคือร้อยละ 6.5 ถึง 8.1 สำหรับสาเหตุที่ปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกต่ำกว่าในข้าวสารนั้น Juliano (1984) ได้ให้เหตุผลว่า ในแกลบนั้นมีปริมาณโปรตีนต่ำมากโดยทั่วไปจะไม่เกินร้อยละ 0.2 ดังนั้นถ้าวิเคราะห์เมล็ดข้าวทั้งเปลือกจะได้ปริมาณโปรตีนต่ำกว่าปกติ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 14) พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์ข้าวจะทำให้ปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกของข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน ($p<0.05$) จากรูปที่ 22, 23 และ 24 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ต้นข้าวจะทำให้ปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.64 0.53 และ 0.61 ในข้าวพันธุ์หอมดอกมะลิ 105 ดอนางนวล และ ก.ข. 1 ตามลำดับ (ตารางที่ 16, 17 และ 18) แสดงว่าต้นข้าวสามารถนำธาตุไนโตรเจนที่ได้รับจากปุ๋ยไปใช้ในการสร้างโปรตีนเก็บสะสมไว้ในเมล็ดข้าว นอกจากนี้ยังพบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการระบายน้ำ ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน และพันธุ์ข้าว จะทำให้ปริมาณโปรตีนในข้าวสารแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน ($p<0.01$) ทั้งนี้

เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 22, 23 และ 24 พบว่า การเพิ่มระยะเวลาการระบายน้ำจะทำให้ปริมาณโปรตีนในข้าวสารมีแนวโน้มลดลงในขณะที่การเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ปริมาณโปรตีนในข้าวสารพันธุ์ต่าง ๆ เพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.58 และ 0.61 ในข้าวพันธุ์ คอนางนวล และ ก.ข. 1 ตามลำดับ ส่วนข้าวหอมดอกมะลิ 105 ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจะไม่มีความสัมพันธ์กับ ปริมาณโปรตีนในข้าวสารแต่อย่างใด (ตารางที่ 16, 17 และ 18) อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าปุ๋ยไนโตรเจนจะสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกและข้าวสารแต่เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเพิ่มของปริมาณโปรตีนจะพบว่า แนวโน้มการเพิ่มปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกจะชัดเจนกว่าการเพิ่มปริมาณโปรตีนในข้าวสาร แสดงว่า โปรตีนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจะถูกสะสมไว้บริเวณขอบด้านนอกของเมล็ด ซึ่งได้แก่บริเวณเปลือกหุ้มเมล็ด และ ชั้นเยื่ออลูโรนและโปรตีนส่วนนี้จะถูกกำจัดออกไปในระหว่างกระบวนการสี

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนกับปริมาณต้นข้าวของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ พบว่าปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณต้นข้าวโดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.57 0.42 และ 0.50 ในข้าวพันธุ์หอมดอกมะลิ 105 คอนางนวล และ ก.ข. 1 ตามลำดับ (ตารางที่ 16, 17 และ 18) ในขณะที่ปริมาณโปรตีนในข้าวสารจะไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณต้นข้าว ยกเว้นข้าว ก.ข. 1 แต่ก็มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำมาก (r=0.37) จึงเป็นที่น่าสังเกตว่าโปรตีนที่สะสมอยู่บริเวณขอบด้านนอกของเมล็ดข้าวมีแนวโน้มที่จะเกี่ยวข้องกับการแตกหักระหว่างการสีของเมล็ดข้าวอย่างแน่นอน

จากการศึกษาภาคตัดขวางของข้าวสารทั้ง 3 พันธุ์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลกตรอนแบบส่องกราดดังแสดงในรูปที่ 25, 26, 27, 28, 29 และ 30พบว่า โปรตีนในเมล็ดข้าวจะมีลักษณะต่อเนื่องและยึดส่วนที่เป็นเม็ดแป้งเข้าไว้ด้วยกันความแตกต่างระหว่างเมล็ดข้าวที่มีโปรตีนต่ำและสูง คือ ปริมาณรอยแตกที่เกิดขึ้นภายในเมล็ด จากรูปที่ 25 และ 26 ซึ่งเป็นลักษณะภาคตัดขวางของเมล็ดข้าวพันธุ์หอมดอกมะลิ 105 พบว่า เมล็ดข้าวที่มีโปรตีนต่ำจะมีรอยแตกมากกว่าเมล็ดข้าวที่มีโปรตีนสูง ซึ่งจะพบลักษณะเช่นเดียวกันนี้ในข้าวคอนางนวล และ ก.ข. 1 รอยแตกนี้

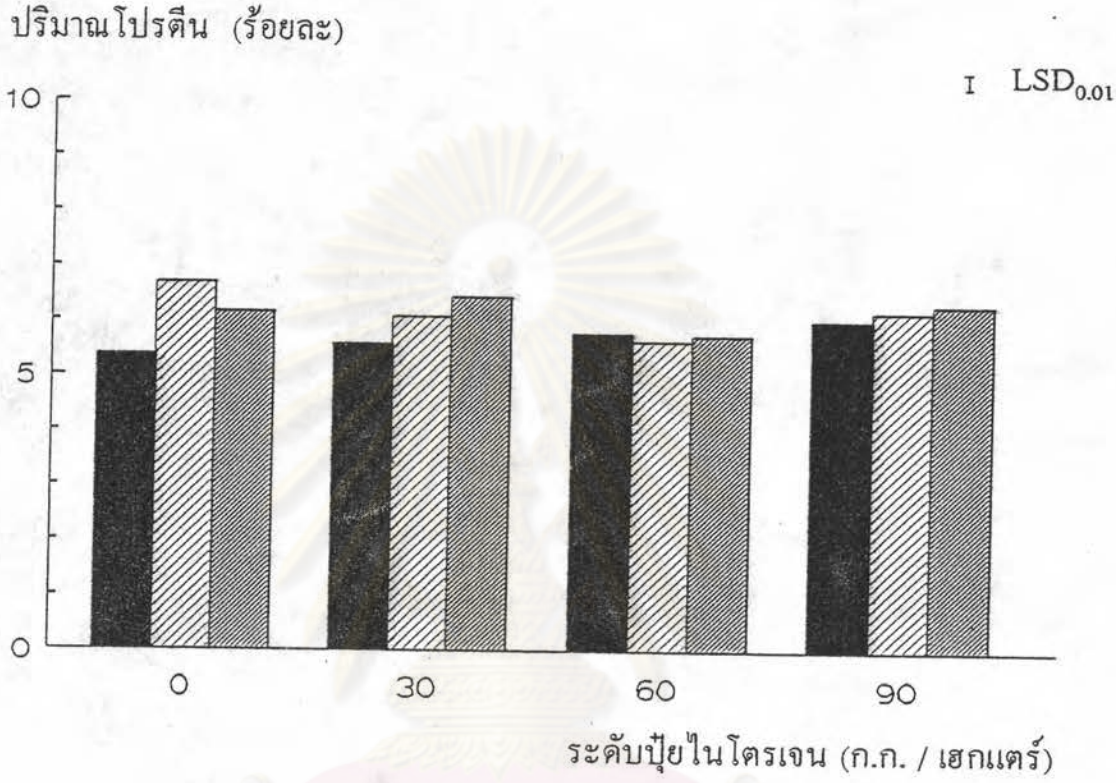
จะส่งผลให้เมล็ดข้าวแตกหักระหว่างการสี แต่จากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนในข้าวเปลือกและข้าวสารกับปริมาณต้นข้าวที่กล่าวมาข้างต้น แสดงว่า โปรตีนที่พบในรูปไม่เกี่ยวข้องกับรอยแตก สิ่งที่น่าจะมีผลต่อการเกิดรอยแตกดังกล่าว คือ โปรตีนที่พบอยู่บริเวณขอบด้านนอกของเมล็ด

โดยปกติเมล็ดข้าวมีสมบัติ hygroscopic คือ สามารถดูดและคายความชื้นได้ (Kunze and Calderwood, 1978.) ผลของการดูดและคายความชื้นดังกล่าวจะทำให้เมล็ดข้าวเกิดรอยแตกขึ้น (Srinivas et al., 1978.) จากการศึกษาของ Indudhara และคณะ (1971) พบว่าเมล็ดข้าวสารสามารถดูดและคายความชื้นได้ดีกว่าข้าวกล้องและข้าวเปลือก เนื่องจากสิ่งที่ขัดขวางการดูดและคายความชื้นของเมล็ดข้าวจะถูกกำจัดออกไปในระหว่างกระบวนการสี ซึ่ง Bechtel และ Pomerang (1978) กล่าวว่าตัวขัดขวางดังกล่าวคือ เปลือกหุ้มเมล็ด และจากผลการทดลองซึ่งพบว่า เมล็ดข้าวที่มีปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกหรืออีกนัยหนึ่ง คือมีปริมาณโปรตีนที่ ขอบด้านนอกของเมล็ดสูง จะมีรอยแตกในเมล็ดต่ำ แสดงว่า การเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนแก่ต้นข้าวสามารถเพิ่มปริมาณต้นข้าวหรือคุณภาพการสีได้โดยการเพิ่มปริมาณโปรตีนในเปลือกหุ้มเมล็ด ซึ่งโปรตีนดังกล่าวจะทำหน้าที่ขัดขวางการดูดและคายความชื้นของเมล็ดข้าวทำให้รอยแตกที่เกิดขึ้นภายในเมล็ดข้าวลดน้อยลง ทำให้เมล็ดข้าวแตกหักระหว่างการสีลดน้อยลง

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณต้นข้าวกับปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ พบว่า ข้าว ก.ข. 1 ซึ่งมีปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกสูงสุด คือร้อยละ 5.32±0.17 ถึง 6.68±0.13 จะมีปริมาณต้นข้าวสูงที่สุดเช่นกันคือร้อยละ 31.23±1.15 ถึง 49.31±0.56 แต่สำหรับข้าวดอนางนวลซึ่งมีปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกปานกลาง คือ ร้อยละ5.61±0.15 ถึง 6.48±0.40 กลับมีปริมาณต้นข้าวเพียงร้อยละ 32.00±0.79ถึง 39.93±1.08 ในขณะที่ข้าวหอมดอกมะลิ 105 ซึ่งมีปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกต่ำที่สุด คือร้อยละ 5.21±0.21 ถึง 6.07±0.20 จะมีปริมาณต้นข้าวสูงกว่าข้าวดอนางนวล คือร้อยละ 33.68±0.72 ถึง 47.13±0.70 สาเหตุดังกล่าวนี้เกิดขึ้นเนื่องจากข้าวดอนางนวลมีลักษณะท้องไข่ (chalkiness) Srinivas และ คณะ (1984) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต้นข้าว กับลักษณะท้องไข่ในเมล็ดข้าว พบว่า เมล็ดข้าวที่มีลักษณะท้องไข่ เมื่อนำมาสีจะมีปริมาณต้นข้าว ต่ำกว่าเมล็ดข้าว

