สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบาญตาราง	ญ
สารบาญภาพ	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4
1.3 ประโยชน์ที่จะได้จากงานวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	5
บทที่ 2 สาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เครื่องดื่มแอลกอฮอล์กลั่น	6
2.2 กระบวนการหมัก (fermentation)	7
2.3 สมบัติและโครงสร้างของแป้ง	11
2.3.1 อัลฟาอะไมเลส (α-amylase)	11
2.3.2 อะไมโลเพคติน (amylopectin)	11
2.4 เอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดสหรือกลูโคอะไมเลส (amyloglucosidase)	12
2.4.1 สมบัติต่างๆของเอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส	12
2.4.2 การทำงานของเอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส	12
2.5 เอนไซม์อัลฟาอะไมเลส	13
2.5.1 สมบัติต่างๆของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลส	13
2.5.2 การทำงานของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสส	14
2.6 ลูกแป้ง	16
2.7 ยีสต์	20

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	หน้า
2.8 เชื้อรา	22
2.9 การกลั่น (Distillation)	26
2.10 ข้าวโพดหวาน	27
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 วัสดุ	29
3.1.1 วัตถุดิบ	29
3.1.2 จุลินทรีย์	29
3.1.3 เอนไซม์	29
3.2 อุปกรณ์	30
3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการกลั่น	30
3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ	30
3.3 สารเคมี	30
3.4 วิธีการทดลอง	31
3.4.1 ศึกษาคุณภาพของส่วนเหลือข้าวโพดหวาน	31
3.4.1.1 สัดส่วนของข้าวโพดหวานที่ผ่านกระบวนการผลิต	31
3.4.1.2 ศึกษาคุณภาพทางเคมีของส่วนเหลือข้าวโพดหวาน	32
3.4.2 ศึกษาการใช้ลูกแป้งสุราในการย่อยแป้งและหมักให้เกิดแอลกอฮอล์	32
3.4.3 ศึกษาการย่อยแป้งด้วยเชื้อรา แล้วหมักต่อให้เกิดแอลกอฮอล์ โดยเชื้อยีสต์บริสุทธิ์	33
3.4.4 ศึกษาการนึ่งข้าวโพดหวานให้สุก และบดหยาบแล้วย่อยแป้งด้วยเอนไซม์ และหมักให้เกิดแอลกอฮอล์โดยเชื้อยีสต์บริสุทธิ์	33
3.4.5 ศึกษาผลของการบดข้าวโพดหวานให้ละเอียด และต้มให้สุกแล้วย่อยแป้ง ด้วยเอนไซม์ และหมักให้เกิดแอลกอฮอล์โดยเชื้อยีสต์บริสุทธิ์	34
3.4.6 ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอล์ที่กลั่นได้	34
3.4.7 การวิเคราะห์สุราขาว	35
3.4.8 การทดสอบชิม	35

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 สัดส่วนของข้าวโพดหวานที่ได้ผ่านกระบวนการผลิต 36

4.2 คุณภาพทางเคมีของส่วนเหลือข้าวโพดหวาน 36

4.3 การใช้ลูกแป้งสุราในการย่อยแป้งและหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ 39

4.3.1 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากส่วนเหลือข้าวโพดหวานที่ต่างกัน 40

4.3.2 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากชนิดลูกแป้งสุราที่ต่างกัน 42

4.3.3 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากส่วนเหลือข้าวโพดหวาน และชนิดของลูกแป้งสุราที่ต่างกัน 44

4.4 การย่อยแป้งด้วยเชื้อรา แล้วหมักต่อให้เกิดแอลกอฮอล์โดยเชื้อยีสต์บริสุทธิ์ 45

4.4.1 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากส่วนเหลือข้าวโพดหวาน ชนิดเชื้อรา และชนิดยีสต์ 45

4.4.2 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากส่วนเหลือข้าวโพดหวาน และชนิดเชื้อราที่ต่างกัน 52

4.4.3 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากส่วนเหลือข้าวโพดหวาน และชนิดเชื้อยีสต์ที่ต่างกัน 52

4.4.4 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากชนิดเชื้อรา และชนิดเชื้อยีสต์ที่ต่างกัน 52

4.4.5 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากส่วนเหลือข้าวโพดหวาน ชนิดเชื้อยีสต์ และชนิดเชื้อราที่ต่างกัน 52

4.5 การนึ่งข้าวโพดหวานให้สุก และบดหยาบแล้วย่อยแป้งด้วยเอนไซม์ และหมักให้เกิดแอลกอฮอล์โดยเชื้อยีสต์บริสุทธิ์ 55

4.5.1 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากส่วนเหลือข้าวโพดหวานที่ต่างกัน 56

4.5.2 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากชนิดยีสต์ที่ต่างกัน 58

4.5.3 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากส่วนเหลือข้าวโพดหวาน และชนิดยีสต์ที่ต่างกัน 60

4.6 ผลของการบดข้าวโพดหวานให้ละเอียด และต้มให้สุกแล้วย่อยแป้งด้วยเอนไซม์ และหมักให้เกิดแอลกอฮอล์โดยเชื้อยีสต์บริสุทธิ์ 62

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้า

4.6.1 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากส่วนเหลือข้าวโพดหวานที่ต่างกัน 62

4.6.2 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากชนิดยีสต์ที่ต่างกัน 64

4.6.3 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ผลิตจากส่วนเหลือข้าวโพดหวาน และชนิดยีสต์ที่ต่างกัน 66

