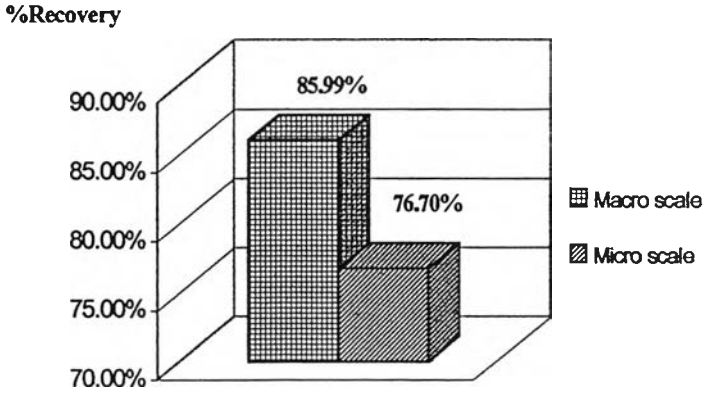
บทที่ 4
ผลการทดลอง

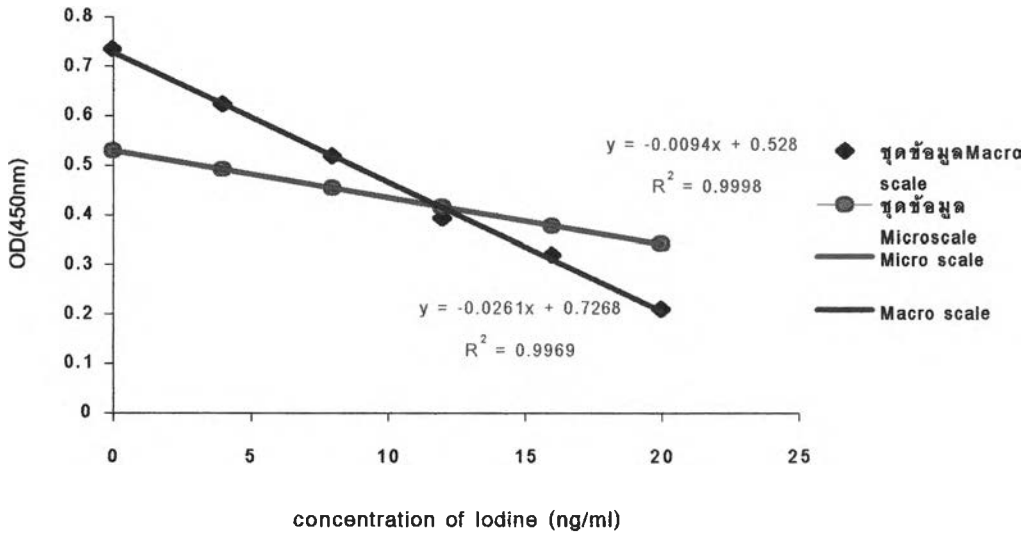
<u>ส่วนที่ 1</u> การวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน

4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนแบบ Macro scale เทียบกับ Micro scale

การวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในนมผงที่ทราบปริมาณไอโอดีนที่แน่นอน (Standard Reference Material 1549) แบบ Macro scale เทียบกับ Micro scale (รูปที่ 3.1) พบว่า การวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนแบบ Macro scale มีเปอร์เซ็นต์ Recovery เท่ากับ 85.99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนแบบ Micro scale มีเปอร์เซ็นต์ Recovery เท่ากับ 76.70 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังรูปที่ 4.1 และกราฟมาตรฐานการวิเคราะห์ทั้ง 2 แบบ แสดงดังรูปที่ 4.2 และ ตารางที่ 4.1



<u>รูปที่ 4.1</u> เปอร์เซ็นต์ Recovery ของการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนแบบ Macro scale เทียบกับ Micro scale



รูปที่ 4.2 กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนแบบ Macro scale เทียบกับ Micro scale

ตารางที่ 4.1 ค่าการดูดกลืนแสง (OD) ของสารละลาย KI ที่ความเข้มข้นต่างๆสำหรับสร้างกราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนแบบ Macro scale และ Micro scale

ความเข้มข้นสารละลาย KI (ng/ml)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 nm แบบ Macro scale (Mean±SD)	ความเข้มข้นสารละลาย KI (ng/ml)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 nm แบบ Micro scale (Mean±SD)
0	0.734±0.00	0	0.529±0.01
4	0.622±0.01	5	0.483±0.00
8	0.517±0.03	10	0.433±0.01
12	0.393±0.02	15	0.384±0.01
16	0.319±0.02	20	0.341±0.02
20	0.210±0.06		

จากกราฟรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนแบบ Macro scale มีความชันมากกว่า กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนแบบ Micro scale ซึ่งบงชี้ว่า การวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนแบบ Macro scale มีความไว (sensitivity) ต่อการวิเคราะห์สูง ดังนั้น ในการทดลองหาความถูกต้องและความแม่นยำของการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนขั้นต่อไป จึงใช้การวิเคราะห์ไอโอดีนแบบ Macro scale

4.2 ผลการทดลองหาความถูกต้องและความแม่นยำในการวิเคราะห์ไอโอดีนแบบ Macro scale

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนแบบ Macro scale ในสารละลาย KIO_3 และ นม Alacta-NF (ANF) ที่ทราบปริมาณไอโอดีนที่แน่นอน ตัวอย่างละ 10 และ 20 ซ้ำตามลำดับ ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ความถูกต้องและความแม่นยำของการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน*แบบ Macro scale ในสารละลาย KIO_3 ที่มีปริมาณไอโอดีน 40 ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

ปริมาณไอโอดีน (μg /100 ml)	ความถูกต้อง (%)	ปริมาณไอโอดีน (μg /100ml) Mean ± SD	%CV	ความถูกต้อง (%) Mean ± SD
38.05	95.13	37.06 ± 1.60	4.32	92.65 ±4.01
36.18	90.45			
40.02	100.05			
35.82	89.55			
38.36	95.90			
35.42	88.55			
38.71	96.78			
35.39	88.48			
36.11	90.28			
36.55	91.38			

*ทำการวิเคราะห์ไอโอดีนจำนวน 10 ครั้ง

ตารางที่ 4.3 ความถูกต้องและความแม่นยำของการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน*แบบ Macro scale ในน้ำนม ANF ที่มีปริมาณไอโอดีน 11.67 ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

ปริมาณไอโอดีน (µg /100 ml)	ความถูกต้อง (%)	ปริมาณไอโอดีน (µg /100 ml) Mean ± SD	%CV	ความถูกต้อง (%) Mean ± SD
10.69	91.60	11.05 ± 0.63	5.70	94.69 ± 5.62
11.00	94.26			
11.46	98.20			
11.92	102.14			
10.69	91.60			
11.77	100.86			
11.62	99.57			
10.23	87.66			
10.08	86.38			
11.56	99.06			
10.91	93.49			
10.59	90.75			
10.43	89.37			
10.27	88.00			
11.86	101.63			
11.71	100.34			
10.73	91.95			
11.89	101.89			
11.27	96.57			
10.34	88.60			

*ทำการวิเคราะห์ไอโอดีนจำนวน 20 ครั้ง

จากตารางที่ 4.2 และ 4.3 พบว่า การวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในสารละลาย KIO_3 มีความถูกต้อง 92.65 เปอร์เซ็นต์ และความแม่นยำ 4.32 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในนม ANF มีความถูกต้อง 94.69 เปอร์เซ็นต์ และความแม่นยำ 5.70 เปอร์เซ็นต์

4.3 ผลการทดลองหา%Recovery ของการวิเคราะห์ไอโอดีนแบบ Macro scale

จากการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนทั้งหมดในน้ำนม ANF ซึ่งเติมสารละลาย KIO_3ที่มีความเข้มข้นของไอโอดีน 40 ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร จำนวน 1 มิลลิลิตร ดังนั้นปริมาณไอโอดีนทั้งหมดจะเท่ากับ 11.67 + 40 = 51.67 ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อทำการวิเคราะห์ 10 ซ้ำ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 %Recovery ของการวิเคราะห์ไอโอดีน*แบบ Macro scale

