

**2. การศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบเชิงพรรณนาร่วมกับการทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อบะหมี่สดทางการค้า และการหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางเคมีและกายภาพกับคุณภาพทางประสาทสัมผัส**

จากการสำรวจในข้อ 1 พบว่ายี่ห้อบะหมี่สดทางการค้าที่ได้รับความนิยมในการบริโภคได้แก่บะหมี่สดยี่ห้อ น้าชัย นู้ดเคิ้ลการ์เด็น ไทเป วิฑูร ดีดี และ โออิชิ ซึ่งยี่ห้อเหล่านี้วางจำหน่ายในซูเปอร์มาร์เก็ตของห้างสรรพสินค้า และมีอีกหลากหลายยี่ห้อที่ผู้บริโภคไม่สามารถจดจำยี่ห้อได้ เนื่องจากวางจำหน่ายในตลาดสดโดยไม่ได้ระบุยี่ห้อไว้ ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงนำมาทดสอบอีก 2 ยี่ห้อที่วางจำหน่ายในตลาดสด รวมทั้งหมด 8 ยี่ห้อ จึงขอชี้แจงรายละเอียดของส่วนประกอบ และวิธีการ รวมถึงอายุการเก็บรักษาที่ระบุไว้ที่ฉลากของบรรจุภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 18 นำมาประเมินคุณภาพทางเคมีกายภาพและทางประสาทสัมผัสได้ ดังนี้

ตารางที่ 18 รายละเอียดของบะหมี่สดทางการค้าของไทยที่นำมาทดสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส

| ยี่ห้อ | ส่วนผสม                | เวลาในการทำให้สุก | อายุการเก็บ                       | แหล่งวางจำหน่าย |
|--------|------------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------|
| A      | แป้ง ไข่แป๊ะด กลือ     | 60 วินาที         | 20 วัน (ตู้เย็น)                  | ซูเปอร์มาร์เก็ต |
| B      | แป้ง ไข่ไก่ กลือ       | ไม่ระบุ           | ไม่ระบุ                           | ซูเปอร์มาร์เก็ต |
| C      | แป้ง ไข่ กลือ          | ไม่ระบุ           | 24 วัน (ตู้เย็น)                  | ซูเปอร์มาร์เก็ต |
| D      | แป้ง ไข่ กลือ แป้งมัน  | ไม่ระบุ           | 30 วัน (ตู้เย็น)                  | ซูเปอร์มาร์เก็ต |
| E      | แป้ง89% ไข่ 10% กลือ1% | 40 วินาที         | 20 วัน (ตู้เย็น)                  | ซูเปอร์มาร์เก็ต |
| F      | แป้ง กลือ ไม่ใส่ไข่    | 120-180 วินาที    | 60 วัน (ตู้เย็น)<br>30 วัน (ปกติ) | ร้านอาหาร       |
| G      | ไม่ระบุ                | ไม่ระบุ           | ไม่ระบุ                           | ตลาดสด          |
| H      | ไม่ระบุ                | 20 - 30 วินาที    | ไม่ระบุ                           | ตลาดสด          |

## 2.1 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ (Physicochemical properties)

บะหมี่สด 8 ยี่ห้อ คือตัวอย่าง A - H เป็นตัวอย่างเส้นบะหมี่สดดังแสดงในตารางที่ 18 นำมาวัดค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีตามมาตรฐานการตรวจคุณภาพของบะหมี่สด รวมถึงปัจจัยคุณภาพที่ผู้บริโภคต้องการรวมทั้งหมด 22 คุณภาพ โดยทำการประเมินคุณภาพทางเคมีกายภาพในเส้นบะหมี่ดิบ (Raw Noodles) 10 คุณลักษณะ และเส้นบะหมี่สุก (Cooked Noodles) 12 คุณลักษณะ ผลที่ได้ดังนี้ คือ

### 2.1.1 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบ (Raw Noodles)

จากตารางที่ 19 พบว่าบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในคุณภาพต่างๆ ทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบทั้ง 10 คุณลักษณะ และเมื่อนำค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบ 10 คุณลักษณะ มาปรับค่า (Standardize) เพื่อหาความสัมพันธ์และแนวโน้มกับเส้นบะหมี่สดยี่ห้อต่างๆ โดยใช้เทคนิคแผนภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principle Component Analysis [PCA]) (ดังภาพที่ 7 และ 8) ผลที่ได้พบว่ามี 3 องค์ประกอบ และสามารถอธิบายความแปรปรวนที่เกิดขึ้นได้ทั้งสิ้น 84% ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กับคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบและบะหมี่แต่ละยี่ห้อ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 (PC1) สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 46% โดยที่องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กับปริมาณ โปรตีน (Protein) ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ( $a_w$ ) สีเหลือง ( $b^*$ ) ขนาด (Size) และความแข็ง (Hardness) ซึ่งองค์ประกอบที่ 1 นี้สามารถแยกความแตกต่างของตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ ได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ 1) กลุ่มที่มีปริมาณโปรตีนและค่าวอเตอร์แอกติวิตีสูง ขณะที่มิลักษณะสีเหลือง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และเนื้อสัมผัสในด้านความแข็งของเส้นบะหมี่ดิบน้อย ได้แก่ ตัวอย่าง A B C D E G และ H สำหรับ 2) กลุ่มที่มีลักษณะดังกล่าวในทางตรงกันข้าม คือ ตัวอย่าง F

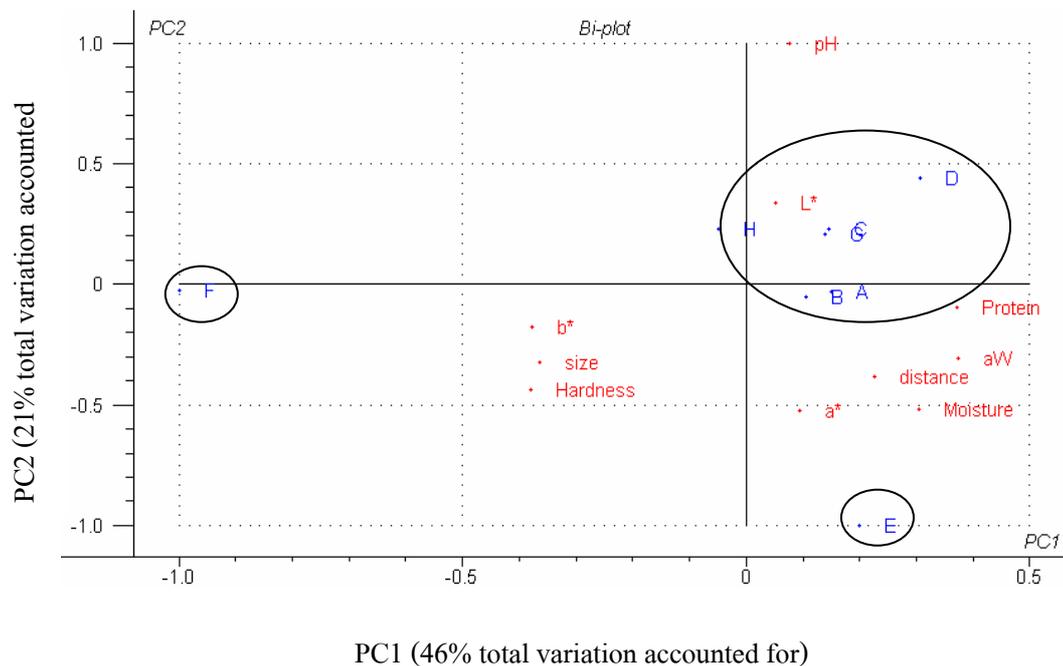
ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบ 8 ยี่ห้อ และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Least Significant Difference (LSD)

| คุณภาพทางเคมีและกายภาพ                   | ตัวอย่าง*   |              |       |              |              |              |              |              | p-Value | LSD** |
|--|-------------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|-------|
|  | A           | B            | C     | D            | E            | F            | G            | H            |         |       |
| <b>เส้นบะหมี่ดิบ (Raw Noodles)</b>       |             |              |       |              |              |              |              |              |         |       |
| 1. ความแข็ง (Hardness) (นิวตัน)          | 2.33        | 2.98         | 2.31  | <u>2.23</u>  | 3.62         | <u>5.17</u>  | 2.76         | 2.53         | 0.000   | 0.34  |
| 2. ระยะตัดขาด (Distance) (มม.)           | <u>1.73</u> | 1.64         | 1.60  | 1.33         | 1.65         | <u>1.31</u>  | 1.67         | 1.42         | 0.000   | 0.06  |
| 3. ค่าความสว่าง (L*)                     | 72.44       | <u>69.71</u> | 73.93 | 69.74        | 70.11        | 70.17        | 71.16        | <u>74.09</u> | 0.000   | 1.36  |
| 4. ค่าสีแดง (a*)                         | 2.03        | <u>1.84</u>  | 2.06  | 2.54         | <u>2.72</u>  | 2.10         | 1.94         | 2.05         | 0.000   | 0.23  |
| 5. ค่าสีเหลือง (b*)                      | 20.85       | <u>17.61</u> | 18.59 | 18.31        | 21.30        | <u>27.56</u> | 21.02        | 22.74        | 0.000   | 1.19  |
| 6. ขนาดเส้นบะหมี่ (Size) (มม.)           | 1.49        | 1.52         | 1.50  | <u>1.07</u>  | 1.49         | <u>1.92</u>  | 1.39         | 1.49         | 0.000   | 0.11  |
| 7. ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี (a <sub>w</sub> ) | 0.93        | <u>0.94</u>  | 0.93  | <u>0.94</u>  | <u>0.94</u>  | <u>0.91</u>  | 0.93         | 0.93         | 0.000   | 0.01  |
| 8. ปริมาณโปรตีน (%) (Protein)            | 11.98       | 12.55        | 13.59 | 13.60        | 14.02        | <u>9.44</u>  | <u>14.48</u> | 11.83        | 0.000   | 1.35  |
| 9. ปริมาณความชื้น (%) (Moisture)         | 32.52       | 30.30        | 30.20 | 29.65        | <u>33.25</u> | <u>27.06</u> | 30.74        | 31.61        | 0.000   | 0.06  |
| 10. พีเอช (pH)                           | 9.60        | 9.45         | 9.59  | <u>10.10</u> | <u>8.83</u>  | 9.42         | 9.80         | 9.66         | 0.000   | 0.05  |

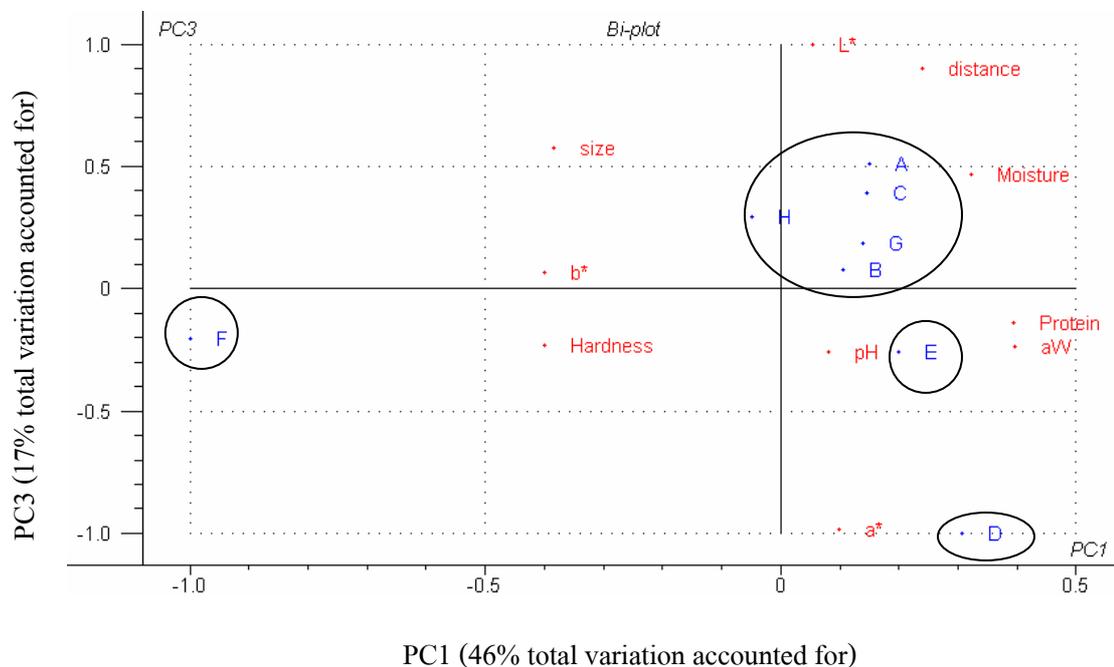
หมายเหตุ \* A – H คือยี่ห้อตัวอย่างบะหมี่สดดังแสดงในตารางที่ 18

\*\* เมื่อต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี Fisher's Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

\_\_\_\_\_ ค่าเฉลี่ยสูงสุด และ ..... ค่าเฉลี่ยต่ำสุดของคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ



ภาพที่ 7 Principle Component Analysis (PCA) Biplot ของมะหมีสดทางการค้า 8 ยี่ห้อ (A-H) กับคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพเส้นมะหมีดิบของแกนองค์ประกอบที่ 1(PC1) และ 2 (PC2)

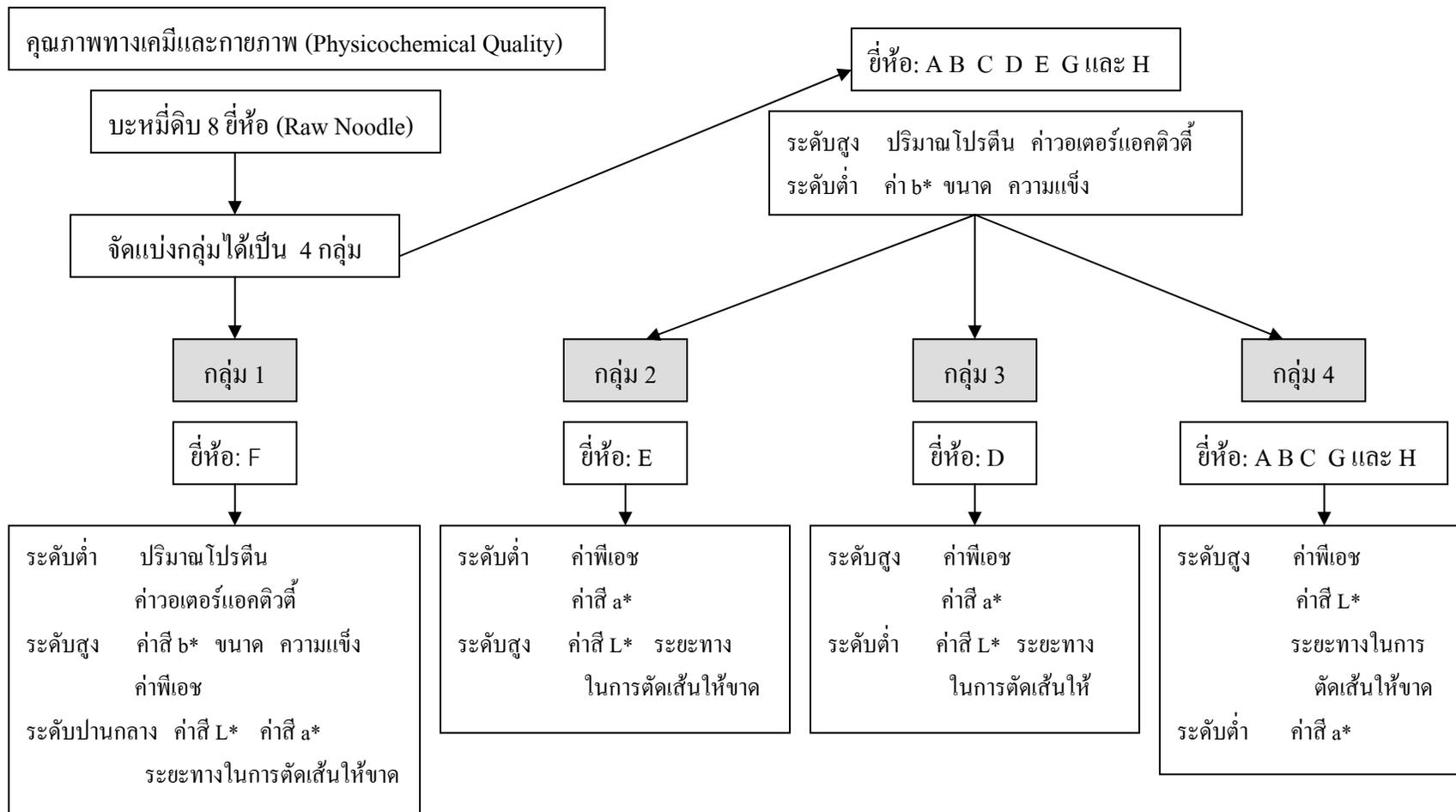


ภาพที่ 8 Principle Component Analysis (PCA) Biplot ของมะหมีสดทางการค้า 8 ยี่ห้อ (A-H) กับคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพเส้นมะหมีดิบของแกนองค์ประกอบที่ 1(PC1) และ 3 (PC3)

องค์ประกอบที่ 2 (PC2) สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 21% มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับค่าพีเอชของเส้นบะหมี่ดิบ (pH) ซึ่งองค์ประกอบที่ 2 นี้สามารถแยกความแตกต่างของตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่เช่นกัน คือ 1) กลุ่มที่มีค่าพีเอชของเส้นบะหมี่ดิบสูง ได้แก่ ตัวอย่าง A B C D F G และ H และ 2) กลุ่มที่มีค่าพีเอชต่ำ คือ ตัวอย่าง E จะเห็นได้ว่าตัวอย่าง E แยกออกได้เพิ่มเติมจากกลุ่มเดียวกันกับตัวอย่าง A B C D G และ H ซึ่งได้จากการจำแนกกลุ่มด้วยองค์ประกอบที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีปริมาณโปรตีน และค่าวอเตอร์แอกติวิตีสูง ขณะที่ค่าสีเหลือง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและเนื้อสัมผัสในด้านความแข็งของเส้นบะหมี่ดิบต่ำ

องค์ประกอบที่ 3 (PC3) สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 17% มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับค่าสีในด้านความสว่าง ( $L^*$ ) และสีแดง ( $a^*$ ) รวมทั้งเนื้อสัมผัสในด้านระยะทางที่ใช้ในการตัดเส้นบะหมี่ดิบให้ขาดออกจากกัน (distance) ซึ่งองค์ประกอบที่ 3 นี้สามารถแยกความแตกต่างของตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่เช่นกัน คือ 1) กลุ่มที่มีลักษณะความสว่างและระยะทางในการตัดขาดของเส้นบะหมี่ดิบสูง แต่มีค่าสีแดงต่ำ ได้แก่ ตัวอย่าง A B C G และ H 2) กลุ่มที่มีลักษณะดังกล่าวในระดับกลางๆ ได้แก่ ตัวอย่าง E และ F และ 3) กลุ่มที่มีลักษณะในทิศทางตรงกันข้าม คือ ตัวอย่าง D

เพราะฉะนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาโดยรวมทั้ง 3 องค์ประกอบของคุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบ จะสามารถแยกความแตกต่างของตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ ออกเป็น 4 กลุ่ม (ดังภาพที่ 9) คือ 1) กลุ่มตัวอย่าง A B C G และ H 2) กลุ่มตัวอย่าง D 3) กลุ่มตัวอย่าง E และ 4) กลุ่มตัวอย่าง F ซึ่งจะเห็นว่าตัวอย่าง F มีลักษณะแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ อย่างเด่นชัดด้วยคุณลักษณะที่สัมพันธ์กับองค์ประกอบที่ 1 โดยมีปริมาณโปรตีนและค่า  $a_w$  ต่ำ แต่มีค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้น และค่าความแข็งสูง โดยมีคุณภาพตรงกันข้ามกับกลุ่มของตัวอย่างส่วนใหญ่ ได้แก่ ยี่ห้อ A B C D E G และ H แต่กลุ่มตัวอย่างนี้มีความแตกต่างกันในคุณลักษณะที่สัมพันธ์กับองค์ประกอบที่ 2 และ 3 ได้แก่ ค่าพีเอช ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และระยะทางที่ใช้ในการตัดเส้นให้ขาด โดยเฉพาะยี่ห้อ E และ D จะแยกความแตกต่างออกจากตัวอย่างบะหมี่ยี่ห้ออื่นด้วยองค์ประกอบที่ 2 และ 3 นี้ได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 9 การจัดแบ่งกลุ่มเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ ด้วยคุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบ (Raw noodle) ที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principle Component Analysis) ขององค์ประกอบที่ 1 2 และ 3