4.7 ปริมาณแอลกอฮอล์ที่กลั่นได้ และการทดสอบชิม 67

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 70

5.2 ข้อเสนอแนะ 71

เอกสารอ้างอิง 72

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รูปภาพที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย 77

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี 79

ภาคผนวก ค การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 86

ภาคผนวก ง วิธีการคำนวณที่ใช้ในการวิจัย 88

ภาคผนวก จ แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 90

ภาคผนวก ฉ คุณสมบัติของเอนไซม์ที่ใช้ในการวิจัย 91

ภาคผนวก ช ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี 92

ประวัติผู้เขียน 97

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของข้าวโพดหวานทั้ง 3 จุด	39
4.2 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของการย่อยแป้งโดยใช้ลูกแป้งสุรากับแหล่งของส่วนเหลือข้าวโพดหวานต่อคุณภาพของน้ำหมักหลังเติมน้ำได้ 6 วัน	46
4.3 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ได้จากปัจจัยร่วมของแหล่งข้าวโพดหวานและชนิดเชื้อรา แหล่งข้าวโพดและชนิดยีสต์ และชนิดยีสต์และชนิดเชื้อรา	53
4.4 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ได้จากปัจจัยร่วมของแหล่งข้าวโพดหวาน ชนิดเชื้อราและชนิดยีสต์ที่มีผลต่อคุณภาพน้ำหมัก	54
4.5 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของการย่อยแป้งโดยใช้เอนไซม์ และหมักให้เกิดแอลกอฮอล์โดยเชื้อยีสต์ทางการค้ากับข้าวโพดหวานต่อคุณภาพของน้ำหมักหลังหมักได้ 6 วัน	61
4.6 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของการย่อยแป้งโดยใช้เอนไซม์ และหมักให้เกิดแอลกอฮอล์โดยเชื้อยีสต์ทางการค้ากับข้าวโพดหวานต่อคุณภาพของน้ำหมักหลังหมักได้ 6 วัน	68
4.7 คุณภาพในการกลั่น คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสุราที่กลั่นได้	69
ฉ.1 การคำนวณต้นทุนการผลิตสุรากลั่นจากข้าวโพดหวาน	89
ช.2 คุณภาพของน้ำหมักที่ใช้ส่วนเหลือข้าวโพดหวานเป็นวัตถุดิบ	92
ช.3 คุณภาพของน้ำหมักที่ใช้ลูกแป้งสุราเป็นวัตถุดิบ	92
ช.4 คุณภาพของน้ำหมักที่ใช้ส่วนเหลือข้าวโพดหวานเป็นวัตถุดิบ	93
ช.5 คุณภาพของน้ำหมักที่ใช้เชื้อยีสต์เป็นวัตถุดิบ	94
ช.6 คุณภาพของน้ำหมักที่ใช้ส่วนเหลือข้าวโพดหวานเป็นวัตถุดิบ	94
ช.7 คุณภาพของน้ำหมักที่ใช้เชื้อยีสต์เป็นวัตถุดิบ	95
ช.8 คุณภาพของน้ำหมักที่ใช้ส่วนเหลือข้าวโพดหวานเป็นวัตถุดิบ	95
ช.9 คุณภาพของน้ำหมักที่ใช้เชื้อยีสต์เป็นวัตถุดิบ	96

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 Emmbden – Meyerhof – Pasnas Pathway	9
2.2 การจัดเรียงตัวกันของอะไมโลส	11
2.3 การจัดเรียงตัวกันของอะไมโลเพคติน	12
2.4 การทำงานของเอนไซม์กลูโคอะไมเลส	13
2.5 การทำงานของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลส	14
2.6 ภาพขยายของเชื้อรา *Aspergillus oryzae*	23
2.7 ภาพขยายของเชื้อรา *Aspergillus niger*	24
4.1 ปริมาณข้าวโพดที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการเตรียมเมล็ดเพื่อการผลิตข้าวโพดหวานเมล็ดบรรจุกระป๋อง	37
4.2 สัดส่วนของข้าวโพดหวานในระหว่างการเตรียมเมล็ดเพื่อการบรรจุลงกระป๋อง	38
4.3 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ใช้ส่วนเหลือของข้าวโพดหวานเป็นวัตถุดิบ	40
4.4 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ใช้ชนิดลูกแป้งเป็นวัตถุดิบ	43
4.5 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ใช้ส่วนเหลือของข้าวโพดหวานเป็นวัตถุดิบ	47
4.6 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ใช้เชื้อราเป็นวัตถุดิบ	48
4.7 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ใช้เชื้อยีสต์เป็นวัตถุดิบ	50
4.8 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ใช้ส่วนเหลือของข้าวโพดหวานเป็นวัตถุดิบ	56
4.9 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ใช้เชื้อยีสต์เป็นวัตถุดิบ	59
4.10 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ใช้ส่วนเหลือของข้าวโพดหวานเป็นวัตถุดิบ	63
4.11 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักที่ใช้เชื้อยีสต์เป็นวัตถุดิบ	65
ก.1 ฝักไม่สมบูรณ์ ฝักเมล็ดกลม และฝักเมล็ดห่าง	77
ก.2 ฝักแก่และฝักอ่อน	77
ก.3 เมล็ดที่ได้คุณภาพ และเมล็ดที่ฝานจากข้าวโพดตกเกรด	78
ก.4 ลักษณะของส่วนเหลือข้าวโพดหวานจากเครื่องคัดแยกเมล็ด และจากเครื่องล้างและร่อนเมล็ด	78
ก.5 เครื่องกลั่นสุราที่ใช้ในการวิจัย	78

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved