

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ระยะพัฒนาการของข้าวสาลี

จากการสังเกตระยะพัฒนาการของข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษา ทั้ง 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ มีระยะพัฒนาการใกล้เคียงกันในทุกๆ ระยะ โดยที่เข้าสู่ระยะออกดอกเมื่ออายุ 42-58 วันหลังปลูก และเข้าสู่ระยะสุกแก่เมื่ออายุ 82-96 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.1) ซึ่งข้าวสาลีทุกสายพันธุ์เป็นสายพันธุ์ดีเด่นที่ถูกพัฒนามาจากพันธุ์ที่มีระยะพัฒนาการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมสำหรับพื้นที่ปลูกในประเทศไทย (สุธีรา และคณะ, 2554)

ตารางที่ 4.1 ระยะพัฒนาการของข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษา

สายพันธุ์	วันออกดอก	จำนวนวัน หลังปลูก (วัน)	วันสุกแก่	จำนวนวัน หลังปลูก (วัน)
PMPBWS89248	2-ม.ค.-63	42	25-ก.พ.-63	96
FNBW8112-2-3	5-ม.ค.-63	45	25-ก.พ.-63	96
PMPBWS89013	5-ม.ค.-63	45	25-ก.พ.-63	96
CMU88-8	10-ม.ค.-63	50	25-ก.พ.-63	96
LARTC-W89011	10-ม.ค.-63	50	25-ก.พ.-63	96
LARTC-W95113	2-ม.ค.-63	42	25-ก.พ.-63	96
SMGBWS92062	5-ม.ค.-63	45	25-ก.พ.-63	96
MHSBWS12010	18-ม.ค.-63	58	11-มี.ค.-63	82
MHSBWS12012	18-ม.ค.-63	58	11-มี.ค.-63	82
MHSBWS12046	18-ม.ค.-63	58	11-มี.ค.-63	82
FNBW8301-5-5	10-ม.ค.-63	50	25-ก.พ.-63	96
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	10-ม.ค.-63	50	25-ก.พ.-63	96
SMGBWS88001	2-ม.ค.-63	42	25-ก.พ.-63	96
LP.2	10-ม.ค.-63	50	25-ก.พ.-63	96
LP.3	5-ม.ค.-63	45	25-ก.พ.-63	96
LP.4	5-ม.ค.-63	45	25-ก.พ.-63	96
LP.5	5-ม.ค.-63	45	25-ก.พ.-63	96
BSN-6	10-ม.ค.-63	50	25-ก.พ.-63	96
SMG1 (CK)	10-ม.ค.-63	50	25-ก.พ.-63	96
SMG2 (CK)	10-ม.ค.-63	50	25-ก.พ.-63	96
FANG60 (CK)	10-ม.ค.-63	50	25-ก.พ.-63	96

4.2 ความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของความสูงของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยข้าวสาลีมีความสูงแปรปรวนอยู่ในช่วง 39.13 – 77.20 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.2) โดยที่ข้าวสาลีสายพันธุ์ BSN-6 มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นไปได้เพราะข้าวสาลีไม่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมในพื้นที่ราบลุ่ม

ตารางที่ 4.2 ความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษา

สายพันธุ์	ความสูง (เซนติเมตร)
PMPBWS89248	70.87
FNBW8112-2-3	77.20
PMPBWS89013	75.13
CMU88-8	74.80
LARTC-W89011	73.40
LARTC-W95113	64.80
SMGBWS92062	74.67
MHSBWS12010	73.27
MHSBWS12012	72.07
MHSBWS12046	69.07
FNBW8301-5-5	62.33
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	68.73
SMGBWS88001	71.33
LP.2	69.27
LP.3	66.53
LP.4	58.27
LP.5	54.53
BSN-6	39.13
SMG1 (CK)	65.40
SMG2 (CK)	47.73
FANG60 (CK)	59.60
F-test	**
CV (%)	4.87
LSD (0.05)	5.31

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

4.3 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

ความกว้างเมล็ด

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของความกว้างเมล็ดของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยข้าวสาลีมีความกว้างเมล็ดแปรปรวนอยู่ในช่วง 2.53 – 3.36 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.3) โดยที่ข้าวสาลีสายพันธุ์ มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด

ความยาวเมล็ด

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของความยาวเมล็ดของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยข้าวสาลีมีความยาวเมล็ดแปรปรวนอยู่ในช่วง 5.45 – 6.45 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.3) โดยที่ข้าวสาลีสายพันธุ์ มีความยาวเฉลี่ยน้อยที่สุด

ความหนาเมล็ด

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของความหนาเมล็ดของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยข้าวสาลีมีความหนาเมล็ดแปรปรวนอยู่ในช่วง 2.28 – 2.92 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.3) โดยที่ข้าวสาลีสายพันธุ์ มีความหนาเฉลี่ยน้อยที่สุด

ปริมาตรเมล็ด

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของปริมาตรเมล็ดของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยข้าวสาลีมีปริมาตรเมล็ดแปรปรวนอยู่ในช่วง 33.79 – 63.19 ลูกบาศก์มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.3) โดยที่ข้าวสาลีสายพันธุ์ มีปริมาตรเมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุด

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษา

สายพันธุ์	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (ลูกบาศก์ มิลลิเมตร)
PMPBWS89248	2.84	5.81	2.28	37.66
FNBW8112-2-3	3.08	5.77	2.39	42.34
PMPBWS89013	3.05	5.75	2.55	44.78
CMU88-8	2.91	5.65	2.37	38.93
LARTC-W89011	2.94	5.73	2.59	43.89
LARTC-W95113	3.01	5.49	2.85	47.01
SMGBWS92062	2.80	5.60	2.48	39.07
MHSBWS12010	2.90	6.25	2.37	42.85
MHSBWS12012	2.66	5.75	2.29	34.97
MHSBWS12046	2.53	5.73	2.33	33.79
FNBW8301-5-5	3.08	5.45	2.72	45.76
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	3.03	6.23	2.57	48.44
SMGBWS88001	3.36	6.45	2.92	63.19
LP.2	3.15	6.33	2.66	53.08
LP.3	3.27	6.27	2.84	58.26
LP.4	3.14	5.86	2.62	48.32
LP.5	3.24	6.02	2.55	49.79
BSN-6	3.00	5.46	2.73	44.76
SMG1 (CK)	3.08	5.70	2.56	44.95
SMG2 (CK)	2.80	6.10	2.51	42.83
FANG60 (CK)	3.15	5.97	2.72	51.17
F-test	**	**	**	**
CV (%)	4.69	3.09	5.23	9.33
LSD (0.05)	0.2172	0.2792	0.2074	6.5808

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

4.4 องค์ประกอบผลผลิต

จำนวนก่อดต่อพื้นที่

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนก่อดต่อพื้นที่ของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยข้าวสาลีมีจำนวนก่อดต่อพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 5.75 กอ (ตารางที่ 4.4)

จำนวนหน่อตอก

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนหน่อตอกของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยข้าวสาลีมีจำนวนหน่อตอกแปรปรวนอยู่ในช่วง 3.67 - 12.00 หน่อ (ตารางที่ 4.4)

จำนวนรวงตอก

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนรวงตอกของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยข้าวสาลีมีจำนวนรวงตอกแปรปรวนอยู่ในช่วง 3.67 - 12.00 รวง (ตารางที่ 4.4)

จำนวนเมล็ดดีต่อรวง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนเมล็ดดีต่อรวงของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยข้าวสาลีมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงแปรปรวนอยู่ในช่วง 36.00 - 56.67 เมล็ด (ตารางที่ 4.4)

น้ำหนัก 100 เมล็ด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของน้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยข้าวสาลีมีน้ำหนัก 100 เมล็ดแปรปรวนอยู่ในช่วง 2.91 - 4.31 กรัม (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบผลผลิตของข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษา

สายพันธุ์	จำนวน กอต่อ 1 ตร.ม.	จำนวนหน่อ ต่อกอ	จำนวนรวง ต่อกอ	จำนวนเมล็ดดี ต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
PMPBWS89248	6.00	6.67	6.67	44.67	3.73
FNBW8112-2-3	6.00	9.00	9.00	44.00	4.01
PMPBWS89013	6.00	8.00	8.00	46.00	3.77
CMU88-8	6.00	7.67	7.33	46.33	3.45
LARTC-W89011	6.00	8.00	8.00	45.00	3.43
LARTC-W95113	5.33	8.33	8.33	56.67	3.42
SMGBWS92062	6.00	8.33	8.33	39.67	3.57
MHSBWS12010	5.33	8.33	8.33	39.33	3.47
MHSBWS12012	5.67	8.67	8.33	44.67	2.91
MHSBWS12046	7.00	8.00	8.00	43.00	3.14
FNBW8301-5-5	5.67	9.00	9.00	53.00	3.67
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	5.67	12.00	12.00	49.67	4.02
SMGBWS88001	5.33	9.00	9.00	52.67	5.04
LP.2	5.67	7.67	7.67	46.67	4.19
LP.3	6.33	8.00	8.00	52.33	4.01
LP.4	5.33	6.00	6.00	41.00	3.91
LP.5	5.33	5.33	5.00	52.67	4.09
BSN-6	6.67	3.67	3.67	36.00	4.31
SMG1 (CK)	4.67	10.00	9.67	45.67	3.59
SMG2 (CK)	6.00	5.00	5.00	38.00	3.82
FANG60 (CK)	4.67	5.67	5.67	45.33	3.79
Mean	5.75	7.73	7.67	45.83	3.78
F-test	ns	**	**	**	**
CV (%)	20.34	23.84	23.77	10.82	7.59
LSD (0.05)	-	3.0414	3.0075	8.1854	0.4732