### 2.1.2 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สุก (Cooked Noodles)

จากตารางที่ 20 พบว่าบะหมี่สด 8 ยี่ห้อมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในคุณภาพต่างๆ ทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สุกทั้ง 12 คุณลักษณะ ทั้งนี้จะพบว่าระยะเวลาที่ใช้จริงในการทำให้เส้นบะหมี่สุกนั้นแตกต่างจากที่ระบุไว้ที่บรรจุภัณฑ์ เช่น ตัวอย่าง E และ H ซึ่งระบุเวลาที่ใช้สั้นกว่าความเป็นจริง สำหรับตัวอย่าง B นั้น ใช้ระยะเวลาในการทำให้เส้นบะหมี่สุกแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ที่ระยะเวลา 90 วินาที เป็นเวลาที่ทำให้เส้นบะหมี่สุกทั้งหมด และที่ระยะเวลา 40 วินาที ลักษณะเส้นบะหมี่สุกภายในตรงกลางยังคงดิบอยู่ เพราะฉะนั้นตัวอย่างเส้นบะหมี่สุกที่นำมาทดสอบรวมทั้งสิ้น 9 ตัวอย่าง และเมื่อนำค่าปัจจัยคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่สุก 12 คุณลักษณะ มาปรับค่า (Standardize) เพื่อหาความสัมพันธ์และแนวโน้มกับเส้นบะหมี่สดยี่ห้อต่างๆ โดยใช้เทคนิคแผนภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principle Component Analysis [PCA]) (ดังภาพที่ 10 และ 11) สามารถอธิบายความแปรปรวนที่เกิดขึ้นได้ 82% ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กับคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่สุกและบะหมี่แต่ละยี่ห้อ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 (PC1) สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 46% โดยที่องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กับขนาดของเส้นบะหมี่สุก (Size), ระยะในการตัดขาดของเส้นบะหมี่สุก (distance), แรงที่ใช้ในการดึงเส้นบะหมี่สุกให้ขาด (Tensile Strength) และค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ซึ่งองค์ประกอบที่ 1 นี้สามารถแยกความแตกต่างของตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ ได้เป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่มีลักษณะขนาดเส้นบะหมี่สุกสูง และมีค่าเนื้อสัมผัสแรงดึงและระยะทางในการตัดขาดเส้นสูง แต่มีค่าความสว่างของเส้นบะหมี่สุกต่ำ คือ ตัวอย่าง F 2) กลุ่มที่มีคุณลักษณะดังกล่าวในระดับกลางๆ ได้แก่ ตัวอย่าง B90 E และ H 3) กลุ่มที่มีคุณลักษณะดังกล่าวต่ำ แต่มีค่าความสว่างสูง ได้แก่ ตัวอย่าง A B40 D และ G และ 4) กลุ่มที่มีลักษณะค่าความสว่างสูงมาก แต่มีขนาดเส้นบะหมี่ ค่าแรงดึง และระยะทางในการตัดขาดของเส้นบะหมี่สุกต่ำ ได้แก่ ตัวอย่าง C

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สุก 8 ยี่ห้อ และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Least Significant Difference (LSD)

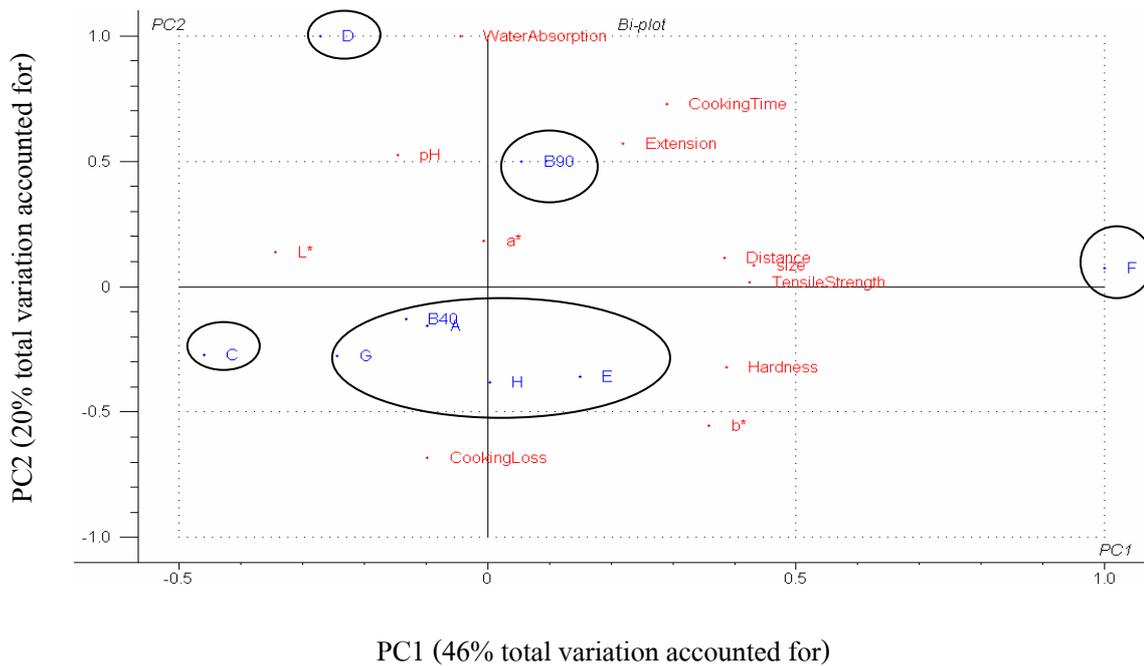
| คุณภาพทางเคมีและกายภาพ                   | ตัวอย่าง* |       |              |              |              |              |              |       |       | p-value | LSD** |
|--|-----------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|---------|-------|
|  | A         | B90   | B40          | C            | D            | E            | F            | G     | H     |         |       |
| <b>เส้นบะหมี่สุก (Cooked noodles)</b>    |           |       |              |              |              |              |              |       |       |         |       |
| 1. ความแข็ง (Hardness) (นิวตัน)          | 0.74      | 0.89  | 1.01         | 0.76         | <u>0.71</u>  | 1.08         | <u>1.52</u>  | 1.05  | 1.05  | 0.000   | 0.11  |
| 2. ระยะตัดขาด (Distance) (มม.)           | 1.40      | 1.43  | 1.68         | <u>0.99</u>  | 1.27         | 1.57         | <u>2.11</u>  | 1.17  | 1.13  | 0.000   | 0.06  |
| 3. แรงดึงขาด (Tensile Strength) (นิวตัน) | 0.16      | 0.19  | 0.14         | 0.14         | <u>0.14</u>  | 0.18         | <u>0.28</u>  | 0.16  | 0.18  | 0.000   | 0.03  |
| 4. ระยะดึงขาด (Extension) (มม.)          | 80.74     | 110.8 | 60.76        | 60.41        | 73.01        | <u>59.95</u> | <u>92.63</u> | 62.47 | 71.27 | 0.000   | 16.27 |
| 5. ค่าความสว่าง (L*)                     | 64.90     | 66.36 | 68.27        | <u>68.25</u> | 67.63        | 64.87        | <u>64.15</u> | 67.99 | 66.22 | 0.001   | 1.88  |
| 6. ค่าสีแดง (a*)                         | -1.36     | -2.23 | <u>-3.12</u> | -2.11        | -1.25        | <u>-0.83</u> | -2.16        | -2.16 | -2.21 | 0.000   | 0.59  |
| 7. ค่าสีเหลือง (b*)                      | 21.54     | 21.49 | 26.72        | 22.07        | <u>16.10</u> | 27.39        | <u>38.84</u> | 25.32 | 31.23 | 0.000   | 1.96  |

ตารางที่ 20 (ต่อ)

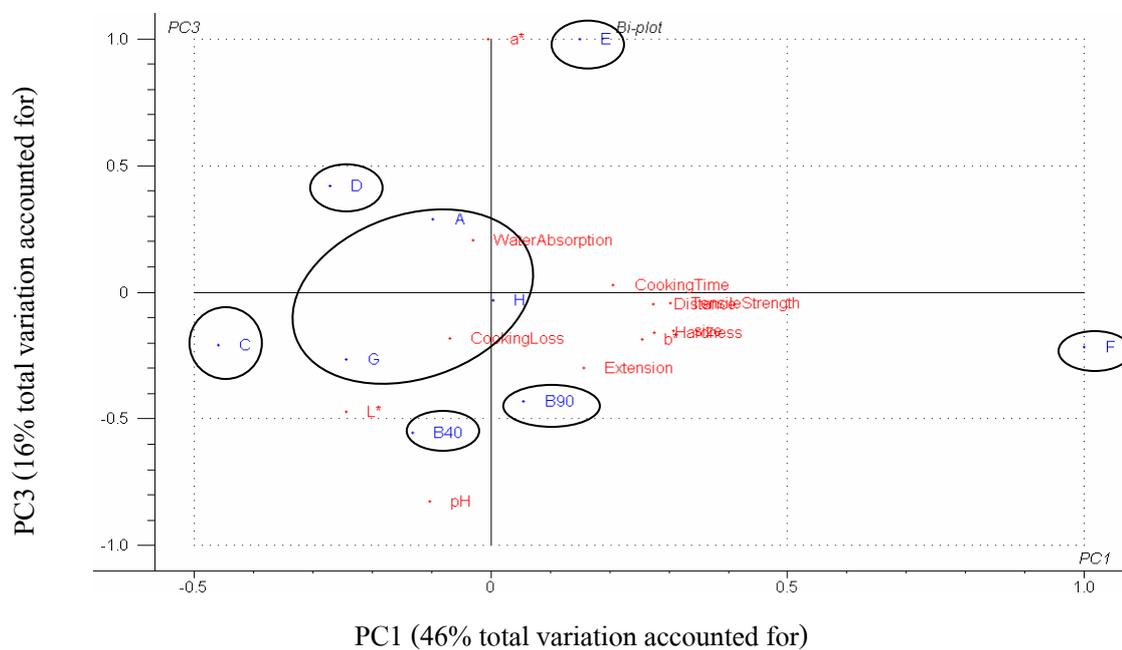
| คุณภาพทางเคมีและกายภาพ                                    | ตัวอย่าง*    |             |           |             |              |             |             |              |       | p-value | LSD** |
|---|--------------|-------------|-----------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------|---------|-------|
|   | A            | B90         | B40       | C           | D            | E           | F           | G            | H     |         |       |
| <b>เส้นบะหมี่สุก (Cooked noodles)</b>                     |              |             |           |             |              |             |             |              |       |         |       |
| 8. เวลาในการทำให้สุก(Cooking time) (วินาที)               | 60           | 90          | <u>40</u> | 60          | 120          | 60          | <u>150</u>  | 60           | 60    | 0.001   | 0.01  |
| 9. ร้อยละการสูญเสียในการทำให้สุก<br>(Cooking Loss)        | 10.11        | 7.56        | 5.63      | 12.26       | <u>5.34</u>  | 7.22        | 8.24        | <u>11.08</u> | 9.77  | 0.000   | 1.95  |
| 10. ร้อยละการดูดซับน้ำในการทำให้สุก<br>(Water absorption) | <u>71.58</u> | 96.70       | 85.39     | 84.16       | <u>152.1</u> | 85.73       | 94.02       | 87.97        | 85.69 | 0.000   | 12.28 |
| 11. ขนาดเส้นบะหมี่ (Size) (มม.)                           | 1.97         | 2.07        | 2.01      | <u>1.74</u> | 1.80         | 1.99        | <u>2.73</u> | 1.81         | 2.07  | 0.000   | 0.22  |
| 12. พีเอช (pH)  | 9.54         | <u>9.74</u> | 9.61      | 9.63        | 9.61         | <u>9.17</u> | 9.50        | 9.62         | 9.45  | 0.000   | 0.05  |

หมายเหตุ \* A –H คือยี่ห้อตัวอย่างบะหมี่สดดังแสดงในตารางที่ 18 ซึ่งตัวอย่าง B ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกต่างกัน โดย B90 เท่ากับ 90 วินาที และ B40 เท่ากับ 40 วินาที

\*\* เมื่อต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี Fisher's Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 \_\_\_\_\_ ค่าเฉลี่ยสูงสุด และ ..... ค่าเฉลี่ยต่ำสุดของคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ



ภาพที่ 10 Principle Component Analysis (PCA) Biplot ของบะหมี่สดทางการค้า 8 ยี่ห้อ (A-H) กับคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพเส้นบะหมี่สุกของแกนองค์ประกอบที่ 1(PC1) และ 2 (PC2)

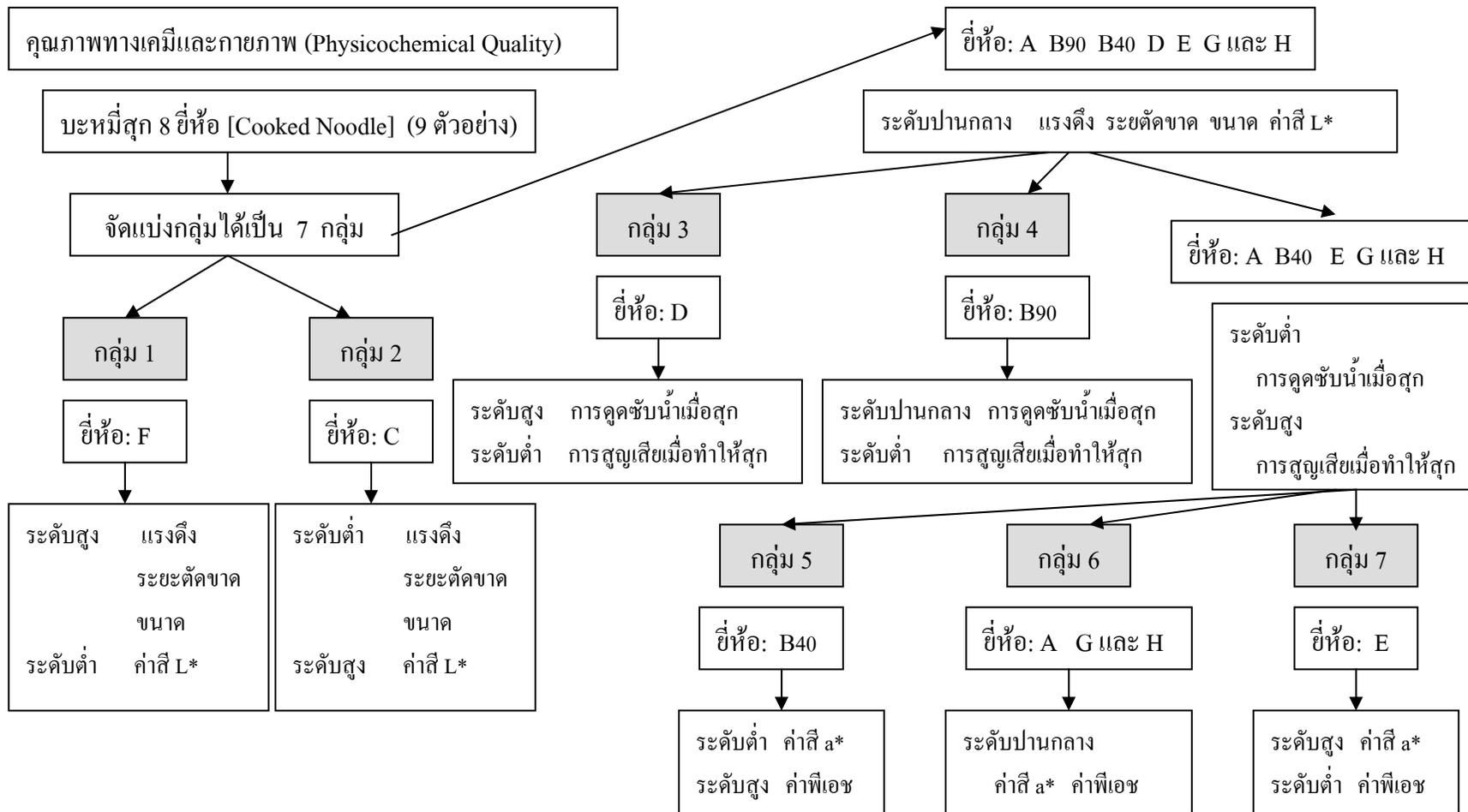


ภาพที่ 11 Principle Component Analysis (PCA) Biplot ของบะหมี่สดทางการค้า 8 ยี่ห้อ (A-H) กับคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพเส้นบะหมี่สุกของแกนองค์ประกอบที่ 1(PC1) และ 3 (PC3)  
หมายเหตุ A-H คือยี่ห้อตัวอย่างบะหมี่สดดังแสดงในตารางที่ 18 ซึ่งตัวอย่าง B ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกต่างกัน โดย B90 เท่ากับ 90 วินาที และ B40 เท่ากับ 40 วินาที

องค์ประกอบที่ 2 (PC2) สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 20% โดยที่องค์ประกอบมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับปริมาณการดูดซับน้ำ (Water absorption) และปริมาณการสูญเสียจากการทำให้สุก (Cooking loss) ซึ่งองค์ประกอบที่ 2 นี้สามารถแยกความแตกต่างของตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 9 ตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มเพิ่มเติม คือ 1) กลุ่มที่มีลักษณะการดูดซับน้ำในการทำให้สุกสูงที่สุด แต่มีปริมาณการสูญเสียจากการทำให้สุกต่ำ ได้แก่ ตัวอย่าง D 2) กลุ่มที่มีการดูดซับน้ำค่อนข้างสูง และมีการสูญเสียจากการทำให้สุกต่ำ ได้แก่ ตัวอย่าง B90 และ 3) กลุ่มที่มีลักษณะดังกล่าวในระดับกลางๆ จนถึงมีลักษณะการดูดซับน้ำค่อนข้างต่ำ แต่มีการสูญเสียจากการทำให้สุกค่อนข้างสูง ได้แก่ ตัวอย่าง A B40 C E F G และ H เพราะฉะนั้นองค์ประกอบที่ 2 นี้สามารถจำแนกตัวอย่าง B90 และ D ออกจากกลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ได้อย่างชัดเจนเพิ่มเติมจากกลุ่มที่จำแนกไว้ขององค์ประกอบที่ 1

องค์ประกอบที่ 3 (PC3) สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 16% โดยที่องค์ประกอบมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าพีเอช (pH) ของเส้นบะหมี่สุก ซึ่งองค์ประกอบที่ 3 นี้สามารถแยกความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่าง A B40 E G และ H โดยเป็นกลุ่มที่มีความใกล้เคียงกันสำหรับการจำแนกกลุ่มตัวขององค์ประกอบที่ 1 และ 2 ได้เพิ่มเติมอีก 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่มีค่าสีแดงสูงมาก ได้แก่ ตัวอย่าง E 2) กลุ่มที่มีค่าสีแดงในระดับกลางๆ แต่มีค่าพีเอชค่อนข้างต่ำ ได้แก่ ตัวอย่าง A G และ H 3) กลุ่มที่มีค่าสีแดงต่ำ แต่มีค่าพีเอชสูง ได้แก่ ตัวอย่าง B40 จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบที่ 3 นี้สามารถแยกตัวอย่าง B40 และ E ออกจากกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

เพราะฉะนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาโดยรวมทั้ง 3 องค์ประกอบ จะสามารถแยกความแตกต่างของตัวอย่างเส้นบะหมี่สุก 8 ยี่ห้อ ออกเป็น กลุ่มย่อยได้ถึง 7 กลุ่ม ซึ่งมีเพียงตัวอย่าง A G และ H เท่านั้นที่มีความใกล้เคียงกันมากโดยรวมอยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ แสดงว่าคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สุก 12 คุณลักษณะนี้ สามารถจำแนกตัวอย่างแยกย่อยออกเป็นแต่ละตัวอย่างได้เป็นอย่างดี (ดังแสดงในภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 การจัดแบ่งกลุ่มเส้นบะหมี่สุก 8 ยี่ห้อ ด้วยคุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สุก (Cooked noodle) ที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principle Component Analysis) ขององค์ประกอบที่ 1 2 และ 3 (โดย B90 และ B40 คือยี่ห้อ B ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกต่างกันที่ 90 และ 40 วินาที)

## 2.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา

การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนานี้มีคุณลักษณะที่รวบรวมได้ 19 คุณลักษณะ ครอบคลุมลักษณะปรากฏ กลิ่น และเนื้อสัมผัส ของเส้นบะหมี่สด ก่อนการทำให้สุก หรือบะหมี่ดิบ (Raw Noodle) 6 คุณลักษณะ และบะหมี่ที่ทำให้สุกแล้ว (Cooked Noodle) 13 คุณลักษณะ โดยมีผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 7 คน และใช้ตัวอย่างอ้างอิงในแต่ละคุณลักษณะ มีสเกลความเข้ม 15 คะแนนในแต่ละคุณลักษณะ ซึ่งสามารถให้คำนิยามและวิธีการประเมิน ดังแสดงในตารางที่ 21

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาทั้งหมด 19 คุณลักษณะ ของตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ (A-H) ซึ่งทำการประเมินคุณภาพทั้งในเส้นบะหมี่ดิบและสุก แสดงดังต่อไปนี้

### 2.2.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่ดิบ (Raw noodle)

จากตารางที่ 22 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของคุณลักษณะเส้นบะหมี่ดิบ 6 คุณลักษณะ พบว่าตัวอย่างเส้นบะหมี่สดทางการค้า 8 ยี่ห้อ (A-H) พบว่ามีความแตกต่างกันในคุณลักษณะต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใน 5 คุณลักษณะ ซึ่งคุณลักษณะที่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติได้แก่ ความสว่างของเส้นบะหมี่ดิบ (Lightness) และเมื่อนำค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบ 5 คุณลักษณะ ดังกล่าว มาปรับค่า (Standardize) เพื่อหาความสัมพันธ์และแนวโน้มกับเส้นบะหมี่สดตราสินค้าต่างๆ โดยใช้เทคนิคแผนภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principle Component Analysis [PCA]) (ดังภาพที่ 13) ผลที่ได้พบว่ามี 2 องค์ประกอบ และสามารถอธิบายความแปรปรวนที่เกิดขึ้นได้ทั้งสิ้น 89% ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบและบะหมี่แต่ละยี่ห้อ ดังนี้

**ตารางที่ 21** คุณลักษณะ คำนิยาม และตัวอย่างอ้างอิง ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

| คุณลักษณะ                             | คำนิยาม  | ตัวอย่างอ้างอิง   |
|---------------------------------------|--|---|
| <b>เส้นบะหมี่สดดิบ (Raw Noodles)</b>  |  |   |
| <b>ลักษณะปรากฏ (Appearance)</b>       |  |   |
| 1. สีเหลือง (Yellowness)              | ความเข้มของสีเหลืองบนผิวเส้นบะหมี่                                       | 0.5 = น้ำสตักครีมไอสนัส<br>2.0 = น้ำสตักครีมเบสท์ฟู๊ด<br>7.0 = น้ำสตักคุณแม่<br>14.0 = เฟรนช์มั้สตาสต์  |
| 2. ความสว่าง (Lightness)              | ความเข้มของความคล้ำ(ดำ) และความขาวบนผิวเส้นบะหมี่                        | 2.0 = น้ำตาลวังขนาย<br>10.0 = พรุกไทขาวป่น<br>15.0 = แป้งข้าวโพด  |
| <b>กลิ่น (Odor)</b>                   |  |   |
| 3. กลิ่นไข่ (Egg)                     | ความเข้มของกลิ่นคาวไข่ของเส้นบะหมี่                                      | 0.0 = เส้นบะหมี่ดิบผสมต่าง<br>10.0 = เส้นโซบะดิบ  |
| 4. กลิ่นด่าง (Alkaline)               | ความเข้มของกลิ่นด่างผสมแป้งสาลี  | 0.0 = เส้นบะหมี่ดิบไม่ผสมต่าง<br>5.0 = เส้นบะหมี่ดิบผสมต่าง   |
| <b>เนื้อสัมผัส (Texture)</b>          |  |   |
| 5. ความชุ่มชื้น (Wetness)             | ปริมาณน้ำที่เกาะบนผิวเส้นบะหมี่ โดยการสัมผัสด้วยนิ้วมือ                  | 7.0 = แครอท<br>13.0 = แอปเปิ้ล  |
| 6. ความยืดหยุ่น (Elasticity)          | ความยากง่ายในการดึงยืดเส้นบะหมี่ดิบ 2 เส้น ระยะห่างในการจับ 1 นิ้ว จนขาด | 3.0 = เส้นขนมจีน<br>6.0 = วั่นเส้นสดตราแม่พิมพ์<br>10.0 = พิซโซปลาเส้น                                  |
| <b>เส้นบะหมี่สุก (Cooked Noodles)</b> |  |   |
| <b>ลักษณะปรากฏ (Appearance)</b>       |  |   |
| 1. สีเหลือง (Yellowness)              | ความเข้มของสีเหลืองบนผิวเส้นบะหมี่                                       | 0.5 = น้ำสตักครีมไอสนัส<br>2.0 = น้ำสตักครีมเบสท์ฟู๊ด<br>7.0 = น้ำสตักคุณแม่,<br>14.0 = เฟรนช์มั้สตาสต์ |
| 2. ความใส (Translucency)              | ขนาดของแสงที่สามารถส่องผ่านทะลุเส้นบะหมี่                                | 0.0 = เส้นสปาเกตตีเบสท์ฟู๊ด<br>7.0 = เส้นบุก<br>13.0 = วั่นเส้นตราแม่พิมพ์                              |
| 3. ความมันเงา (Shininess)             | ขนาดของแสงสะท้อนจากผิวเส้นบะหมี่   | 0.0 = เส้นโซบะดิบ<br>5.0 = เส้นสปาเกตตีเบสท์ฟู๊ด<br>14.0 = เส้นบุก                                      |

## ตารางที่ 21 (ต่อ)

| คุณลักษณะ   | คำนิยาม   | ตัวอย่างอ้างอิง   |
|---|---|---|
| <i>กลิ่น (Odor)</i>   |   |   |
| 4. กลิ่นไข่ (Egg)   | ความเข้มของกลิ่นควาไข่ของเส้น<br>บะหมี่สุก  | 0.0 = เส้นบะหมี่สุกผสมต่าง<br>10.0 = เส้นโซบะสุก  |
| 5. กลิ่นด่าง (Alkaline)                                     | ความเข้มของกลิ่นด่างผสมแป้งสาลีเมื่อ<br>ทำให้สุก  | 0.0 = เส้นบะหมี่ดิบไม่ผสมต่าง<br>5.0 = เส้นบะหมี่ดิบผสมต่าง                               |
| <i>เนื้อสัมผัส (Texture)</i>                                |   |   |
| 6. ความชุ่มชื้น (Wetness)                                   | ปริมาณน้ำที่เกาะบนผิวเส้นบะหมี่   | 7.0 = แครอท<br>13.0 = แอปเปิ้ล  |
| 7. ความเหนียว (Elasticity)                                  | ความยากง่ายในการดึงยึดเส้นบะหมี่ดิบ<br>2 เส้น ระยะห่างในการจับ 1 นิ้ว จนขาด                                 | 3.0 = เส้นขนมจีน<br>6.0 = วุ้นเส้นสดตราแม่พิมพ์<br>10.0 = พิซโซปลาเส้น                    |
| 8. ความเหนียวติดกันของ<br>เส้น (Surface stickiness)         | ความยากง่ายในการแยกเส้นบะหมี่สุก<br>2 เส้นออกจากกัน   | 1.0 = เส้นสปาเกตตีเบสฟู๊ด<br>4.0 = เส้นขนมจีน<br>8.0 = เส้นก๋วยจั๊บญวน                    |
| 9. ความแน่นเนื้อ (Firmness)                                 | ขนาดของแรงที่ตัดเส้นบะหมี่ 2 เส้นจน<br>ขาดด้วยฟันหน้า   | 1.0 = เส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมามา<br>4.0 = หมี่ซั่ว<br>7.0 = เส้นสปาเกตตีเบสฟู๊ด          |
| 10. ความยากง่ายในการถอน<br>ฟันออกจากตัวอย่าง<br>(Toothpull) | ความยากง่าย หรือ แรงที่ใช้ในการถอน<br>ฟันออกจากเส้นบะหมี่ที่ทำการเคี้ยว<br>เส้นบะหมี่ 4 เส้น ด้วยฟันกราม    | 2.0 = เส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมามา<br>5.0 = หมี่ซั่ว<br>8.0 = เส้นก๋วยจั๊บญวน              |
| 11. การเกาะตัวรวมกัน<br>(Cohesiveness of mass)              | ระดับของการเกาะตัวรวมกันของเส้น<br>บะหมี่ 4 เส้น ที่อยู่ในระหว่างการเคี้ยว<br>ด้วยฟันกราม                   | 3.0 = เส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมามา<br>7.0 = เส้นบะหมี่อบแห้ง<br>11.0 = เส้นสปาเกตตีเบสฟู๊ด |
| 12. การเกาะติดฟัน<br>(Adhesiveness of Teeth)                | ปริมาณการเกาะติดฟันของเส้นบะหมี่ 4<br>เส้น ที่ผ่านการเคี้ยวด้วยฟันกราม<br>จำนวนครั้งในการเคี้ยวเส้นบะหมี่ 4 | 1.0 = เส้นขนมจีน<br>7.0 = ถั่วเข่าช่อง<br>13.0 = ริทซ์แครกเกอร์                           |
| 13. ความยากง่ายในการเคี้ยว<br>(Chewiness)                   | เส้นด้วยฟันกรามจนพร้อมที่จะกลืน   | 1.0 = เฉาก๊วย<br>8.0 = เส้นบุก<br>13.0 = ถั่วเข่าช่อง                                     |

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Least Significant Difference (LSD) ของตัวอย่างเส้นบะหมี่ดิบทางการค้า 8 ยี่ห้อ

| คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส <sup>a</sup> | ตัวอย่าง <sup>b</sup> |             |             |             |      |              |      |             | p-Value | LSD <sup>c</sup> |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|------|--------------|------|-------------|---------|------------------|
|                                       | A                     | B           | C           | D           | E    | F            | G    | H           |         |                  |
| <b>เส้นบะหมี่ดิบ (Raw noodle)</b>     |                       |             |             |             |      |              |      |             |         |                  |
| 1. สีเหลือง (Yellowness)              | 5.46                  | 7.35        | 6.13        | <u>3.29</u> | 6.75 | <u>9.13</u>  | 7.58 | 7.04        | 0.003   | 1.79             |
| 2. ความสว่าง (Lightness)              | 10.33                 | <u>8.65</u> | 10.15       | 9.82        | 9.46 | <u>11.52</u> | 9.83 | 9.10        | 0.127   | 1.84             |
| 3. กลิ่นไข่ (Egg odor)                | 1.06                  | 3.54        | 1.75        | 0.83        | 1.63 | <u>0.38</u>  | 2.23 | <u>4.35</u> | 0.000   | 0.76             |
| 4. กลิ่นด่าง (Alkaline odor)          | 2.79                  | <u>1.54</u> | 1.96        | <u>5.17</u> | 2.33 | 3.21         | 1.96 | 2.21        | 0.015   | 1.55             |
| 5. ความชุ่มชื้น (Wetness)             | 3.90                  | 3.60        | <u>4.17</u> | 2.23        | 3.75 | <u>1.96</u>  | 3.46 | 3.65        | 0.001   | 0.70             |
| 6. ความยืดหยุ่น (Elasticity)          | 2.21                  | <u>2.98</u> | 2.79        | 1.90        | 2.56 | <u>1.21</u>  | 2.40 | 2.90        | 0.024   | 0.88             |

หมายเหตุ <sup>a</sup> ความหมายและคำนิยามดังแสดงในตารางที่ 21

<sup>b</sup> A-H คือยี่ห้อตัวอย่างบะหมี่สดดังแสดงในตารางที่ 18

<sup>c</sup> เมื่อต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี Fisher's Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

\_\_\_\_\_ ค่าเฉลี่ยสูงสุดของคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ

..... ค่าเฉลี่ยต่ำสุดของคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Least Significant Difference (LSD) ของตัวอย่างเส้นบะหมี่สดสุกทางการค้า 8 ยี่ห้อ

| คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส <sup>a</sup> | ตัวอย่าง <sup>b</sup> |      |      |             |             |      |              |      |       | p-Value | LSD <sup>c</sup> |
|---------------------------------------|-----------------------|------|------|-------------|-------------|------|--------------|------|-------|---------|------------------|
|                                       | A                     | B90  | B40  | C           | D           | E    | F            | G    | H     |         |                  |
| <b>เส้นบะหมี่สุก (Cooked noodle)</b>  |                       |      |      |             |             |      |              |      |       |         |                  |
| 1. สีเหลือง (Yellowness)              | 7.17                  | 8.35 | 8.91 | 7.92        | <u>3.15</u> | 9.54 | <u>11.87</u> | 8.58 | 10.42 | 0.000   | 1.86             |
| 2. ความใส (Translucency)              | 4.67                  | 2.76 | 1.69 | 4.63        | <u>4.96</u> | 3.25 | <u>2.06</u>  | 3.63 | 2.38  | 0.000   | 0.60             |
| 3. ความมันเงา (Shininess)             | 5.88                  | 5.13 | 5.46 | 5.21        | <u>4.71</u> | 5.44 | <u>7.44</u>  | 5.06 | 5.79  | 0.002   | 0.82             |
| 4. กลิ่นไข่ (Egg odor)                | 1.94                  | 5.38 | 4.67 | 2.83        | <u>6.88</u> | 1.75 | <u>0.83</u>  | 6.06 | 3.88  | 0.000   | 1.16             |
| 5. กลิ่นด่าง (Alkaline odor)          | 2.46                  | 2.25 | 2.44 | 3.00        | <u>1.67</u> | 3.02 | <u>3.46</u>  | 1.38 | 2.46  | 0.269   | 1.71             |
| 6. ความชุ่มชื้น (Wetness)             | 6.29                  | 6.67 | 6.52 | <u>6.25</u> | <u>7.48</u> | 6.29 | 7.42         | 6.33 | 7.04  | 0.048   | 0.86             |
| 7. ความยืดหยุ่น (Elasticity)          | 3.13                  | 3.77 | 4.44 | 3.67        | <u>1.96</u> | 3.27 | <u>5.75</u>  | 3.17 | 3.29  | 0.000   | 0.59             |

ตารางที่ 23 (ต่อ)

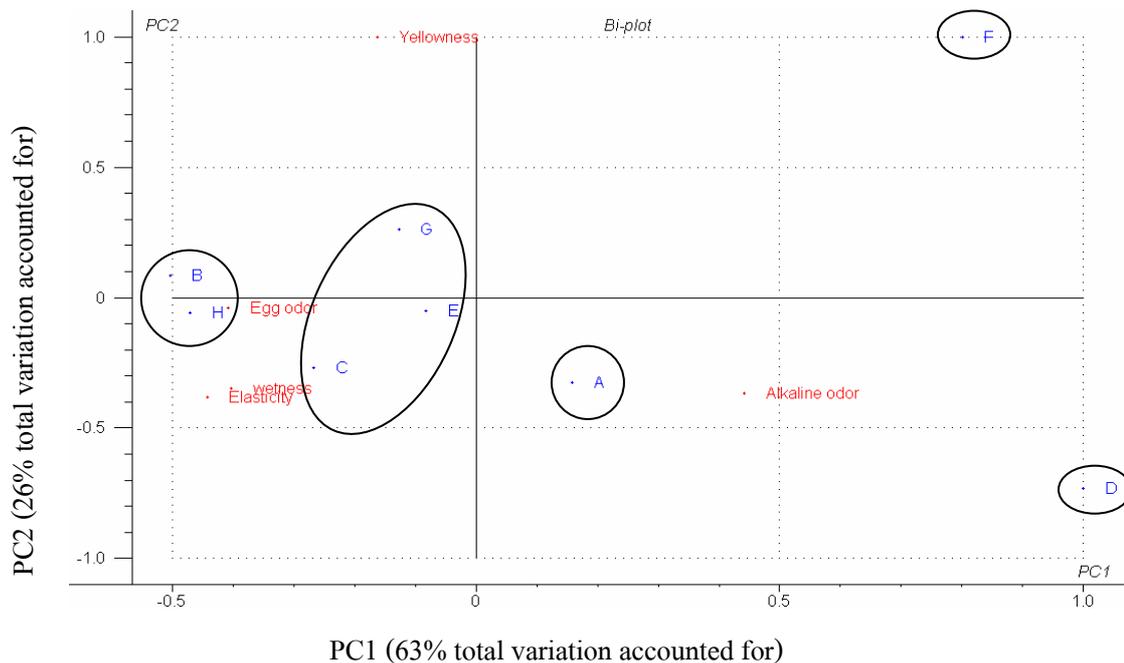
| คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส <sup>a</sup>                    | ตัวอย่าง <sup>b</sup> |      |      |             |             |      |             |      |      | p-Value | LSD <sup>c</sup> |
|--|-----------------------|------|------|-------------|-------------|------|-------------|------|------|---------|------------------|
|  | A                     | B90  | B40  | C           | D           | E    | F           | G    | H    |         |                  |
| <b>เส้นบะหมี่สุก (Cooked noodle) (ต่อ)</b>               |                       |      |      |             |             |      |             |      |      |         |                  |
| 8. ความเหนียวติดกัน (Stickiness)                         | 3.83                  | 4.44 | 4.36 | <u>3.73</u> | 3.96        | 4.10 | <u>5.96</u> | 3.75 | 5.08 | 0.002   | 0.78             |
| 9. ความแน่นเนื้อ (Firmness)                              | 1.69                  | 2.38 | 3.69 | 2.31        | <u>0.44</u> | 2.31 | <u>3.85</u> | 2.52 | 2.31 | 0.001   | 0.97             |
| 10. ความยากง่ายในการถอนฟันออก<br>จากตัวอย่าง (Toothpull) | 4.50                  | 4.58 | 5.46 | 5.01        | <u>2.88</u> | 4.06 | <u>7.08</u> | 5.67 | 4.88 | 0.000   | 0.89             |
| 11. การเกาะตัวรวมกัน (Cohesiveness)                      | 8.54                  | 5.50 | 5.90 | 5.77        | <u>3.23</u> | 6.17 | <u>9.06</u> | 6.58 | 5.67 | 0.000   | 1.17             |
| 12. การเกาะติดฟัน (Adhesiveness)                         | 2.92                  | 2.92 | 4.00 | 3.50        | <u>1.60</u> | 3.73 | <u>4.98</u> | 3.71 | 3.25 | 0.001   | 0.85             |
| 13. ความยากง่ายในการเคี้ยว (Chewiness)                   | 3.67                  | 4.08 | 4.79 | 4.60        | <u>2.25</u> | 4.44 | <u>5.13</u> | 3.62 | 3.15 | 0.051   | 1.59             |