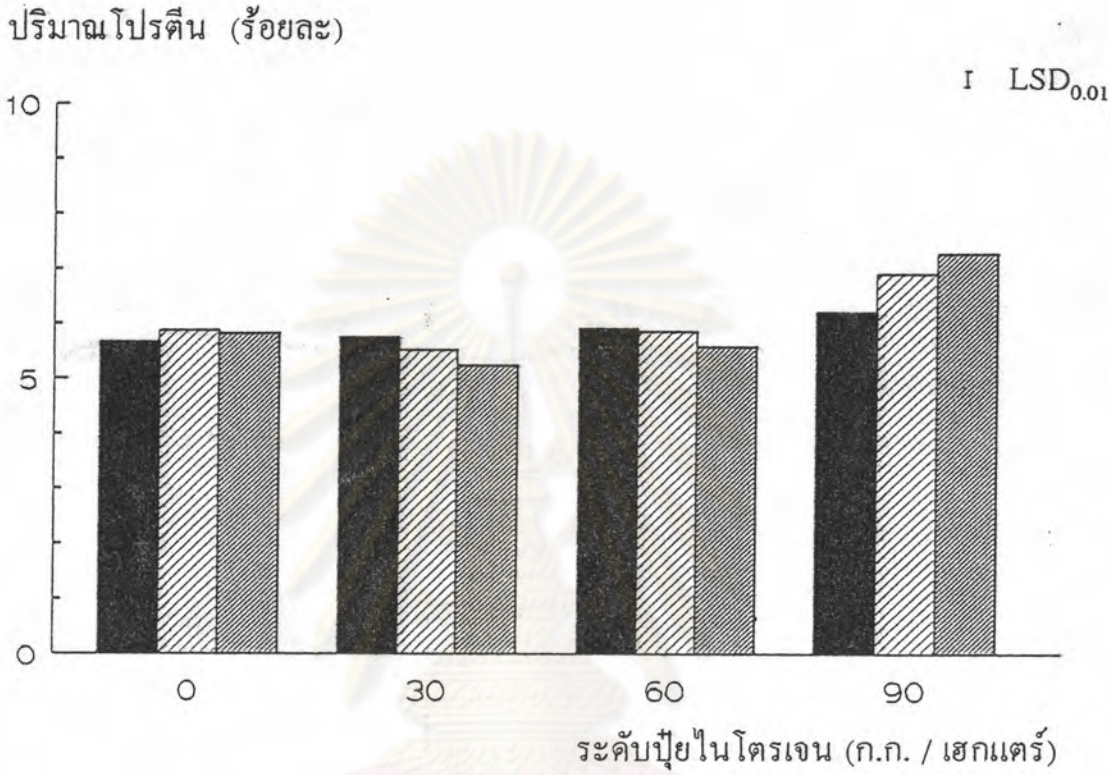
ธรรมดาเช่นเดียวกับผลการทดลองนี้ ซึ่ง Ikehashi และ Khush (1979) กล่าวว่าท้องไข่เกิดจากการจับตัวกันอย่างหลวม ๆ ระหว่างองค์ประกอบภายในของเมล็ดข้าว ทำให้เมล็ดข้าวเปราะและแตกหักได้ง่าย ทั้งนี้จากการศึกษาภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวดอนางนวลด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลกตรอนแบบส่องกราด ดังแสดงในรูปที่ 27 และ 28 จะสังเกตเห็นโพรงเล็ก ๆ ที่มีขนาดประมาณ 1 ไมครอน ในขณะที่ไม่พบโพรงดังกล่าวในข้าวอีก 2 พันธุ์ แสดงว่าโพรงดังกล่าวนี้จะทำให้เมล็ดข้าวมีความแข็งแรงลดลง เมล็ดข้าวดอนางนวล จึงแตกหักง่ายในระหว่างการสี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



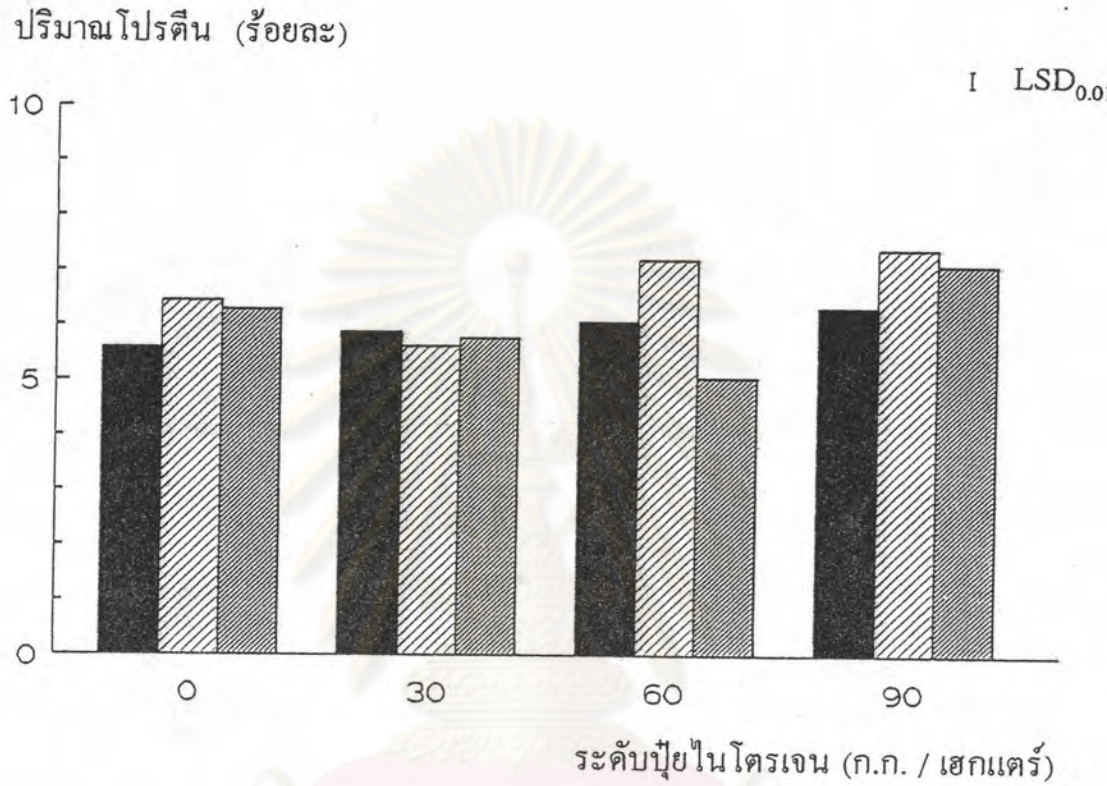
รูปที่ 22 ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวหอมดอกมะลิ 105

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



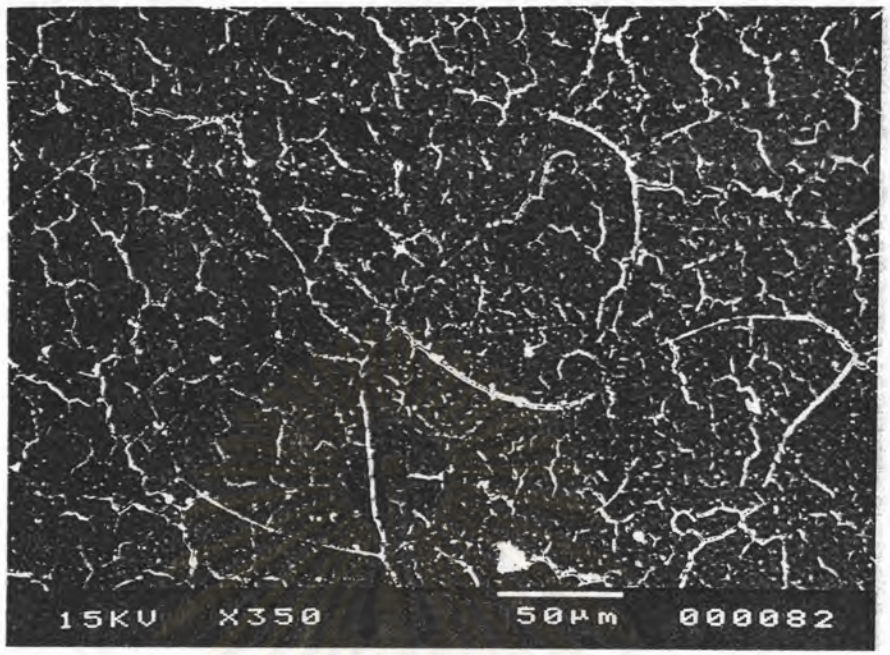
รูปที่ 23 ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวดอนางนวล

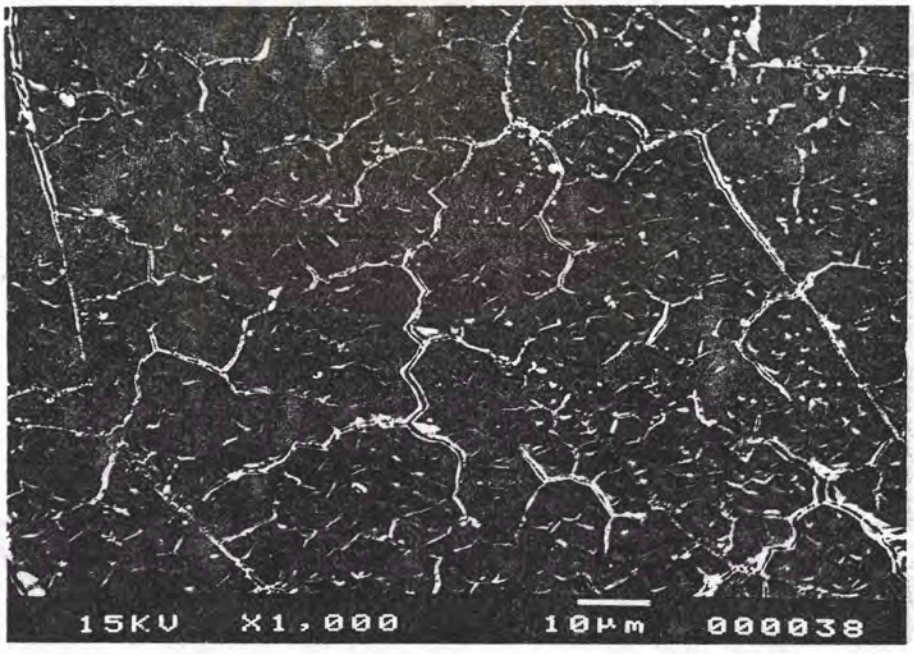
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



