คู่มือการปฏิบัติงาน
หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติ ด้านเกษตรและอาหาร

นางสาวกนกอร ศรีม่วง
ตำแหน่ง นักวิจัย
คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยพะเยา

คู่มือการปฏิบัติงาน

หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติ ด้านเกษตรและอาหาร

คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยพะเยา

นางสาวกนกอร ศรีม่วง

ตำแหน่ง นักวิจัย

คำนำ

คู่มือปฏิบัติงานของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร ของคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา เล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบงานบริการด้านต่างๆ ของหน่วยงานด้านการตรวจวิเคราะห์ ได้ใช้เป็นเครื่องมือหรือแนวทางในการปฏิบัติงาน รวมทั้งบุคลากรที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการประสานงานในส่วนของหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยได้มีแนวปฏิบัติที่สอดคล้องกันและเป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยเนื้อหาประกอบด้วย บทนำ โครงสร้างและหน้าที่ความ รับผิดชอบ หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงาน เทคนิคการปฏิบัติงาน และปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ ไว้ในคู่มือการปฏิบัติงานเล่มนี้อย่างเป็นระบบ และครบถ้วน แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ได้แก่ ขั้นตอนการขอรับบริการในด้านต่างๆ เช่น ขั้นตอนการขอรับบริการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการ ขั้นตอนการขอรับบริการน้ำประเภทต่างๆ สำหรับห้องปฏิบัติการ และขั้นตอนการขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบ รายละเอียด คุณภาพของงาน เพื่อเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานให้บรรลุตามข้อกำหนด ได้ ผลลัพธ์ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือปฏิบัติงานของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงานภายใต้หน่วยงานนี้ และผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานต่อไป

กนกอร ศรีม่วง

นักวิจัย

ตุลาคม 2566

สารบัญ

หน้า

คำนำ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของการทำคู่มือ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือ 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตของการจัดทำคู่มือ 3

1.5 คำจำกัดความ 3

บทที่ 2 โครงสร้างหน่วยงาน การปฏิบัติงานและหน้าที่ความรับผิดชอบ 5

2.1 โครงสร้างหน่วยงานการบริหารจัดการ 5

2.2 โครงสร้างการปฏิบัติงาน 6

2.3 ภาระหน้าที่ของหน่วยงาน 7

2.4 หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง 7

2.5 บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่งในหน่วยงาน 9

2.6 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ 10

2.6.1 ด้านการปฏิบัติการ 10

2.6.2 ด้านการวางแผน 11

2.6.3 ด้านการประสานงาน 13

2.6.4 ด้านการบริการ 13

บทที่ 3 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน 16

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานตรวจวิเคราะห์ 16

3.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานตรวจวิเคราะห์ 17

3.2.1 การรับตัวอย่าง 17

3.2.2 การทดสอบตัวอย่าง การมอบหมายงานทดสอบ 21

สารบัญ

หน้า

3.2.2.1 ขั้นตอนการเบิกตัวอย่าง 21
3.2.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ 21
3.2.2.3 การควบคุมคุณภาพการทดสอบ 28
3.2.2.4 การรายงานผลการทดสอบ 28
3.2.2.5 การรับใบรายงานผลการทดสอบ 28
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานการใช้บริการอุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการ 29
3.4 ระบบตรวจสอบติดตามและประเมินผล 31

บทที่ 4 เทคนิคการปฏิบัติงาน 36

4.1 กิจกรรม/แผนการปฏิบัติงาน 36
4.2 ขั้นตอนและวิธีปฏิบัติงาน 37
4.2.1 การตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางจุลินทรีย์ของผลิตผลทางเกษตร 37
4.2.1.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) 37
4.2.1.2 จำนวนยีสต์และรา (Yeast and mold count) 43
4.2.1.3 โคลิฟอร์ม (Coliform/MPN method) 45
4.2.1.4 ฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform/MPN method) 50
4.2.1.5 เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) 50
4.2.1.6 แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) 53
4.2.1.7 บาซิลลัส ซีเรียส *(Bacillus cereus*) 55
4.2.1.8 สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) 57
4.2.1.9 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) 59
4.2.2 การตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพ 60
4.2.2.1 วัดสี (Hunter lab) 62
4.2.2.2 ความหนืด (Brookfield) 65

สารบัญ

หน้า

4.2.2.3 ความคงตัว (Bostwick) 68

4.2.2.4 เนื้อสัมผัส (Texture analyzer) 70

4.2.2.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) 72

4.2.2.6 กรด-ด่าง (pH meter) 75

4.2.2.7 วอเตอร์แอคติวิตี้ (aw) 78

4.2.2.8 ความชื้น (Moisture balance / halogen lamp) 80

4.2.2.9 ปริมาณแอลกอฮอล์ (Ebulliometer) 83

4.3 การติดตามและประเมินผล 85

4.3.1 การติดตามและประเมินผลงานวิเคราะห์ทดสอบ 85

4.3.2 การติดตามและประเมินผลงานให้บริการห้องปฏิบัติการและบริการวิชาการ 86

4.4 จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน 87

บทที่ 5 ปัญหา/อุปสรรค แนวทางการแก้ไข/ การพัฒนางาน 90

บรรณานุกรม 91

ประวัติผู้เขียน 92

ภาคผนวก 93

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของผลิตผลทางเกษตร	22
2	การตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพ เช่น ค่าสีของตัวอย่าง ลักษณะเนื้อสัมผัสความหนืด/ความคงตัว ของผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร	22
3	การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีของผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร	23
4	การตรวจวิเคราะห์ดิน	23
5	การตรวจวิเคราะห์พืชและปุ๋ย	24
6	การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	25
7	การวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอม	26
8	การตรวจสอบสารเคมีในพืช-ผัก	26
9	การวิเคราะห์สารอื่น ๆ ในตัวอย่างพืช	26
10	การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสมุนไพร/สารสกัดสมุนไพร/ผลิตภัณฑ์ครีมโลชั่น เครื่องสำอาง ฯลฯ	27
11	การวิเคราะห์ทดสอบลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของข้าว	27
12	อัตราค่าบริการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ	32
13	แผนการปฏิบัติงานก่อนทำการวิเคราะห์ทดสอบ	36
14	แสดงค่า MPN ที่มีหลอดทดลอง 5 หลอด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์	49
15	การติดตามประเมินผลการปฏิบัติงาน	85

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1	โครงสร้างองค์กร	5
2.2	โครงสร้างการปฏิบัติงาน	6
2.3	การฝึกซ้อมแผนตอบโต้ภาวะฉุกเฉินและการปฐมพยาบาลประจำปี	12
2.4	การฝึกอบรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการประจำปี	13
2.5	การฝึกอบรม เรื่องการพัฒนาศักยภาพธุรกิจการส่งออกไม้ดอกไม้ประดับ	14
2.6	ปฏิบัติการรายวิชาต่างๆ สำหรับนิสิตสาขาเกษตรศาสตร์	15
3.1	แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานตรวจวิเคราะห์	16
3.2	ตัวอย่างแบบฟอร์มการขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบ	19
3.3	ตัวอย่างแบบฟอร์มการขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบ	20
3.4	ขั้นตอนการขอรับบริการอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	29
4.1	แสดงการทำให้ตัวอย่างเจือจางด้วยสารละลายที่เหมาะสม	39
4.2	ขั้นตอนทำให้เชื้อกระจายในจานเพาะเชื้อ (Spread plate)	41
4.3	การทดสอบขั้นแรก	47
4.4	The 3-dimensional CIE LAB color space	63
4.5	เครื่องวัดสี พร้อมเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเครื่องวัดสี ColorQuest XE	64
4.6	เครื่อง Brookfield Viscometer	67
4.7	เครื่องวัดความคงตัว (Bostwick)	69
4.8	เครื่องวัดเนื้อสัมผัส : A) การติดหัววัดประกอบ ; B) ตัวเครื่องวัดเนื้อสัมผัส	72
4.9	หลักการทำงานของเครื่องวัด brix	74
4.10	เครื่องวัดความหวาน Refractometer	75
4.11	น้ำยามาตรฐานบัฟเฟอร์ 4.01 บัฟเฟอร์ 7.0 และ บัฟเฟอร์ 10.0	76
4.12	เครื่องวัดความเป็นกรดด่างของสารละลาย (pH meter)	77
4.13	เครื่องวัดค่า วอเตอร์แอคติวิตี้ (aw)	79
4.14	เครื่องวัด Moisture balance	82
4.15	เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ (Ebulliometer)	84

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของการทำคู่มือ

ตามแผนพัฒนาบุคลากรสำนักงานรัฐมนตรี กระทรวงสาธารณสุข (พ.ศ. ๒๕๕๗ - ๒๕๖๐) ได้กำหนดแนวทางการพัฒนาบุคลากรของหน่วยงานขึ้น โดยมุ่งหวังให้บุคลากรของหน่วยงาน สามารถสร้างสมรรถนะในการปฏิบัติงานได้อย่างสอดคล้องกับแนวทางที่หน่วยงานต้องการ และเกิดความก้าวหน้าในวิชาชีพตามสายงานที่ปฏิบัติ โดยคาดหวังว่าบุคลากรในหน่วยงานจะสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้ในทุกกรณี โดยมีการส่งเสริมให้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นคู่มือสำคัญที่จะทำให้บุคลากรในหน่วยงานสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีทิศทางเดียวกัน สามารถนำไปปฏิบัติงานได้จริง อีกทั้งยังสามารถนำไปประกอบการประเมินผลการปฏิบัติงานได้อีกด้วย

หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติ ด้านเกษตรและอาหาร ในสังกัดคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มีภารกิจหลักเพื่อเป็นศูนย์รวมของการให้บริการการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์อาหาร รวมถึงผลิตภัณฑ์เกษตรในรูปแบบต่าง ๆ และยังให้คำปรึกษาในด้านวิชาการที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นทางด้านเกษตร อาหาร สัตว์ และประมง สำหรับประชาชนและหน่วยงานต่าง ๆ ในจังหวัดพะเยาและพื้นที่ใกล้เคียง เนื่องจากภารกิจหลักใหญ่ประกอบไปด้วย การให้บริการตรวจวิเคราะห์ การให้บริการเครื่องมือ และการให้บริการน้ำกลั่นประเภทที่มีความบริสุทธิ์สูง นอกจากนี้ยังให้บริการทางด้านการฝึกอบรมวิชาชีพอีกด้วย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดทำคู่มือปฏิบัติงานขึ้นมา เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีระเบียบแบบแผน ไม่เกิดความสับสนในการดำเนินงานของผู้ปฏิบัติการและผู้รับบริการ

ดังนั้น คู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้จึงจัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับภารกิจและหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานภายใต้สังกัด หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งหน้าที่หลักในการให้บริการด้านการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางด้านการเกษตร ผลิตภัณฑ์อาหาร อาหารแปรรูป รวมไปถึงผลผลิตทางด้านการเกษตรในรูปแบบต่าง ๆ มีบริการให้คำปรึกษาในด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นทางด้านการเกษตร การประมง อาหารสัตว์ และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตทางด้านการเกษตรอื่นๆ ให้กับ

ประชาชนหรือหน่วยงานอื่น นอกจากนี้หน่วยฝึกอบรมฯ ยังให้บริการวิชาการในด้านของการฝึกอบรมต่างๆ เพื่อให้สามารถนำไปประกอบอาชีพ หรือเป็นอาชีพเสริมได้ เช่น การเพาะเลี้ยงกบ เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การขยายพันธุ์พืชประเภทต่างๆ การเพาะเลี้ยงเห็ดเศรษฐกิจ การเลี้ยงแพะนม ตลอดจนการแปรรูปอาหารหรือผลผลิตทางด้านการเกษตรอื่น ๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือ

1.2.1. เพื่อให้หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร มีคู่มือการปฏิบัติงานที่ชัดเจน อย่างเป็นลายลักษณ์อักษร ที่แสดงถึงรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานของกิจกรรมต่างๆ ภายในหน่วยงาน และเป็นการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อมุ่งไปสู่การบริหารงานองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2.2 เพื่อเป็นคู่มือปฏิบัติงานสำหรับเจ้าหน้าที่ประจำหน่วยงาน ในการให้บริการการตรวจรับวิเคราะห์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานภายในหน่วยงานมีความชัดเจน กระชับ ชัดเจนและมีประสิทธิภาพและมาตรฐานในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงานในแต่ละกิจกรรม

1.3.2 มีความรู้ความเข้าใจและกระบวนการทำงาน ลำดับขั้นตอนการทำงานได้ง่าย ไม่เกิดการสับสนและสามารถตรวจสอบและแก้ไขได้ง่ายเมื่อเกิดข้อผิดพลาด ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานศึกษาการทำงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็วขึ้น

1.3.3 สร้างความรู้ความเข้าใจให้กับผู้มาติดต่อขอรับบริการ ได้รับรู้และเข้าใจกระบวนการปฏิบัติงานและใช้ประโยชน์จากกระบวนการดังกล่าวเพื่อการขอรับบริการให้ตรงกับความต้องการ

1.4 ขอบเขตของการจัดทำคู่มือ

คู่มือปฏิบัติงานของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร เป็นคู่มือที่เกี่ยวข้องกับภารกิจและหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานภายใต้สังกัด หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งรายละเอียดในคู่มือจะเป็นการเน้นในส่วนของการให้บริการ ด้านการตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางจุลินทรีย์ของผลผลิตทางการเกษตร การวิเคราะห์ทดสอบทางกายภาพ การวิเคราะห์ทดสอบทางเคมีของผลผลิตทางการเกษตร และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์อาหาร อาหารแปรรูป รวมไปถึงผลผลิตทางด้านการเกษตรในรูปแบบต่าง ๆ

1.3 **คำจำกัดความ**

1.3.2 มาตรฐาน หมายถึง สิ่งที่เอาเป็นเกณฑ์สำหรับเทียบกำหนด ทั้งในด้านปริมาณ และคุณภาพ

1.3.3 มาตรฐานการปฏิบัติงาน หมายถึง ผลการปฏิบัติงานในระดับใดระดับหนึ่ง ซึ่งถือว่าเป็นเกณฑ์ที่น่าพอใจหรืออยู่ในระดับที่ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ทำได้ โดยจะมีกรอบในการพิจารณากำหนดมาตรฐานหลาย ๆ ด้าน เช่น ปริมาณ คุณภาพ ระยะเวลา ค่าใช้จ่าย หรือพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงาน

1.3.4 ผู้ขอรับบริการ หมายถึง ผู้ที่ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา

1.3.5 บุคลากรภายใน หมายถึง พนักงานมหาวิทยาลัย พนักงานราชการ ลูกจ้างมหาวิทยาลัยพะเยาและให้หมายรวมถึงนิสิตของมหาวิทยาลัยพะเยา

1.3.6 บุคลากรภายนอก หมายถึง บุคคลทั่วไป ซึ่งไม่ใช่บุคลากรภายในมหาวิทยาลัยพะเยา

1.3.7 ตัวอย่างวิเคราะห์ หมายถึง ตัวอย่างของผลผลิต วัตถุดิบ หรือ องค์ประกอบใด ๆ ที่มีสภาพปกติ บรรจุในภาชนะมิดชิด สภาพสมบูรณ์ไม่แตกรั่ว และมีปริมาณเพียงพอต่อการวิเคราะห์หาองค์ประกอบ

1.3.8 การวิเคราะห์ทดสอบทางจุลินทรีย์ หมายถึง การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาในการทดสอบและวิเคราะห์สุขภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร

1.3.9 การวิเคราะห์ทดสอบทางกายภาพ หมายถึง การทดสอบประเมินเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณที่ใช้ในการกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นไปตามกฎระเบียบข้อกำหนดคุณสมบัติและมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

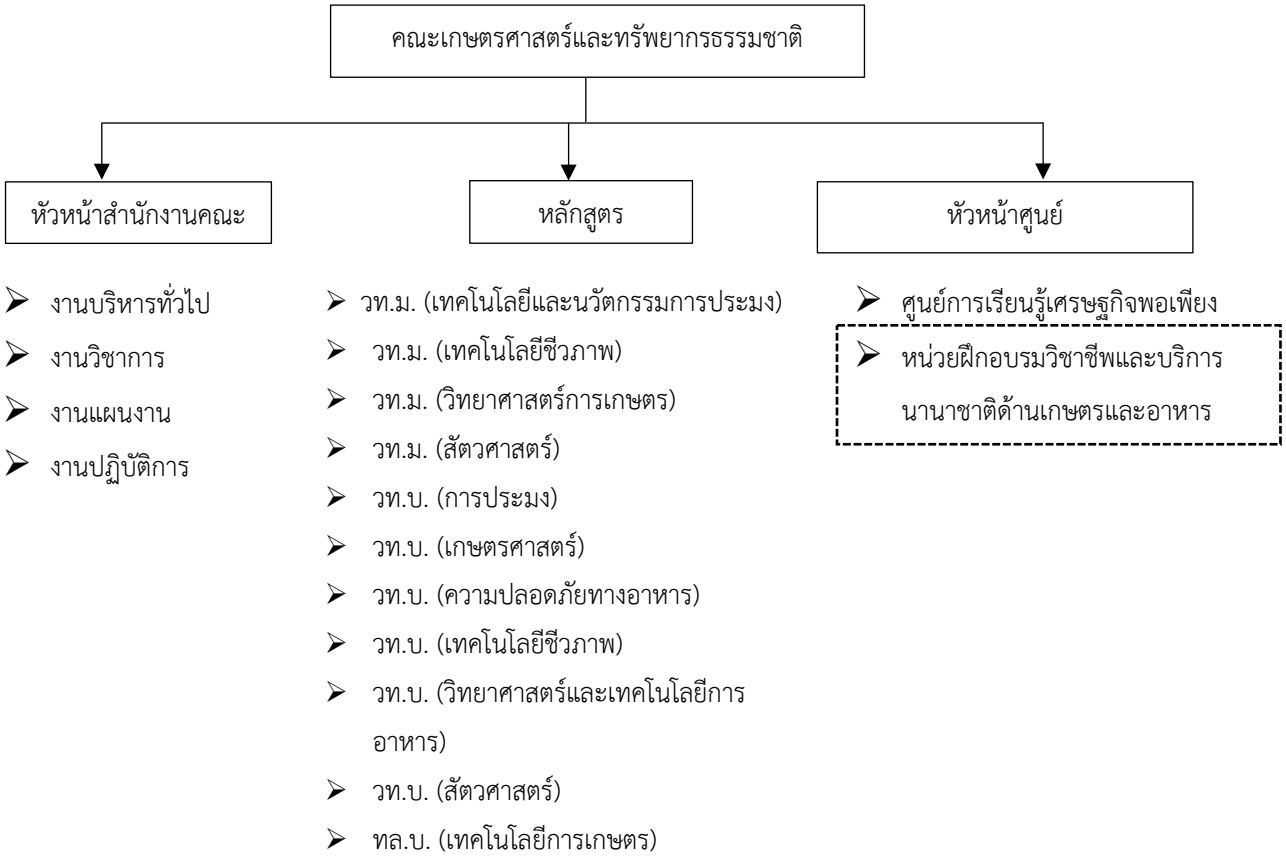
1.3.10 การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีของผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร หมายถึง การวิเคราะห์ทดสอบหาปริมาณและองค์ประกอบทางเคมี จะแบ่งการทดสอบได้หลายประเภทเช่น สารออกฤทธิ์ วิตามิน แร่ธาตุ โลหะต่างๆ กรดไขมัน สารสกัดจากธรรมชาติ และสารต้องห้ามในผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

บทที่ 2

โครงสร้างหน่วยงาน การปฏิบัติงานและหน้าที่ความรับผิดชอบ

2.1 โครงสร้างหน่วยงานการบริหารจัดการ

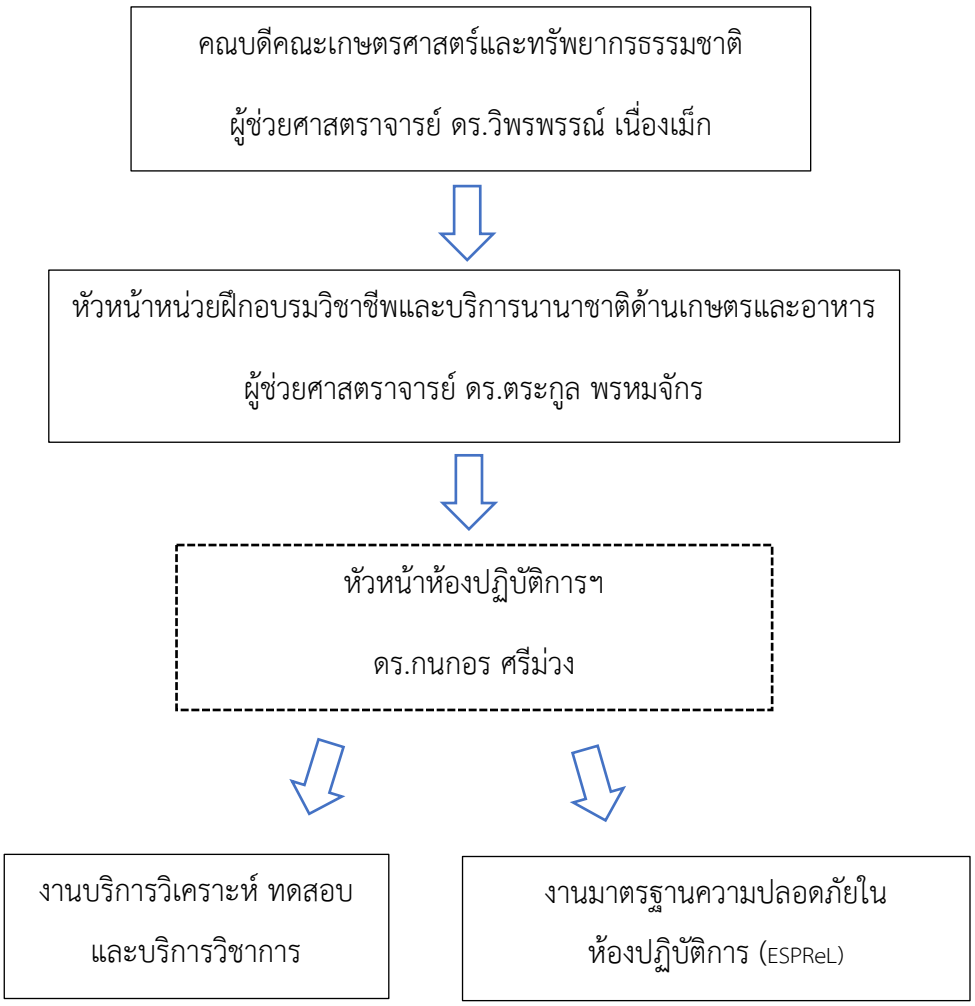
หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร อยู่ภายใต้สังกัดคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีหัวหน้าศูนย์ฯ เป็นผู้รับผิดชอบดูแลการดำเนินงานและกิจกรรมต่าง ๆ ให้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย (ภาพที่ 2.1 - ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างองค์กร

2.2 โครงสร้างการปฏิบัติงาน

โครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity Chart)



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างการปฏิบัติงาน

2.3 ภาระหน้าที่ของหน่วยงาน

หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหารเป็นศูนย์รวมของการให้บริการการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์อาหาร รวมถึงผลิตภัณฑ์เกษตรในรูปแบบต่าง ๆ และยังให้คำปรึกษาในด้านวิชาการที่เกี่ยวข้อง ด้านเกษตร อาหาร สัตว์ และประมง สำหรับประชาชนและหน่วยงานต่าง ๆ ในจังหวัดพะเยาและพื้นที่ใกล้เคียง แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มงาน ดังนี้

1. การให้บริการวิเคราะห์ทดสอบ มีหน้าที่ให้บริการการวิเคราะห์ทดสอบผลิตภัณฑ์ทางด้านการเกษตรในรูปแบบต่างๆ รวมถึงเครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบต่างๆ ภายใต้สังกัดคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา
2. การกำกับดูแลมาตรฐานห้องปฏิบัติการภายใต้โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (ESPReL) เพื่อให้ห้องปฏิบัติการได้มาตรฐานคุณภาพความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย ตามแนวทางนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

2.4 หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง

ตำแหน่งประเภท เชี่ยวชาญเฉพาะ
ชื่อสายงาน วิจัย
ชื่อตำแหน่งในสายงาน นักวิจัย
ระดับตำแหน่ง ปฏิบัติการ

หน้าที่ความรับผิดชอบหลัก

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้นที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางวิชาการในการทำงานปฏิบัติงานเกี่ยวกับการวิจัยด้านต่างๆ ภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย โดยมีลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ด้านการปฏิบัติการ

(1) ศึกษา ทดสอบ รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล สถิติเกี่ยวกับเรื่องที่จะทำการวิจัย ร่วมกำหนดหัวข้อเรื่องในการทำวิจัยและรายละเอียดในการจัดหาข้อมูล ร่วมกำหนดหัวข้อในการศึกษาและประเมินผลช่วยนักวิจัย ระดับสูงศึกษาค้นคว้าวิจัยเรื่องหนึ่งเรื่องใดตามที่ได้รับมอบหมาย จัดทำรายงาน

ผลการศึกษา ทดสอบ รวบรวม วิเคราะห์ เพื่อให้การปฏิบัติงานบรรลุวัตถุประสงค์และแผนงานที่กำหนด ตลอดจนนำไปพิจารณาหาทางแก้ไขปัญหา และวางแผนดำเนินงานในด้านต่างๆ

(2) ให้บริการวิชาการด้านต่างๆ เช่น ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมาและแก่นักศึกษาที่มาฝึกปฏิบัติงาน ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

2. ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือโครงการ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

3. ด้านการประสานงาน

(1) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างทีมงานหรือหน่วยงานทั้งภายในและภายนอก เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

(2) ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

4. ด้านการบริการ

(1) ให้คำปรึกษา แนะนำเบื้องต้น เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ ทางด้านการวิจัยรวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้รับทราบข้อมูลความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์

(2) จัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น และให้บริการข้อมูลทางวิชาการ เกี่ยวกับการวิจัย เพื่อให้บุคลากรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน นักศึกษา ตลอดจนผู้รับบริการ ได้ทราบข้อมูลและความรู้ต่างๆที่เป็นประโยชน์ สอดคล้อง และสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน และใช้ประกอบการพิจารณากำหนดนโยบาย แผนงาน หลักเกณฑ์ มาตรการต่างๆ

คุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่ง

มีคุณวุฒิอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

1. ได้รับปริญญาโท หรือคุณวุฒิอย่างอื่นที่เทียบได้ไม่ต่ำกว่านี้ ทุกสาขาวิชา

2. ได้รับปริญญาเอก หรือคุณวุฒิอย่างอื่นที่เทียบได้ไม่ต่ำกว่านี้ ทุกสาขาวิชา

ความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับตำแหน่ง

ความรู้ความสามารถ ทักษะ และระดับสมรรถนะที่เหมาะสมสำหรับตำแหน่ง ระดับ 3 คือ สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่งในหน่วยงาน

ในกระบวนการวิเคราะห์และทดสอบตัวอย่างมี บุคลากรภายในหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบ ในกระบวนการ ดังนี้

1. คณะกรรมการอำนวยการ มีหน้าที่รับผิดชอบในการรับเรื่องจากผู้ใช้บริการภายนอก ในกรณีที่ทำหนังสือเสนอขอความอนุเคราะห์ ถึงอธิการบดี คณบดีหรือผู้มีอำนาจตามหน้าที่ เพื่อพิจารณาอนุมัติให้ทำการทดสอบตัวอย่าง และส่งผลทดสอบตัวอย่างแก่ผู้ใช้บริการ
2. คณะกรรมการดำเนินงาน มีหน้าที่รับผิดชอบในการให้บริการ การรับวิเคราะห์และการทดสอบตัวอย่าง การคำนวณค่าใช้จ่ายในเบื้องต้น ทำการรับตัวอย่างเข้ามาในหน่วยงาน จนถึงขั้นตอนการจำหน่ายตัวอย่าง
3. หัวหน้าหน่วย มีหน้าที่รับผิดชอบในการให้คำแนะนำ กำกับ ตรวจสอบ การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ประจำหน่วย โดยใช้ความรู้ความสามารถในการเข้าใจในระบบงาน ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล หรืองานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย
4. นักวิทยาศาสตร์ ระดับชำนาญการ ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์โดยใช้ความรู้ความสามารถ ประสบการณ์และความชำนาญ เข้าใจระบบงาน แก้ไขปัญหางานในระดับยาก ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล กำหนดแบบการบันทึกข้อมูลให้ตรงความสำคัญ ตลอดจนงานความรู้ด้านวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนางานอยู่ตลอดเวลา และปฏิบัติหน้าที่อื่นตามที่ได้รับมอบหมาย
5. นักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้น ใช้ความสามารถและความชำนาญงานทางวิชาการภายใต้ การกำกับและตรวจสอบ และปฏิบัติหน้าที่อื่นตามที่ได้รับมอบหมาย

2.6 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

บทบาทหน้าที่ของ นางสาวกนกอร ศรีม่วง ตำแหน่ง นักวิจัย ระดับปฏิบัติการ ตามที่ได้รับมอบหมาย มีดังนี้

2.6.1 ด้านการปฏิบัติการ

(1) ศึกษา ทดสอบ รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล สถิติเกี่ยวกับเรื่องที่จะทำการวิจัย ร่วมกำหนดหัวข้อเรื่องในการทำวิจัยและรายละเอียดในการจัดหาข้อมูล ร่วมกำหนดหัวข้อในการศึกษาวิจัยและประเมินผลช่วยนักวิจัยหรือคณาจารย์ภายในและภายนอกหน่วยงาน ทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยเรื่องหนึ่งเรื่องใดตามที่ได้รับมอบหมาย จัดทำรายงานผลการศึกษา ทดสอบ รวบรวม วิเคราะห์ เพื่อให้การปฏิบัติงานบรรลุวัตถุประสงค์และแผนงานที่กำหนด ตลอดจนนำไปพิจารณาหาทางแก้ไขปัญหา และวางแผนดำเนินงานในด้านต่างๆ นำเสนอผลงานวิจัย ในรูปแบบต่างๆ เช่น การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การนำเสนอปากเปล่า และการตีพิมพ์บทความในวารสารต่างๆ ทั้งระดับชาติและระดับนานาชาติ

(2) ให้บริการวิชาการด้านต่างๆ เช่น ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการปฏิบัติงานแก่นักวิทยาศาสตร์สังกัดหน่วยงาน หรือนิสิตนักศึกษาที่มาทำปฏิบัติการภายในห้องหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร ตอบปัญหาและชี้แนะ ชี้แจงเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และสัมฤทธิ์ผล

(3) ควบคุมการทำงานทางด้านปฏิบัติการ ที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของหน่วยงานให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ ตามแนวทางการดำเนินงานให้ได้มาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (ESPReL) อันประกอบไปด้วย

1. การบริหารระบบการจัดการด้านความปลอดภัย
2. ระบบการจัดการสารเคมี
    - การจัดการข้อมูลสารเคมี
    - การจัดเก็บสารเคมี
    - การเคลื่อนย้ายสารเคมี
3. ระบบการจัดการของเสีย
    - การจัดการข้อมูลของเสีย

- การเก็บของเสีย
- การลดการเกิดของเสีย
- การบำบัดและกำจัดของเสีย

4. ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ
   - งานสถาปัตยกรรม
   - งานสถาปัตยกรรมภายใน
   - งานวิศวกรรมโครงสร้าง
   - งานวิศวกรรมไฟฟ้า
   - งานวิศวกรรมสุขาภิบาลและสิ่งแวดล้อม
   - งานวิศวกรรมระบบระบายอากาศและปรับอากาศ
   - งานระบบฉุกเฉินและระบบติดต่อสื่อสาร
5. ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย
   - การบริหารความเสี่ยง
   - การเตรียมความพร้อม/ตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน
   - ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยโดยทั่วไป
6. การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
7. การจัดการข้อมูลและเอกสาร

2.6.2 ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือโครงการ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด มีการกำหนดระยะเวลาการดำเนินงาน เช่น

- แผนตอบโต้ภาวะฉุกเฉินและการกู้ชีพ (First Aid) ประจำปี จัดทำขึ้นเพื่อมุ่งเน้นให้ความรู้กับบุคลากรภายในคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ ในการซ้อมแผนหนีไฟ หรือเมื่อเกิดเหตุอันไม่คาดคิด รวมไปถึงเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้น เรียนรู้การปฐมพยาบาลเบื้องต้นและการฝึกการปฐมพยาบาลเพื่อช่วยเหลือผู้ที่หยุดหายใจหรือหัวใจหยุดเต้นให้กลับมาหายใจ (CPR) (ภาพที่ 2.3)

- แผนการฝึกอบรม โครงการอบรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการประจำปี โดยจัดขึ้นเป็นประจำทุกปี มุ่งเน้นให้ความรู้ในการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ แก่นิสิตปริญญาตรี ระดับชั้นปีที่ 2 และนิสิตปริญญาโท ระดับชั้นปีที่ 1 (ภาพที่ 2.4)

ภาพที่ 2.3 การฝึกซ้อมแผนตอบโต้ภาวะฉุกเฉินและการปฐมพยาบาลประจำปี

ภาพที่ 2.4 การฝึกอบรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการประจำปี

2.6.3 ด้านการประสานงาน

การสร้างเครือข่ายการทำงานทั้งภายในหน่วยงาน หรือภายนอกหน่วยงาน ทั้งการวิเคราะห์ทดสอบ เช่น การให้ความอนุเคราะห์ทดสอบกับหน่วยงานต่างๆ ภายนอกมหาวิทยาลัย เช่น พาณิชย์จังหวัดต่างๆ และหน่วยงานภายใน การสร้างเครือข่าย การบริการวิชาการต่างๆ สร้างความสัมพันธ์อันดีในหน่วยงานและฝ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อความเข้าใจที่ดีร่วมกัน หรือร่วมมือกันจัดทำและการเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ให้บรรลุวัตถุประสงค์

2.6.4 ด้านการบริการ

(1) การถ่ายทอดความรู้ภายใต้โครงการบริการวิชาการต่างๆ ที่จัดขึ้นโดยหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร (ภาพที่ 2.5) การวิจัยรวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้รับทราบข้อมูลความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์

ภาพที่ 2.5 การฝึกอบรม เรื่องการพัฒนาศักยภาพธุรกิจการส่งออกไม้ดอกไม้ประดับ

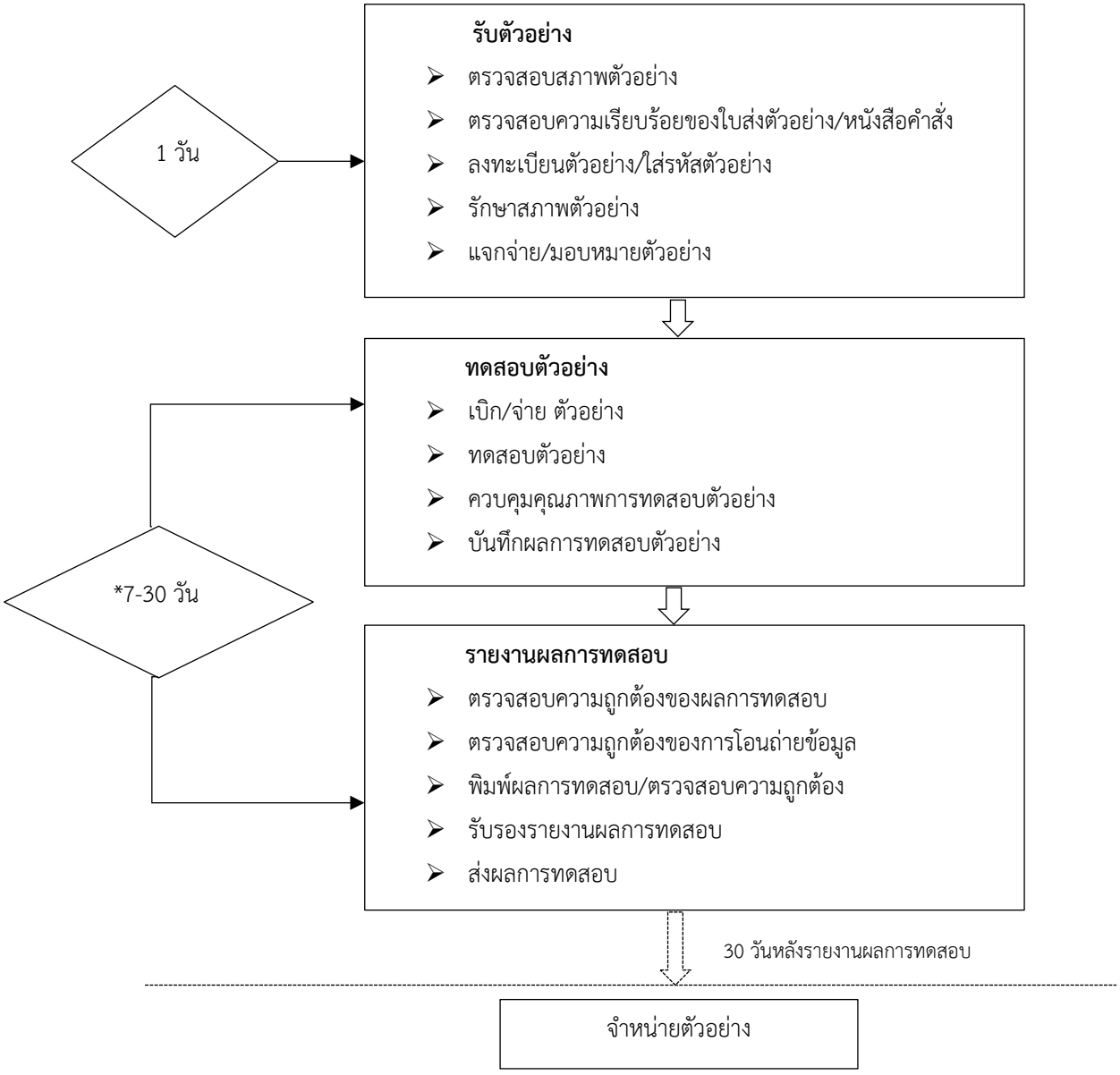
(2) การสนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร เช่น การฝึกปฏิบัติรายวิชาไม้ดอกไม้ประดับ สำหรับสาขาเกษตรศาสตร์ (ภาพที่ 2.6) ในหัวข้อ การขยายพันธุ์พืชด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ภาพที่ 2.6 ปฏิบัติการรายวิชาต่างๆ สำหรับนิสิตสาขาเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานตรวจวิเคราะห์



ภาพที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานตรวจวิเคราะห์

3.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานตรวจวิเคราะห์

3.2.1 การรับตัวอย่าง

3.2.1.1 การยื่นความประสงค์ขอใช้บริการ ผู้ใช้บริการที่มีความประสงค์ขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบหรือ ขอรับบริการใช้อุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการ สามารถกรอกแบบฟอร์มโดยการดาวโหลดที่ https://www.agri.up.ac.th/formscientificinstruments หรือสามารถกรอกแบบฟอร์มการรับ-ส่งตัวอย่างที่เจ้าหน้าที่ของหน่วยได้โดยตรง ณ ห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 3.2 - 3.3)

3.2.1.2 กรณีผู้ใช้บริการภายนอกมีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์รับการตรวจวิเคราะห์ทดสอบหรือขอรับบริการใช้อุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการ ต้องทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ถึงอธิการบดี/คณบดีคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อพิจารณาอนุมัติให้ส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์

3.2.1.3 การพิจารณาอนุมัติให้ส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์พิจารณาอนุมัติให้ดำเนินการส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ได้ กรณีไม่อนุมัติหรือมีข้อปฏิบัติอื่น ๆ ให้เจ้าหน้าที่แจ้งกลับไปยังผู้ขอความอนุเคราะห์

3.2.1.4 กรณีที่ได้รับอนุมัติให้ส่งตัวอย่าง ผู้ใช้บริการที่เป็นบุคลากรภายนอก/ภายในมหาวิทยาลัย กรอกแบบฟอร์มส่งตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการตามแบบฟอร์มการรับ-ส่งตัวอย่างของห้องปฏิบัติการ

3.2.1.5 เจ้าหน้าที่รับตัวอย่างตรวจสอบข้อมูลในแบบฟอร์ม เช่น ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง ชนิดของตัวอย่าง ประเภทของการตรวจวิเคราะห์ จำนวนตัวอย่าง สรุปค่าใช้จ่าย โดยการแจ้งต่อผู้รับบริการเพื่อให้ทราบก่อนการส่งตรวจวิเคราะห์ พร้อมให้เอกสารสำเนาใบรับตัวอย่างแก่ผู้รับบริการเพื่อเป็นหลักฐานในการมารับผลการทดสอบ

3.2.1.6 เจ้าหน้าที่รับตัวอย่างเพื่อลงทะเบียนและกำหนดเลขรับลงในใบส่งตัวอย่าง

3.2.1.7 กรณีที่ห้องปฏิบัติการไม่อยู่ในความสามารถที่จะทำการทดสอบตามเวลาปกติได้ เนื่องจาก มีปริมาณตัวอย่างเข้ามาจำนวนมาก หรือความไม่พร้อมของ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบต่างๆ ซึ่งส่งผลให้การทดสอบล่าช้ากว่าปกติ ไม่สามารถรายงานผลการทดสอบ ในระยะเวลาปกติ

ได้ ให้เจ้าหน้าที่ผู้รับตัวอย่างแจ้ง ผู้ใช้บริการ หากผู้รับบริการยินยอม ให้บันทึกลงในแบบฟอร์มการรับ - ส่งตัวอย่าง

3.2.1.8 การรักษาสภาพตัวอย่าง หลังจากรับตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการ เจ้าหนาที่ปฏิบัติการทำการบันทึกและเฝ้าระวังการเก็บรักษาตัวอย่าง โดยทำการจัดเก็บตัวอย่างตามความเหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดการเสื่อมสภาพของตัวอย่างก่อนการทดสอบต่อไป

สำหรับเจ้าหน้าที่
เลขที่.....

แบบฟอร์มขอรับบริการบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบ
หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพ และบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร
คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา
โทร 054-466-666 ต่อ 3267,3143,3274

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อ-สกุล.....ตำแหน่ง.....

หน่วยงาน

☐ ภายในมหาวิทยาลัย คณะ/กอง/หน่วยงาน/ศูนย์ฯ.....

☐ ภายนอกมหาวิทยาลัย

หน่วยงาน/บริษัท.....เลขที่.....หมู่.....ถนน.....

ตำบล/แขวง.....อำเภอ.....จังหวัด.....

รหัสไปรษณีย์.....โทร.....ต่อ.....โทรสาร.....

มือถือ.....E-mail.....

มีความประสงค์ขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบ

1. .....
2. .....
3. .....

ชนิดตัวอย่าง

1. .....จำนวน.....
2. .....จำนวน.....
3. .....จำนวน.....

ผู้ส่งตัวอย่างต้องการรับตัวอย่างคืนหรือไม่ ☐ ต้องการ ☐ ไม่ต้องการ

การรับผลตรวจวิเคราะห์ทดสอบ ☐ไปรษณีย์☐ รับด้วยตัวเอง ☐ E-mail.....

จำนวนเงิน (ตัวอักษร).....

ลงชื่อ.....ผู้ขอรับบริการ ลงชื่อ.....ผู้ให้บริการ

(.....) (.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างแบบฟอร์มการขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบ (ด้านหน้า)

สำหรับเจ้าหน้าที่

ผู้รับตัวอย่าง.....

วันที่รับตัวอย่าง.....

วันที่ต้องการผลวิเคราะห์.....

จำนวนตัวอย่าง.....ตัวอย่าง.....

การเก็บรักษาตัวอย่าง ☐ ตู้เย็น ☐ อุณหภูมิห้อง ☐ อื่นๆ.....

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (ตัวอย่าง)	ราคา(บาท) ต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น				

จำนวนเงิน (ตัวอักษร).....

ลงชื่อ .....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างแบบฟอร์มการขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบ (ด้านหลัง)

3.2.2 การทดสอบตัวอย่าง การมอบหมายงานทดสอบ

การพิจารณามอบหมายงาน ให้เจ้าหน้าที่ประจำหน่วยฯ เป็นผู้พิจารณาการวิเคราะห์ทดสอบตามพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้บริการระบุ เมื่อมีรหัสตัวอย่างแล้ว ทำการแจ้งการรับตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการให้ผู้รับผิดชอบทดสอบทราบ

3.2.2.1 ขั้นตอนการเบิกตัวอย่าง

เจ้าหน้าที่ผู้ทำการทดสอบทำการรับตัวอย่าง และลงบันทึกการเก็บรักษาและเบิกตัวอย่าง และนำเข้าสู่ห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ทดสอบต่อไป

3.2.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ

เจ้าหน้าที่ผู้ทำการทดสอบนำตัวอย่างไปทำการตรวจวิเคราะห์ตามขั้นตอนและวิธีที่ได้มาตรฐานตามจำนวนหรือปริมาตรที่เหมาะสมในข้อปฏิบัติ เพื่อให้มีจำนวนหรือปริมาณตัวอย่างที่เพียงพอสำหรับการทดสอบพารามิเตอร์อื่นๆ ให้ครบและแล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งรายละเอียดการทดสอบมีดังตารางที่ 1 – 10รวมถึง อัตราค่าบริการสำหรับบุคลากรภายในและภายนอก ทั้งนี้หากระหว่างทำการทดสอบมีการเปลี่ยนแปลง ข้อตกลงที่ได้ทำไว้ตอนรับตัวอย่างครั้งแรกไม่ว่าจะเกิดจากผู้ใช้บริการ หรือเกิดจากห้องปฏิบัติการเอง ให้ดำเนินการตามข้อตกลงใหม่

ตารางที่ 1 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของผลิตผลทางเกษตร

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาทต่อตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
1.	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)	400	500
2.	จำนวนยีสต์และรา (Yeast and mold count)	400	500
3.	โคลิฟอร์ม (Coliform/MPN method)	560	700
4.	ฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform/MPN method)	400	500
5.	เอสเชอริเชีย โคไล *(Escherichia coli)*	560	700
6.	แซลโมเนลลา *(Salmonella* spp.*)*	560	700
7.	บาซิลลัส ซีเรียส *(Bacillus cereus)*	560	700
8.	สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	560	700
9.	คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	960	1,200

ตารางที่ 2 การตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพ เช่น ค่าสีของตัวอย่าง ลักษณะเนื้อสัมผัสความหนืด/ความคงตัว ของผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาทต่อตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
1.	วัดสี (Hunter lab)	240	300
2.	ความหนืด (Brookfield)	400	500
3.	ความคงตัว (Bostwick)	240	300
4.	เนื้อสัมผัส (Texture analyzer)	480	600
5.	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	160	200
6.	กรด-ด่าง (pH meter)	160	200

7.	วอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)	320	400
8.	ความชื้น (Moisture balance / halogen lamp)	240	300
9.	ปริมาณแอลกอฮอล์ (Ebulliometer)	160	200

ตารางที่ 3 การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีของผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาทต่อตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
1.	การเตรียมตัวอย่าง	80	100
2.	วัตถุแห้ง หรือความชื้น (Dry matter)	160	200
3.	โปรตีนรวม (Crude protein)	480	600
4.	ไขมัน (Total fat)	400	500
5.	เยื่อใย(Crude fiber)	560	700
6.	เถ้า (Ash)	400	500
7.	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide, SO_2)	400	500
8.	เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกเป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF)	400	500
9.	เยื่อใยไม่ละลายในสารฟอกเป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF)	400	500

ตารางที่ 4 การตรวจวิเคราะห์ดิน

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาทต่อตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
1.	กรด-ด่าง (pH Meter)	60	70
2.	การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)	60	70
3.	ความต้องการปูน (Lime requirement)	160	200
4.	อินทรียวัตถุ (Organic Matter)	160	200

5.	ความจุประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (Cation change Capacity)	320	400
6.	ไนโตรเจน (Total Nitrogen)	320	400
7.	ไนเตรต (Extractable Nitrate)	200	250
8.	แอมโมเนียม (Extractable Ammonium)	200	250
9.	ฟอสฟอรัส (Available Phosphorus)	160	200
10.	โพแทสเซียม (Exchangeable Potassium)	240	300
11.	โซเดียม (Exchangeable Sodium)	240	300
12.	แคลเซียม (Exchangeable Calcium)	320	400
13.	แมกนีเซียม (Exchangeable Magnesium)	320	400
14.	ค่าเตรียมตัวอย่างดิน	80	100
15.	ความหนาแน่นรวม (Bulk density)	120	150
16.	เนื้อดิน (Soil texture)	240	300
17.	ความชื้นดิน (Soil moisture content)	80	100

ตารางที่ 5 การตรวจวิเคราะห์พืชและปุ๋ย

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาทต่อตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
1.	การเตรียมตัวอย่าง (อบและบด)	80	100
2.	การย่อยตัวอย่าง (Digest)	80	100
3.	กรด – ด่าง (pH Meter)	60	70
4.	อินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon, OC)	160	200
5.	ไนโตรเจน (Total Nitrogen, N)	480	600
6.	ฟอสฟอรัส (Phosphorus, P)	320	400
7.	โพแทสเซียม (Potassium, K)	240	300
8.	โซเดียม (Sodium, Na)	240	300
9.	แคลเซียม (Calcium, Ca)	320	400
10.	แมกนีเซียม (Magnesium, Mg)	320	400

ตารางที่ 6 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาทต่อตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
1.	ความเป็นด่าง (Alkalinity) (Indicator method, Titration)	240	300
2.	แอมโมเนีย (Ammonia) (Spectrophotometer: HACH DR 2800)	240	300
3.	ไนไตรท์ (Nitrite) (Spectrophotometer: HACH DR 2800)	240	300
4.	ไนเตรท (Nitrate) (Spectrophotometer: HACH DR 2800)	240	300
5.	ฟอสฟอรัส (Phosphorus) (Spectrophotometer: HACH DR 2800)	240	300
6.	คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) (Spectrophotometer: HACH DR 2800)	200	250
7.	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve oxygen) (Winkler method, Titration)	160	200
8.	บีโอดี (BOD) (Winkler method, Titration)	400	500
9.	กรด – ด่าง (pH) (Multiparameter: YSI)	80	100
10.	ความกระด้าง (Total Hardness EDTA, Titration)	240	300
11.	ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity Multiparameter: YSI)	80	100

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอม

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาทต่อตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
1.	เชื้อรา	400	500
2.	ไส้เดือนฝอย (ตรวจหาไส้เดือนฝอยสาเหตุของโรค)	400	500
3.	ไส้เดือนฝอย (ตรวจนับไส้เดือนฝอย)	400	500
4.	มูลสัตว์	240	300
5.	ปีกแมลง ชิ้นส่วนแมลง	240	300
6.	สิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ เช่น เส้นผม ขนสัตว์	240	300

ตารางที่ 8 การตรวจสอบสารเคมีในพืช-ผัก

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาทต่อตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
1.	ตรวจสอบสารเคมีในพืช-ผัก ด้วยชุด (KIT GPO)	800	1,000

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์สารอื่น ๆ ในตัวอย่างพืช

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาทต่อตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
1.	ปริมาณวิตามินซี (Ascorbic acid)	1,280	1,600
2.	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content)	1,440	1,800

หมายเหตุ

1. การตรวจสอบสารเคมีในพืช-ผัก ด้วยชุด (KIT GPO) รับวิเคราะห์ตั้งแต่ 5 ตัวอย่างขึ้นไป
2. ในกรณีที่ต้องการผลวิเคราะห์เร่งด่วน (ภายใน 2 วัน) ต้องเสียค่าบริการเพิ่มขึ้น ร้อยละ 30

ตารางที่ 10 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสมุนไพร/สารสกัดสมุนไพร/ผลิตภัณฑ์ครีม โลชั่น เครื่องสำอาง ฯลฯ

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาทต่อตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
1.	ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ paper disc diffusion test / ต่อเชื้อทดสอบที่ใช้อากาศ	1,500 บาท/เชื้อ/สาร	1,500 บาท/เชื้อ/สาร
2.	ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ paper disc diffusion test / ต่อเชื้อทดสอบที่ไม่ใช้อากาศ	2,000 บาท/เชื้อ/สาร	2,000 บาท/เชื้อ/สาร
3.	ค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งและทำลายเชื้อ/ต่อเชื้อทดสอบที่ใช้อากาศ	2,000 บาท/เชื้อ/สาร	2,000 บาท/เชื้อ/สาร
4.	ค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อและทำลายเชื้อ/ต่อเชื้อทดสอบที่ไม่ใช้อากาศ	3,000 บาท/เชื้อ/สาร	3,000 บาท/เชื้อ/สาร

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ทดสอบลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของข้าว

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาทต่อตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
1.	ความกว้างและความยาวของเมล็ดข้าว	80	100
2.	น้ำหนักเมล็ดข้าว	80	100
3.	การทดสอบหาปริมาณอมิโลส (Amylose content)	320	400
4.	การทดสอบอุณหภูมิแป้งสุก (Gelatinization temperature)	320	400

3.2.2.3 การควบคุมคุณภาพการทดสอบ

1) เจ้าหน้าที่ผู้วิเคราะห์นำข้อมูลผลการทดสอบทุกรายการ ส่งให้ผู้ตรวจสอบ ทำการพิจารณาผลการทดสอบ เพื่อตรวจสอบเกณฑ์การทดสอบ
2) ตรวจสอบความถูกต้องของผลการ คำนวณการทดสอบ และตรวจสอบเกณฑ์การทดสอบ หากไม่พบข้อผิดพลาด ให้ดำเนินการต่อไป
3) หากพบข้อผิดพลาด หรือมีส่วนที่ต้องแก้ไขของผลการคำนวณ หรือผลการทดสอบไม่อยู่ในเกณฑ์ควบคุมคุณภาพ ให้เจ้าหน้าที่ทำการทดสอบใหม่ โดยการทำซ้ำและนำส่งให้ผู้ตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง

3.2.2.4 การรายงานผลการทดสอบ

1) เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจวิเคราะห์ ตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดสอบ
2) เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจวิเคราะห์ ส่งผลการทดสอบที่ได้ตรวจสอบแล้ว ให้ผู้ตรวจสอบทำการตรวจสอบผลอีกครั้งเพื่อหาค่าความผิดปกติ
3) เมื่อผลการวิเคราะห์ไม่มีข้อผิดพลาด ให้ผู้วิเคราะห์ ดำเนินการพิมพ์ผลรายงานการทดสอบ
4) เจ้าหน้าที่ผู้วิเคราะห์ ทำการพิมพ์รายงานผลการทดสอบและลงลายมือชื่อผลการรายงาน
5) ผู้ตรวจสอบลงลายมือชื่อรับรองผลการทดสอบ
6) หัวหน้าหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร หรือคณบดีคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยาลงนาม
7) เจ้าหน้าที่รับตัวอย่างแจ้งผู้ขอรับบริการให้รับใบรายงานผลการทดสอบ ตามวิธีการจัดส่ง ในใบขอรับบริการทดสอบ

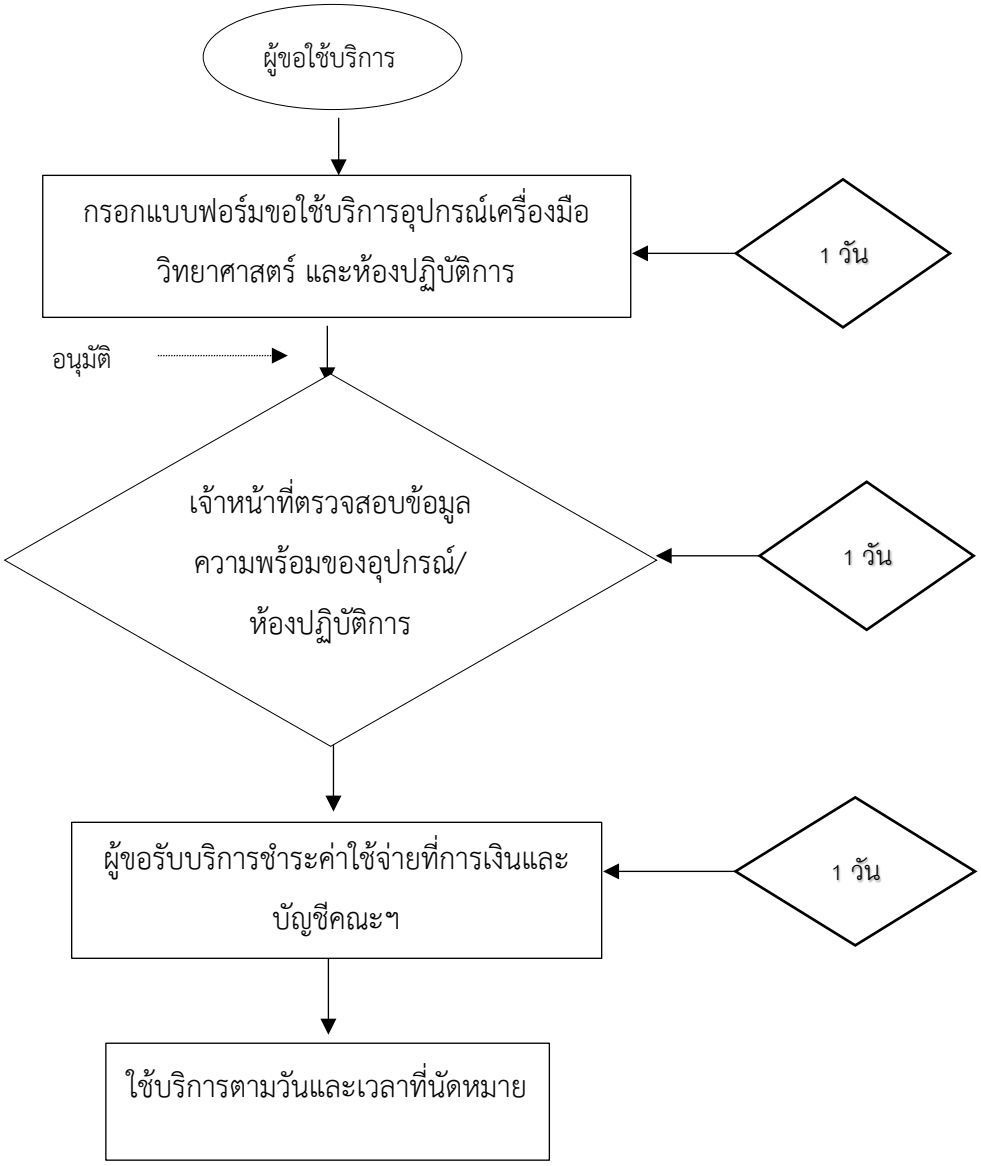
3.2.2.5 การรับใบรายงานผลการทดสอบ

เจ้าหน้าที่รับตัวอย่างแจ้งผู้ขอรับบริการให้รับใบรายงานผลการทดสอบ ได้ 2 วิธี ได้แก่

1. ผู้ขอรับบริการมารับผลด้วยตนเอง โดยมาติดต่อรับผลที่เจ้าหน้าที่ ซึ่งเจ้าหน้าที่ต้องตรวจสอบว่าผู้ขอรับบริการได้ชำระเงินค่าธรรมเนียมการทดสอบเรียบร้อยแล้ว จึงมอบใบรายงาน ผลการทดสอบฉบับจริงพร้อมเก็บสำเนาไว้เป็นหลักฐาน

2. ผู้ขอรับบริการต้องการให้ส่งใบรายงานผลการทดสอบทางไปรษณีย์/โทรสาร หรืออื่นๆ ตามที่ได้ระบุไว้ ให้เจ้าหน้าที่ผู้รับตัวอย่างตรวจสอบว่าผู้ขอรับบริการได้ชำระเงินค่าธรรมเนียมการทดสอบเรียบร้อยแล้ว จึงส่งใบรายงานผล การทดสอบยางฉบับจริงให้ผู้รับบริการต่อไป

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานการใช้บริการอุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการขอรับบริการอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

กฎระเบียบและข้อปฏิบัติ การขอใช้บริการเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์หรือห้องปฏิบัติการของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติ ด้านเกษตรและอาหาร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ จัดทำขึ้นเพื่อเป็น ข้อควรปฏิบัติในภาพรวมสำหรับผู้ขอใช้บริการงานวิจัย บริการวิชาการ หรืองานโครงงานต่างๆ เพื่อรับทราบและยอมรับข้อตกลงร่วมกัน และเป็นไปตามหลักเกณฑ์เดียวกัน ป้องกันการผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ทำงานได้สะดวกเป็นขั้นตอน มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย ง่ายต่อการติดตามและตรวจสอบและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการให้บริการ การติดต่อเพื่อขอใช้บริการสามารถดำเนินงานได้ดังนี้

3.3.1 ติดต่อเจ้าหน้าที่เพื่อขอใช้บริการได้ที่หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร (AGR2201) โดยสามารถตรวจสอบค่าใช้จ่ายอัตราค่าบริการจากเว็บไซต์ หรือติดต่อสอบถามที่หมายเลข 054-466666 ต่อ 3254, 3267 และ 3143

3.3.2 กรอกแบบฟอร์มขอรับบริการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการ โดยสามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มได้ที่ https://www.agri.up.ac.th/formscientificinstruments (ภาพที่ 3.4)

3.3.3 เมื่อได้รับการอนุมัติจากหัวหน้าหน่วยฯ เจ้าหน้าที่จะทำการตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการ เพื่อเตรียมความพร้อม

3.3.4 ผู้ขอรับบริการสามารถชำระค่าใช้จ่ายได้ที่การเงินและบัญชีของคณะฯ ก่อนการใช้บริการ