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

4.5 ผลผลิตและดัชนีเก็บเกี่ยว

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) พบว่าผลผลิตของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.5) โดยสายพันธุ์ SMGBWS88001 และ LP.3 ให้ผลผลิตสูงใกล้เคียงกัน โดยมีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 520.45 และ 435.56 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ ได้แก่ สายพันธุ์ LP.5 และ SMG2 (CK) ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 150.40 และ 130.67 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับพันธุ์ BSN-6 ให้ผลผลิตต่ำที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 114.04 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งต่ำกว่าศักยภาพพันธุ์ที่สามารถให้ผลผลิตได้ถึง 450 กิโลกรัม/ไร่ (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2563)

ส่วนค่าดัชนีเก็บเกี่ยวพบว่าจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยมีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวแปรปรวนอยู่ในช่วง 0.48 – 0.66 (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 ผลผลิตและดัชนีเก็บเกี่ยวของข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษา

สายพันธุ์	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ดัชนีเก็บเกี่ยว
PMPBWS89248	281.47	0.58
FNBW8112-2-3	284.42	0.50
PMPBWS89013	241.51	0.56
CMU88-8	238.59	0.54
LARTC-W89011	295.17	0.51
LARTC-W95113	234.05	0.59
SMGBWS92062	304.00	0.58
MHSBWS12010	245.65	0.48
MHSBWS12012	231.83	0.48
MHSBWS12046	281.05	0.52
FNBW8301-5-5	348.76	0.60
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	318.40	0.56
SMGBWS88001	520.45	0.65
LP.2	187.20	0.61
LP.3	435.56	0.61
LP.4	249.44	0.66
LP.5	150.40	0.63
BSN-6	114.04	0.62
SMG1 (CK)	289.66	0.62
SMG2 (CK)	130.67	0.66
FANG60 (CK)	188.74	0.61

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

Mean	268.40	0.58
F-test	**	**
CV (%)	28.04	10.58
LSD (0.05)	124.19	0.10

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

4.6 ร้อยละของผลผลิตเทียบกับพันธุ์เช็ค (check variety)

ร้อยละของผลผลิตเทียบกับพันธุ์ SMG1

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์กับผลผลิตของข้าวสาลีพันธุ์ SMG1 (ตารางที่ 4.6) พบว่า ข้าวสาลีส่วนใหญ่ให้ผลผลิตต่ำกว่าผลผลิตของข้าวสาลีพันธุ์ SMG1 โดยให้ผลผลิตอยู่ระหว่างร้อยละ 48.62 – 98.19 เมื่อเทียบกับผลผลิตของพันธุ์ SMG1 โดยข้าวสาลีสายพันธุ์ BSN-6 ให้ผลผลิตต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับพันธุ์ SMG1 สำหรับสายพันธุ์ SMGBWS88001, LP.3, FNBW8301-5-5, FNBW8310-1-SMG-1-1-1, SMGBWS92062 และ LARTC-W89011 พบว่าให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SMG1 ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ข้าวสาลีพันธุ์ SMG1 ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 289.66 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับศักยภาพของพันธุ์ที่ให้ผลผลิตอยู่ประมาณ 330 กิโลกรัม/ไร่ (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2563)

ร้อยละของผลผลิตเทียบกับพันธุ์ SMG2

เมื่อเปรียบเทียบของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์กับผลผลิตของข้าวสาลีพันธุ์ SMG2 (ตารางที่ 4.6) พบว่า ข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SMG2 ทั้งนี้อาจเป็นไปได้เพราะข้าวสาลีพันธุ์ SMG2 ไม่สามารถปรับตัวในสภาพที่ราบลุ่มได้ จึงทำให้ได้ผลผลิตต่ำ โดยพันธุ์ SMG2 ให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 130.67 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งตามศักยภาพของพันธุ์แล้วข้าวสาลีพันธุ์ SMG2 สามารถให้ผลผลิตได้ถึง 450 กิโลกรัม/ไร่ (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2563)

ร้อยละของผลผลิตเทียบกับพันธุ์ FANG60

เมื่อเปรียบเทียบของข้าวสาลีทั้ง 18 สายพันธุ์กับผลผลิตของข้าวสาลีพันธุ์ FANG60 (ตารางที่ 4.6) พบว่า ข้าวสาลีสายพันธุ์ LP.5 และ BSN-6 ให้ผลผลิตอยู่ที่ร้อยละ 79.69 และ 74.62 เมื่อเทียบกับผลผลิตของพันธุ์ FANG60 สำหรับข้าวสาลีอีก 16 สายพันธุ์พบว่าให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ FANG60 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 188.74 กิโลกรัม/ไร่

ตารางที่ 4.6 ร้อยละของผลผลิตเทียบกับ check variety ของข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษา

สายพันธุ์	ร้อยละของ ผลผลิตเทียบกับ	ร้อยละของ ผลผลิตเทียบกับ	ร้อยละของ ผลผลิตเทียบกับ
	SMG1 (CK)	SMG2 (CK)	FANG60 (CK)
PMPBWS89248	97.17	215.41	149.14
FNBW8112-2-3	98.19	217.67	150.70
PMPBWS89013	83.38	184.83	127.96
CMU88-8	82.37	182.60	126.42
LARTC-W89011	101.90	225.89	156.39
LARTC-W95113	80.80	179.12	124.01
SMGBWS92062	104.95	232.65	161.07
MHSBWS12010	84.81	188.00	130.16
MHSBWS12012	80.03	177.42	122.83
MHSBWS12046	97.02	215.09	148.91
FNBW8301-5-5	120.40	266.91	184.79
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	109.92	243.67	168.70
SMGBWS88001	179.67	398.30	275.75
LP.2	77.95	172.80	119.63
LP.3	150.37	333.34	230.78
LP.4	86.11	190.90	132.16
LP.5	51.92	115.10	79.69
BSN-6	48.62	107.78	74.62

4.7 คุณภาพทางกายภาพและเคมีแป้งข้าวสาลี

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีแป้งข้าวสาลีจำนวน 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ โดยการนำเมล็ดข้าวสาลีมาบดให้เป็นผง ร่อนด้วยตะแกรงแล้วคัดเลือกแป้งที่มีขนาด 8 เมช จากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ความชื้น (ร้อยละ) เถ้าทั้งหมด (ร้อยละ) การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ) ปริมาณกลูเตนเปียก (ร้อยละ) กลูเตนแห้ง (ร้อยละ) และโปรตีนทั้งหมด (ร้อยละ) เปรียบเทียบกับแป้งสาลีทางการค้า ได้ผลการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 คุณภาพแป้งข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษาเปรียบเทียบกับแป้งข้าวสาลีทางการค้า

ชนิดของแป้งสาลี	คุณสมบัติด้านเคมี		คุณสมบัติด้านกายภาพ
	ความชื้น (%)	เถ้าทั้งหมด (%)	การดูดซึมน้ำ (%)
PMPBWS 8248	9.49±0.32	1.75±0.06	56.67±4.92
FNBW 8112-2-3	9.43±0.19	1.34±0.03	62.47±6.72
PMPBWS 89013	9.21±0.13	1.58±0.07	60.38±2.20
CMU 88-8	9.34±0.31	1.73±0.08	54.50±0.88
LARTC-W 89011	9.40±0.28	1.53±0.08	55.26±1.73
LARTC-W95113	9.57±0.20	1.75±0.06	62.76±2.62
SMGEWS 92062	9.20±0.12	1.68±0.21	59.28±0.48
MHSBWS 12010	9.27±0.22	1.98±0.03	54.67±0.14
MHSBWS 12012	9.39±0.08	1.34±0.03	56.91±1.69
MHSBWS 12046	9.23±0.77	1.20±0.06	56.63±2.90
FNBW 8301-5-5	9.05±1.14	1.09±0.06	56.33±3.27
FNBW 8310-1-SMG-1-1-1	9.38±0.85	1.56±0.24	54.22±4.91
SMGBWS 78001	9.53±0.04	1.28±0.03	54.70±4.89
LP.2	9.11±0.68	1.36±0.38	56.28±0.37
LP.3	9.41±0.40	1.58±0.31	57.79±2.09
LP.4	8.37±0.28	1.67±0.20	61.42±2.77
LP.5	8.78±0.39	1.80±0.11	55.35±4.96
BSN-6	10.47±1.14	1.73±0.05	44.90±2.01
SMG 2(CK)	9.20±1.01	1.72±0.33	60.04±1.32
FANG 60(CK)	9.65±0.27	1.74±0.19	51.40±3.79
SMG 1(CK)	8.96±0.38	1.60±0.11	53.17±2.95
แป้งทางการค้า	11.20±0.10	1.28±0.17	59.73±0.82

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.7 การนำแป้งข้าวสาลี 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เชื้อ 3 พันธุ์ เปรียบเทียบกับแป้งข้าวสาลีทางการค้า 1 ตัวอย่างด้านความชื้น เก้าทั้งหมด และการดูดซึมน้ำ พบว่า แป้งสาลีพื้นเมืองมีความชื้นต่ำกว่าแป้งทางการค้า และ ต่ำกว่ามาตรฐานที่ความชื้นในแป้งเอนกประสงค์กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 14 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2560) เพราะแป้งสาลีที่มีความชื้นสูงมีผลต่อการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์กลุ่มเชื้อราซึ่งกระทบต่ออายุการวางจำหน่าย (shelf life) รวมทั้ง การสร้างสารพิษของรา (mycotoxin) เช่น อัลฟาโทกซิน (aflatoxin) และ พาทูลิน (patulin) ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (พรรณทิพา, 2555)

แป้งสาลีพื้นเมืองมีร้อยละเก้าทั้งหมด 19 ตัวอย่างมากกว่าแป้งทางการค้า (ยกเว้นตัวอย่าง MHSBWS 12046, FNBW 8301-5-5 และ SMGBWS 78001) แต่ทุกตัวอย่างมีปริมาณเก้าทั้งหมดเกินร้อยละ 0.6 (ที่ความชื้นร้อยละ 14) ตามที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2560) กำหนด ซึ่งปริมาณเก้าที่มากในแป้งสาลีพื้นเมืองมีสาเหตุมาจาก ส่วนของสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารส่วนประกอบที่เป็นอนินทรีย์ (inorganic constituents) เช่น Na_2O , K_2O , CaO , MgO , MnO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 , P_2O ซึ่งปนมากับดินที่ใช้ในการปลูก นอกจากนี้ เมล็ดข้าวสาลียังมีแร่ธาตุที่เป็นแร่ร่างกายหลายชนิด เช่น แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม (Chu and Michel, 2004)