หมายเหตุ <sup>a</sup> ความหมายและคำนิยามดังแสดงในตารางที่ 21

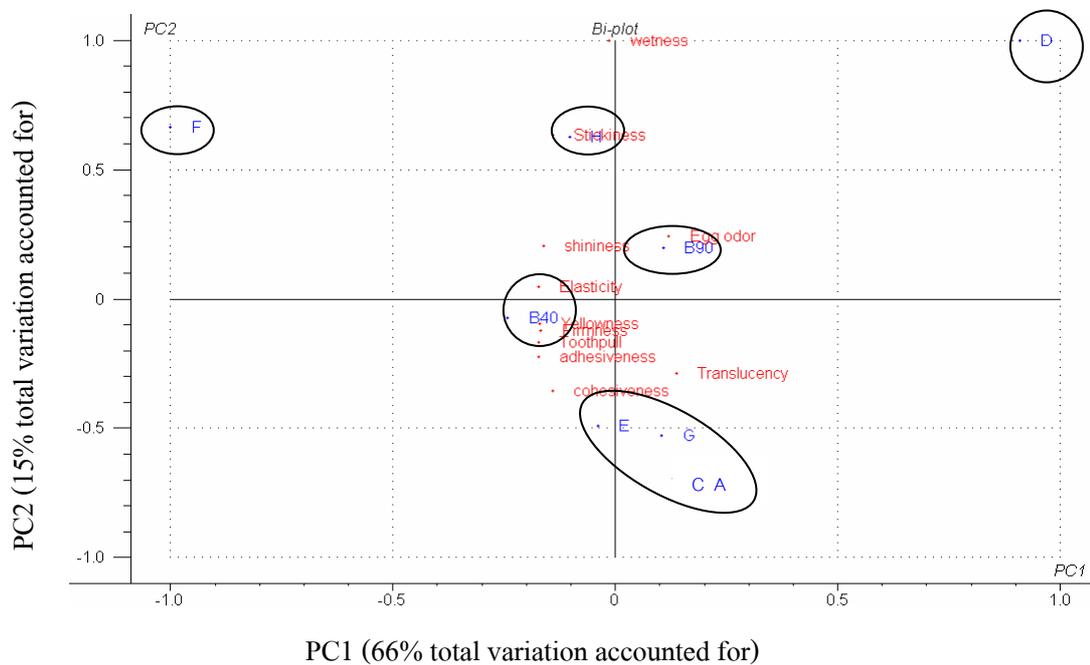
<sup>b</sup> A –H คือยี่ห้อตัวอย่างบะหมี่สดดังแสดงในตารางที่ 18 ซึ่งตัวอย่าง B ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกต่างกัน โดย B90 เท่ากับ 90 วินาที และ B40 เท่ากับ 40 วินาที

<sup>c</sup> เมื่อต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี Fisher's Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

\_\_\_\_\_ ค่าเฉลี่ยสูงสุด และ ..... ค่าเฉลี่ยต่ำสุดของคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ



ภาพที่ 13 Principle Component Analysis (PCA) Biplot ของมะหมี่สดทางการค้า 8 ยี่ห้อ (A-H) กับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นมะหมี่ดิบของแกนองค์ประกอบที่ 1 (PC1) และ 2 (PC2)

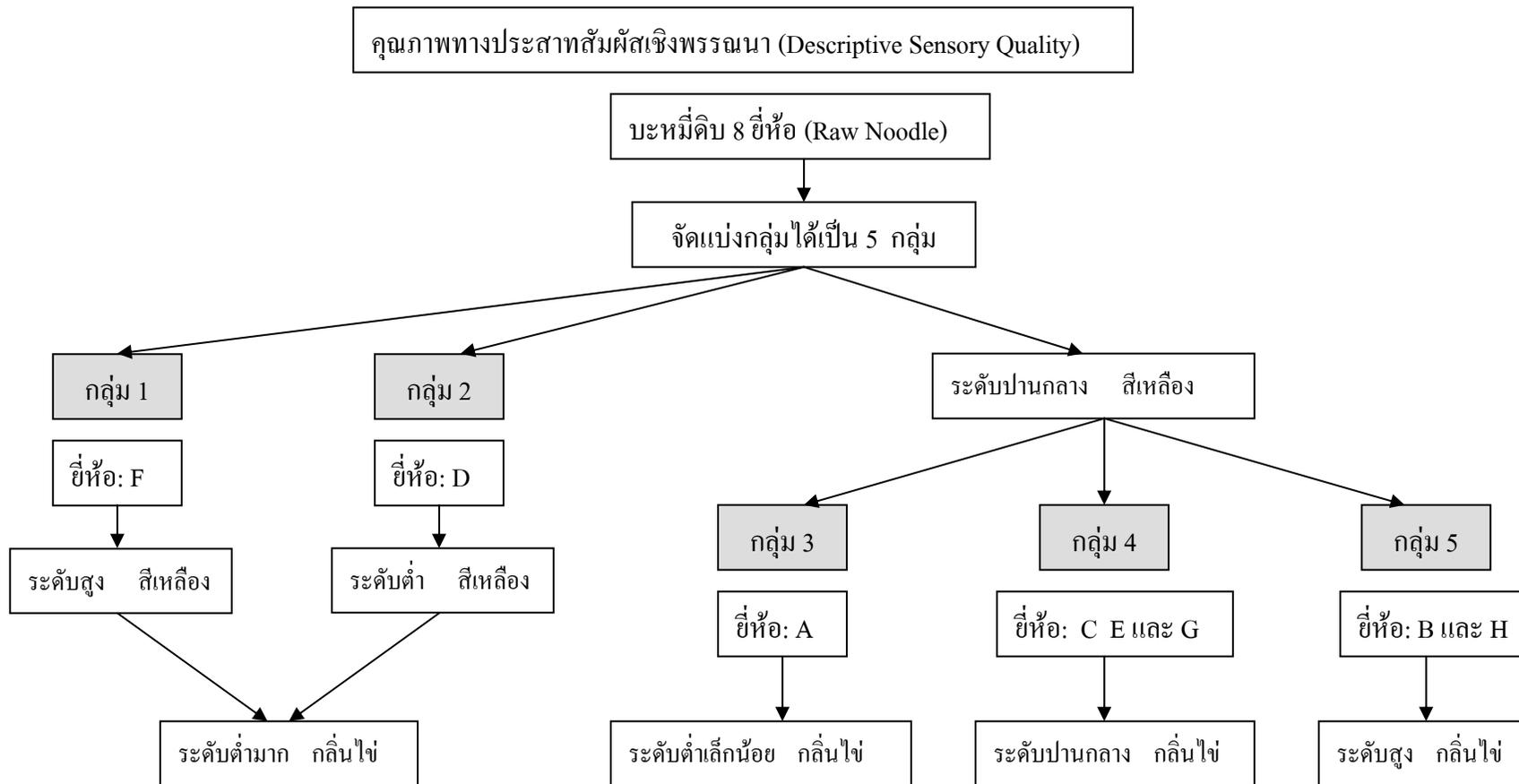


ภาพที่ 14 Principle Component Analysis (PCA) Biplot ของมะหมี่สดทางการค้า 8 ยี่ห้อ (A-H) กับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นมะหมี่สุกของแกนองค์ประกอบที่ 1 (PC1) และ 2 (PC2)   
 หมายเหตุ A-H คือยี่ห้อตัวอย่างมะหมี่สดดังแสดงในตารางที่ 14 ซึ่งตัวอย่าง B ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกต่างกัน โดย B90 เท่ากับ 90 วินาที และ B40 เท่ากับ 40 วินาที

องค์ประกอบที่ 1 (PC1) สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 63% โดยที่องค์ประกอบความสัมพันธ์กับคุณลักษณะกลิ่นไข่ในเส้นบะหมี่ดิบ (Egg odor) ซึ่งองค์ประกอบที่ 1 นี้สามารถแยกความแตกต่างของตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ คือ 1) กลุ่มที่มีลักษณะกลิ่นไข่สูงในเส้นบะหมี่ดิบ ได้แก่ ตัวอย่าง B และ H 2) กลุ่มที่มีกลิ่นไข่ในระดับกลางๆ รองลงมาจากกลุ่มแรก ได้แก่ ตัวอย่าง C E และ G 3) กลุ่มที่มีกลิ่นไข่น้อยกว่าได้แก่ ตัวอย่าง A และ 4) กลุ่มตัวอย่างที่มีกลิ่นไข่น้อยที่สุด ได้แก่ ตัวอย่าง D และ F

ในขณะที่องค์ประกอบที่ 2 (PC2) อธิบายความแปรปรวนได้ 26% มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับคุณลักษณะสีเหลืองของเส้นบะหมี่ดิบเพียงคุณลักษณะเดียวเช่นกัน ซึ่งองค์ประกอบที่ 2 สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยมีระดับความเข้มของสีเหลืองแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะความเข้มของสีเหลืองในเส้นบะหมี่ดิบสูง ได้แก่ ตัวอย่าง F ระดับปานกลาง ได้แก่ ตัวอย่าง A B C E G และ H และระดับน้อย ได้แก่ ตัวอย่าง D จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบที่ 2 สามารถแยกความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างที่มีกลิ่นไข่น้อย คือ ตัวอย่าง D และ F ออกจากกันด้วยคุณลักษณะสีเหลืองของเส้นบะหมี่ดิบ

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบ คือ คุณลักษณะสีเหลือง และกลิ่นไข่สามารถใช้พิจารณาจำแนกกลุ่มตัวอย่างบะหมี่ 8 ยี่ห้อได้เป็น 5 กลุ่ม (ดังแสดงในภาพที่ 15) โดยตัวอย่างเส้นบะหมี่ดิบส่วนใหญ่ ได้แก่ ยี่ห้อ A B C E G และ H มีความเข้มของสีเหลืองอยู่ในระดับปานกลาง แต่จะมีความแตกต่างกันในคุณลักษณะความเข้มของกลิ่นไข่ ทั้งนี้ตัวอย่างยี่ห้อ F มีกลิ่นไข่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ สอดคล้องกับความเป็นจริง ซึ่งจากตารางที่ 14 ระบุว่าตัวอย่างเส้นบะหมี่สดยี่ห้อ F ไม่มีไข่เป็นส่วนผสม จึงทำให้มีลักษณะกลิ่นไข่น้อย



ภาพที่ 15 การจัดแบ่งกลุ่มเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ ด้วยคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่ดิบ (Raw noodle) ที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principle Component Analysis) ขององค์ประกอบที่ 1 และ 2

## 2.2.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่สุก (Cooked noodle)

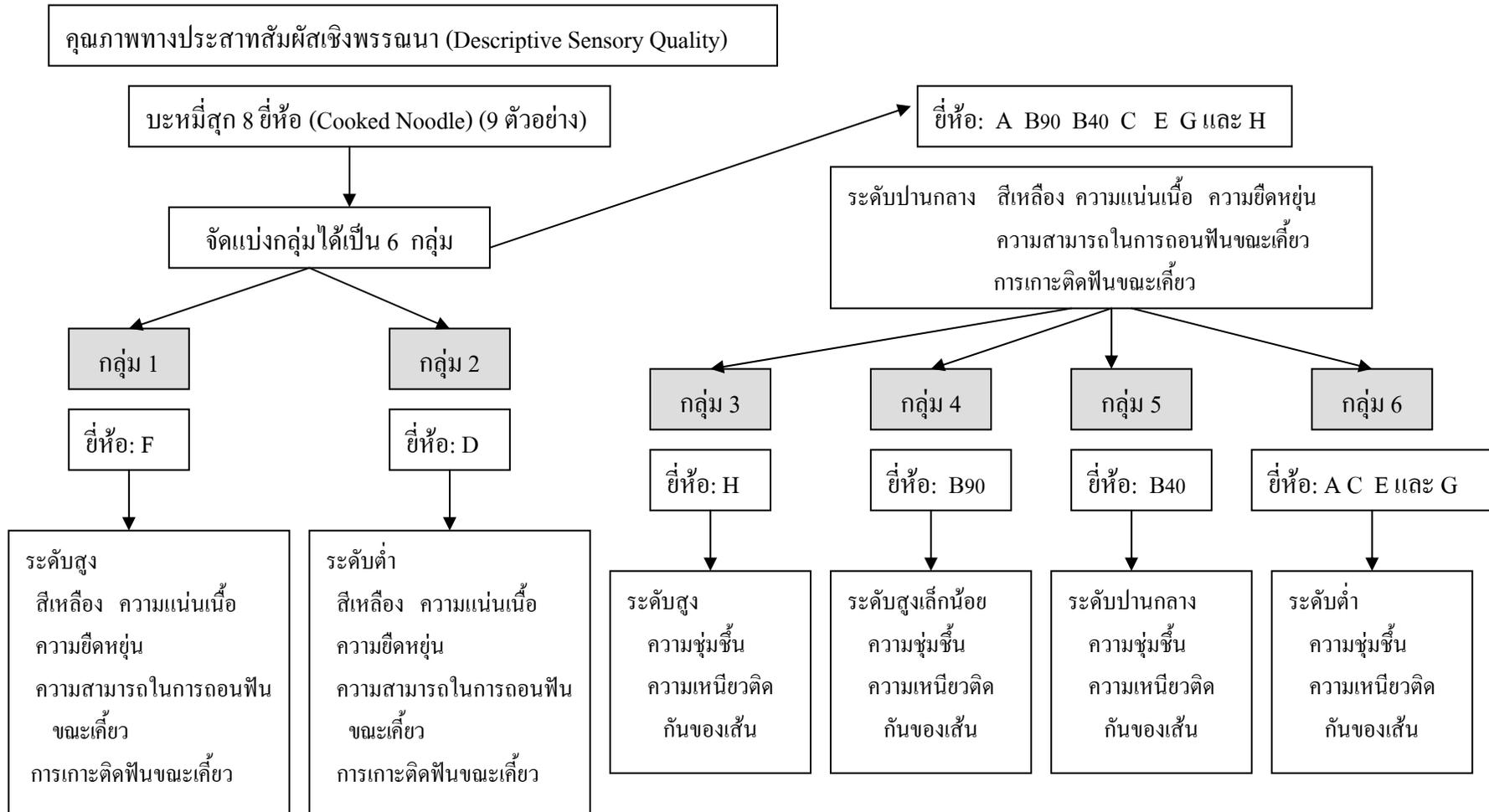
จากตารางที่ 23 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของคุณลักษณะเส้นบะหมี่ดิบ 13 คุณลักษณะ พบว่าตัวอย่างเส้นบะหมี่สดทางการค้า 8 ยี่ห้อ (A-H) และสำหรับตัวอย่างบะหมี่ B มีการทำให้สุก 2 ระดับ รวมทั้งสิ้น 9 ตัวอย่าง พบว่ามีความแตกต่างกันในคุณลักษณะต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใน 11 คุณลักษณะ ซึ่งคุณลักษณะที่ไม่มี ความแตกต่างกันในทางสถิติได้แก่ กลิ่นค่างของเส้นบะหมี่สุก (Alkaline odor) และความยากง่ายในการเคี้ยว (Chewiness) และเมื่อนำค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่สุก 11 คุณลักษณะ ดังกล่าว มาปรับค่า (Standardize) เพื่อหาความสัมพันธ์และแนวโน้มกับเส้นบะหมี่สดตราสินค้าต่างๆ โดยใช้เทคนิคแผนภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principle Component Analysis [PCA]) (ดังภาพที่ 14) ผลที่ได้พบว่ามี 2 องค์ประกอบ และสามารถอธิบายความแปรปรวนที่เกิดขึ้นได้ทั้งสิ้น 81% ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่สุกและบะหมี่แต่ละยี่ห้อ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 (PC1) อธิบายความแปรปรวนได้ 66% โดยมีความสัมพันธ์กับเกือบทุกคุณลักษณะของเส้นบะหมี่สุก ได้แก่ คุณลักษณะสีเหลือง (Yellowness) ความแน่นเนื้อ (Firmness) ความยืดหยุ่น (Elasticity) ความสามารถในการถอนฟันขณะเคี้ยว (Toothpull) และการเกาะติดฟันขณะเคี้ยว (Adhesiveness) ซึ่งองค์ประกอบที่ 1 นี้สามารถจำแนกตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ (9 ตัวอย่าง) ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่มีความเข้มของคุณลักษณะเส้นบะหมี่สุกในด้านสีเหลือง ความแน่นเนื้อ ความยืดหยุ่น ความสามารถในการถอนฟันขณะเคี้ยว และการเกาะติดฟันของตัวอย่างขณะเคี้ยวสูง ได้แก่ ตัวอย่าง F 2) กลุ่มที่มีคุณลักษณะดังกล่าวข้างต้นอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ตัวอย่าง A B90 B40 C E G และ H และ 3) กลุ่มที่มีคุณลักษณะดังกล่าวน้อย ได้แก่ ตัวอย่าง D

ในขณะที่องค์ประกอบที่ 2 (PC2) อธิบายความแปรปรวนได้ 15% มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับความชุ่มชื้น (Wetness) และความเหนียวติดกันของเส้น (Stickiness) ทำให้สามารถแยกความแตกต่างของบะหมี่สุกในกลุ่มที่ 2 ที่ได้จากการจำแนกขององค์ประกอบที่ 1 ออกเป็น 4 กลุ่มเพิ่มเติมตามระดับความเข้มของคุณลักษณะความชุ่มชื้นและความเหนียวติดกันของเส้นบะหมี่สุก คือ 1) ระดับสูง ได้แก่ ตัวอย่าง H 2) ระดับสูงเล็กน้อย ได้แก่ ตัวอย่าง B90 3) ระดับปานกลาง ได้แก่ ตัวอย่าง B40 และ 4) ระดับต่ำ ได้แก่ ตัวอย่าง A C E และ G

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่สุก ทั้ง 2 องค์ประกอบ สามารถจำแนกกลุ่มบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ ซึ่งมีทั้งหมด 9 ตัวอย่าง ออกเป็น 6 กลุ่ม คือ 1) ตัวอย่าง A C E และ G 2) ตัวอย่าง B90 3) ตัวอย่าง B40 4) ตัวอย่าง D 5) ตัวอย่าง F 6) ตัวอย่าง H และ 7) ตัวอย่าง F โดยแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาแตกต่างกันไป (ดังแสดงในภาพที่ 16) ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัวอย่างเส้นบะหมี่สุกส่วนใหญ่ ได้แก่ ยี่ห้อ A B90 B40 C E G และ H มีระดับความเข้มข้นของสีเหลือง ความแน่นเนื้อ ความยืดหยุ่น ความสามารถในการถอนฟัน ขณะเคี้ยว และการเกาะติดฟันขณะเคี้ยว อยู่ในระดับปานกลาง แต่จะพบว่ามีความแตกต่างกันในคุณลักษณะความชุ่มชื้นและความเหนียวติดกันของเส้นบะหมี่สุก โดยเฉพาะยี่ห้อ B ที่ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกต่างกัน พบว่าตัวอย่าง B90 ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกมากกว่าตัวอย่าง B40 จะมีลักษณะความชุ่มชื้นและความเหนียวติดกันของเส้นบะหมี่สุกมากกว่า นอกจากนี้ผลที่ได้ในคุณลักษณะความเข้มของสีเหลืองของเส้นบะหมี่สุกสอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับเส้นบะหมี่ดิบ

เพราะฉะนั้นผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้งคุณลักษณะเส้นบะหมี่ดิบและบะหมี่สุกร่วมกับการพิจารณาชนิดและส่วนประกอบ ส่งผลให้มีความแตกต่างกันในบะหมี่สดไทย 8 ยี่ห้อ โดยเฉพาะตัวอย่างบะหมี่ D และ F มีความแตกต่างกันในทิศทางตรงกันข้ามกันอย่างชัดเจนเกี่ยวกับคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับสี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสีเหลืองที่ได้จากการวัดค่าคุณภาพทางเคมีกายภาพหรือทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาที่ให้ผลสอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพบางคุณลักษณะจากการวัดค่าคุณภาพทางเคมีหรือทางประสาทสัมผัสทำให้ตัวอย่างแตกต่างกันได้ ยกตัวอย่างเช่น กลิ่นไปจากการประเมินทางประสาทสัมผัสสามารถจำแนกตัวอย่างออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ได้อีก หรือคุณภาพทางเคมี เช่น ค่าพีเอช เป็นต้น รวมทั้งการจำแนกแยกแยะกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบของคุณลักษณะจากคุณภาพทางเคมีกายภาพและทางประสาทสัมผัสทำให้สามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้แตกต่างกัน แสดงว่าการประเมินคุณภาพเส้นบะหมี่เพียงวิธีการเดียวอาจไม่เพียงพอ และบอกรายละเอียดของตัวอย่างได้ไม่ดีเท่าใดนักเมื่อเทียบกับการใช้ทั้งวิธีการประเมินคุณภาพทางเคมีกายภาพและทางประสาทสัมผัสร่วมกัน