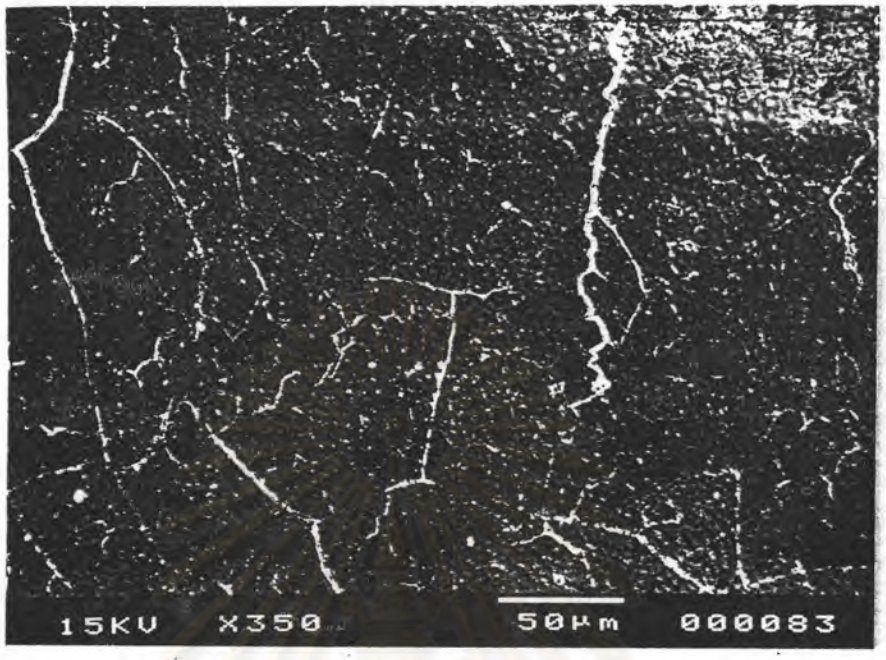
รูปที่ 24 ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าว ก.ข. 1

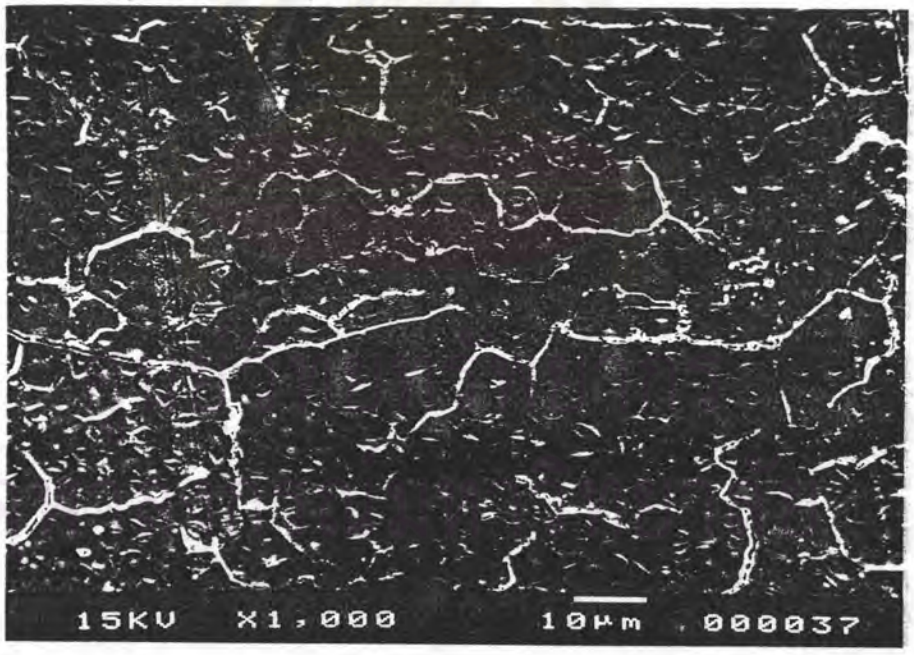
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



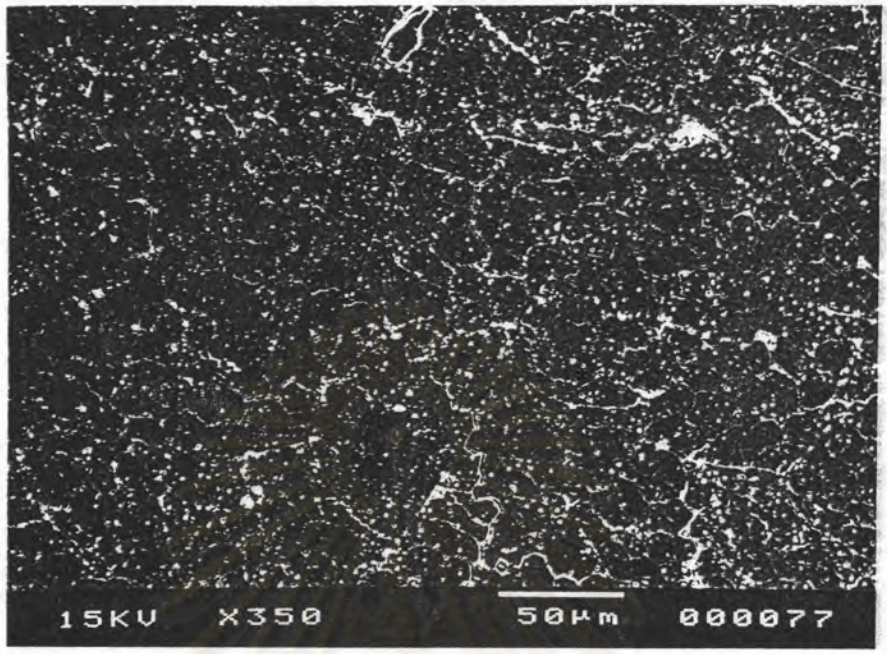


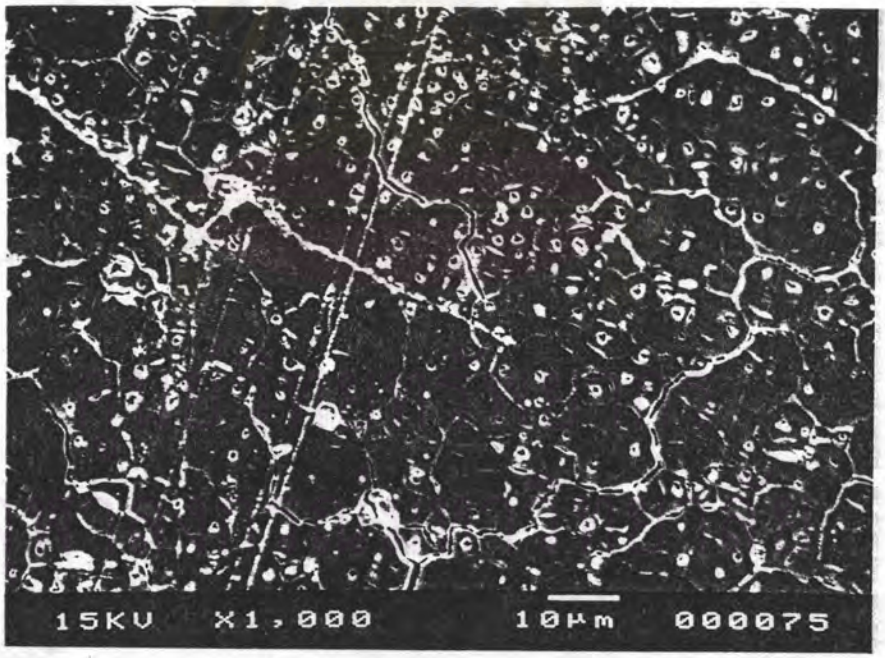
รูปที่ 25 ลักษณะภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวหอมดอกมะลิ 105
ปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือก ร้อยละ 5.17
ปริมาณโปรตีนในข้าวสาร ร้อยละ 5.62
ปริมาณต้นข้าว ร้อยละ 34.72



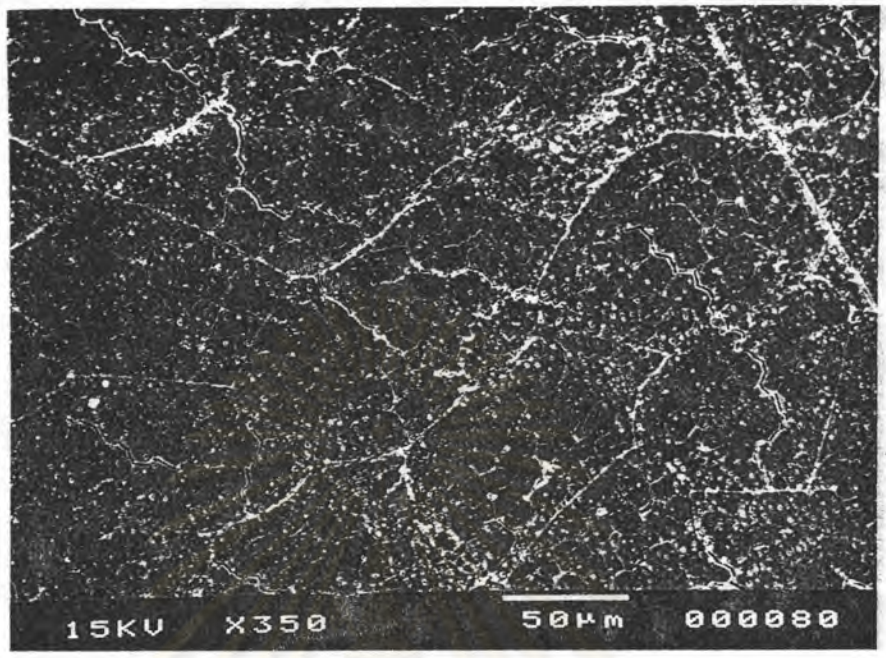


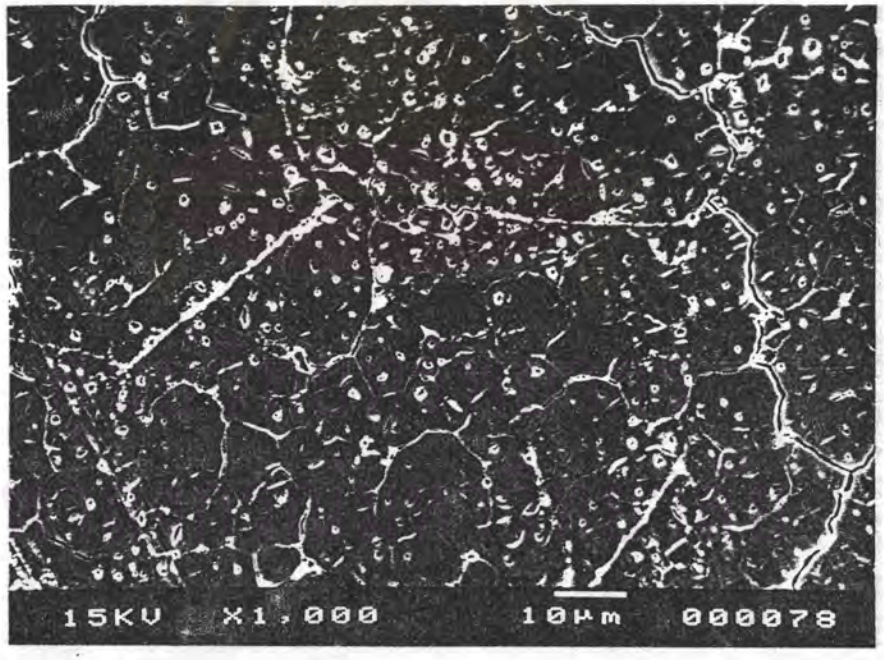
รูปที่ 26 ลักษณะภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวหอมดอกมะลิ 105
ปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือก ร้อยละ 5.65
ปริมาณโปรตีนในข้าวสาร ร้อยละ 7.76
ปริมาณต้นข้าว ร้อยละ 38.33



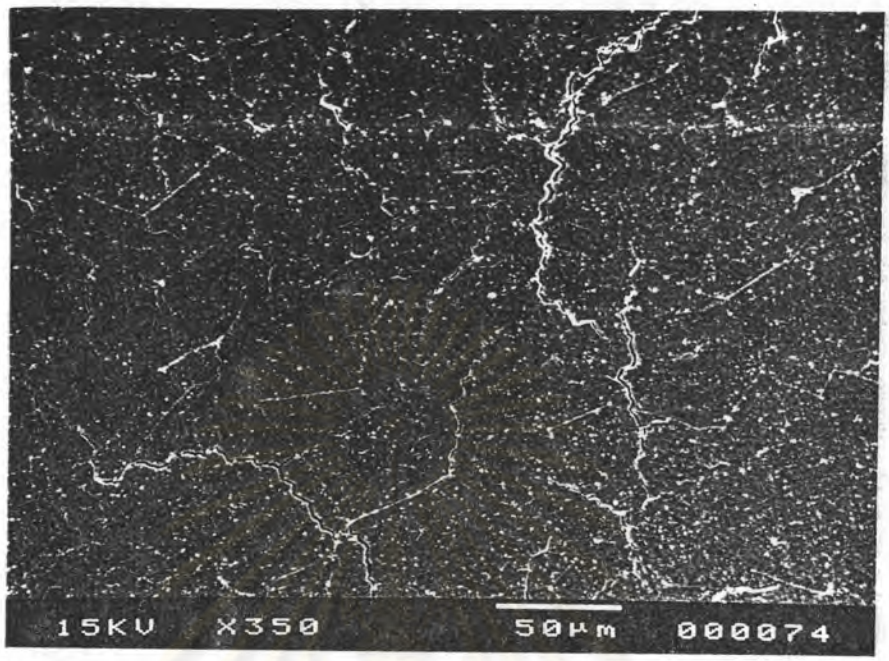


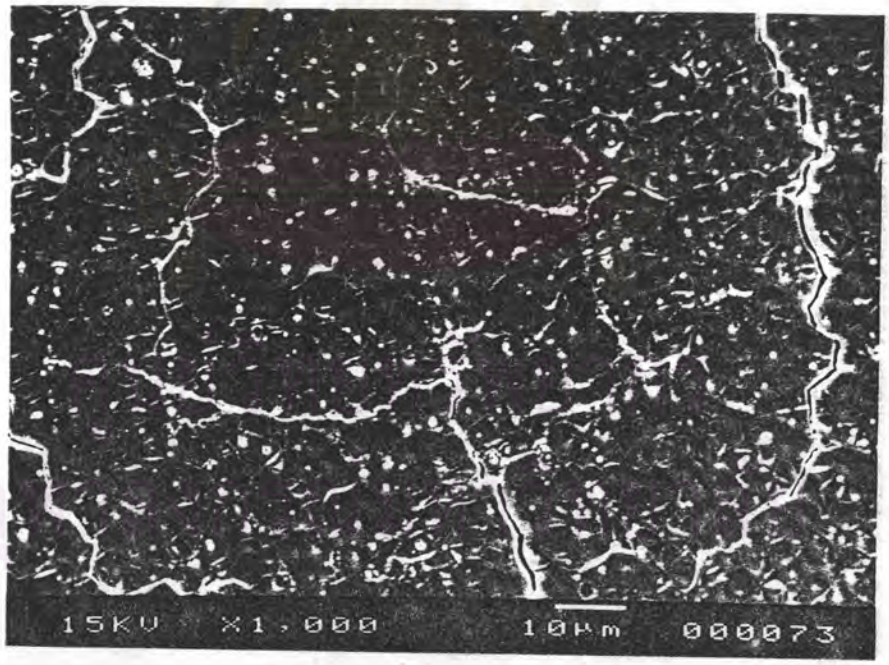
รูปที่ 27 ลักษณะภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวคอนางนวล
ปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือก ร้อยละ 4.99
ปริมาณโปรตีนในข้าวสาร ร้อยละ 5.90
ปริมาณต้นข้าว ร้อยละ 33.42



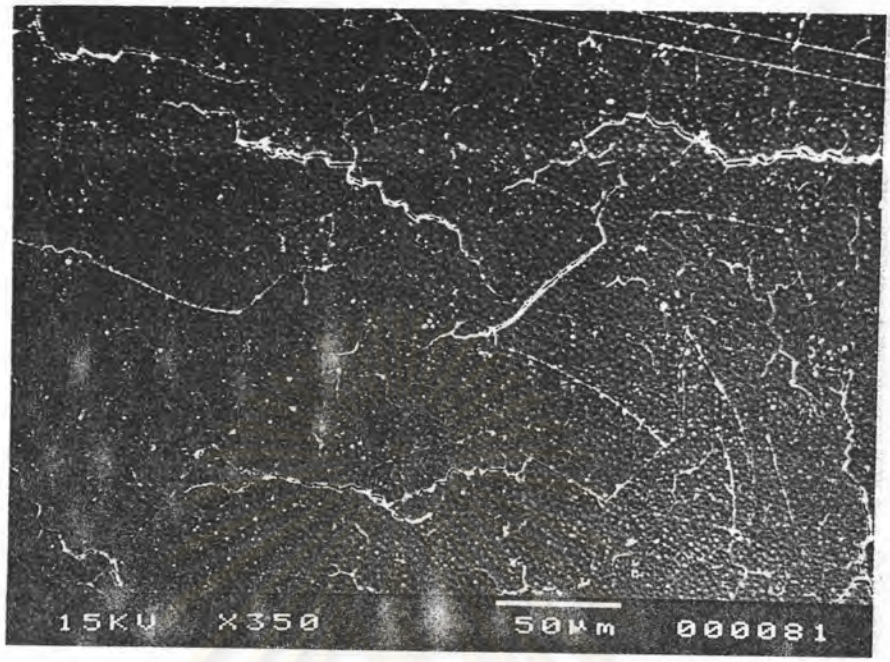


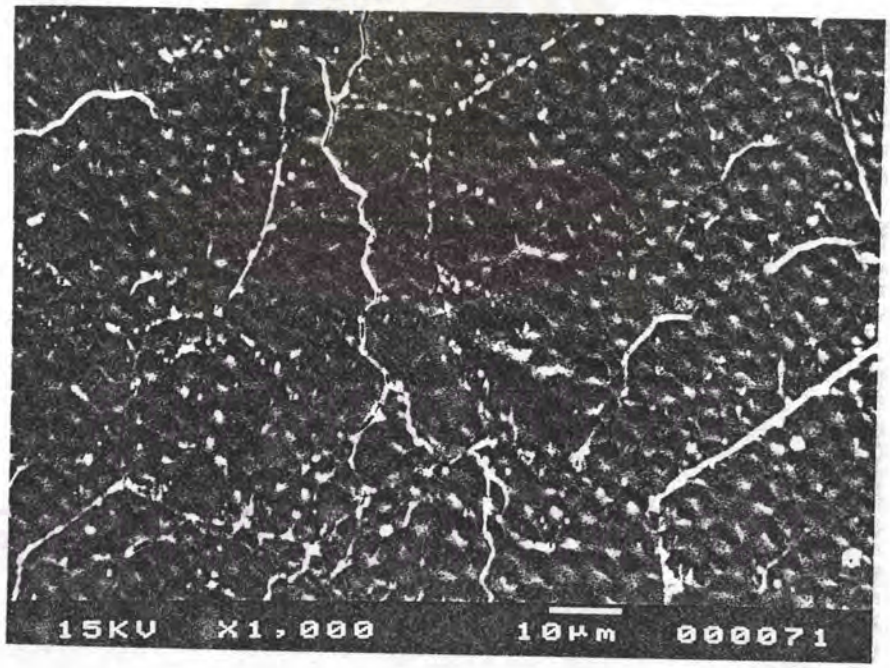
รูปที่ 28 ลักษณะภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวคอนางนวล
ปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือก ร้อยละ 5.51
ปริมาณโปรตีนในข้าวสาร ร้อยละ 7.49
ปริมาณต้นข้าว ร้อยละ 35.16





รูปที่ 29 ลักษณะภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวก.ข. 1
ปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือก ร้อยละ 4.15
ปริมาณโปรตีนในข้าวสาร ร้อยละ 6.62
ปริมาณต้นข้าว ร้อยละ 34.88





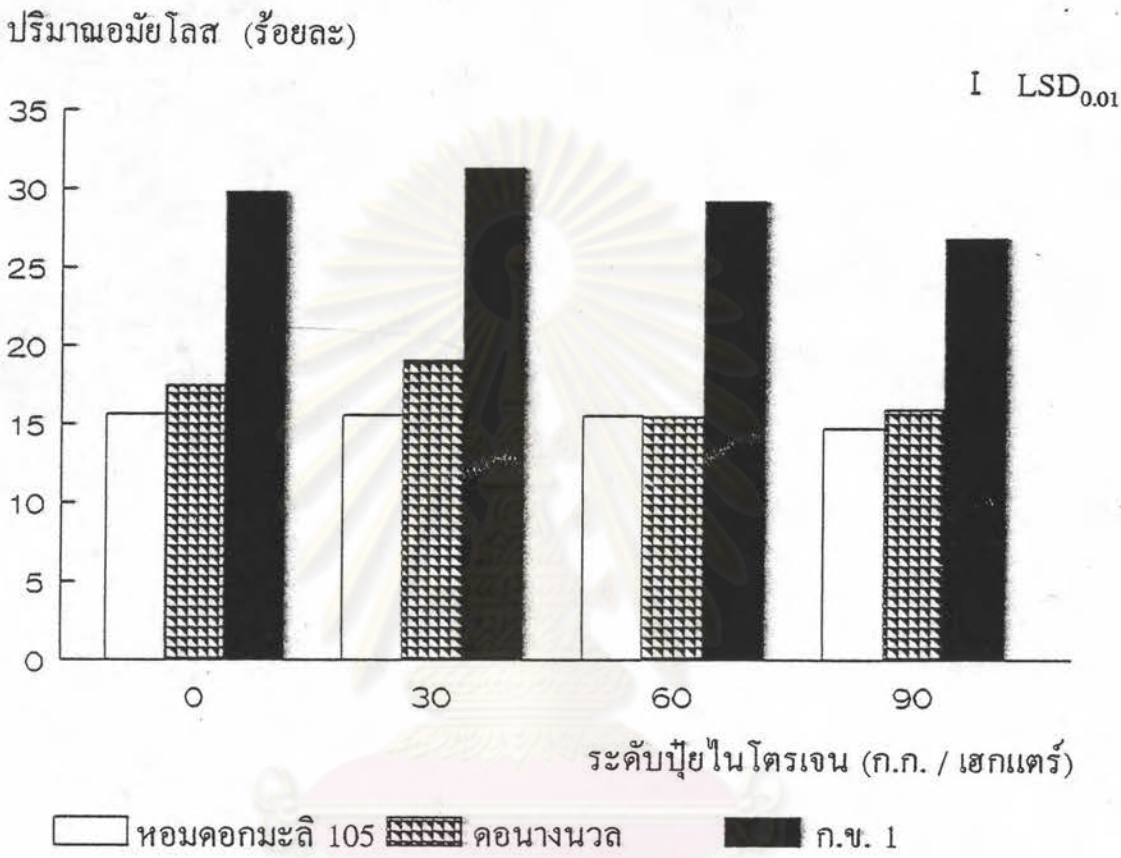
รูปที่ 30 ลักษณะภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวก.ข. 1
ปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือก ร้อยละ 5.64
ปริมาณโปรตีนในข้าวสาร ร้อยละ 7.56
ปริมาณต้นข้าว ร้อยละ 46.56

2.2.2.2 ปริมาณอมัยโลส งานวิจัยนี้นอกจากจะศึกษาปริมาณโปรตีนแล้วยังศึกษาปริมาณอมัยโลสในเมล็ดข้าวด้วย จากผลการทดลอง (ตารางที่ 11) พบว่าข้าวหอมดอกมะลิ 105 มีปริมาณอมัยโลสต่ำสุด คือร้อยละ 14.15±0.40 ถึง 16.49±0.74 ข้าวดอนางนวลมีปริมาณอมัยโลสปานกลางคือร้อยละ 14.34±0.47 ถึง 19.53±1.12 ซึ่งข้าวทั้ง 2 ชนิดนี้จัดเป็นข้าวประเภทอมัยโลสต่ำตามวิธีการแบ่งประเภทของข้าวโดย Juliano (1974) ส่วนข้าว ก.ข.1 จัดเป็นข้าวอมัยโลสสูงคือมีปริมาณอมัยโลสร้อยละ 26.75±1.42 ถึง 31.58±0.46

โดยทั่วไปปริมาณอมัยโลสในเมล็ดข้าวนอกจากจะแตกต่างกันตามชนิดของพันธุ์ข้าวแล้ว Resurreccion และคณะ (1987) ยังพบว่า สภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ฤดูกาลเพาะปลูก และสภาพของดิน ยังมีผลต่อปริมาณอมัยโลส จากตารางที่ 14 พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์ข้าวจะทำให้ปริมาณอมัยโลสในเมล็ดข้าวพันธุ์ต่าง ๆ แตกต่างกัน ($p<0.01$) กล่าวคือ จากรูปที่ 31 การเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ปริมาณอมัยโลสในเมล็ดข้าวดอนางนวลและ ก.ข. 1 ลดลง โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ -0.53 และ -0.57 ตามลำดับ (ตารางที่ 16 17 และ 18)ในขณะที่การเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจะไม่มีผลใด ๆ ต่อปริมาณอมัยโลสในข้าวหอมดอกมะลิ 105 และจากตารางที่ 16, 17 และ 18 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอมัยโลสกับปริมาณโปรตีน พบว่า ข้าวหอมดอกมะลิ 105 ปริมาณอมัยโลสจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกและข้าวสารโดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.40 และ 0.51 ตามลำดับ ส่วนข้าวดอนางนวล ปริมาณอมัยโลสจะไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกและข้าวสารในขณะที่ปริมาณอมัยโลสในข้าว ก.ข.1 จะมีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือกและข้าวสาร โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ -0.36 และ -0.43 ตามลำดับ ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจใช้ในการเปรียบเทียบปริมาณอมัยโลสหรือปริมาณโปรตีนในกรณีที่ทราบปริมาณชนิดใดชนิดหนึ่ง สำหรับงานวิจัยอื่น ๆ เช่น งานวิจัยของ บุญลักษณ์และคณะ (2517) และ Julianoและ คณะ (1964) พบว่า ปริมาณอมัยโลสในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณโปรตีน แต่อย่างไรก็ตาม นักวิจัยดังกล่าวไม่ได้ยืนยันผลการทดลอง เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอมัยโลสและปริมาณโปรตีนใน

เมล็ดข้าวค่อนข้างซับซ้อนและมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องมากมายไม่ว่าจะเป็นพันธุ์ข้าว ตลอดจนสภาพแวดล้อม ซึ่งจะต้องมีการศึกษากันต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 31 ปริมาณอมัยโลสในเมล็ดข้าว หอมดอกมะลิ 105 ดอนางนวล และ ก. ข. 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 นัยสำคัญทางสถิติของสมบัติทางชีวเคมีของเมล็ดข้าว 3 พันธุ์

source of variation	ปริมาณโปรตีนในข้าวเปลือก	ปริมาณโปรตีนในข้าวสาร	ปริมาณอมัยโลส
ระยะเวลาการระบายน้ำ	*	NS	*
ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน	**	**	**
ระยะเวลาการระบายน้ำ x ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน	NS	*	*
พันธุ์ข้าว	**	**	**
ระยะเวลาการระบายน้ำ x พันธุ์ข้าว	NS	NS	NS
ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน x พันธุ์ข้าว	*	**	**
ระยะเวลาการระบายน้ำ x ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน x พันธุ์ข้าว	NS	**	NS

NS : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* : แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** : แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.3 คุณภาพการหุง การศึกษาคุณภาพการหุงของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ โดยการวิเคราะห์กราฟที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 10 โดยใช้เครื่อง viscoamylograph ดังแสดงในรูปที่ 32, 33 และ 34 และจากตารางที่ 12 พบว่าค่าต่าง ๆ ที่ใช้พิจารณาคุณภาพการหุงมีดังนี้

2.2.3.1 pasting temperature ข้าวหอมดอกมะลิ 105 มี pasting temperature ต่ำที่สุด คือ 73.06±0.43 ถึง 77.00±1.96 °C ส่วนข้าวดอนางนวล และ ก.ข. 1 มี pasing temperature ปานกลางและสูงที่สุด ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 68.00±1.35 ถึง 78.94±0.83 °C และ 75.50±1.17 ถึง 84.00±1.08 °C ตามลำดับ

2.2.3.2 peak viscosity ข้าวดอนางนวลมีค่า peak viscosity ต่ำที่สุด คือ 570.00±90.55 ถึง 790.00±60.55 BU. ข้าว ก.ข. 1 มีค่า peak viscosity ปานกลาง คือ 755.00±66.58 ถึง 995.00±47.96 BU. ส่วนข้าวที่มีค่า peak viscosity สูงที่สุด คือข้าวหอมดอกมะลิ 105 โดยมีค่าเท่ากับ 875.00+23.80 ถึง 1090.00+48.30 BU.

2.2.3.3 breakdown ข้าวก.ข. 1 มีค่า breakdown ต่ำที่สุด คือ 62.50±26.30 ถึง 110.00±96.26 BU. ข้าวดอนางนวลมีค่า breakdown ปานกลางคือ 65.00±15.00 ถึง 120.00±17.15 BU. และข้าวหอมดอกมะลิ 105 มีค่า breakdown สูงที่สุดคือ 326.50±28.72 ถึง 490.00±28.28 BU.

2.2.3.4 setback ข้าวหอมดอกมะลิ 105 มีค่า setback ต่ำที่สุด คือ 140.00±18.26 ถึง 230.00±8.16 ข้าวดอนางนวลมีค่า setback ปานกลาง คือ 210.00±62.72 ถึง 330.00±84.85 BU. และข้าวก.ข. 1 มีค่า setback สูงที่สุด คือ 310.00±40.00 ถึง 370.00±46.90 BU.

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางที่ 15) พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการระบายน้ำ ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน และพันธุ์ข้าวจะทำให้ค่า pasting temperature และค่า peak viscosity ของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ แตกต่างกัน ($p<0.01$ และ <0.05 ตามลำดับ) ในขณะที่อิทธิพลของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ค่า breakdown และ setback แตกต่างกัน ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ดังตารางที่ 16, 17 และ 18 พบว่า ค่า pasting temperature peak viscosity breakdown และ setback จะไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน

แสดงว่าสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการเพาะปลูกเช่นระยะเวลาการระบายน้ำและปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน จะมีผลทางอ้อมต่อคุณภาพการหุง