แป้งสาลีพื้นเมืองมีร้อยละการอุ้มน้ำ 5 ตัวอย่างมากกว่าแป้งทางการค้า ได้แก่ FNBW 8112-2-3, PMPBWS 89013, LARTC-W95113, LP.4, และ SMG 2(CK) การอุ้มน้ำของแป้งสาลีเกิดจากปริมาณกลูเตน โดยทั่วไปกลูเตนสกัดได้จากการนำแป้งข้าวสาลี (wheat flour) มาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำให้เกิดโด (dough) แล้วนำโดที่ได้มาล้างด้วยน้ำ มีส่วนประกอบหลักเป็นโปรตีน (protein) ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (bakery) กลูเตนสามารถเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นโดยยีสต์ (yeast) หรือผงฟูเอาไว้ได้ ทำให้รักษารูปร่างของผลิตภัณฑ์ เช่น ขนมปัง (bread) โดนัท (doughnut) ขนมเค้ก (cake) (วิภา, 2556)

ตารางที่ 4.8 ปริมาณกลูเตน และปริมาณโปรตีนของแป้งข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษาเปรียบเทียบกับแป้งข้าวสาลีทางการค้า

ชนิดของแป้งสาลี	ปริมาณกลูเตน		ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (%)
	เปียก (%)	แห้ง (%)	
PMPBWS 8248	16.14 $\pm$ 4.45	4.20 $\pm$ 0.45	9.69 $\pm$ 0.07
FNBW 8112-2-3	19.05 $\pm$ 3.63	2.49 $\pm$ 1.07	10.02 $\pm$ 0.00
PMPBWS 89013	18.60 $\pm$ 2.36	2.97 $\pm$ 1.80	10.08 $\pm$ 0.06
CMU 88-8	29.50 $\pm$ 1.80	5.40 $\pm$ 1.21	9.77 $\pm$ 0.07
LARTC-W 89011	19.79 $\pm$ 3.29	3.67 $\pm$ 0.45	11.12 $\pm$ 0.42
LARTC-W95113	18.52 $\pm$ 3.27	4.93 $\pm$ 1.50	9.62 $\pm$ 0.42
SMGEWS 92062	24.00 $\pm$ 5.80	6.17 $\pm$ 0.93	9.77 $\pm$ 0.07
MHSBWS 12010	30.20 $\pm$ 2.86	6.04 $\pm$ 0.87	3.52 $\pm$ 0.00
MHSBWS 12012	26.43 $\pm$ 5.58	6.03 $\pm$ 0.23	9.77 $\pm$ 0.21
MHSBWS 12046	33.67 $\pm$ 4.91	5.90 $\pm$ 0.35	11.07 $\pm$ 0.07
FNBW 8301-5-5	34.37 $\pm$ 5.84	8.63 $\pm$ 3.78	10.17 $\pm$ 0.35
FNBW 8310-1-SMG-1-1-1	28.23 $\pm$ 4.97	6.80 $\pm$ 0.95	9.52 $\pm$ 0.28
SMGBWS 78001	46.70 $\pm$ 2.04	11.43 $\pm$ 0.55	10.27 $\pm$ 0.21
LP.2	32.20 $\pm$ 1.14	6.67 $\pm$ 1.96	9.37 $\pm$ 0.07
LP.3	26.10 $\pm$ 10.68	6.17 $\pm$ 2.71	9.87 $\pm$ 0.07
LP.4	21.70 $\pm$ 4.75	4.03 $\pm$ 0.71	10.27 $\pm$ 0.07
LP.5	25.27 $\pm$ 18.16	7.90 $\pm$ 1.13	7.47 $\pm$ 0.07
BSN-6	12.42 $\pm$ 6.18	5.32 $\pm$ 0.98	4.80 $\pm$ 0.00
SMG 2(CK)	28.83 $\pm$ 6.19	5.33 $\pm$ 0.99	9.28 $\pm$ 0.08
FANG 60(CK)	12.43 $\pm$ 5.24	4.07 $\pm$ 1.70	8.92 $\pm$ 0.00
SMG 1(CK)	15.67 $\pm$ 2.93	2.63 $\pm$ 1.94	9.92 $\pm$ 0.00
แป้งทางการค้า	50.00 $\pm$ 0.50	10.1 $\pm$ 0.05	12.00 $\pm$ 0.06