ภาพที่ 16 การจัดแบ่งกลุ่มเส้นบะหมี่สุก 8 ยี่ห้อ ด้วยคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่สุก (Cooked noodle) ที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principle Component Analysis) ขององค์ประกอบที่ 1 และ 2 (โดย B90 และ B40 คือยี่ห้อ B ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกต่างกันที่ 90 และ 40 วินาที)

## 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางเคมีและกายภาพกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

เมื่อนำข้อมูลปัจจัยคุณภาพทางเคมีกายภาพทั้งหมด 22 คุณลักษณะ โดยมีคุณลักษณะเส้นบะหมี่ดิบ 10 คุณลักษณะ และเส้นบะหมี่สุก 12 คุณลักษณะ และข้อมูลจากทางประสาทสัมผัส 19 คุณลักษณะ ซึ่งมีคุณลักษณะเส้นบะหมี่ดิบ 6 คุณลักษณะ และคุณลักษณะเส้นบะหมี่สุก 13 คุณลักษณะ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ในทางสถิติ (Correlation) ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในตารางที่ 24

### 2.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบกับคุณลักษณะทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบและสุก

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบ 6 คุณลักษณะ ได้แก่ สีเหลือง ความสว่าง กลิ่น ไข่ กลิ่นต่าง ความชุ่มชื้น และความยืดหยุ่น มีความสัมพันธ์ในทางสถิติกับคุณลักษณะทางเคมีกายภาพที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ยกเว้นคุณลักษณะกลิ่น ไข่ไม่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะใดเลยของทางเคมีกายภาพ จากตารางที่ 24 มีความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ดังต่อไปนี้

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏของเส้นบะหมี่ดิบ คือ คุณลักษณะสีเหลืองมีความสัมพันธ์อย่างสูงและแปรผัน โดยตรงกับลักษณะเนื้อสัมผัสของคุณลักษณะทางเคมีกายภาพในด้านความแข็งของทั้งเส้นบะหมี่ดิบและสุกมีค่าสหสัมพันธ์ ( $r$ ) เท่ากับ 0.734 และ 0.829 รวมทั้งมีความสัมพันธ์กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นบะหมี่ดิบด้วยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.866 อีกทั้งมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับค่าสีเหลือง  $b^*$  ของเส้นบะหมี่ดิบและสุกที่ทำการวัดจากเครื่องวัดสีทางเคมีกายภาพ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.656 และ 0.833 ส่วนคุณลักษณะปรากฏในด้านความสว่างมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าอเตอร์แอกติวิตี มีค่า  $r$  เท่ากับ -0.750 แสดงว่าถ้าความเข้มในการประเมินความสว่างจากทางประสาทสัมผัสมีค่ามากขึ้น (ไม่คล้ำ) ค่าอเตอร์แอกติวิตีจะมีค่าต่ำลง เพราะฉะนั้นแสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏของเส้นบะหมี่ดิบมีความสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่จากการวัดค่าทางเคมีกายภาพ โดยเมื่อเส้นบะหมี่ดิบมีลักษณะสีเหลืองเข้ม สามารถบ่งบอกได้ว่าเส้นบะหมี่ดังกล่าวมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งได้

ตารางที่ 24 ค่าสหสัมพันธ์ (r) ของคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สดดิบและสุกกับ  
คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่ดิบ

| คุณลักษณะทาง<br>เคมีและกายภาพ         | คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่ดิบ |               |          |              |               |               |
|---------------------------------------|--|---------------|----------|--------------|---------------|---------------|
|                                       | สีเหลือง   | ความสว่าง     | กลิ่นไข่ | กลิ่นค่าง    | ความชุ่มชื้น  | ความยืดหยุ่น  |
| <b>เส้นบะหมี่ดิบ</b>                  |  |               |          |              |               |               |
| ความแข็ง (Hardness)                   | <u>0.734</u>                                       | 0.540         | -0.342   | -0.018       | -0.540        | -0.602        |
| ระยะตัดขาด (Distance)                 | 0.016  | -0.345        | 0.182    | -0.641       | <u>0.813</u>  | 0.553         |
| ค่าความสว่าง (L*)                     | -0.023   | -0.020        | 0.369    | -0.355       | 0.587         | 0.425         |
| ค่าสีแดง (a*)                         | -0.446   | 0.030         | -0.418   | 0.556        | -0.242        | -0.227        |
| ค่าสีเหลือง (b*)                      | 0.656  | 0.669         | -0.264   | 0.057        | -0.472        | -0.639        |
| ขนาดเส้นบะหมี่                        | <u>0.866</u>                                       | 0.497         | -0.085   | -0.426       | -0.098        | -0.294        |
| ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี (a <sub>w</sub> ) | -0.577   | <u>-0.750</u> | 0.272    | -0.024       | 0.470         | 0.615         |
| ปริมาณโปรตีน                          | -0.480   | -0.535        | 0.151    | -0.106       | 0.472         | 0.535         |
| ปริมาณความชื้น                        | -0.307   | -0.563        | 0.338    | -0.320       | <u>0.751</u>  | 0.625         |
| พีเอช (pH)                            | -0.480   | 0.060         | -0.020   | 0.486        | -0.314        | -0.162        |
| <b>เส้นบะหมี่สุก</b>                  |  |               |          |              |               |               |
| ความแข็ง (Hardness)                   | <u>0.829</u>                                       | 0.391         | -0.084   | -0.129       | -0.473        | -0.452        |
| ระยะตัดขาด (Distance)                 | 0.530  | 0.341         | -0.312   | 0.078        | -0.557        | -0.540        |
| แรงดึงขาด (Tensile Strength)          | 0.652  | 0.605         | -0.360   | 0.083        | -0.568        | -0.656        |
| ระยะดึงขาด (Extension)                | 0.228  | 0.083         | -0.003   | 0.041        | -0.323        | -0.223        |
| ค่าความสว่าง (L*)                     | -0.305   | -0.459        | 0.359    | -0.145       | 0.249         | 0.496         |
| ค่าสีแดง (a*)                         | -0.531   | 0.281         | -0.574   | 0.547        | -0.079        | -0.331        |
| ค่าสีเหลือง (b*)                      | <u>0.833</u>                                       | 0.379         | 0.030    | -0.237       | -0.284        | -0.329        |
| เวลาในการทำให้สุก                     | 0.052  | 0.608         | -0.570   | 0.653        | <u>-0.898</u> | <u>-0.815</u> |
| การสูญเสียจากการทำให้สุก              | 0.198  | 0.330         | -0.011   | -0.374       | 0.487         | 0.110         |
| การดูดซับน้ำเมื่อทำให้สุก             | -0.592   | 0.007         | -0.279   | <u>0.800</u> | -0.673        | -0.346        |
| ขนาดของเส้นบะหมี่                     | 0.607  | 0.494         | -0.237   | 0.135        | -0.642        | -0.619        |
| พีเอช (pH)                            | -0.095   | -0.142        | 0.181    | -0.079       | -0.035        | 0.139         |

หมายเหตุ ค่าที่ขีดเส้นใต้มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นนั้น พบว่า กลิ่นต่างของเส้นบะหมี่ดิบมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าการร้อยละการดูดซับน้ำในการทำให้เส้นบะหมี่สุก มีค่า  $r$  เท่ากับ 0.800 ส่วนคุณลักษณะกลิ่นไข่ของเส้นบะหมี่ดิบพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางเคมีกายภาพแต่อย่างใด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบ ได้แก่ ความชุ่มชื้น และความยืดหยุ่น พบว่ามีความสัมพันธ์กับเวลาในการทำให้สุก มีค่า  $r$  เท่ากับ -0.898 และ -0.815 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าถ้าความชื้นในด้านความชุ่มชื้นและความยืดหยุ่นของเส้นบะหมี่ดิบจากการประเมินทางประสาทสัมผัสเพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้เส้นบะหมี่สุกจะลดลง นอกจากนี้ความชุ่มชื้นยังมีความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณความชื้นจากการประเมินคุณภาพทางเคมีกายภาพ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.751 ดังนั้นการประเมินทางประสาทสัมผัสสอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการประเมินคุณภาพโดยใช้เครื่องมือ

2.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่สุก กับคุณลักษณะทางเคมีกายและภาพของเส้นบะหมี่ดิบและสุก

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏของเส้นบะหมี่สุก ได้แก่ สีเหลือง ความใส และความมันเงา นำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ ผลการวิเคราะห์พบว่า จากตารางที่ 25 คุณลักษณะสีเหลือง ความใส และความมันเงา มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณลักษณะทางเคมีกายภาพในคุณลักษณะเนื้อสัมผัสในด้านความแข็งของเส้นบะหมี่ดิบและสุก และค่าสีเหลือง  $b^*$  ของเส้นบะหมี่สุก ยกเว้นคุณลักษณะความใสมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าทางเคมีกายภาพดังกล่าว ทั้งนี้พบว่ามีความสอดคล้องกันระหว่างการวัดค่าคุณภาพระหว่างเครื่องมือและการประเมินทางประสาทสัมผัสของค่าสีเหลือง  $b^*$  และความเข้มของสีเหลืองในการประเมินทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่สุก ซึ่งจะเห็นว่ามี ความสัมพันธ์กันอย่างสูงมีค่า  $r$  สูงถึง 0.913 นอกจากนี้พบว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านสีเหลืองของเส้นบะหมี่สุกมีความสัมพันธ์เพิ่มเติมกับค่าสีเหลือง  $b^*$  และขนาดของเส้นบะหมี่ดิบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.735 และ 0.882 ตามลำดับ รวมทั้งคุณลักษณะความมันเงายังมีความสัมพันธ์เพิ่มเติมกับค่าสีเหลือง  $b^*$  และขนาดของเส้นบะหมี่ดิบ และสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับค่าอเทอร์แอคตีวิตี้ ปริมาณโปรตีน และค่าความสว่าง ( $L^*$ ) มีค่า  $r$  เท่ากับ -0.740, -0.899, และ -0.713 ตามลำดับ

ตารางที่ 25 ค่าสหสัมพันธ์ (r) ของคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สดดิบและสุกกับ  
คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่สุก

| คุณลักษณะทาง<br>เคมีและกายภาพ | คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่สุก |        |                |          |               |                  |                  |
|-------------------------------|--|--------|----------------|----------|---------------|------------------|------------------|
|                               | สีเหลือง   | ความใส | ความมัน<br>เงา | กลิ่นไข่ | กลิ่น<br>ค่าง | ความ<br>ชุ่มชื้น | ความ<br>ยืดหยุ่น |
| <b>เส้นบะหมี่ดิบ</b>          |  |        |                |          |               |                  |                  |
| ความแข็ง (Hardness)           | 0.694  | -0.699 | 0.804          | -0.548   | 0.620         | 0.334            | 0.845            |
| ระยะตัดขาด (Distance)         | -0.022   | 0.275  | -0.373         | -0.008   | -0.176        | -0.943           | -0.228           |
| ค่าความสว่าง (L*)             | 0.180  | 0.139  | 0.017          | -0.211   | 0.149         | -0.321           | -0.059           |
| ค่าสีแดง (a*)                 | -0.291   | 0.246  | -0.158         | -0.132   | 0.135         | 0.157            | -0.356           |
| ค่าสีเหลือง (b*)              | 0.735  | -0.625 | 0.919          | -0.586   | 0.527         | 0.373            | 0.728            |
| ขนาด                          | 0.882  | -0.697 | 0.883          | -0.744   | 0.768         | 0.018            | 0.968            |
| ค่าวอเตอร์แอคติวิตี ( $a_w$ ) | -0.484   | 0.363  | -0.740         | 0.243    | -0.246        | -0.361           | -0.721           |
| ปริมาณโปรตีน                  | -0.528   | 0.562  | -0.899         | 0.576    | -0.582        | -0.544           | -0.751           |
| ปริมาณความชื้น                | -0.125   | 0.262  | -0.456         | -0.032   | -0.171        | -0.671           | -0.581           |
| พีเอช (pH)                    | -0.600   | 0.438  | -0.311         | 0.670    | -0.667        | 0.410            | -0.409           |
| <b>เส้นบะหมี่สุก</b>          |  |        |                |          |               |                  |                  |
| ความแข็ง (Hardness)           | 0.820  | -0.734 | 0.792          | -0.419   | 0.485         | 0.340            | 0.780            |
| ระยะตัดขาด (Distance)         | 0.471  | -0.595 | 0.734          | -0.478   | 0.514         | 0.348            | 0.736            |
| แรงดึงขาด (TensileStrength)   | 0.632  | -0.439 | 0.845          | -0.540   | 0.561         | 0.433            | 0.710            |
| ระยะดึงขาด (Extension)        | 0.105  | -0.192 | 0.316          | -0.063   | 0.101         | 0.379            | 0.297            |
| ค่าความสว่าง (L*)             | -0.457   | 0.190  | -0.713         | 0.735    | -0.574        | -0.195           | -0.344           |
| ค่าสีแดง (a*)                 | -0.374   | 0.631  | -0.141         | -0.213   | 0.025         | -0.009           | -0.550           |
| ค่าสีเหลือง (b*)              | 0.913  | -0.741 | 0.860          | -0.570   | 0.606         | 0.253            | 0.797            |
| เวลาในการทำให้สุก             | -0.028   | -0.003 | 0.470          | -0.108   | 0.196         | 0.812            | 0.278            |
| การสูญเสียจากการทำให้สุก      | 0.260  | 0.306  | 0.083          | -0.206   | 0.083         | -0.472           | 0.023            |
| การดูดซับน้ำเมื่อทำให้สุก     | -0.682   | 0.320  | -0.353         | 0.545    | -0.412        | 0.696            | -0.440           |
| ขนาดของเส้นบะหมี่             | 0.611  | -0.604 | 0.903          | -0.529   | 0.578         | 0.586            | 0.772            |
| พีเอช (pH)                    | -0.359   | 0.127  | -0.280         | 0.564    | -0.458        | 0.075            | 0.001            |

หมายเหตุ ค่าที่ขีดเส้นใต้มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 25 (ต่อ)

| คุณลักษณะทางเคมีและกายภาพ     | คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่สุก |               |                                    |                  |               |                        |
|-------------------------------|--|---------------|------------------------------------|------------------|---------------|------------------------|
|                               | ความเหนียวติดกันของเส้น                            | ความแน่นเนื้อ | ความสามารถในการร่อนฟันออกขณะเคี้ยว | การเกาะตัวรวมกัน | การเกาะติดฟัน | ความยากง่ายในการเคี้ยว |
| <b>เส้นบะหมี่ดิบ</b>          |  |               |                                    |                  |               |                        |
| ความแข็ง (Hardness)           | 0.781  | 0.783         | 0.774                              | 0.581            | 0.795         | 0.692                  |
| ระยะตัดขาด (Distance)         | -0.660   | -0.045        | -0.053                             | 0.204            | -0.026        | 0.174                  |
| ค่าความสว่าง (L*)             | -0.124   | 0.036         | 0.055                              | 0.105            | 0.059         | -0.017                 |
| ค่าสีแดง (a*)                 | -0.110   | -0.390        | -0.354                             | -0.349           | -0.213        | -0.184                 |
| ค่าสีเหลือง (b*)              | 0.806  | 0.714         | 0.784                              | 0.709            | 0.777         | 0.449                  |
| ขนาดของเส้นบะหมี่             | 0.723  | 0.935         | 0.898                              | 0.818            | 0.900         | 0.861                  |
| ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี ( $a_w$ ) | -0.593   | -0.648        | -0.743                             | -0.628           | -0.635        | -0.380                 |
| ปริมาณโปรตีน                  | -0.864   | -0.550        | -0.524                             | -0.617           | -0.475        | -0.373                 |
| ปริมาณความชื้น                | -0.560   | -0.381        | -0.401                             | -0.124           | -0.306        | -0.241                 |
| พีเอช (pH)                    | -0.213   | -0.499        | -0.407                             | -0.378           | -0.546        | -0.694                 |
| <b>เส้นบะหมี่สุก</b>          |  |               |                                    |                  |               |                        |
| ความแข็ง (Hardness)           | 0.834  | 0.758         | 0.846                              | 0.554            | 0.832         | 0.553                  |
| ระยะตัดขาด (Distance)         | 0.685  | 0.608         | 0.570                              | 0.540            | 0.596         | 0.571                  |
| แรงดึงขาด (Tensile Strength)  | 0.816  | 0.500         | 0.671                              | 0.638            | 0.611         | 0.461                  |
| ระยะดึงขาด (Extension)        | 0.444  | 0.054         | 0.056                              | 0.221            | -0.054        | 0.044                  |
| ค่าความสว่าง (L*)             | -0.565   | -0.155        | -0.312                             | -0.647           | -0.313        | -0.231                 |
| ค่าสีแดง (a*)                 | -0.274   | -0.669        | -0.461                             | -0.073           | -0.421        | -0.389                 |
| ค่าสีเหลือง (b*)              | 0.850  | 0.787         | 0.865                              | 0.634            | 0.863         | 0.576                  |
| เวลาในการทำให้สุก             | 0.579  | -0.040        | 0.118                              | 0.109            | 0.030         | -0.048                 |
| การสูญเสียจากการทำให้สุก      | -0.203   | 0.052         | 0.292                              | 0.385            | 0.215         | 0.118                  |
| การดูดซับน้ำเมื่อทำให้สุก     | -0.044   | -0.579        | -0.587                             | -0.688           | -0.616        | -0.610                 |
| ขนาดของเส้นบะหมี่             | 0.933  | 0.570         | 0.629                              | 0.581            | 0.592         | 0.438                  |
| พีเอช (pH)                    | -0.206   | -0.057        | -0.145                             | -0.195           | -0.272        | -0.136                 |

หมายเหตุ ค่าที่ขีดเส้นใต้มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สำหรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นไข่และกลิ่นต่างของเส้นบะหมี่สุก จากตารางที่ 25 พบว่ามีความสัมพันธ์กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นบะหมี่ดิบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ  $-0.744$  และ  $0.768$  ตามลำดับ นอกจากนี้กลิ่นไข่ยังมีความสัมพันธ์กับค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของเส้นบะหมี่สุกอีกด้วย โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ  $0.735$  แสดงให้เห็นว่าถ้าเส้นบะหมี่ดิบมีขนาดเพิ่มขึ้น จะทำให้ความการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นไข่ต่ำลง แต่มีกลิ่นต่างสูงขึ้น และเมื่อกลิ่นไข่ต่ำลง ส่งผลให้มีค่า  $L^*$  ของเส้นบะหมี่สุกลดลงด้วย

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่สุก ได้แก่ ความชุ่มชื้นพบว่ามีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับค่าระยะทางในการตัดเส้นบะหมี่ดิบให้ขาดเท่านั้น โดยไม่พบความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางเคมีกายภาพอื่นๆ แต่สำหรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่สุกในด้านความยืดหยุ่น ความเหนียวติดกันของเส้น ความแน่นเนื้อ ความสามารถในการถอนฟันออกขณะเคี้ยว การเกาะตัวรวมกัน การเกาะติดฟัน และความขากง่ายในการเคี้ยว มีความสัมพันธ์แปรผกผันโดยตรงกับค่าเนื้อสัมผัสจากการประเมินโดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส คือ ค่าความแข็งของเส้นบะหมี่ดิบและสุก ยกเว้นคุณลักษณะการเกาะตัวรวมกัน รวมทั้งคุณลักษณะเนื้อสัมผัสจากวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสเหล่านี้ยังมีความสัมพันธ์กับขนาดเส้นบะหมี่ดิบ และค่าสีเหลือง  $b^*$  ของเส้นบะหมี่สุก ซึ่งมีค่า  $r$  มากกว่า  $0.700$  ขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าค่าเนื้อสัมผัสในด้านความแข็งของเส้นบะหมี่สุก, ขนาดของเส้นบะหมี่ และค่า  $b^*$  จากการประเมินทางเคมีกายภาพมีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความแข็งของคุณลักษณะเนื้อสัมผัสจากการประเมินทางประสาทสัมผัสดังกล่าวมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าคุณลักษณะความยืดหยุ่นและความเหนียวติดกันของเส้นมีความสัมพันธ์ในทิศทางลบกับปริมาณโปรตีน โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ  $-0.751$  และ  $-0.864$  ตามลำดับ