ปริมาณไอโอดีน (µg /100 ml)	ความถูกต้อง (%)	ปริมาณไอโอดีน (µg /100 ml) Mean ± SD	CV (%)	Recovery (%)	ความถูกต้อง (%) Mean ± SD
44.05	85.25	45.23±3.12	6.90	83.90	87.53±5.185
43.78	84.73				
44.66	86.43				
40.05	77.51				
48.14	93.17				
48.57	94.00				
48.86	94.56				
44.71	86.53				
44.99	87.07				
44.48	86.08				

*ทำการวิเคราะห์ไอโอดีนจำนวน 10 ครั้ง

จากตารางที่ 4.4 พบว่า การวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในน้ำนมที่เติมสารละลาย KIO_3 มี Recovery คิดเป็นร้อยละ 83.90 และมีความถูกต้องและความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 87.53 และ 6.90 ตามลำดับ

ส่วนที่ 2 ศึกษาความเป็นไปได้ของการจัดการเสริมจุลธาตุในระดับแปลงเพาะปลูก

4.4 ผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่อปริมาณไนโตรเจน โปรตีน และไอโอดีน ของข้าวกล้อง 2 พันธุ์

เนื่องจากในการทดลองมีการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของตัวอย่างข้าวทุกการทดลองก่อนทำการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน โปรตีน และไอโอดีนทุกครั้ง ดังนั้นปริมาณไนโตรเจน โปรตีน และไอโอดีนของข้าวจะแสดงผลเป็นหน่วยของร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง (dry weight basis) และในการทดลองนี้จะแสดงค่าความชื้นเฉพาะความชื้นของเมล็ดข้าวในครั้งแรกเท่านั้น โดยปริมาณความชื้นของข้าวกล้องและข้าวสารพันธุ์คลองหลวง 1 และพันธุ์แพร่ 1 แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ร้อยละความชื้นของข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 และพันธุ์แพร่ 1

	ร้อยละความชื้น**			
	ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1		ข้าวพันธุ์แพร่ 1	
Treatment*	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร
N_1T_1	9.48	9.85	10.40	13.97
N_1T_2	9.34	10.25	9.08	13.74
N_1T_3	9.21	9.28	9.61	13.59
N_2T_1	10.04	10.32	9.74	13.86
N_2T_2	9.80	10.00	9.56	13.89
N_2T_3	9.59	9.63	9.20	13.98
N_3T_1	9.53	10.34	9.23	13.83
N_3T_2	9.78	10.63	9.38	13.62
N_3T_3	9.58	10.97	9.39	13.70

*N_1 = อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 0 กิโลกรัมต่อไร่, N_2 = อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 16 กิโลกรัมต่อไร่, N_3 = อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 32 กิโลกรัมต่อไร่, T_1 = ไม่ได้รับการฉีดพ่นโปตัสเซียมไอโอไดด์, T_2 = ได้รับการฉีดพ่นโปตัสเซียมไอโอไดด์เมื่อข้าวเข้าสู่ระยะแตกหน่อจนถึงก่อนระยะผสมเกสร, T_3 = ได้รับการฉีดพ่นโปตัสเซียมไอโอไดด์เมื่อข้าวเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อรวงถึงก่อนระยะผสมเกสร

** ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ความชื้นของตัวอย่างข้าวในแต่ละ treatment จำนวน 3 ซ้ำ

และจากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน และโปรตีน ด้วย Kjeldahl method และวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน ดังรูปที่ 3.1 แบบ Macro scale ในตัวอย่างข้าวกล้อง 2 พันธุ์ ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน พบว่าข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีปริมาณไนโตรเจน โปรตีน และไอโอดีน แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปริมาณไนโตรเจน โปรตีน และไอโอดีน (dry weight basis) ในตัวอย่างข้าวกล้อง 2 พันธุ์ ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน

Treatment*	ปริมาณไนโตรเจน**		ปริมาณโปรตีน**		ปริมาณไอโอดีน***	
	Mean ± SD		Mean ± SD		Mean ± SD	
	คลองหลวง 1	แพร่ 1	คลองหลวง 1	แพร่ 1	คลองหลวง 1	แพร่ 1
N_1T_1	1.46 ± 0.07	1.32 ± 0.07	9.12 ± 0.44	8.25 ± 0.43	5.69 ± 0.14	5.02 ± 0.22
N_1T_2	1.40 ± 0.19	1.38 ± 0.16	8.76 ± 1.20	8.62 ± 0.98	7.24 ± 1.03	6.33 ± 0.45
N_1T_3	1.53 ± 0.21	1.34 ± 0.11	9.56 ± 1.30	8.39 ± 0.67	7.79 ± 2.75	5.67 ± 0.74
N_2T_1	1.48 ± 0.09	1.43 ± 0.07	9.27 ± 0.44	8.91 ± 0.22	4.83 ± 0.51	4.23 ± 0.63
N_2T_2	1.64 ± 0.09	1.48 ± 0.04	10.22 ± 0.58	9.27 ± 0.25	9.21 ± 0.48	5.78 ± 0.58
N_2T_3	1.62 ± 0.10	1.49 ± 0.06	10.14 ± 0.63	9.34 ± 0.38	8.06 ± 2.45	5.15 ± 0.25
N_3T_1	1.53 ± 0.14	1.66 ± 0.09	9.56 ± 0.88	10.36 ± 0.55	5.49 ± 0.41	4.05 ± 0.47
N_3T_2	1.67 ± 0.07	1.57 ± 0.00	10.44 ± 0.43	9.792 ± 0.01	8.29 ± 2.09	6.53 ± 1.00
N_3T_3	1.53 ± 0.14	1.66 ± 0.09	10.29 ± 0.50	10.44 ± 0.45	7.85 ± 0.92	5.43 ± 0.40

* N_1 = อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 0 กิโลกรัมต่อไร่, N_2 = อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 16 กิโลกรัมต่อไร่, N_3 = อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 32 กิโลกรัมต่อไร่, T_1 = ไม่ได้รับการฉีดพ่นโปตัสเซียมไอโอไดด์, T_2 = ได้รับการฉีดพ่นโปตัสเซียมไอโอไดด์เมื่อข้าวเข้าสู่ระยะแตกหน่อจนถึงก่อนระยะผสมเกสร, T_3 = ได้รับการฉีดพ่นโปตัสเซียมไอโอไดด์เมื่อข้าวเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อรวงถึงก่อนระยะผสมเกสร

** ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวในแต่ละ treatment จำนวน 3 ซ้ำ และมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อข้าวกล้องแห้ง 100 กรัม

*** ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวในแต่ละ treatment จำนวน 3 ซ้ำ และมีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อข้าวกล้องแห้ง 100 กรัม

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 4.6 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าเฉลี่ยด้านปริมาณไนโตรเจน โปรตีน และไอโอดีน ระหว่างพันธุ์ข้าวที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.7, 4.8 และ4.9

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้านปริมาณไนโตรเจนของข้าวกล้อง 2 พันธุ์ ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน

Source	DF	MS	P
Rep (A)	2	0.00852	0.5230
Varity (B)	1	0.11831	0.0707
Nitrogen (C)	2	0.15720	0.0434*
B*C	2	0.00606	0.8357
Iodine (D)	2	0.05321	0.0354*
B*D	2	0.000005	0.9961
C*D	4	0.00869	0.6464
B*C*D	4	0.01067	0.5539
A*B*C*D	24	0.01381	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้านปริมาณโปรตีนของข้าวกล้อง 2 พันธุ์ ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน

Source	DF	MS	P
Rep (A)	2	0.72714	0.1504
Varity (B)	1	2.29624	0.0518
Nitrogen (C)	2	7.40630	0.0044*
B*C	2	0.98872	0.2720
Iodine (D)	2	0.76654	0.1134
B*D	2	0.25171	0.4680
C*D	4	0.16117	0.7347
B*C*D	4	0.49688	0.2205
A*B*C*D	24	0.32116	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้านปริมาณไอโอดีนของข้าวกล้อง 2 พันธุ์ ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน

Source	DF	MS	P
Rep (A)	2	0.87198	0.4926
Varity (B)	1	45.3842	0.0181*
Nitrogen (C)	2	0.02810	0.9879
B*C	2	1.34885	0.5803
Iodine (D)	2	26.6821	0.0000**
B*D	2	3.20113	0.0783
C*D	4	0.99744	0.4848
B*C*D	4	0.83930	0.5678
A*B*C*D	24	1.11713	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

**แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.7 พบว่า การจัดการปุ๋ยไนโตรเจน (C) และการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ (D) มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในข้าวกล้องอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนในข้าวกล้อง แสดงได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนในข้าวกล้อง 2 พันธุ์

อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)	ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนต่อ100กรัมน้ำหนักแห้ง)*
0	1.41 ± 0.14^{b}
16	1.52 ± 0.10^{ab}
32	1.59 ± 0.16^{a}

*ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.10 พบว่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนของข้าวกล้องทั้ง 2 พันธุ์แตกต่างกัน โดยการให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ต้นข้าวขณะเพาะปลูกที่อัตรา 16 และ 32 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ทำให้ข้าวมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน

ส่วนผลของการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่อปริมาณไนโตรเจนในข้าวกล้อง แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลของการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่อปริมาณไนโตรเจนในข้าวกล้อง 2 พันธุ์

การฉีดพ่น KI	ปริมาณไนโตรเจนในข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนต่อ100กรัมน้ำหนักแห้ง)*
ไม่ได้รับการฉีดพ่น KI (T_1)	1.45 ± 0.15^{b}
ได้รับการฉีดพ่น KI (T_2) **	1.52 ± 0.15^{ab}
ได้รับการฉีดพ่น KI (T_3)***	1.55 ± 0.15^{a}

* ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** T_2 = ฉีดพ่นเมื่อเข้าระยะแตกกอถึงก่อนผสมเกสร

*** T_3 = ฉีดพ่นเมื่อเข้าระยะกำเนิดช่อรวงถึงระยะผสมเกสร

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.11 พบว่าการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนของข้าวกล้องทั้ง 2 พันธุ์แตกต่างกัน โดยต้นข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ในระยะกำเนิดช่อรวงถึงระยะผสมเกสรขณะเพาะปลูกและข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ในระยะแตกกอถึงระยะผสมเกสร มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบในรูปของปริมาณโปรตีนในข้าวกล้อง (ตารางที่ 4.8) พบว่า การจัดการปุ๋ยไนโตรเจน (C) มีผลต่อปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) ซึ่งผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องแสดงได้ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณโปรตีนในข้าว 2 พันธุ์

อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)	ปริมาณโปรตีนในข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์โปรตีนต่อ100กรัมน้ำหนักแห้ง)*
0	8.36 ± 0.85^{b}
16	9.07 ± 0.60^{a}
32	9.64 ± 0.55^{a}

* ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

จากตารางที่ 4.12 พบว่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณโปรตีนของข้าวกล้องทั้ง 2 พันธุ์แตกต่างกัน โดยการให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ต้นข้าวขณะเพาะปลูกที่อัตรา 16 และ 32 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ทำให้ข้าวมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผลกระทบปริมาณไอโอดีนในข้าว (ตารางที่ 4.9) พบว่า พันธุ์ข้าว (B) และระยะการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ (D) มีผลต่อปริมาณไอโอดีนในข้าวกล้องอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ผลของพันธุ์ข้าวต่อปริมาณไอโอดีนใน ข้าวกล้อง แสดงได้ดังตารางที่ 4.13 ซึ่งพบว่าพันธุ์ข้าวเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณไอโอดีนของข้าวกล้องแตกต่างกัน โดยข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 (ข้าวเจ้า) มีปริมาณไอโอดีน 7.16 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่ข้าวเหนียวพันธุ์แพร่ 1 มีปริมาณไอโอดีนเพียง 5.33 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 4.13 ผลของพันธุ์ข้าวต่อปริมาณไอโอดีนในข้าว

พันธุ์ข้าว	ปริมาณไอโอดีนในข้าวกล้อง (ไมโครกรัมต่อ100กรัมน้ำหนักแห้ง)*
คลองหลวง 1	7.16 ± 1.90^{a}
แพร่ 1	5.33 ± 0.97^{b}

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ส่วนผลของการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่อปริมาณไอโอดีนในข้าวกล้อง 2 พันธุ์ แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลของการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่อปริมาณไอโอดีนในข้าวกล้อง 2 พันธุ์

การฉีดพ่น KI	ปริมาณไอโอดีนในข้าวกล้อง (ไมโครกรัม/100กรัมน้ำหนักแห้ง)*
ไม่ได้รับการฉีดพ่น KI (T_1)	4.88 ± 0.72^{b}
ได้รับการฉีดพ่น KI (T_2) **	6.62 ± 1.92^{a}
ได้รับการฉีดพ่น KI (T_3) ***	7.23 ± 1.53^{a}

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** T_2 = ฉีดพ่นเมื่อเข้าระยะแตกกอถึงก่อนผสมเกสร

*** T_3 = ฉีดพ่นเมื่อเข้าระยะกำเนิดช่อรวงถึงระยะผสมเกสร

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

จากตารางที่ 4.14 พบว่าการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณไอโอดีนของข้าวกล้องแตกต่างกัน โดยข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ จะมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ในระหว่างการเพาะปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

4.5 ผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่อปริมาณไนโตรเจน โปรตีน และไอโอดีน ของข้าวสาร 2 พันธุ์

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน และโปรตีน ด้วย Kjeldahl method และวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน ดังรูปที่ 3.1 แบบ Macro scale ในตัวอย่างข้าวสาร 2 พันธุ์ ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน พบว่าข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีปริมาณไนโตรเจน โปรตีน และไอโอดีน แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ปริมาณไนโตรเจน โปรตีน และไอโอดีน (dry weight basis)ในตัวอย่างข้าวสาร 2 พันธุ์ ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน

Treatment*	ปริมาณไนโตรเจน** Mean ± SD		ปริมาณโปรตีน** Mean ± SD		ปริมาณไอโอดีน*** Mean ± SD	
	คลองหลวง 1	แพร่ 1	คลองหลวง 1	แพร่ 1	คลองหลวง 1	แพร่ 1
N_1T_1	1.20 ± 0.01	1.05 ± 0.02	7.12 ± 0.04	6.26 ± 0.11	4.02 ± 0.53	3.10 ± 0.10
N_1T_2	1.16 ± 0.08	1.01 ± 0.04	6.89 ± 0.56	6.03 ± 0.23	5.44 ± 0.43	3.47 ± 0.36
N_1T_3	1.25 ± 0.04	0.96 ± 0.05	7.41 ± 0.29	5.74 ± 0.32	5.38 ± 0.93	4.97 ± 0.68
N_2T_1	1.20 ± 0.03	1.06 ± 0.09	7.12 ± 0.19	6.28 ± 0.51	4.02 ± 0.18	3.20 ± 0.14
N_2T_2	1.28 ± 0.10	1.03 ± 0.03	7.58 ± 0.58	6.12 ± 0.17	6.28 ± 0.22	3.82 ± 0.83
N_2T_3	1.25 ± 0.11	1.06 ± 0.05	7.45 ± 0.64	6.29 ± 0.27	5.76 ± 1.96	4.53 ± 0.66
N_3T_1	1.28 ± 0.10	1.30 ± 0.19	7.60 ± 0.57	7.74 ± 1.14	4.18± 0.16	2.98 ± 0.69
N_3T_2	1.40 ± 0.07	1.34 ± 0.03	8.33 ± 0.39	7.95 ± 0.20	5.50 ± 0.38	4.19 ± 0.44
N_3T_3	1.38 ± 0.11	1.28 ± 0.16	8.21 ± 0.63	7.62 ± 0.93	5.54 ± 0.53	4.04 ± 0.30

* N_1 = อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 0 กิโลกรัมต่อไร่, N_2 = อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 16 กิโลกรัมต่อไร่, N_3 = อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 32 กิโลกรัมต่อไร่, T_1 = ไม่ได้รับการฉีดพ่นโปตัสเซียมไอโอไดด์, T_2 = ได้รับการฉีดพ่นโปตัสเซียมไอโอไดด์เมื่อข้าวเข้าสู่ระยะแตกหน่อจนถึงก่อนระยะผสมเกสร, T_3 = ได้รับการฉีดพ่นโปตัสเซียมไอโอไดด์เมื่อข้าวเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อรวงถึงก่อนระยะผสมเกสร

** ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวในแต่ละ treatment จำนวน 3 ซ้ำ และมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อข้าวกล้องแห้ง 100 กรัม

*** ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวในแต่ละ treatment จำนวน 3 ซ้ำ และมีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อข้าวกล้องแห้ง 100 กรัม

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 4.15 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าเฉลี่ยด้านปริมาณไนโตรเจน โปรตีน และไอโอดีน ระหว่างพันธุ์ข้าวที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.16, 4.17 และ 4.18

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้านปริมาณไนโตรเจนของข้าวสาร 2 พันธุ์ ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน

Source	DF	MS	P
Rep (A)	2	0.01332	0.6989
Varity (B)	1	0.28450	0.0937
Nitrogen (C)	2	0.25506	0.0003*
B*C	2	0.03276	0.0893
Iodine (D)	2	0.00265	0.5275
B*D	2	0.01323	0.0552
C*D	4	0.00507	0.3141
B*C*D	4	0.00346	0.5033
A*B*C*D	24	0.00404	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้านปริมาณโปรตีนของข้าวสาร 2 พันธุ์ ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน

Source	DF	MS	P
Rep (A)	2	0.45716	0.7179
Varity (B)	1	9.86790	0.1004
Nitrogen (C)	2	9.15257	0.0003*
B*C	2	1.12565	0.0957
Iodine (D)	2	0.08458	0.5677
B*D	2	0.44726	0.0652
C*D	4	0.19040	0.2964
B*C*D	4	0.12324	0.5107
A*B*C*D	24	0.14590	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้านปริมาณไอโอดีนของข้าวสาร 2 พันธุ์ ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนและการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่างกัน

Source	DF	MS	P
Rep (A)	2	0.25523	0.3189
Varity (B)	1	17.2551	0.0069*
Nitrogen (C)	2	0.20816	0.8387
B*C	2	0.23748	0.8187
Iodine (D)	2	8.90966	0.0000*
B*D	2	1.27918	0.0812
C*D	4	0.17530	0.8174
B*C*D	4	0.51758	0.3646
A*B*C*D	24	0.45580	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.16 พบว่าการจัดการปุ๋ยไนโตรเจน (C) มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในข้าวสารอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) ซึ่งผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนในข้าวสาร แสดงได้ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนในข้าว 2 พันธุ์

อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)	ปริมาณไนโตรเจนในข้าวสาร (เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนต่อ100กรัมน้ำหนักแห้ง)*
0	1.11 ± 0.11^{b}
16	1.14 ± 0.12^{b}
32	1.33 ± 0.11^{a}

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

จากตารางที่ 4.19 พบว่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนของข้าวสารทั้ง 2 พันธุ์แตกต่างกัน โดยการให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ต้นข้าวขณะเพาะปลูกที่อัตรา 32 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ทำให้ข้าวมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและข้าวที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่

เมื่อพิจารณาในรูปของโปรตีน พบว่าการจัดการปุ๋ยไนโตรเจน (C) ก็มีผลต่อปริมาณโปรตีนในข้าวสารอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.17) ซึ่งผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณโปรตีนในข้าวสาร แสดงดังตารางที่ 4.20 พบว่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณโปรตีนของข้าวสารทั้ง 2 พันธุ์แตกต่างกัน โดยการให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ต้นข้าวขณะเพาะปลูกที่อัตรา 32 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ทำให้ข้าวมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและข้าวที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่

ตารางที่ 4.20 ผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณโปรตีนในข้าวสาร 2 พันธุ์

อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)	ปริมาณโปรตีนในข้าวสาร (เปอร์เซ็นต์โปรตีนต่อ100กรัมน้ำหนักแห้ง)*
0	6.57 ± 0.67^{b}
16	6.81 ± 0.72^{b}
32	7.91 ± 0.67^{a}

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

เมื่อพิจารณาการเสริมธาตุไอโอดีนโดยการปลูก พบว่าพันธุ์ข้าว (B) และการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ (D) มีผลต่อปริมาณไอโอดีนในข้าวสารอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) ซึ่งผลของพันธุ์ข้าวต่อปริมาณไอโอดีนในข้าวสารแสดงดังตารางที่ 4.21 ส่วนผลของการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่อปริมาณไอโอดีนในข้าวสาร แสดงดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.21 ผลของพันธุ์ข้าวต่อปริมาณไอโอดีนในข้าว

พันธุ์ข้าว	ปริมาณไอโอดีนในข้าวสาร (ไมโครกรัมต่อ100กรัมน้ำหนักแห้ง)*
คลองหลวง 1	5.12 ± 1.04^{a}
แพร่ 1	3.99 ± 0.81^{b}

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ 4.22 ผลของการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่อปริมาณไอโอดีนในข้าว 2 พันธุ์

การฉีดพ่น KI	ปริมาณไอโอดีนในข้าวสาร (ไมโครกรัม/100กรัมน้ำหนักแห้ง)*
ไม่ได้รับการฉีดพ่น KI (T_1)	3.75 ± 0.53^b
ได้รับการฉีดพ่น KI (T_2) **	4.89 ± 1.11^a
ได้รับการฉีดพ่น KI (T_3) **	5.04 ± 1.04^a

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** T_2 = ฉีดพ่นเมื่อเข้าระยะแตกกอถึงก่อนผสมเกสร

*** T_3 = ฉีดพ่นเมื่อเข้าระยะกำเนิดช่อรวงถึงระยะผสมเกสร

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

พันธุ์ข้าวเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณไอโอดีนของข้าวสารแตกต่างกัน โดยข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 (ข้าวเจ้า) มีปริมาณไอโอดีน 5.12 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่ข้าวเหนียวพันธุ์แพร่ 1 มีปริมาณไอโอดีนเพียง 3.99 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และจากตารางที่ 4.22 พบว่าการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณไอโอดีนของข้าวสารแตกต่างกัน โดยข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ จะมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ในระหว่างการเพาะปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

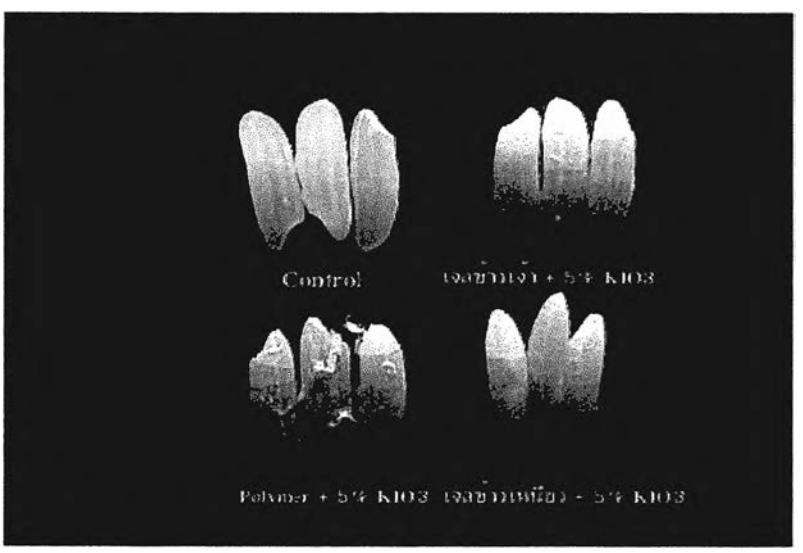
เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของการจัดการเสริมจุลธาตุในระดับแปลงเพาะปลูก โดยเฉพาะการเสริมจุลธาตุไอโอดีนในเมล็ดข้าวดังตารางที่ 4.14 พบว่า ปริมาณไอโอดีนของข้าวกล้องที่ได้จากการปลูกโดยไม่มีการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์เลยเท่ากับ 4.88 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และปริมาณไอโอดีนของข้าวกล้องที่ได้จากการปลูก โดยมีการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ทั้ง 2 ระยะจะมีปริมาณไอโอดีนที่สูงกว่า นั่นคือ ข้าวกล้องที่ได้รับการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ในช่วงที่ข้าวเข้าสู่ระยะแตกกอถึงก่อนผสมเกสรมีไอโอดีน 6.62 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนข้าวกล้องที่ได้รับการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ในช่วงที่ข้าวเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อรวงถึงก่อนผสมเกสรมีไอโอดีน 7.23 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับปริมาณไอโอดีนในข้าวสารดังตารางที่ 4.22 พบว่าปริมาณไอโอดีนของข้าวสารที่ได้จากการปลูกโดยไม่มีการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์เลยเท่ากับ 3.75 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และปริมาณไอโอดีนของข้าวสารที่ได้จากการปลูกโดยมีการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ทั้ง 2 ระยะก็มีปริมาณไอโอดีนที่สูงกว่าเช่นกัน คือ ข้าวสารที่ได้รับการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ในช่วงที่ข้าวเข้าสู่ระยะแตกกอถึงก่อนผสมเกสรมีไอโอดีน 4.89 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และข้าวสารที่ได้รับการฉีดพ่นธาตุโปตัสเซียมไอโอไดด์ในช่วงที่ข้าวเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อรวงถึงก่อนผสมเกสรมีไอโอดีน 5.04 ไมโครกรัมต่อ100 กรัมน้ำหนักแห้ง แม้ว่าจะมีความเป็นไปได้ที่จะทำการเสริมจุลธาตุไอโอดีนในระดับแปลงเพาะปลูก แต่จะเห็นได้ว่าปริมาณไอโอดีนในข้าวทั้งข้าวกล้องและข้าวสารยังคงมีปริมาณน้อยและไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกายในแต่ละวัน (150 ไมโครกรัมต่อวัน) จึงต้องมีการเสริมไอโอดีนเข้าไปในเมล็ดข้าวโดยตรงเพื่อที่จะสามารถกำหนดปริมาณที่ต้องการเสริมได้มากขึ้น ดังนั้นในหัวข้อต่อไปจึงศึกษาการเสริมจุลธาตุไอโอดีนในเมล็ดข้าวโดยการเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์

<u>ส่วนที่ 3</u> ศึกษาการเสริมจุลธาตุไอโอดีนในเมล็ดข้าวโดยการเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์

ผลการทดลองในส่วนนี้ได้จากการเสริมไอโอดีนในเมล็ดข้าวโดยการเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์ในข้าว 2 พันธุ์ คือ ข้าวเจ้าพันธุ์คลองหลวง 1 และข้าวเหนียวพันธุ์แพร่ 1 จากนั้นนำข้าวเคลือบมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ปริมาณไอโอดีนเริ่มต้นและที่คงอยู่หลังการล้างข้าว วัดค่าสีของข้าว และประเมินผลทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะแสดงผลการทดลองในแต่ละพันธุ์ ดังนี้

4.6 ผลของการเสริมจุลธาตุไอโอดีนในเมล็ดข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 โดยการเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์

จากการทดลองนำข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 มาเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์ 3 ชนิด ได้แก่ เจลแป้งข้าวเจ้า เจลแป้งข้าวเหนียว และสารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) ชนิดละ 3 ความเข้มข้น (1,3 และ 5% W/W) ที่มีการเติมโปตัสเซียมไอโอเดต (KIO_3) ลงไปในสารเคลือบเพื่อเสริมไอโอดีนในข้าวปริมาณ 1 ใน 3 ของ RDA หรือประมาณ 50 ไมโครกรัม จากนั้นนำข้าวเคลือบที่ผลิตได้มาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ปริมาณไอโอดีนเริ่มต้นและที่คงอยู่หลังการล้างข้าว และวัดค่าสี L, a, b และ คำนวณในรูปดัชนีความขาวของข้าว ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.3 และ ตารางที่ 4.23 และ 4.24



<u>รูปที่ 4.3</u> แสดงลักษณะของเมล็ดข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 เสริมไอโอดีนโดยการเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์ชนิดต่างๆที่มีความเข้มข้นของสารเคลือบ 5 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับเมล็ดข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 ปกติ (control)

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของข้าวเคลือบ (ตารางที่ 4.23) พบว่า ข้าวเคลือบทุกการทดลองมีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 10.49 ถึง 11.07 ซึ่งถือว่าข้าวเคลือบมีความชื้นอยู่ในระดับที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.23 ปริมาณความชื้น ปริมาณไอโอดีนเริ่มต้น และปริมาณไอโอดีนหลังการล้างข้าวคลองหลวง 1 ที่เคลือบด้วยสารพอลิเมอร์ชนิดและความเข้มข้นต่างๆ

สารเคลือบ	ความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณไอโอดีน* เริ่มต้น	ปริมาณไอโอดีน* หลังการล้าง
เจลแป้งข้าวเจ้า 1 %	10.88	34.27±1.94bc	25.47±0.27de
เจลแป้งข้าวเจ้า 3 %	11.07	36.70±0.63b	31.89±0.70b
เจลแป้งข้าวเจ้า 5 %	10.92	37.19±0.58ab	26.82±1.90cde
เจลแป้งข้าวเหนียว 1 %	10.67	37.79±1.22ab	23.13±2.41e
เจลแป้งข้าวเหนียว 3 %	10.92	36.63±0.41b	22.69±3.43e
เจลแป้งข้าวเหนียว 5 %	10.76	34.61±1.48bc	27.59±2.32bcd
สารละลายเจลพอลิเมอร์**1%	10.49	36.20±0.87bc	30.08±1.72bc
สารละลายเจลพอลิเมอร์** 3%	11.06	40.37±0.32a	38.05±0.31a
สารละลายเจลพอลิเมอร์** 5%	10.81	32.88±3.34c	30.51±0.19bc

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง

** สารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC)

a, b ตัวเลขของปริมาณไอโอดีนเริ่มต้นที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

a, b ตัวเลขของปริมาณไอโอดีนหลังการล้างที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ 4.24 ค่าสี* L, a, b และ ค่าดัชนีความขาวของข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1

สารเคลือบ	L	a	b	ค่าดัชนีความขาว**
เจลแป้งข้าวเจ้า 1 %	73.80±0.73	-0.36±0.06	13.02±0.08	70.74±0.33
เจลแป้งข้าวเจ้า 3 %	72.50±1.02	-0.32±0.08	13.20±0.19	69.49±0.83
เจลแป้งข้าวเจ้า 5 %	72.92±2.16	-0.28±0.10	13.59±1.54	69.70±2.62
เจลแป้งข้าวเหนียว 1 %	73.29±0.35	-0.29±0.05	12.66±0.71	70.44±0.62
เจลแป้งข้าวเหนียว 3 %	72.65±0.78	-0.28±0.11	12.79±0.28	69.81±0.59
เจลแป้งข้าวเหนียว 5 %	71.18±0.43	-0.03±0.34	12.83±0.95	68.45±0.07
สารละลายเจลพอลิเมอร์***1%	72.04±0.39	-0.23±0.04	13.11±0.48	69.12±0.15
สารละลายเจลพอลิเมอร์*** 3%	70.71±0.53	-0.25±0.04	13.46±0.10	67.76±0.52
สารละลายเจลพอลิเมอร์*** 5%	70.58±0.30	-0.03±0.20	13.42±0.84	67.66±0.62

* ค่าสี L หมายถึง ค่าความสว่าง, L = 100 (ขาว), L = 0 (ดำ), a หมายถึง ค่าสีแดง, a = + (แดง), a = - (เขียว), b หมายถึง ค่าสีเหลือง, b = + (เหลือง), b = - (น้ำเงิน)

** ค่าที่ได้จากการคำนวณ, ดัชนีความขาว = $100-\sqrt{(100-L)^2+a^2+b^2}$ (Chen, et al., 1999)

*** สารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.25 เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบ (A*B) พบว่ามีผลต่อปริมาณไอโอดีนในข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) (ตารางที่ 4.23) พบว่า ปริมาณไอโอดีนของข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1 อยู่ระหว่าง 32.88±3.34 ถึง 40.37±0.32 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง โดยข้าวที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไอโอดีนสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกับข้าวที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าวเจ้าที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ และข้าวที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าวเหนียวที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อนำข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1 ทุกการทดลองไปล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน (ภาคผนวก จ) จากนั้นทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบเป่าด้วยลมร้อน และวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนหลังการล้าง ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.23 และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยด้านปริมาณไอโอดีนของข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1 ที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าว และสารพอลิเมอร์ที่ความเข้มข้นต่างๆ

Source	DF	MS	P
ชนิดของสารเคลือบ (A)	2	0.289	0.881
ความเข้มข้น (B)	2	13.719	0.021
A*B	4	12.255	0.017*
Error	9	2.258	

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยด้านปริมาณไอโอดีนของข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1 ที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าว และสารพอลิเมอร์ที่ความเข้มข้นต่างๆหลังการล้าง

Source	DF	MS	P
ชนิดของสารเคลือบ (A)	2	106.823	0.000
ความเข้มข้น (B)	2	32.615	0.006
A*B	4	22.620	0.009*
Error	9	3.354	

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.26 พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของสารเคลือบ และความเข้มข้นของสารเคลือบ (A*B) มีผลต่อปริมาณไอโอดีนในข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1 หลังการล้างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) ดังตารางที่ 4.23 จะเห็นได้ว่าปริมาณไอโอดีนในข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1 ทุกการทดลองมีปริมาณไอโอดีนลดลงจากเดิม และมีปริมาณไอโอดีนเหลืออยู่ระหว่าง 22.69 ± 3.43 ถึง 38.05 ± 0.31 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง โดยข้าวที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไอโอดีนสูงสุด และจากการคำนวณหาปริมาณไอโอดีนที่คงอยู่หลังการล้างข้าว ได้ผลดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 ปริมาณไอโอดีนที่คงอยู่หลังการล้างของข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1

สารเคลือบ	ปริมาณไอโอดีนที่คงอยู่* (ร้อยละ)
เจลแป้งข้าวเจ้า 1 %	74.32
เจลแป้งข้าวเจ้า 3 %	86.89
เจลแป้งข้าวเจ้า 5 %	72.12
เจลแป้งข้าวเหนียว 1 %	61.21
เจลแป้งข้าวเหนียว 3 %	61.94
เจลแป้งข้าวเหนียว 5 %	79.72
สารละลายเจลพอลิเมอร์**1%	83.09
สารละลายเจลพอลิเมอร์** 3%	94.25
สารละลายเจลพอลิเมอร์** 5%	92.79

*จากการคำนวณ [ปริมาณไอโอดีนที่คงอยู่หลังการล้าง (%) = ปริมาณไอโอดีนในข้าวหลังการล้าง X100]
ปริมาณไอโอดีนเริ่มต้น

**สารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC)

จากการตารางที่ 4.27 พบว่าข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 ที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไอโอดีนที่คงอยู่หลังการล้างร้อยละ 94.25 ซึ่งมีไอโอดีนคงอยู่สูงสุด ส่วนข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 ที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าวเหนียว 1 % มีปริมาณไอโอดีนที่คงอยู่หลังการล้างร้อยละ 61.21 ซึ่งมีไอโอดีนคงอยู่น้อยสุด

ส่วนค่าสีของข้าวเคลือบที่วัดด้วยเครื่องวัดสี Minolta-CR 300 และวัดค่าสีเป็นระบบ L, a และ b โดย ค่าสี L หมายถึง ค่าความสว่าง ถ้า L มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่ามีสีขาว และ L มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่ามีสีดำ ส่วน a หมายถึง ค่าสีแดง นั่นคือ ถ้า a เป็น + แสดงว่ามีสีแดง และ a เป็น – แสดงว่ามีสีเขียว และ b หมายถึง ค่าสีเหลือง, b เป็น + แสดงว่ามีสีเหลือง และ b เป็น – แสดงว่ามีสีน้ำเงิน จากการทดลองวัดค่าสีของข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1 ผลแสดงดังตารางที่ 4.24 และจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบค่าดัชนีความขาวของข้าวเคลือบดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าดัชนีความขาวของข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1

Source	DF	MS	P
ชนิดของสารเคลือบ (A)	2	5.316	0.031*
ความเข้มข้น (B)	2	3.586	0.073
A*B	4	0.356	0.837
Error	9	1.011	

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.28 พบว่าชนิดสารเคลือบ (A) เป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าดัชนีความขาวของ ข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ผลของชนิดสารเคลือบต่อค่าดัชนีความขาวของข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1

ชนิดสารเคลือบ	ค่าดัชนีความขาว Mean $\pm$ SD
เจลแป้งข้าวเจ้า	69.98 ± 1.38^{a}
เจลแป้งข้าวเหนียว	69.56 ± 0.99^{a}
สารละลายเจลพอลิเมอร์*	68.18 ± 0.82^{b}

* สารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC)

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.29 พบว่า การเคลือบข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 ด้วยเจลแป้งข้าวทั้ง 2 ชนิด ข้าวเคลือบที่ได้จะมีสีขาวมากกว่าข้าวที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์

เมื่อนำข้าวเสริมไอโอดีนซึ่งเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์ทุกการทดลอง มาหุงแบบนึ่งด้วยไอน้ำเดือดนาน 45 นาที ใช้อัตราส่วนของข้าวต่อน้ำเป็น 1 ต่อ 1.5 จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ให้คะแนนด้านสี กลิ่น ความเกาะตัวของข้าวสุก ความนิ่มของข้าวสุก รสชาติ และความชอบรวม ตามแบบสอบถามซึ่งมีรายละเอียดดังภาคผนวก ฉ ได้ผลดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1

สารเคลือบ	คะแนน*					
	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	ความเกาะตัว	ความนิ่ม^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
เจลแป้งข้าวเจ้า 1%	3.47±0.74	3.87±0.64	2.93±1.22	3.53±0.64bc	2.60±1.35	3.93±1.16
เจลแป้งข้าวเจ้า 3%	3.40±0.74	4.00±0.65	3.07±1.10	3.47±0.92bc	2.67±1.50	4.20±1.15
เจลแป้งข้าวเจ้า 5%	3.27±0.88	3.53±0.99	3.27±1.28	3.33±0.90c	3.33±1.35	4.33±1.68
เจลแป้งข้าวเหนียว 1%	3.47±0.92	4.07±0.80	3.07±1.10	3.60±0.83abc	2.47±1.51	3.80±1.37
เจลแป้งข้าวเหนียว 3%	3.13±0.83	3.73±0.80	3.13±1.06	3.13±1.06c	2.80±1.47	4.20±1.26
เจลแป้งข้าวเหนียว 5%	3.27±0.70	3.67±0.90	3.47±1.13	3.27±0.80c	2.60±1.59	4.53±1.46
สารละลายเจลพอลิเมอร์ **1%	3.20±0.68	3.80±0.94	2.93±1.22	3.60±1.06abc	2.47±1.30	3.87±1.36
สารละลายเจลพอลิเมอร์ **3%	3.13±0.74	3.60±1.18	2.80±1.37	4.07±0.80ab	2.33±1.50	3.67±1.68
สารละลายเจลพอลิเมอร์** 5%	3.40±0.91	3.53±1.25	2.40±1.60	4.27±0.59a	2.40±1.60	3.53±2.00

* คะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ ความเกาะตัว และความนิ่มของข้าวสุก คะแนนเต็ม 5 คะแนน ส่วนความชอบรวม คะแนนเต็ม 7 คะแนน

** สารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 4.31) พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบมีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านความเกาะตัวของข้าวสุกอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์ 5 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเฉลี่ยทางด้านความเกาะตัวสูงสุด (4.27 ± 0.59) ซึ่งคะแนนดังกล่าวอยู่ในช่วง 4-5 คะแนน แสดงว่าลักษณะของข้าวเคลือบชนิดนี้เมื่อหุงสุกจะมีความร่วนไม่เกาะติดกัน และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว พบว่า ข้าวที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าวทั้ง 2 ชนิด (โดยเฉพาะความเข้มข้น 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์) มีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมสูงกว่าข้าวที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์

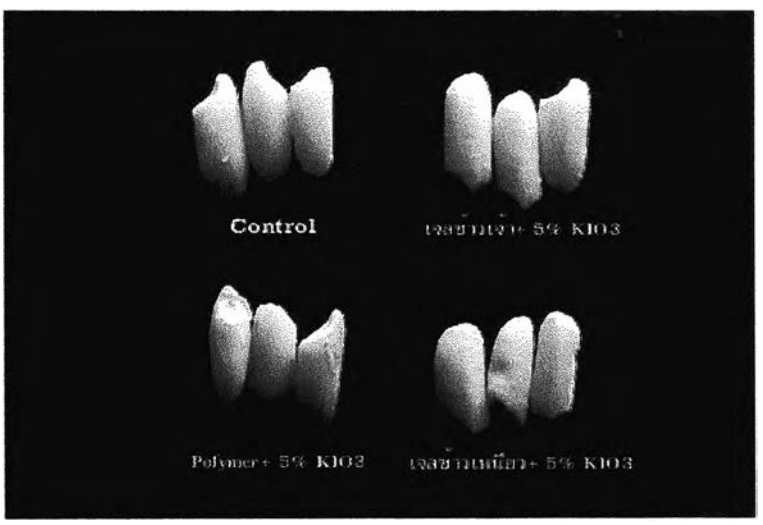
ตารางที่ 4.31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยด้านสี กลิ่น ความเกาะตัว ความนิ่ม รสชาติ และความชอบรวมของข้าวคลองหลวง 1 เคลือบหุงสุก

Source	DF	MS						P					
		สี	กลิ่น	ความเกาะตัว	ความนิ่ม	รสชาติ	ความชอบ	สี	กลิ่น	ความเกาะตัว	ความนิ่ม	รสชาติ	ความชอบ
Type (A)	2	0.207	0.422	5.341	2.452	3.163	3.430	0.674	0.517	0.000	0.228	0.078	0.169
Conc. (B)	2	0.274	1.267	0.051	0.830	0.052	0.807	0.594	0.141	0.898	0.604	0.958	0.655
A*B	4	0.296	0.289	1.363	1.063	1.107	1.130	0.689	0.769	0.028*	0.628	0.459	0.667
Block	14	1.547	2.654	2.753	6.249	4.166	4.531	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
Error	112	0.524	0.636	0.482	1.636	1.213	1.898						

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.7 ผลของการเสริมจุลธาตุไอโอดีนในเมล็ดข้าวพันธุ์แพร่ 1 โดยการเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์

จากการทดลองนำข้าวพันธุ์แพร่ 1 มาเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์ 3 ชนิด ได้แก่ เจลแป้งข้าวเจ้า เจลแป้งข้าวเหนียว และสารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) ชนิดละ 3 ความเข้มข้น (1,3 และ 5% W/W) ที่มีการเติมโปตัสเซียมไอโอเดต (KIO_3) ลงไปในสารเคลือบเพื่อเสริมไอโอดีนในข้าวปริมาณ 1 ใน 3 ของ RDA หรือประมาณ 50 ไมโครกรัม จากนั้นนำข้าวเคลือบที่ผลิตได้มาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ปริมาณไอโอดีนเริ่มต้นและที่คงอยู่หลังการล้างข้าว วัดค่าสี L, a, b และคำนวณในรูปดัชนีความขาวของข้าว ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.4 และ ตารางที่ 4.32 และ 4.33



รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะของเมล็ดข้าวพันธุ์แพร่ 1 เสริมไอโอดีนโดยการเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์ชนิดต่างๆที่มีความเข้มข้นของสารเคลือบ 5 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับเมล็ดข้าวพันธุ์แพร่ 1 ปกติ (control)

ตารางที่ 4.32 ปริมาณความชื้น ปริมาณไอโอดีนเริ่มต้น และปริมาณไอโอดีนหลังการล้างข้าวพันธุ์แพร่ 1 ที่เคลือบด้วยสารพอลิเมอร์ชนิดและความเข้มข้นต่างๆ

สารเคลือบ	ความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณไอโอดีน* เริ่มต้น	ปริมาณไอโอดีน* หลังการล้าง
เจลแป้งข้าวเจ้า 1 %	12.68	39.89±0.26d	32.96±1.45ef
เจลแป้งข้าวเจ้า 3 %	12.91	43.20±1.11c	41.90±0.82ab
เจลแป้งข้าวเจ้า 5 %	12.55	42.70±1.63c	40.13±0.33bc
เจลแป้งข้าวเหนียว 1 %	12.30	41.41±0.12cd	37.11±2.82cd
เจลแป้งข้าวเหนียว 3 %	12.84	46.24±0.46ab	45.78±0.38a
เจลแป้งข้าวเหนียว 5 %	12.60	45.35±0.17b	43.43±1.97ab
สารละลายเจลพอลิเมอร์**1%	11.26	37.46±0.67e	29.20±0.63f
สารละลายเจลพอลิเมอร์** 3%	11.75	41.84±1.70cd	33.46±3.28de
สารละลายเจลพอลิเมอร์** 5%	12.70	47.93±0.69a	42.34±0.22ab

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง

** สารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC)

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของข้าวเคลือบ (ตารางที่ 4.32) พบว่า ข้าวเคลือบทุกการทดลองมีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 11.26 ถึง 12.91 ซึ่งถือว่าข้าวเคลือบมีความชื้นอยู่ในระดับที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.33 ค่าสี* L, a, b และค่าดัชนีความขาวของข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1

สารเคลือบ	L	a	b	ค่าดัชนีความขาว**
เจลแป้งข้าวเจ้า 1 %	82.37±0.46	-0.44±0.08	12.52±0.74	78.34±0.80
เจลแป้งข้าวเจ้า 3 %	80.73±0.49	-0.34±0.11	13.31±0.54	76.58±0.71
เจลแป้งข้าวเจ้า 5 %	80.82±0.11	-0.26±0.00	13.89±0.25	76.32±0.06
เจลแป้งข้าวเหนียว 1 %	81.76±0.12	-0.35±0.10	12.42±0.52	77.92±0.40
เจลแป้งข้าวเหนียว 3 %	80.40±0.35	-0.37±0.05	12.99±0.40	76.48±0.07
เจลแป้งข้าวเหนียว 5 %	80.33±1.22	-0.36±0.07	12.95±0.37	76.44±0.81
สารละลายเจลพอลิเมอร์***1%	81.75±0.50	-0.30±0.21	12.75±0.52	77.73±0.11
สารละลายเจลพอลิเมอร์***3%	79.50±1.25	-0.21±0.20	13.78±0.72	75.30±1.44
สารละลายเจลพอลิเมอร์*** 5%	79.42±0.04	-0.12±0.01	13.02±0.64	75.64±0.31

* ค่าสี L หมายถึง ค่าความสว่าง, L = 100 (ขาว), L = 0 (ดำ), a หมายถึง ค่าสีแดง, a = + (แดง), a = - (เขียว), b หมายถึง ค่าสีเหลือง, b = + (เหลือง), b = - (น้ำเงิน)

** ค่าที่ได้จากการคำนวณ, ดัชนีความขาว = $100-\sqrt{(100-L)^2+a^2+b^2}$

*** สารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC)

ตารางที่ 4.34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยด้านปริมาณไอโอดีนของข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1 ที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าว และสารพอลิเมอร์ที่ความเข้มข้นต่างๆ

Source	DF	MS	P
ชนิดของสารเคลือบ (A)	2	9.704	0.004
ความเข้มข้น (B)	2	52.769	0.000
A*B	4	11.013	0.001*
Error	9	0.892	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 4.34) พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบ (A*B) มีผลต่อปริมาณไอโอดีนในข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) โดยปริมาณไอโอดีนของข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1 อยู่ระหว่าง 37.46 ± 0.67 ถึง 47.93 ± 0.69 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 4.32) โดยข้าวที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไอโอดีนสูงสุด และไม่แตกต่างกับข้าวที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าวเหนียวที่มีความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p>0.01$) เมื่อนำข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1 ทุกการทดลองไปล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน จากนั้นทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบเป่าด้วยลมร้อน และวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนหลังการล้าง นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติดังตารางที่ 4.35 พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของสารเคลือบ และความเข้มข้นของสารเคลือบ (A*B) มีผลทำให้ปริมาณไอโอดีนในข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1 หลังการล้างทุกการทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.32)

ตารางที่4.35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยด้านปริมาณไอโอดีนของข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1 ที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าว และสารพอลิเมอร์ที่ความเข้มข้นต่างๆหลังการล้าง

Source	DF	MS	P
ชนิดของสารเคลือบ (A)	2	75.835	0.000
ความเข้มข้น (B)	2	134.444	0.000
A*B	4	20.231	0.008*
Error	9	3.354	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

จากตารางที่ 4.32 พบว่า ข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1 ทุกการทดลองมีปริมาณไอโอดีนเหลืออยู่หลังจากการล้าง 29.20 ± 0.63 ถึง 45.78 ± 0.38 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง โดยข้าวที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าวเหนียวที่มีความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไอโอดีนเหลือมากที่สุด และมีปริมาณไม่ต่างกับข้าวที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าวชนิดเดียวกันที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เจลแป้งข้าวเจ้าที่ความเข้มข้น 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายเจลพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p>0.01$) และจากการคำนวณหาปริมาณไอโอดีนที่คงอยู่หลังการล้างข้าว ได้ผลดังตารางที่ 4.36

ตารางที่ 4.36 ปริมาณไอโอดีนที่คงอยู่หลังการล้างของข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1

สารเคลือบ	ปริมาณไอโอดีนที่คงอยู่* (ร้อยละ)
เจลแป้งข้าวเจ้า 1 %	82.63
เจลแป้งข้าวเจ้า 3 %	96.99
เจลแป้งข้าวเจ้า 5 %	93.98
เจลแป้งข้าวเหนียว 1 %	89.62
เจลแป้งข้าวเหนียว 3 %	99.01
เจลแป้งข้าวเหนียว 5 %	95.77
สารละลายเจลพอลิเมอร์**1%	77.95
สารละลายเจลพอลิเมอร์** 3%	79.97
สารละลายเจลพอลิเมอร์** 5%	88.34

*จากการคำนวณ [ปริมาณไอโอดีนที่คงอยู่หลังการล้าง (%) = ปริมาณไอโอดีนในข้าวหลังการล้าง X100]
ปริมาณไอโอดีนเริ่มต้น

**สารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC)

จากการตารางที่ 4.36 พบว่าข้าวพันธุ์แพร่ 1 ที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าวเหนียวที่มีความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไอโอดีนที่คงอยู่หลังการล้างสูงสุด (99.01%) สอดคล้องกับตารางที่ 4.32

ส่วนค่าสีของข้าวเคลือบที่วัดด้วยเครื่องวัดสี Minolta-CR 300 และวัดค่าสีเป็นระบบ L, a และ b เช่นเดียวกับการวัดค่าสีของข้าวเคลือบพันธุ์คลองหลวง 1 แล้วนำค่าสี L, a และ b ทุกการทดลองมาคำนวณเป็นค่าดัชนีความขาว ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.33 และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบค่าดัชนีความขาวของข้าวเคลือบ ดังตารางที่ 4.37

ตารางที่4.37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าดัชนีความขาวของข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1

Source	DF	MS	P
ชนิดของสารเคลือบ (A)	2	1.294	0.112
ความเข้มข้น (B)	2	7.072	0.001*
A*B	4	0.154	0.847
Error	9	0.459	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แสดงในตารางที่ 4.37 พบว่าความเข้มข้นของสารเคลือบ (B) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ค่าดัชนีความขาวของข้าวเคลือบแตกต่างกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างแสดงผล ดังตารางที่ 4.38

ตารางที่ 4.38 ผลของความเข้มข้นของสารเคลือบต่อค่าดัชนีความขาวของข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1

ความเข้มข้นของสารเคลือบ (%)	ค่าดัชนีความขาว Mean ± SD
1	78.01 ± 0.50^{a}
3	76.12 ± 0.96^{b}
5	76.13 ± 0.55^{b}

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

จากตารางที่ 4.38 พบว่า การเคลือบข้าวพันธุ์แพร่ 1 ด้วยเจลแป้งข้าวและสารละลายพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเคลือบจะมีสีขาวมากกว่าข้าวที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าวหรือสารละลายเจลพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้นสูง

เมื่อนำข้าวเสริมไอโอดีนโดยการเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์ทุกการทดลองมานึ่งโดยแช่ข้าวเหนียวก่อนนึ่งนาน 5 ชั่วโมง จากนั้นเทน้ำทิ้งแล้วนำไปนึ่งด้วยไอน้ำเดือดจนข้าวสุก (นานประมาณ 45 นาที) จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ให้คะแนนด้านสี กลิ่น ความเกาะตัวของข้าวสุก ความนิ่มของข้าวสุก รสชาติ และความชอบรวม ตามแบบสอบถามซึ่งมีรายละเอียดดังภาคผนวก ฉ ได้ผลดังตารางที่ 4.39

ตารางที่ 4.39 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1

สารเคลือบ	คะแนน*					
	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	ความเกาะตัว	ความนิ่ม^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
เจลแป้งข้าวเจ้า 1%	3.13±0.83	3.47±0.83	3.07±1.16	3.73±0.70a	3.40±0.83	4.73±1.39
เจลแป้งข้าวเจ้า 3%	3.20±0.68	3.33±0.82	3.00±1.25	3.60±0.99a	2.73±1.49	4.13±1.25
เจลแป้งข้าวเจ้า 5%	2.53±0.99	3.27±1.03	3.67±1.05	3.67±1.11a	3.67±0.98	4.47±1.30
เจลแป้งข้าวเหนียว 1%	3.20±0.94	3.53±0.99	2.80±1.37	3.47±0.83ab	2.93±1.28	4.07±1.44
เจลแป้งข้าวเหนียว 3%	2.67±1.05	3.47±0.83	2.87±1.51	3.80±0.68a	3.47±1.25	4.07±1.58
เจลแป้งข้าวเหนียว 5%	3.20±1.32	2.80±1.26	3.07±1.33	3.87±0.92a	3.33±1.40	4.07±1.62
สารละลายเจลพอลิเมอร์ **1%	3.00±1.20	2.40±0.99	2.13±1.36	4.00±1.00a	3.27±1.03	3.73±1.58
สารละลายเจลพอลิเมอร์ **3%	3.13±1.19	2.87±1.30	2.67±1.54	4.00±0.76a	3.20±1.01	3.60±1.30
สารละลายเจลพอลิเมอร์** 5%	2.80±0.94	3.00±1.00	2.67±1.35	2.87±1.19b	2.93±1.49	4.07±1.17

* คะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ ความเกาะตัว และความนิ่มของข้าวสุก คะแนนเต็ม 5 คะแนน ส่วนความชอบรวม คะแนนเต็ม 7 คะแนน

** สารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC)

^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p\leq0.01$)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 4.40) พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบ (A*B) มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านความเกาะตัวของข้าวสุกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p\leq0.01$) (ตารางที่ 4.39) โดยข้าวเหนียวที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์ที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีคะแนนด้านความเกาะตัวต่ำสุด (2.87±1.19 คะแนน)

ตารางที่ 4.40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยด้านสี กลิ่น ความเกาะตัว ความนิ่ม รสชาติ และความชอบรวมของข้าวแพร่ 1 เคลือบหุงสุก

Source	DF	MS						P					
		สี	กลิ่น	ความเกาะตัว	ความนิ่ม	รสชาติ	ความชอบ	สี	กลิ่น	ความเกาะตัว	ความนิ่ม	รสชาติ	ความชอบ
Type (A)	2	0.052	4.719	0.089	0.230	6.452	4.719	0.948	0.007	0.891	0.857	0.021*	0.112
Conc. (B)	2	0.807	0.452	1.400	0.363	2.496	0.985	0.439	0.606	0.167	0.783	0.219	0.629
A*B	4	1.530	1.830	2.889	2.363	0.619	0.619	0.187	0.094	0.007**	0.180	0.821	0.882
Block	14	1.792	2.188	1.508	1.452	3.023	0.992	0.041	0.005	0.028	0.478	0.038	0.945
Error	112	0.974	0.898	0.771	1.480	1.620	2.114						

*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ส่วนชนิดของสารเคลือบ (A) ส่งผลให้รสชาติของข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1 หุงสุก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าวเจ้ามีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติสูงกว่าเจลแป้งข้าวเหนียวและสารละลายเจลพอลิเมอร์ (ตารางที่ 4.41) ซึ่งคะแนนดังกล่าวอยู่ในช่วง 2-3 คะแนน แสดงว่าข้าวเคลือบแต่ละชนิดเมื่อหุงสุกจะมีรสชาติจืด และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม (ตารางที่4.39) พบว่า ข้าวที่เคลือบด้วยเจลแป้งข้าวทั้ง 2 ชนิด มีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมสูงกว่าข้าวที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์

ตารางที่ 4.41 ผลของชนิดของสารเคลือบต่อคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1 หุงสุก

ชนิดสารเคลือบ	คะแนนด้านรสชาติ*
เจลแป้งข้าวเจ้า	3.24±1.17a
เจลแป้งข้าวเหนียว	2.91±1.38ab
สารละลายเจลพอลิเมอร์**	2.49±1.41b

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; คะแนนเต็ม 5 คะแนน

** สารละลายเจลผสมระหว่าง methylcellulose (MC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC)

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)