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.8 การนำแป้งข้าวสาลี 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ เปรียบเทียบกับแป้งข้าวสาลีทางการค้า 1 ตัวอย่างด้านปริมาณกลูเตน และ ปริมาณโปรตีนทั้งหมด พบว่าร้อยละกลูเตนเปียกของแป้งข้าวสาลีทั้ง 21 ตัวอย่างมีค่าต่ำกว่าแป้งสาลีทางการค้า คือน้อยกว่าร้อยละ 50 ส่วนร้อยละกลูเตนแห้งของแป้งข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษายกเว้น SMGBWS 78001 มีค่าต่ำกว่าแป้งสาลีทางการค้าคือร้อยละ 10.01 โดยปริมาณกลูเตนที่มากในตัวอย่างแป้งมีผลต่อคุณสมบัติของแป้งสาลีคือ แป้งที่มี

กลูเตนสูงจะมีความเหนียวมาก ซึ่งกลูเตนที่ได้จากข้าวสาลีนั้นถือได้ว่าเป็นแหล่งโปรตีนกลูเตนอย่างหนึ่งทำให้แป้งมีลักษณะยึดไม่ละลายน้ำเมื่อมีการผสมน้ำลงไปในแป้งและมีการนวด ยิ่งนวดนานกลูเตนกลูเตนมีความยืดหยุ่นมากขึ้น โดยมีสมมติฐานว่าแป้งที่มีโปรตีนสูงอาจจะมีกลูเตนได้มากกว่าแป้งที่มีโปรตีนต่ำ

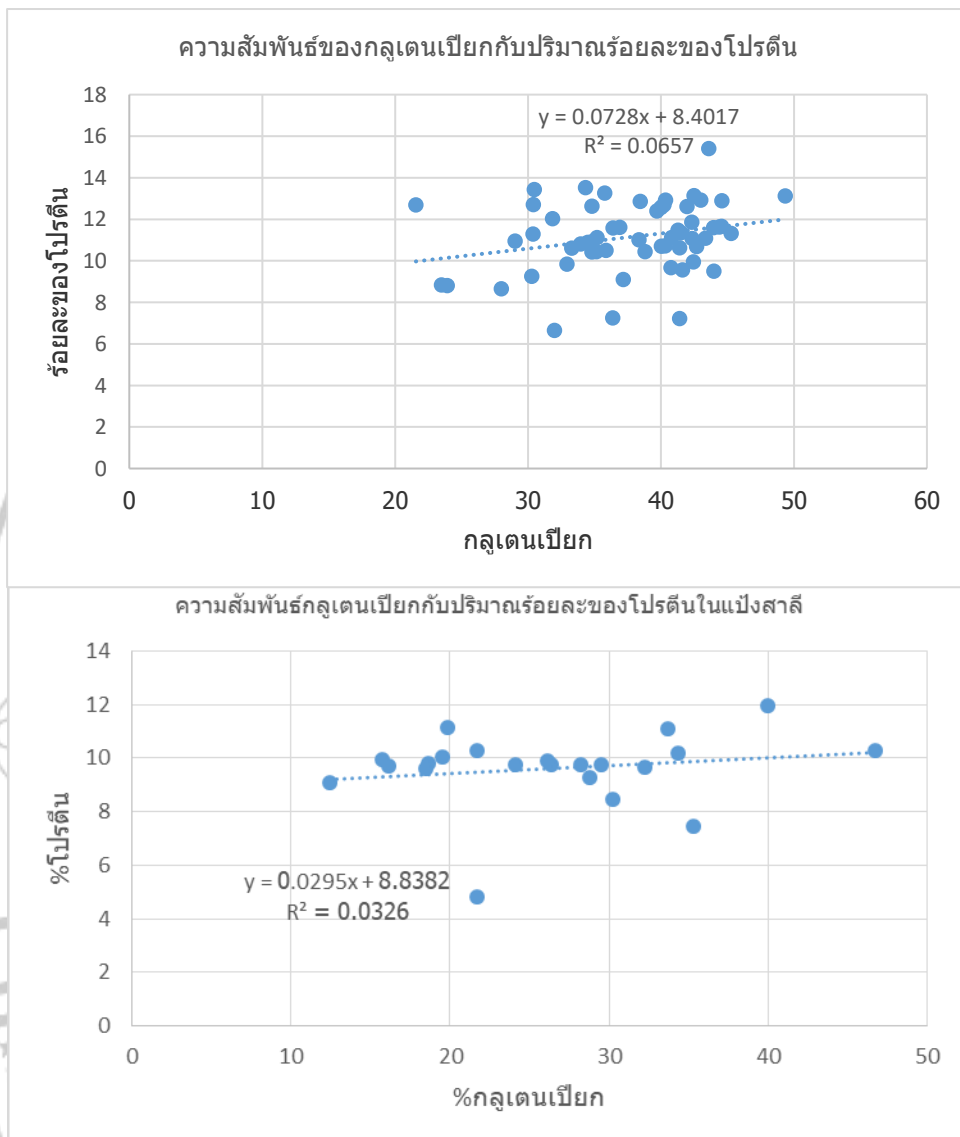
ปริมาณโปรตีนของแป้งข้าวสาลี 18 สายพันธุ์ และพันธุ์เช็ค 3 พันธุ์ พบว่า มีค่าน้อยกว่าแป้งสาลีทางการค้า โดยมีค่าโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 4-11 ซึ่งปริมาณโปรตีนในแป้งสาลีใช้กำหนดเกรดของแป้ง เช่น แป้งเอนกประสงค์กำหนดให้มีปริมาณโปรตีนร้อยละไม่เกิน 9 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2560) คุณสมบัติการนำแป้งสาลีไปทำผลิตภัณฑ์จึงกำหนดโดยปริมาณโปรตีนมากกว่ากลูเตนในแป้ง ซึ่งในทางการค้าแบ่งออกช่วงโปรตีนเป็น 3 ช่วง ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การจัดกลุ่มจำแนกโปรตีนในแป้งข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษา

กลุ่ม	โปรตีน (ร้อยละ)	ตัวอย่าง
กลุ่มที่ 1	<9.99	MHSBWS 12010, LP.2, LP5, SMG 2(ck), FANG 60(ck), BSN-6
กลุ่มที่ 2	10-11.99	PMPBWS 8248, FNBW 8112-2-3, PMPBWS 89013, CMU 88-8, LARTC-W 89011, LARTC-W95113, SMGEWS 92062, MHSBWS 12012, MHSBWS 12046, FNBW 8301-5-5, FNBW8310-1- SMG-1-1-1, SMGBWS 78001, LP.3, LP.4, SMG 1(CK)
กลุ่มที่ 3	12-14	แป้งสาลีทางการค้า

โดยในทางการค้าได้แบ่งชนิดแป้งตามปริมาณโปรตีนโดยประมาณดังนี้ แป้งเค้กจะมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 7-9 แป้งเอนกประสงค์มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 10-11 ส่วนแป้งขนมปังมีโปรตีนร้อยละ 12-14 ตารางที่ 9 แสดงว่าแป้งข้าวสาลีกลุ่มที่ 1 มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับแป้งเค้ก ในขณะที่กลุ่มที่ 2 ใกล้เคียงกับแป้งเอนกประสงค์

ในทางปฏิบัติการวิเคราะห์โปรตีนทำโดยการวิเคราะห์โดยประมาณด้วยวิธีเคลดดาห์ลซึ่งใช้เวลา เครื่องมือและอุปกรณ์วิเคราะห์ที่นาน อีกทั้งมีสารเคมีเช่นสารละลายกรดซัลฟูริก โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ถ้าลองกำหนดใช้กลูเตนเป็นดัชนีในการกำหนดชนิดแป้งจึงอาจเป็นทางเลือกหนึ่ง เพราะการวิเคราะห์กลูเตนไม่ต้องใช้สารเคมี ดังนั้นจึงได้หาความสัมพันธ์ระหว่างกลูเตนเปียก หรือกลูเตนแห้งกับปริมาณร้อยละโปรตีนของแป้งตัวอย่างทั้งหมดได้ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนแป้งสาลี (ร้อยละ) และกลูเตนเปียกของสาลีร้อยละเปรียบเทียบระหว่างงานวิจัยของ (A) Maria *et al.* (2014) และ (B) งานวิจัยแป้งสาลีพันธุ์ที่ศึกษา

จากภาพที่ 4.1 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างกลูเตนเปียกกับปริมาณร้อยละของการโปรตีนของแป้งสาลีพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าต่ำมากในงานวิจัยของ Maria *et al.* (2014) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.0657 และมีค่าต่ำในงานวิจัยแป้งสาลีพันธุ์ที่ศึกษาครั้งนี้ด้วยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.0362 ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงใช้ร้อยละโปรตีนเป็นเกณฑ์จำแนกกลุ่มแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังตารางที่ 4.9 ซึ่งเป็นการจัดเกรดแป้งในอเมริกาเหนือ (The Artisan, 2020)

4.8 การทดสอบทางเนื้อสัมผัสและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่และบะหมี่คะน้ำ

จากการคัดเลือกแป้งสาลีกลุ่ม 1 และแป้งสาลีกลุ่ม 2 มาทำผลิตภัณฑ์บราวนี่และบะหมี่คะน้ำ จากนั้นนำไปวัดแรงกดและแรงดึงเปรียบเทียบกับแป้งทางการค้า พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแรงกดและแรงดึงผลิตภัณฑ์นั้นขึ้นอยู่กับโปรตีนในแป้งสาลีตัวอย่างที่นำมาแปรรูป โดยสอดคล้องกับปริมาณโปรตีนที่รายงานในตารางที่ 9 โดย Salehifar (2010) กล่าวว่า คุณภาพของขนมปังขึ้นอยู่กับคุณภาพของแป้งสาลีและปริมาณของโปรตีนในแป้งสาลี แป้งสามชนิดที่มีปริมาณโปรตีนที่แตกต่างกัน โดยมีโปรตีนร้อยละ 9.4 ร้อยละ 11.5 และ ร้อยละ 13.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10) การทดสอบเนื้อสัมผัสบนเครื่องทดสอบโดยการกดแผ่นขนมปังระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่น พบว่าปริมาณโปรตีนที่ร้อยละ 13.5 ให้เนื้อขนมปังที่เกาะกันแน่นใช้แรงกดมากกว่าแป้งสาลีที่มีโปรตีนต่ำกว่า ทำให้การแผ่ของแผ่นแป้งน้อยกว่า

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่และบะหมี่คะน้ำ

แป้งสาลี	แรงกดบราวนี่ (นิวตัน)	แรงดึงขาดบะหมี่คะน้ำ (นิวตัน)
แป้งสาลีกลุ่ม 1	9.14±0.18 b	0.42±0.07 b
แป้งสาลีกลุ่ม 2	10.05±1.03 b	0.44±0.01 b
แป้งสาลีการค้า	12.27±0.67 a	0.60±0.04 a

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการคัดเลือกแป้งสาลีกลุ่ม 1 และแป้งสาลีกลุ่ม 2 มาทำ ผลิตภัณฑ์บราวนี่ (ภาพที่ 4.2) แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวม จากผู้ทดสอบชิม 30 คน พบว่า บราวนี่ที่ใช้แป้งสาลีกลุ่มที่ 1 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 7-9 ในตารางที่ 9 มีความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวมน้อยกว่าบราวนี่ที่ใช้แป้งสาลีกลุ่มที่ 2 กับแป้งสาลีทางการค้า ส่วนค่าสีมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน แป้งสาลีกลุ่มที่ 2 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 10-11 ในตารางที่ 9 มีสี ความนุ่ม และ รสชาติ ซึ่งใกล้เคียงกับบราวนี่ที่ใช้แป้งสาลีโปรตีนทางการค้า แต่ความชอบโดยรวมได้คะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าบราวนี่ที่ใช้แป้งสาลีโปรตีนทางการค้า ซึ่งคะแนนที่ได้จากทุกๆด้าน ประมาณ 6-7 คะแนน (ตารางที่ 11) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์บราวนี่จากแป้งสาลีจากข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษาผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับชอบ ถึงชอบปานกลาง

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่

แป้งสาลี	ลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	สี	ความนุ่ม	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
แป้งสาลีกลุ่ม 1	6.90±0.66 a	6.20± 0.45 c	6.40±0.45 b	6.70± 0.49 b
แป้งสาลีกลุ่ม 2	6.90±0.35 a	6.60±0.49 b	6.80±0.41 a	6.80± 0.41 ab
แป้งสาลีการค้า	6.90±0.31 a	6.90±0.25 a	6.90±0.31 a	6.90±0.31 a

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ ($P \leq 0.05$)



A

B

C

ภาพที่ 4.2 ลักษณะปรากฏบราวนี่ทำจากแป้งสาลีพันธุ์ที่ศึกษาเปรียบเทียบกับแป้งทางการค้า (A คือ แป้งสาลีกลุ่ม 2, B คือ แป้งสาลีกลุ่ม 1, C คือ แป้งสาลีทางการค้า)

จากการคัดเลือกแป้งสาลีกลุ่ม 1 และแป้งสาลีกลุ่ม 2 มาทำผลิตภัณฑ์บะหมี่คั่ว (ภาพที่ 4.3) แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวม จากผู้ทดสอบชิม 30 คน พบว่า บะหมี่คั่วที่ใช้แป้งสาลีกลุ่มที่ 1 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 7-9 ได้รับการยอมรับด้านสีเท่ากับบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลีทางการค้า มีความนุ่มได้รับการยอมรับไม่แตกต่างจากบะหมี่คั่วที่ใช้แป้งสาลีกลุ่มที่ 2 ปริมาณโปรตีน ร้อยละ 10-11 มีรสชาติที่ได้รับการยอมรับน้อยที่สุด แต่มีความชอบโดยรวมต่ำกว่าบะหมี่คั่วที่ใช้แป้งสาลีทางการค้าและบะหมี่คั่วที่ใช้แป้งสาลีกลุ่ม 2 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12) ดังนั้นแป้งสาลีของข้าวสาลีพันธุ์ที่ศึกษา ซึ่งมีโปรตีนที่ต่ำกว่าแป้งสาลีทางการค้าจึงไม่เหมาะใช้ทำผลิตภัณฑ์เส้นเพราะเส้นบะหมี่แข็ง และขาดง่าย โดยมีความชอบในระดับชอบถึงชอบปานกลาง

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่คะน้ำ

แป้งสาลี	ลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	สี	ความนุ่ม	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
แป้งสาลีกลุ่ม 1	6.90±0.25 a	6.20±0.66 b	6.50±0.51 b	6.60±0.45 a
แป้งสาลีกลุ่ม 2	6.90±0.31 a	6.20±0.66 b	6.70±0.47ab	6.70±0.42 a
แป้งสาลีการค้า	6.90±0.31 a	6.50±0.51 a	6.80±0.41 a	6.70±0.41 a

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันอย่างแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



A

B

C

ภาพที่ 4.3 ลักษณะปรากฏบะหมี่คะน้ำทำจากแป้งสาลีพันธุ์ที่ศึกษา เปรียบเทียบกับแป้งทางการค้า (A คือแป้งสาลีกลุ่ม 2, B คือแป้งสาลีกลุ่ม 1, C คือแป้งสาลีทางการค้า)