# บทที่ 4
# ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

**4.1ผลการวิเคราะห์การศึกษาชนิดของยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำ**

หลังจากที่เตรียมวัตถุดิบเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำ แล้วนำมาผสมกันทั้งหมด เพื่อให้เงาะมีความสม่ำเสมอ จากนั้นนำไปวัดค่าของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นพบว่ามีค่าเท่ากับ 19.6บริกซ์ และมีค่าความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ 4.1 เมื่อนำไปหมักกับยีสต์ 14 วัน ให้ผลดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 3** ผลการวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำ

| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | $15^{c}$ | $7^{cd}$ | $6^{b}$ | $5.3^{b}$ | $6.2^{bc}$ | $6^{b}$ | $6^{bc}$ | $6.6^{abc}$ | $6.3^{ab}$ | $6^{ab}$ | $5.8^{a}$ | $6.4^{b}$ | $6.6^{abc}$ | $6.2^{ab}$ |
| **2** | $13^{b}$ | $5.2^{ab}$ | $5.8^{b}$ | $5.9^{b}$ | $5.4^{b}$ | $6.2^{b}$ | $6.2^{bc}$ | $6.5^{abc}$ | $6.2^{a}$ | $6^{ab}$ | $6^{a}$ | $6^{ab}$ | $6.1^{a}$ | $6.1^{ab}$ |
| **3** | $13.6^{b}$ | $5.6^{b}$ | $5.6^{b}$ | $5.9^{b}$ | $5.6^{b}$ | $6.4^{bc}$ | $6.2^{bc}$ | $6.4^{ab}$ | $6.2^{a}$ | $6^{a}$ | $5.8^{a}$ | $5.7^{a}$ | $6^{a}$ | $6.5^{ab}$ |
| **4** | $6^{a}$ | $4^{a}$ | $3.3^{a}$ | $3.8^{a}$ | $4^{a}$ | $4^{a}$ | $4^{a}$ | $7.2^{bcde}$ | $7^{bc}$ | $7.1^{e}$ | $7.2^{d}$ | $7^{c}$ | $6^{a}$ | $6^{a}$ |
| **5** | $15.8^{c}$ | $6^{bc}$ | $5.8^{b}$ | $5.2^{b}$ | $5.7^{b}$ | $6.2^{b}$ | $5.4^{b}$ | $6^{a}$ | $6.1^{a}$ | $6.4^{b}$ | $6.2^{a}$ | $6^{ab}$ | $6.3^{ab}$ | $6.2^{ab}$ |
| **6** | $18.3^{de}$ | $13.3^{h}$ | $10.3^{e}$ | $9.3^{d}$ | $8.5^{f}$ | $8.4^{f}$ | $7.6^{de}$ | $8.6^{f}$ | $7.1^{c}$ | $9.3^{e}$ | $9^{e}$ | $8.4^{e}$ | $8.8^{e}$ | $9^{d}$ |
| **7** | $17.4^{d}$ | $8.6^{f}$ | $6.6^{bc}$ | $7.4^{c}$ | $7.4^{de}$ | $7.5^{de}$ | $7.5^{de}$ | $7.6^{cdef}$ | $6.9^{bc}$ | $8^{d}$ | $7.3^{bc}$ | $7.8^{d}$ | $8^{d}$ | $7.6^{c}$ |
| **8** | $18.5^{e}$ | $11.3^{g}$ | $7.6^{cd}$ | $7.7^{c}$ | $8.3^{f}$ | $7.8^{ef}$ | $7.9^{e}$ | $8.2^{ef}$ | $7.1^{c}$ | $8^{d}$ | $8.2^{d}$ | $8^{de}$ | $8^{d}$ | $7.8^{c}$ |
| **9** | $18.4^{de}$ | $7.3^{d}$ | $6.6^{bc}$ | $7.4^{c}$ | $6.8^{cd}$ | $7^{cd}$ | $6.7^{cd}$ | $7^{abcd}$ | $7^{bc}$ | $7.3^{c}$ | $7.5^{bc}$ | $6.9^{c}$ | $6.8^{bc}$ | $6.8^{d}$ |
| **10** | $17.5^{de}$ | $10^{f}$ | $8^{d}$ | $7.1^{c}$ | $7.8^{ef}$ | $8^{ef}$ | $7.6^{de}$ | $7.8^{def}$ | $7.5^{c}$ | $8.2^{d}$ | $7.8^{cd}$ | $7^{c}$ | $7^{c}$ | $8^{c}$ |

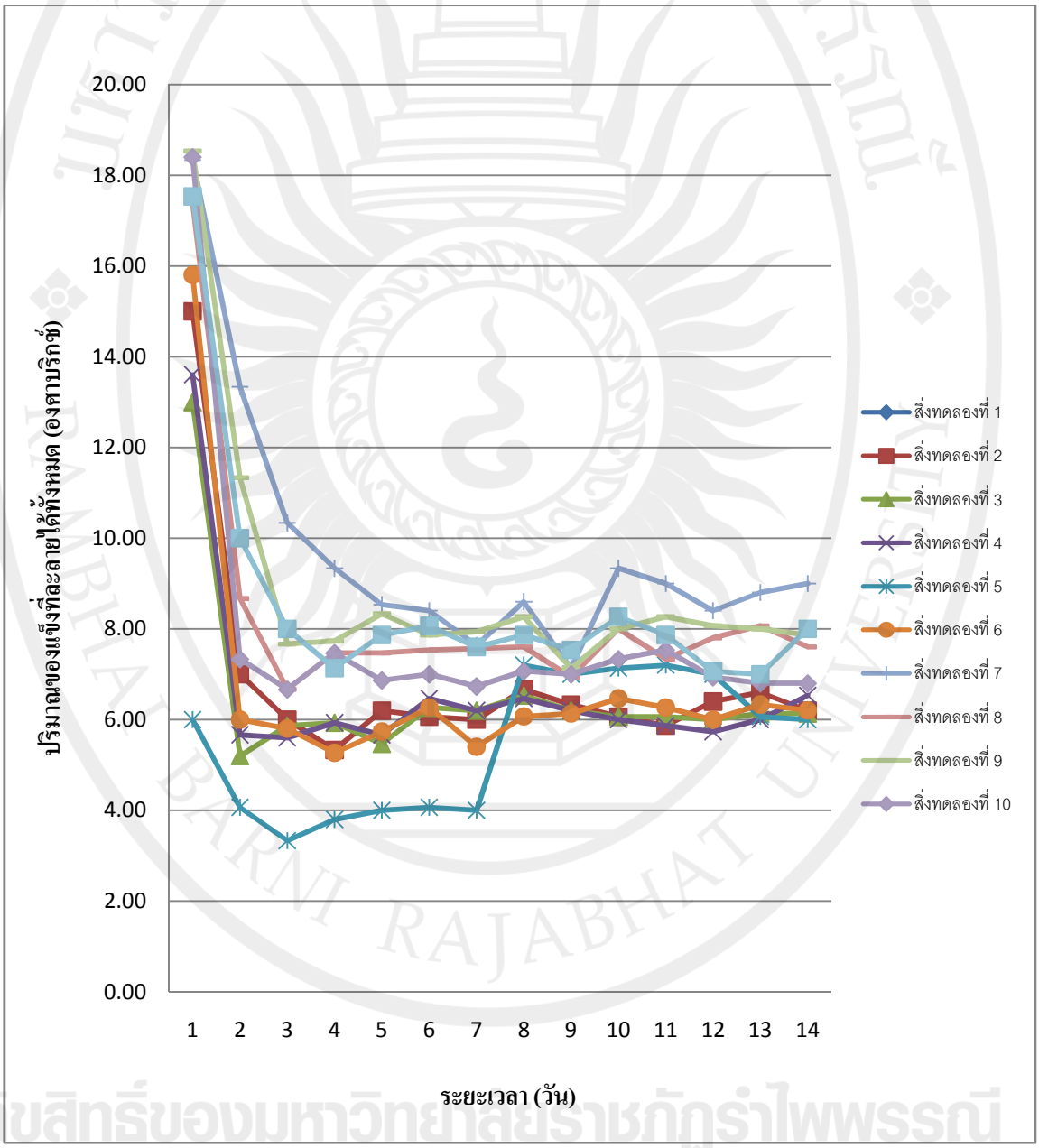
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายได้ ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำ

จากตารางที่ 3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้แต่ละวันมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 1) เช่น สิ่งทดลองที่ 1 เริ่มต้นที่ 19.6บริกซ์ วันที่ 2 ลดลงเหลือ 7 บริกซ์ มีแนวโน้มคงที่จนถึงวันที่ 14 ซึ่งในทุกสิ่งทดลองมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสิ่งทดลองที่ 1 แต่สิ่งทดลองที่ยีสต์มีการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ย่อยและใช้น้ำตาลสูงที่สุดเหลือปริมาณของแข็งที่ละลายได้น้อยที่สุด คือ สิ่งทดลองที่4 คือเอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae* TISTR5020 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ร้อยละ 6 สิ่งทดลองที่ยีสต์มีการย่อยและใช้น้ำตาลน้อยที่สุดเหลือปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงที่สุด คือสิ่งทดลองที่ 10 คือเอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae* TISTR 5596+ TISTR 5194 + TISTR 5094 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ร้อยละ 8บริกซ์ และในทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงว่ายีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้




**ภาพที่ 1** ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำที่หมักจากยีสต์ 4 สายพันธุ์และเชื้อผสมเป็นเวลา 14 วัน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

**ตารางที่ 4**ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำ

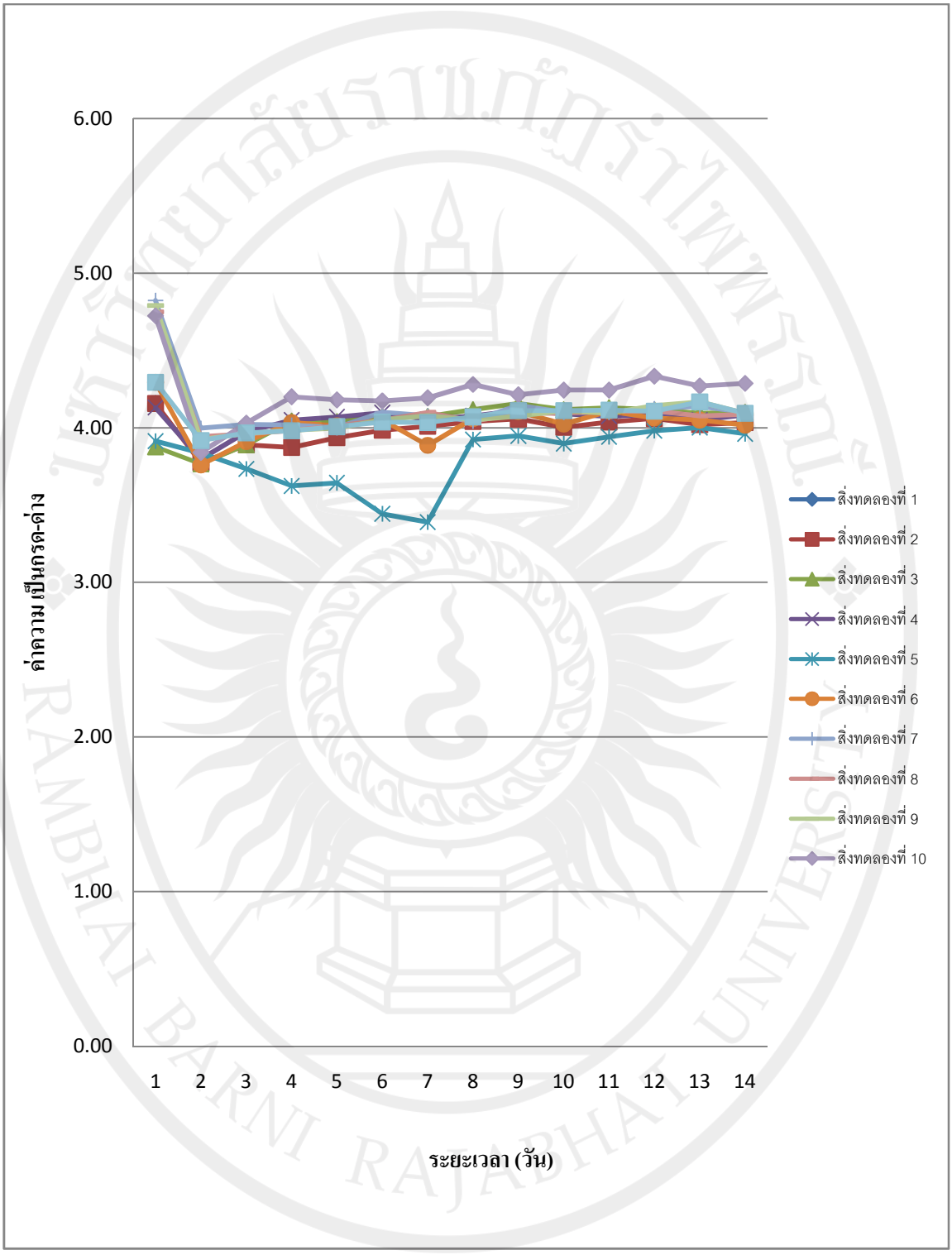
| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | $4.1^{b}$ | $3.7^{ab}$ | $3.8^{b}$ | $3.8^{b}$ | $3.9^{b}$ | $3.9^{b}$ | $4^{bc}$ | $4^{b}$ | $4^{b}$ | $4^{b}$ | $4^{b}$ | $4^{b}$ | $4^{a}$ | $4^{b}$ |
| **2** | $3.8^{a}$ | $3.7^{ab}$ | $3.8^{b}$ | $4^{c}$ | $4^{bc}$ | $4^{c}$ | $4^{cd}$ | $4.1^{c}$ | $4.1^{e}$ | $4.1^{c}$ | $4.1^{d}$ | $4.1^{de}$ | $4^{abc}$ | $4.1^{c}$ |
| **3** | $4.1^{b}$ | $3.7^{ab}$ | $3.9^{de}$ | $4^{c}$ | $4^{bc}$ | $4^{c}$ | $4^{cd}$ | $4^{bc}$ | $4.1^{cde}$ | $4^{c}$ | $4^{c}$ | $4^{bcd}$ | $4^{ab}$ | $4^{c}$ |
| **4** | $3.9^{a}$ | $3.8^{b}$ | $3.7^{a}$ | $3.6^{a}$ | $3.6^{a}$ | $3.4^{a}$ | $3.3^{a}$ | $3.9^{a}$ | $3.9^{a}$ | $3.8^{a}$ | $3.9^{a}$ | $3.9^{a}$ | $4^{a}$ | $3.9^{a}$ |
| **5** | $4.2^{c}$ | $3.7^{a}$ | $3.9^{ab}$ | $4^{c}$ | $4^{bc}$ | $4^{bc}$ | $3.8^{b}$ | $4^{bc}$ | $4.1^{bcd}$ | $4^{b}$ | $4.1^{cd}$ | $4^{bc}$ | $4^{ab}$ | $4^{b}$ |
| **6** | $4.8^{e}$ | $3.9^{d}$ | $4^{ef}$ | $4^{c}$ | $4^{bc}$ | $4.1^{c}$ | $4^{cd}$ | $4^{b}$ | $4.1^{de}$ | $4.1^{c}$ | $4.1^{cd}$ | $4.1^{de}$ | $4.1^{bc}$ | $4.1^{c}$ |
| **7** | $4.7^{de}$ | $3.9^{cd}$ | $3.9^{cd}$ | $3.9^{c}$ | $4^{bc}$ | $4^{bc}$ | $4.1^{cd}$ | $4^{b}$ | $4^{bc}$ | $4^{c}$ | $4.1^{cd}$ | $4.1^{cde}$ | $4^{abc}$ | $4^{c}$ |
| **8** | $4.7^{de}$ | $3.9^{c}$ | $3.9^{cde}$ | $3.9^{c}$ | $3.9^{bc}$ | $4^{bc}$ | $4^{cd}$ | $4^{b}$ | $4^{bc}$ | $4.1^{c}$ | $4^{cd}$ | $4.1^{e}$ | $4.1^{c}$ | $4^{c}$ |
| **9** | $4.7^{d}$ | $3.8^{b}$ | $4^{f}$ | $4.2^{d}$ | $4^{c}$ | $4.1^{d}$ | $4.1^{d}$ | $4.2^{d}$ | $4.2^{f}$ | $4.2^{d}$ | $4.2^{e}$ | $4.3^{f}$ | $4.2^{d}$ | $4.2^{d}$ |
| **10** | $4.2^{c}$ | $3.9^{c}$ | $3.9^{cde}$ | $3.9^{c}$ | $4^{bc}$ | $4^{bc}$ | $4^{bc}$ | $4^{bc}$ | $4.1^{cde}$ | $4.1^{c}$ | $4.1^{c}$ | $4.1^{bcde}$ | $4.1^{c}$ | $4^{c}$ |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำ

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าความเป็นกรด – ด่างแต่ละวันมีแนวโน้มคงที่ (ภาพที่ 2) เช่นสิ่งทดลองที่ 1 เริ่มที่ค่าความเป็นกรด – ด่าง 4.1 ลดลงเหลือ 3.7 วันที่ 3 เพิ่มขึ้นเป็น 3.8 จนมีแนวโน้มคงที่ในวันที่ 7 จนถึงวันที่ 14 โดยมีค่าความเป็นกรด – ด่าง คือ 4 ซึ่งในทุกสิ่งทดลองมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสิ่งทดลองที่ 1 แต่สิ่งทดลองที่มีค่าความเป็นกรด – ด่างสูงที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 9 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae* TISTR 5020 + TISTR 5194 + TISTR 5596 คือเชื้อผสม มีค่า 4.2 และสิ่งทดลองที่มีค่าความเป็นกรด – ด่างต่ำที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 4 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae* TISTR 5020 มีค่า 3.9 และในทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงว่ายีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ด่าง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี




ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

**ภาพที่ 2**ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำที่หมักจากยีสต์ 4 สายพันธุ์และเชื้อผสมเป็นเวลา 14 วัน

**ตารางที่ 5**ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมด ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำ

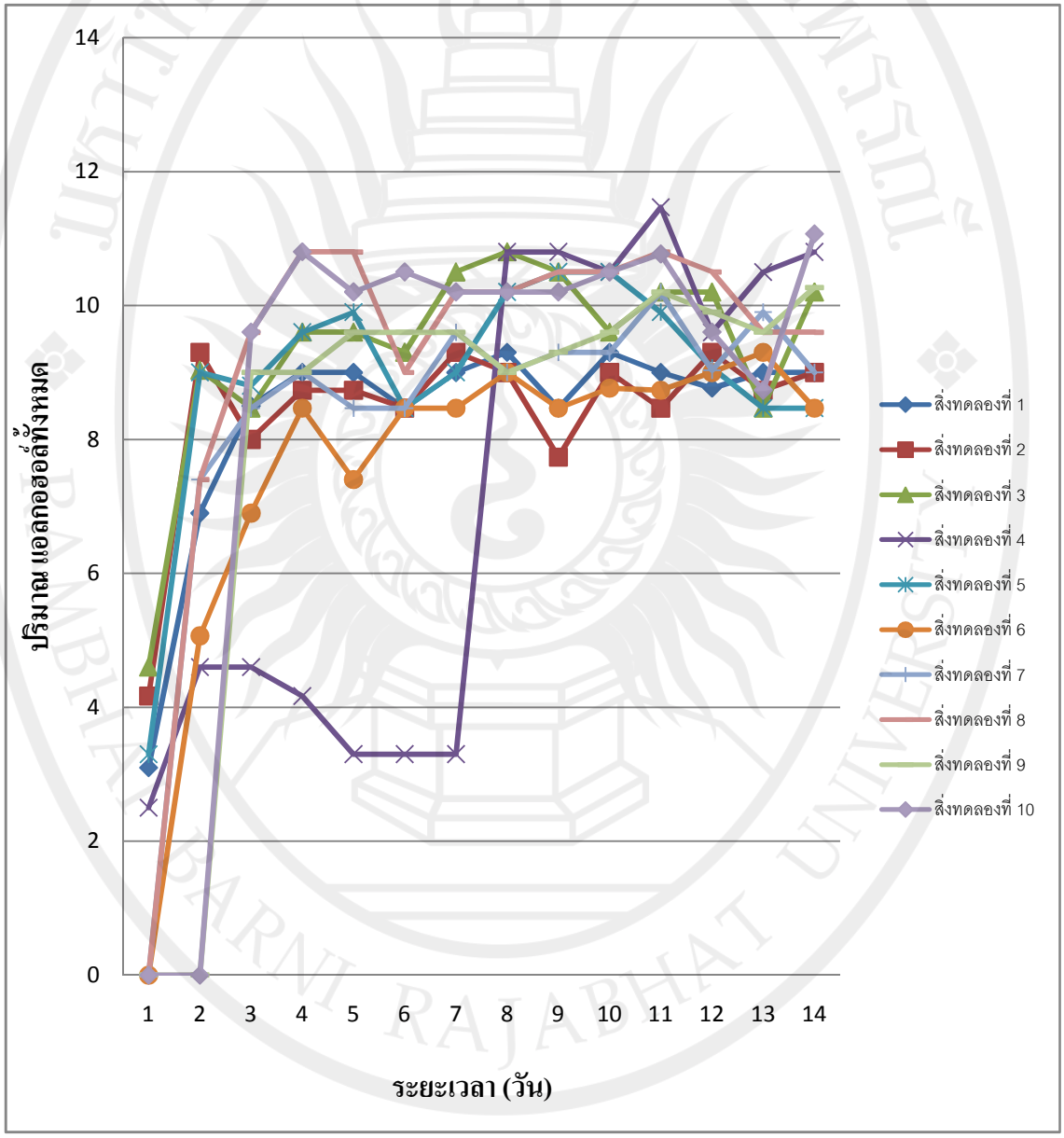
| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | 3.1$^{c}$ | 6.9$^{c}$ | 8.5$^{bc}$ | 9$^{bc}$ | 9$^{cde}$ | 8.4$^{b}$ | 9$^{bc}$ | 9.3$^{ab}$ | 8.4$^{ab}$ | 9.3$^{ab}$ | 9a$^{bc}$ | 8.7$^{a}$ | 9$^{ab}$ | 9$^{ab}$ |
| **2** | 4.1$^{d}$ | 9.3$^{d}$ | 8$^{bc}$ | 8.7$^{bc}$ | 8.7$^{cd}$ | 8.4$^{b}$ | 9.3$^{bcd}$ | 9$^{c}$ | 7.7$^{a}$ | 9$^{a}$ | 8.4$^{a}$ | 9.3$^{a}$ | 8.7$^{ab}$ | 9$^{ab}$ |
| **3** | 4.6$^{d}$ | 9$^{d}$ | 8.4$^{bc}$ | 9.6$^{c}$ | 9.6$^{cdef}$ | 9.3$^{b}$ | 10.5$^{d}$ | 10.8$^{c}$ | 10.5$^{c}$ | 9.6$^{ab}$ | 10.2$^{cde}$ | 10.2$^{a}$ | 8.4$^{a}$ | 10.2$^{bcd}$ |
| **4** | 2.5$^{b}$ | 4.6$^{b}$ | 4.6$^{a}$ | 4.1$^{a}$ | 3.3$^{a}$ | 3.3$^{a}$ | 3.3$^{a}$ | 10.8$^{c}$ | 10.8$^{c}$ | 10.5$^{b}$ | 11.4$^{e}$ | 9.6$^{a}$ | 10.5$^{c}$ | 10.8$^{d}$ |
| **5** | 3.3$^{c}$ | 9$^{d}$ | 8.8$^{bc}$ | 9.6$^{c}$ | 9.9$^{def}$ | 8.4$^{b}$ | 9$^{bc}$ | 10.2$^{bc}$ | 10.5$^{c}$ | 10.5$^{b}$ | 9.9$^{bcd}$ | 9$^{a}$ | 8.4$^{a}$ | 8.4$^{a}$ |
| **6** | 0$^{a}$ | 5$^{b}$ | 6.9$^{b}$ | 8.4$^{b}$ | 7.4$^{b}$ | 8.4$^{b}$ | 8.4$^{b}$ | 9$^{a}$ | 8.4$^{ab}$ | 8.7$^{a}$ | 8.7$^{bc}$ | 9$^{a}$ | 9.3$^{abc}$ | 8.4$^{a}$ |
| **7** | 0$^{a}$ | 7.4$^{c}$ | 8.4$^{bc}$ | 9$^{bc}$ | 8.4$^{bc}$ | 8.4$^{b}$ | 9.6$^{bcd}$ | 9$^{a}$ | 9.3$^{abc}$ | 9.3$^{ab}$ | 10.2$^{cde}$ | 9$^{a}$ | 9.9$^{bc}$ | 9$^{ab}$ |
| **8** | 0$^{a}$ | 7.4$^{c}$ | 9.6$^{c}$ | 10.8$^{d}$ | 10.8$^{f}$ | 9$^{b}$ | 10.2$^{cd}$ | 10.2$^{bc}$ | 10.5$^{c}$ | 10.5$^{b}$ | 10.8$^{de}$ | 10.5$^{a}$ | 9.6$^{abc}$ | 9.6$^{abc}$ |
| **9** | 0$^{a}$ | 0$^{a}$ | 9$^{c}$ | 9$^{bc}$ | 9.6$^{cdef}$ | 9.6$^{b}$ | 9.6$^{bcd}$ | 9$^{a}$ | 9.3$^{abc}$ | 9.6$^{ab}$ | 10.2$^{cde}$ | 9.9$^{a}$ | 9.6$^{abc}$ | 10.2$^{cd}$ |
| **10** | 0$^{a}$ | 0$^{a}$ | 9.6$^{c}$ | 10.8$^{d}$ | 10.2$^{ef}$ | 10.5$^{c}$ | 10.2$^{cd}$ | 10.2$^{bc}$ | 10.2$^{bc}$ | 9.3$^{ab}$ | 10.7$^{de}$ | 9.6$^{a}$ | 8.7$^{ab}$ | 11$^{d}$ |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมด ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำ

ตารางที่ 5 พบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์แต่ละวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกวัน (ภาพที่ 3) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่มีแนวโน้มลดลงจากวันแรก เมื่อบริกซ์ลดลงจะมีการสร้างแอลกอฮอล์ขึ้น เช่น สิ่งทดลองที่ 1 วันที่ 1 ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 3.1 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกวันและคงที่ในวันที่ 13 คือ ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 9 และทุกสิ่งทดลองมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสิ่งทดลองที่ 1 แต่สิ่งทดลองที่มีปริมาณแอลกอฮอล์มากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 10 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae* TISTR 5596+ TISTR 5194 + TISTR 5094 มีค่าร้อยละ11 และสิ่งทดลองที่มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 5 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae* TISTR 5596+TISTR 5194มีค่าร้อยละ 8.4 และสิ่งทดลองที่ 6 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae* TISTR 5094+TISTR 5020มีค่าร้อยละ 8.4 และในทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงว่า ยีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมด

แต่หากพิจารณาจากตารางปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะ พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุดในวันที่ 11 คือ สิ่งทดลองที่ 4 คือเอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae* TISTR 5020 มีค่า ร้อยละ 11.4 จะเห็นว่าระยะเวลาที่ปริมาณแอลกอฮอล์มากขึ้นจะอยู่ในช่วงวันที่ 7 ถึงวันที่ 11 ซึ่งเป็นช่วงที่ยีสต์เริ่มย่อยน้ำตาลเพื่อผลิตเอทานอลได้ในปริมาณมาก




ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

**ภาพที่ 3**ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำที่หมักจากยีสต์ 4 สายพันธุ์และเชื้อผสมเป็นเวลา 14 วัน

**4.2ผลการวิเคราะห์การศึกษาชนิดของยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะน้ำ**

หลังจากที่เตรียมวัตถุดิบเงาะเอาเฉพาะน้ำ แล้วนำมาผสมกันทั้งหมด เพื่อให้เงาะมีความสม่ำเสมอ จากนั้นนำไปวัดค่าของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นพบว่ามีค่าเท่ากับ 20บริกซ์ และมีค่าความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ 4.5เมื่อนำไปหมักกับยีสต์ 14 วัน ให้ผลดังต่อไปนี้

**ตารางที่** 6ผลการวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะน้ำ

| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | 19$^{a}$ | 14.6$^{a}$ | 13$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12.3$^{ab}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ |
| **2** | 19.3$^{ab}$ | 18$^{e}$ | 13$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12.6$^{bc}$ | 12.6$^{b}$ | 12.3$^{ab}$ | 12.3$^{ab}$ | 12.3$^{ab}$ | 12.3$^{ab}$ | 12.3$^{a}$ |
| **3** | 19$^{ab}$ | 19$^{f}$ | 14.3$^{c}$ | 13.6$^{c}$ | 14$^{c}$c | 14$^{c}$ | 13$^{b}$ | 13$^{c}$ | 13$^{b}$ | 13.6$^{bc}$ | 12.6$^{b}$ | 12.6$^{b}$ | 12.6$^{b}$ | 12.6$^{b}$ |
| **4** | 19$^{a}$ | 18.6$^{ef}$ | 16.3$^{d}$ | 15.6$^{d}$ | 14$^{a}$ | 15.6$^{d}$ | 15.6$^{c}$ | 16$^{d}$ | 15.6$^{c}$ | 14.6$^{d}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ |
| **5** | 19.6$^{a}$ | 17$^{d}$ | 17$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ |
| **6** | 19$^{b}$ | 16$^{dc}$ | 17$^{b}$ | 13$^{b}$ | 13$^{b}$ | 12.6$^{b}$ | 13$^{b}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ |
| **7** | 19$^{a}$ | 15.3$^{ab}$ | 15$^{a}$ | 12.3$^{a}$ | 12.3$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ |
| **8** | 19$^{a}$ | 15$^{a}$ | 12.3$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ |
| **9** | 19$^{a}$ | 16.3$^{cd}$ | 14.3$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ |
| **10** | 19$^{a}$ | 17$^{d}$ | 13$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 13$^{b}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ | 12$^{a}$ |

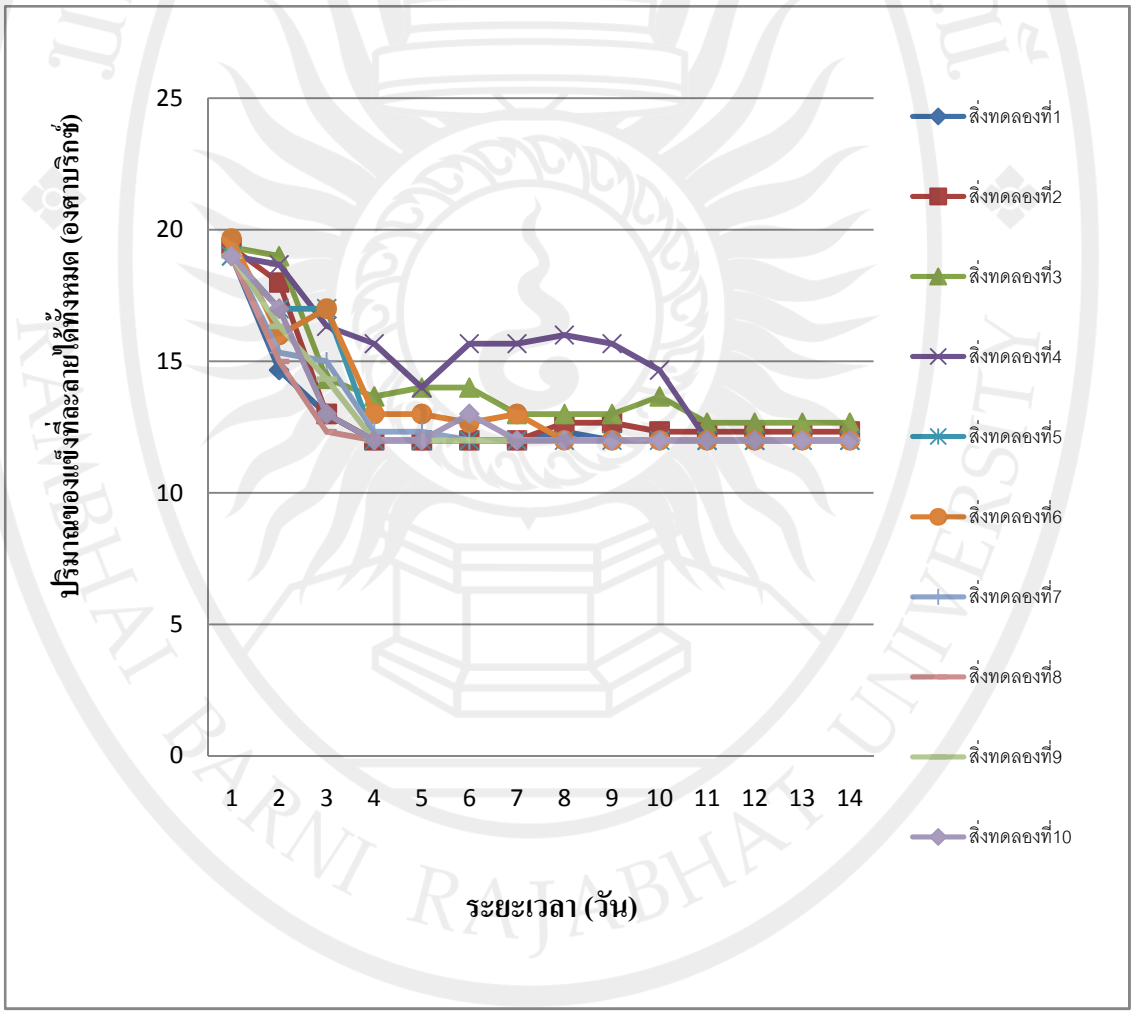
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05)

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะน้ำ

จากตารางที่ 6 ปริมาณของแข็งที่ละลายที่ละลายได้แต่ละวันมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีแนวโน้มลกลง (ภาพที่4) เช่นสิ่งทดลองที่ 1 เริ่มต้นที่ 20 บริกซ์ วันที่ 1 ลดลงเหลือ 19 บริกซ์ วันที่ 2 ลดลงเหลือ 14.6 บริกซ์ มีแนวโน้มคงที่ในวันที่ 4 ถึงวันที่ 14 ซึ่งในทุกสิ่งทดลองมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสิ่งทดลองที่ 1 แต่สิ่งทดลองที่ยีสต์มีการย่อยและใช้น้ำตาลสูงที่สุดเหลือปริมาณของแข็งที่ละลายได้น้อยที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 1, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ยีสต์ *S.cerevisiae*TISTR 5194, *S.cerevisiae*TISTR 5020, *S.cerevisiae* TISTR 5596 + TISTR 5194, *S.cerevisiae* TISTR 5094 + TISTR 5020, *S.cerevisiae* TISTR 5094 + TISTR 5596, *S.cerevisiae* TISTR 5094 + TISTR 5020 +TISTR 5194, *S.cerevisiae*TISTR 5020 +TISTR 5194 +TISTR 5596, และ *S.cerevisiae*TISTR 5596 +TISTR 5194 + TISTR 5094 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ร้อยละ 6 บริกซ์ ยีสต์ที่มีการย่อยและใช้น้ำตาลน้อยที่สุดเหลือปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงสุด คือสิ่งทดลองที่ 3 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae*TISTR5596มีค่าของแข็งที่ละลายได้ร้อยละ 12.6 บริกซ์ และในสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงว่ายีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแข็งที่ละลายได้




**ภาพที่ 4** ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะน้ำที่หมักจากยีสต์ 4 สายพันธุ์และเชื้อผสมเป็นเวลา 14 วัน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

**ตารางที่7**ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะน้ำ

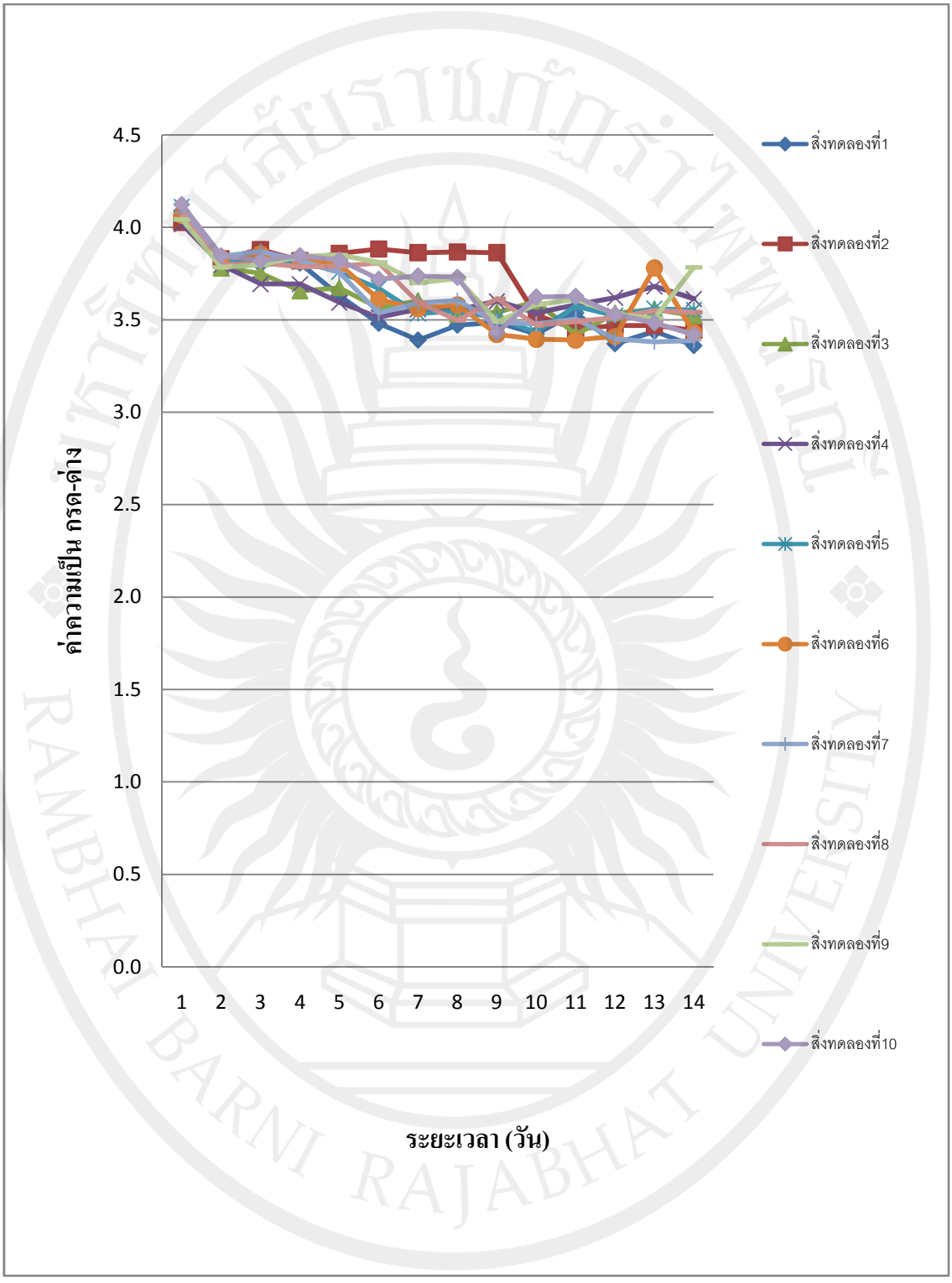
| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | 4$^{d}$ | 3.8$^{c}$ | 3.8$^{bc}$ | 3.8$^{bc}$ | 3.6$^{ab}$ | 3.4$^{a}$ | 3.3$^{a}$ | 3.4$^{a}$ | 3.4$^{abc}$ | 3.4$^{abc}$ | 3.5$^{abc}$ | 3.7$^{a}$ | 3.4$^{ab}$ | 3.3$^{a}$ |
| **2** | 4$^{ab}$ | 3.8$^{bc}$ | 3.8$^{e}$ | 3.8$^{bc}$ | 3.8$^{d}$ | 3.8$^{f}$ | 3.8$^{d}$ | 3.8$^{e}$ | 3.8$^{e}$ | 3.5$^{a}$ | 3.4$^{abc}$ | 3.4$^{abc}$ | 3.4$^{ab}$ | 3.4$^{ab}$ |
| **3** | 4.1$^{e}$ | 3.7$^{a}$ | 3.7$^{b}$ | 3.6$^{a}$ | 3.6$^{abc}$ | 3.5$^{abc}$ | 3.6$^{b}$ | 3.5$^{abc}$ | 3.5$^{cd}$ | 3.6$^{b}$ | 3.4$^{ab}$ | 3.5$^{cd}$ | 3.5$^{ab}$ | 3.5$^{ab}$ |
| **4** | 4$^{a}$ | 3.7$^{ab}$ | 3.6$^{a}$ | 3.6$^{ab}$ | 3.5$^{a}$ | 3.5$^{ab}$ | 3.5$^{b}$ | 3.5$^{abc}$ | 3.6$^{d}$ | 3.5$^{ab}$ | 3.5$^{bc}$ | 3.6$^{d}$ | 3.6$^{ab}$ | 3.6$^{ab}$ |
| **5** | 4.1$^{e}$ | 3.8$^{abc}$ | 3.8$^{cde}$ | 3.8$^{bc}$ | 3.7$^{bcd}$ | 3.6$^{cd}$ | 3.5$^{b}$ | 3.5$^{abc}$ | 3.5$^{bc}$ | 3.4$^{ab}$ | 3.5$^{a}$ | 3.5$^{cd}$ | 3.5$^{ab}$ | 3.5$^{ab}$ |
| **6** | 4$^{c}$ | 3.8$^{bc}$ | 3.8$^{cde}$ | 3.8$^{c}$ | 3.8$^{cd}$ | 3.6$^{bcd}$ | 3.5$^{b}$ | 3.5$^{bc}$ | 3.4$^{a}$ | 3.4$^{ab}$ | 3.3$^{abc}$ | 3.4$^{abc}$ | 3.7$^{ab}$ | 3.4$^{ab}$ |
| **7** | 4$^{cd}$ | 3.8$^{c}$ | 3.8$^{de}$ | 3.8$^{bc}$ | 3.7$^{bcd}$ | 3.5$^{ab}$ | 3.5$^{b}$ | 3.6$^{c}$ | 3.4$^{abc}$ | 3.4$^{ab}$ | 3.5$^{abc}$ | 3.3$^{ab}$ | 3.3$^{ab}$ | 3.3$^{a}$ |
| **8** | 4$^{c}$ | 3.7$^{ab}$ | 3.8$^{cd}$ | 3.7$^{bc}$ | 3.7$^{cd}$ | 3.8$^{ef}$ | 3.5$^{b}$ | 3.4$^{ab}$ | 3.6$^{d}$ | 3.4$^{ab}$ | 3.4$^{abc}$ | 3.5$^{bcd}$ | 3.5$^{ab}$ | 3.5$^{ab}$ |
| **9** | 4$^{d}$ | 3.7$^{a}$ | 3.7$^{bc}$ | 3.8$^{c}$ | 3.8$^{d}$ | 3.8$^{ef}$ | 3.7$^{c}$ | 3.7$^{d}$ | 3.4$^{abc}$ | 3.5$^{ab}$ | 3.6$^{c}$ | 3.5$^{cd}$ | 3.5$^{ab}$ | 3.7$^{a}$ |
| **10** | 4.1$^{e}$ | 3.8$^{c}$ | 3.8$^{cd}$ | 3.8$^{c}$ | 3.8$^{d}$ | 3.7$^{de}$ | 3.7$^{c}$ | 3.7$^{d}$ | 3.4$^{ab}$ | 3.6$^{b}$ | 3.6$^{c}$ | 3.5$^{bcd}$ | 3.4$^{ab}$ | 3.4$^{ab}$ |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – ด่าง(pH) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะน้ำ