เพราะฉะนั้นสามารถสรุปได้ว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนามีความสัมพันธ์กับคุณภาพทางเคมีกายภาพ โดยส่วนใหญ่แล้วคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาในลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางเคมีกายภาพในด้านค่าความแข็ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นบะหมี่ ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน และ เวลาในการทำให้สุก และสำหรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นไม่พบความสัมพันธ์กับค่าทางเคมีกายภาพมากนัก แสดงให้เห็นชัดว่าลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างมาก ทั้งนี้สอดคล้องกับความเป็นจริงพบว่าผู้บริโภคอาจทำการประเมินคุณภาพและยอมรับผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่สุกจากคุณลักษณะปรากฏของ

ผลิตภัณฑ์ แต่ผู้บริโภคสามารถรับรู้และคาดการณ์คุณภาพในคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ด้วย ยกตัวอย่างเช่น เส้นบะหมี่ที่มีความแข็งของสีเหลืองแตกต่างกันอาจทำให้ผู้บริโภคคิดว่าเส้นบะหมี่มีลักษณะเนื้อสัมผัสในด้านความแข็งแตกต่างกันได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ข้างต้นก็พบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างค่าสีเหลืองและค่าความแข็ง เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับคุณลักษณะต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะเป็นคุณลักษณะที่มีความเกี่ยวข้องกับการยอมรับผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ของผู้บริโภค

2.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของผู้บริโภค (Preference) และความสัมพันธ์กับคุณภาพทางเคมีและกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

ผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภคมีค่าคะแนนเฉลี่ยในคุณลักษณะความชอบรวม ความชอบในด้านสี กลิ่น และรสชาติ ของบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ (9 ตัวอย่าง) ดังแสดงในตารางที่ 26 พบว่าผู้บริโภคมีความชอบในผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่สดที่มีตราสินค้าต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ได้แก่ ความชอบโดยรวมและสี ส่วนความชอบในด้านกลิ่นรสชาติ และเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่สดดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 26 ตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 9 ตัวอย่าง ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ 5.0 - 6.0 คะแนน ซึ่งหมายถึงมีความชอบในระดับเฉยๆ จนถึงระดับเล็กน้อย โดยพบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยตัวอย่าง B40 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 5.3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นตัวอย่างที่กำหนดให้ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกน้อยทำให้เส้นบะหมี่ภายในตรงกลางของเส้นบะหมี่ยังมีลักษณะดิบอยู่ ซึ่งในความเป็นจริงตัวอย่าง B ต้องใช้ระยะเวลาในการทำให้เส้นบะหมี่สุกถึง 90 วินาที จึงทำให้ตัวอย่าง B40 มีคะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัสน้อยกว่าตัวอย่าง B90 อย่างชัดเจน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความชอบในคุณลักษณะต่างๆ เพิ่มเติม (ดังตารางที่ 26) ตัวอย่างเส้นบะหมี่สดได้รับคะแนนความชอบในด้านสีมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งตัวอย่างเส้นบะหมี่ 2 ยี่ห้อ ที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าตัวอย่างอื่นๆ คือ ตัวอย่างเส้นบะหมี่ D และ F มีคะแนนเท่ากับ 4.8 และ 4.6 ตามลำดับ ซึ่งจากการแบ่งกลุ่มจากการวิเคราะห์ PCA พบว่าตัวอย่าง F มีลักษณะสีเหลืองเข้มมาก ส่วนตัวอย่าง D มีลักษณะสีเหลืองต่ำ ดังนั้นจึงทำให้ได้รับคะแนนความชอบจากผู้บริโภคน้อยกว่าตัวอย่างอื่นๆ

ตารางที่ 26 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้บริโภคต่อเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Least Significant Difference (LSD)\*\*

| ความชอบ     | ตัวอย่าง*  |     |            |            |            |     |            |     |            | p-Value | LSD  |
|-------------|------------|-----|------------|------------|------------|-----|------------|-----|------------|---------|------|
|             | A          | B90 | B40        | C          | D          | E   | F          | G   | H          |         |      |
| โดยรวม      | 6.3        | 5.9 | <u>5.3</u> | 6.3        | 5.4        | 6.0 | 5.7        | 6.1 | <u>6.5</u> | 0.008   | 0.81 |
| สี          | 6.3        | 5.9 | 5.9        | <u>7.1</u> | 4.8        | 6.5 | <u>4.6</u> | 6.3 | 6.3        | 0.000   | 0.85 |
| กลิ่น       | <u>6.0</u> | 5.4 | 5.3        | <u>6.0</u> | <u>5.0</u> | 5.5 | 5.3        | 5.9 | <u>6.0</u> | 0.109   | 1.62 |
| รสชาติ      | 6.0        | 5.3 | 5.5        | 5.8        | <u>5.1</u> | 5.4 | 5.7        | 5.5 | <u>6.2</u> | 0.280   | 0.84 |
| เนื้อสัมผัส | 6.4        | 6.3 | 5.7        | 6.4        | <u>5.6</u> | 5.8 | 6.1        | 6.3 | <u>6.6</u> | 0.096   | 0.79 |

หมายเหตุ \* A–H คือยี่ห้อตัวอย่างบะหมี่สดดังแสดงในตารางที่ 18 ซึ่งตัวอย่าง B ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกต่างกัน โดย B90 เท่ากับ 90 วินาที และ B40 เท่ากับ 40 วินาที

\*\* เมื่อต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี Fisher's Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

\_\_\_\_\_ ค่าเฉลี่ยสูงสุดของคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ

..... ค่าเฉลี่ยต่ำสุดของคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ

เพราะฉะนั้น จากตารางที่ 26 จะเห็นได้ว่าผลคะแนนความชอบโดยรวมของแต่ละตัวอย่างเส้นบะหมี่สดทั้ง 9 ตัวอย่าง ผู้บริโภคจะพิจารณาความชอบในคุณลักษณะต่างๆ ร่วมด้วย ซึ่งหมายความว่าถ้าคะแนนความชอบในคุณลักษณะต่างๆ มีค่าน้อย จะส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมต่ำด้วย เช่น ตัวอย่างเส้นบะหมี่ B และ D เป็นต้น ในทางกลับกันถ้าได้รับคะแนนความชอบในคุณลักษณะต่างๆ สูง ทำให้คะแนนความชอบโดยรวมมากขึ้นตามด้วย ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในทางสถิติ (Correlation) (ดังตารางที่ 27) พบว่าความชอบโดยรวมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับคะแนนความชอบที่เกิดจากคุณลักษณะต่างๆ คือ ความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างสูงระหว่างความชอบโดยรวมกับความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยมีค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation [r]) เท่ากับ 0.706 0.908 0.735 และ 0.897 ตามลำดับ

ตารางที่ 27 ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) และค่า p-Value ระหว่างความชอบโดยรวม และความชอบในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่สด

| คุณลักษณะความชอบ                    | ความชอบโดยรวม (Preference)          |           |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------|
|                                     | ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) | p – Value |
| ความชอบสี (Color Liking)            | 0.706                               | 0.033     |
| ความชอบกลิ่น (Odor Liking)          | 0.908                               | 0.001     |
| ความชอบรสชาติ (Taste Liking)        | 0.735                               | 0.024     |
| ความชอบเนื้อสัมผัส (Texture Liking) | 0.897                               | 0.001     |

อาจสรุปได้ว่าความชอบในด้านด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ส่งผลต่อความชอบโดยรวม (Preference) เพราะฉะนั้นเพื่อให้ทราบว่าความชอบโดยรวมมีความสัมพันธ์กับปัจจัยคุณภาพต่างๆ ของคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพ (การประเมินค่าด้วยเครื่องมือ) 22 คุณลักษณะ และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา 19 คุณลักษณะในคุณลักษณะใดบ้างสามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์หรือสหสัมพันธ์ (Correlation) ในทางสถิติระหว่างความชอบโดยรวมกับคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพและทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา ซึ่งนับว่าเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์เบื้องต้นโดยพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) แล้วนั้น (ดังแสดงในตารางที่ 28 และ 29) รวมทั้งเทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์วิธี Partial Least Square (PLS) แสดงในรูปแบบภาพความชอบ (Preference Mapping) ทำให้เห็นภาพรวมของความสัมพันธ์ระหว่างความชอบโดยรวม (Preference) กับคุณลักษณะต่างๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น รวมถึงสามารถแสดงความสัมพันธ์ของตัวอย่างเส้นบะหมี่แต่ละยี่ห้อที่ได้รับความนิยมชอบโดยรวมมากหรือน้อยแตกต่างกันได้ง่าย โดยพิจารณาจากแผนภาพ (Preference Mapping) ดังกล่าวได้ ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างค่าปัจจัยคุณภาพทางเคมีและกายภาพ และทางประสาทสัมผัส ต่อความชอบโดยรวมของผู้บริโภค (Preference) แสดงดังต่อไปนี้

## 2.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความชอบโดยรวมของผู้บริโภค(Preference) กับคุณภาพทางเคมีและกายภาพ

การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าปัจจัยคุณภาพทางเคมีและกายภาพ 22 คุณลักษณะต่อความชอบโดยรวมของผู้บริโภค (Preference) ในเบื้องต้นด้วยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) หรือค่า  $r$  จากตารางที่ 28 พบว่าความชอบโดยรวม (Preference) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับปัจจัยคุณภาพทางเคมีกายภาพ 2 คุณลักษณะ จากทั้งหมด 22 คุณลักษณะ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านสีและคุณภาพในการทำให้อสุก ได้แก่ ค่าความสว่างของเส้นบะหมี่ดิบ ( $L^*$ ) และการสูญเสียจากการทำให้อสุก (Cooking loss) โดยมีค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) สูง พบว่ามีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวมในทิศทางเดียวกัน (เป็นบวก) กับคุณลักษณะค่าความสว่างของเส้นบะหมี่ดิบ ( $L^*$ ) และการสูญเสียจากการทำให้อสุก (Cooking loss) เท่ากับ 0.822 และ 0.837 ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าจะได้รับ ความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น เมื่อตัวอย่างเส้นบะหมี่สดมีค่าความสว่างของเส้นบะหมี่ดิบ ( $L^*$ ) และร้อยละการสูญเสียจากการทำให้อสุกเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันถ้าตัวอย่างเส้นบะหมี่สดมีค่าความสว่างของเส้นบะหมี่ดิบ ( $L^*$ ) และร้อยละการสูญเสียจากการทำให้อสุกต่ำ จะส่งผลให้ได้รับความชอบโดยรวมลดลง นอกจากนี้จากตารางที่ 28 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์คุณลักษณะทางเคมีกายภาพกับความชอบโดยรวมเพิ่มเติม พบว่าความชอบโดยรวมมีความสัมพันธ์ไม่สูงมากนักกับค่าระยะตัดขาดในการวัดค่าเนื้อสัมผัสและปริมาณความชื้นของเส้นบะหมี่ดิบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.571 และ 0.579 ตามลำดับ สำหรับคุณลักษณะของเส้นบะหมี่สุกมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม ได้แก่ ระยะตัดขาด เวลาในการทำให้อสุก และร้อยละการดูดซับน้ำ มีค่า  $r$  เท่ากับ -0.551 -0.400 และ -0.594 ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าความชอบโดยรวมจะเพิ่มขึ้น เมื่อตัวอย่างเส้นบะหมี่ดิบมีค่าระยะตัดขาดและปริมาณความชื้นสูง ขณะที่เส้นบะหมี่สุกควรมีระยะตัดขาด เวลาที่ใช้ในการทำให้อสุก และร้อยละการดูดซับน้ำลดลง แต่อย่างไรก็ดีคุณลักษณะทางเคมีกายภาพที่มีค่า  $r$  ต่ำดังกล่าวมีอิทธิพลต่อความชอบโดยรวมต่ำกว่าคุณลักษณะค่าความสว่างของเส้นบะหมี่ดิบและการสูญเสียจากการทำให้อสุก และสำหรับคุณลักษณะอื่นๆ ที่เหลือ 15 คุณลักษณะ การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของคุณลักษณะเหล่านี้ไม่ได้ส่งผลต่อความชอบโดยรวมให้เพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งบ่งชี้ว่าจะต้องมีค่าหรือระดับที่เป็นจุดที่เหมาะสมต่อความชอบโดยรวมของผู้บริโภค ยกตัวอย่างเช่น ค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ถ้าตัวอย่างเส้นบะหมี่มีลักษณะสีเหลืองมากหรือน้อยเกินไปอาจทำให้ความชอบโดยรวมมีค่าลดลงได้ เพราะฉะนั้นตัวอย่างเส้นบะหมี่จะมีระดับสีเหลือง ( $b^*$ ) ที่เหมาะสมจะทำให้ได้รับความชอบโดยรวมมากที่สุด

ตารางที่ 28 ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) และค่า p-Value ระหว่างความชอบโดยรวมของผู้บริโภค และคุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบและสุก

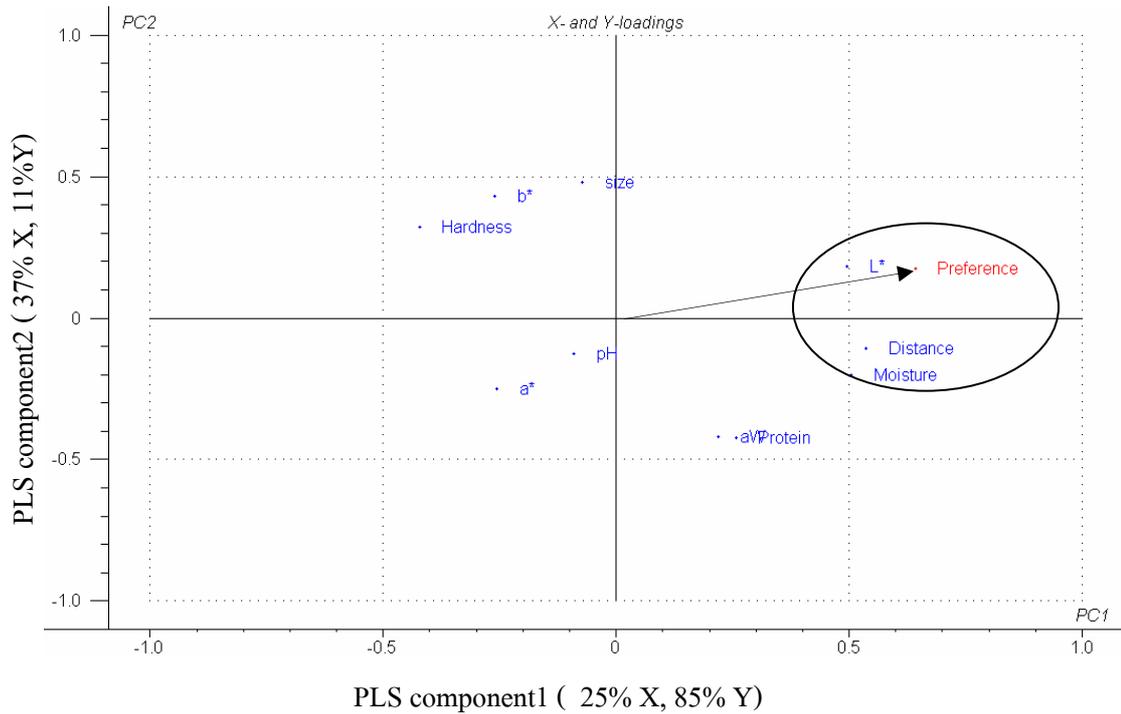
| คุณภาพทางเคมีและกายภาพ                  | ความชอบโดยรวม (Preference)          |           |
|---|-------------------------------------|-----------|
|   | ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) | p – Value |
| <b>เส้นบะหมี่ดิบ (Raw Noodle)</b>       |                                     |           |
| ความแข็ง (Hardness)                     | -0.362                              | 0.378     |
| ระยะตัดขาด(Distance)                    | 0.571                               | 0.139     |
| ค่าความสว่าง (L*)                       | <u>0.822</u>                        | 0.01      |
| ค่าสีแดง (a*)                           | -0.446                              | 0.268     |
| ค่าสีเหลือง (b*)                        | -0.033                              | 0.937     |
| ขนาดเส้นบะหมี่ (Size)                   | 0.176                               | 0.677     |
| ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (a <sub>w</sub> )  | 0.050                               | 0.905     |
| ปริมาณโปรตีน (Protein)                  | 0.099                               | 0.815     |
| ปริมาณความชื้น(Moisture)                | 0.579                               | 0.132     |
| พีเอช (pH)                              | -0.202                              | 0.631     |
| <b>เส้นบะหมี่สุก (Cooked Noodle)</b>    |                                     |           |
| ความแข็ง (Hardness)                     | -0.155                              | 0.691     |
| ระยะตัดขาด (Distance)                   | -0.551                              | 0.125     |
| แรงดึงขาด (Tensile Strength)            | -0.064                              | 0.870     |
| ระยะดึงขาด (Extension)                  | -0.053                              | 0.893     |
| ค่าความสว่าง (L*)                       | -0.199                              | 0.608     |
| ค่าสีแดง (a*)                           | 0.201                               | 0.604     |
| ค่าสีเหลือง (b*)                        | 0.057                               | 0.884     |
| เวลาในการทำให้สุก (Cooking time)        | -0.400                              | 0.286     |
| การสูญเสียเมื่อทำให้สุก (Cooking Loss)  | <u>0.837</u>                        | 0.005     |
| การดูดซับน้ำเมื่อสุก (Water absorption) | -0.594                              | 0.092     |
| ขนาดของเส้นบะหมี่ (Size)                | -0.264                              | 0.492     |
| พีเอช (pH)                              | -0.177                              | 0.649     |

หมายเหตุ ค่าที่ขีดเส้นใต้ คือ มีความสัมพันธ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

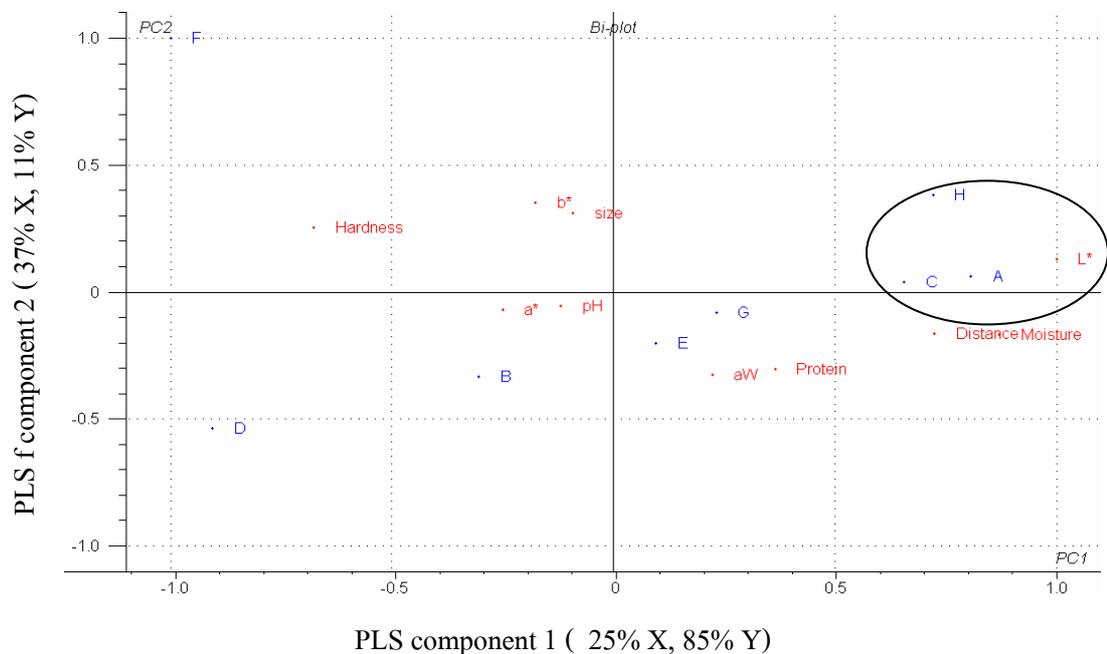
เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความชอบโดยรวมของผู้บริโภคกับคุณภาพทางเคมีและกายภาพด้วยวิธี Partial Least Square (PLS) โดยแสดงด้วยเทคนิคแผนภาพความชอบ (Preference Mapping) รวมทั้งแสดงความสัมพันธ์ของตัวอย่างเส้นบะหมี่แต่ละยี่ห้อที่ได้รับความชอบโดยรวมมากหรือน้อยแตกต่างกัน โดย Preference Mapping แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชอบโดยรวมกับคุณภาพทางเคมีและกายภาพ ซึ่งจำแนกตามการประเมินใน 2 รูปแบบ คือ 1) คุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบ (แสดงดังภาพที่ 17 และ 18) และ 2) คุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สุก (แสดงดังภาพที่ 19 และ 20) ผลที่ได้เป็นดังนี้

จากภาพที่ 17 แผนภาพความชอบ (Preference Mapping) ของคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบที่มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวม (Preference) ของผู้บริโภค ได้แก่ ค่าความสว่างของเส้นบะหมี่ดิบ ( $L^*$ ) ระยะตัดขาดของเส้นบะหมี่ดิบในการวัดค่าเนื้อสัมผัส (Distance) และ ปริมาณความชื้น (Moisture) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความชอบโดยรวม โดยเฉพาะค่า  $L^*$  มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับความชอบโดยรวมสอดคล้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นจากการหาค่าสหสัมพันธ์ (ดังแสดงในตารางที่ 28) และจากภาพที่ 18 พบว่าตัวอย่างบะหมี่ยี่ห้อ A C และ H มีคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบที่มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวมสูงกว่าตัวอย่างยี่ห้ออื่น นอกจากนี้ยังพบว่าบะหมี่ยี่ห้อ D และ F จะได้รับความชอบโดยรวมน้อยกว่าตัวอย่างบะหมี่ยี่ห้ออื่น เนื่องจากอยู่ในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวม

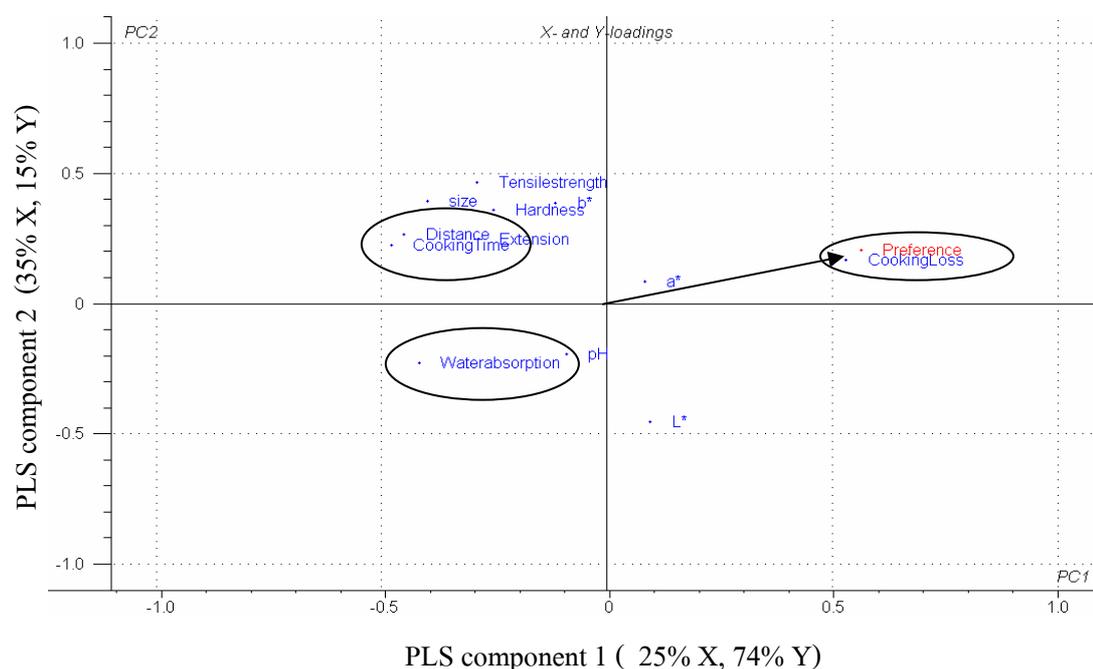
จากภาพที่ 19 แผนภาพความชอบ (Preference Mapping) ของคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สุกที่มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวม (Preference) ของผู้บริโภค พบว่าความชอบโดยรวมมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณลักษณะการสูญเสียจากการทำให้สุก (Cooking loss) และสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับระยะตัดขาดของเส้นบะหมี่สุกในการวัดค่าเนื้อสัมผัส (Distance) เวลาในการทำให้เส้นบะหมี่สุก (Cooking time) และการดูดซับน้ำเมื่อทำให้สุก (Water absorption) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสูญเสียจากการทำให้สุกมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับความชอบ ซึ่งมีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการหาค่าความสัมพันธ์เบื้องต้นจากค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) (ดังแสดงในตารางที่ 28) และจากภาพที่ 20 พบว่าตัวอย่างบะหมี่ยี่ห้อ A C G และ H มีคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สุกที่มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวมสูงกว่าตัวอย่างยี่ห้ออื่น รวมทั้งยี่ห้อ D และ F ได้รับความชอบโดยรวมน้อยกว่าตัวอย่างบะหมี่ยี่ห้ออื่น ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องเป็นไปในทำนองเดียวกันกับคุณภาพของเส้นบะหมี่ดิบ



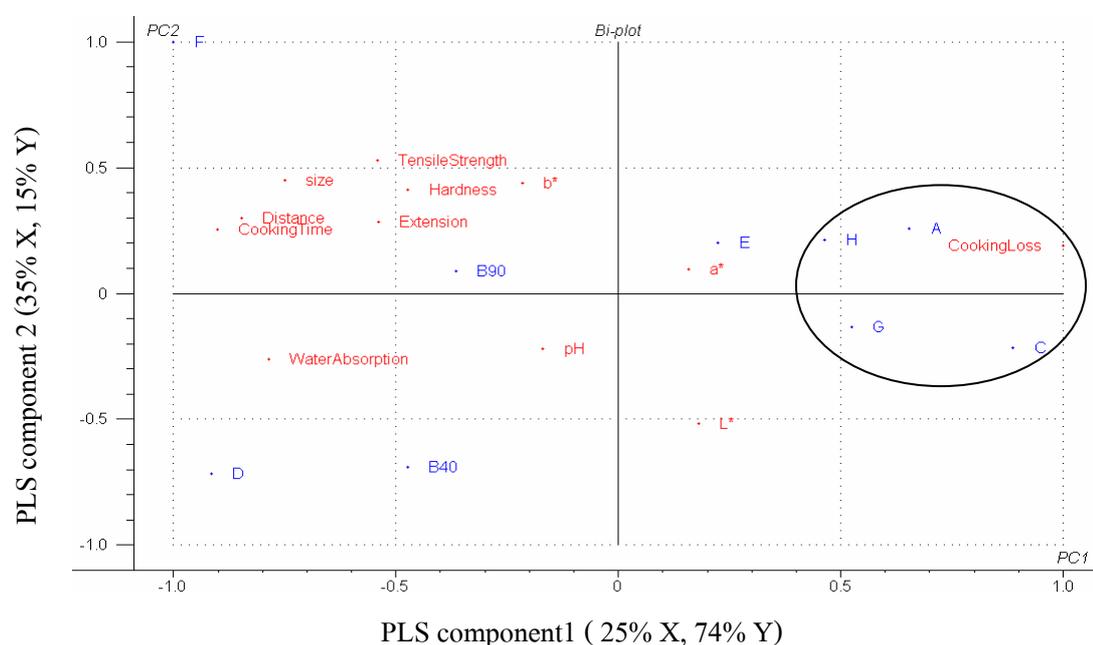
ภาพที่ 17 Preference Mapping ของคุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบ (X) เพื่ออธิบายความชอบโดยรวม (Preference) (Y) ของผู้บริโภคโดยการวิเคราะห์ด้วย PLS1



ภาพที่ 18 Biplot (Score & Loading) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ (A-H) กับคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบ (X) เพื่ออธิบายความชอบโดยรวม (Preference) (Y) ของผู้บริโภคโดยการวิเคราะห์ด้วย PLS1



ภาพที่ 19 Preference Mapping ของคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สุก (X) เพื่ออธิบายความชอบโดยรวม (Preference) (Y) ของผู้บริโภคโดยการวิเคราะห์ด้วย PLS1



ภาพที่ 20 Biplot (Score & Loading) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ (A-H) กับคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สุก (X) เพื่ออธิบายความชอบโดยรวม (Preference) (Y) ของผู้บริโภคโดยการวิเคราะห์ด้วย PLS1

หมายเหตุ A-H คือยี่ห้อตัวอย่างบะหมี่สดดังแสดงในตารางที่ 14 ซึ่งตัวอย่าง B ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกต่างกัน โดย B90 เท่ากับ 90 วินาที และ B40 เท่ากับ 40 วินาที

เพราะฉะนั้นสามารถสรุปได้ว่า ความชอบโดยรวมของเส้นบะหมี่สดเกี่ยวข้องกับคุณภาพของเส้นบะหมี่ดิบในด้านสีและเนื้อสัมผัส และคุณภาพของการทำให้เส้นบะหมี่สุก ทั้งนี้ความชอบโดยรวมจะเพิ่มขึ้นเมื่อเส้นบะหมี่สดมีร้อยละการสูญเสียจากการทำให้สุก และค่าความสว่างของเส้นบะหมี่ดิบสูง รวมทั้งต้องการให้ใช้เวลาในการทำให้สุกน้อย ซึ่งเป็นผลมาจากรูปแบบการดำเนินชีวิตที่เร่งรีบในปัจจุบัน และอาจมีค่าระยะทางจากการตัดเส้นบะหมี่ดิบให้ขาดออกจากกันจากการวัดเนื้อสัมผัสด้วยวิธีการตัด (Blade Cutting Test) และปริมาณความชื้นของเส้นบะหมี่ดิบสูงด้วย แต่อย่างไรก็ตามพบว่ามีความสัมพันธ์ไม่มากนักกับความชอบโดยรวมใน 2 คุณลักษณะดังกล่าว แสดงว่า ผู้บริโภคคนไทยต้องการเส้นบะหมี่ที่มีสีเหลืองของเส้นบะหมี่สว่างไม่หมองคล้ำ และมีเนื้อสัมผัสที่มีความนุ่ม และมีลักษณะการเหนียวติดกันของเส้นด้วย รวมไปถึงเส้นบะหมี่ดิบควรมีลักษณะชุ่มชื้น และมีความคงตัวไม่แตกเปราะง่าย

จากภาพที่ 18 และ 20 พบว่า ตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ ที่มีคุณภาพทางเคมีกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบและสุกหรือคุณลักษณะที่ทำให้ได้รับความชอบโดยรวมเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างเส้นบะหมี่ที่ได้รับความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ได้แก่ ตัวอย่างเส้นบะหมี่ A C G และ H ซึ่งจากภาพที่ 18 ตำแหน่งของตัวอย่างเส้นบะหมี่จะอยู่ใกล้เคียงกับตำแหน่งที่มีคุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความชอบโดยรวม ลำดับต่อมาเป็นกลุ่มที่ได้รับความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ ตัวอย่างเส้นบะหมี่ B และ E และสุดท้ายกลุ่มที่ได้รับความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ต่ำหรือไม่ชอบ คือ ตัวอย่างเส้นบะหมี่ D และ F อยู่ในทิศทางตรงข้ามกับข้ามกับคุณลักษณะที่จะได้รับความชอบโดยรวมมาก และสามารถบ่งชี้ว่าลักษณะของตัวอย่างเส้นบะหมี่แต่ละยี่ห้อได้ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเส้นบะหมี่ที่มีความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์สูงจะมีลักษณะของเส้นบะหมี่สุกที่นุ่มและมีความสว่างของสีเหลืองมากไม่หมองคล้ำ ในทางกลับกันตัวอย่างเส้นบะหมี่ D และ F ที่มีความชอบโดยรวมต่ำ จะมีลักษณะตรงกันข้ามกับที่กล่าวมาแล้ว โดยเส้นบะหมี่สุกจะมีลักษณะแข็ง และเส้นบะหมี่ดิบมีความคล้ำมากกว่าตัวอย่างอื่นๆ

#### 2.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความชอบโดยรวมของผู้บริโภค (Preference) กับคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา 19 คุณลักษณะต่อความชอบโดยรวมของผู้บริโภค (Preference) ในเบื้องต้นด้วยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) หรือค่า  $r$  จากตารางที่ 29 พบว่าความชอบโดยรวม (Preference) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับปัจจัยคุณภาพทางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเพียง 2 คุณลักษณะ จากทั้งหมด 19 คุณลักษณะ ซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพของเส้นบะหมี่ดิบ ได้แก่ กลิ่นด่าง (Alkaline odor) และความชุ่มชื้นของเส้นบะหมี่ดิบ (Wetness) โดยความชอบโดยรวมมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความชุ่มชื้นของเส้นบะหมี่ดิบ (Wetness) มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.845 และสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับกลิ่นด่างของเส้นบะหมี่ดิบ (Alkaline odor) มีค่าสหสัมพันธ์ ( $r$ ) เท่ากับ -0.736 นอกจากนี้ถ้าพิจารณาคคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวมเพิ่มเติมจากคุณลักษณะทางด้านกลิ่นด่าง และความชุ่มชื้นของเส้นบะหมี่ดิบ แล้ว พบว่าคุณลักษณะในด้านความยืดหยุ่นของเส้นบะหมี่ดิบ (Elasticity) และความชุ่มชื้นของเส้นบะหมี่สุก (Wetness) มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวมสำคัญเป็นอันดับรองลงมาจาก 2 คุณลักษณะดังกล่าวไว้ข้างต้น พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์ ( $r$ ) เท่ากับ 0.648 และ -0.459 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่าความชอบโดยรวมของผู้บริโภคยังมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะความยืดหยุ่นของเส้นบะหมี่ดิบ และความชุ่มชื้นของเส้นบะหมี่สุกนอกเหนือไปจากคุณลักษณะกลิ่นด่างและความชุ่มชื้นของเส้นบะหมี่ดิบ แต่อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่สูงมากนัก

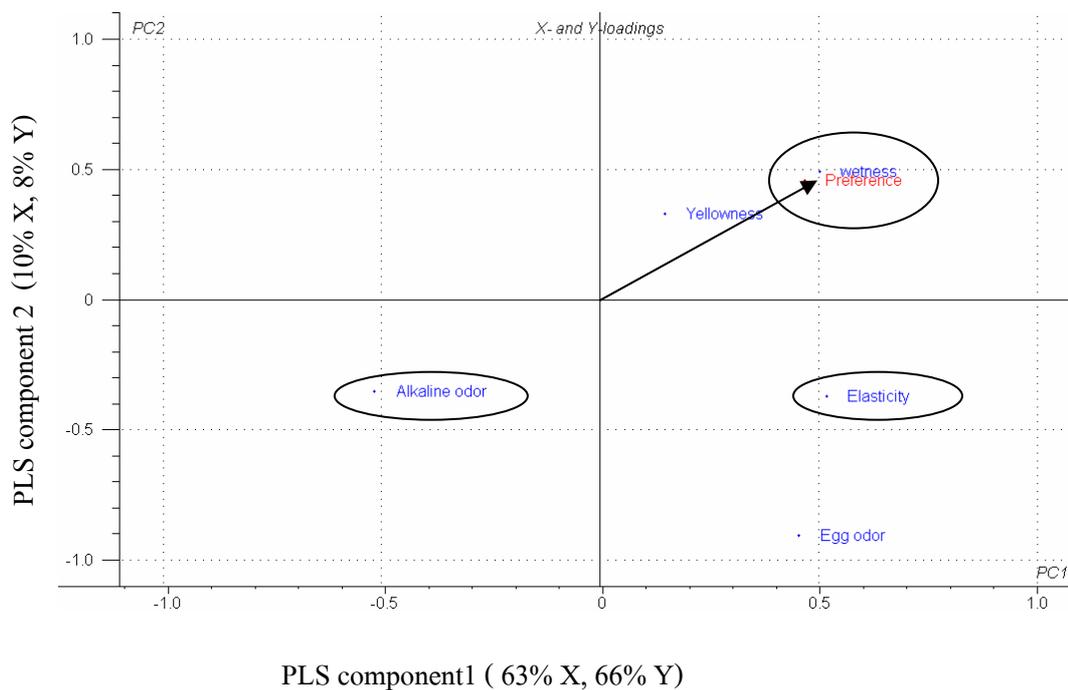
**ตารางที่ 29** ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) และค่า p-Value ระหว่างความชอบโดยรวมของผู้บริโภค และคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่ดิบและสุก

| คุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา      | ความชอบโดยรวม (Preference)          |           |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------|
|                                      | ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) | p – Value |
| <b>เส้นบะหมี่ดิบ (Raw Noodle)</b>    |                                     |           |
| สีเหลือง (Yellowness)                | 0.228                               | 0.587     |
| ความสว่าง (Lightness)                | -0.273                              | 0.513     |
| กลิ่นไข่ (Egg odor)                  | 0.566                               | 0.144     |
| กลิ่นด่าง (Alkaline odor)            | <u>-0.736</u>                       | 0.037     |
| ความชุ่มชื้น (Wetness)               | <u>0.845</u>                        | 0.008     |
| ความยืดหยุ่น (Elasticity)            | 0.648                               | 0.083     |
| <b>เส้นบะหมี่สุก (Cooked Noodle)</b> |                                     |           |
| สีเหลือง (Yellowness)                | 0.275                               | 0.474     |
| ความใส (Translucency)                | 0.239                               | 0.536     |
| ความมันเงา (Shininess)               | 0.013                               | 0.974     |
| กลิ่นไข่ (Egg odor)                  | -0.266                              | 0.489     |
| กลิ่นด่าง (Alkaline odor)            | 0.091                               | 0.817     |
| ความชุ่มชื้น (Wetness)               | -0.459                              | 0.214     |
| ความยืดหยุ่น (Elasticity)            | -0.182                              | 0.639     |
| ความเหนียวติดกัน (Stickiness)        | -0.154                              | 0.692     |
| ความแน่นเนื้อ (Firmness)             | -0.131                              | 0.738     |
| ความยากง่ายในการถอนฟัน (Toothpull)   | 0.056                               | 0.887     |
| การเกาะตัวรวมกัน (Cohesiveness)      | 0.276                               | 0.472     |
| การเกาะติดฟัน (Adhesiveness)         | 0.014                               | 0.972     |
| ความยากง่ายในการเคี้ยว (Chewiness)   | -0.081                              | 0.836     |

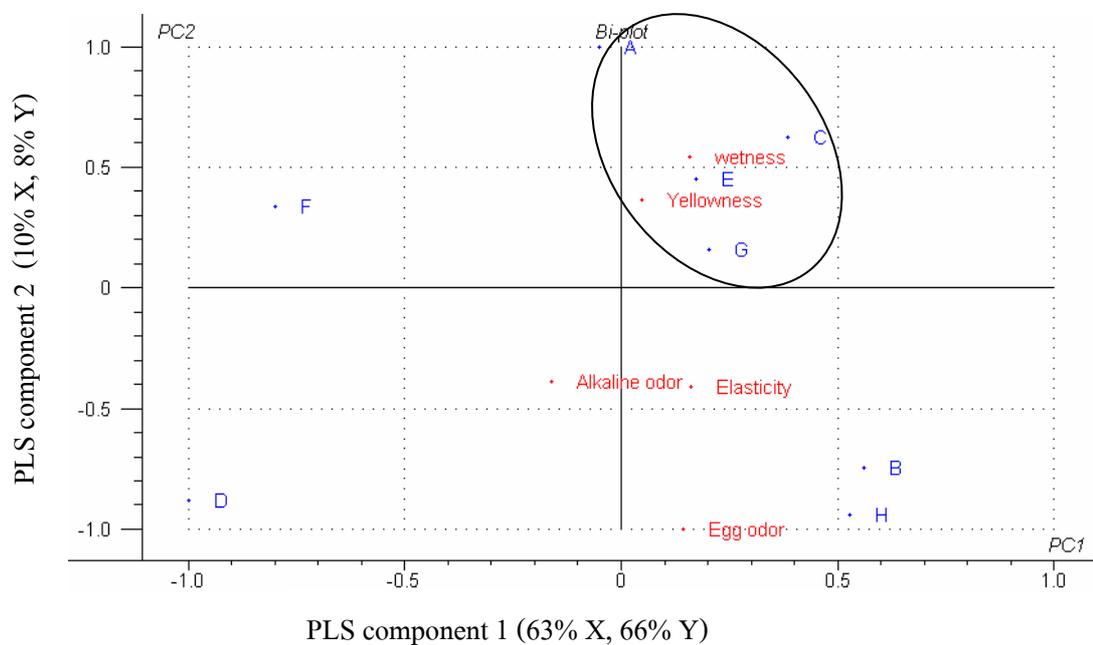
**หมายเหตุ** ค่าที่ขีดเส้นใต้ คือ มีความสัมพันธ์กันระหว่างความชอบโดยรวมกับคุณภาพทางเคมี  
กายภาพที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

นอกจากการพิจารณาความสัมพันธ์เบื้องต้นโดยพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) แล้วนั้น (ดังตารางที่ 29) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความชอบโดยรวมของผู้บริโภคกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาเพิ่มเติมด้วยวิธี Partial Least Square (PLS) โดยแสดงด้วยเทคนิคแผนภาพความชอบ (Preference Mapping) รวมทั้งแสดงความสัมพันธ์ของตัวอย่างเส้นบะหมี่แต่ละยี่ห้อที่ได้รับความชอบโดยรวมมากหรือน้อยแตกต่างกัน โดย Preference Mapping เช่นเดียวกันกับคุณภาพทางเคมีและกายภาพ (ดังที่ได้แสดงในข้อ 2.4.1) ซึ่งจำแนกการวิเคราะห์ตามการประเมินใน 2 รูปแบบ คือ 1) คุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่ดิบใน 5 คุณลักษณะ โดยคุณลักษณะความสว่าง (Lightness) ไม่ได้นำมารวมในการวิเคราะห์ เนื่องจากเป็นคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติของบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ ผลที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 21 และ 22 และ 2) คุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่สุก 11 คุณลักษณะ โดยคุณลักษณะกลิ่นด่าง (Alkaline odor) และความยากง่ายในการเคี้ยว (Chewiness) ไม่ได้นำมารวมในการวิเคราะห์ เนื่องจากเป็นคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติของบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ ผลที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 23 และ 24)

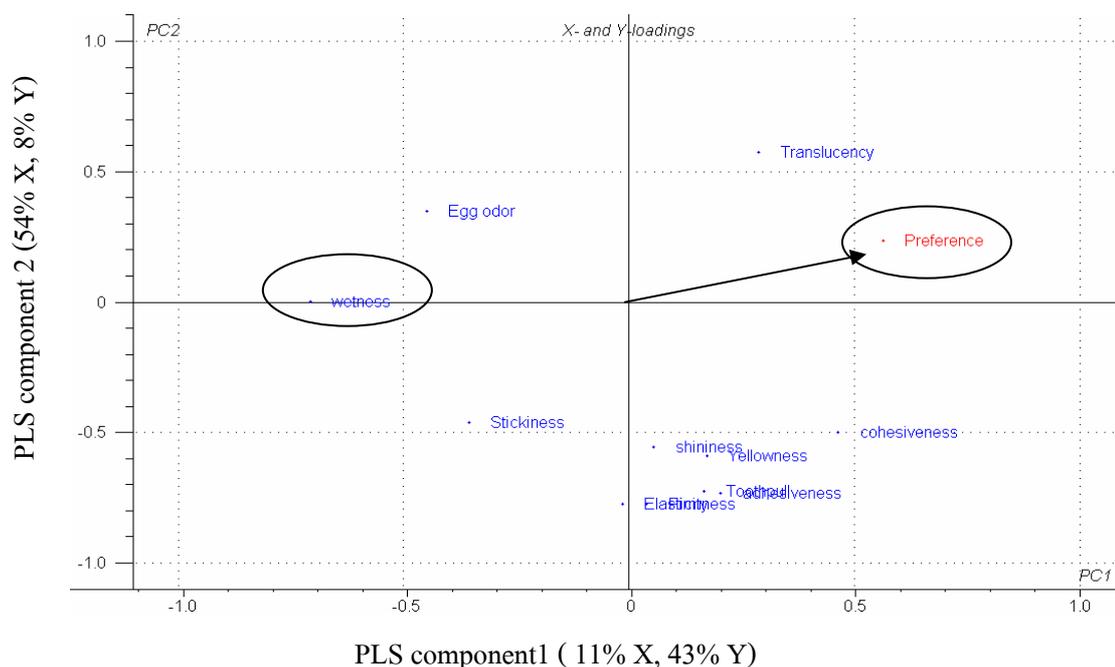
จากภาพที่ 21 แผนภาพความชอบ (Preference Mapping) ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่ดิบที่มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวม (Preference) ของผู้บริโภค ได้แก่ ความชุ่มชื้น (wetness) ความยืดหยุ่น (Elasticity) และกลิ่นด่าง (Alkaline odor) ของเส้นบะหมี่ดิบ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกกับความชุ่มชื้น (wetness) และความยืดหยุ่น (elasticity) ของเส้นบะหมี่ดิบ และสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม (ลบ) กับกลิ่นด่างของเส้นบะหมี่ดิบ (alkaline odor) หมายความว่าความชอบโดยรวมจะเพิ่มขึ้นเมื่อตัวอย่างเส้นบะหมี่ดิบมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านความชุ่มชื้น และความยืดหยุ่นสูง แต่มีความเข้มของกลิ่นด่างของเส้นบะหมี่ดิบต่ำ ในทางกลับกันถ้ามีความเข้มของความชุ่มชื้น และความยืดหยุ่นของเส้นบะหมี่ต่ำ รวมทั้งมีกลิ่นด่างของเส้นบะหมี่ดิบสูง จะทำให้ความชอบโดยรวมต่ำ ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกับการหาความสัมพันธ์เบื้องต้นจากค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation) (ดังตารางที่ 29) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาภาพที่ 22 พบว่าตัวอย่างบะหมี่ยี่ห้อ A C E และ G มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบที่มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวมสูงกว่าตัวอย่างยี่ห้ออื่น



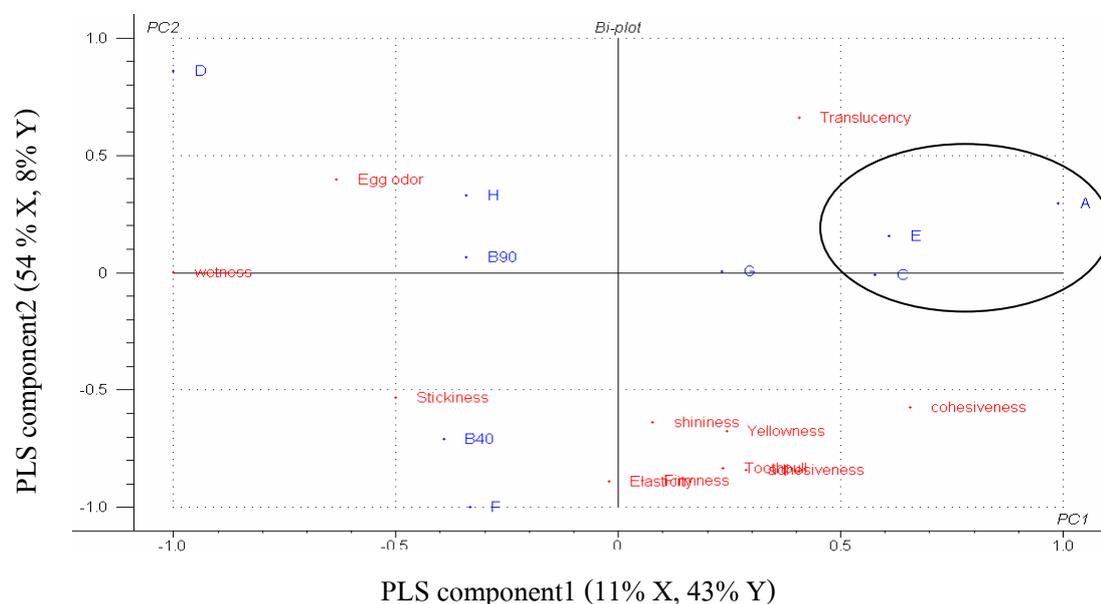
ภาพที่ 21 Preference Mapping ของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบ (X) เพื่ออธิบายความชอบโดยรวม (Preference) (Y) ของผู้บริโภคโดยการวิเคราะห์ด้วย PLS1



ภาพที่ 22 Biplot (Score & Loading)ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ (A-H) กับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบ (X) เพื่ออธิบายความชอบโดยรวม (Preference) (Y) ของผู้บริโภคโดยการวิเคราะห์ด้วย PLS1



ภาพที่ 23 Preference Mapping ของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่สุก (X) เพื่ออธิบายความชอบโดยรวม (Preference) (Y) ของผู้บริโภคโดยการวิเคราะห์ด้วย PLS1



ภาพที่ 24 Biplot (Score & Loading)ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างเส้นบะหมี่สด 8 ยี่ห้อ(A-H) กับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่สุก(X) เพื่ออธิบายความชอบโดยรวม (Preference) (Y) ของผู้บริโภคโดยการวิเคราะห์ด้วย PLS1

หมายเหตุ A-H คือยี่ห้อตัวอย่างบะหมี่สดดังแสดงในตารางที่ 14 ซึ่งตัวอย่าง B ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกต่างกัน โดย B90 เท่ากับ 90 วินาที และ B40 เท่ากับ 40 วินาที

จากภาพที่ 23 แผนภาพความชอบ (Preference Mapping) ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเส้นบะหมี่สุกที่มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวม (Preference) ของผู้บริโภค พบว่าคุณลักษณะความชุ่มชื้น (Wetness) มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวม แต่อย่างไรก็ดีจากการหาค่าสหสัมพันธ์เบื้องต้น (ดังแสดงในตารางที่ 29) พบความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่มากนัก โดยที่คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านความชุ่มชื้นของเส้นบะหมี่สุกมีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวมในทิศทางตรงกันข้าม หมายความว่าตัวอย่างเส้นบะหมี่สุกที่มีลักษณะชุ่มชื้นมากขึ้นจะได้รับคะแนนความชอบโดยรวมต่ำลง และเมื่อพิจารณาภาพที่ 24 พบว่าตัวอย่างบะหมี่ยี่ห้อ A C และ E มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่สุกที่มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวมสูงกว่าตัวอย่างยี่ห้ออื่น

เพราะฉะนั้นความชอบโดยรวมของผู้บริโภคขึ้นอยู่กับคุณภาพทางด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัสจากการประเมินทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบและสุก โดยผู้บริโภคต้องการให้เส้นบะหมี่สด (ดิบ) นั้นมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ชุ่มชื้นและเหนียวยืดหยุ่น โดยไม่แห้งแข็งกระด้าง มีกลิ่นของไข่สูง และมีกลิ่นต่ำ และเส้นบะหมี่สุกมีเนื้อสัมผัสที่ไม่อ่อนนุ่มหรือแฉะ ทั้งนี้จากการศึกษาของ Tang *et al.*(2000) พบว่าการทำนายความชอบโดยรวมของผู้บริโภคสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านความเข้มข้นของสีเหลืองมากกว่าคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัส แต่จากผลที่ได้คุณลักษณะสีเหลืองไม่มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเส้นบะหมี่ทั้ง 8 ยี่ห้อ มีความใกล้เคียงกันในความเข้มของสีเหลือง ทำให้ไม่ได้มีผลต่อความชอบในการหาค่าความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น และถึงแม้ว่าความเข้มของสีเหลืองของตัวอย่างเส้นบะหมี่ที่มากไม่ได้หมายความว่าจะทำให้ความชอบโดยรวมจะสูงขึ้น เนื่องจากความพอเหมาะของความเข้มของสีเหลืองไม่มากหรือน้อยเกินไป หรือมีจุดที่เหมาะสมกลับส่งผลให้ได้รับความชอบจากผู้บริโภคมากกว่า และจากภาพที่ 22 และ 24 พบว่า ตัวอย่างเส้นบะหมี่สดทั้ง 8 ตัวอย่าง มีเพียง 4 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่าง A C E และ G มีคุณภาพหรือคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่สัมพันธ์กับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ความต้องการของผู้บริโภคหรือความชอบโดยรวมของเส้นบะหมี่สดนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่ดิบและสุกที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางด้านสี เนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบ และคุณภาพการทำให้สุก ทั้งนี้จากตัวอย่างบะหมี่ 8 ยี่ห้อ พบว่ากลุ่มตัวอย่างยี่ห้อ A C G และ H ได้รับความชอบจากผู้บริโภคสูง ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบและสุกนั้นเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะในด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบและสุก โดยผู้บริโภคต้องการเส้นบะหมี่ดิบที่มีสีเหลืองของเส้นบะหมี่ที่สว่างไม่หมองคล้ำ เส้นบะหมี่ดิบควรมีลักษณะชุ่มชื้น มีความคงตัว ไม่แห้งแข็งกระด้างหรือแตกเปราะง่าย และเหนียวยืดหยุ่น มีกลิ่นต่างต่ำ และลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่สุกที่มีความนุ่มไม่แฉะหรืออมน้ำ โดยตัวอย่างบะหมี่ 8 ยี่ห้อพบว่ากลุ่มตัวอย่างยี่ห้อ A C E และ G มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบและสุกที่ได้รับความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคสูงแสดงให้เห็นว่าควรใช้การประเมินคุณภาพทั้งทางเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสร่วมกัน เนื่องจากการประเมินทางด้านกลิ่นใช้วิธีการทางประสาทสัมผัสได้สะดวกกว่าการวิเคราะห์ทางเคมี โดยตัวอย่างเส้นบะหมี่สดทั้งหมด 8 ยี่ห้อ (A-H) ที่ได้รับความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคสูงนั้น พบว่าตัวอย่างเส้นบะหมี่สด A และ C มีคุณภาพสอดคล้องทั้งคุณภาพในด้านทางเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ดิบและสุกเป็นไปตามคุณภาพที่ผู้บริโภคชอบ จึงสามารถใช้ตัวอย่างเส้นบะหมี่ A และ C เป็นตัวอย่างอ้างอิงเปรียบเทียบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้

เพราะฉะนั้นสามารถกำหนดคุณภาพทางเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสเป็นมาตรฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่สดตามคุณภาพของตัวอย่าง A และ C เพื่อทำให้เกิดการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 30 และ 31

ตารางที่ 30 ค่าคุณภาพทางเคมีและกายภาพของเส้นบะหมี่สดดิบและสุกที่ผู้บริโภคต้องการ โดยใช้เป็นมาตรฐานกำหนดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่สด

| คุณภาพทางเคมีและกายภาพ                         | ค่าคุณภาพที่ผู้บริโภคต้องการ |
|--|------------------------------|
| <b>เส้นบะหมี่ดิบ (Raw Noodle)</b>              |                              |
| ความแข็ง (Hardness) (นิวตัน)                   | 2.31 – 2.33                  |
| ระยะตัดขาด (Distance) (มม.)                    | 1.60 - 1.73                  |
| ค่าความสว่าง (L*)                              | 72.44 – 73.93                |
| ค่าสีแดง (a*)                                  | 2.03 - 2.06                  |
| ค่าสีเหลือง (b*)                               | 18.59 – 20.85                |
| ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นบะหมี่ (Size) (มม.) | 1.49 - 1.50                  |
| ค่าอวอเตอร์แอกติวิตี ( $a_w$ )                 | 0.93 - 0.94                  |
| ร้อยละปริมาณโปรตีน (Protein content)           | 11.93 – 13.59                |
| ร้อยละปริมาณความชื้น (Moisture content)        | 30.10 - 32.52                |
| พีเอช (pH)                                     | 10.11 – 12.26                |
| <b>เส้นบะหมี่สุก (Cooked Noodle)</b>           |                              |
| ความแข็ง (Hardness) (นิวตัน)                   | 0.74 – 0.76                  |
| ระยะตัดขาด (Distance) (มม.)                    | 0.99 - 1.40                  |
| แรงดึงขาด (Tensile Strength) (นิวตัน)          | 0.14 - 0.16                  |
| ระยะดึงขาด (Extension) (มม.)                   | 60.76 - 80.74                |
| ค่าความสว่าง (L*)                              | 64.50 - 68.25                |
| ค่าสีแดง (a*)                                  | -2.11 - -1.36                |
| ค่าสีเหลือง (b*)                               | 21.54 – 22.07                |
| เวลาในการทำให้สุก (Cooking time) (วินาที)      | 40 - 60                      |
| ร้อยละการสูญเสียจากการทำให้สุก (Cooking Loss)  | 10.11 - 12.26                |
| ร้อยละการดูดซับน้ำเมื่อสุก (Water absorption)  | 71.58 – 84.16                |
| ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นบะหมี่ (Size) (มม.) | 1.74 - 2.01                  |
| พีเอช (pH)                                     | 9.54 - 9.63                  |

หมายเหตุ ช่วงของค่าคุณภาพที่ผู้บริโภคต้องการได้จากค่าคุณภาพของตัวอย่างยี่ห้อ A และ C

ตารางที่ 31 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่สดดิบและสุกที่ผู้บริโภคต้องการ โดยใช้เป็นมาตรฐานกำหนดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่สด

| คุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา            | ค่าคุณภาพที่ผู้บริโภคต้องการ |
|--|------------------------------|
| <b>เส้นบะหมี่ดิบ (Raw Noodle)</b>          |                              |
| สีเหลือง (Yellowness)                      | 5.46 – 6.13                  |
| ความสว่าง (Lightness)                      | 10.15 – 10.33                |
| กลิ่นไข่ (Egg odor)                        | 1.06 – 1.75                  |
| กลิ่นด่าง (Alkaline odor)                  | 1.96 - 2.79                  |
| ความชุ่มชื้น (Wetness)                     | 3.90 - 4.17                  |
| ความยืดหยุ่น (Elasticity)                  | 2.21 - 2.79                  |
| <b>เส้นบะหมี่สุก (Cooked Noodle)</b>       |                              |
| สีเหลือง (Yellowness)                      | 7.17 – 7.92                  |
| ความใส (Translucency)                      | 4.63 - 4.67                  |
| ความมันเงา (Shininess)                     | 5.21 - 5.88                  |
| กลิ่นไข่ (Egg odor)                        | 1.94 – 2.83                  |
| กลิ่นด่าง (Alkaline odor)                  | 2.46 - 3.00                  |
| ความชุ่มชื้น (Wetness)                     | 6.25 - 6.29                  |
| ความยืดหยุ่น (Elasticity)                  | 3.13 – 3.67                  |
| ความเหนียวติดกัน (Stickiness)              | 3.73 – 3.83                  |
| ความแน่นเนื้อ (Firmness)                   | 1.69 – 2.31                  |
| ความสามารถในการถอนฟันขณะเคี้ยว (Toothpull) | 4.50 - 5.01                  |
| การเกาะตัวรวมกัน (Cohesiveness)            | 5.77 - 8.54                  |
| การเกาะติดฟัน (Adhesiveness)               | 2.92 – 3.50                  |
| ความยากง่ายในการเคี้ยว (Chewiness)         | 3.67 – 4.60                  |

หมายเหตุ ช่วงของค่าคุณภาพที่ผู้บริโภคต้องการได้จากค่าคุณภาพของตัวอย่างยี่ห้อ A และ C