3.3.5 ผู้ขอรับบริการสามารถใช้บริการเครื่องมือ อุปกรณ์หรือห้องปฏิบัติการได้ตามวันและเวลาที่ได้นัดหมายไว้ หากมีเหตุผลและความจำเป็นที่ไม่สามารถเข้าใช้บริการตามวันเวลาที่กำหนด ขอให้แจ้งยกเลิกหรือเลื่อนวันต่อเจ้าหน้าที่ของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหารเป็นการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วันทำการ โดยขั้นตอนการขอรับบริการ ดังแสดงในแผนภาพที่ 3.4 โดยเครื่องมือวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการที่ได้รับมอบหมายในการให้บริการสำหรับบุคคลทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ดังตารางที่ 12

3.4 ระบบตรวจสอบติดตามและประเมินผล

หน่วยงานจะมีการตรวจผลและกำกับดูแลผลการดำเนินงาน หรือการวิเคราะห์ทดสอบโดยมีผู้จสอบซึ่งเป็นตัวแทนหรือผู้เชี่ยวชาญในด้านสาขานั้นๆ เป็นผู้ตรวจสอบการรายงานผลก่อนส่งให้รับบริการทุกครั้ง อันจะเป็นแนวทางสร้างความมั่นใจให้กับผู้ขอรับบริการ

ตารางที่ 12 อัตราค่าบริการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคา (บาท/หน่วย)
1.	การใช้บริการโรงงานต้นแบบพร้อมอุปกรณ์งานบ้านงานครัว	1 ครั้ง	2,000
2.	เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดทศนิยม 2 ตำแหน่ง	1 ชั่วโมง	50
3.	เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดทศนิยม 4 ตำแหน่ง	1 ชั่วโมง	50
4.	เครื่องชั่งอุตสาหกรรม ขนาด 15 กก. แบบดิจิตอล	1 ชั่วโมง	50
5.	เครื่องชั่งหาความชื้น	1 ชั่วโมง	50
6.	ไมโครปิเปต ขนาด 10-100	1 ชั่วโมง	50
7.	ไมโครปิเปต ขนาด 100-1000	1 ชั่วโมง	50
8.	เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแบบเสียบและจุ่ม	1 ชั่วโมง	50
9.	เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้, ปริมาณเกลือในอาหาร	1 ชั่วโมง	50
10.	เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างแบบพกพา	1 ชั่วโมง	50
11.	เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ (ใช้ในการต้ม)	1 ครั้ง	100
12.	เครื่องปั่น	1 ชั่วโมง	50
13.	เครื่องปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenizer)	1 ชั่วโมง	500
14.	เครื่องปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันความเร็วสูง	1 ชั่วโมง	500
15.	เครื่องบดตัวอย่างอาหารแบบ Variable speed rotor mill	1 ชั่วโมง	800
16.	ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)	1 ครั้ง	500
17.	ตู้อบลมร้อนระบบไฟฟ้าแบบถาด 12 ถาด (Tray Dryer)	1 ครั้ง	500
18.	เตาอบไฟฟ้าอินฟาเรด ขนาด 4 ถาด	1 ครั้ง	500
19.	เตาอบแก๊สอัตโนมัติ	1 ครั้ง	500
20.	ตู้อบรมควัน	1 ครั้ง	500
21.	เตาแก๊ส 2 หัว แบบ HI pressure Gas	1 ชั่วโมง	50
22.	เครื่องฆ่าเชื้อ Retort pouch แนวนอน 350 ลิตร	1 ครั้ง	1-3 ชั่วโมง คิด 800 > 3 ชั่วโมง คิด 1,000
23.	เครื่องกำเนิดไอน้ำแบบใช้ไฟฟ้า	1 ครั้ง	1-3 ชั่วโมง คิด 800 > 3 ชั่วโมง คิด 1,000

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคา (บาท/หน่วย)
24.	เครื่องไล่อากาศ	1 ครั้ง	1-3 ชั่วโมง คิด 800 > 3 ชั่วโมง คิด 1,000
25.	เครื่องปิดฝากระป๋องแบบกึ่งอัตโนมัติ	1 ครั้ง	500
26.	เครื่องวัดอุณหภูมิภายในกระป๋อง	1 ชั่วโมง	100
27.	ชุดเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพกระป๋อง	1 ชั่วโมง	50
28.	หม้อนึ่งความดันชนิดแก๊ส	1 ครั้ง	1000
29.	เครื่องปิดฝาถ้วยแบบกึ่งอัตโนมัติ	1 ครั้ง	500
30.	เครื่องทำไอศกรีมพร้อมอุปกรณ์ประกอบ	1 ครั้ง	1500
31.	เครื่องแช่เยือกแข็งแบบลมเป่า (Air blast freezer)	1 ครั้ง	1500
32.	ตู้แช่เยือกแข็ง อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส	1 ชั่วโมง	50
33.	ตู้เย็นอุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส	1 ชั่วโมง	50
34.	เครื่องวัดค่าความคงตัวของอาหาร (Bostwick consistories)	1 ชั่วโมง	80
35.	เครื่องปิดผนึกถุงสุญญากาศ (Vacuum sealing machine)	1 ชั่วโมง	500
36.	เครื่องระเหยสุญญากาศ	1 ชั่วโมง	100
37.	เครื่องผสมสารละลายในหลอดทดลอง	1 ชั่วโมง	50
38.	เครื่องกวนสารละลายพร้อมแผ่นให้ความร้อน	1 ชั่วโมง	50
39.	เครื่องร่อนตะแกรงขนาดมาตรฐาน	1 ชั่วโมง	50
40.	เครื่องห่ออาหารสด	1 ชั่วโมง	50
41.	โถดูดความชื้น	1 ชั่วโมง	50
42.	เครื่องสับผสม	1 ครั้ง	350
43.	เครื่องบรรจุไส้กรอกแบบมือหมุน	1 ครั้ง	350
44.	เครื่องผูกไส้กรอก	1 ครั้ง	350
45.	บล็อกอัดแฮม และอัดหมูยอ	1 ครั้ง	350
46.	เครื่องบดเนื้อ และอัดไส้กรอก	1 ครั้ง	350
47.	เครื่องผสมขนมปังแบบ 2 แขน 5 กิโลกรัม	1 ครั้ง	350
48.	เครื่องผสมอาหารแบบเอนกประสงค์	1 ครั้ง	350
49.	เตาอบไมโครเวฟ แบบอุตสาหกรรม	1 ครั้ง	500

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคา (บาท/หน่วย)
50.	เครื่องวัดความเร็วลม	1 ชั่วโมง	80
51.	เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงสารละลายแบบ Double beam	1 ชั่วโมง	300
52.	เครื่องปิดฝาขวดแบบห่วงดึงกึ่งอัตโนมัติ	1 ครั้ง	500
53.	เครื่องคั้นน้ำผลไม้แยกกากน้ำระบบไฮโดรลิค	1 ครั้ง	2,000
54.	เครื่องทำแห้งตัวอย่าง (Freeze dryer)	1 ชั่วโมง	150
55.	กล้องจุลทรรศน์แบบ Compound	1 ชั่วโมง	40
56.	กล้องจุลทรรศน์แบบ Stereo	1 ชั่วโมง	40
57.	กล้องจุลทรรศน์ พร้อมชุดถ่ายภาพ	1 ชั่วโมง	60
58.	น้ำบริสุทธิ์ (Reverse Osmosis)	1 ลิตร	20
59.	น้ำบริสุทธิ์ (Deionized water)	1 ลิตร	60
60.	น้ำบริสุทธิ์สูง (Ultrapure water)	1 ลิตร	100

บทที่ 4

เทคนิคการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงาน ขั้นตอนการเตรียมงานก่อนการวิเคราะห์ต่างๆ ผู้ปฏิบัติงานต้องมีทักษะในการดำเนินงาน การจัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ ในห้องวิเคราะห์ทดสอบ จึงจะสามารถดำเนินการตรวจวิเคราะห์ได้ตรงตามจุดประสงค์ โดยมีขั้นตอนการเตรียมการต่างๆ ดังนี้

4.1 กิจกรรม/แผนการปฏิบัติงาน

การกำหนดแผนกิจกรรม หรือแผนการปฏิบัติงาน มีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดระยะเวลาก่อนการลงมือปฏิบัติการงานวิเคราะห์ทดสอบจริง เพื่อให้มีความกระชับทางด้านระยะเวลา และความชัดเจนในการปฏิบัติงาน เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีคุณภาพและเป็นการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้ใช้บริการเกิดความมั่นใจในการดำเนินงานของหน่วยวิเคราะห์ทดสอบ ฯ โดยมีแผนการปฏิบัติงานต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 13 แผนการปฏิบัติงานก่อนทำการวิเคราะห์ทดสอบ

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินการ*
1. ศึกษาประเภทของการตรวจวิเคราะห์และผู้รับผิดชอบในการวิเคราะห์	1 วัน
2. จัดเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการและวัสดุอุปกรณ์	1 วัน
3. ทำการวิเคราะห์ทดสอบ	1-2 สัปดาห์
4. ออกผลการวิเคราะห์ทดสอบ	1-2 วัน
5. ส่งผลวิเคราะห์ทดสอบให้การเงินและบัญชี	30 นาที
6. ผู้รับบริการชำระค่าบริการพร้อมรับผลการวิเคราะห์	1 วัน

***หมายเหตุ** ระยะเวลาเป็นเพียงการคาดการณ์ในเบื้องต้น ทั้งนี้อยู่กับความพร้อมของผู้ปฏิบัติงาน อาจปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์และความเหมาะสม

4.2 ขั้นตอนและวิธีปฏิบัติงาน

ในขั้นและการปฏิบัติงานของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติ ด้านเกษตรและอาหาร จะทำการพิจารณาขั้นตอนและวิธีการไปตาม การวิเคราะห์ทดสอบที่แตกต่างกันไป ดังนี้

4.2.1 การตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางจุลินทรีย์ของผลิตผลทางเกษตร ได้แก่

1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)
2. จำนวนยีสต์และรา (Yeast and mold count)
3. โคลิฟอร์ม (Coliform/MPN method)
4. ฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform/MPN method)
5. เอสเชอริเชีย โคไล *(Escherichia coli)*
6. แซลโมเนลลา *(Salmonella* spp.*)*
7. บาซิลลัส ซีเรียส *(Bacillus cereus)*
8. สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*
9. คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*

4.2.1.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

หลักการ

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดหรือ Total Plate Count (TPC) หมายถึง การนับจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในตัวอย่างหรือตัวอย่างที่ถูกเพาะบนจานเพาะเชื้อ เป็นจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตและอยู่ในวัตถุดิบ เช่น การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบ ผลิตภัณฑ์อาหาร สิ่งแวดล้อม บริเวณที่ผลิตอาหาร พื้นผิวสัมผัสอาหาร (food contact surface) น้ำ อากาศ

โดย TPC เป็นตัววัดที่ใช้ในการประเมินความสะอาดหรือความสามารถในการควบคุมจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม อาหาร หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ทางการเกษตรและอาหาร โดยจะใช้เทคนิคการเตรียมตัวอย่างและการเพาะเชื้อบนอาหารที่เหมาะสม มีการเตรียมตัวอย่างแบบสุ่มสมบูรณ์ และการใช้อาหารเพาะเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ต้องการตรวจนับ การวัด TPC ใช้หน่วย Colony

Forming Units (CFU) ซึ่งคือจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตเป็นโคโลนีเล็กๆ บนจานเพาะเชื้อเพื่อประเมินจำนวนที่มีอยู่ในตัวอย่าง

วิธีการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่ในตัวอย่าง ทำได้โดยการเจือจางตัวอย่างให้อยู่ในช่วง ที่สามารถนับจำนวนของจุลินทรีย์ได้จุลินทรีย์ในตัวอย่างจะเจริญเป็นโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อเรียกว่า “colony forming unit (CFU)” จากนั้นนำไปคำนวณจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่าง (heterotrophic plate count) และรายงานผลเป็น CFU ต่อหน่วยของตัวอย่าง อาจใช้คำว่า aerobic plate count, standard plate count, viable plate count หรือ total plate count แทน “heterotrophic plate count” ซึ่งสามารถตรวจสอบด้วยวิธี Pour plate และ Spread plate

วิธีการ

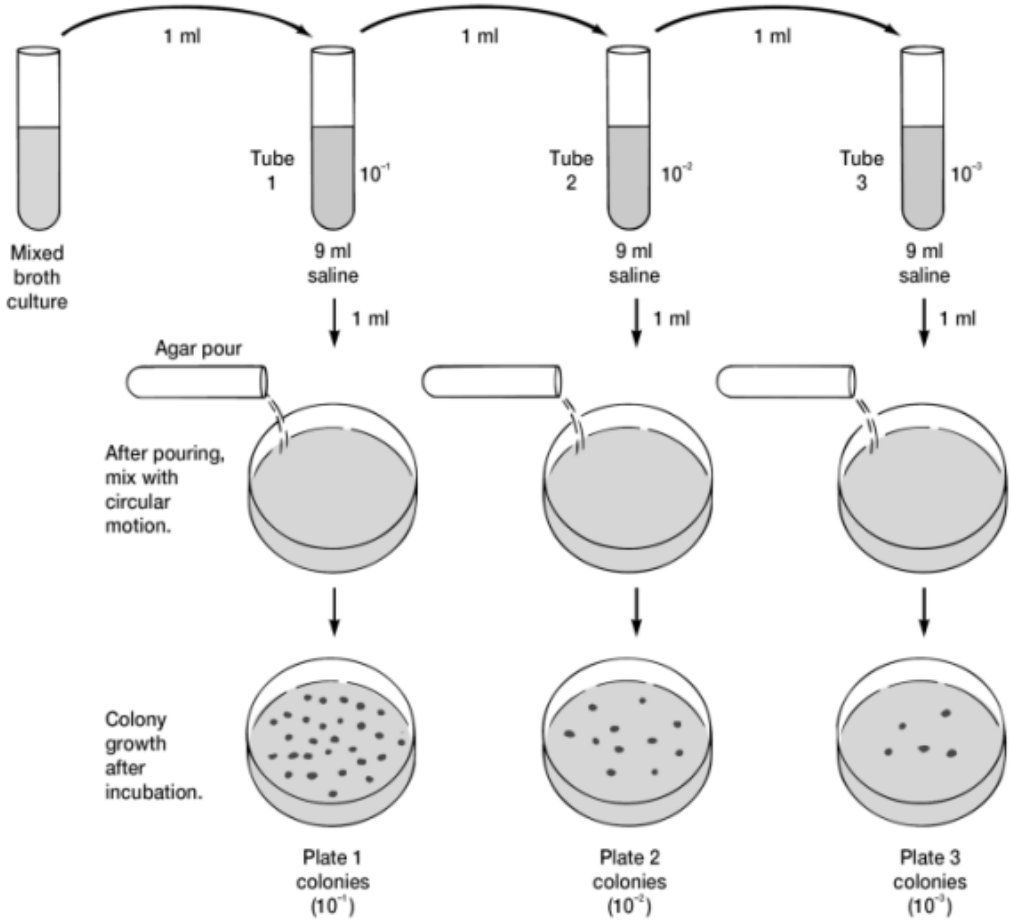
การเทเพลท (Pour – plate technique)

เทคนิคการเพาะเชื้อแบบ pour-plate technique ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ได้เช่นกัน โดยตัวอย่างเริ่มต้นจะถูกเจือจางให้มีความเข้มข้นหลายๆ ระดับด้วยเทคนิค serial dilution เพื่อทำให้เชื้อถูกเจือจางมากพอที่จะทำให้เกิดโคโลนีเดี่ยวๆ บนจานเพาะเชื้อ โดยนำตัวอย่างที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสมเติมลงในจานเพาะเชื้อเปล่าที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว แล้วทำการเทอาหารวุ้นลง (Agar Medium) ไปในจานเพาะเชื้อ (โดยอุณหภูมิของอาหารเพาะเชื้อประมาณ 48-50 องศาเซลเซียส ซึ่งจะไม่ทำให้เชื้อแบคทีเรียและยีสต์ตายได้) ผสมอาหารและเชื้อให้เข้ากันและให้เกิดการกระจายอย่างสม่ำเสมอด้วยการหมุนจานเพาะเชื้อ เมื่อวุ้นเกิดการแข็งตัว เซลล์จุลินทรีย์จะถูกตรึงให้อยู่ด้านในของอาหาร และจะเกิดโคโลนีของเชื้อขึ้นมา

ขั้นตอนทั่วไปสำหรับเทคนิคการเทเพลทมีดังนี้

1. เตรียมอุปกรณ์ทั้งหมด สวมอุปกรณ์ป้องกันตัว ทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน และติดตั้งอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ
2. เตรียมตัวอย่าง: หากตัวอย่างเป็นรูปแบบของของเหลว ให้ละลายตัวอย่างแบบเจือจาง serial dilutionเพื่อทำให้มีจำนวนเชื้อสามารถอยู่ในช่วงที่สามารถนับจำนวนได้ หากตัวอย่างเป็นรูปแบบของของแข็งหรือของเหลวประมาณครึ่งแข็ง ให้ละลายตัวอย่างในน้ำสะอาดปราศจากเชื้อ

หรือสารละลายอื่น ๆ ตามความเหมาะสม (โดยทั่วไป น้ำสะอาด 9 มล. ใส่ตัวอย่าง 1 กรัม เพื่อให้ได้ความเข้มข้น 10^{-1} gm/mL) การเจือจางลำดับ การเจือจางลำดับ (ภาพที่ 4.1) แล้วดูดสารละลายที่มีตัวอย่างเจือจางลงในจานเพาะเชื้อ 1 มล.



ภาพที่ 4.1 แสดงการทำให้ตัวอย่างเจือจางด้วยสารละลายที่เหมาะสม

ที่มา: Alnaimat and AbuShattal (2012)

3. การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยง การเตรียมอาหารที่เหมาะสม เช่น Nutrient Agar และ Plate Count Agar สำหรับแบคทีเรีย และ Potato Dextrose Agar หรือ Sabouraud Dextrose Agar สำหรับเชื้อรา จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ แล้วถูกทำให้เย็นลงประมาณ 40 - 45°C (สูงสุดไม่เกิน

55°C) แต่อย่าให้แข็งตัวเต็มที่ จากนั้นเทอาหารลงผสมตัวอย่างในจานเพาะเชื้อ เขย่าจานเพาะเชื้อเบาๆ ให้สารละลายตัวอย่างและอาหารเข้ากัน รอจนแข็งตัวดี จากนั้นนำไปบ่ม 24 - 48 ชั่วโมงแล้วตรวจนับผล

วิธีการทำให้เชื้อกระจายในจานเพาะเชื้อ (Spread plate)

เทคนิคการแยกจุลินทรีย์ให้บริสุทธิ์ที่สามารถตรวจนับปริมาณ (microbial population count) ได้โดยมีการเจือจางเป็นลำดับส่วน (serial dilution) จากนั้นปิเปตต์ตัวอย่างที่มีความเจือจางตามต้องการโดยวิธี aseptic technique ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ตัวอย่างลงบนอาหารวุ้นแข็ง ซึ่งเป็นอาหารชนิดเดียวกันกับวิธี และทำการเกลี่ยตัวอย่างให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหารด้วย sterile spreader รูปตัว L ที่ทำจากแท่งแก้ว โคโลนี (colony) ของจุลินทรีย์จะเจริญบนอาหารวุ้นแข็งเท่านั้น (ภาพที่ 4.2) วิธีการ spread plate นี้ง่ายและสะดวกกว่าวิธี pour plate technique แต่ไม่เหมาะสำหรับจุลินทรีย์ที่ไวต่อออกซิเจน

ขั้นตอนทั่วไปสำหรับเทคนิค Spread plate

1. เตรียมอุปกรณ์ทั้งหมด สวมอุปกรณ์ป้องกันตัว ทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน และติดตั้งอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

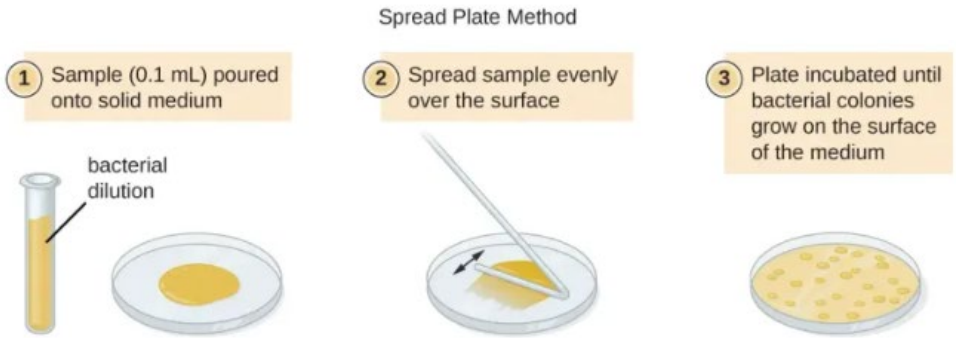
2. เตรียมตัวอย่าง: ทำการเจือจางเชื้อเป็นลำดับส่วน (serial dilution) จากนั้นดูดสารละลาย 0.1 มล. นำไปวางไว้ในตรงกลางของพื้นผิวหน้าอาหารในจานเพาะเชื้อ ซึ่งเป็นอาหารแข็งประเภทเดียวกับ Pour plate ได้แก่ Nutrient Agar และ Plate Count Agar สำหรับแบคทีเรีย และ Potato Dextrose Agar หรือ Sabouraud Dextrose Agar สำหรับเชื้อรา

3. เตรียมแท่งแก้วรูปตัว L: จุ่มแอลกอฮอล และเผาผ่านเปลวไฟเพื่อทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่เกาะอยู่บนแท่งแก้ว

4. กระจายตัวอย่างเชื้อแบคทีเรีย: ใช้แท่งแก้ว spread เกลี่ยเชื้อให้กระจายทั่วผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ ระวังอย่าให้โดยขอบจานเพาะเชื้อ วางหงายจานเพาะเชื้อไว้นานประมาณ 15 นาที เพื่อให้สารละลายเชื้อซึมเข้าไปในวุ้น แล้วจึงคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

5. นำไปบ่มในอุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง

6. ตรวจเช็คผลโดยการนับจำนวน โคโลนีที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 4.2 ขั้นตอนทำให้เชื้อกระจายในจานเพาะเชื้อ (Spread plate)

ที่มา: microbeonline.com/spread-plate-technique

การคำนวณ

1. นับจานเพาะเชื้อที่มี 30-300 โคโลนี ต่อจานอาหารให้นำผลที่นับได้นำไปคำนวณตามสูตร

$$\text{CFU/มิลลิลิตร} = \frac{\text{จำนวนโคโลนีที่นับได้}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างในจานเพาะเชื้อ (มิลลิลิตร)}}$$

2. ถ้าไม่มีจานเพาะเชื้อใดมีโคโลนีในช่วง 30-300 โคโลนีแต่มี 1 จานเพาะเชื้อ หรือมากกว่า มีจำนวนโคโลนีมากกว่า 300 โคโลนีให้นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนใกล้ 300 มากที่สุด แล้วคำนวณตามสูตรในข้อ 1

3. ถ้าทุกจานเพาะเชื้อจากทุกระดับเจือจางไม่มีโคโลนีขึ้นเลย ให้รายงานเป็น น้อยกว่า 1 หารด้วยปริมาตรตัวอย่างสูงสุดที่ใช้วิเคราะห์เช่น ถ้าไม่มีโคโลนีขึ้นเลยจากตัวอย่างปริมาตร สูงสุด 0.01 มิลลิลิตรให้รายงานว่า น้อยกว่า 100 CFU/มิลลิลิตร
4. ถ้าทุกจานเพาะเชื้อมีมากกว่า 300 โคโลนีให้นับจำนวนโคโลนีดังนี้
   - ถ้ามีจำนวนโคโลนีน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตารางเซนติเมตร (1 ช่องของเครื่องนับโคโลนี = 1 ตารางเซนติเมตร)

     - สำหรับจานเพาะเชื้อแก้ว ขนาด 65 ตารางเซนติเมตร (100 × 15 มิลลิเมตร) ให้นับจำนวนโคโลนีรวมทั้งหมด 13 ช่อง โดยนับในแนวนอน 7 ช่อง แนวตั้ง 6 ช่อง และให้ช่องที่นับต่อเนื่องกัน ระวังอย่าอ่านช่องซ้ำ นำค่าที่ได้ทั้งหมดบวกกัน แล้วคูณด้วย 5

     - สำหรับจานเพาะเชื้อพลาสติก ขนาด 57 ตารางเซนติเมตร (90 × 15 มิลลิเมตร) ให้สุ่มนับโคโลนีรวมทั้งหมด 19 ช่อง นำค่าที่ได้ทั้งหมดบวกกันแล้วคูณด้วย 3
   - ถ้าโคโลนีมีมากกว่า 100 โคโลนีต่อตารางเซนติเมตรสำหรับจานเพาะเชื้อแก้ว ให้รายงานมากกว่า 6,500 หารด้วยปริมาตรตัวอย่างที่น้อยที่สุดในจานเพาะเชื้อ ที่ใช้วิเคราะห์และสำหรับจานเพาะเชื้อพลาสติกให้รายงานมากกว่า 5,700 หารด้วยปริมาตรตัวอย่างที่น้อยที่สุด

5. ถ้าจานเพาะเชื้อที่เลือกพบโคโลนีที่แผ่กระจายในจานเพาะเชื้อ (spreading colony) ให้นับเฉพาะโคโลนีที่แยกเป็นโคโลนีเดี่ยวในบริเวณที่ไม่มีการแผ่กระจาย และบริเวณที่โคโลนี แผ่กระจายต้องครอบคลุมพื้นที่ไม่เกินครึ่งจานเพาะเชื้อ ถ้ามากเกินให้รายงานผลเป็น Spreaders (Spr.)

6. การนับโคโลนีที่แผ่กระจาย (spreader) ให้นับแต่ละลักษณะต่อไปนี้เป็น 1 โคโลนี

- สายโคโลนีที่เรียงต่อเนื่องกัน ซึ่งเกิดจากกลุ่มเซลล์แบคทีเรียที่ไม่แยกจากกันขณะที่ เทอาหารวุ้นผสมกับตัวอย่าง

- โคโลนีที่แผ่กระจายเป็นแผ่นฟิล์ม (film) อยู่ระหว่างวุ้น และก้นจานเพาะเชื้อ

- โคโลนีที่แผ่กระจายเป็นแผ่นฟิล์มอยู่บริเวณขอบจานเพาะเชื้อ หรือบนผิวหน้าวุ้น

7. นับแยกโคโลนีที่มีลักษณะคล้ายกันและอยู่ใกล้กันมากแต่ไม่ติดกัน โดยมีระยะห่างกันอย่างน้อย เท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีที่เล็กที่สุดที่ขึ้นบนจานเพาะเชื้อ

8. นับแยกโคโลนีที่อยู่ติดกันแต่มีลักษณะโคโลนีหรือสีที่แตกต่างกัน

4.2.1.2 จำนวนยีสต์และรา (Yeast and mold count)

หลักการ

ราหรือเชื้อรา (mold หรือ mould) คือ จุลินทรีย์ในกลุ่มฟังไจ (fungi) ราเจริญได้ในภาวะที่มีอากาศเท่านั้น (obligate arobe) จึงพบเจริญของราบริเวณผิวหน้าของอาหาร ราเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย แต่ในอุตสาหกรรมอาหารก็นำรามาใช้ประโยชน์เพื่อการหมัก เช่น ซีอิ้ว เต้าเจี้ยว มิโซะ เนยแข็ง เป็นต้น ยีสต์ เป็นฟังไจที่อยู่ในกลุ่มแอสโคไมซิทิส ไม่มีการเจริญแบบเส้นสาย และเป็นเซลล์เดี่ยวๆ มีรูปร่างเป็นรูปไข่หรือกลม ส่วนยีสต์มีทั้งที่มีประโยชน์และโทษในอาหาร กระบวนการหมักของยีสต์มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรมของอาหารหลายอย่าง เช่น เบียร์ ไวน์ ขนมปัง น้ำส้มสายชู เป็นการผลิตเอนไซม์หรืออาหารหลายชนิดก็ได้จากการเจริญของยีสต์ ในทางตรงกันข้าม ยีสต์จะเป็นโทษเนื่องจากเป็นสิ่งที่ทำให้อาหารหลายชนิด เช่น กะหล่ำปลีดอง น้ำผลไม้ น้ำเชื่อม น้ำผึ้ง เนื้อสัตว์ ไวน์ และอื่นๆ ราและยีสต์ เป็นจุลินทรีย์ที่พบทั่วไปตามธรรมชาติ จึงเป็นต้นเหตุของการเน่าเสียของอาหารหลายชนิด

จุลินทรีย์กลุ่มนี้เจริญเติบโตบนอาหารโดยอาจสังเกตได้จากลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนอาหารที่เสียหาย อาการที่เป็นที่พบมากคือการเกิดจุดเน่าขนาดต่าง ๆ บนอาหาร และการเกิดเมือกหรือเส้นใยสีขาว นอกจากนี้ยังสามารถเกิดการสร้างสปอร์สีต่าง ๆ ที่ทำให้อาหารมีกลิ่นและรสผิดปกติได้ เชื้อรามักจะเจริญช้ากว่าแบคทีเรียและมีความต้องการสิ่งจำเป็นในการเจริญน้อยกว่า โดยมักต้องการสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความเข้มข้นของกรดเกลือและน้ำตาลที่สูง รวมทั้งสภาพที่แห้ง ดังนั้น จุลินทรีย์กลุ่มนี้มักเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรียในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะเมื่อมีความเข้มข้นของกรดเกลือและน้ำตาลสูง รวมถึงสภาพที่แห้ง เหตุนี้ทำให้อาหารประเภทกึ่งแห้ง เช่น ธัญพืช ถั่วต่าง ๆ และผลไม้ มีความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาการเน่าเสียได้ง่าย

วิธีการ

ยีสต์และราส่วนใหญ่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต (obligate aerobes) เจริญได้ที่อุณหภูมิ 10 - 35^{o} ^{C} ความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 2-9 ปริมาณน้ำอิสระ (water activity) เท่ากับ หรือน้อยกว่า 0.85 การตรวจนับจำนวนยีสต์และราทำได้โดยเจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายสำหรับเจือจาง 10 เท่าตามลำดับ (serial ten-fold dilutions) ให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่เหมาะสม ใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อเฉพาะ(ส่วนใหญ่จะใส่สารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย) บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25^{o} ^{C} 5-7 วัน นำมานับจำนวน และคำนวณจำนวนยีสต์และราต่อตัวอย่าง 1 กรัมหรือมิลลิลิตร

การตรวจปริมาณ แบบ dilution plating technique มี 2 วิธีคือ pour plate และ spread plate (ทำเช่นเดียวกับการหาปริมาณเชื้อทั้งหมด)

วิธี Pour plate

นำตัวอย่างเริ่มต้นหรือที่เจือจางตามความเหมาะสม (1:10 หรือ 1:100,...) ปิเปตลงบนจานเพาะเชื้อ เทด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะชนิดแข็ง ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้วุ้นแข็ง นำไปบ่ม นับจำนวนโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะ

วิธีspread plate

นำตัวอย่างเริ่มต้นหรือที่เจือจางตามความเหมาะสม (1:10 หรือ 1:100, ...) ปิเปตลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะชนิดแข็ง ใช้แท่งแก้วงอเกลี่ยให้ทั่วจนกระทั่งผิวหน้าของวุ้นแห้ง นำไปบ่ม นับจำนวนโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะ

การคำนวณ

การคำนวณเชื้อราหรือยีสต์ เป็นค่าเฉลี่ยของการนับโคโลนีจาก 3 จานเพาะเชื้อ และคูณด้วยระดับความเจือจางต่ำสุด

ตัวอย่าง การตรวจโดยใช้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร (โดยวิธีpour plate) ที่ระดับความเจือจาง 1:100 นับจำนวนโคโลนีจาก 3 จานเพาะเชื้อ ได้ 18, 20 และ 22

จำนวนยีสต์หรือรา CFU/กรัม = ค่าเฉลี่ยโคโลนีที่นับได้x ระดับความเจือจางต่ำสุด

= 20 x 100

= 2,000

ตัวอย่าง การตรวจโดยใช้ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร (โดยวิธี spread plate) ที่ระดับความเจือจาง 1:100 นับ จำนวนโคโลนีจาก 3 จานเพาะเชื้อ ได้ 18, 20 และ 22

จำนวนยีสต์หรือรา CFU/กรัม = ค่าเฉลี่ยโคโลนีที่นับได้x ระดับความเจือจางต่ำสุด x 10

= 20 x 100 x 10

= 20,000

4.2.1.3 โคลิฟอร์ม (Coliform/MPN method)

หลักการ

การตรวจสอบคุณภาพน้ำและอาหารด้วยแบคทีเรีย เป็นเครื่องมือที่สามารถบ่งบอกถึงระดับความสกปรกของน้ำและอาหาร เนื่องจากมีแบคทีเรียหลายชนิดที่ก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร เช่น ไทฟอยด์ บิด และอหิวาห์ ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในอุจจาระ เมื่อถูกขับถ่ายปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจะถูกแพร่กระจายไปโดยมีน้ำเป็นสื่อ และจะมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของคนที่ใช้น้ำในแหล่งน้ำนั้น ดังนั้นในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย จึงต้องวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่เป็นอันตราย (Pathogens) ต่างๆ ในน้ำ การตรวจสอบชนิดของแบคทีเรียที่เป็นอันตราย ต่างๆ ในตัวอย่างน้ำโดยตรงอาจต้องใช้เวลานาน ยุ่งยาก และสิ้นเปลืองมาก ทำให้ในปัจจุบันมักนิยมใช้การตรวจหาแบคทีเรียชี้แนะแทน (Bacteriological indicator) โดยเฉพาะแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม เพื่อเป็นดัชนีชี้แนะว่าแหล่งน้ำนั้นน่าจะมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายมากน้อยเพียงใด

โคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือโคลิฟอร์มที่เกี่ยวข้องกับอุจจาระ (Fecal coliform) และโคลิฟอร์มที่ไม่เกี่ยวข้องกับอุจจาระ (Non-fecal coliform) โคลิฟอร์มที่เกี่ยวข้องกับอุจจาระอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น และถูกขับออกมากับอุจจาระ ตัวอย่างของแบคทีเรียใน

กลุ่มนี้คือ *Escherichia coli* แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม ส่วนใหญ่ไม่ใช่จุลินทรีย์ก่อโรค แต่ปริมาณของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สุขาภิบาลอาหาร (Food sanitation) และน้ำ หามีปริมาณมาก แสดง ถึงความไม่สะอาด ไม่ถูกสุขลักษณะ อาจมีการปนเปื้อนของอุจจาระของคน หรือสัตว์เลือดอุ่น ซึ่งมีบทบาทสำคัญกับต่อการเน่าเสียของอาหารต่างๆ และก่อให้เกิดโรคติดเชื้อจากอาหารได้

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) เป็นกลุ่มแบคทีเรียในวงศ์ Enterobacteriaceae ที่ประกอบด้วย Escherichia, Enterobacter, Klebsiella, Citrobacter, และ Serratia ซึ่งมีลักษณะเด่นคือรูปร่างท่อนสั้นและติดสีแกรมลบ กลุ่มแบคทีเรียนี้ไม่สร้างสปอร์และสามารถเจริญเติบโตในสภาพออกซิเจน (Aerobic bacteria) และกึ่งไร้ออกซิเจน (Facultative anaerobic bacteria) โดยสามารถหมักน้ำตาลเป็นกรดและก๊าซได้ภายในเวลา 48 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส ดังนั้นการใช้วิธี multiple tube fermentation technique รายงานผลเป็นค่า MPN ซึ่งเป็นค่าทางสถิติวิธีนี้ใช้สำหรับตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์เชิงกึ่งปริมาณ (semi- quantitative) โดยเฉพาะกรณีที่ตัวอย่างมีปริมาณเชื้อต่ำ ใช้ตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มที่เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน โคลิฟอร์ม เป็นแบคทีเรียชนิดแท่ง แกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ ใช้น้ำตาลแลคโตส เกิดกรดและสร้างก๊าซภายใน 48 $\pm$ 3 ชั่วโมง ที่อุณภูมิ 35 ^{0}C

วิธีการ

นำตัวอย่างอาหารพร้อมบริโภคแต่ละประเภทมาวิเคราะห์ ผลโดยนำอาหารปริมาณ 10 กรัม (น้ำหนักเปียก) ใส่ในถุงพลาสติก ปลอดเชื้อ เติมสารละลาย 0.85% NaCl ปริมาตร 90 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher (ตัวอย่างนี้จะมีระดับ ความเจือจางเท่ากับ 1:10) จากนั้นนำของเหลวที่ได้ไปวิเคราะห์โคลิฟอร์ม แบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียด้วยวิธี Most Probable Number สามารถทำได้ทั้งหมด 3 ขั้นตอนได้แก่ presumptive test, confirmed test และ completed test

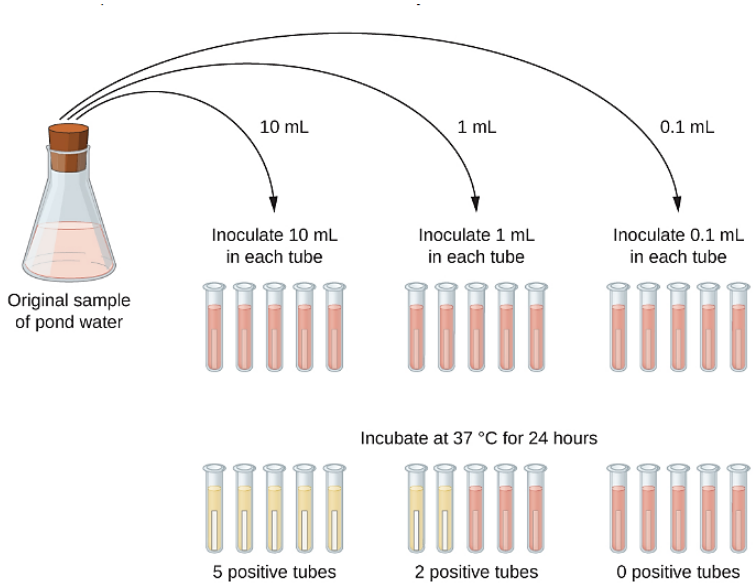
1. การทดสอบขั้นแรก (Presumptive test)

ปิเปตตัวอย่างลงในอาหาร Lauryl Tryptose broth (LST) ที่มีความเข้มข้น 2 เท่า จำนวน 5 หลอดๆ ละ 10 ml และปิเปตตัวอย่างลงในอาหาร LST 10 มล. ที่มีความ เข้มข้น 1 เท่า หลอดละ 1 และ 0.1 มล. อย่างละ 5 หลอด ตามลำดับ นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศา เซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

เลือกหลอด LST ที่เป็น ผลทดสอบเป็นบวก (ขุ่นและมีก๊าซใน Durham tube) เพื่อ นำไปทำ Confirmed test ของโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์ม (ภาพที่ 4.3)

2.การทดสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test)

ถ่ายเชื้อจากหลอด LST ที่ให้ผลทดสอบเป็น บวกลงใน Brilliant Green Lactose Bile broth (BGLB) นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24- 48 ชั่วโมง (แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม) และนำหลอด LST ที่ให้ผลบวกถ่ายเชื้อลงใน *Escherichia coli* (EC) medium นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 45.5 องศาเซลเซียสใน Water bath นาน 24-48 ชั่วโมง (แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม) นับจำนวนหลอด BGLB ที่ให้ผลบวก (ขุ่นและมีก๊าซใน Durham tube) นำไปเทียบกับตาราง Most Probable Number (MPN) จะได้ค่า MPN Coliform/100 ml และนับจำนวนหลอด EC ที่ให้ผลบวก (ขุ่นและมีก๊าซ ใน Durham tube) นำไปเทียบกับตาราง MPN จะได้ค่า MPN Fecal coliform/100 ml



ภาพที่ 4.3 การทดสอบขั้นแรก

ที่มา : https://www.onlinebiologynotes.com/most-probable-number-mpn-method-for-counting-coliform/

3. การทดสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed test) ของ *E. coli*

นำหลอด BGLB และ/หรือ EC ที่ให้ผลบวกไป เขี่ยลงบน Eosin Methylene Blue agar (EMB) บ่มเพาะ เชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สังเกต ลักษณะโคโลนีเฉพาะของ *E. coli* มีสีเขียวสะท้อนเงา โลหะ (Metallic sheen) และนำไปทดสอบยืนยันโดยใช้ IMViC test (ถ้าจำเป็น)

การคำนวณผล

การคำนวณผลการวิเคราะห์โดยใช้สูตรดังนี้

1. การคำนวณหาปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม

นำจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกจากอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลกโตสไบล์บรอทมาเทียบค่าเอ็มพีเอ็นจากตารางดัชนีเอ็มพีเอ็น (ตาราง4.1) ปริมาณ แบคทีเรียโคลิฟอร์มจะมีหน่วยเป็น เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ทั้งนี้ปริมาณของตัวอย่างต้องเท่ากับ 10, 1.0, 0.1 มิลลิลิตร

2. การคำนวณหาปริมาณแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม

นำจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกจากอาหารเลี้ยงเชื้ออีซีมีเดียม มาเทียบค่าเอ็มพีเอ็น จากตารางดัชนีเอ็มพีเอ็น ปริมาณแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์มจะมีหน่วยเป็น เอ็มพีเอ็นต่อ100 มิลลิลิตร ทั้งนี้อนุกรมของตัวอย่างต้องเท่ากับ 10, 1.0, 0.1 มิลลิลิตร กรณีที่ใช้อนุกรมของตัวอย่างเท่ากับ 1.0, 0.1, 0.01 มิลลิลิตร ค่าเอ็มพีเอ็นที่ได้จะมีค่าเป็น 10 เท่าของค่าที่อ่านได้จากตาราง หรือถ้าใช้อนุกรมของตัวอย่างเท่ากับ 0.1 0.01 0.001 มิลลิลิตร ค่าเอ็มพีเอ็นที่ได้จะมีค่าเป็น 100 เท่าของค่าที่อ่านได้จากตาราง เป็นต้น บางครั้งจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกไม่มีอยู่ในตารางดัชนีเอ็มพีเอ็น จะต้องหาค่าเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร โดยใช้สูตร

$$\text{MPN/100 มล.} = \frac{\text{ผลรวมของจำนวนหลอดที่ให้ผลบวก} \times 100}{(\text{ผลรวมปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ให้ผลลบ} \times \text{ผลรวมปริมาตรตัวอย่างน้ำทุกหลอด})^{1/2}}$$

ตาราง 14 แสดงค่า MPN ที่มีหลอดทดลอง 5 หลอด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

		Confidence limits (95%)				Confidence limits (95%)	
Positive tubes	MPN/g ou ml	Low	High	Positive tubes	MPN/g ou ml	Low	High
0-0-0	<1.8	–	6.8	4-0-3	25	9.8	70
0-0-1	1.8	0.09	6.8	4-1-0	17	6	40
0-1-0	1.8	0.09	6.9	4-1-1	21	6.8	42
0-1-1	3.6	0.7	10	4-1-2	26	9.8	70
0-2-0	3.7	0.7	10	4-1-3	31	10	70
0-2-1	5.5	1.8	15	4-2-0	22	6.8	50
0-3-0	5.6	1.8	15	4-2-1	26	9.8	70
1-0-0	2	0.1	10	4-2-2	32	10	70
1-0-1	4	0.7	10	4-2-3	38	14	100
1-0-2	6	1.8	15	4-3-0	27	9.9	70
1-1-0	4	0.7	12	4-3-1	33	10	70
1-1-1	6.1	1.8	15	4-3-2	39	14	100
1-1-2	8.1	3.4	22	4-4-0	34	14	100
1-2-0	6.1	1.8	15	4-4-1	40	14	100
1-2-1	8.2	3.4	22	4-4-2	47	15	120
1-3-0	8.3	3.4	22	4-5-0	41	14	100
1-3-1	10	3.5	22	4-5-1	48	15	120
1-4-0	11	3.5	22	5-0-0	23	6.8	70
2-0-0	4.5	0.79	15	5-0-1	31	10	70
2-0-1	6.8	1.8	15	5-0-2	43	14	100
2-0-2	9.1	3.4	22	5-0-3	58	22	150
2-1-0	6.8	1.8	17	5-1-0	33	10	100
2-1-1	9.2	3.4	22	5-1-1	46	14	120
2-1-2	12	4.1	26	5-1-2	63	22	150
2-2-0	9.3	3.4	22	5-1-3	84	34	220
2-2-1	12	4.1	26	5-2-0	49	15	150
2-2-2	14	5.9	36	5-2-1	70	22	170
2-3-0	12	4.1	26	5-2-2	94	34	230
2-3-1	14	5.9	36	5-2-3	120	36	250
2-4-0	15	5.9	36	5-2-4	150	58	400
3-0-0	7.8	2.1	22	5-3-0	79	22	220
3-0-1	11	3.5	23	5-3-1	110	34	250
3-0-2	13	5.6	35	5-3-2	140	52	400
3-1-0	11	3.5	26	5-3-3	180	70	400
3-1-1	14	5.6	36	5-3-4	210	70	400
3-1-2	17	6	36	5-4-0	130	36	400
3-2-0	14	5.7	36	5-4-1	170	58	400
3-2-1	17	6.8	40	5-4-2	220	70	440
3-2-2	20	6.8	40	5-4-3	280	100	710
3-3-0	17	6.8	40	5-4-4	350	100	710
3-3-1	21	6.8	40	5-4-5	430	150	1,100
3-3-2	24	9.8	70	5-5-0	240	70	710
3-4-0	21	6.8	40	5-5-1	350	100	1,100
3-4-1	24	9.8	70	5-5-2	540	150	1,700
3-5-0	25	9.8	70	5-5-3	920	220	2,600
4-0-0	13	4.1	35	5-5-4	1,600	400	4,600
4-0-1	17	5.9	36	5-5-5	>1,600	700	–
4-0-2	21	6.8	40				

ที่มา: Bacteriological analytical manual (Blodgett, 2010)

4.2.1.4 ฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform/MPN method)

นำตัวอย่างอาหารพร้อมบริโภคแต่ละประเภทมาวิเคราะห์ผลโดยนำอาหารปริมาณ 10 กรัม (น้ำหนักเปียก) ใส่ในถุงพลาสติก ปลอดเชื้อ เติมสารละลาย 0.85% NaCl ปริมาตร 90 มิลลิลิตร จากตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher (ตัวอย่างนี้จะมีระดับ ความเจือจางเท่ากับ 1:10) จากนั้นนำของเหลวที่ได้ไปวิเคราะห์ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเช่นเดียวกับโคลิฟอร์มแบคทีเรียและด้วยวิธีเอ็มพีเอ็นตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 18th ed, APHA-AWWA-WPCF (1992) และนำผลที่ ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536)

4.2.1.5 เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*)

หลักการ

เชื้อ *Escherichia coli* หรือ *E. coli* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ใน Family Enterobacteriaceae สามารถพบได้ในลำไส้ของเด็ก ผู้ใหญ่และสัตว์เลือดอุ่นเกือบทุกชนิด จึงถือได้ว่า *E. coli* เป็นเชื้อจุลินทรีย์ประจำถิ่น (Normal Flora) อย่างไรก็ตาม *E. coli* บางกลุ่มอาจก่อโรค (pathogenic) ถ้าได้รับ *E. coli* ที่ไม่คุ้นเคยหรือเป็น *E. coli* ที่สร้างสารพิษจนก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ จึงได้มีการแบ่งกลุ่ม *E. coli* ที่ ก่อโรค (diarrhoegenic strains) ออกเป็น 4 กลุ่มตาม ลักษณะและลำดับความรุนแรงในการก่อโรคคือกลุ่ม Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC) และกลุ่ม Enteropathogenic *E. coli* (EPEC) ทำให้เกิดอาการถ่ายเหลวเป็นน้ำ (Watery diarrhoea) กลุ่ม Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) และกลุ่ม Verocytoxigenic *E. coli* (VTEC) ซึ่งรวมเอา Enterohemolytic *E. coli* (EHEC) ด้วย ที่ทำให้เกิดอาการที่รุนแรงกว่าคือ อาการถ่ายเหลวปนเลือด (bloody diarrhea) และก่อโรคในระบบขับถ่ายปัสสาวะ (hemolytic uremic syndrome: HUS) และระบบประสาทด้วย แม้ว่า *E. coli* ถือเป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบและรู้จักมาก่อนแทบทุกคน อย่างไรก็ตาม ยังมี *E. coli* อุบัติใหม่ที่พบเมื่อเร็วๆ นี้อยู่อีก 2 กลุ่ม คือ Diffuse-adhering *E. coli* (DAEC) และ Enteroaggregative *E. coli* (EAEC) ทั้งสองกลุ่มนี้ถูกพบว่าเป็นสาเหตุของโรคและอาการท้องเสียเช่นกัน แต่ยังไม่สามารถระบุสารพิษที่ก่อให้เกิดโรคหรืออาหารที่เกี่ยวข้องได้อย่างชัดเจน การตรวจวิเคราะห์และหาเชื้อ *E. coli* มีประโยชน์สำคัญต่อการรักษาและป้องกันโรคต่างๆ ดังนี้:

1. การวินิจฉัยโรค: การตรวจวิเคราะห์ *E. coli* ช่วยในการวินิจฉัยว่าเชื้อ *E. coli* เป็นต้นเหตุของอาการท้องเสียและอาการปวดท้องหรือไม่ การรู้ว่ามีการติดเชื้อ *E. coli* เกิดขึ้นช่วยให้แพทย์สามารถกำหนดการรักษาที่ถูกต้องได้เร็วขึ้น ได้ทราบว่าน้ำหรืออาหารมีความปลอดภัยหรือไม่
2. การรักษา: การตรวจ *E. coli* ช่วยให้แพทย์สามารถเลือกสารปฏิชีวนะที่เหมาะสมในการรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับ *E. coli* ได้ อย่างเช่น ใช้ตัวยาที่เข้มข้นและมีปฏิกิริยาต่อ *E. coli* เฉพาะเป้าหมาย
3. การป้องกัน: การตรวจ *E. coli* ช่วยในการติดตามและควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อในสถานที่ต่างๆ เช่น สถานบันเทิง โรงเรียน โรงงานอาหาร การรับประทานอาหารที่ปลอดภัยจาก *E. coli* สามารถลดการติดเชื้อและการระบาดของโรคทางเดินอาหารได้
4. การวิเคราะห์โรค: การตรวจวิเคราะห์ *E. coli* ช่วยในการศึกษาและวิเคราะห์โรคที่เกี่ยวข้องกับเชื้อ *E. coli* เพื่อให้เข้าใจเพิ่มเติมเกี่ยวกับพันธุกรรม และคุณสมบัติทางชีวภาพ

วิธีการ

ตรวจวิเคราะห์ *E. coli* ในน้ำหรืออาหาร ด้วยวิธี Present/Absent method ดังนี้

1. นำตัวอย่างอาหารหรือน้ำพร้อมบริโภคแต่ละประเภทมาวิเคราะห์ ผลโดยนำตัวอย่างปริมาณ 10 กรัม (น้ำหนักเปียก) ใส่ในถุงพลาสติก ปลอดเชื้อ เติมสารละลาย 0.85% NaCl ปริมาตร 90 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher (ตัวอย่างนี้จะมีระดับ ความเจือจางเท่ากับ 1:10)

2. นำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl Sulphate Broth (LSB) แบบ Double strength 100 มิลลิลิตร นำไปบ่มในตู้บ่มเพาะอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

3. ตรวจสอบการเกิดกรดและก๊าซ

4. ใช้ห่วงถ่ายเชื้อจากอาหาร LSB ที่เกิดกรดและก๊าซใส่ลงหลอดอาหาร Brilliant green lactose bile broth (BGLB) จำนวน 4 หลอด นำ BGLB 2 หลอด บ่มในตู้ 37 องศาเซลเซียส และ BGLB อีก 2 หลอด บ่มในตู้บ่มเพาะอุณหภูมิ 44 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง สงเกตการเกิดกรด (อาหารเปลี่ยนเป็นสีเหลือง) และก๊าซในหลอดดักก๊าซ

5. ถ่ายเชื้อจากหลอดอาหาร BGLB ที่เกิดก๊าซขีด (Streak) ลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin methylene blue (EMB) agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีสีม่วงเข้มหรือโคโลนีสีม่วงที่มีเหลือบแสงคล้ายโลหะ และย้อมสีกรัมดูลักษณะเซลล์และการติดสีกรัม

6. การยืนยันชนิด *E. coli* (confirmation) ใช้ห่วงถ่ายเชื้อจากโคโลนีที่มีสี Metallic sheen (กรณีไม่มีลักษณะเฉพาะดังกล่าวข้างต้นให้เลือกโคโลนีที่ลักษณะใกล้เคียงมากที่สุด) ขีดลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (NA) บ่มเพาะเชื้อที่ 35 - 37 องศา เซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง นำโคโลนีไปทดสอบสมบัติทางชีวเคมีดังนี้

6.1 การทดสอบ Indole ใช้ห่วงถ่ายเชื้อแตะเชื้อจากจานเพาะเชื้อ NA เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptone water (TW) บ่มหลอดในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 $\pm$ 2 ชั่วโมง ทดสอบการสร้างอินโดลโดย หยด Kovac's reagent 0.2-0.3 มิลลิลิตร เมื่อมีสีแดงเกิดขึ้นในชั้นบนของหลอดอาหารแสดงว่า เกิดการสร้างสารอินโดล ให้รายงานผลการทดสอบเป็นบวก (Positive) ถ้าเป็นสีของอาหารเป็นสี เหลืองแสดงว่าไม่มีการสร้างอินโดล ให้รายงานผลการทดสอบเป็นลบ (Negative)

6.2 การทดสอบ Voges-Proskauer (VP) ใช้ห่วงถ่ายเชื้อแตะเชื้อจากจานเพาะเชื้อ NA เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Glucose phosphate broth (GPB) บ่มหลอด ทดสอบในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 $\pm$ 2 ชั่วโมง ใช้ปิเปตดูดอาหารเลี้ยง เชื้อหลอดทดสอบ จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง ขนาด 13 X 100 มิลลิเมตร ทดสอบ VP โดยเติมสารละลายแอลฟา แนฟทอล จำนวน 0.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายโปแตสเซียม ไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง สังเกตสีของสารละลาย ถ้ามีสีชมพู (Eosin pink) เกิดขึ้น ให้รายงานผลการทดสอบเป็นบวก ถ้าไม่เกิดการเปลี่ยนสีให้รายงานผลการทดสอบเป็นลบ

6.3 การทดสอบ Methyl red นำอาหารเลี้ยงเชื้อ GPB ที่เหลือจากการทดสอบในข้อ 6.2 ไปบ่มที่อุณหภูมิ 35- 37 องศาเซลเซียส ต่ออีก 24 $\pm$ 2 ชั่วโมง ทำการทดสอบปฏิกิริยา Methyl red โดยหยด Methyl red solution จำนวน 5 หยด เขย่าหลอดให้สารละลายเข้ากันดีสังเกตสีของ

สารละลาย ถ้ามีสี แดงเกิดขึ้นให้รายงานผลการทดสอบเป็นบวก ถ้าเป็นสีเหลืองรายงานผลการทดสอบเป็นลบ

6.4 การทดสอบ Citrate ใช้ห่วงถ่ายเชื้อแตะเชื้อจากจานเพาะเชื้อ NA ขีดลงบนผิวหน้าเอียงของอาหารเลี้ยงเชื้อ Simmons citrate agar บ่มหลอดทดสอบในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สังเกตสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ ถ้ามีโคโลนีเกิดขึ้นและอาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็น สีฟ้าให้รายงานผลการทดสอบเป็นบวก และถ้าสีของอาหารไม่เปลี่ยนแปลงให้รายงานผลการทดสอบเป็นลบ

4.2.1.6 แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)

หลักการ

แซลโมเนลลา (Salmonella) เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะเป็นรูปท่อนและเคลื่อนที่โดยใช้แฟลเจลลารอบเซลล์ (peritrichous flagella) สำหรับการเติบโตเหมาะสมแซลโมเนลลาต้องการออกซิเจนและอุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส ช่วง pH ที่เหมาะสมสำหรับการเติบโตของแซลโมเนลลาอยู่ระหว่าง 4.1-9.0. ค่า Aw (Aw = ปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่จุลินทรีย์นำไปใช้ในการเติบโต) ต่ำสุดสำหรับการเติบโตของแซลโมเนลลาประมาณ 0.93-0.95 คุณสมบัติความทนทานต่อความร้อนของแซลโมเนลลา มีความแตกต่างขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสิ่งแวดล้อม แซลโมเนลลาสายพันธุ์ต่าง ๆ อาจมีความทนทานต่อความร้อนที่แตกต่างกันได้ ยกตัวอย่างเช่น แซลโมเนลลาสายพันธุ์ Typhimurium มักจะมีความทนทานต่อความร้อนมากกว่าแซลโมเนลลาสายพันธุ์ Enteritidis อีกทั้งผลจากสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและความชื้นในสิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความทนทานต่อความร้อนของแซลโมเนลลา

แซลโมเนลลา (Salmonella) เป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค salmonellosis ซึ่งอาการจะเกิดขึ้นหลังจากบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อซาลโมเนลลาแล้วประมาณ 6-48 ชั่วโมง และจะมีอาการอยู่ในระหว่าง 1-5 วัน เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกาย จะเข้าสู่เซลล์น้ำเหลืองของลำไส้เล็กและจะเจริญแบ่งตัวที่นั้น ในระยะนี้อาจยังไม่มีอาการอะไรเกิดขึ้น แต่เป็นระยะฟักตัว ต่อมาเชื้อจะแพร่เข้าสู่กระแสเลือดและกระจายสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ผู้ป่วยจะเริ่มแสดงอาการ ซึ่งในรายที่ไม่มีโรคแทรกซ้อน จะมีชีพจรเต้นช้ากว่าปกติ ผู้ป่วยที่เสียชีวิตด้วยโรคนี้มักจะเสียชีวิตเนื่องจากเลือดออกในลำไส้เล็กและลำไส้ทะลุ

แซลโมเนลลา เป็นแบคทีเรียที่ทำให้ อาหารเป็นพิษ และสามารถถ่ายทอดเข้าสู่ร่างกาย ได้ โดยรับประทานอาหารที่มีเชื้อแซลโมเนลลา ได้แก่ อาหารประเภทเนื้อ เช่น พายเนื้อ ไส้กรอก แฮม เบคอน แซนวิช และมักเป็นอาหาร ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังพบใน เนื้อไก่ ไข่ นมและผลิตภัณฑ์ ปลา และอาหารทะเลที่ ไม่ได้ผ่านความร้อนอย่างเพียงพอ อาหารสุก ๆ ดิบ ๆ ไม่ว่าจะเป็นแหนม ลาบ ยำ ปูเค็ม ปูดอง ผักสด อาการทั่วไปของผู้ที่ได้รับเชื้อแซลโมเนลลาคือ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน ปวดศีรษะ ปวดท้อง มีไข้ หนาวสั่น และอ่อนเพลีย โดยความรุนแรงของอาการที่เกิดขึ้นนั้น จะแตกต่างไปตามปริมาณเชื้อที่บริโภค ชนิดของเชื้อที่บริโภค และความต้านทานของผู้บริโภค แซลโมเนลลามีหลายชนิดแต่ละชนิดมีลักษณะทางนิเวศวิทยาที่แตกต่างกันไป ซึ่งทำให้การติดเชื้อและอาการของโรคแตกต่างกันไปตามไปด้วย โรคที่เกิดจากเชื้อแซลโมเนลลาที่สำคัญได้แก่:

1. โรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ (Gastroenteritis): เป็นโรคที่เกิดจากการติดเชื้อแซลโมเนลลาในกระเพาะอาหารและลำไส้ อาการสำคัญประกอบไปด้วยคลื่นไส้, อาเจียน, ท้องเดิน, ปวดท้อง, มีไข้ และอ่อนเพลีย
2. โรคโลหิตเป็นพิษ (Septicemia): เมื่อเชื้อแซลโมเนลลาเข้าสู่กระแสเลือด อาจกระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และสามารถเข้าทำลายเนื้อเยื่อและเกิดการติดเชื้อในเลือดได้ อาการสำคัญของโรคนี้คือไข้สูงร่วมกับอาการทั่วไปของการติดเชื้อรุนแรง
3. ไข้ไทฟอยด์ (Typhoid fever): เป็นโรคที่เกิดจากการติดเชื้อแซลโมเนลลาชนิดพิษซึ่งเรียกว่า *Salmonella typhi* โรคนี้มักจะมีระยะฟักตัวนานกว่าโรคอื่น ๆ โดยอาการสำคัญคือไข้สูงต่ำสลับกันร่วมกับอาการอ่อนเพลีย ปวดศีรษะ และอาการทางเดินอาหาร

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม แล้วตีปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย Stomacher ใส่ลงใน Buffer peptone water (BPW) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จากนั้นบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2. ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปใส่ในหลอดอาหารเหลว Selenite cystine broth (SC) 10 มิลลิลิตรและใช้ปิเปตดูดสารตัวอย่างปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร นำไปใส่ในหลอดอาหารเหลว Rappaport-vassiliadis broth (RV) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3. ถ่ายเชื้อแตะอาหารที่เพาะเชื้อในข้อ 2 แล้วนำมาถ่ายเชื้อลงใน Xylose lysine desoxycholate agar (XLD) และ Hektoen enteric agar (HE) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. สังเกตโคโลนีเดี่ยวที่เป็นลักษณะเฉพาะของเชื้อ *Salmonella* sp. ในอาหารแต่ละชนิดลักษณะโคโลนี

บนอาหาร XLD โคโลนีจะมีลักษณะสีชมพูหรือสีแดงอาจพบจุดหรือไม่พบจุดดำตรงกลาง โคโลนีบนอาหาร HE โคโลนีจะมีลักษณะสีฟ้าเขียวหรือฟ้าอาจพบจุดหรือไม่พบจุดดำตรงกลาง

5. เก็บเชื้อโดยการนำมาถ่ายเชื้อลงบนอาหาร NA slant บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส แล้วจากนั้นนำมาทดสอบลักษณะทางชีวเคมีต่อไป

4.2.1.7 บาซิลลัส ซีเรียส *(Bacillus cereus)*

หลักการ

Bacillus cereus เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่มีรูปร่างเป็นท่อน (Rod-shaped) และสร้างสปอร์ (Spore-forming) ซึ่งช่วยให้เชื้อสามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมที่แล้งและเชื้อชี้ภาวะเครียดได้ดี เชื้อ *Bacillus cereus* สามารถสร้างสารพิษ (Toxin) ที่ทนต่อความร้อนได้ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของอาการป่วยที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* เจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มีอากาศ (Aerobic) และอุณหภูมิปานกลาง อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเชื้อคือ 28 - 37 องศาเซลเซียส แต่ไม่เจริญเติบโตในอุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า 55 องศาเซลเซียส *B. cereus* เป็นเชื้อโรคที่สามารถพบได้ในสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น ในอาหารที่ไม่สะอาดหรือไม่เก็บรักษาอย่างถูกต้อง การป้องกันโรคเราควรจะรักษาความสะอาดและสภาพอาหารอย่างเหมาะสม เพราะสามารถพบเชื้อได้ทั่วไปในธรรมชาติ ในดิน ฝุ่นละออง ผลิตภัณฑ์จากพืช เช่น ข้าว ธัญพืช แป้ง ผลิตภัณฑ์จากแป้ง เครื่องเทศ ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ และเครื่องปรุงแต่ง รสต่างๆ นอกจากนี้ ยังพบในอุจจาระของคนที่มีสุขภาพปกติได้ประมาณ 15%

B. cereus เป็นแบคทีเรียที่สร้างสารพิษและเป็นสาเหตุของการเกิดอาการอาเจียน (emetic illness) และอาการท้องเสีย (diarrhea illness) ทั้งสองลักษณะอาการนี้เกิดจากการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนสารพิษของเชื้อ *B. cereus* อาการอาเจียนในเคสของ Emetic illness พบเมื่อบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนสารพิษชนิดที่มีความคงทนสูง โดยเชื้อ *B. cereus* สามารถรอดชีวิตในอุณหภูมิสูงและค่าความเป็นกรด-ด่างสูง เมื่อผู้ป่วยบริโภคอาหารที่มีสารพิษเข้าไป อาการอาเจียนจะเกิดขึ้นในระยะเวลา 11-15

ชั่วโมง โดยอาการมักเป็นคลื่นไส้และอาเจียน ภายหลังจากการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนสารพิษเช่นนี้ อาการอาเจียนมักปรากฏอย่างรวดเร็วภายใน 30 นาทีถึง 6 ชั่วโมง ส่วนอาการท้องเสียเกิดจากสารพิษที่ไม่ทนความร้อนและกรด โดยอาการมักเกิดเมื่อเชื้อ *B. cereus* ปนเปื้อนในอาหารและผลิตสารพิษ อาการปวดท้องและถ่ายอุจจาระเหลวเกิดขึ้นเนื่องจากมีน้ำมาก โดยทั่วไปอาการจะเริ่มทรงอยู่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง อาการก็จะค่อยๆ ทุเลาลง

วิธีการ

ค่ามาตรฐานที่กำหนดสำหรับ การตรวจการปนเปื้อนของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อ ด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ได้แก่ นมโค นมปรุงแต่ง ผลิตภัณฑ์นม และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจาก นมของสัตว์อื่นที่มิใช่นมของโค ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2543 - 2545 กำหนดให้ *B. cereus* ต้องไม่เกิน 100 CFU ในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรซึ่งการตรวจเชื้อชนิดนี้กำหนดให้ใช้วิธี วิเคราะห์จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคตามวิธี Bacteriological Analytical Manual (BAM) Online U.S. food and Drug Administration ที่เป็นปัจจุบันหรือวิธีที่มีความถูกต้องเทียบเท่า

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนัก 25 กรัม ใส่ถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ ตีให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่ลงใน phosphate buffer solution (PSB) เขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ได้สารละลายเจือจาง 10^{-1}

2. ดูดสารละลายตัวอย่างเจือจาง 10^{-1} มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มี PBS ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ได้ความเจือจาง 10^{-2} บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3. ดูดสารละลาย 10^{-1} และ 10^{-2} (ทำ 2 ซ้ำ) แต่ละความเจือจาง ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด Trypticase soy polymyxin broth (TSB) ปริมาตร 9 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. ดูดสารละลาย 10^{-1} และ 10^{-2} (ทำ 2 ซ้ำ) ของแต่ละความเจือจาง ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานอาหาร Mennitol egg yolk phenal red polymyxin agar (MYPA) จากนั้นทำการ spread plate ให้ทั่วจาน บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5. เลือกโคโลนีที่มีสีชมพู อาหารเลี้ยงเชื้อรอบโคโลนีจะมีลักษณะทึบแสง หรือรอบโคโลนีสีชมพูล้อมรอบด้วยบริเวณขุ่นขาวจานละไม่น้อยกว่าสองโคโลนี

6. นำเชื้อที่สงสัยมา spot บนอาหาร blood agar แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตการเกิดปฏิกิริยา Haemolysis

7. หากพบการสลายเม็ดเลือดแบบ β-haemolysis ให้ zone ขนาด 2-4 มิลลิเมตร แสดงว่าเป็นเชื้อ *B. cereus* ส่วนThuringiensis ย่อยสลายเม็ดเลือดแดงได้เล็กน้อย บริเวณผิวหน้าอาหาร แต่สามารถย่อยสลายได้สมบูรณ์ บริเวณด้านหน้าโคโลนี

4.2.1.8 สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)

หลักการ

สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) เป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่งในสกุล Staphylococcus อยู่ในวงศ์ Micrococcaceae เป็นแบคทีเรียก่อโรค (Pathogen) ที่สำคัญในอาหาร แบคทีเรียชนิดนี้ย้อมติดสีแกรมบวก (Gram positive bacteria) มีรูปร่างเป็นทรงกลม (Cocus) อยู่รวมกันเป็นพวงคล้ายพวงองุ่น ไม่สร้างสปอร์ ไม่เคลื่อนไหว ส่วนใหญ่ไม่มีแคปซูล ให้ผลบวกในการทดสอบ catalase และในภาวะที่ไม่มีออกซิเจนจะสลายน้ำตาลกลูโคสให้กรดอินทรีย์ จัดอยู่ในกลุ่ม facultative anaerobe คือเจริญได้ในที่มีอากาศและไม่มีอากาศ แต่เจริญได้ดีกว่าในสภาวะที่มีอากาศ สามารถสร้างสารพิษ (toxin) ชนิดเอนทีโรทอกซิน (enterotoxin) สารพิษที่สร้างมีสมบัติพิเศษ คือ ทนความร้อน

Staphylococcus aureus เป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในผิวหนังและเยื่อเมือกของคนและสัตว์ โดยอาจทำให้เกิดฝีแผลพุพองและแผลเน่า และเป็นสาเหตุของการติดเชื้อหลังผ่าตัดด้วยเช่นกัน และสามารถสร้างเอนไซม์โคแอกกูเลส (Coagulase) ที่เป็นเอ็นไซม์ที่ทำให้เลือดแข็งตัวโดยการเปลี่ยนไฟบริโนเจนในเลือดเป็นไฟบริน ทำให้เกิดการอุดตันของเส้นเลือดได้ การติดเชื้อด้วย *S. aureus* อาจเกิดจากการบริโภคอาหารที่มีสารพิษ enterotoxin ที่เชื้อสร้างขึ้น ซึ่งจะมีอาการอาเจียน อาการคลื่นไส้วิงเวียน เป็นตะคริวในช่องท้องและอ่อนเพลีย อาจมีอาการปวดศีรษะ และมีการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิต อาการทั่วไปจะดีขึ้นภายใน 2-3 วัน อาการขึ้นอยู่กับความต้านทานสารพิษของร่างกาย ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อในอาหารและปริมาณสารพิษที่สร้างขึ้นในอาหาร รวมทั้งสภาพร่างกายโดยทั่วไปของผู้ที่ได้รับเชื้อด้วย

โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจาก *Staphylococcus aureus* เป็นสารพิษของเชื้อและสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเชื้อมีความแตกต่างไปตามชนิดของสารพิษที่เชื้อผลิต โดย *S. aureus* สามารถผลิตสารพิษทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ type A, B, C, C2, D และ E ซึ่งแต่ละชนิดจะมีความเป็นพิษที่แตกต่างกันไป อาหารที่เป็นพิษส่วนใหญ่เกิดจาก type A อย่างไรก็ตาม สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเชื้อและการผลิตสารพิษจะแตกต่างกันไปตามประเภทของอาหาร ในอาหารประเภทแป้งและโปรตีนมักจะส่งเสริมให้ *S. aureus* สร้างสารพิษได้มากกว่าอาหารชนิดอื่น สำหรับช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของ *S. aureus* และการผลิตสารพิษอยู่ในช่วง 4 - 46 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในช่วงนี้ถือว่าเป็นช่วงที่เชื้อสามารถเจริญเติบโตและผลิตสารพิษได้ดีที่สุด

วิธีการ

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 25 g. ใน phosphate buffer solution (PBS) 225 ml. ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำอาหารเจือจาง 1 มล. ไปเจือจางต่อใน phosphate buffer solution (PBS) 9 มล. ทำเช่นเดียวกันนี้จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม (10^{-2}, 10^{-3})

2. ดูดสารละลายตัวอย่าง 10^{-2} และ 10^{-3} (ทำ 2 ซ้ำ) แต่ละความเจือจางปริมาตร 0.1 ml. ใส่ในจานอาหาร Mannitol salt egg-yolk agar (MSEY agar) หรือ Mannitol salt agar (MSA) หรือ Baird-Parker medium (MBP) ชนิดใดชนิดหนึ่ง จากนั้น spread plate ให้ทั่วจาน บ่มที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 24 - 48 ชม.

3. สังเกตโคโลนีที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ลักษณะโคโลนีของ *S. aureus* ใน MSEY agar และ MSA จะกลม สีเหลืองทอง รอบโคโลนีมีสีเหลือง ส่วนใน MBP จะมีโคโลนีสีดำล้อมรอบด้วยวงใส

4. เมื่อได้โคโลนีที่มีลักษณะตามที่ต้องการแล้ว นำมาย้อมสีแกรม ลักษณะรูปร่างของ *S. aureus* จะมีรูปกลมอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ติดสีแกรมบวก

5. นำเชื้อที่ได้มาทำให้บริสุทธิ์ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเดิม

6. เลี้ยงเชื้อใน Nutrient broth ให้มีอายุ 18 ชม.

7. ทดสอบการย่อย gelatin ใน nutrient gelatin โดยการ stab เชื้อหรือใช้ห่วงเขี่ยเชื้อที่ต้องการทดสอบแทงลงไปในอาหารตรงๆ แล้วนำขึ้นมาตามรอยเดิม บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชม. หากพบว่า gelatin เหลวที่อุณหภูมิ 20°C ถือว่าให้ผลบวก ซึ่งเป็นความสามารถของ *S. aureus*

8. ทดสอบการหมักย่อย mannitol ถ้าให้กรดถือว่าให้ผลบวก ซึ่งเป็นความสามารถของ *S. aureus*

9. ทดสอบความสามารถในการทำให้เม็ดเลือดแดงใน blood agar แตก หากเกิดการแตกของเม็ดเลือดแดงแบบ β-haemolysis ถือว่าให้ผลบวก ซึ่งเป็นความสามารถของ *S. aureus*

4.2.1.9 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*)

หลักการ

คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) เป็น แบคทีเรียที่มีลักษณะรูปท่อน ส่วนใหญ่เคลื่อนที่ไม่ได้ เป็นแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแกรมบวก สร้างสปอร์ และสร้างสารพิษ เจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ช่วงอุณหภูมิการเติบโตอยู่ระหว่าง 20 – 50 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเติบโตอยู่ระหว่าง 37 - 45 องศาเซลเซียส สำหรับค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อชนิดนี้อยู่ระหว่าง 5 - 8.5 เชื้อ คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ดิน น้ำ โดยปกติจะพบในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์ ทางเดินอาหารของสัตว์ เชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ สร้างสปอร์ซึ่งทนความแห้งแล้งได้ดี พบได้ทั่วไปในฝุ่น ควัน และปะปนมากับอาหาร แห้ง สมุนไพร เครื่องเทศ และมักพบเชื้อ *C. perfringens* ปนเปื้อนข้าม จากเชื้อในทางเดินอาหารของสัตว์ที่ถูกฆ่าแล้ว ไปสู่เนื้อสัตว์ เช่น เนื้อวัว ไก่ หมู ในโรงฆ่าสัตว์ นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุที่พบบ่อยของโรคอาหารเป็นพิษเมื่อถูกบริโภคในปริมาณที่เพียงพอ

สาเหตุการเกิดโรคนี้มักเกิดจากอาหารที่ถูกปนเปื้อนด้วยเชื้อ *C. perfringens* และถูกเก็บไว้นานเกินไป (ยกตัวอย่างเช่น อาหารที่ทอดแล้วถูกปล่อยไว้เย็น) ซึ่งทำให้เชื้อ *C. perfringens* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การเกิดอาการป่วยเกิดจากการสร้างสารพิษในลำไส้ อาหารที่เป็นสาเหตุของการติดเชื้อมักประกอบด้วยเนื้อสัตว์และเนื้อไก่ ซุปและซอส นอกจากนี้ *C. perfringens* ยังเป็นสาเหตุของโรคอื่น ๆ เช่น การติดเชื้อของผิวหนังและเนื้อเยื่อลึก ซึ่งเรียกว่า "clostridial myonecrosis" หรือ "gas gangrene" โดยเกิดจากสารพิษที่ถูกสร้างขึ้นโดย *C. perfringens* เป็น ภาวะการตายของเนื้อเยื่อ โดยจะทำให้เนื้อเยื่อตาย ทำลายเม็ดเลือดแดง หลอดเลือดหดตัวมีผลทำให้บริเวณดังกล่าวขาดเลือดมาเลี้ยง และทำให้หลอด

เลือดผิดปกติ ไม่สามารถเก็บน้ำไว้ได้ นอกจากนี้สารพิษจาก *C. perfringens* ยังทำให้เกิดอาการเป็นไข้ เหงื่อออกมาก กระวนกระวาย และถ้าไม่ได้รับการรักษาอย่างทันท่วงทีจะทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำ ไตวายเฉียบพลัน ช๊อค และอาจถึงขั้นเสียชีวิตได้

วิธีการ

1. เตรียมอาหาร Cooked meat medium ใส่หลอดทดลอง หลอดละ 1.25 กรัม ในน้ำ 10 มิลลิลิตร จำนวน 15 หลอด ผสมให้เข้ากันและปล่อยทิ้งไว้ 15 นาที จนอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมดเปียกอย่างทั่วถึง

2. จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อที่ตู้หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอ (Autoclave) การเตรียมอาหาร Tryptose Sulfite Cycloserine egg yolk (TSC egg yolk) โดยเริ่มจากการนำไข่ไก่ไปล้างทำความสะอาด แล้วนำมาแช่ในแอลกอฮอล์ 70% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3. เตรียม 0.85 % โซเดียมคลอไรด์ ปลอดเชื้อปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำปากคีบ (forceps) กระบอกตวง และแท่งแก้วคนสาร ไปฆ่าเชื้อที่ตู้หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอ (Autoclave) เมื่อครบเวลา ใช้ปากคีบ (forceps) เจาะเปลือกไข่ แล้วเอาไข่ขาวออก เอาเฉพาะ ไข่แดงใส่ในกระบอกตวง จากนั้นใช้แท่งแก้วคนไข่แดง แล้วอ่านปริมาตร

4. เติม 0.85% โซเดียมคลอไรด์เท่าปริมาตรไข่แดงเก็บที่ 4 °C ก่อนนำไปใช้ ทำการชั่ง TSC ปริมาณ 19.5 กรัม ลงในน้ำปริมาตร 500 มิลลิลิตร นำไปต้มให้ละลายบนเตาให้ความร้อนจนละลายและนำไปฆ่าเชื้อ

5. นำ egg yolk ที่เตรียมไว้ปิเปตปริมาตร 40 มิลลิลิตร มาผสมกับ TSC ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 45 – 50 องศาเซลเซียส กวนให้เข้ากัน จากนั้นเทลงบนจานอาหารเพาะเชื้อ

6. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ลงใน 1 % Peptone ปริมาตร 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 2 นาที ดูดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่มีอาหาร Cooked meat medium ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 10 มิลลิลิตร ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ บ่มแบบไร้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง ทำการถ่ายเชื้อลงบนอาหาร TSC egg yolk บ่มแบบไร้ออกซิเจนที่ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อมีการเจริญเติบโตของเชื้อ *C. perfringens* จะมีโคโลนีสีดำ เกิดขึ้นบนอาหาร TSC egg yolk จากนั้นนำเชื้อไปย้อมแกรมและทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี เพื่อยืนยันว่าเป็น *C. perfringens* โดยจะทดสอบ Nitrate Reduction, Motility และ Spore

ทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี

ใช้ลูปเขี่ยเชื้อที่สงสัยแทงลงไปในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ Motility-nitrate medium และ Lactose gelatin medium บ่มเพาะเชื้อตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง

การแปลผล: สรุปว่าพบ *C. perfringens* เมื่อ Lactose gelatin medium จะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลืองและมีแก๊ส เมื่อนำไปแช่ที่ อุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส อาหารเลี้ยงเชื้อจะเหลวไม่แข็งตัว แสดงว่า gelatin ถูกย่อย สลายและเปลี่ยนคุณสมบัติ

Motility-nitrate medium เชื้อจะเจริญเฉพาะส่วนที่ลูปแทงลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับปฏิกิริยา การรีดิวซ์ nitrate ทดสอบได้โดยเติม Sulflanilic acid reagent 0.5 มิลลิลิตรและ N-(1-naphthyl) ethylenediamine reagent 0.2 มิลลิลิตร ผลบวกจะเกิดสีแดงภายใน 5 นาที แสดงว่าเชื้อรีดิวซ์ nitrate เป็น nitrite ถ้าไม่มีสีเกิดขึ้นให้เติม Zinc dust ลงไปเล็กน้อย ถ้ายังไม่มีสีเกิดขึ้นอีก แสดงว่า ปฏิกิริยาการรีดิวซ์ nitrate สมบูรณ์ กรณีที่ให้สีแดงแสดงว่าเชื้อที่ทดสอบไม่ใช่ *C. perfringens* บันทึกจำนวนหลอดของ Cooked meat medium ที่ให้ปฏิกิริยาการทางชีวเคมีเป็น *C. perfringens* แล้วนำไปอ่านค่าจากตาราง MPN

4.2.2 การตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพ เช่น ค่าสีของตัวอย่าง ลักษณะเนื้อสัมผัสความหนืด/ความคงตัว ของผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร ได้แก่

1. วัดสี (Hunter lab)
2. ความหนืด (Brookfield)
3. ความคงตัว (Bostwick)
4. เนื้อสัมผัส (Texture analyzer)
5. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (oBrix)
6. กรด-ด่าง (pH meter)
7. วอเตอร์แอคติวิตี้ (aw)
8. ความชื้น (Moisture balance / halogen lamp)
9. ปริมาณแอลกอฮอล์ (Ebulliometer)

4.2.2.1 วัดสี (Hunter lab)

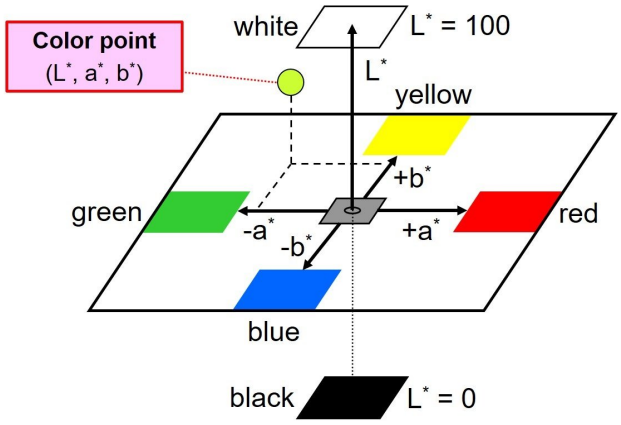
หลักการ

สีคือคุณสมบัติเชิงแสงที่บ่งบอกลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และถูกนำมาเป็นตัวแปรหนึ่งในการกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ หลายโรงงานอุตสาหกรรมประสบปัญหาการควบคุมคุณภาพของสีจากกระบวนการตรวจวัดสีด้วยสายตาจากคนธรรมดา ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนสูงเกิดจากหลากหลายปัจจัยเช่น แหล่งกำเนิดแสง สายตาบุคคล เป็นต้น

การมองเห็นสีของมนุษย์นั้นเกิดจากการที่แสงตกกระทบบนวัตถุ วัตถุจะดูดกลืนแสงสีอื่นๆ และสะท้อนแสงของสีของวัตถุนั้นออกมา เข้าสู่ดวงตาของมนุษย์ ผ่านจอตา หรือฉากตา (Ratina) อยู่ด้านหลังแก้วตา มีลักษณะเป็นผนังที่ประกอบด้วยใยประสาทซึ่งไวต่อแสง เซลล์ของประสาทเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นจอรับภาพตามที่เป็นแล้วส่งความรู้สึกผ่านเส้นประสาทตา ซึ่งทอดทะลุออกทาง เป็นเยื่อชั้นในสุด ทำหน้าที่เป็นจอรับภาพ จอตาประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด คือเซลล์รูปแท่ง (Rod cell) กับเซลล์รูปกรวย (Cone cell) การทำงานของเซลล์รูปแท่ง เซลล์รูปแท่งทำหน้าที่รับแสงทำให้มองเห็นรูปร่างของวัตถุต่างๆ ได้ การทำงานของเซลล์รูปกรวย เซลล์รูปกรวยทำหน้าที่รับสีทำให้มองเห็นวัตถุมีสีต่างๆ ประกอบไปด้วย เซลล์ 3 ชนิด คือเซลล์ที่ไวต่อแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เมื่อได้รับแสง เซลล์รับแสงทั้งสามจะถูกกระตุ้นในอัตราส่วนที่ต่างกัน ขึ้นกับสีและความเข้มของแสงที่ตกกระทบ จากนั้นสมองก็จะแปลสัญญาณเป็นสีต่างๆ ขึ้นมา

หนึ่งในองกรณ์สำคัญที่กำหนดหน่วยการวัดสีให้เป็นมาตรฐาน คือ International Commission on Illumination แต่ตัวย่อมักจะเป็นภาษาฝรั่งเศษ Commission International de l’Eclairage (CIE) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัดสีเนื่องจากสายตาและแหล่งกำเนิดแสง หน่วยงาน CIE ได้กำหนดหน่วยวัดสีมีสัญลักษณ์ L*-a*-b* โดยทั้ง 3 ตัวแปรมีรายละเอียด (ภาพที่ 4.4) ดังนี้

- แกน L* บ่งบอกถึง ความสว่าง (lightness) มี ค่าตั้งแต่ 0 - 100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว
- แกน a* บรรยายแกนสี จากสีเขียว (-a*) จนถึง สีแดง (+a*)
- แกน b* บรรยายแกนสี จากสีน้ำเงิน (-b*) จนถึงสีเหลือง (+b*)



ภาพที่ 4.4 The 3-dimensional CIE LAB color space

ที่มา: https://knowledge.ulprospector.com/10780/pc-the-cielab-lab-system-the-method-to-quantify-colors-of-coatings/

ในส่วนของค่าความแตกต่างของสีนั้นทาง CIE ได้กำหนดสัญลักษณ์เป็น $\triangle E$ โดยมีสมการดังต่อไปนี้

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_1 - L^*_2)^2+(a^*_1-a^*_2)^2+(b^*_1-b^*_2)^2}$$

โดยที่ หมายเลข 1 คือ สีทดสอบที่ 1 หมายเลข 2 คือสีทดสอบที่ 2

ยกตัวอย่างเช่น สีทดสอบที่ 1 อ่านค่าจาก Colorimeter ได้ L* = 50 ,a=50 , b=50

สีทดสอบที่ 2 อ่านค่าจาก Colorimeter ได้ L* = 52 ,a=51 , b=52

เมื่อนำเข้าสมการจะได้ $\triangle E = \sqrt{(50-52)2+(50-51)2+(50-52)2} = 3$

เป็นที่รู้กันว่าแหล่งกำเนิดแสงเป็นตัวแปรสำคัญหนึ่งในการตรวจวัดสีและการมองเห็นสี ดังนั้น CIE จึงจำแนกแหล่งกำเนิดแสงดังต่อไปนี้

- Illuminant A มีการกระจายพลังงานใกล้ เคียงกับหลอดไส้ทังสเตน (incandescent lamp) ซึ่งมีอุณหภูมิสี (color temperature) อยู่ในช่วง 2,848-2856 เคลวิน

- Illuminant B เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ได้จาก หลอดไฟแบบ Illuminant A ที่ผ่านตัวกรองแสงแล้วให้แสงที่มีอุณหภูมิสี 4,900 เคลวิน

- Illuminant C เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ได้จาก หลอดแบบ Illuminant A ที่ผ่านตัวกรองแสงแล้วให้แสงที่มีอุณหภูมิสี 6,700 เคลวิน

- Illuminant D เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ แทนแสงแดดตอนกลางวัน แต่อุณหภูมิสีต่างกัน เช่น

D65 เป็นแสงแดดตอนกลางวันที่มีอุณหภูมิ 6,500 เคลวิน

D75 เป็นแสงแดดตอนกลางวันที่มีอุณหภูมิ7,500 เคลวิน

วิธีการ

เครื่องวัดสี ColorQuest XE (ภาพที่ 4.5) สามารถใช้วัดสีของผลิตภัณฑ์ทุกชนิด โดยการวัดสีแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่

1. การวัดสีที่ถูกสะท้อนออกมา (Reflected color) ใช้วัดสีของตัวอย่างที่มีลักษณะขุ่น ทึบ มัว หรือแสงสามารถส่องผ่านได้เล็กน้อย

2. การวัดสีที่ถูกผ่านออกจากตัวอย่าง (Transmitted color) ใช้วัดสีตัวอย่างที่เป็นของเหลว สารละลายใส หรือฟิล์ม

ภาพที่ 4.5 เครื่องวัดสี พร้อมเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเครื่องวัดสี ColorQuest XE

ขั้นตอนการใช้งานเครื่องวัดสี ColorQuest XE

1. ตัวอย่างของเหลว ควรมีปริมาณอย่างน้อย 20-30 มิลลิลิตรและตัวอย่างควรมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง

2. ตัวอย่างของแข็งขนาดใหญ่ สามารถวัดได้โดยตรง หากเป็นของแข็งขนาดเล็ก ให้วัดโดยใช้ Transmission cell และใช้ตัวอย่าง อย่างน้อย ¾ ของ cell

3. เปิดโปรแกรมและเปิดเครื่องวัดสี

4. การทำ standardize และ การวิเคราะห์ตัวอย่างในแต่ละโหมด

5. ทำการวัดค่าสี L*, a* และ b* ของตัวอย่าง ตามวิธีของ Petracci et al. (2004)

4.2.2.2 ความหนืด (Brookfield)

ความหนืด (viscosity) คือปริมาณที่อธิบายความต้านทานต่อการไหลของของไหล ความต้านทานการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของวัตถุที่ผ่านตัวมันเช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของชั้นที่มีความเร็วต่างกันภายใน Viscosity สามารถกำหนดแนวความคิดเป็นการหาปริมาณแรงเสียดทานภายในที่เกิดขึ้นระหว่างชั้นของของเหลวที่อยู่ติดกันซึ่งอยู่ในการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ ตัวอย่างเช่น เมื่อของเหลวหนืดถูกบังคับผ่านท่อจะไหลได้เร็วกว่าใกล้กับแกนของท่อมากกว่าใกล้กับผนังท่อ ของเหลวที่ไม่มีความต้านทานแรงเฉือนเรียกว่าของเหลวในอุดมคติความหนืดเป็นศูนย์จะสังเกตได้เฉพาะที่อุณหภูมิต่ำมากในซุปเปอร์ฟลูอิด กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์กำหนดให้ของไหลทั้งหมดมีความหนืดเป็นบวก ในทางเทคนิคแล้ว ของเหลวที่มีความหนืดสูงอาจดูเหมือนเป็นของแข็ง สมการความหนืดคือ (แสดงโดยสัญลักษณ์ η “eta”) คืออัตราส่วนของความเค้นเฉือน (F/A) ต่อการไล่ระดับความเร็ว (Δvx/Δz หรือ dvx/dz) ในของเหลว

$$\eta = \frac{\bar{F}/A}{\Delta v_x/\Delta z} \qquad \text{OR} \qquad \eta = \frac{F/A}{dv_x/dz}$$

ความหนืดวัดด้วยเครื่องวัดความหนืด (Viscometer) ประเภทต่างๆ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความหนืดของของเหลว เครื่องวัดจะวัดค่าความหนืดและคุณสมบัติต้านการไหลของของเหลว ความหนืดเกิดจากการเสียดสีภายในของของไหล และถูกกำหนดให้เป็นความต้านทานของของเหลวต่อการไหลหรือความเค้นเฉือน

โดยวิธีการที่ใช้คือการวัดความสั่นของเสียงที่เกิดจากการชนของวัตถุนั้น ๆ กับตัวอุปกรณ์ แล้วแปลงเสียงเหล่านั้นเป็นค่าที่สามารถวัดได้ เช่น ความแข็งแรงหรือความหนาแน่น อุปกรณ์ Viscometer มักถูกใช้ในงานวิจัยและการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น ในการวัดความแข็งแรงของวัตถุทดสอบหรือวัตถุประกอบต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติวัสดุ หรือในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่น เครื่องสำอาง หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การใช้ Viscometer เริ่มต้นด้วยการนำวัตถุที่ต้องการวัดความแข็งแรงหรือความหนาแน่นมาชนกับตัวอุปกรณ์ Viscometer โดยให้เกิดเสียงสั่นในกระบวนการชน จากนั้น Viscometer จะวัดความสั่นของเสียงนั้นและแปลงเป็นค่าที่สามารถวัดได้ เช่น ความแข็งแรงหรือความหนาแน่นของวัตถุนั้น ในอาหาร เครื่อง viscometer จะใช้ในการวัดความหนืดของสารเหลว เช่น น้ำมัน ซอส ซุป น้ำตาลละลาย หรือสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตอาหาร การวัดความหนืดเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิต และความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ เพราะความหนืดสามารถมีผลต่อความนุ่มนวล ความแข็งแรง การไหล และรสชาติของอาหารได้ การใช้ viscometer ในอาหารเรียกว่าการวัดความหนืดอาหาร (food viscosity measurement) ซึ่งมีหลายวิธีการ เช่น:

1. Brookfield Viscometer: เป็นเครื่องวัดความหนืดที่ใช้ในการวัดความหนืดของสารเหลวด้วยหลักการหมุนของสปินเดิล
2. Falling Ball Viscometer: เครื่องวัดความหนืดที่ใช้ในการวัดความหนาแน่นโดยการวัดเวลาที่ลูกบอลลงมาในสารเหลว
3. Ostwald Viscometer: เครื่องวัดความหนาแน่นที่ใช้ในการวัดความหนืดของ

วิธีการ

Brookfield Viscometer (ภาพที่ 4.6) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความหนืดของสารเหลว โดยใช้หลักการหมุนของสปินเดิล (spindle) ในสารเหลวเพื่อวัดความต้านทานที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมุนของสปินเดิลนั้น วิธีการใช้ Brookfield Viscometer มีขั้นตอนดังนี้:

1. เตรียมตัวเครื่อง: เปิดเครื่อง Brookfield Viscometer และติดตั้งสปินเดิลที่เหมาะสมสำหรับการวัดความหนืดของสารเหลวที่ต้องการ ให้แน่ใจว่าสปินเดิลถูกติดตั้งอย่างแน่นหรือปรับระดับตามค่าที่กำหนด
2. เตรียมสารเหลว: เตรียมสารเหลวที่ต้องการวัดความหนืดโดยใส่ในถังทดสอบของเครื่อง แล้วปรับอุณหภูมิของสารเหลวให้เหมาะสมถ้าจำเป็น
3. ตั้งค่าเครื่อง: ตั้งค่าความเร็วหมุน (speed) และรูปแบบการวัด (measurement mode) ตามความต้องการของการทดสอบ โดยปกติแล้วจะใช้ความเร็วหมุนแบบคงที่ (constant speed) และสามารถตั้งค่าหน่วงเวลาเพื่อให้ค่าวัดเสถียรภาพ (stability) ก่อนที่จะทำการวัด
4. วัดความหนืด: กดสั่งให้สปินเดิลจมลงในสารเหลว แล้วกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มวัดความหนืด ระบบจะทำการวัดความต้านทานขณะที่สปินเดิลหมุน และแสดงผลลัพธ์บนหน้าจอของเครื่อง

ภาพที่ 4.6 เครื่อง Brookfield Viscometer

4.2.2.3 ความคงตัว (Bostwick)

หลักการ

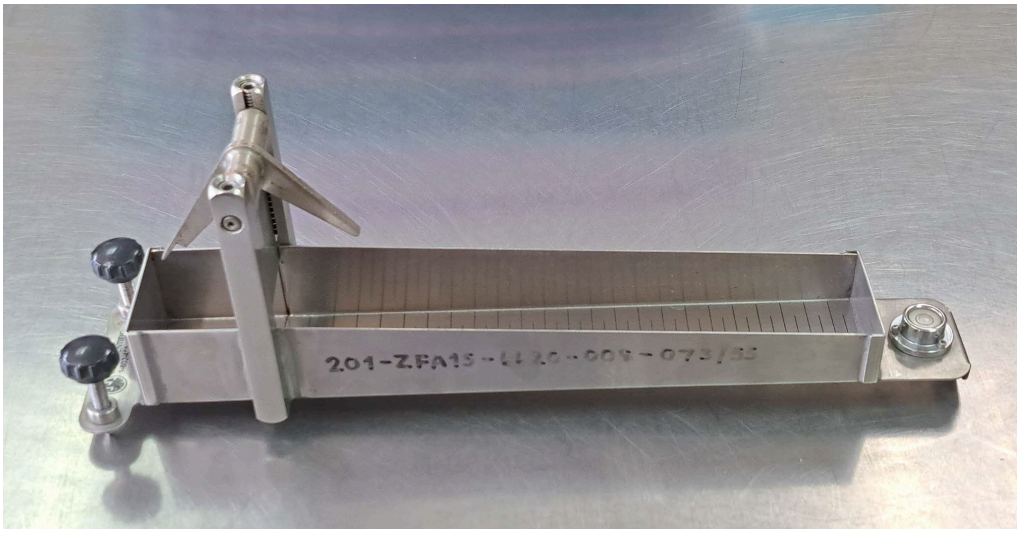
ความคงตัวหรือความหนืด (viscosity) เป็นคุณสมบัติทางกายภาพของสารเหลวที่วัดความต้านทานที่เกิดขึ้นเมื่อสารเหลวถูกเคลื่อนที่ หรือมีการไหลผ่านภายใน ความหนืดของสารเหลวจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงระหว่างโมเลกุลของสารเหลวกับกัน ซึ่งส่งผลต่อความหนาแน่นและการไหลของสารเหลวนั้น สารเหลวที่มีความหนืดสูงจะมีความแข็งแรงระหว่างโมเลกุลมาก ทำให้เคลื่อนที่หรือไหลของสารเหลวด้วยความลำบาก ส่วนสารเหลวที่มีความหนืดต่ำจะมีความแข็งแรงระหว่างโมเลกุลน้อย ทำให้เคลื่อนที่หรือไหลของสารเหลวได้อย่างง่ายดาย หน่วยที่ใช้ในการวัดความหนืดคือ "เซนติพอยซ์" (centipoise, cP) โดยค่าความหนืดของน้ำเป็นประมาณ 1 cP สำหรับการเปรียบเทียบความหนืดของสารเหลวอื่น ๆ ความหนืดของสารเหลวมีผลต่อคุณสมบัติต่าง ๆ ของสารเหลวนั้น ๆ และมีความสำคัญในหลายอุตสาหกรรม เช่น ในอุตสาหกรรมอาหาร ความหนืดของสารเหลวสามารถมีผลต่อการเติมเครื่องปรุงรส การผสมส่วนประกอบ การไหลของเนื้อหาในการผลิตอาหาร และความนุ่มนวล อุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดความหนืด (ค่าความคงตัว) หรือ วัดการไหลของๆ เหลว มีดังนี้

- เป็นเครื่องมือสำหรับวัดค่าความหนืดของๆ เหลวข้นทุกชนิด ด้วยหลักการ วัดระยะอัตราการไหลของๆ เหลว
- เหมาะสำหรับใช้ทดลองกับของเหลวข้นได้ทั่วไป เช่น เคมีภัณฑ์เหลวเข้มข้น, น้ำยาเคมีผสมแบบข้น, สีน้ำ หรือสีน้ำมันข้น ,ผลิตภัณฑ์จำพวกเครื่องสำอาง ครีมบำรุงผิว,สบู่เหลวชนิดข้น หรือผลิตภัณฑ์ทางด้านอาหาร เช่น อาหารเหลวข้น, ครีมสลัด, แยมขนมปัง, ซอสพริก, ซอสมะเขือเทศ, โยเกิร์ต, ผลไม้กวน ฯลฯ
- ตัวเครื่องทำด้วยโลหะสแตนเลสทั้งหมด จึงไม่เป็นสนิม และง่ายต่อการทำความสะอาด หลังเลิกใช้งาน
- มีสเกลล์บอกค่าตัวเลขบนรางที่เป็นแบบราบและเท หน่วยเป็นเซ็นติเมตร (ภาพที่ 4.7) ช่วงวัดความละเอียด ระยะช่องระหว่างเซนติเมตร มีความละเอียด เท่ากับ 0.50 เซนติเมตร

- มีขาตั้งที่เป็นสกรูปรับระดับได้ทั้ง 2 ด้าน (Twist Screw) เพื่อให้ผู้ใช้หมุนปรับระดับความราบเท ของรางเท เพื่อหาระดับที่ถูกต้อง (ระดับราบเอียง 10 องศา ตามหลักการไหลแบบมาตรฐานของเครื่อง) ซึ่งอยู่ส่วนบนของเครื่องโดยให้สังเกตุลูกน้ำลอยกลิ้งไปมา ซึ่งอยู่ส่วนล่างของเครื่องให้ลูกน้ำลอยกลิ้งมาอยู่ตรงกลางพอดี ก็พร้อมที่จะใช้งานต่อไป

วิธีการ

1. จัดเตรียมตัวอย่างของเหลวข้นที่ต้องการวัดให้ได้ปริมาณตัวอย่างตั้งแต่ 75 ซีซี -100 ซีซี (75 ml-100 ml) มาหลายตัวอย่าง ด้วยถ้วยตวง (Beaker)
2. เทตัวอย่างของเหลวลงในช่องเก็บของเหลว ที่มีสะพานประตูล็อคกั้นไว้ ทิ้งไว้สักครู่จนกว่าของเหลวที่อยู่ในช่องเก็บนิ่งดีแล้ว
3. เริ่มเปิดล็อกสะพานประตูเพื่อให้ของเหลวค่อยๆไหล แบบแผ่กระจายไปตามทางของรางเท โดยให้จับเวลาในการไหลกับระยะทางในการไหล (ในเวลา 30 วินาที ของของเหลวตัวอย่างไหลไปได้ระยะกี่เซ็นติเมตร) จึงค่อยนำไปคำนวณตามหลักคณิตศาสตร์ เพื่อหาค่าความคงตัวเท่ากับ กี่เซ็นติเมตร ต่อนาที



ภาพที่ 4.7 เครื่องวัดความคงตัว (Bostwick)

4.2.2.4 เนื้อสัมผัส (Texture analyzer)

หลักการ

เนื้อสัมผัส (texture) หมายถึง ลักษณะที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้ด้วยการสัมผัส ผู้บริโภครับรู้เนื้อสัมผัสของอาหารได้ด้วยการสัมผัสด้วยมือ การสัมผัสด้วยฟัน เพดานปาก ลิ้น และการเคี้ยว การวัดเนื้อสัมผัสในอาหารแบบทางอ้อมหรือการวัดด้วยประสาทสัมผัสเป็นวิธีที่พบได้บ่อยในการประเมินคุณภาพและลักษณะของอาหาร ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของสารในอาหารจะส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารนั้นๆ โดยลักษณะทางเคมีอาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร เช่น ปริมาณน้ำ ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน เป็นต้น ในขณะเดียวกันลักษณะทางกายภาพอาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของสาร ซึ่งสามารถเกี่ยวข้องกับความแข็งหรือความกระชับของเนื้อสัมผัส การประเมินโดยใช้ประสาทสัมผัสของมนุษย์อาจมีความซับซ้อนและข้อจำกัด แต่มีความสำคัญอย่างมากในการประเมินความพึงพอใจและยอมรับของผู้บริโภค การนำคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสมาประยุกต์หรือดัดแปลงให้อยู่ในรูปของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดเนื้อสัมผัสจึงเป็นที่นิยม ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้มักจะเน้นความสะดวกสบายและความรวดเร็วในการใช้งาน

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (texture analysis) เป็นวิธีหนึ่งในการศึกษาสมบัติเชิงวิศวกรรมของอาหาร ซึ่งหมายถึง การวัดเนื้อสัมผัส (texture measurement) และการแปลความหมายของ ค่าที่วัดได้เป็นค่าสมบัติทางเนื้อสัมผัส (texture properties) การทดสอบเนื้อสัมผัสมีอยู่ 2 ประเภทคือ การทดสอบเนื้อสัมผัสทางวัตถุวิสัย และการประเมิน ด้วยประสาทสัมผัส

การทดสอบเนื้อสัมผัสทางวัตถุวิสัยเป็นการใช้เครื่องมือที่สามารถประเมินค่าทางกายภาพของเนื้อสัมผัสได้ โดยอาจเป็นการวัดความแข็งแรง ความยืดหยุ่น หรือความหยาบกระด้างของอาหาร ตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ได้แก่เครื่องมือทดสอบการบีบอัด (compression tester), เครื่องมือทดสอบการยืดย่อ (shear tester), เครื่องมือทดสอบความกระชับ (firmness tester) เป็นต้น การประเมินโดยใช้ประสาทสัมผัสเป็นกระบวนการที่ให้ผู้ทดสอบสัมผัสและประเมินคุณภาพของเนื้อสัมผัสโดยตรง ผู้ทดสอบจะสัมผัสและให้ความรู้สึกเกี่ยวกับลักษณะของอาหาร เช่น ความเรียบหยาบ ความนุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดคุณสมบัติทางเนื้อสัมผัสของอาหารเรียกว่า "เครื่องวัดเนื้อสัมผัส" หรือ "Texture Analyzer" ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการประเมินความแข็งแรงและความกระชับของอาหาร โดยเครื่องมือชนิดนี้สามารถทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอาหารได้หลากหลายด้วยวิธีการต่างๆ

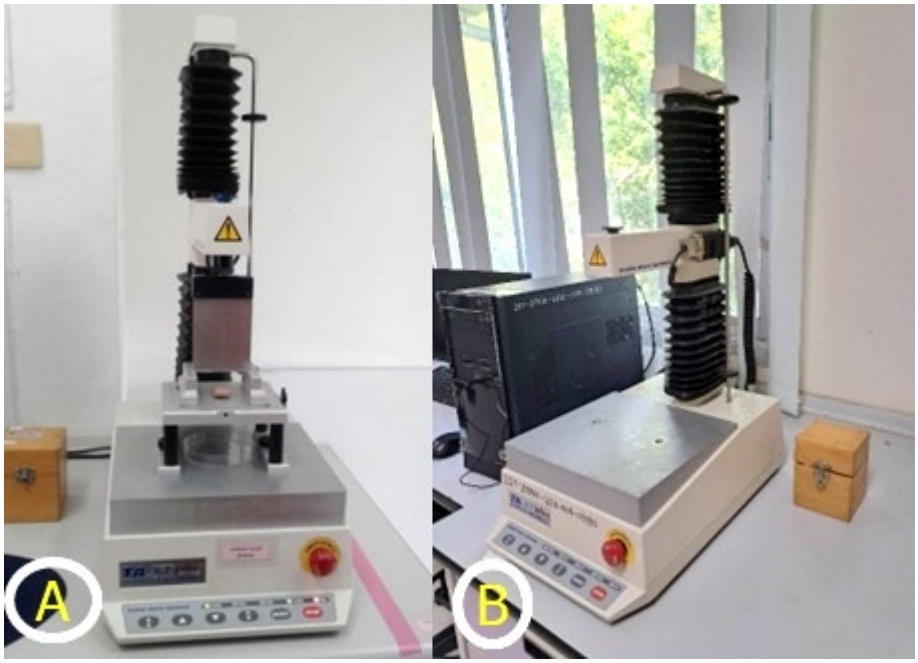
- การทดสอบแรงกด* (compression test)
- การทดสอบแรงดึง (tensile test หรือ tension test)
- การทดสอบแรงกดทะลุ-เจาะ (penetration test หรือ puncture test)
- การทดสอบแรงโค้งงอ bending test หรือ fracture test
- การทดสอบแรงตัด cutting test หรือ shearing test
- การทดสอบแรงผลักกัน (Extrusion test)

ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบเหล่านี้จะช่วยให้เราทราบถึงคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของอาหาร เช่น ความกระชับ, ความอ่อนนุ่ม, ความหยาบกระด้าง, ความนุ่มหยาบ เป็นต้น

เครื่องมือ Texture Analyzer มักใช้ในงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร การทดสอบโดยใช้เครื่องมือเหล่านี้ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถปรับปรุงคุณภาพและลักษณะของอาหารให้เหมาะสมตามความต้องการของผู้บริโภคได้ อีกทั้งยังช่วยในการควบคุมคุณภาพและความเสถียรของกระบวนการผลิตอาหาร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงและคงทนต่อการผลิตในขั้นตอนต่างๆ โดยมีประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร

วิธีการ

1. เปิดเครื่องสำรองไฟ และเครื่องคอมพิวเตอร์
2. เปิดเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ปุ่มสวิทซ์ อยู่ด้านหลังของเครื่อง ทำการอุ่นเครื่องก่อนการใช้งานอย่างน้อย 15 นาที
3. ทำการคลิ๊กเข้าโปรแกรม แล้วทำการเลือกประเภทของตัวอย่างที่ต้องการทดสอบแล้วทำตามคู่มือการใช้งาน
4. กำหนดค่าการทดสอบต่างๆ จากนั้นนำหัววัดประกอบเข้ากับเครื่องและนำตัวอย่างมาวางบนฐานของเครื่องวัด (ภาพที่ 4.8 A)
5. ทำการวัด แล้วเก็บข้อมูลการทดลอง จากนั้นวิเคราะห์ผลการทดลอง ตามคู่มือการใช้งาน



ภาพที่ 4.8 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส : A) การติดหัววัดประกอบ ; B) ตัวเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

4.2.2.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)

หลักการ

ของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solids, TSS) เป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ความเข้มข้นของอาหารเหลว เช่น น้ำเชื่อมและน้ำผลไม้เข้มข้น เป็นผลมาจากการวัดปริมาณของสารละลายที่อยู่ในน้ำ ซึ่งสารละลายเหล่านี้ประกอบด้วยน้ำตาลชนิดต่างๆ และสารอื่นๆ เช่น กรดอินทรีย์และแร่ธาตุต่างๆ การวัด TSS สามารถทำได้โดยใช้เครื่องวัดเลเซอร์บรรยากาศ (refractometer) ซึ่งจะวัดค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือใช้เครื่องส่องสว่าง (spectrophotometer) เพื่อวัดค่าเป็นหน่วยบริกซ์ (Brix) ซึ่งเป็นหน่วยการวัดความเข้มข้นของน้ำตาล ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นจากผักและผลไม้ เช่น น้ำมะพร้าวหรือน้ำส้มคั้น เป็นผลรวมของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลชนิดต่างๆ เช่น น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรักโทส รวมถึงกรดอินทรีย์เช่น กรดซิตริกและกรดแล็กทิก และอาจมีสารประกอบเพิ่มเติมของแร่ธาตุต่างๆ

การวัด TSS มีความสำคัญในหลายธุรกิจ รวมถึงอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เช่น ในการผลิตน้ำเชื่อม น้ำผลไม้ น้ำอัดลม น้ำตาลทราย น้ำหวาน และอื่นๆ การวัด TSS สามารถช่วยในการควบคุมคุณภาพสินค้าและการพัฒนาสูตรสินค้าใหม่ นอกจากนี้ยังช่วยในการตรวจสอบความสมบูรณ์และความสดของผลผลิตอาหารและเครื่องดื่ม ในน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้น ค่าที่วัดได้ เป็นการวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ (total soluble solids) ได้แก่ น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรักโทส กรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก กรดแอมิโนอิสระ วิตามินซี และแร่ธาตุต่างๆ หน่วยที่วัดได้เป็นเปอร์เซ็นต์ น้ำหนักต่อปริมาตร การเลือกใช้เครื่องวัดความหวาน Brix Refractometer และการวัดค่า Brix อาจวัดได้ด้วย hydrometer หรือ refractometer รายงานผลเป็น degree Brix

เครื่องวัด Brix Refractometer เป็นเครื่องมือสำหรับการวัดความหวานโดยมีหลักการความหวานคือการวัดการหักเหของแสงในการวัดความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำ เช่น วัดความหวาน วัดปริมาณน้ำตาล เป็นต้น โดยแสดงปริมาณความหวานในหน่วย องศาบริกซ์ Brix (สัญลักษณ์ ° Bx) ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำตาลของสารละลายในน้ำ หนึ่ง บริกซ์ มีความหมายว่ามีปริมาณน้ำตาล 1 กรัมในสารละลาย 100 กรัมและแสดงถึงความเข้มข้นของสารละลายเป็นเปอร์เซ็นต์โดยมวล

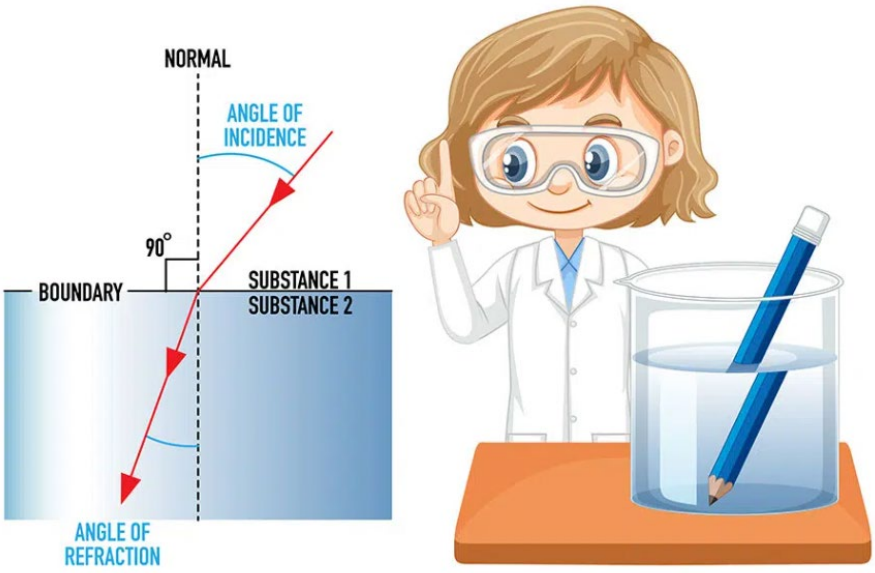
หลักการทำงานของเครื่องวัด brix

ค่านี้สัมพันธ์กับเนื้อสารของของแข็งที่ละลายหรือละลายได้ในสารละลาย ดังนั้นจึงสัมพันธ์กับความหนาแน่นของของเหลว ยิ่งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หรือน้ำตาลในสารละลายในน้ำสูง ความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นก็จะยิ่งสูงขึ้น

สามารถประเมินค่า Brix ได้โดยใช้เครื่องวัดการหักเหของแสง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการวัด °Bx อย่างรวดเร็วและโดยตรงในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรต

เครื่องวัดการหักเหของแสงทำงานโดยการวัดดัชนีการหักเหของแสงของของเหลว/สารละลายซึ่งเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของความเร็วของแสงขณะเดินทางผ่านตัวกลางสองตัวที่มีความหนาแน่นต่างกัน (ภาพที่ 4.9) ดัชนีหักเหคำนวณโดยใช้สมการ:

ดัชนีหักเห = ความเร็วของแสงในสุญญากาศ/ความเร็วของแสงผ่านสาร



ภาพที่ 4.9 หลักการทำงานของเครื่องวัด brix

ที่มา : https://www.tools.in.th/sweetness-and-brix/what-is-brix/

วิธีการ

1. หยดน้ำกลั่นบริสุทธิ์ลงบนส่วนหัววัดของตัวเครื่อง 2-3 หยด (ภาพที่ 4.10)
2. กดปุ่ม Zero เพื่อทำการสอบเทียบ (Calibration) แล้วเช็ดให้แห้ง
3. หยดตัวอย่างที่ต้องการวัดลงในส่วนหัววัดของตัวเครื่องประมาณ 2-3 หยด
4. เริ่มการวัดด้วยการกดปุ่ม Start เพื่อวัดค่า ผลการวัดจะแสดงใน 3 วินาที
5. ได้ผลการวัดที่ออกมาสามารถอ่านค่าจากหน้าจอดิจิตอลที่แสดงผลได้เลยตัวเครื่องจะบอกออกมาเป็นหน่วย % Brix
6. หลังจากใช้งานเสร็จแล้วสามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย เช็ดให้แห้งก่อนเก็บเข้ากล่อง

ภาพที่ 4.10 เครื่องวัดความหวาน Refractometer

4.2.2.6 กรด-ด่าง (pH meter)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นค่าที่แสดงปริมาณหรือความเข้มข้นของไฮโดยเจนอิอิน (H+) หรือไฮโดรเนียมอิออน (H3O+) ซึ่งเกิดจากสารที่สามารถแตกตัวให้อนุมูลกรด (H+) หรือด่าง (OH-) ได้ ใช้บอกค่าความเป็นกรดหรือเบสของสารละลาย โดยค่า pH มีค่าตั้งแต่ 0-14 ซึ่งมีความหมาย ดังนี้

– pH = 7 แสดงว่า สารละลายมีความเป็นกลาง

– pH < 7 แสดงว่า สารละลายมีความเป็นกรด

– pH > 7 แสดงว่า สารละลายมีความเป็นด่าง

pH meter เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลาย

หลักการทำงาน

พีเอชมิเตอร์ (pH meter) เป็นเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิก มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่ อิเล็กโทรด และเครื่องวัดศักย์ไฟฟ้า (volt meter) เครื่องวัดศักย์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนค่าศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ให้เป็นค่า pH ก่อนการใช้งาน จะต้องปรับเทียบมาตรฐาน (calibration) โดยการปรับเทียบกับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน โดยการปรับที่นิยมใช้ คือระบบ two-point calibration ซึ่งจะปรับช่วง pH ที่ต้องการวัดด้วยสารบัฟเฟอร์ 2 ค่า เช่น pH 4 และ 7 หรือ pH 7 และ 10 ที่มีค่าครอบคลุมในช่วงที่ต้องการวัด ทั้งนี้เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

ภาพที่ 4.11 น้ำยามาตรฐานบัฟเฟอร์ 4.01 บัฟเฟอร์ 7.0 และ บัฟเฟอร์ 10.0

วิธีการวัด

1. เตรียมน้ำยามาตรฐานบัฟเฟอร์ ขึ้นอยู่กับรุ่นของเครื่องวัด โดยทั่วไปจะมีการสอบเทียบแบบ 1 2 และ 3 จุด กรณี สอบเทียบ 3 จุด ให้เตรียมน้ำยา pH buffer 4.01 7.0 และ 10.0 (ภาพที่ 4.11)
2. เปิดเครื่อง pH meter และให้เวลาสำหรับการอุ่นเครื่อง โดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 15 - 30 นาที
3. กดปุ่ม CAL บนเครื่องวัดเพื่อทำการ Calibration จากนั้นวางอิเล็กโทรดในบัฟเฟอร์ที่มีค่า pH 7.0 ปล่อยให้เครื่องวัดอ่านค่า pH ให้คงที่และปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที และกดปุ่ม Confirm
4. ล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่นเพื่อให้น้ำยา Buffer 7 ที่ยังค้างในหัววัดให้หมดไป จากนั้นนำหัววัดวางลงในน้ำยา Buffer 4.01 ปล่อยให้เครื่องวัดอ่านค่า pH ให้คงที่และปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที และกดปุ่ม Confirm

5. ล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่นเพื่อให้น้ำยา Buffer 4 ที่ยังค้างในหัววัดให้หมดไป จากนั้นนำหัววัดวางลงในน้ำยา Buffer 10.01 ปล่อยให้เครื่องวัดอ่านค่า pH ให้คงที่และปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที และกดปุ่ม Confirm (CFM)
6. กดปุ่มเมนู เพื่อดูประสิทธิภาพหัววัด ซึ่งไม่ควรต่ำกว่า 95%
7. ล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่น แล้ว ซับด้วยกระดาษให้แห้ง เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการวัดตัวอย่าง
8. นำสารละลายตัวอย่างที่ต้องการวัดค่า มาทำการวัดค่าความเป็นกรดด่าง แล้วทำการปรับค่าให้ได้ตามต้องการด้วยสารละลาย 1 N HCl และสารละลาย 1 N NaOH
9. เมื่อทำการวัดตัวอย่างน้ำเสร็จแล้ว ให้ฉีดล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด ซับด้วยกระดาษทิชชูให้แห้ง รักษาสภาพหัวอิเล็กโทรดด้วยการแช่ด้วยน้ำยา Electrolyte (3M KCl)

ภาพที่ 4.12 เครื่องวัดความเป็นกรดด่างของสารละลาย (pH meter)

4.2.2.7 วอเตอร์แอคติวิตี้ (aw)

aw เป็นค่าที่แสดงระดับพลังงานของน้ำมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา การเสื่อมเสีย และความ ปลอดภัยของอาหาร ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ เป็นอัตราส่วนของความดันไอ (vapour pressure) ของน้ำในอาหาร (P) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ (Po) ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

$$aw = P/Po$$

หรือวัดได้จากความชื้นสัมพัทธ์เหนืออาหารในสภาวะสมดุล (Equilibrium Relative Humidity, ERH) หารด้วย 100

$$aw = ERH/100$$

ค่า Water activity มีค่า ตั้งแต่ 0 – 1 เราสามารถแบ่งอาหารตามค่า Water activity ออกเป็น 3 ประเภทได้แก่

1. อาหารสด (Fresh food)

อาหารสดเป็นอาหารที่มีความสดใหม่และเน่าเสียง่าย เนื่องจากมีค่า water activity (กิจกรรมของน้ำ) มากกว่า 0.85 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเชื้อสาเหตุของการเน่าเสีย อาหารสดรวมถึงเนื้อสัตว์สด (เช่น เนื้อปลา ไก่ เนื้อวัว) ผัก ผลไม้ และอาหารทะเล (เช่น กุ้ง เป็ดน้ำ ปลาหมึก)

2. อาหารกึ่งแห้ง (Intermediate moisture food)

อาหารกึ่งแห้งหมายถึงอาหารที่มีค่า water activity ระหว่าง 0.6-0.85 ซึ่งมีความชุ่มชื้นระดับกลาง ไม่แห้งจนเกินไป ตัวอย่างเช่น นมข้นหวาน ผลไม้ที่แช่อิ่มเช่นองุ่นแช่อิ่ม และกุ้งปรุงรส

3. อาหารแห้ง (Dried food)

อาหารแห้งหมายถึงอาหารที่มีค่า water activity ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งเป็นอาหารที่น้ำถูกลดลงอย่างมาก ทำให้ไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ อาหารแห้งมักจะมีอายุการเก็บรักษานานกว่าอาหารสด ตัวอย่างเช่น นมผง ผักผลไม้ที่อบแห้ง กุ้งแห้ง เก๊กฮวยผงชงดื่ม และน้ำผลไม้ผง

วิธีการ

1. เสียบปลั๊กเปิดเครื่อง Water Activity เครื่องจะเปิดโดยอัตโนมัติ ควรเปิดเครื่องก่อนการใช้งานอย่างน้อย 15 - 20 นาที
2. ชั่งตัวอย่าง ประมาณ 3 กรัม โดยให้ตัวอย่างปิดพื้นที่ก้นภาชนะใส่ตัวอย่าง (ภาพที่ 4.13) และให้ปริมาณตัวอย่างอยู่สูงระดับครึ่งของภาชนะใส่ตัวอย่าง
3. ปิดฝาครอบตัวอย่าง แล้วทำการล๊อคให้เรียบร้อย
4. กดปุ่มอ่านค่าแบบอัตโนมัติ
5. จดบันทึกข้อมูลผลการวัด
6. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองให้ทำความสะอาดภาชนะใส่ตัวอย่างแล้วเช็ดให้แห้งก่อนนำไปเก็บ

ภาพที่ 4.13 เครื่องวัดค่า วอเตอร์แอคติวิตี้ (aw)

4.2.2.8 ความชื้น (Moisture balance / halogen lamp)

ความชื้นเป็นสมบัติที่สำคัญมากในอาหารเนื่องจากมีผลมากมายต่อคุณสมบัติและความคงทนของอาหาร ดังนี้:

1) การเสื่อมเสียของอาหาร (Food Spoilage): ความชื้นสูงส่งผลให้อาหารมีความเสี่ยงต่อการเสื่อมเสียอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์และราที่ทำให้อาหารเสีย อาหารที่มีความชื้นสูงมักเป็นอาหารที่เสื่อมเสียง่ายและมีอายุการวางจำหน่ายต่ำ
2) ความปลอดภัยทางอาหาร (Food Safety): ความชื้นสูงสามารถสร้างสภาวะเหมาะสมสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคและสร้างสารพิษ อาหารที่มีความชื้นสูงอาจเสี่ยงต่อการติดเชื้อและโรคอาหารเป็นพิษ
3) สมบัติทางกายภาพและความร้อน: ความชื้นมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของอาหาร เช่น จุดหลอมเหลวและจุดเดือด นอกจากนี้ ความชื้นยังมีผลต่อความสามารถในการนำความร้อนและความร้อนจำเพาะของอาหาร
4) คุณภาพทางประสาทสัมผัส: ความชื้นสามารถมีผลต่อลักษณะของอาหาร เช่น ความกรอบหรือความหนืด นี่สามารถมีผลต่อประสบการณ์การบริโภคของผู้บริโภค
5) การเกิดปฏิกิริยาเคมี: ความชื้นสามารถมีผลต่อปฏิกิริยาเคมีในอาหาร อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลหรือปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งสามารถทำให้อาหารมีความเสี่ยงต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา
6) การกำหนดราคาสินค้า: ความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดราคาสินค้าเกษตรอย่างข้าวและเมล็ดธัญพืช เนื่องจากความชื้นสูงหรือต่ำสามารถทำให้มีการเปลี่ยนแปลงราคาตามปริมาณความชื้นในสินค้า

ดังนั้น การควบคุมความชื้นในอาหารเป็นสิ่งสำคัญเพื่อรักษาคุณภาพ ปลอดภัย และคงทนของอาหารตลอดระยะเวลาการจัดเก็บและการจัดจำหน่ายของ

การแสดงค่าความชื้นของอาหาร

ปริมาณความชื้น นิยมบอกเป็นเปอร์เซ็นต์มี 2 รูปแบบคือ

1. ความชื้นฐานเปียก (wet basis) เป็นค่าความชื้นที่มักใช้ในทางการค้า เป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ความชื้นโดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน มักบอกเป็นเปอร์เซ็นต์

2. ความชื้นฐานแห้ง (dry basis) เป็นค่าที่นิยมใช้กันในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้ง (dehydration) เพราะช่วยให้คำนวณได้สะดวก เนื่องจากน้ำหนักแห้งของอาหารจะคงที่ อาจบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือจำนวนกรัมของน้ำต่อจำนวนกรัมของของแข็ง (g H_2O/g solid)

การวัดความชื้นของอาหาร

น้ำที่มีอยู่ในอาหารแต่ละชนิดมีการยึดติดอยู่ในโครงสร้าง หรือโมเลกุลของสารอื่นๆ ที่เป็นส่วนประกอบของอาหารในรูปแบบ และความแข็งแรงต่างกัน ทำให้เทคนิคที่ใช้สำหรับการหาความชื้นของอาหารแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ทั้งความยากง่าย ความซับซ้อนของอุปกรณ์ และความถูกต้องแม่นยำของค่าที่ได้ วัตถุประสงค์หลักของบทนี้จึงเป็นการแนะนำให้รู้จักวิธีการหาความชื้นในอาหารแบบต่างๆ ข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธี เพื่อสามารถเลือกนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม

วิธีการ

เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analyzer) เป็นเครื่องหาความชื้นของตัวอย่างที่เป็น ของเหลว ของแข็ง และตัวอย่างที่ข้นหนืด ด้วยหลักการการให้ความร้อนแบบอินฟราเรดเป็น ขดลวดให้ความร้อน (Metal tube heater) และทำให้ตัวอย่างแห้ง พร้อมกันนั้นเครื่องชั่งในตัวเครื่อง วัดความชื้น จะทำการบันทึกน้ำหนักของตัวอย่างก่อนและหลังจากได้รับความร้อนจนความชื้นระเหย หมดไป เครื่องมือจะปิดการทำงานและคำนวณค่าปริมาณความชื้น โดยจะใช้น้ำหนักรวมที่สูญเสียไป ในการคำนวณปริมาณความชื้น

ขั้นตอนการใช้งาน

1. ทำการเปิดเครื่องก่อนการใช้งานอย่างน้อย 30 นาที
2. กดเลือกเมนู แสดงหน้าจอ Display menu

3. ตั้งค่าโปรแกรมโปรแกรมการตั้งค่ามีดังนี้
   - Heating program การตั้งค่าอุณหภูมิที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่าง
   - END ตั้งค่าการจบโปรแกรมการวิเคราะห์
   - Initial weight ตั้งค่าน้ำหนักตัวอย่าง
   - Result display ตั้งค่าหน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์
   - Target value ตั้งค่า ± ผลการวิเคราะห์
   - Standby temperature ตั้งค่าอุณหภูมิอุ่นเครื่องมือไม่ได้ใช้งาน
   - No. of filters ตั้งค่าจำนวน Filter
4. ใช้มือเปิดฝาครอบเพื่อวางถาดอลูมิเนียมสำหรับใส่ตัวอย่าง ทำการ tare น้ำหนักให้เป็นค่า 0.000 กรัม
5. วางตัวอย่างลงบนถาดอลูมิเนียมแล้วปิดฝาครอบ
6. เครื่องจะทำงานตามที่ได้ตั้งโปรแกรมไว้
7. จากนั้นเครื่องจะแสดงค่าที่วัดได้ เอาตัวอย่างออก แล้วทำการวัดตัวอย่างถัดไป
8. เมื่อใช้เครื่องเสร็จทำการกดปุ่มเพื่อปิดสวิทช์

ภาพที่ 4.14 เครื่องวัด Moisture balance

4.2.2.9 ปริมาณแอลกอฮอล์ (Ebulliometer)

หลักการ

เอทานอล (Ethanol) หรือ เอทิลแอลกอฮอล์(ethyl alcohol) เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งมีลักษณะเป็นของ เหลวใส ไม่มีสี ระเหยง่าย และมีกลิ่นเฉพาะตัว ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีและการนำพืชที่มีแป้งหรือน้ำตาล เช่น ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย เป็นต้น มาผ่านกระบวนการหมัก เพื่อเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล โดยใช้จุลินทรีย์จากนั้น นำมากลั่นให้เป็นแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ขึ้น และมีคุณภาพที่แตกต่างกันออกไป เอทานอลนิยมนำมาใช้เป็นสารตั้งต้น สำหรับผลิตสารเคมีอื่นๆ หรือนำมาใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น ใช้เป็นตัวทำละลายในการผลิตเครื่องสำอาง ใช้เป็นส่วนผสมในเชื้อเพลิง นอกจากนี้เอทานอลถูกนำมาเป็นส่วนผสมที่สำคัญในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หลายชนิด เช่น เหล้า เบียร์ วิสกี้ บรั่นดี หรือแม้แต่ยาน้ำบางชนิดก็มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ เช่น ยาแก้ไอ ยาธาตุน้ำแดง ยาขับลม เป็นต้น โดยเอทานอลที่ใช้เป็น ส่วนผสมในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีคุณภาพและมีปริมาณของเอทานอลที่แตกต่างกัน

Ebulliometer เป็นอุปกรณ์ทางห้องปฏิบัติที่ใช้ในการวัดปริมาณเอทานอลในสารละลายด้วยวิธีการทำให้สารละลายเดือด วิธีการนี้เรียกว่า "Ebulliometry" หรือ "Ebullioscopy" ซึ่งพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในจุดเดือดของสารละลายเมื่อมีสารละลายของเอทานอลถูกเพิ่มเข้าไป การวัดปริมาณเอทานอลโดยใช้ Ebulliometer เป็นวิธีที่รวดเร็วและถูกต้องในการวัดปริมาณเอทานอลในสารละลายสำหรับการควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เครื่องมือนี้มีความไว้วางใจและนิยมใช้ในการทดสอบอาหารและเครื่องดื่มเพื่อตรวจสอบปริมาณเอทานอลในระดับการผลิตและควบคุมคุณภาพ

ขั้นตอนการวัดปริมาณเอทานอลโดยใช้ Ebulliometer:

1. ล้าง Boiling chamber ด้วยน้ำกลั่น
2. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ใน Boiling chamber
3. ประกอบเทอร์โมมิเตอร์ และรีฟลักคอนเดนเซอร์ เข้ากับ Boiling chamber
4. ให้ความร้อน Projecting tube ด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ สังเกตปรอทจากเทอร์โมมิเตอร์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น และคงที่เป็นเวลา 5-10 นาที แล้วปรับสเกล 0 ในแผ่นวัดแอลกอออล์เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบหาปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่าง

5. ล้าง Boiling chamber ด้วยตัวอย่างที่จะทดสอบเล็กน้อยแล้วเทออกจนหมด
6. เติมตัวอย่างที่ต้องการวัด 50 มิลลิลิตร ใน Boiling chamber
7. ประกอบเทอร์โมมิเตอร์ และรีฟลักคอนเดนเซอร์เข้ากับ Boiling chamber
8. ให้ความร้อน Projecting tube ด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ สังเกตปรอทจากเทอร์โมมิเตอร์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งคงที่เป็นเวลา 30 วินาที จึงอ่านค่าเป็นร้อยละโดยปริมาตร
9. ทำการวัดซ้ำอีกครั้ง
10. เมื่อวัดตัวอย่างเสร็จเรียบร้อยให้ทำความสะอาด chamber ด้วยสารละลาย NaOH 20% หลังใช้งานทุกครั้งแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง

ภาพที่ 4.15 เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ (Ebulliometer)

4.3 การติดตามและประเมินผล

4.3.1 การติดตามและประเมินผลงานวิเคราะห์ทดสอบ

ตารางที่ 15 การติดตามประเมินผลการปฏิบัติงาน

กระบวนการ	มาตรฐาน/คุณภาพงาน	วิธีการติดตามและประเมินผล	ผู้ติดตามและประเมินผล
การศึกษาประเภทของการตรวจวิเคราะห์และผู้รับผิดชอบการวิเคราะห์	เลือกบุคลากรที่ตรงกับสายงาน มีความชำนาญเชี่ยวชาญในสาขาและการวิเคราะห์ในแต่ละด้าน	มีการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการแต่งตั้งจากหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพฯ ตามคำสั่งแต่งตั้งผู้ตรวจทานผลวิเคราะห์	ผู้ตรวจทานผลวิเคราะห์ประจำหน่วย
จัดเตรียมความพร้อม	บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ (นักวิทยาศาสตร์)	มีการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ	ผู้ตรวจทานผลวิเคราะห์ประจำหน่วย
ทำการวิเคราะห์ทดสอบ	บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ (นักวิทยาศาสตร์)	มีการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ	ผู้ตรวจทานผลวิเคราะห์ประจำหน่วย
การออกผลวิเคราะห์ทดสอบ	บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ (นักวิทยาศาสตร์)	มีการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ	- ผู้ตรวจทานผลวิเคราะห์ประจำหน่วย และ แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้บริการ

4.3.2 การติดตามและประเมินผลงานให้บริการห้องปฏิบัติการและบริการวิชาการ

แบบประเมินความพึงพอใจการใช้บริการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา

วัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจในการใช้บริการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ประเด็นการวัดความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ					
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	ไม่มี/ไม่พบในการให้บริการ
1.ความพึงพอใจในด้านห้องปฏิบัติการ						
1.สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ						
2.ระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ						
3.ความพร้อมของเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการ						
4. ความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีในห้องปฏิบัติการ						
2. ความพึงพอใจในด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ						
1.เจ้าหน้าที่มีความกระตือรือร้น เอาใจใส่ในการให้บริการ						
2.เจ้าหน้าที่พูดจาสุภาพ ยิ้มแย้มแจ่มใส มีความเป็นกันเอง						

3.เจ้าหน้าที่ต่างกายสุภาพ และเหมาะสมกับการทำงาน						
4.เจ้าหน้าที่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี						
5.เจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตอบข้อซักถามได้ดี						
3. ความพึงพอใจในด้านการให้บริการ						
1.ให้บริการแก่ผู้มารับบริการตามลำดับ ก่อน – หลัง						
2.ให้บริการด้วยความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ						
3.เจ้าหน้าที่มีความรู้ ความสามารถ เกี่ยวกับเครื่องมือและ ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง						
4.ให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการก่อน						
การใช้งาน						

4.4 จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน

ข้อบังคับ ก.พ.ว่าด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการพลเรือน พ.ศ. 2537 โดยที่ข้าราชการพลเรือนมีหน้าที่และความรับผิดชอบสำคัญในการพัฒนาประเทศ รวมทั้งการให้บริการแก่ประชาชน ซึ่งจำเป็นต้องทำงานร่วมกันหลายฝ่าย ฉะนั้น เพื่อให้ ข้าราชการพลเรือนมีความประพฤติดี สำนึกในหน้าที่ สามารถประสานงานกับทุกฝ่ายตลอดจน ปฏิบัติหน้าที่ราชการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลยิ่งขึ้น จึงสมควรให้มีข้อบังคับ ก.พ. ว่า ด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการพลเรือนไว้เป็นประมวลความประพฤติเพื่อรักษาไว้ซึ่งศักดิ์ศรี และส่งเสริมชื่อเสียง เกียรติคุณ เกียรติฐานะ ของข้าราชการพลเรือน อันจะยังผลให้ผู้ประพฤติ เป็นที่เลื่อมใส ศรัทธาและยกย่องของบุคคลโดยทั่วไป อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 8 (5) และมาตรา 91 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการพลเรือน พ.ศ. 2535 จึงออกข้อบังคับ ก.พ. ว่าด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการพลเรือนไว้ ดังต่อไปนี้

จรรยาบรรณต่อตนเอง

ข้อ 1 ข้าราชการพลเรือนพึงเป็นผู้มีศีลธรรมอันดี และประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นข้าราชการ

ข้อ 2 ข้าราชการพลเรือนพึงใช้วิชาชีพในการปฏิบัติหน้าที่ราชการด้วยความซื่อสัตย์ และไม่แสวงหาประโยชน์โดยมิชอบ ในกรณีที่วิชาชีพใดมีจรรยาวิชาชีพกำหนดไว้ ก็พึงปฏิบัติตาม จรรยาวิชาชีพนั้นด้วย

ข้อ 3 ข้าราชการพลเรือนพึงมีทัศนคติที่ดี และพัฒนาตนเองให้มีคุณธรรม จริยธรรม รวมทั้งเพิ่มพูนความรู้ ความสามารถ และทักษะ ในการทำงานเพื่อให้การปฏิบัติหน้าที่ราชการมี ประสิทธิภาพประสิทธิผลยิ่งขึ้น จรรยาบรรณต่อหน่วยงาน

ข้อ 4 ข้าราชการพลเรือนพึงปฏิบัติหน้าที่ราชการด้วยความสุจริต เสมอภาคและปราศจากอคติ

ข้อ 5 ข้าราชการพลเรือนพึงปฏิบัติหน้าที่ราชการอย่างเต็มกำลังความสามารถ รอบคอบ รวดเร็ว ขยันหมั่นเพียร ถูกต้องสมเหตุสมผล โดยคำนึงถึงประโยชน์ของทางราชการและ ประชาชนเป็นสำคัญ

ข้อ 6 ข้าราชการพลเรือนพึงประพฤติคนเป็นผู้ตรงต่อเวลา และใช้เวลาราชการให้เป็นประโยชน์ต่อทางราชการอย่างเต็มที่

ข้อ 7 ข้าราชการพลเรือนพึงดูแลรักษาและใช้ทรัพย์สินของทางราชการอย่างประหยัด คุ้มค่า โดยระมัดระวังมิให้เสียหายหรือสิ้นเปลืองเยี่ยงวิญญูชนจะพึงปฏิบัติต่อทรัพย์สินของตนเอง จรรยาบรรณต่อผู้บังคับบัญชา ผู้อยู่ใต้บังคับบัญชา และผู้ร่วมงาน

ข้อ 8 ข้าราชการพลเรือนพึงมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน การให้ความร่วมมือช่วยเหลือกลุ่มงานของตนทั้งในด้านการให้ความคิดเห็น การช่วยทำงาน และการแก้ปัญหาร่วมกัน รวมทั้งการเสนอแนะในสิ่งที่เห็นว่าจะมีประโยชน์ต่อการพัฒนางานในความรับผิดชอบด้วย

ข้อ 9 ข้าราชการพลเรือนซึ่งเป็นผู้บังคับบัญชา พึงดูแลเอาใจใส่ผู้อยู่ใต้บังคับบัญชาทั้งในด้าน การปฏิบัติงาน ขวัญ กำลังใจ สวัสดิการ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อยู่ใต้บังคับบัญชา ตลอดจนปกครองผู้อยู่ใต้บังคับบัญชาด้วยหลักการและเหตุผลที่ถูกต้องตามทำนองคลองธรรม

ข้อ 10 ข้าราชการพลเรือนพึงช่วยเหลือเกื้อกูลกันในทางที่ชอบ รวมทั้งส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดความสามัคคี ร่วมแรงร่วมใจในบรรดาผู้ร่วมงานในการปฏิบัติหน้าที่เพื่อประโยชน์ส่วนรวม

ข้อ 11 ข้าราชการพลเรือนพึงปฏิบัติต่อผู้ร่วมงานตลอดจนผู้เกี่ยวข้องด้วยความสุภาพ มีน้ำใจและมนุษยสัมพันธ์

ข้อ 12 ข้าราชการพลเรือนพึงละเว้นจากการนำผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตน

จรรยาบรรณต่อประชาชนและสังคม

ข้อ 13 ข้าราชการพลเรือนพึงให้บริการประชาชนอย่างเต็มกำลังความสามารถด้วยความ เป็นธรรม เอื้อเฟื้อ มีน้ำใจ และใช้กิริยาวาจาที่สุภาพอ่อนโยน เมื่อเห็นว่าเรื่องใดไม่สามารถ ปฏิบัติได้หรือไม่อยู่ในอำนาจหน้าที่ของตนจะต้องปฏิบัติ ควรชี้แจงเหตุผลหรือแนะนำให้ติดต่อ ยังหน่วยงานหรือบุคคลซึ่งตนทราบว่ามีอำนาจหน้าที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ ต่อไป

ข้อ 14 ข้าราชการพลเรือนพึงประพฤติตนให้เป็นที่เชื่อถือของบุคคลทั่วไป

ข้อ 15 ข้าราชการพลเรือนถึงละเว้นการรับทรัพย์สินหรือประโยชน์อื่นใด ซึ่งมีมูลค่าเกินปกติ วิสัยที่วิญญูชนจะให้กันโดยเสน่หาจากผู้มาติดต่อราชการ หรือผู้ซึ่งอาจได้รับประโยชน์จากการ ปฏิบัติหน้าที่ราชการนั้น หากได้รับไว้แล้วและทราบภายหลังว่าทรัพย์สินหรือประโยชน์อื่นใด ที่รับไว้มีมูลค่าเกินปกติวิสัย ก็ให้รายงานผู้บังคับบัญชาทราบโดยเร็ว เพื่อดำเนินการตาม สมควรแก่กรณี

ข้อ 16 ข้อบังคับฉบับนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ให้ไว้ ณ วันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2537

(ลงชื่อ) ชวน หลีกภัย (นายชวน หลีกภัย)

หมายเหตุ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไปเล่ม 111 ตอนที่ 19 ง ลงวันที่ 8 มีนาคม 2537

บทที่ 5

ปัญหา/อุปสรรค แนวทางการแก้ไข/ การพัฒนางาน

คู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้เป็นไปในแนวกว้าง ดังนั้นจึงได้รวบรวมปัญหาอุปสรรคแนวทางแก้ไข และการพัฒนางาน ที่ผ่านมาเพื่อให้เกิดการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพดังนี้

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและการพัฒนา
บุคลากร นิสิต นักศึกษาหรือผู้ขอใช้เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ไม่ ทราบวิธีการใช้งาน	จัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องมือไว้ประจำเครื่องผ่านระบบสแกน QR Code ที่มีทั้งการกรอกข้อมูลรายละเอียดผู้ใช้งานและวิธีการแนะนำการใช้งาน
ผู้ขอรับบริการวิเคราะห์ ไม่ทราบข้อมูลเรื่องการส่งตัวอย่างวิเคราะห์ราคาค่าบริการและรายละเอียดอื่นๆ	จัดทำแนวทางปฏิบัติผ่าน website คณะ รวมถึง ให้รายละเอียดผู้ประสานงานของหน่วย ตามลิงค์ https://www.agri.up.ac.th/professionaltraining
ผู้ขอรับบริการเครื่องมือ มีความต้องการใช้หลายคน ทำให้ไม่เพียงพอต่อการให้บริการ	จัดทำแบบฟอร์มการจองใช้เครื่องมือล่วงหน้าออนไลน์ในระบบจัดการคลังวัสดุ ครุภัณฑ์และสารเคมี ตามลิงค์ http://ims.agri.up.ac.th/
ผู้ขอรับบริการ มีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการน้อย	จัดการฝึกอบรมเรื่อง มาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเป็นประจำทุกปี
ห้องปฏิบัติการมีสารเคมีที่เป็นอันตรายอยู่ภายในห้องอันอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติหน้าที่	นำห้องปฏิบัติการเข้าโครงการมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และมีการจัดทำเป็นการจัดทำแนวปฏิบัติฯ และดัชนีชี้วัด (Checklist) ตามข้อกำหนด ESPReL Checklist

บรรณานุกรม

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2557. วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์อาหาร เล่มที่ 2. โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

ราชกิจจานุเบกษา. ข้อบังคับ ก.พ.ว่าด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการพลเรือน พ.ศ. 2537, สืบค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2566.จาก. https://www.ocsc.go.th.

ปภาอร เขียวสีมา. 2564. คู่มือการปฏิบัติงาน การเตรียมปฏิบัติการรายวิชา ปฏิบัติการวิทยาเอ็นโดดอนต์. คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. พะเยา.

American Public Health Association (APHA). 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (3th ed.). VA: Springfield.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Food and Drug Administration. (2001). Bacteriological Analytical Manual (8th ed.). [Online]. Available: http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm. [2023, April 20]

U.S. Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual. 2001. [Online]. Chapter 18 “Yeasts, Molds and Mycotoxins”. 2001]. Available: http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm 071435.htm. [20 July 2023]

Zoeckein, Fugelsang, Gump and Nury. 2000. Production Wine Analysis. Techniques for chemical analysis and quality monitoring during winemaking. Patrick Iland Wine Promotions.

ประวัติผู้เขียน

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) กนกอร ศรีม่วง

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Kanok-orn Srimuang

ตำแหน่ง นักวิจัย

หน่วยงานที่สังกัด คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยพะเยา 19 หมู่ 2 ต.แม่กา อ.เมือง
จ.พะเยา 56000
โทร. 054466666 ต่อ 3254
E-mail: kanokorn.sr@up.ac.th

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2539 - พ.ศ. 2543 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยนเรศวร

พ.ศ. 2544 - พ.ศ. 2546 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ. 2548 - พ.ศ. 2553 ปริญญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2550 อาจารย์ผู้ช่วยสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา

พ.ศ. 2550 - พ.ศ. 2553 นักวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา

พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2558 นักวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

พ.ศ. 2558 - ปัจจุบัน นักวิจัย มหาวิทยาลัยพะเยา

ภาคผนวก

ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา

เรื่อง การแบ่งหน่วยงานย่อย ระดับงาน

ภายในสำนักงานคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๖๔

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดหน่วยงานย่อย ระดับงาน ภายในสำนักงานคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ เพิ่มเติม เพื่อให้สอดคล้องและเหมาะสมตามวัตถุประสงค์และนโยบายของมหาวิทยาลัยพะเยา อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๓ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓ และความในข้อ ๖ ของประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดตั้งหน่วยงานย่อย ระดับงาน ภายในสำนักงานส่วนงาน พ.ศ. ๒๕๖๒ ประกอบกับมติคณะกรรมการบริหารมหาวิทยาลัยพะเยา ในคราวประชุมครั้งที่ ๕๔ (๙/๒๕๖๔) เมื่อวันที่ ๒๗ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ จึงออกประกาศไว้ดังนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า "ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง การแบ่งหน่วยงานย่อย ระดับงาน ภายในสำนักงานคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๖๔"

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ออกประกาศเป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้แบ่งหน่วยงานย่อย ระดับงาน ภายในสำนักงานคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ เพิ่มเติม ดังนี้

(๑) หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร

ข้อ ๔ ให้อธิการบดีรักษาการตามประกาศนี้ กรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับการบังคับใช้หรือการปฏิบัติตามประกาศนี้ ให้อธิการบดีมีอำนาจตีความและวินิจฉัยชี้ขาด การตีความและการวินิจฉัยของอธิการบดีให้ถือเป็นที่สุด

ประกาศ ณ วันที่ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภกร พงศบางโพธิ์)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยพะเยา

ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา

เรื่อง กำหนดอัตราค่าบริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และค่าบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบ
ของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านการเกษตรและอาหาร
คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ พ.ศ. ๒๕๖๔

โดยที่เป็นการสมควรให้มีการกำหนดอัตราค่าบริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์และค่าบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านการเกษตรและอาหาร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๓ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓ ความในข้อ ๕ และข้อ ๗ ของระเบียบมหาวิทยาลัยพะเยา ว่าด้วย การเงิน การบัญชี การตรวจสอบ และการจัดการทรัพย์สินของมหาวิทยาลัย พ.ศ. ๒๕๖๓ ประกอบกับมติคณะกรรมการบริหารมหาวิทยาลัยพะเยา ในคราวประชุมครั้งที่ ๕๘ (๑๓/๒๕๖๔) เมื่อวันที่ ๔ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ และมติคณะกรรมการการเงินและทรัพย์สินของมหาวิทยาลัย ในคราวประชุมครั้งที่ ๓/๒๕๖๔ เมื่อวันที่ ๑๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ จึงออกประกาศไว้ดังนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง กำหนดอัตราค่าบริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และค่าบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านการเกษตรและอาหาร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๖๔”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้มีผลใช้บังคับตั้งแต่วันประกาศเป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง กำหนดอัตราการให้บริการทางวิชาการและค่าตอบแทนในการตรวจวิเคราะห์ของศูนย์ฝึกอบรมวิชาชีพ และบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ พ.ศ. ๒๕๕๗ และให้ใช้ประกาศนี้แทน

ข้อ ๔ ในประกาศนี้

“มหาวิทยาลัย” หมายความว่า มหาวิทยาลัยพะเยา

“อธิการบดี” หมายความว่า อธิการบดีมหาวิทยาลัยพะเยา

อนุมัติเมื่อ ๑๗ ส.ค. ๒๕๖๔
ลงนามเมื่อ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔

“คณะ” ...

"คณะ" หมายความว่า คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา

"ห้องปฏิบัติการ" หมายความว่า ห้องปฏิบัติการของคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ

"เครื่องมือวิทยาศาสตร์" หมายความว่า เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ที่ออกแบบมาใช้ในงานเฉพาะทาง โดยมีหมายเลขครุภัณฑ์กำกับ

"หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพ" หมายความว่า หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร

"บุคลากรภายใน" หมายความว่า พนักงานมหาวิทยาลัย พนักงานราชการ ลูกจ้างมหาวิทยาลัยพะเยา และให้หมายรวมถึงนิสิตของมหาวิทยาลัยพะเยา

"บุคลากรภายนอก" หมายความว่า บุคคลทั่วไป ซึ่งไม่ใช่บุคลากรภายในมหาวิทยาลัย

ข้อ ๕ เงื่อนไขการจัดเก็บค่าบริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สำหรับบุคลากรภายในและบุคลากรภายนอก ดังนี้

(๑) ค่าบริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ไม่รวมถึงค่าวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ซึ่งผู้ใช้บริการจะต้องจัดหามาเอง

(๒) อัตราค่าบริการ รายชั่วโมง กรณีที่ใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ไม่ถึง ๓๐ นาที ให้คิดเป็น ๓๐ นาที ค่าบริการเกิน ๓๐ นาที แต่ไม่ถึง ๑ ชั่วโมง ให้คิดเป็น ๑ ชั่วโมง

(๓) การเหมาจ่ายรายวันคิดอัตราค่าบริการช่วงเวลา ๐๘.๓๐ – ๑๖.๓๐ น. เศษชั่วโมงหลังจากเหมาจ่ายรายวัน คิดค่าบริการตามข้อ (๒)

(๔) เหมาจ่ายต่อครั้ง คือ การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ๑ ครั้ง โดยไม่จำกัดจำนวนตัวอย่างและเวลาที่ใช้บริการ แต่ต้องไม่เกิน ๑ วัน

ข้อ ๖ อัตราค่าบริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์และค่าบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบให้เป็นไปตามบัญชีแนบท้ายประกาศนี้ ดังนี้

(๑) การตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางจุลินทรีย์ของผลิตผลทางเกษตร ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๑

(๒) การตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางกายภาพ ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๒

(๓) การตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางเคมีของผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๓

(๔) การตรวจทดสอบวิเคราะห์ดิน ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๔

(๕) การตรวจวิเคราะห์ทดสอบพืชและปุ๋ย ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๕

(๖) การตรวจวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๖

อนุมัติเมื่อ ๑๗ ส.ค. ๒๕๖๔
ลงนามเมื่อ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔

(๗) การวิเคราะห์ ...

(๗) การวิเคราะห์ทดสอบสิ่งแปลกปลอม ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๗

(๘) การตรวจสอบสารเคมีในพืช – ผัก ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๘

(๙) การวิเคราะห์ทดสอบสารอื่น ๆ ในตัวอย่างพืช ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๙

(๑๐) การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๑๐

(๑๑) อัตราค่าบริการการใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๑๑

(๑๒) อัตราค่าบริการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ ให้เป็นไปตามบัญชีหมายเลข ๑๒

ข้อ ๗ รายได้จากการให้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์และค่าบริการวิเคราะห์ทดสอบของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านการเกษตรและอาหาร ให้นำส่งเป็นเงินรายได้ของมหาวิทยาลัยในอัตราส่วนร้อยละ ๑๐ ส่วนที่เหลือร้อยละ ๙๐ จัดสรรเป็นรายได้ของคณะเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการหรือเครื่องมือวิทยาศาสตร์

ข้อ ๘ ให้อธิการบดีรักษาการตามประกาศนี้ กรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับการบังคับใช้หรือการปฏิบัติตามประกาศนี้ ให้อธิการบดีมีอำนาจตีความและวินิจฉัยชี้ขาด การตีความและการวินิจฉัยของอธิการบดีให้ถือเป็นที่สุด

ประกาศ ณ วันที่ ๓๑ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภกร พงศบางโพธิ์)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยพะเยา

อนุมัติเมื่อ ๑๗ ส.ค. ๒๕๖๔
ลงนามเมื่อ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔

บัญชีแนบท้ายประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา

เรื่อง กำหนดอัตราการค่าบริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และค่าบริการตรวจวิเคราะห์ทดสอบ
ของหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านการเกษตรและอาหาร
คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ พ.ศ. ๒๕๖๔

บัญชีหมายเลข ๑ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางจุลินทรีย์ของผลิตผลทางเกษตร

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาท : ตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๑	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)	๔๐๐	๕๐๐
๒	จำนวนยีสต์และรา (Yeast and mold count)	๔๐๐	๕๐๐
๓	โคลิฟอร์ม (Coliform/MPN method)	๕๖๐	๗๐๐
๔	ฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform/MPN method)	๔๐๐	๕๐๐
๕	เอสเชอริเชีย โคไล *(Escherichia coli)*	๕๖๐	๗๐๐
๖	แซลโมเนลลา *(Salmonella* spp.*)*	๕๖๐	๗๐๐
๗	บาซิลลัส ซีเรียส *(Bacillus cereus)*	๕๖๐	๗๐๐
๘	สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	๕๖๐	๗๐๐
๙	คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	๙๖๐	๑,๒๐๐

บัญชีหมายเลข ๒ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางกายภาพ

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาท : ตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๑	วัดสี (Hunter lab)	๒๔๐	๓๐๐
๒	ความหนืด (Brookfield)	๔๐๐	๕๐๐
๓	ความคงตัว (Bostwick)	๒๔๐	๓๐๐
๔	เนื้อสัมผัส (Texture analyzer)	๔๘๐	๖๐๐
๕	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	๑๖๐	๒๐๐
๖	กรด-ด่าง (pH meter)	๑๖๐	๒๐๐
๗	วอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)	๓๒๐	๔๐๐
๘	ความชื้น (Moisture balance / halogen lamp)	๒๔๐	๓๐๐
๙	ปริมาณแอลกอฮอล์ (Ebulliometer)	๑๖๐	๒๐๐

อนุมัติเมื่อ ๑๗ ส.ค. ๒๕๖๔
ลงนามเมื่อ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔

บัญชีหมายเลข ๓ ...

บัญชีหมายเลข ๓ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางเคมีของผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาท : ตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๑	การเตรียมตัวอย่าง	๘๐	๑๐๐
๒	วัตถุแห้ง หรือความชื้น (Dry matter)	๑๖๐	๒๐๐
๓	โปรตีนรวม (Crude protein)	๔๘๐	๖๐๐
๔	ไขมัน (Total fat)	๔๐๐	๕๐๐
๕	เยื่อใย(Crude fiber)	๕๖๐	๗๐๐
๖	เถ้า (Ash)	๔๐๐	๕๐๐
๗	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide, SO_2)	๔๐๐	๕๐๐
๘	เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกเป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF)	๔๐๐	๕๐๐
๙	เยื่อใยไม่ละลายในสารฟอกเป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF)	๔๐๐	๕๐๐

บัญชีหมายเลข ๔ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบดิน

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาท : ตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๑	กรด-ด่าง (pH Meter)	๖๐	๗๐
๒	การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)	๖๐	๗๐
๓	ความต้องการปูน (Lime requirement)	๑๖๐	๒๐๐
๔	อินทรียวัตถุ (Organic Matter)	๑๖๐	๒๐๐
๕	ความจุประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (Cation change Capacity)	๓๒๐	๔๐๐
๖	ไนโตรเจน (Total Nitrogen)	๓๒๐	๔๐๐
๗	ไนเตรต (Extractable Nitrate)	๒๐๐	๒๕๐
๘	แอมโมเนียม (Extractable Ammonium)	๒๐๐	๒๕๐
๙	ฟอสฟอรัส (Available Phosphorus)	๑๖๐	๒๐๐
๑๐	โพแทสเซียม (Exchangeable Potassium)	๒๔๐	๓๐๐
๑๑	โซเดียม (Exchangeable Sodium)	๒๔๐	๓๐๐
๑๒	แคลเซียม (Exchangeable Calcium)	๓๒๐	๔๐๐
๑๓	แมกนีเซียม (Exchangeable Magnesium)	๓๒๐	๔๐๐
๑๔	ค่าเตรียมตัวอย่างดิน	๘๐	๑๐๐
๑๕	ความหนาแน่นรวม (Bulk density)	๑๒๐	๑๕๐
๑๖	เนื้อดิน (Soil texture)	๒๔๐	๓๐๐
๑๗	ความชื้นดิน (Soil moisture content)	๘๐	๑๐๐

อนุมัติเมื่อ ๒๗ ส.ค. ๒๕๖๔
ลงนามเมื่อ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔

บัญชีหมายเลข ๕ ...

บัญชีหมายเลข ๕ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบพืชและปุ๋ย

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาท : ตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๑	การเตรียมตัวอย่าง (อบและบด)	๘๐	๑๐๐
๒	การย่อยตัวอย่าง (Digest)	๘๐	๑๐๐
๓	กรด – ด่าง (pH Meter)	๖๐	๗๐
๔	อินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon, OC)	๑๖๐	๒๐๐
๕	ไนโตรเจน (Total Nitrogen, N)	๔๘๐	๖๐๐
๖	ฟอสฟอรัส (Phosphorus, P)	๓๒๐	๔๐๐
๗	โพแทสเซียม (Potassium, K)	๒๔๐	๓๐๐
๘	โซเดียม (Sodium, Na)	๒๔๐	๓๐๐
๙	แคลเซียม (Calcium, Ca)	๓๒๐	๔๐๐
๑๐	แมกนีเซียม (Magnesium, Mg)	๓๒๐	๔๐๐

บัญชีหมายเลข ๖ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาท : ตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๑	ความเป็นด่าง (Alkalinity) (Indicator method, Titration)	๒๔๐	๓๐๐
๒	แอมโมเนีย (Ammonia) (Spectrophotometer)	๒๔๐	๓๐๐
๓	ไนไตรท์ (Nitrite) (Spectrophotometer)	๒๔๐	๓๐๐
๔	ไนเตรท (Nitrate) (Spectrophotometer)	๒๔๐	๓๐๐
๕	ฟอสฟอรัส (Phosphorus) (Spectrophotometer)	๒๔๐	๓๐๐
๖	คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) (Spectrophotometer)	๒๐๐	๒๕๐
๗	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve oxygen) (Winkler method, Titration)	๑๖๐	๒๐๐
๘	บีโอดี (BOD) (Winkler method, Titration)	๔๐๐	๕๐๐
๙	กรด – ด่าง (pH) (Multiparameter: YSI)	๘๐	๑๐๐
๑๐	ความกระด้าง (Total Hardness EDTA, Titration)	๒๔๐	๓๐๐
๑๑	ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity Multiparameter: YSI)	๘๐	๑๐๐

อนุมัติเมื่อ ๒๗ ส.ค. ๒๕๖๔
ลงนามเมื่อ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔

บัญชีหมายเลข ๗ ...

บัญชีหมายเลข ๗ การวิเคราะห์ทดสอบสิ่งแปลกปลอม

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาท : ตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๑	เชื้อรา	๔๐๐	๕๐๐
๒	ไส้เดือนฝอย (ตรวจหาไส้เดือนฝอยสาเหตุของโรค)	๔๐๐	๕๐๐
๓	ไส้เดือนฝอย (ตรวจนับไส้เดือนฝอย)	๔๐๐	๕๐๐
๔	มูลสัตว์	๒๔๐	๓๐๐
๕	ปีกแมลง ชิ้นส่วนแมลง	๒๔๐	๓๐๐
๖	สิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ เช่น เส้นผม ขนสัตว์	๒๔๐	๓๐๐

บัญชีหมายเลข ๘ การตรวจสอบสารเคมีในพืช-ผัก

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาท : ตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๑	ตรวจสอบสารเคมีในพืช-ผัก ด้วยชุด (KIT GPO)	๘๐๐	๑,๐๐๐

หมายเหตุ

การตรวจสอบสารเคมีในพืช-ผัก ด้วยชุด (KIT GPO) รับวิเคราะห์ตั้งแต่ ๕ ตัวอย่างขึ้นไป

บัญชีหมายเลข ๙ การวิเคราะห์สารอื่น ๆ ในตัวอย่างพืช

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาท : ตัวอย่าง)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๑	ปริมาณวิตามินซี (Ascorbic acid)	๑,๒๘๐	๑,๖๐๐
๒	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content)	๑,๔๔๐	๑,๘๐๐

หมายเหตุ

ในกรณีที่ต้องการผลวิเคราะห์เร่งด่วน (ภายใน ๒ วัน) ต้องเสียค่าบริการเพิ่มขึ้น ร้อยละ ๓๐

บัญชีหมายเลข ๑๐ การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๑	ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ paper disc diffusion test / ต่อเชื้อทดสอบที่ใช้อากาศ	๑,๕๐๐ บาท/เชื้อ/สาร	๑,๕๐๐ บาท/เชื้อ/สาร
๒	ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ paper disc diffusion test / ต่อเชื้อทดสอบที่ไม่ใช้อากาศ	๒,๐๐๐ บาท/เชื้อ/สาร	๒,๐๐๐ บาท/เชื้อ/สาร

อนุมัติเมื่อ ๑๗ ส.ค. ๒๕๖๔
ลงนามเมื่อ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔

ลำดับ ๓ ค่าความเข้มข้น ...

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๓	ค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งและทำลายเชื้อ/ต่อเชื้อทดสอบที่ใช้อากาศ	๒,๐๐๐ บาท/เชื้อ/สาร	๒,๐๐๐ บาท/เชื้อ/สาร
๔	ค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อและทำลายเชื้อ/ต่อเชื้อทดสอบที่ไม่ใช้อากาศ	๓,๐๐๐ บาท/เชื้อ/สาร	๓,๐๐๐ บาท/เชื้อ/สาร

หมายเหตุ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ ๓๐ วัน

บัญชีหมายเลข ๑๑ อัตราค่าบริการการใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	อัตราค่าวิเคราะห์ (บาท)	
		บุคลากรภายใน	บุคลากรภายนอก
๑	ค่าบริการตรวจวิเคราะห์โดยเจ้าหน้าที่ทำการวิเคราะห์ให้ (บาท : ตัวอย่าง) (ผู้ใช้บริการต้องนำคอลัมน์และเตรียม Mobile Phase มาเอง)	๑,๕๐๐	๑,๕๐๐
๒	ค่าบริการใช้เครื่องมือ โดยผู้ใช้บริการทำการวิเคราะห์เอง (บาท : ชั่วโมง) (ผู้ใช้บริการต้องนำคอลัมน์และเตรียม Mobile Phase มาเอง)	๒๐๐	๒๐๐
๓	ค่าวัสดุสิ้นเปลือง Vial Amber with Cap ขนาด ๒ ml ชุดละ	๓๐	๓๐

บัญชีหมายเลข ๑๒ อัตราค่าบริการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	อัตราค่าบริการ (บาท)
๑	การใช้บริการโรงงานต้นแบบพร้อมอุปกรณ์งานบ้านงานครัว	๑ ครั้ง	๒,๐๐๐
๒	เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดทศนิยม ๒ ตำแหน่ง	๑ ชั่วโมง	๕๐
๓	เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดทศนิยม ๔ ตำแหน่ง	๑ ชั่วโมง	๕๐
๔	เครื่องชั่งอุตสาหกรรม ขนาด ๑๕ กก. แบบดิจิตอล	๑ ชั่วโมง	๕๐
๕	เครื่องชั่งหาความชื้น	๑ ชั่วโมง	๕๐
๖	ไมโครปิเปต ขนาด ๑๐-๑๐๐ ไมโครลิตร	๑ ชั่วโมง	๕๐
๗	ไมโครปิเปต ขนาด ๑๐๐-๑๐๐๐ ไมโครลิตร	๑ ชั่วโมง	๕๐
๘	เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแบบเสียบและจุ่ม	๑ ชั่วโมง	๕๐
๙	เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้, ปริมาณเกลือในอาหาร	๑ ชั่วโมง	๕๐
๑๐	เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างแบบพกพา	๑ ชั่วโมง	๕๐
๑๑	เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ (ใช้ในการต้ม)	๑ ครั้ง	๑๐๐
๑๒	เครื่องปั่น	๑ ชั่วโมง	๕๐

อนุมัติเมื่อ ๑๗ ส.ค. ๒๕๖๕
ลงนามเมื่อ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๕
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๕

ลำดับ ๑๓ เครื่องปั่นผสม ...

ลำดับ	รายการ	จำนวน	อัตราค่าบริการ (บาท)
๑๓	เครื่องปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenizer)	๑ ชั่วโมง	๕๐๐
๑๔	เครื่องปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันความเร็วสูง	๑ ชั่วโมง	๕๐๐
๑๕	เครื่องบดตัวอย่างอาหารแบบ Variable speed rotor mill	๑ ชั่วโมง	๘๐๐
๑๖	ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)	๑ ครั้ง	๕๐๐
๑๗	ตู้อบลมร้อนระบบไฟฟ้าแบบถาด 12 ถาด (Tray Dryer)	๑ ครั้ง	๕๐๐
๑๘	เตาอบไฟฟ้าอินฟาเรด ขนาด 4 ถาด	๑ ครั้ง	๕๐๐
๑๙	เตาอบแก๊สอัตโนมัติ	๑ ครั้ง	๕๐๐
๒๐	ตู้อบรมควัน	๑ ครั้ง	๕๐๐
๒๑	เตาแก๊ส 2 หัว แบบ HI pressure Gas	๑ ชั่วโมง	๕๐
๒๒	เครื่องฆ่าเชื้อ Retort pouch แนวนอน 350 ลิตร	๑ – ๓ ชั่วโมง	๘๐๐
		> ๓ ชั่วโมง	๑,๐๐๐
๒๓	เครื่องกำเนิดไอน้ำแบบใช้ไฟฟ้า	๑ – ๓ ชั่วโมง	๘๐๐
		> ๓ ชั่วโมง	๑,๐๐๐
๒๔	เครื่องไล่อากาศ	๑ – ๓ ชั่วโมง	๘๐๐
		> ๓ ชั่วโมง	๑,๐๐๐
๒๕	เครื่องปิดฝากระป๋องแบบกึ่งอัตโนมัติ	๑ ครั้ง	๕๐๐
๒๖	เครื่องวัดอุณหภูมิภายในกระป๋อง	๑ ชั่วโมง	๑๐๐
๒๗	ชุดเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพกระป๋อง	๑ ชั่วโมง	๕๐
๒๘	หม้อนึ่งความดันชนิดแก๊ส	๑ ครั้ง	๑,๐๐๐
๒๙	เครื่องปิดฝาถ้วยแบบกึ่งอัตโนมัติ	๑ ครั้ง	๕๐๐
๓๐	เครื่องทำไอศกรีมพร้อมอุปกรณ์ประกอบ	๑ ครั้ง	๑,๕๐๐
๓๑	เครื่องแช่เยือกแข็งแบบลมเป่า (Air blast freezer)	๑ ครั้ง	๑,๕๐๐
๓๒	ตู้แช่เยือกแข็ง อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส	๑ ชั่วโมง	๕๐
๓๓	ตู้เย็นอุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส	๑ ชั่วโมง	๕๐
๓๔	เครื่องวัดค่าความคงตัวของอาหาร (Bostwick consistories)	๑ ชั่วโมง	๘๐
๓๕	เครื่องปิดผนึกถุงสุญญากาศ (Vacuum sealing machine)	๑ ชั่วโมง	๕๐๐
๓๖	เครื่องระเหยสุญญากาศ	๑ ชั่วโมง	๑๐๐
๓๗	เครื่องผสมสารละลายในหลอดทดลอง	๑ ชั่วโมง	๕๐
๓๘	เครื่องกวนสารละลายพร้อมแผ่นให้ความร้อน	๑ ชั่วโมง	๕๐
๓๙	เครื่องรอนตะแกรงขนาดมาตรฐาน	๑ ชั่วโมง	๕๐
๔๐	เครื่องห่ออาหารสด	๑ ชั่วโมง	๕๐
๔๑	โถดูดความชื้น	๑ ชั่วโมง	๕๐
๔๒	เครื่องสับผสม	๑ ครั้ง	๓๕๐
๔๓	เครื่องบรรจุไส้กรอกแบบมือหมุน	๑ ครั้ง	๓๕๐
๔๔	เครื่องผูกไส้กรอก	๑ ครั้ง	๓๕๐

อนุมัติเมื่อ ๑๗ ส.ค. ๒๕๖๔
ลงนามเมื่อ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔

ลำดับ ๔๕ บล็อกอัดแฮม ...

ลำดับ	รายการ	จำนวน	อัตราค่าบริการ (บาท)
๔๕	บล็อกอัดแฮม และอัดหมูยอ	๑ ครั้ง	๓๕๐
๔๖	เครื่องบดเนื้อ และอัดไส้กรอก	๑ ครั้ง	๓๕๐
๔๗	เครื่องผสมขนมปังแบบ 2 แขน 5 กิโลกรัม	๑ ครั้ง	๓๕๐
๔๘	เครื่องผสมอาหารแบบเอนกประสงค์	๑ ครั้ง	๓๕๐
๔๙	เตาอบไมโครเวฟ แบบอุตสาหกรรม	๑ ครั้ง	๕๐๐
๕๐	เครื่องวัดความเร็วลม	๑ ชั่วโมง	๘๐
๕๑	เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงสารละลายแบบ Double beam	๑ ชั่วโมง	๓๐๐
๕๒	เครื่องปิดฝาขวดแบบห่วงดึงกึ่งอัตโนมัติ	๑ ครั้ง	๕๐๐
๕๓	เครื่องคั้นน้ำผลไม้แยกกากน้ำระบบไฮโดรลิค	๑ ครั้ง	๒,๐๐๐
๕๔	เครื่องทำแห้งตัวอย่าง (Freeze dryer)	๑ ชั่วโมง	๑๕๐
๕๕	กล้องจุลทรรศน์แบบ Compound	๑ ชั่วโมง	๔๐
๕๖	กล้องจุลทรรศน์แบบ Stereo	๑ ชั่วโมง	๔๐
๕๗	กล้องจุลทรรศน์ พร้อมชุดถ่ายภาพ	๑ ชั่วโมง	๖๐
๕๘	น้ำบริสุทธิ์ (Reverse Osmosis)	๑ ลิตร	๒๐
๕๙	น้ำบริสุทธิ์ (Deionized water)	๑ ลิตร	๖๐
๖๐	น้ำบริสุทธิ์สูง (Ultrapure water)	๑ ลิตร	๑๐๐

อนุมัติเมื่อ..... ๑๗ ส.ค. ๒๕๖๔ .....
ลงนามเมื่อ..... ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔ .....
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ ๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔ .....

คำสั่งคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ

ที่ ๐๐๖๗/๒๕๖๕

เรื่อง แต่งตั้งผู้ตรวจทานผลวิเคราะห์หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพ
และบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร

เพื่อให้การบริหารจัดการหน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหารเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ฉะนั้นอาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๕ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓ ประกอบกับคำสั่งมหาวิทยาลัยพะเยา ที่ ๑๙๗๗/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๒๔ มีนาคม ๒๕๖๕ เรื่อง แต่งตั้งคณบดีคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ จึงแต่งตั้งผู้ตรวจทานผลวิเคราะห์หน่วยฝึกอบรมวิชาชีพและบริการนานาชาติด้านเกษตรและอาหาร ดังนี้

บัญชีหมายเลข ๑ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางจุลินทรีย์ของผลิตผลทางเกษตร

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)	น.ส.จันทนา จันโจมศึก, ดร.กนกอร ศรีม่วง, นายปิยะ พันธ์แดง	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์, ดร.พนิตนาฏ อู่พุฒินันท์
๒	จำนวนยีสต์และรา (Yeast and mold count)	น.ส.จันทนา จันโจมศึก, ดร.กนกอร ศรีม่วง, นายปิยะ พันธ์แดง	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์, ดร.พนิตนาฏ อู่พุฒินันท์
๓	โคลิฟอร์ม (Coliform/MPN method)	น.ส.จันทนา จันโจมศึก, ดร.กนกอร ศรีม่วง, นายปิยะ พันธ์แดง	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์, ดร.พนิตนาฏ อู่พุฒินันท์
๔	ฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform/MPN method)	น.ส.จันทนา จันโจมศึก, ดร.กนกอร ศรีม่วง, นายปิยะ พันธ์แดง	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์, ดร.พนิตนาฏ อู่พุฒินันท์
๕	เอสเชอริเชีย โคไล (Escherichia coli)	น.ส.จันทนา จันโจมศึก, ดร.กนกอร ศรีม่วง, นายปิยะ พันธ์แดง	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์, ดร.พนิตนาฏ อู่พุฒินันท์
๖	แซลโมเนลลา (Salmonella spp.)	น.ส.จันทนา จันโจมศึก, ดร.กนกอร ศรีม่วง, นายปิยะ พันธ์แดง	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์, ดร.พนิตนาฏ อู่พุฒินันท์

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๗	บาซิลลัส ซีเรียส (Bacillus cereus)	น.ส.จันทนา จันโจมศึก, ดร.กนกอร ศรีม่วง, นายปิยะ พันธ์แดง	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์, ดร.พนิตนาฏ อู่พุฒินันท์
๘	สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus)	น.ส.จันทนา จันโจมศึก, ดร.กนกอร ศรีม่วง, นายปิยะ พันธ์แดง	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์, ดร.พนิตนาฏ อู่พุฒินันท์
๙	คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringerns)	น.ส.จันทนา จันโจมศึก, ดร.กนกอร ศรีม่วง, นายปิยะ พันธ์แดง	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์, ดร.พนิตนาฏ อู่พุฒินันท์

บัญชีหมายเลข ๒ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางกายภาพ

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑	วัดสี (Hunter tab)	นางวันวิสาข์ ดอกคำ	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร, ผศ.ดร.สุวลี ฟองอินทร์
๒	ความหนืด (Brookfield)	นางวันวิสาข์ ดอกคำ	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร, ผศ.ดร.สุวลี ฟองอินทร์
๓	ความคงตัว (Bostwick)	นางวันวิสาข์ ดอกคำ	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร, ผศ.ดร.สุวลี ฟองอินทร์
๔	เนื้อสัมผัส (Texture analyzer)	นางวันวิสาข์ ดอกคำ	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร, ผศ.ดร.สุวลี ฟองอินทร์
๕	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Brix)	นางวันวิสาข์ ดอกคำ	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร, ผศ.ดร.สุวลี ฟองอินทร์
๖	กรด-ด่าง (pH meter)	นางวันวิสาข์ ดอกคำ	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร, ผศ.ดร.สุวลี ฟองอินทร์
๗	วอเตอร์แอคติวิตี้ (aw)	นางวันวิสาข์ ดอกคำ	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร, ผศ.ดร.สุวลี ฟองอินทร์
๘	ความชื้น (Moisture balance / halogen lamp)	นางวันวิสาข์ ดอกคำ	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร, ผศ.ดร.สุวลี ฟองอินทร์
๙	ปริมาณแอลกอฮอล์ (Ebulliometer)	นางวันวิสาข์ ดอกคำ	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร, ผศ.ดร.สุวลี ฟองอินทร์

บัญชีหมายเลข ๓ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบทางเคมีของผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑	การเตรียมตัวอย่าง	นายกฤตนน โชติพรม, นางสุพรรณิการ์ พรหมสุริยา, นายศักดิ์ชัย เครือสาร	ดร.พันธภรณ์ สุภัคกาญจน์กุล, ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร
๒	วัตถุแห้ง หรือความชื้น (Dry matter)	นายกฤตนน โชติพรม, นางสุพรรณิการ์ พรหมสุริยา, นายศักดิ์ชัย เครือสาร	ดร.พันธภรณ์ สุภัคกาญจน์กุล, ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร
๓	โปรตีนรวม (Crude protein)	นายกฤตนน โชติพรม, นางสุพรรณิการ์ พรหมสุริยา, นายศักดิ์ชัย เครือสาร	ดร.พันธภรณ์ สุภัคกาญจน์กุล, ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร
๔	ไขมัน (Total fat)	นายกฤตนน โชติพรม, นางสุพรรณิการ์ พรหมสุริยา, นายศักดิ์ชัย เครือสาร	ดร.พันธภรณ์ สุภัคกาญจน์กุล, ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร
๕	เยื่อใย (Crude fiber)	นายกฤตนน โชติพรม, นางสุพรรณิการ์ พรหมสุริยา, นายศักดิ์ชัย เครือสาร	ดร.พันธภรณ์ สุภัคกาญจน์กุล, ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร
๖	เถ้า (Ash)	นายกฤตนน โชติพรม, นางสุพรรณิการ์ พรหมสุริยา, นายศักดิ์ชัย เครือสาร	ดร.พันธภรณ์ สุภัคกาญจน์กุล, ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร
๗	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide, So_2)	น.ส.จันทนา จันโจมศึก	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร
๘	เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกเป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF)	นายกฤตนน โชติพรม, นางสุพรรณิการ์ พรหมสุริยา, นายศักดิ์ชัย เครือสาร	ดร.พันธภรณ์ สุภัคกาญจน์กุล, ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร
๙	เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกเป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF)	นายกฤตนน โชติพรม, นางสุพรรณิการ์ พรหมสุริยา, นายศักดิ์ชัย เครือสาร	ดร.พันธภรณ์ สุภัคกาญจน์กุล, ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร

บัญชีหมายเลข ๔ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบดิน

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑	กรด-ด่าง (pH Meter)	น.ส.นฤมล สุทะ	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๒	การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)	น.ส.นฤมล สุทะ	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๓	ความต้องการปูน (Lime requirement)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๔	อินทรียวัตถุ (Organic Matter)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๕	ความจุประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (Cation change Capacity)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๖	ไนโตรเจน (Total Nitrogen)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๗	ไนเตรต (Extractable Nitrate)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๘	แอมโมเนียม (Extractable Ammonium)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๙	ฟอสฟอรัส (Available Phosphorus)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๑๐	โพแทสเซียม (Exchangeable Potassium)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๑๑	โซเดียม (Exchargeable Sodium)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๑๒	แคลเซียม (Exchangeable Calcium)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๑๓	แมกนีเซียม (Exchangeable Magnesium)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๑๔	ค่าเตรียมตัวอย่างดิน	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๑๕	ความหนาแน่นรวม (Bulk density)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๑๖	เนื้อดิน (Soil texture)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑๗	ความชื้นดิน (Soil moisture content)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า

บัญชีหมายเลข ๕ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบพืชและปุ๋ย

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑	การเตรียมตัวอย่าง (อบและบด)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๒	การย่อยตัวอยาง (Digest)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๓	กรด - ด่าง (pH Meter)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๔	อินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon, OC)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๕	ไนโตรเจน (Total Nitrogen, N)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๖	ฟอสฟอรัส (Phosphorus, P)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๗	โพแทสเซียม (Potassium, K)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๘	โซเดียม (Sodium, Na)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๙	แคลเซียม (Calcium, Ca)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า
๑๐	แมกนีเซียม (Magnesium, Mg)	นายอภิชาต นุเสน, ดร.ตฤณ เสรเมธากุล	ดร.บุญร่วม คิดค้า

บัญชีหมายเลข ๖ การตรวจวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑	ความเป็นด่าง (Alkalinity) (Indicator method, Titration)	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๒	แอมโมเนีย (Ammonia) (Spectrophotometer)	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๓	ไนไตรท์ (Nitrite) (Spectrophotometer)	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๔	ไนเตรท (Nitrate) (Spectrophotometer)	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๕	ฟอสฟอรัส (Phosphorus) (Spectrophotometer)	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๖	คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) (Spectrophotometer)	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๗	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve Oxygen) (Winkler method, Titration)	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๘	บีโอดี (BOD) (Winkler method, Titration)	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๙	กรด - ด่าง (pH) (Multiparameter: YSI)	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๑๐	ความกระด้าง (Total Hardness EDTA, Titration)	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๑๑	ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) (Multiparameter: YSI)	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๑๒	ด้านคุณภาพน้ำ	น.ส.เปรมดา ทิพย์เดโช	ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, ผศ.ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์

บัญชีหมายเลข ๗ การวิเคราะห์ทดสอบสิ่งแปลกปลอม

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑	เชื้อรา	น.ส.สุธิศา สุขสังข์ภา, ดร.กนกอร ศรีม่วง	ผศ.ดร.วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก
๒	ไส้เดือนฝอย (ตรวจหาไส้เดือนฝอยสาเหตุของโรค)	น.ส.สุธิศา สุขสังข์ภา, ดร.กนกอร ศรีม่วง	ผศ.ดร.วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก
๓	ไส้เดือนฝอย (ตรวจนับไส้เดือนฝอย)	น.ส.สุธิศา สุขสังข์ภา, ดร.กนกอร ศรีม่วง	ผศ.ดร.วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๔	มูลสัตว์	น.ส.สุธิศา สุขสังข์ภา, ดร.กนกอร ศรีม่วง	ผศ.ดร.วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก
๕	ปีกแมลง ชิ้นส่วนแมลง	น.ส.สุธิศา สุขสังข์ภา, ดร.กนกอร ศรีม่วง	ผศ.ดร.วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก
๖	สิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ เช่น เส้นผม ขนสัตว์	น.ส.สุธิศา สุขสังข์ภา, ดร.กนกอร ศรีม่วง	ผศ.ดร.วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก

บัญชีหมายเลข ๘ การตรวจสอบสารเคมีในพืช-ผัก

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑	ตรวจสอบสารเคมีในพืช-ผัก ด้วยชุด (KIT GPO)	น.ส.นฤมล สุทะ, น.ส.จันทนา จันโจมศึก	ผศ.ดร.บุญฤทธิ์ สินค้างาม

บัญชีหมายเลข ๙ การวิเคราะห์สารอื่น ๆ ในตัวอย่างพืช

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑	ปริมาณวิตามินซี (Ascorbic acid)	นายปิยะ พันธ์แดง	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร
๒	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content)	นายปิยะ พันธ์แดง	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร

บัญชีหมายเลข ๑๐ การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑	ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ paper disc diffusion test ต่อเชื้อทดสอบที่ใช้อากาศ	น.ส.จันทนา จันโจมศึก	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์
๒	ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ paper disc diffusion test ต่อเชื้อทดสอบที่ไม่ใช้อากาศ	น.ส.จันทนา จันโจมศึก	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์
๓	ค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งและทำลายเชื้อ/ต่อเชื้อทดสอบที่ใช้อากาศ	น.ส.จันทนา จันโจมศึก	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์
๔	ค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อและทำลายเชื้อ/ต่อเชื้อทดสอบที่ไม่ใช้อากาศ	น.ส.จันทนา จันโจมศึก	ดร.วราภรณ์ กุศลารักษ์

บัญชีหมายเลข ๑๑ อัตราค่าบริการการใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	ผู้วิเคราะห์	ผู้ตรวจสอบ
๑	ค่าบริการตรวจวิเคราะห์โดยเจ้าหน้าที่ทำการวิเคราะห์ให้ (บาท : ตัวอย่าง) (ผู้ใช้บริการต้องนำคอลัมน์และเตรียม Mobile Phase มาเอง)	น.ส.จันทนา จันโจมศึก	ผศ.ดร.ตระกูล พรหมจักร

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ ๒๗ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕ เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๗ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก)
คณบดีคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