จากตารางที่ 7 พบ ค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละวันมีแนวโน้มคงที่ (ภาพที่5) เช่นสิ่งทดลองที่ 2 เริ่มค่าความเป็นกรดด่าง 4.5 วันที่ 1 มีค่า 4.0 วันที่ 2 ลดลงเหลือ 3.8 จนมีแนวโน้มคงที่ในวันที่ 8 ถึงวันที่ 10 โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง คือ 3.4 ซึ่งในทุกสิ่งทดลองมีลักษณะเดียวกันกับสิ่งทดลองที่ 1 แต่สิ่งทดลองที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด คือ สิ่งทดลอง 9 คือเอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae* TISTR 5020 + TISTR 5194 + TISTR 5596คือ เชื้อผสมมีค่า 3.7 และสิ่งทดลองที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 1 และสิ่งทดลองที่ 7 คือเอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5194และ *S.cerevisiae* TISTR 5094 + TISTR 5596มีค่า 3.3 และในทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงยีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี




**ภาพที่ 5**ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะน้ำที่หมักจากยีสต์ 4 สายพันธุ์และเชื้อผสมเป็นเวลา 14 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

**ตารางที่ 8**ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะน้ำ

| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | 0.7$^{a}$ | 4.5$^{c}$ | 4.1$^{a}$ | 6$^{c}$ | 6.9$^{b}$ | 6$^{c}$ | 6$^{b}$ | 7$^{b}$ | 7$^{a}$ | 7.5$^{a}$ | 9.7$^{ab}$ | 9.1$^{a}$ | 7.5$^{b}$ | 6$^{a}$ |
| **2** | 0.1$^{a}$ | 1.7$^{a}$ | 3.4$^{a}$ | 6$^{c}$ | 6$^{ab}$ | 4.6$^{ab}$ | 6$^{b}$ | 7$^{b}$ | 6.5$^{a}$ | 8.5$^{c}$ | 9.1$^{a}$ | 9.1$^{a}$ | 6.5$^{ab}$ | 6.5$^{ab}$ |
| **3** | 0.1$^{a}$ | 2.1$^{a}$ | 3.7$^{ab}$ | 5$^{b}$ | 6$^{ab}$ | 5$^{ab}$ | 5.5$^{b}$ | 6$^{a}$ | 6.5$^{a}$ | 7.5$^{a}$ | 9.1$^{a}$ | 9.1$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ |
| **4** | 0.1$^{a}$ | 1.7$^{a}$ | 3.3$^{a}$ | 4.5$^{a}$ | 5$^{a}$ | 4.1$^{a}$ | 3.8$^{a}$ | 6$^{a}$ | 7$^{a}$ | 9.1$^{c}$ | 10.8$^{a}$ | 10.2$^{a}$ | 7.5$^{b}$ | 6.5$^{ab}$ |
| **5** | 0.3$^{a}$ | 2.9$^{b}$ | 4.1$^{ab}$ | 6$^{c}$ | 6$^{ab}$ | 5.5$^{bc}$ | 6$^{b}$ | 6$^{a}$ | 6.5$^{a}$ | 7.5$^{a}$ | 9.6$^{ab}$ | 9.1$^{a}$ | 6.5$^{ab}$ | 6$^{a}$ |
| **6** | 0.3$^{a}$ | 4.5$^{c}$ | 4.5$^{ab}$ | 6$^{c}$ | 6$^{ab}$ | 5.5$^{bc}$ | 6$^{b}$ | 6$^{a}$ | 6.5$^{a}$ | 7.5$^{a}$ | 8.5$^{a}$ | 9.1$^{a}$ | 6.5$^{ab}$ | 7$^{ab}$ |
| **7** | 0.3$^{a}$ | 4.5$^{c}$ | 4.5$^{ab}$ | 6$^{c}$ | 5$^{a}$ | 6$^{c}$ | 6$^{b}$ | 6$^{a}$ | 7$^{a}$ | 10.2$^{a}$ | 9.6$^{ab}$ | 9.1$^{a}$ | 7$^{ab}$ | 6$^{a}$ |
| **8** | 0.7$^{a}$ | 4.5$^{c}$ | 4.5$^{ab}$ | 6$^{c}$ | 6.5$^{b}$ | 6$^{c}$ | 6$^{b}$ | 6$^{a}$ | 7$^{a}$ | 9.1$^{c}$ | 9.1$^{a}$ | 9.1$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ |
| **9** | 0.3$^{a}$ | 4.1$^{c}$ | 5$^{b}$ | 6$^{c}$ | 6$^{ab}$ | 6$^{c}$ | 6$^{b}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 8$^{ab}$ | 9.1$^{a}$ | 9.1$^{a}$ | 7$^{ab}$ | 6$^{a}$ |
| **10** | 1.1$^{a}$ | 3.7$^{c}$ | 4.5$^{c}$ | 6$^{c}$ | 6$^{b}$ | 6$^{c}$ | 6$^{b}$ | 7$^{b}$ | 7$^{a}$ | 7.5$^{a}$ | 9.1$^{a}$ | 9.1$^{a}$ | 6.5$^{ab}$ | 6$^{a}$ |

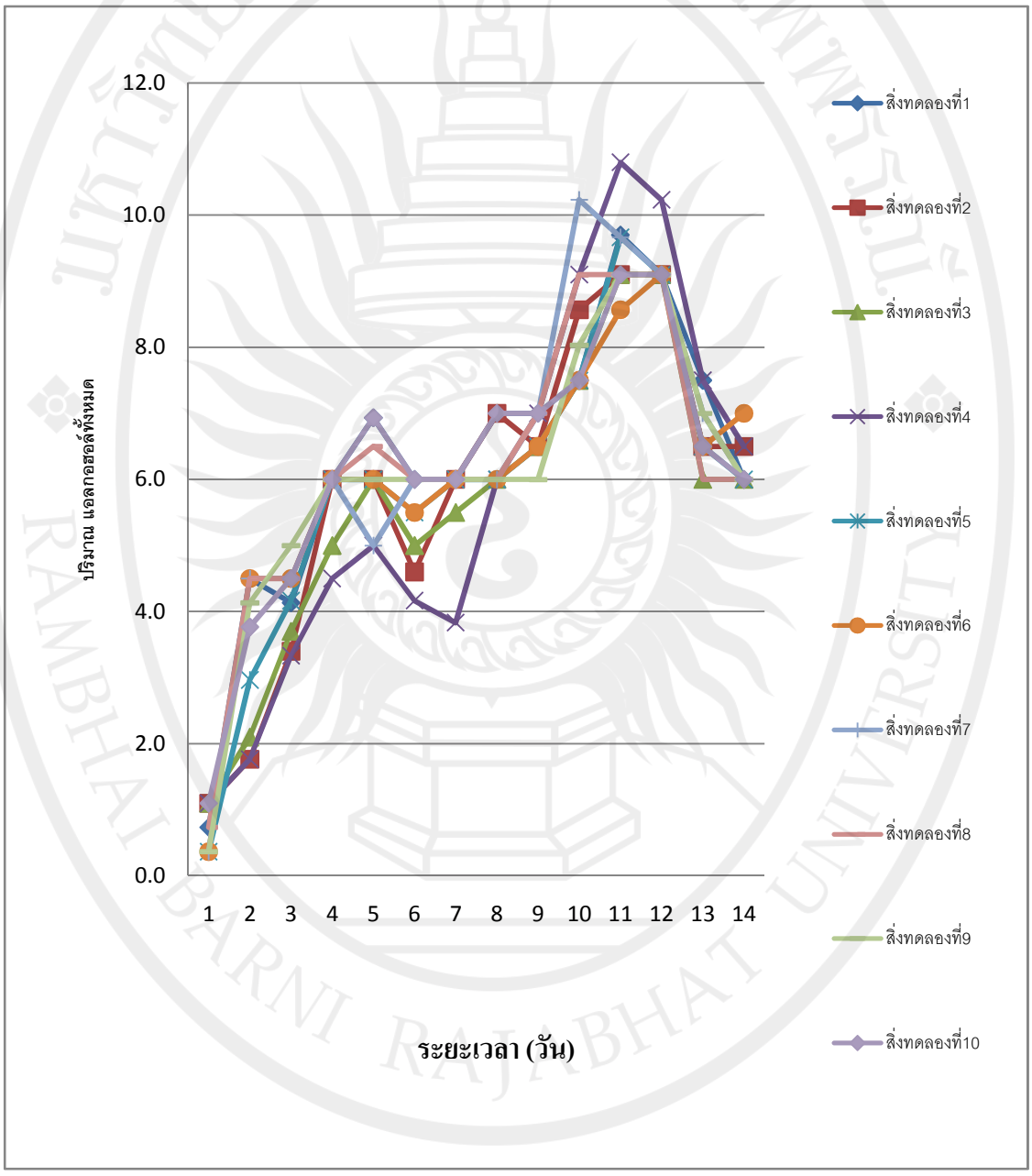
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

4.2.3ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะน้ำ

จากตารางที่ 8 พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์แต่ละวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกวัน(ภาพที่6) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่มีแนวโน้มลดลงจากวันแรก เมื่อบริกซ์ลดลงจะมีการสร้างแอลกอฮอล์ขึ้นทุกวันและคงที่ในวันที่ 8 คือ ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 7 และทุกสิ่งทดลองมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสิ่งทดลองที่ 1 แต่สิ่งทดลองที่มีปริมาณแอลกอฮอล์มากที่สุด คือ 6 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae* TISTR 5094 และ TISTR 5020มีค่าร้อยละ 7 และสิ่งทดลองที่มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด คือ 1, 3, 5, 7, 8, 9 และ 10 เอทานอลเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae* TISTR 5194, *S.cerevisiae* TISTR5596, *S.cerevisiae* TISTR 5596 + TISTR 5194, *S.cerevisiae* TISTR 5094 + TISTR 5596,*S.cerevisiae* TISTR 5094 +TISTR 5020 +TISTR 5194, *S.cerevisiae*TISTR 5020+ TISTR 5194 +TISTR 5596, *S.cerevisiae* TISTR 5596 +TISTR 5194 + TISTR 5094มีค่าร้อยละ 6 และในทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงว่ายีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแอลกอฮอล์ทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แต่หากพิจารณาจากตารางปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะ พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุด ในวันที่ 11 คือ สิ่งทดลองที่ 4 คือเอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae* TISTR 5020มีค่าร้อยละ 10.8 จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาที่ปริมาณแอลกอฮอล์มากขึ้นจะอยู่ในช่วง 10 ถึง วันที่ 12 ซึ่งเป็นช่วงที่ยีสต์เริ่มย่อยน้ำตาลเพื่อผลิตเอทานอลได้ในปริมาณมาก




**ภาพที่ 6**ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะน้ำที่หมักจากยีสต์ 4 สายพันธุ์ และเชื้อผสมเป็นเวลา 14 วัน

**4.3 ผลการวิเคราะห์การศึกษาชนิดของยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อเงาะและเมล็ด**

หลังจากที่เตรียมวัตถุดิบเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำ แล้วนำมาผสมกันทั้งหมด เพื่อให้เงาะมีความสม่ำเสมอ จากนั้นนำไปวัดค่าของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นพบว่ามีค่าเท่ากับ 20บริกซ์ และมีค่าความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ 4.7เมื่อนำไปหมักกับยีสต์ 14 วัน ให้ผลดังต่อไปนี้

**ตารางที่** 9ผลการวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อเงาะและเมล็ด

| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | $20^{a}$ | $13^{a}$ | $11^{a}$ | $11^{a}$ | $11^{a}$ | $10.8^{a}$ | $11.3^{a}$ | $12^{a}$ | $11.3^{a}$ | $11^{a}$ | $10.3^{a}$ | $10.3^{a}$ | $10.3^{a}$ | $10.3^{a}$ |
| **2** | $20.6^{a}$ | $21^{d}$ | $16.3^{cd}$ | $16.5^{f}$ | $14.6^{b}$ | $15^{d}$ | $15^{a}$ | $14.3^{bc}$ | $13.6^{bc}$ | $11^{a}$ | $11.3^{abc}$ | $11.6^{abc}$ | $12^{b}$ | $11^{ab}$ |
| **3** | $20.6^{a}$ | $21^{d}$ | $18.3^{b}$ | $18^{g}$ | $17^{d}$ | $17.3^{e}$ | $17.3^{e}$ | $16^{c}$ | $15.6^{e}$ | $15.6^{d}$ | $16.3^{f}$ | $15.6^{f}$ | $16.6^{d}$ | $15^{d}$ |
| **4** | $20.6^{a}$ | $17^{bc}$ | $12^{ab}$ | $12^{b}$ | $14.3^{bc}$ | $12.6^{bc}$ | $12.6^{b}$ | $13^{ab}$ | $12.6^{bc}$ | $12^{abc}$ | $12^{bcd}$ | $11.6^{abc}$ | $12^{b}$ | $11^{ab}$ |
| **5** | $20.3^{a}$ | $17.3^{bc}$ | $12.3^{ab}$ | $12^{b}$ | $13.3^{bc}$ | $13.5^{bcd}$ | $13.5^{bc}$ | $12.3^{a}$ | $11.6^{ab}$ | $11^{a}$ | $11.3^{abc}$ | $11^{ad}$ | $11.3^{ab}$ | $11^{ab}$ |
| **6** | $20.3^{a}$ | $16^{b}$ | $18.3^{d}$ | $14^{d}$ | $14^{bc}$ | $14.0^{bcd}$ | $14.0^{cd}$ | $12.6^{ab}$ | $13.3^{cd}$ | $12.6^{abc}$ | $12.6^{cd}$ | $13.6^{de}$ | $13.6^{c}$ | $14.3^{d}$ |
| **7** | $21.3^{a}$ | $21.6^{d}$ | $15^{bcd}$ | $16..3^{f}$ | $15.3^{bcd}$ | $13.6^{bad}$ | $13.4^{cd}$ | $12.3^{a}$ | $12.6^{cd}$ | $12.3^{abc}$ | $13^{a}$ | $12^{bc}$ | $11.6^{ab}$ | $11^{bc}$ |
| **8** | $20.6^{a}$ | $18.3^{c}$ | $14.3^{abc}$ | $15.3^{e}$ | $15.6^{cd}$ | $13.2^{bc}$ | $16.4^{cd}$ | $14.3^{dc}$ | $14.3^{d}$ | $13.3^{c}$ | $14.3^{e}$ | $15^{ef}$ | $14.6^{c}$ | $11.6^{bc}$ |
| **9** | $20.6^{a}$ | $17^{bc}$ | $13.3^{abc}$ | $12^{b}$ | $13.6^{bc}$ | $12^{ab}$ | $11.2^{a}$ | $12^{a}$ | $12^{ab}$ | $11.3^{ab}$ | $12^{bcd}$ | $12.6^{cd}$ | $12^{b}$ | $12.3^{c}$ |
| **10** | $20^{a}$ | $17.6^{bc}$ | $13^{abc}$ | $13.3^{c}$ | $13^{ab}$ | $13.3^{bc}$ | $13.4^{bc}$ | $13.3^{ab}$ | $12.6^{bc}$ | $13^{bc}$ | $10.6^{ab}$ | $12^{ab}$ | $11^{ab}$ | $11^{ab}$ |

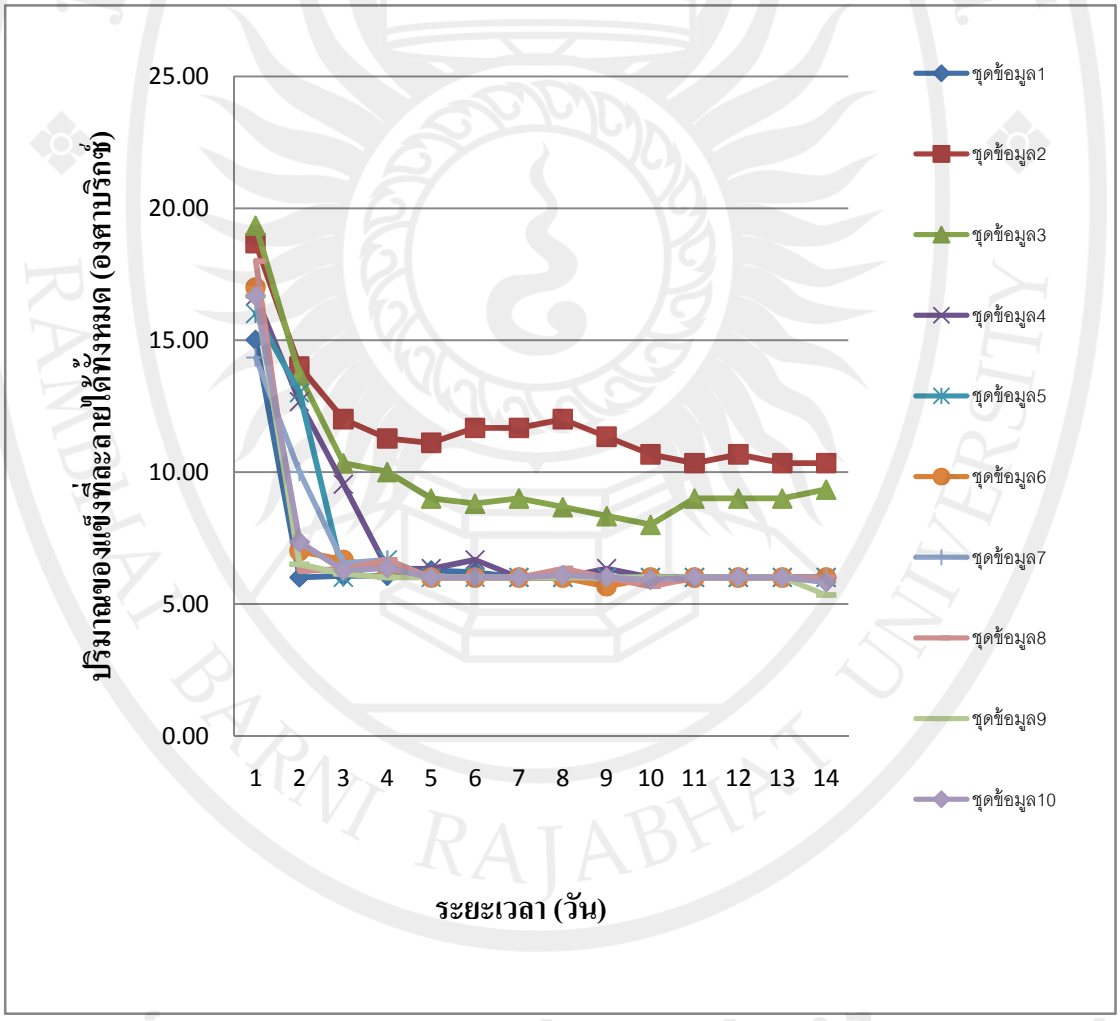
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อเงาะและเมล็ด

จากตารางที่9 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้แต่ละวันมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีแนวโน้มลดลง(ภาพที่ 7 ) เช่น สิ่งทดลองที่ 1 เริ่มต้นที่ 20บริกซ์ วันที่ 2 ลดลงเหลือ 13 บริกซ์ และมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เริ่มคงที่ประมาณวันที่ 10 จนถึงวันที่ 14 ซึ่งในทุกสิ่งทดลองมีลักษณะเช่นเดียวกันกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สิ่งทดลองที่ 1 แต่สิ่งทดลองที่ยีสต์มีการย่อยและใช้น้ำตาลสูงที่สุดแหลือปริมาณของแข็งที่ละลายได้น้อยที่สุดคือ สิ่งทดลองที่ 2, 4, 5, 7 และ 10 คือเอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae* TISTR 5094, *S.cerevisiae*TISTR 5020, *S.cerevisiae*TISTR 5596+TISTR 5194,*S.cerevisiae*TISTR 5094 +TISTR 5596 และ *S.cerevisiae*TISTR 5596 +TISTR 5194 + TISTR 5094 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ร้อยละ 11 สิ่งทดลองที่ยีสต์มีการย่อยและใช้น้ำตาลน้อยที่สุดเหลือปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงที่สุดคือสิ่งทดลองที่ 6 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae*TISTR 5094 +TISTR 5020 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ร้อยละ 14.33 บริกซ์ และในทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงว่ายีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้




ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

**ภาพที่ 7**ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อเงาะและเมล็ดที่หมักจากยีสต์ 4 สายพันธุ์และเชื้อผสมเป็นเวลา 14 วัน

**ตารางที่10**ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อเงาะและเมล็ด

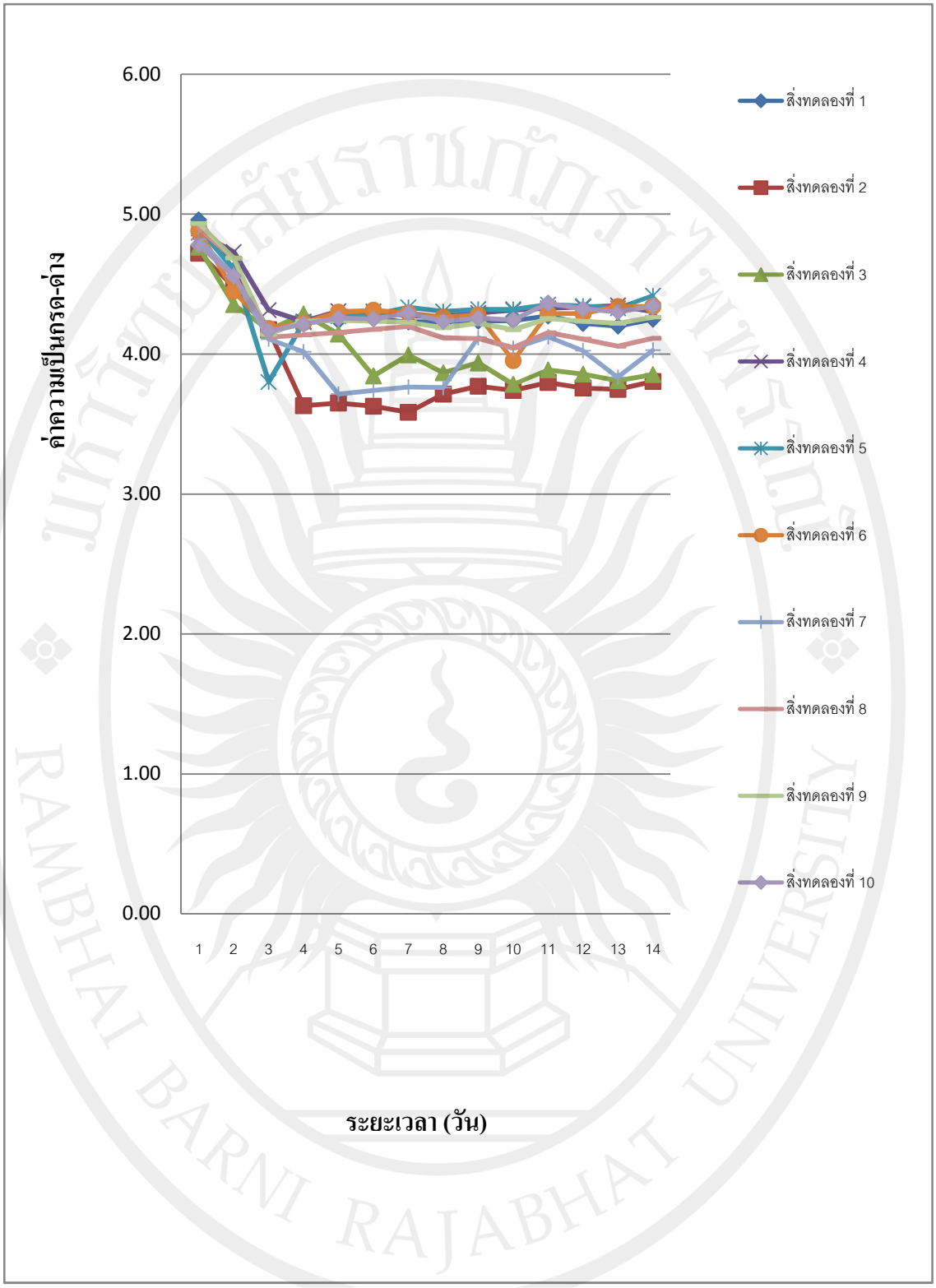
| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | 4.2$^{a}$ | 4.0$^{ab}$ | 4.0$^{ab}$ | 4.0$^{bc}$ | 4.0$^{bcd}$ | 4$^{bc}$ | 3.9$^{abc}$ | 3.9$^{cd}$ | 4.0$^{efg}$ | 4.0$^{cde}$ | 4$^{bc}$ | 3.9$^{c}$ | 3.9$^{cd}$ | 4.1$^{c}$ |
| **2** | 4.74$^{b}$ | 4.2$^{ab}$ | 3.9$^{a}$ | 3.9$^{b}$ | 3.8$^{ab}$ | 3.7$^{ab}$ | 3.7$^{a}$ | 3.5$^{a}$ | 3.6$^{a}$ | 3.5$^{a}$ | 3.9$^{a}$ | 3.5$^{a}$ | 3.5$^{a}$ | 3.6$^{a}$ |
| **3** | 4.7$^{b}$ | 3.8$^{a}$ | 3.9$^{ab}$ | 4.1$^{c}$ | 4.1$^{cd}$ | 4.0$^{bc}$ | 3.7$^{abc}$ | 3.8$^{bc}$ | 3.8$^{cd}$ | 3.7$^{abcd}$ | 3.74$^{ab}$ | 3.6$^{ab}$ | 3.6$^{a}$ | 3.7$^{ab}$ |
| **4** | 4.9$^{b}$ | 4.6$^{ab}$ | 4.2$^{cd}$ | 4.3$^{d}$ | 4.3$^{a}$ | 4.2$^{c}$ | 4.2$^{d}$ | 4.3$^{f}$ | 4.3$^{h}$ | 4.0$^{e}$ | 4$^{bc}$ | 4.1$^{d}$ | 4.1$^{de}$ | 4.4$^{d}$ |
| **5** | 4.9$^{b}$ | 4.5$^{ab}$ | 4.1$^{bc}$ | 4.0$^{bc}$ | 3.9$^{ab}$ | 3.8$^{ab}$ | 3.9$^{abc}$ | 3.9$^{cd}$ | 4.0$^{fg}$ | 4.01$^{cde}$ | 4.0$^{c}$ | 4$^{c}$ | 3.8$^{bc}$ | 4.0$^{c}$ |
| **6** | 4.8$^{b}$ | 4.8$^{b}$ | 4.0$^{ab}$ | 3.4$^{a}$ | 3.7$^{a}$ | 3.7$^{a}$ | 3.7$^{a}$ | 3.6$^{ab}$ | 3.6$^{ab}$ | 3.6$^{ab}$ | 3.6$^{a}$ | 3.6$^{ab}$ | 3.6$^{a}$ | 3.6$^{ab}$ |
| **7** | 4.9$^{b}$ | 4.5$^{ab}$ | 4.0$^{ab}$ | 3.9$^{bc}$ | 3.9$^{abc}$ | 3.8$^{ab}$ | 3.8$^{ab}$ | 3.8$^{bc}$ | 3.9$^{cd}$ | 3.8$^{bcde}$ | 3.8$^{abc}$ | 3.7$^{b}$ | 3.7$^{ab}$ | 4.8$^{d}$ |
| **8** | 4.7$^{b}$ | 4.6$^{ab}$ | 4.1$^{bc}$ | 3.9$^{b}$ | 4.0$^{bc}$ | 3.8$^{ab}$ | 3.8$^{ab}$ | 3.8$^{bc}$ | 3.7$^{bc}$ | 3.7$^{abc}$ | 3.7$^{ab}$ | 3.6$^{ab}$ | 3.7$^{ab}$ | 3.7$^{ab}$ |
| **9** | 4.8$^{b}$ | 4.5$^{ab}$ | 4.3$^{d}$ | 4.2$^{d}$ | 4.1$^{cd}$ | 4.2$^{c}$ | 4.1$^{cd}$ | 4.3$^{f}$ | 3.1$^{g}$ | 4.0$^{de}$ | 4.1$^{c}$ | 4.1$^{d}$ | 4.1$^{e}$ | 4.2$^{c}$ |
| **10** | 4.8$^{b}$ | 4.6$^{ab}$ | 4.0$^{cd}$ | 3.9$^{b}$ | 3.9$^{abc}$ | 4.1$^{c}$ | 4.0$^{bcd}$ | 4.0$^{d}$ | 3.9$^{def}$ | 3.9$^{cde}$ | 3.9$^{bc}$ | 3.9$^{c}$ | 4.1$^{cde}$ | 4.1$^{c}$ |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด– ด่าง(pH) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อเงาะและเมล็ด

จากตารางที่ 10พบว่าค่าความเป็นกรด - ด่าง แต่ละวันมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ (ภาพที่ 8 ) เช่น สิ่งทดลองที่ 2 เริ่มที่ค่าความเป็นกรด – ด่างที่ 4.7 ลดลงเหลือ 4.2วันที่ 3 ลดลงเหลือ 3.9 และมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆจนถึงวันที่ 14 โดยมีค่าความเป็นกรด – ด่าง คือ 3.6ซึ่งในสิ่งการทดลองมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสิ่งทดลองที่ 2 แต่สิ่งทดลองที่มีค่าความเป็นกรด – ด่างสูงที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 7 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae* 5094 มีค่า 3.6 และในทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงว่ายีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ด่าง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี




**ภาพที่ 8**ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อเงาะและเมล็ดที่หมักจากยีสต์4 สายพันธุ์และเชื้อผสมเป็นเวลา 14 วัน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

**ตารางที่ 11**ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมด ของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อเงาะและเมล็ด

| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | $0^{a}$ | $1.4^{a}$ | $4.1^{a}$ | $3.8^{a}$ | $4.6^{a}$ | $4.2^{a}$ | $5.5^{a}$ | $6^{a}$ | $6^{a}$ | $6^{a}$ | $7.4^{a}$ | $5.5^{a}$ | $4.6^{a}$ | $4.2^{a}$ |
| **2** | $0.3^{a}$ | $2.2^{ab}$ | $3.7^{abc}$ | $3.4^{a}$ | $3.4^{ab}$ | $3.4^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $5.3^{ab}$ | $6^{a}$ | $6^{a}$ | $7.4^{cd}$ | $6^{a}$ | $3.8^{a}$ | $3.4^{a}$ |
| **3** | $0.7^{a}$ | $2.9^{bc}$ | $4.6^{cd}$ | $4.6^{a}$ | $3.4^{ab}$ | $3.4^{a}$ | $3.8^{a}$ | $4.6^{a}$ | $6^{a}$ | $6.9^{a}$ | $6.9^{bcd}$ | $5.5^{a}$ | $4.2^{ab}$ | $4.2^{b}$ |
| **4** | $0^{a}$ | $4.6^{d}$ | $5.5^{d}$ | $5.5^{abc}$ | $6^{d}$ | $6^{b}$ | $6.4^{c}$ | $6^{b}$ | $7.7^{b}$ | $8.0^{b}$ | $8.0^{d}$ | $6.4^{a}$ | $4.1^{ab}$ | $4.6^{b}$ |
| **5** | $0^{a}$ | $2.9^{bc}$ | $2.9^{a}$ | $4.2^{a}$ | $3.8^{ab}$ | $3.8^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $4.6^{a}$ | $7.2^{ab}$ | $6.9^{a}$ | $6.4^{bc}$ | $4.6^{a}$ | $4.6^{b}$ | $4.6^{b}$ |
| **6** | $0.7^{a}$ | $3.3^{c}$ | $3.3^{ab}$ | $3.8^{a}$ | $3.4^{ab}$ | $3.8^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $4.6^{a}$ | $6.4^{ab}$ | $6.4^{a}$ | $6.4^{bc}$ | $4.6^{a}$ | $3.4^{a}$ | $4.6^{b}$ |
| **7** | $0^{a}$ | $2.5^{bc}$ | $4.1^{bc}$ | $3.4^{a}$ | $3.0^{a}$ | $3.4^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $4.6^{ab}$ | $6.4^{ab}$ | $6.4^{a}$ | $6^{ab}$ | $4.6^{a}$ | $3.8^{ab}$ | $3.4^{a}$ |
| **8** | $0^{a}$ | $2.5^{bc}$ | $2.5^{a}$ | $4.2^{a}$ | $3.4^{ab}$ | $3.8^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $4.6^{a}$ | $6.4^{ab}$ | $6^{a}$ | $6^{ab}$ | $4.6^{a}$ | $4.2^{ab}$ | $3.4^{a}$ |
| **9** | $0^{a}$ | $3.3^{c}$ | $2.5^{a}$ | $4.5^{ab}$ | $4.2^{bc}$ | $4.2^{a}$ | $5.5^{cd}$ | $5.5^{ab}$ | $6.4^{ab}$ | $6^{a}$ | $6^{ab}$ | $3.8^{a}$ | $3.8^{ab}$ | $4.6^{b}$ |
| **10** | $0^{a}$ | $1.4^{a}$ | $2.9^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $3.8^{ab}$ | $3.4^{a}$ | $5.0^{b}$ | $5.0^{ab}$ | $6.4^{ab}$ | $6^{a}$ | $5.0^{a}$ | $4.2^{a}$ | $3.4^{a}$ | $3.4^{a}$ |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

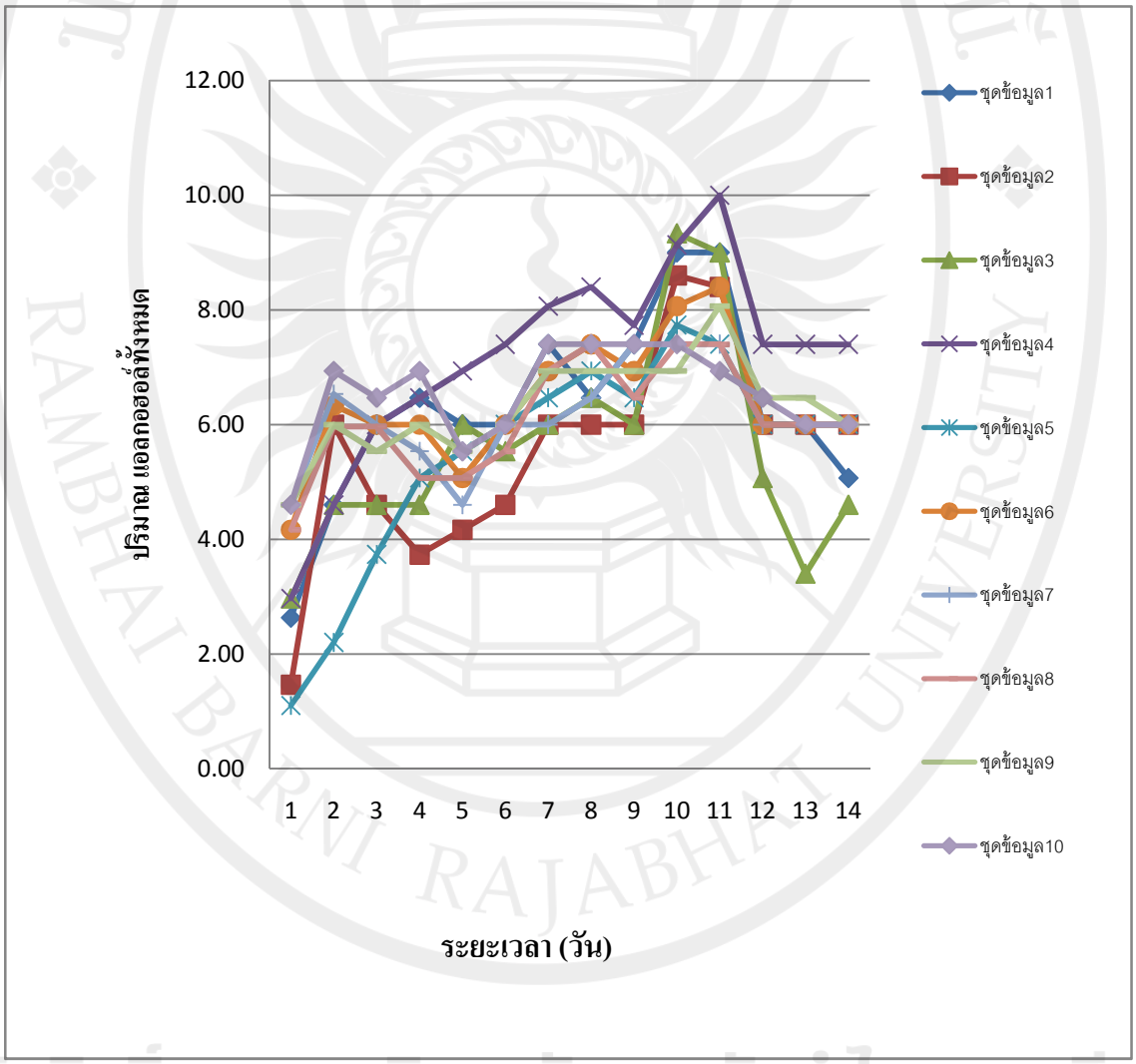
4.3.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อเงาะและเมล็ด

จากตารางที่ 11 พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์แต่ละวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกวัน ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่มีแนวโน้มลดลงจากวันแรก เมื่อบริกซ์ลดลงจะมีการสร้างแอลกอฮอล์ เช่น สิ่งทดลองที่ 1 วันที่ 1 ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 0 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกวันและคงที่ในวันที่ 8 ถึงวันที่ 10 คือ ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 6 และทุกสิ่งทดลองมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสิ่งทดลองที่ 1 แต่สิ่งทดลองที่มีปริมาณแอลกอฮอล์มากที่สุดคือ สิ่งทดลองที่ 4, 5 และ 6 เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae*TISTR 5020 มีค่าร้อยละ 4.6 และสิ่งทดลองที่มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 2, 7, 8 และ10 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

*S.cerevisiae*TISTR 5020, *S.cerevisiae*TISTR 5094+TISTR 5596, *S.cerevisiae*TISTR 5094 +TISTR 5020 มีค่าร้อยละ 3.4 และในทุกสิ่งการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงว่ายีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมด

แต่หากพิจารณาจากตารางปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะ พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุดในวันที่ 10 ถึงวันที่ 11 คือสิ่งทดลองที่ 4 คือเอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae*TISTR 5020 มีค่าร้อยละ 8 จะเห็นว่าระยะเวลาปริมาณแอลกอฮอล์มากขึ้นจะอยู่ในช่วงวันที่ 9 ถึงวันที่ 11 ซึ่งเป็นช่วงยีสต์เริ่มย่อยน้ำตาลเพื่อผลิตเอทานอลได้ในปริมาณมาก




ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

**ภาพที่ 9**ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะเอาเฉพาะเนื้อเงาะและเมล็ดที่หมักจากยีสต์ 4 สายพันธุ์และเชื้อผสมปั่นเวลา 14 วัน

**4.4ผลการวิเคราะห์การศึกษาชนิดของยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักเอทานอลจากเงาะทั้งผล**

หลังจากที่เตรียมวัตถุดิบเงาะเอาเฉพาะเนื้อและน้ำ แล้วนำมาผสมกันทั้งหมด เพื่อให้เงาะมีความสม่ำเสมอ จากนั้นนำไปวัดค่าของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นพบว่ามีค่าเท่ากับ 20บริกซ์ และมีค่าความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ 4.9เมื่อนำไปหมักกับยีสต์ 14 วัน ให้ผลดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 12**ผลการวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ของเอทานอลจากเงาะทั้งผล

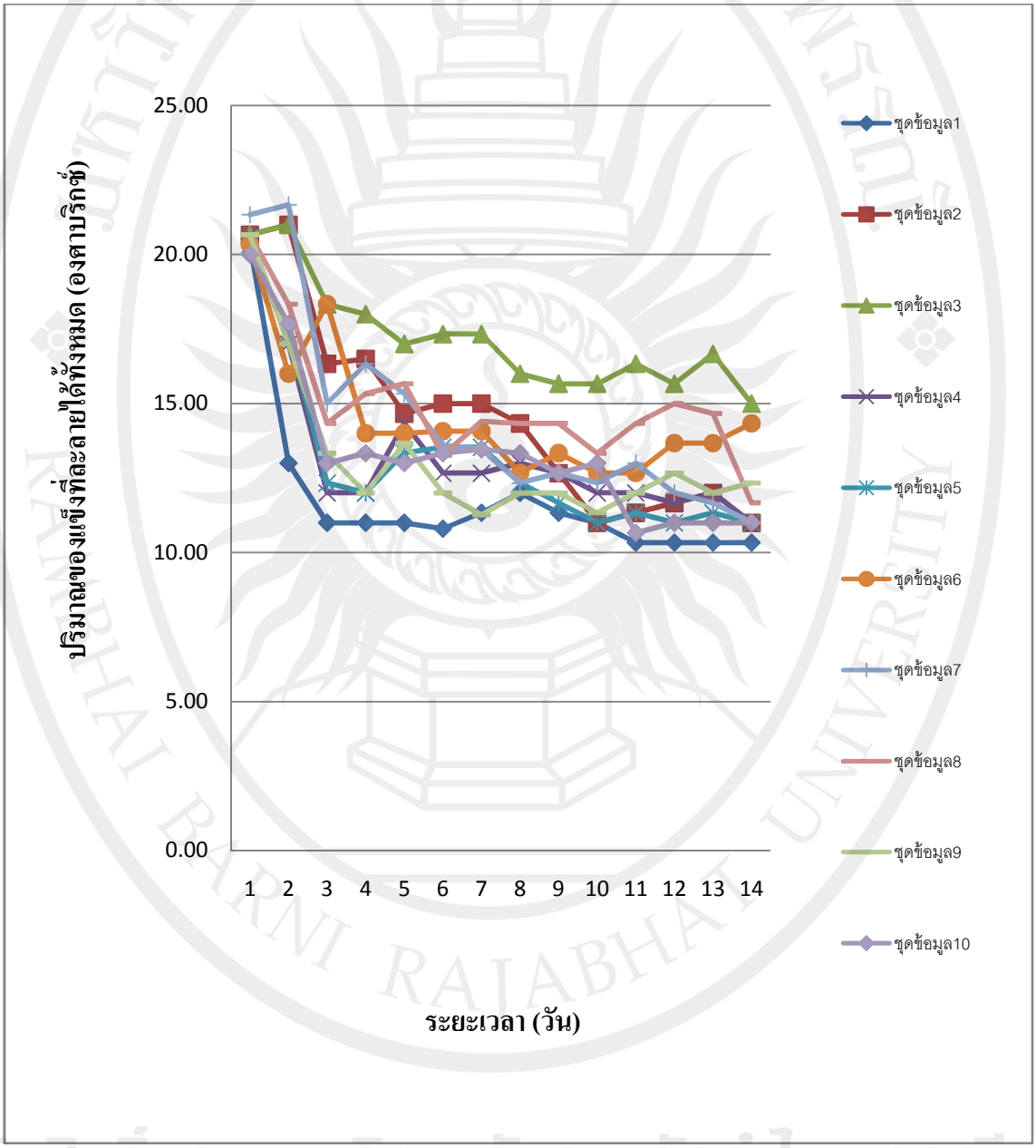
| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | 15$^{ab}$ | 6$^{a}$ | 6.0$^{a}$ | 6.06$^{a}$ | 6.26$^{a}$ | 6.2$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{b}$ |
| **2** | 18.6$^{ab}$ | 14$^{d}$ | 12$^{c}$ | 11.2$^{c}$ | 11.1$^{c}$ | 11.6$^{c}$ | 11.6$^{c}$ | 12$^{c}$ | 11.3$^{c}$ | 10.6$^{c}$ | 10.3$^{c}$ | 10.6$^{c}$ | 10.3$^{c}$ | 10.3$^{d}$ |
| **3** | 19.3$^{b}$ | 13.6$^{cd}$ | 10.3$^{b}$ | 10$^{b}$ | 9b | 8.8$^{b}$ | 9$^{b}$ | 8.6$^{b}$ | 8.3$^{b}$ | 8$^{b}$ | 9$^{b}$ | 9$^{b}$ | 9$^{b}$ | 9.3$^{c}$ |
| **4** | 16.6$^{ab}$ | 12.6$^{cd}$ | 9.5$^{b}$ | 6.3$^{a}$ | 6.3$^{a}$ | 6.6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6.3$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{b}$ |
| **5** | 16$^{ab}$ | 13$^{cd}$ | 6$^{a}$ | 6.6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{b}$ |
| **6** | 17$^{ab}$ | 7$^{ab}$ | 6.6$^{a}$ | 6.3$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 5.6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{b}$ |
| **7** | 14.3$^{a}$ | 10$^{bc}$ | 6.5$^{a}$ | 6.6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{b}$ |
| **8** | 18$^{ab}$ | 6.2$^{ab}$ | 6.3$^{a}$ | 6.6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6.3$^{a}$ | 6$^{a}$ | 5.6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{b}$ |
| **9** | 16.6$^{ab}$ | 6.5$^{ab}$ | 6.1$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 5.3$^{a}$ |
| **10** | 18$^{ab}$ | 6.4$^{ab}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{a}$ | 6$^{d}$ |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05)

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ของเอทานอลจากเงาะทั้งผล

จากตารางที่ 12 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้แต่ละวันมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 10 )เช่นสิ่งทดลองที่ 1 เริ่มต้นที่ 20 บริกซ์ ลดลงเหลือ 15บริกซ์ วันที่ 2 ลดลงเหลือ6 บริกซ์ มีแนวโน้มคงที่ในวันที่ 14 ซึ่งในทุกสิ่งทดลองมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสิ่งทดลองที่ 1 แต่สิ่งทดลองที่ยีสต์มีการย่อยและใช้น้ำตาลสูงที่สุดเหลือปริมาณของแข็งที่ละลายได้น้อยที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 9 คือเอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae*TISTR 5020 +TISTR 5194+TISTR

5596 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ร้อยละ 5.3 บริกซ์ สิ่งทดลองที่ยีสต์มีการย่อยและใช้น้ำตาลน้อยที่สุด เหลือปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงที่สุด คือสิ่งทดลองที่ 2 คือ เอทานอลจาเงาะที่หมักด้วยยีสต์ *S.cerevisiae*TISTR 5094 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ร้อยละ 10.3 บริกซ์ และในทุกสิ่งการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) แสดงว่ายีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้




**ภาพที่ 10**ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ของเอทานอลจากเงาะทั้งผลที่หมักจากยีสต์ 4 สายพันธุ์ และเชื้อผสมเป็นเวลา 14 วัน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

**ตารางที่13**ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเอทานอลจากเงาะทั้งผลเมล็ด

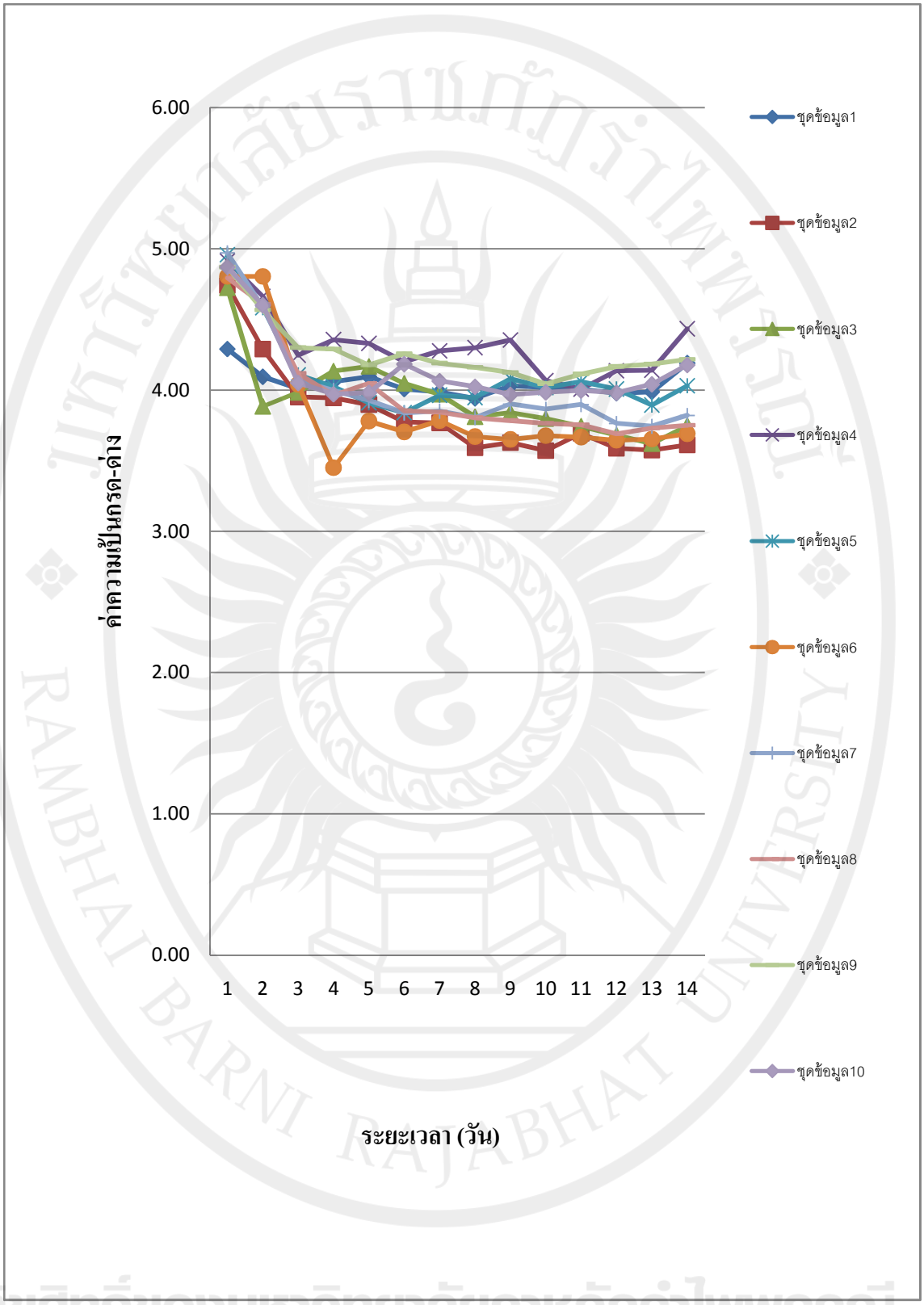
| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | 4.9$^{d}$ | 4.6$^{bc}$ | 4.1$^{e}$ | 4.2$^{d}$ | 4.2$^{c}$ | 4.2$^{de}$ | 4.2$^{de}$ | 4.2$^{cd}$ | 4.2$^{cd}$ | 4.2$^{b}$ | 4.2$^{d}$ | 4.2$^{c}$ | 4.2$^{bc}$ | 4.2$^{c}$ |
| **2** | 4.7$^{a}$ | 4.4$^{ab}$ | 4.1$^{e}$ | 3.6$^{a}$ | 3.6$^{a}$ | 3.6$^{a}$ | 3.5$^{a}$ | 3.7$^{a}$ | 3.7$^{a}$ | 3.7$^{a}$ | 3.7$^{a}$ | 3.7$^{a}$ | 3.7$^{a}$ | 3.8$^{a}$ |
| **3** | 4.7$^{ab}$ | 4.3$^{a}$ | 4.1$^{e}$ | 4.2$^{d}$ | 4.1$^{b}$ | 3.8$^{c}$ | 3.9$^{c}$ | 3.8$^{b}$ | 3.9$^{b}$ | 3.7$^{a}$ | 3.8$^{a}$ | 3.8$^{a}$ | 3.8$^{a}$ | 3.8$^{a}$ |
| **4** | 4.8$^{abcd}$ | 4.7$^{c}$ | 4.3$^{f}$ | 4.2$^{d}$ | 4.3$^{c}$ | 4.3$^{e}$ | 4.2$^{def}$ | 4.2$^{d}$ | 4.2$^{d}$ | 4.3$^{b}$ | 4.3$^{d}$ | 4.3$^{cd}$ | 4.3$^{c}$ | 4.3$^{cd}$ |
| **5** | 4.9$^{bcd}$ | 4.6$^{bc}$ | 3.8$^{a}$ | 4.2$^{d}$ | 4.2$^{c}$ | 4.2$^{de}$ | 4.3$^{f}$ | 4.3$^{d}$ | 4.3$^{d}$ | 4.3$^{b}$ | 4.3$^{d}$ | 4.3$^{d}$ | 4.3$^{c}$ | 4.4$^{d}$ |
| **6** | 4.8$^{abcd}$ | 4.4$^{ab}$ | 4.1$^{e}$ | 4.2$^{d}$ | 4.3$^{c}$ | 4.3$^{e}$ | 4.2$^{ef}$ | 4.2$^{d}$ | 4.2$^{d}$ | 3.9$^{ab}$ | 4.2$^{d}$ | 4.2$^{cd}$ | 4.3$^{c}$ | 4.3$^{cd}$ |
| **7** | 4.8$^{abcd}$ | 4.5$^{bc}$ | 4.1$^{b}$ | 4.0$^{b}$ | 3.7$^{a}$ | 4.7$^{b}$ | 3.7$^{b}$ | 3.7$^{b}$ | 4.1$^{c}$ | 4.0$^{ab}$ | 4.1$^{b}$ | 4.0$^{b}$ | 3.8$^{a}$ | 4.0$^{b}$ |
| **8** | 4.9$^{bcd}$ | 4.6$^{c}$ | 4.1$^{bc}$ | 4.1$^{c}$ | 4.1$^{b}$ | 4.1$^{d}$ | 4.1$^{d}$ | 4.1$^{c}$ | 4.1$^{c}$ | 4.0$^{ab}$ | 4.1$^{bc}$ | 4.1$^{b}$ | 4.0$^{b}$ | 4.1$^{b}$ |
| **9** | 4.9$^{cd}$ | 4.6$^{c}$ | 4.1$^{cd}$ | 4.2$^{d}$ | 4.2$^{c}$ | 4.2$^{be}$ | 4.2$^{de}$ | 4.1$^{cd}$ | 4.2$^{cd}$ | 4.1$^{b}$ | 4.2$^{cd}$ | 4.2$^{c}$ | 4.2$^{bc}$ | 4.2$^{c}$ |
| **10** | 4.7$^{abc}$ | 4.5$^{bc}$ | 4.1$^{de}$ | 4.2$^{d}$ | 4.2$^{c}$ | 4.2$^{de}$ | 4.2$^{ef}$ | 4.2$^{cd}$ | 4.2$^{d}$ | 4.2$^{b}$ | 4.3$^{d}$ | 4.3$^{c}$ | 4.3$^{c}$ | 4.3$^{cd}$ |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด– ด่าง(pH) ของเอทานอลจากเงาะทั้งผล

จากตารางที่ 13 พบว่า ค่าความเป็นกรด –ด่าง แต่มีแนวโน้มคงที่ (ภาพที่ 11 ) เช่น สิ่งทดลองที่ 1 เริ่มที่ค่าความเป็นกรด –ด่าง 4.9ลดลงเหลือ 4.6 วันที่ 3 ลดลงเหลือ 4.1และเพิ่มขึ้นในวันที่ 4 มีค่า 4.2 จนมีแนวโน้มคงที่ในวันที่ 7 ถึงวันที่ 9 โดยค่าความเป็นกรด –ด่าง คือ 4.2ซึ่งในทุกสิ่งทดลองมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสิ่งทดลองที่ 1 แต่สิ่งทดลองที่มีค่าความเป็นกรด –ด่างที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 5 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae*TISTR 5596+TISTR 5194 คือเชื้อผสม มีค่า 4.4 และสิ่งทดลองที่มีค่าความเป็นกรด –ด่างต่ำที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 2 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยเชื้อยีสต์*S.cerevisiae*TISTR 5094 มีค่า 3.8 และในสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) แสดงว่ายีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด –ด่าง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี




ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

**ภาพที่ 11**ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเอทานอลจากเงาะทั้งผลหมักจากยีสต์4 สายพันธุ์และเชื้อผสมเป็นเวลา 14 วัน

**ตารางที่ 14**ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะทั้งผล

| สิ่งทดลอง | วันที่ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| **1** | $0^{a}$ | $1.4^{a}$ | $4.1^{a}$ | $3.8^{a}$ | $4.6^{a}$ | $4.2^{a}$ | $5.5^{a}$ | $6^{a}$ | $6^{a}$ | $6^{a}$ | $7.4^{a}$ | $5.5^{a}$ | $4.6^{a}$ | $4.2^{a}$ |
| **2** | $0.3^{a}$ | $2.2^{ab}$ | $3.7^{abc}$ | $3.4^{a}$ | $3.4^{ab}$ | $3.4^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $5.3^{ab}$ | $6^{a}$ | $6^{a}$ | $7.4^{cd}$ | $6^{a}$ | $3.8^{a}$ | $3.4^{a}$ |
| **3** | $0.7^{a}$ | $2.9^{bc}$ | $4.6^{cd}$ | $4.6^{a}$ | $3.4^{ab}$ | $3.4^{a}$ | $3.8^{a}$ | $4.6^{a}$ | $6^{a}$ | $6.9^{a}$ | $6.9^{bcd}$ | $5.5^{a}$ | $4.2^{ab}$ | $4.2^{b}$ |
| **4** | $0^{a}$ | $4.6^{d}$ | $5.5^{d}$ | $5.5^{abc}$ | $6^{d}$ | $6^{b}$ | $6.4^{c}$ | $6^{b}$ | $7.7^{b}$ | $8.0^{b}$ | $8.0^{d}$ | $6.4^{a}$ | $4.1^{ab}$ | $4.6^{b}$ |
| **5** | $0^{a}$ | $2.9^{bc}$ | $2.9^{a}$ | $4.2^{a}$ | $3.8^{ab}$ | $3.8^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $4.6^{a}$ | $7.2^{ab}$ | $6.9^{a}$ | $6.4^{bc}$ | $4.6^{a}$ | $4.6^{b}$ | $4.6^{b}$ |
| **6** | $0.7^{a}$ | $3.3^{c}$ | $3.3^{ab}$ | $3.8^{a}$ | $3.4^{ab}$ | $3.8^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $4.6^{a}$ | $6.4^{ab}$ | $6.4^{a}$ | $6.4^{bc}$ | $4.6^{a}$ | $3.4^{a}$ | $4.6^{b}$ |
| **7** | $0^{a}$ | $2.5^{bc}$ | $4.1^{bc}$ | $3.4^{a}$ | $3.0^{a}$ | $3.4^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $4.6^{ab}$ | $6.4^{ab}$ | $6.4^{a}$ | $6^{ab}$ | $4.6^{a}$ | $3.8^{ab}$ | $3.4^{a}$ |
| **8** | $0^{a}$ | $2.5^{bc}$ | $2.5^{a}$ | $4.2^{a}$ | $3.4^{ab}$ | $3.8^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $4.6^{a}$ | $6.4^{ab}$ | $6^{a}$ | $6^{ab}$ | $4.6^{a}$ | $4.2^{ab}$ | $3.4^{a}$ |
| **9** | $0^{a}$ | $3.3^{c}$ | $2.5^{a}$ | $4.5^{ab}$ | $4.2^{bc}$ | $4.2^{a}$ | $5.5^{cd}$ | $5.5^{ab}$ | $6.4^{ab}$ | $6^{a}$ | $6^{ab}$ | $3.8^{a}$ | $3.8^{ab}$ | $4.6^{b}$ |
| **10** | $0^{a}$ | $1.4^{a}$ | $2.9^{a}$ | $4.6^{ab}$ | $3.8^{ab}$ | $3.4^{a}$ | $5.0^{b}$ | $5.0^{ab}$ | $6.4^{ab}$ | $6^{a}$ | $5.0^{a}$ | $4.2^{a}$ | $3.4^{a}$ | $3.4^{a}$ |

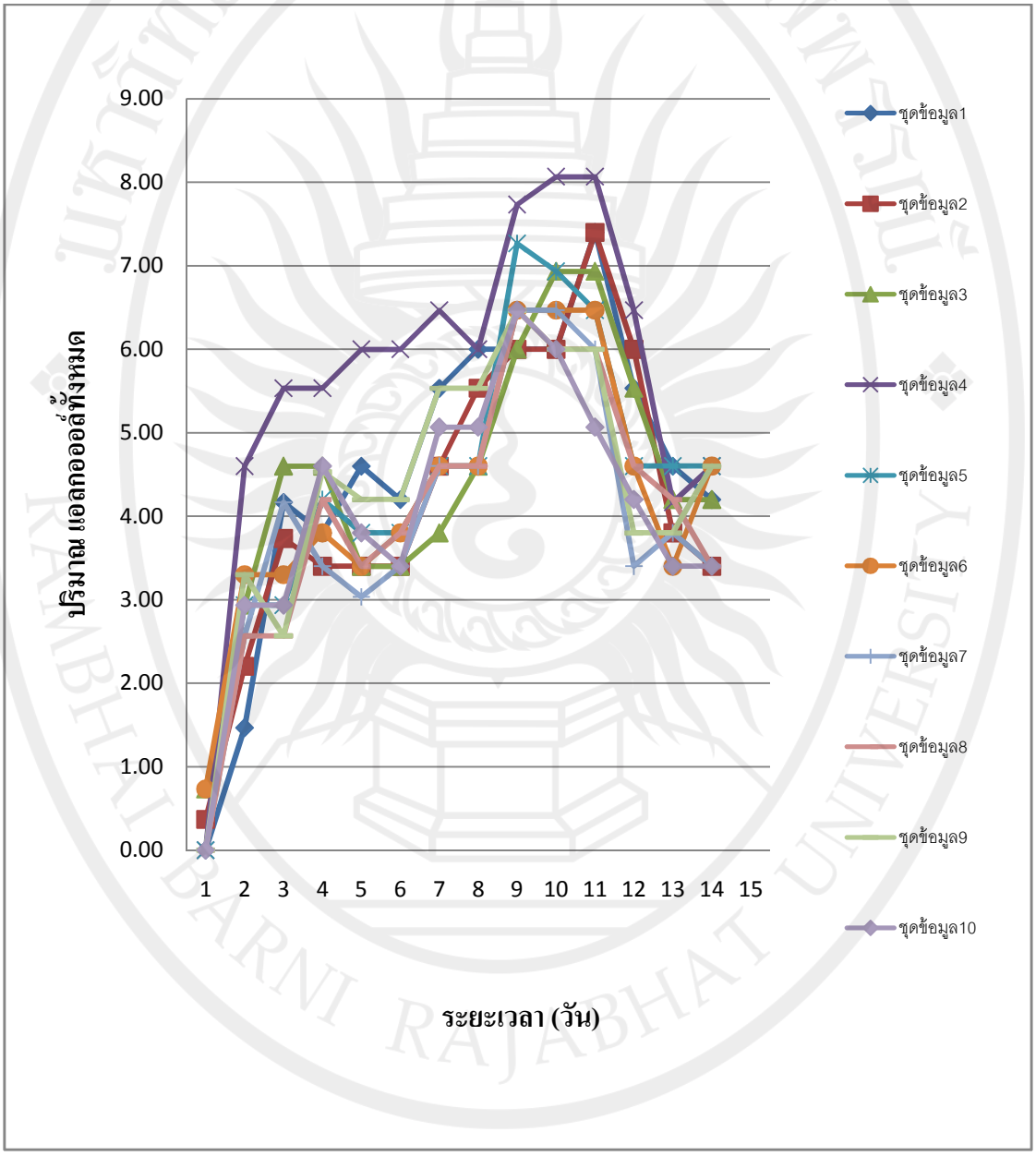
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

4.4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะทั้งผล

ตารางที่ 14 พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์แต่ละวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกวัน (ภาพที่ 12) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่มีแนวโน้มลดลงจากวันแรก เมื่อบริกซ์ลดลงจะมีการสร้างแอลกอฮอล์ขึ้น เช่นสิ่งทดลองที่ 1 วันที่ 1 ปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 0.3 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกวันและเริ่มคงที่ในวันที่ 10 คือปริมาณแอลกอฮอล์มากที่สุด คือสิ่งทดลองที่ 4 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae*TISTR 5020 มีค่าร้อยละ 7.4 และสิ่งทดลองที่มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด คือสิ่งทดลองที่ 3 คือ เอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae*TISTR 5596 มีค่าร้อยละ 4.6 และในทุกสิ่งการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงว่ายีสต์ต่างสายพันธุ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

แต่หากพิจารณาปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะ พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุดในวันที่ 11 และมีแนวโน้มคงที่ในวันที่ 12 ถึงวันที่ 14 คือสิ่งทดลองที่ 4 คือเอทานอลจากเงาะที่หมักด้วยยีสต์*S.cerevisiae*TISTR 5020 มีค่าร้อยละ 10 จะเห็นว่าระยะเวลาที่ปริมาณแอลกอฮอล์มากขึ้นจะอยู่ในช่วงวันที่ 5 ถึงวันที่ 11 ซึ่งเป็นช่วงที่ยีสต์เริ่มย่อยน้ำตาลเพื่อผลิตเอทานอลในปริมาณมาก




**ภาพที่ 12**ปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งหมดของเอทานอลจากเงาะทั้งผลที่หมักจากยีสต์ 4 สายพันธุ์และผสมเป็นเวลา 14 วัน

## บทที่ 5