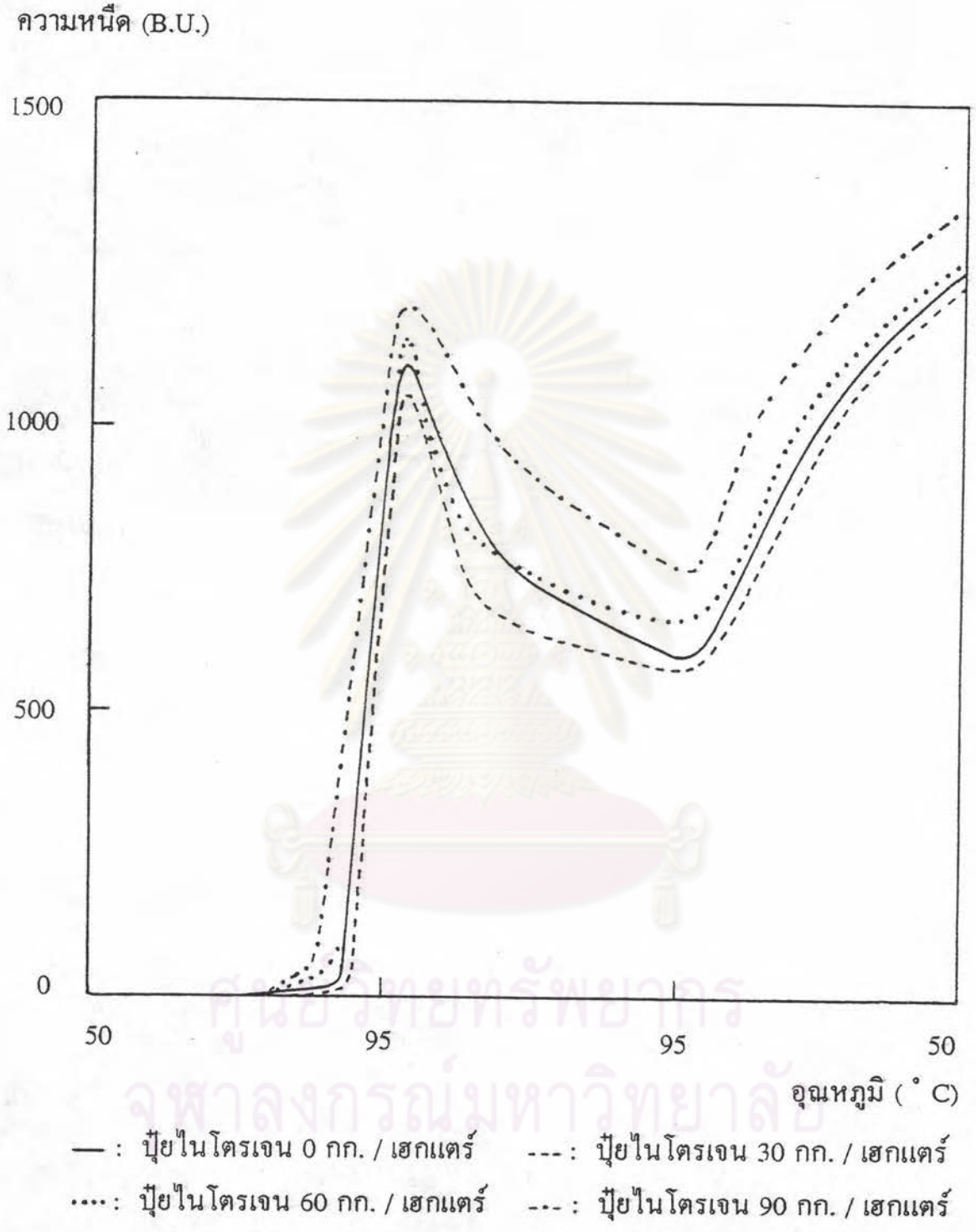
จากตารางที่ 16, 17 และ 18 พบว่า pasting temperature และค่า breakdownจะมีความสัมพันธ์ทางบวก และทางลบกับปริมาณอมัยโลสตามลำดับ ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากสมบัติของเม็ดแป้งกล่าวคือ จากการศึกษาลักษณะการพองตัวของเม็ดแป้งจากธัญพืชชนิดต่าง ๆ โดย Tester และ Morrison (1990) พบว่า อมัยโลสจะเป็นองค์ประกอบที่พบมาก บริเวณ crystalline region ของเม็ดแป้ง แสดงว่า อมัยโลสเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของเม็ดแป้ง ดังนั้น เม็ดแป้งที่มีปริมาณอมัยโลสสูง จึงต้องใช้อุณหภูมิสูง เพื่อทำให้เม็ดแป้งพองตัว นอกจากนี้การที่เม็ดแป้งมีความแข็งแรงมากจะทำให้เสถียรภาพของเม็ดแป้งขณะพองตัวสูง breakdown จึงมีค่าน้อย ดังนั้นจากผลการทดลองจึงพบว่า ข้าวก.ข.1 ซึ่งมีปริมาณอมัยโลสสูงที่สุด คือร้อยละ 26.75±1.42 ถึง 31.58±0.46 จึงมีค่า pasting temperature สูงที่สุดและมีค่า breakdown ต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างค่า setback กับปริมาณอมัยโลสจะไม่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของเม็ดแป้งเนื่องจากปริมาณอมัยโลสเหมือนกับค่า pasting temperature และค่า breakdown กล่าวคือ Juliano (1965) พบว่า setback เกิดขึ้นเนื่องจากการจับตัวกันเองของโมเลกุลอมัยโลส ขณะที่ลดอุณหภูมิของน้ำแป้งลง ดังนั้น เม็ดแป้งที่มีอมัยโลสสูง โอกาสที่อมัยโลสจะจับตัวกันจึงมีมากซึ่ง สอดคล้องกับผลการทดลองโดยที่ข้าว ก.ข. 1 ซึ่งมีปริมาณอมัยโลสสูงสุดจะมีค่า setback สูงสุดเช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาค่า peak viscosity พบว่ามีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณโปรตีนในข้าวสาร (ตารางที่ 16, 17 และ 18) ซึ่ง Bechtel และ Pomerang (1978) พบว่าโปรตีนจะขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้ง จากการศึกษาลักษณะของเม็ดแป้งและโปรตีนในเมล็ดข้าวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลกตรอนแบบส่องกราด ดังแสดงในรูปที่ 35 พบว่า ลักษณะการขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้งดังกล่าวเกิดจากการที่โปรตีนจะหุ้มอยู่รอบ ๆ เม็ดแป้ง ทำให้การซึมผ่านของน้ำเข้าสู่เม็ดแป้งลดน้อยลง นอกจากนี้โปรตีนยังจำกัดขนาดเม็ดแป้งที่จะสามารถพองตัวได้ ดังนั้นเมล็ดข้าวที่มีโปรตีนต่ำจึงมีค่า peak viscosity สูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองกล่าวคือ ข้าวหอมดอกมะลิ

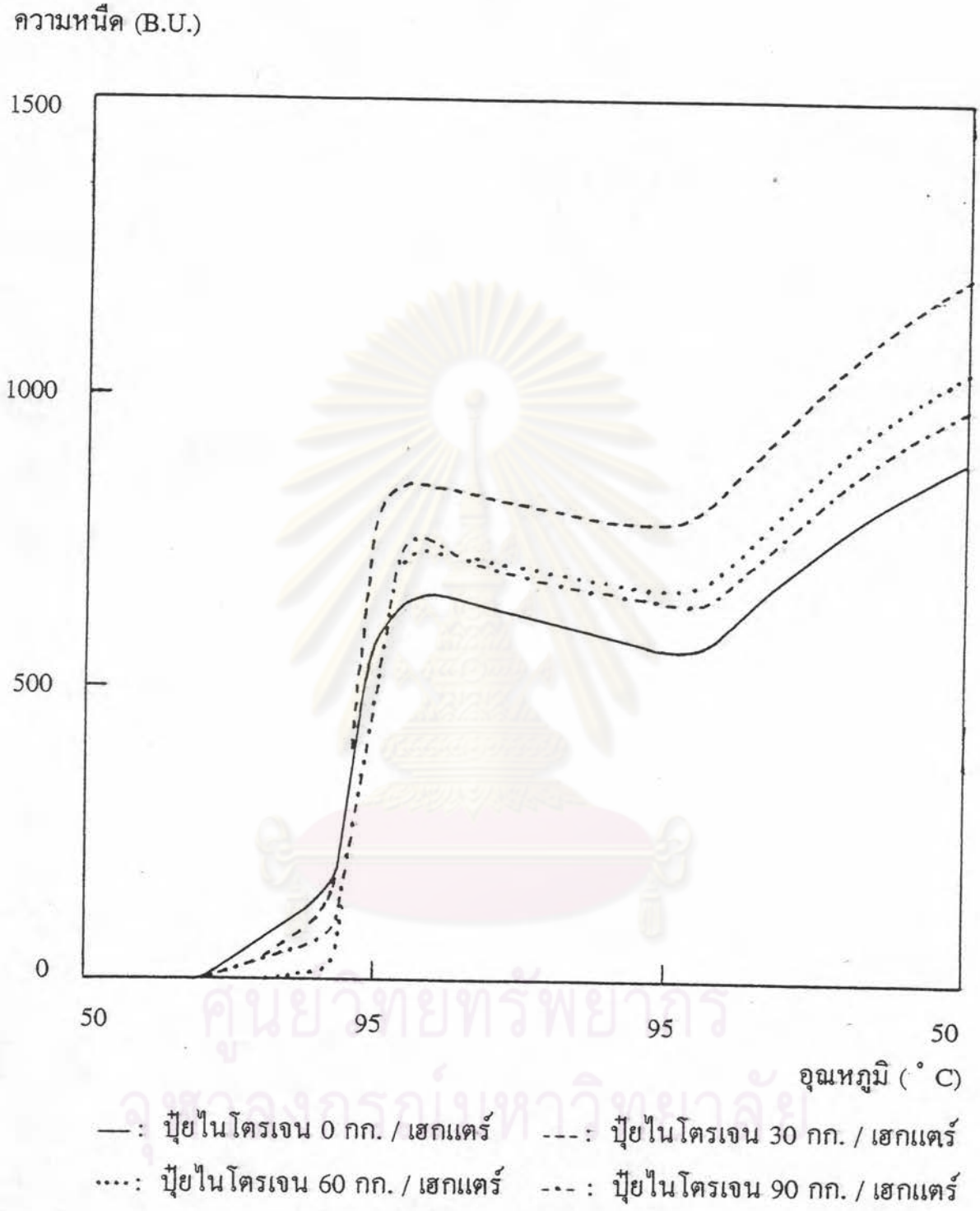
ซึ่งมีปริมาณโปรตีนในข้าวสารต่ำที่สุด คือร้อยละ 5.63±0.41 ถึง 6.69±0.34 จะมีค่า peak viscosity สูงที่สุด

จากรูปที่ 32, 33 และ 34 เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ จะพบว่า ข้าวหอมดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวที่มี pasting temperature ต่ำที่สุดจะใช้ระยะเวลาการหุงสั้นที่สุดเนื่องจากเมล็ดข้าวพองตัวได้ง่าย นอกจากนี้เมล็ดข้าวที่หุงสุกแล้วยังมีการพองตัวมากกว่าข้าวดอนางนวลและ ก.ข.1 เนื่องจากมีค่า peak viscosity สูงที่สุด และหลังจากทิ้งข้างสุกไว้ให้เย็น จะพบว่า ข้าวหอมดอกมะลิ 105 จะยังคงมีความนุ่มเหนียวมากกว่าข้าวอีก 2 พันธุ์ เนื่องจากมีค่า setback ต่ำที่สุด ส่วนการเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนถึงแม้จะไม่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพการหุง แต่ก็จะทำให้เมล็ดข้าวทั้ง 3 พันธุ์หุงสุกง่ายขึ้น เมล็ดข้าวที่หุงสุกแล้วจะมีการพองตัวลดลงในขณะที่ความนุ่มเหนียวของเมล็ดข้าวหลังจากทิ้งไว้ให้เย็นจะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพการหุงของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภคในแต่ละท้องถิ่นได้

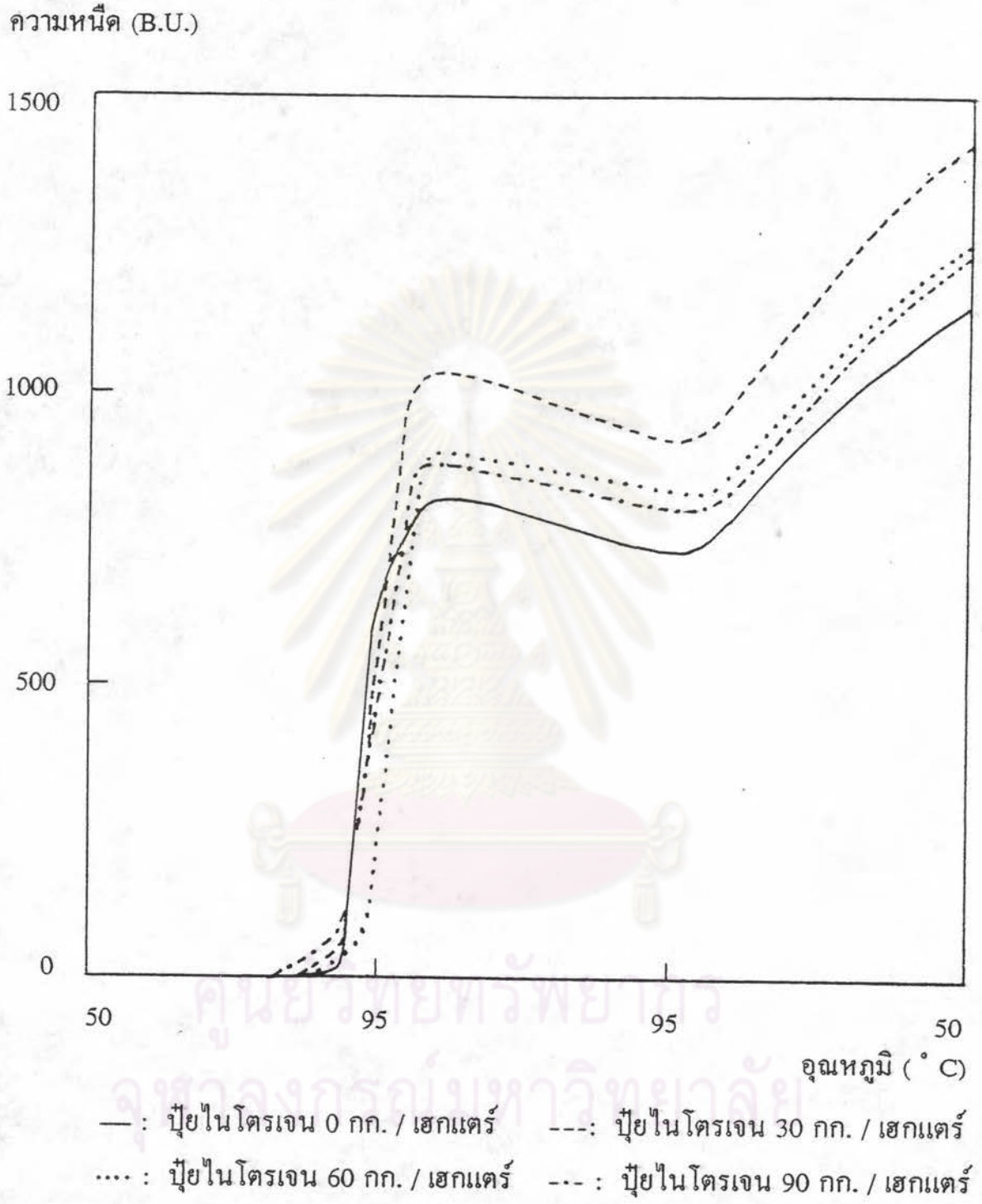
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



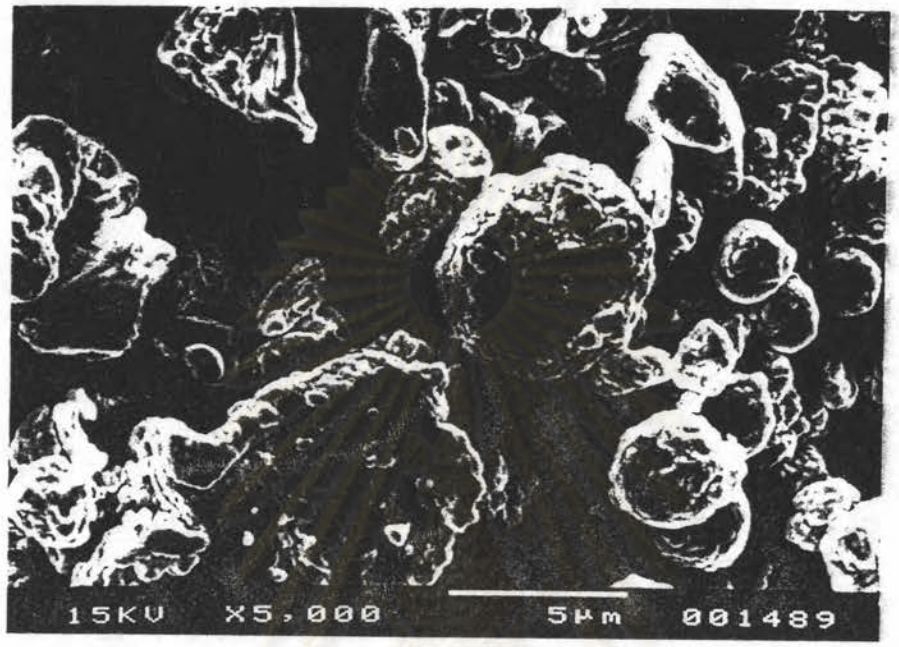
รูปที่ 32 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งข้าวหอมดอกมะลิ 105



รูปที่ 33 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งข้าวดอนางนวล



รูปที่ 34 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งข้าว ก.ข. 1



รูปที่ 35 ลักษณะของเม็ดแป้งและโปรตีนในเมล็ดข้าว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 นัยสำคัญทางสถิติของคุณภาพการหุงของเมล็ดข้าว 3 พันธุ์

source of variation	pasting temperature	peak viscosity	breakdown	setback
ระยะเวลาการระบายน้ำ	**	NS	NS	NS
ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน	**	**	*	*
ระยะเวลาการระบายน้ำ x ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน	NS	**	NS	NS
พันธุ์ข้าว	**	**	**	**
ระยะเวลาการระบายน้ำ x พันธุ์ข้าว	**	**	NS	NS
ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน x พันธุ์ข้าว	**	**	NS	NS
ระยะเวลาการระบายน้ำ x ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน x พันธุ์ข้าว	**	*	NS	NS

NS : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* : แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** : แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรและผลการทดลองของข้าวหอมดอกมะลิ 105 (n= 32)

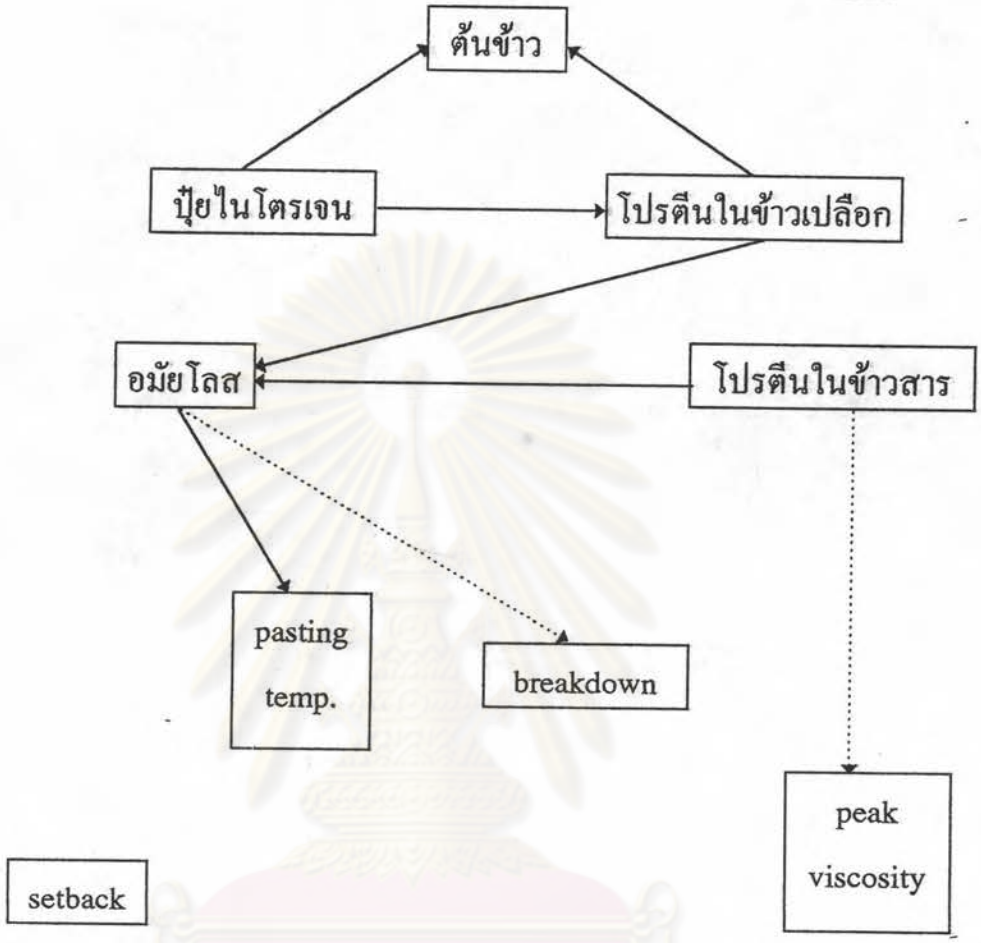
	ปุ๋ยไนโตรเจน	แกลบ	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร	ต้นข้าว	ข้าวหัก	
ปุ๋ยไนโตรเจน	1.00						
แกลบ	NS	1.00					
ข้าวกล้อง	NS	-1.00**	1.00				
ข้าวสาร	0.54**	NS	NS	1.00			
ต้นข้าว	0.90**	NS	NS	0.66**	1.00		
ข้าวหัก	-0.86**	NS	NS	-0.47**	-0.92**	1.00	
โปรตีนในข้าวเปลือก	0.64**	NS	NS	0.35**	0.57**	-0.60**	
โปรตีนในข้าวสาร	NS	-0.47**	0.47**	NS	NS	NS	
อมัยโลส	NS	-0.57**	0.57**	NS	NS	NS	
pasting temp.	NS	NS	NS	0.40	NS	NS	
peak viscosity	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
breakdown	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
setback	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
	โปรตีนในข้าวเปลือก	โปรตีนในข้าวสาร	อมัยโลส	pasting temp.	peak viscosity	breakdown	setback
โปรตีนในข้าวเปลือก	1.00						
โปรตีนในข้าวสาร	NS	1.00					
อมัยโลส	0.40**	0.51**	1.00				
pasting temp.	NS	NS	0.46**	1.00			
peak viscosity	NS	-0.45**	NS	NS	1.00		
breakdown	NS	NS	-0.48**	NS	0.52**	1.00	
setback	NS	NS	NS	NS	0.81**	0.77**	1.00

NS : ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

* : สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** : สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยไนโตรเจน คุณภาพการสี สมบัติทางชีวเคมีและคุณภาพการหุง ของข้าวหอมดอกมะลิ 105

——— : ความสัมพันธ์ทางบวก

..... : ความสัมพันธ์ทางลบ

ตารางที่ 17 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรและผลการทดลองของข้าวคอนางนวล (n=32)

	ปุ๋ยไนโตรเจน	แกลบ	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร	ต้นข้าว	ข้าวหัก	
ปุ๋ยไนโตรเจน	1.00						
แกลบ	NS	1.00					
ข้าวกล้อง	NS	-1.00	1.00				
ข้าวสาร	NS	NS	NS	1.00			
ต้นข้าว	0.48**	NS	NS	0.36*	1.00		
ข้าวหัก	-0.36*	NS	NS	NS	-0.71**	1.00	
โปรตีนในข้าวเปลือก	0.53**	NS	NS	NS	0.42*	NS	
โปรตีนในข้าวสาร	0.58**	NS	NS	NS	NS	NS	
อมัยโลส	-0.53**	NS	NS	NS	NS	NS	
pasting temp.	-0.55**	NS	NS	NS	NS	NS	
peak viscosity	NS	NS	NS	0.55**	0.58**	NS	
breakdown	NS	NS	NS	0.43*	0.35*	NS	
setback	NS	NS	NS	0.49**	0.40*	NS	

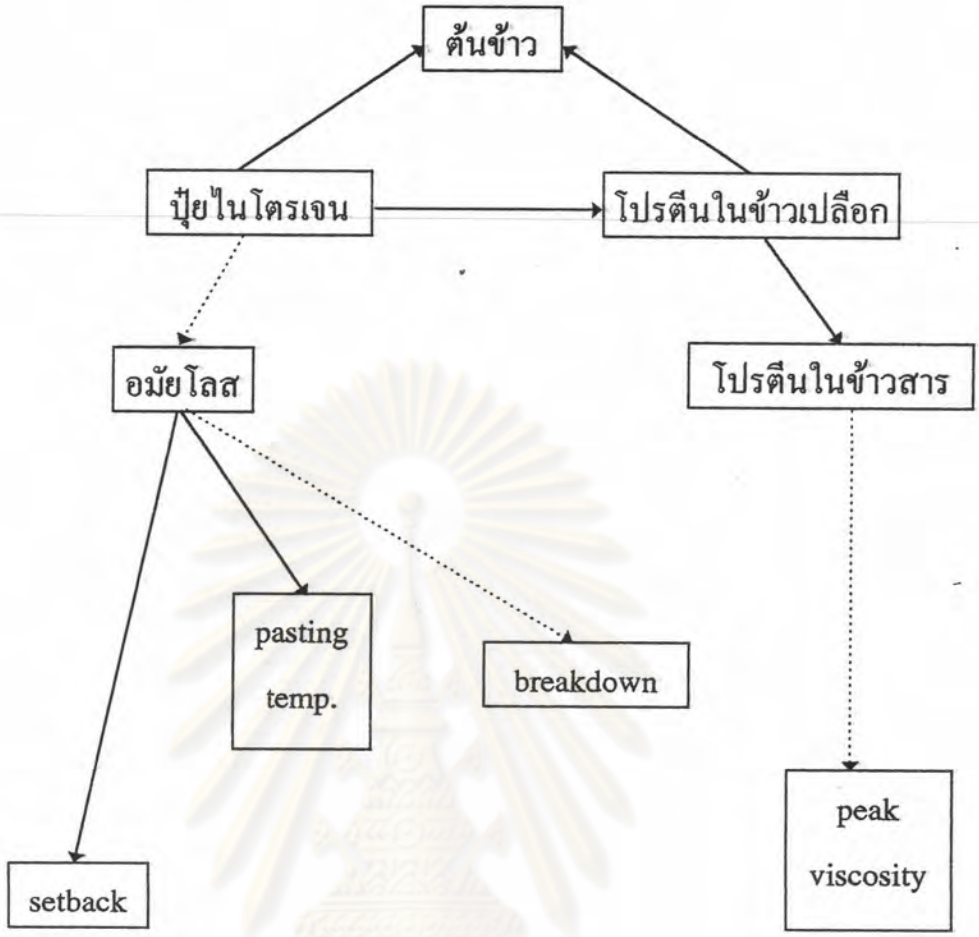
	โปรตีนในข้าวเปลือก	โปรตีนในข้าวสาร	อมัยโลส	pasting temp.	peak viscosity	breakdown	setback
โปรตีนในข้าวเปลือก	1.00						
โปรตีนในข้าวสาร	0.44*	1.00					
อมัยโลส	NS	NS	1.00				
pasting temp.	NS	NS	0.38*	1.00			
peak viscosity	NS	-0.39*	NS	NS	1.00		
breakdown	NS	NS	-0.41*	NS	0.75**	1.00	
setback	NS	NS	0.37*	NS	0.87**	0.84**	1.00

NS : ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

* : สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** : สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยไนโตรเจน คุณภาพการสี สมบัติทางชีวเคมีและคุณภาพการหุงของ ข้าวดอนางนวล

——— : ความสัมพันธ์ทางบวก

..... : ความสัมพันธ์ทางลบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรและผลการทดลองของข้าว ก.ข.1 (n=32)

	ปุ๋ยไนโตรเจน	แกลบ	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร	ต้นข้าว	ข้าวหัก	
ปุ๋ยไนโตรเจน	1.00						
แกลบ	NS	1.00					
ข้าวกล้อง	NS	-1.00**	1.00				
ข้าวสาร	NS	NS	NS	1.00			
ต้นข้าว	0.78**	NS	NS	0.47**	1.00		
ข้าวหัก	-0.73**	NS	NS	NS	-0.93**	1.00	
โปรตีนในข้าวเปลือก	0.61**	NS	NS	NS	0.50**	-0.55**	
โปรตีนในข้าวสาร	0.61**	NS	NS	NS	0.37*	-0.38*	
อมัยโลส	-0.57**	NS	NS	NS	NS	NS	
pasting temp.	-0.62**	NS	NS	NS	0.36*	NS	
peak viscosity	NS	NS	NS	0.50**	NS	NS	
breakdown	NS	NS	NS	0.52**	NS	NS	
setback	NS	NS	NS	0.54**	NS	NS	

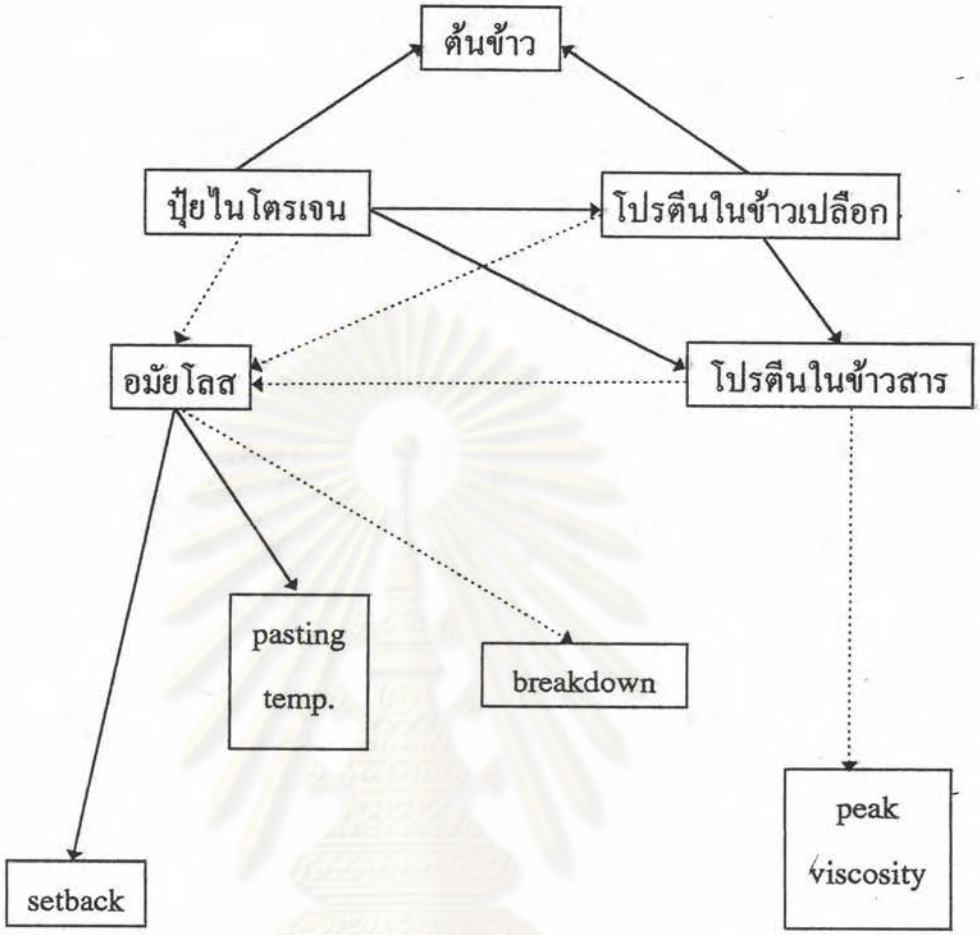
	โปรตีนในข้าวเปลือก	โปรตีนในข้าวสาร	อมัยโลส	pasting temp.	peak viscosity	breakdown	setback
โปรตีนในข้าวเปลือก	1.00						
โปรตีนในข้าวสาร	0.47**	1.00					
อมัยโลส	-0.36*	-0.43*	1.00				
pasting temp.	NS	NS	0.69*	1.00			
peak viscosity	NS	-0.78**	NS	NS	1.00		
breakdown	NS	NS	-0.61**	NS	0.88**	1.00	
setback	NS	NS	0.52**	NS	0.79**	0.91**	1.00

NS : ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

* : สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** : สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยไนโตรเจน คุณภาพการสี สมบัติทางชีวเคมีและคุณภาพการหุงของ ข้าวก.ข. 1

——— : ความสัมพันธ์ทางบวก

..... : ความสัมพันธ์ทางลบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย