

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง  
นักวิทยาศาสตร์ 8ว

ของ

นางศรีสุดา ห่มระฤก  
นักวิทยาศาสตร์ 7ว

เรื่องที่ 1

การทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์

กลุ่มบริหารจัดการทดสอบความชำนาญ  
สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ  
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

พ.ศ. 2547

## บทคัดย่อ

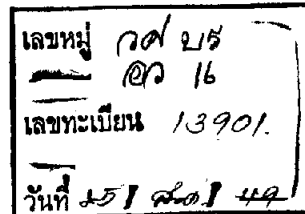
การทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์เพื่อร่วมศึกษาทดสอบวิธีวิเคราะห์อาหารสัตว์ในรายการโปรตีนโดยใช้วิธีวิเคราะห์ตาม ISO/CD 5983-2 : Block digestion โดยใช้ตัวอย่างอาหารสัตว์จำนวน 7 ตัวอย่าง ได้แก่ตัวอย่างปลาป่น กากถั่วเหลือง อาหารลูกกุ้งวัยอ่อน อาหารลูกกุ้งเล็ก ข้าวโพดป่น หัวอาหารสุกร และอาหารสุกรสำเร็จรูป ซึ่งการวิเคราะห์ผลทางสถิติจะใช้ค่า% โปรตีน ( $N \times 6.25$ ) ที่คำนวณเมื่อตัวอย่างปราศจากน้ำ (moisture free basis) สำหรับตัวอย่างอาหารสัตว์ที่จัดเตรียมไว้ใช้ในกิจกรรมนี้ได้มีการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะส่งให้ห้องปฏิบัติการนำไปวิเคราะห์

ในการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการใช้หลักสถิติโรบัสต์ในการหาค่ากำหนด (assigned value) ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยโรบัสต์ (robust average,  $x^*$ ) ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ (robust standard deviation,  $s^*$ ) ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการ ซึ่งค่าทั้งสองคำนวณโดยวิธี Algorithm A ตามมาตรฐาน ISO/FDIS 13528 สำหรับเกณฑ์ในการประเมินกำหนดให้ห้องปฏิบัติการที่มีค่า  $|Z|$ -score  $\leq 2$  เป็นห้องปฏิบัติการที่มีผลเป็นที่น่าพอใจและห้องปฏิบัติการที่มีค่า  $|Z|$ -score มากกว่า 2 แต่น้อยกว่า 3 เป็นห้องปฏิบัติการที่มีผลอยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัย ส่วนห้องปฏิบัติการที่มีค่า  $|Z|$ -score  $\geq 3$  เป็นห้องปฏิบัติการที่มีผลอยู่ในเกณฑ์ไม่น่าพอใจและจัดเป็น outlier

ผลการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการที่ร่วมทดสอบความชำนาญในตัวอย่างอาหารสัตว์จำนวน 7 ตัวอย่าง พบว่าในตัวอย่างปลาป่น อาหารลูกกุ้งวัยอ่อน และอาหารสุกรสำเร็จรูปไม่มีห้องปฏิบัติการใดที่มีค่า  $|Z|$ -score  $\geq 3$  ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ได้ผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ ส่วนในตัวอย่างกากถั่วเหลือง อาหารกุ้งเล็ก ข้าวโพดป่น และหัวอาหารสุกรมีห้องปฏิบัติการที่มีค่า  $|Z|$ -score  $\geq 3$  ตัวอย่างละ 1 ห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ได้ผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
สารบัญ	ii
สารบัญตาราง	iii
สารบัญภาพ	iv
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ปัญหาและความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	1
1.4 ระยะเวลาดำเนินการ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	14
3.1 แผนการดำเนินงาน	14
3.2 วิธีดำเนินงาน	14
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	16
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบ	18
กิตติกรรมประกาศ	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	22
ภาคผนวกที่ 1 ผลการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างอาหารสัตว์	23
ภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่า Z- score และกราฟของแต่ละห้องปฏิบัติการ	31
ภาคผนวกที่ 3 เอกสารรายละเอียดคำแนะนำในการปฏิบัติต่อตัวอย่างและ ใบรายงานผลการวิเคราะห์	40



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์การประเมินผลค่า Z- score	9
ตารางที่ 2 แสดงพารามิเตอร์ทางสถิติในการศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกัน	16
ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างอาหารกุ้งเล็ก (กรัม/100กรัม)	24
ตารางที่ 4 แสดงผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างปลาป่น (กรัม/100 กรัม)	26
ตารางที่ 5 แสดงผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างกากถั่วเหลือง (กรัม/100 กรัม)	27
ตารางที่ 6 แสดงผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างอาหารลูกกุ้งวัยอ่อน (กรัม/100 กรัม)	28
ตารางที่ 7 แสดงผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างหัวอาหารสุกร (กรัม/100 กรัม)	29
ตารางที่ 8 แสดงผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างอาหารสุกรสำเร็จรูป (กรัม/100 กรัม)	30
ตารางที่ 9 แสดงค่า Z- score ของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างปลาป่นและกากถั่วเหลือง	32
ตารางที่ 10 แสดงค่า Z- score ของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างอาหารลูกกุ้งวัยอ่อนและอาหารกุ้งเล็ก	34
ตารางที่ 11 แสดงค่า Z- score ของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างหัวอาหารสุกรและอาหารสุกรสำเร็จรูป	36
ตารางที่ 12 แสดงค่า Z- score ของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างข้าวโพดป่น	38

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างปลาป่น	33
รูปที่ 2 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างกากถั่วเหลือง	33
รูปที่ 3 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่าง อาหารลูกกุ้งวัยอ่อน	35
รูปที่ 4 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างอาหารกุ้งเล็ก	35
รูปที่ 5 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่าง หัวอาหารสุกร	37
รูปที่ 6 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างอาหารสุกร สำเร็จรูป	37
รูปที่ 7 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างข้าวโพดป่น	39

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ปัญหาและความเป็นมา

ในปัจจุบันห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์อาหารสัตว์ในประเทศไทยมีทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งแต่ละห้องปฏิบัติการจะใช้วิธีวิเคราะห์ทั้งที่เป็นวิธีมาตรฐานหรือดัดแปลงจากวิธีมาตรฐาน แต่ไม่มีห้องปฏิบัติการใดใช้วิธีวิเคราะห์อาหารสัตว์ตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้นโดย ISO/TC34/SC10 Animal feeding stuffs โดยไม่ได้ดัดแปลง ทั้งที่ภายใต้ข้อตกลงขององค์การการค้าโลก (WTO) ได้นำมาตรฐานสากลมาใช้ตัดสินข้อขัดแย้งทางการค้าระหว่างประเทศ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเสียเปรียบหรือกีดกันทางการค้าต่อไป การร่วมศึกษาทดสอบวิธีวิเคราะห์เพื่อการตรวจสอบควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ของไทยจึงเป็นสิ่งจำเป็น ทางคณะกรรมการวิชาการคณะที่ 463: มาตรฐานอาหารสัตว์ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบในการกำหนดมาตรฐานวิธีวิเคราะห์อาหารสัตว์ของไทย จึงจัดให้มีโครงการร่วมศึกษาทดสอบวิธีวิเคราะห์อาหารสัตว์ โดยการทำ Interlaboratory test ระหว่างห้องปฏิบัติการทดสอบด้านอาหารสัตว์ในประเทศไทย โดยมุ่งเน้นที่จะศึกษาวิธีวิเคราะห์อาหารสัตว์ จากมาตรฐานที่กำหนดขึ้นโดย ISO/TC34/SC10 Animal feeding stuffs ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณากำหนดมาตรฐานวิธีวิเคราะห์อาหารสัตว์ของไทยให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน นอกจากนี้ยังเป็นการทดสอบขีดความสามารถ ปัญหาและอุปสรรคของห้องปฏิบัติการไปพร้อมกัน ก่อนที่จะประกาศรับมาตรฐานระหว่างประเทศมาใช้เป็นมาตรฐานของไทย

#### 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบสมรรถนะของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วม โครงการร่วมศึกษาทดสอบวิธีวิเคราะห์อาหารสัตว์

#### 1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

เป็นการประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้วิเคราะห์ ในกรณีที่พบความบกพร่องหรือไม่ถูกต้องตามเกณฑ์ที่ยอมรับ จะได้ไปปรับปรุงระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการและบุคลากรให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

#### 1.4 ระยะเวลาดำเนินการ

ตั้งแต่ พฤษภาคม - ตุลาคม 2546

## บทที่ 2

### วารสารปริทัศน์

อาหารสัตว์หมายความว่า วัตถุประสงค์มุ่งหมายเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์ ได้มีผู้ผลิตและจำหน่ายเป็นจำนวนมากจนกลายเป็นอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ซึ่งนับเป็นอุตสาหกรรมเกษตรที่สำคัญ อันเป็นพื้นฐานที่จะช่วยให้การเลี้ยงสัตว์ในเชิงเศรษฐกิจสามารถพัฒนาไปอย่างกว้างขวางขึ้นจนกลายเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศได้เช่นเดียวกับการเลี้ยงไก่เพื่อแปรรูปเป็นเนื้อไก่สดแช่แข็งที่สามารถส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้ในปริมาณและมูลค่าที่มากขึ้น อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ยังเป็นอุตสาหกรรมที่ช่วยสร้างตลาดและมูลค่าเพิ่มให้แก่สินค้าเกษตรที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต เช่น ข้าวโพด รำข้าว ปลายข้าว ปลาป่น กากถั่วเหลือง กากมะพร้าว กระดูกป่น เป็นต้น คุณภาพของอาหารสัตว์มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์มาก ดังนั้นการกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานอาหารสัตว์ ตลอดจนหลักเกณฑ์ และวิธีการผลิตเพื่อขาย หรือนำเข้าซึ่งอาหารสัตว์ให้ได้คุณภาพมาตรฐานจึงเป็นสิ่งจำเป็น การควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์โดยกำหนดปริมาณส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จสำหรับสัตว์แต่ละชนิดจะเป็นไปตามอัตราส่วนของโปรตีน ไขมัน กากและความชื้น การเจริญเติบโตของสัตว์ต้องการสารอาหารหลายประเภท เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน และเกลือแร่ ที่สำคัญที่สุดคือ โปรตีน เพราะในการสร้างเนื้อเยื่อของร่างกายจำเป็นต้องใช้กรดอะมิโนจำเป็น กรดอะมิโนชนิดนี้เป็นส่วนประกอบสำคัญของโปรตีนซึ่งร่างกายของสัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้จึงต้องรับกรดอะมิโนนี้จากแหล่งอื่น การเลี้ยงสัตว์ให้เจริญเติบโตด้วยอาหารสัตว์สำเร็จรูปจึงต้องเลือกอาหารสัตว์ที่มีโปรตีนสูงพอกับความต้องการของสัตว์ อาหารสำเร็จรูปส่วนใหญ่จะประกอบด้วยเมล็ดพืชต่างๆ และส่วนต่างๆ ของสัตว์ที่เหลือจากอุตสาหกรรมสัตว์ เช่น เศษหนัง เศษกระดูก ดังนั้นถ้าเราสามารถทราบปริมาณ โปรตีนในอาหารสัตว์เหล่านั้นได้ จะช่วยให้ตัดสินใจเลือกอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์ได้ดียิ่งขึ้น การที่จะทราบว่าอาหารสัตว์และวัตถุดิบนั้นมีปริมาณและคุณภาพอย่างไรจะต้องตรวจสอบวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการซึ่งผลการวิเคราะห์นี้ยังนำไปใช้ในการคำนวณสูตรอาหารสัตว์ได้ด้วย ในปัจจุบันมีห้องปฏิบัติที่วิเคราะห์ทางด้านอาหารสัตว์หลายหน่วยงาน ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งอาจจะเป็นห้องปฏิบัติการที่รับวิเคราะห์อย่างเดียว หรือเป็นห้องปฏิบัติการที่อยู่ในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะเป็นที่น่าเชื่อถือ ถูกต้องและแม่นยำหรือไม่ขึ้นอยู่กับว่าแต่ละห้องปฏิบัติการจะใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง เป็นไปตามวิธีมาตรฐานหรือดัดแปลงจากวิธีมาตรฐานหรือไม่ และยังคงอาศัยประสบการณ์ ความชำนาญของผู้ตรวจวิเคราะห์เพื่อให้มั่นใจในผล

วิเคราะห์นั้นด้วย ฉะนั้นการตรวจสอบควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ และการควบคุมคุณภาพภายในของห้องปฏิบัติการอยู่เสมอจึงนับว่าเป็นสิ่งสำคัญ

การควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการ โดยการเข้าร่วมกิจกรรมการทดสอบความชำนาญ เป็นเสมือนการควบคุมคุณภาพภายในของห้องปฏิบัติการ โดยใช้การตรวจสอบจากภายนอก การที่ผลการทดสอบความชำนาญดีจะเป็นหลักฐานที่ดีในการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการว่าขั้นตอนในการปฏิบัติงาน วิธีวิเคราะห์ และการปฏิบัติการต่างๆ ของห้องปฏิบัติการอยู่ในการควบคุมที่ดี ดังนั้นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์จะต้องมีการบริหารจัดการที่ชัดเจนเกี่ยวกับการประกันคุณภาพของการตรวจสอบและการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมา ในสภาวะการแข่งขันทางการค้าระดับประเทศ ผลการวิเคราะห์เป็นข้อมูลสำคัญในการตัดสินใจคุณภาพของสินค้า และทำให้เกิดความเชื่อมั่นต่อคุณภาพของสินค้าด้วย

การทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการ (laboratory proficiency testing) เป็นการตรวจสอบสมรรถนะของห้องปฏิบัติการ โดยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หรือทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการ (interlaboratory comparisons) โดยใช้ตัวอย่างเดียวกันหรือเหมือนกัน ปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขเดียวกันการจัดกิจกรรมการทดสอบความชำนาญให้เป็นที่ไปตามมาตรฐานสากลจะต้องดำเนินการให้เป็นที่ไปตามข้อกำหนดของการจัดทำกิจกรรมการทดสอบความชำนาญ ซึ่งกำหนดไว้ในเอกสารต่างๆ ดังนี้

- ◆ ILAC – G 13 : 2000 Guidelines for the requirements for the competence of providers of proficiency testing schemes
- ◆ International Harmonised Protocol for the proficiency testing of (chemical) analytical Laboratories, Journal of AOAC International, 76, No. 4, 1993.
- ◆ Guide to proficiency testing , National Association of Testing Authorities , Australia
- ◆ ISO/IEC Guide 43 – 1 : 1997 Proficiency testing by interlaboratory comparisons – Part 1 : Development and operation of proficiency testing schemes
- ◆ ISO/IEC Guide 43 – 1 : 1997 Proficiency testing by interlaboratory comparisons – Part 2 : Selection and use of proficiency testing schemes by laboratory accreditation bodies

## 2.1 นิยามและคำจำกัดความต่างๆ ที่ใช้ในกิจกรรมการทดสอบความชำนาญ

2.1.1 Proficiency testing<sup>(12)</sup> หมายถึง การประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการ โดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ



2.1.2 Interlaboratory comparison<sup>(12)</sup> เป็นการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หรือทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการซึ่งมีการจัดเตรียม ดำเนินการ และประเมินผลการทดสอบของ ห้องปฏิบัติการ โดยใช้ตัวอย่างเดียวกันหรือชุดเดียวกัน ภายใต้เงื่อนไขการวิเคราะห์หรือทดสอบที่ได้กำหนดไว้

2.1.3 Homogeneity (ความเป็นเนื้อเดียวกัน)<sup>(1)</sup> เป็นสมบัติของวัสดุที่มีส่วนประกอบเหมือนกันซึ่งหาได้โดยการทดสอบวัสดุนั้นตามวิธีวิเคราะห์กำหนด และค่าความแตกต่างของการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2.1.4 Stability (ความเสถียร)<sup>(10)</sup> เป็นสมบัติของวัสดุหรือตัวอย่างซึ่งเมื่อเก็บไว้ในสภาวะที่เหมาะสมตามระยะเวลาที่กำหนดแล้วยังคงรักษาลักษณะสมบัติเดิม สามารถทดสอบความเสถียรโดยวิเคราะห์ในช่วงเวลาต่างๆ

2.1.5 Robust statistic (สถิติโรบัสต์)<sup>(6)</sup> เป็นสถิติที่ใช้ในการประเมินผลไม่มีผลกระทบสูงจากค่าที่เกินเกณฑ์ยอมรับ (outlier/extreme result) ที่อยู่ในชุดข้อมูล

## 2.2 การจัดทำโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ ต้องมีองค์ประกอบดังนี้<sup>(4,12)</sup>

2.2.1 คณะบุคคลที่เป็นที่ปรึกษาด้านวิชาการ (technical advisor) ผู้ประสานงาน (coordinator) นักสถิติ

2.2.2 วัตถุประสงค์และขอบข่าย

2.2.3 รูปแบบของสถิติที่ใช้ในการประเมินผลห้องปฏิบัติการ

2.2.4 การจัดเตรียมตัวอย่าง/จัดหาตัวอย่าง

2.2.5 การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง (homogeneity) เพื่อให้แน่ใจว่าผลการวิเคราะห์ที่เบี่ยงเบนไปไม่ได้เกิดเนื่องจากความไม่เป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง

2.2.6 การจัดการตัวอย่าง

2.2.7 การดำเนินการด้านเอกสาร

- คู่มือปฏิบัติต่อตัวอย่างสำหรับผู้เข้าร่วมกิจกรรม (instruction to participants)
- การจัดส่งตัวอย่าง
- ข้อกำหนดหรือวิธีดำเนินงานสำหรับการวิเคราะห์ทดสอบ
- การรายงานผลการวิเคราะห์ทดสอบ

2.2.8 การวิเคราะห์ผล

2.2.9 รายงานผลของโปรแกรมทดสอบความชำนาญในเบื้องต้น (interim report) และรายงานสรุปผลทั้งหมด (final report)

2.2.10 การประเมินผลความสามารถของห้องปฏิบัติการ

2.2.11 การจัดการกับข้อมูลย้อนกลับ (feed back) และปฏิบัติการแก้ไข

- 2.2.12 การรักษาความลับของผู้เข้าร่วมโปรแกรม
- 2.2.13 การควบคุมดูแลเครื่องประมวลผล
- 2.2.14 การเก็บรักษาบันทึกข้อมูล
- 2.2.15 ระยะเวลาในการจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญ

### 2.3 รูปแบบของการทดสอบความชำนาญ<sup>(12)</sup>

รูปแบบของกิจกรรมการทดสอบความชำนาญสามารถจำแนกออกได้เป็น 6 ประเภท คือ

- 2.3.1. Interlaboratory testing schemes
- 2.3.2. Measurement comparison schemes
- 2.3.3. Split-sample testing schemes
- 2.3.4. Qualitative schemes
- 2.3.5. Known-value schemes
- 2.3.6. Partial-process schemes

ในการทดสอบความชำนาญครั้งนี้จะกล่าวเฉพาะ รูปแบบที่ 2.3.1 ดังนี้

Interlaboratory testing schemes: ตัวอย่างที่เตรียมจะต้องทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity) และความเสถียร (stability) แล้วส่งตัวอย่างให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการทำการวิเคราะห์ภายในระยะเวลาที่กำหนด ภายใต้เงื่อนไขที่ตกลงกัน จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ของแต่ละห้องปฏิบัติการมาเปรียบเทียบกับค่ากำหนด (assigned value) และประเมินสมรรถนะของแต่ละห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการ โดยใช้ค่า Z-score

### 2.4 การเลือกใช้วิธีการทางสถิติในการประเมินผล

วิธีการทางสถิติต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลข้อมูลของการทดสอบความชำนาญจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเหตุการณ์ ผลข้อมูลของการทดสอบความชำนาญสามารถมีได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งชนิดของข้อมูลและลักษณะการกระจายของข้อมูลทางสถิติ จากการศึกษาที่มีความหลากหลายมากเกินกว่าจะกำหนดได้แน่นอนตายตัว เมื่อต้องการประเมินผลข้อมูลของผู้เข้าร่วมกิจกรรมการทดสอบความชำนาญโดยทั่วไปจะปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

#### 2.4.1 การหาค่ากำหนด (assigned value)<sup>(12)</sup>

การตั้งค่ากำหนดของวัตถุตัวอย่างจำแนกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

2.4.1.1 ค่าที่ทราบ (known values) เป็นปริมาณค่าที่แน่นอนของสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่ถูกเติมลงไปในตัวอย่างไม่เตรียมขึ้น หรือจากสูตรการผลิต

2.4.1.2 ค่าอ้างอิงรับรอง (certified reference values) ค่าที่ได้จากสารมาตรฐานอ้างอิง (certified reference material)

2.4.1.3 ค่าอ้างอิง (reference value) ค่าที่ได้จากกลุ่มห้องปฏิบัติการอ้างอิง (reference laboratories) หรือกลุ่มห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง สามารถสอบย้อนกลับได้ (traceability) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมและภายใต้สภาวะเดียวกัน ค่ากำหนดของตัวอย่างหาได้จากการเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงรับรอง

2.4.1.4 ค่ายอมรับจากห้องปฏิบัติการที่เชี่ยวชาญ (consensus value from expert laboratory) ค่าที่ได้จากกลุ่มห้องปฏิบัติการที่มีความชำนาญในกิจกรรมนั้นๆ

2.4.1.5 ค่ายอมรับจากห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรม (consensus value from participants) ค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ (interlaboratory comparisons) ที่เข้าร่วมโครงการ

2.4.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินผลการทดสอบความชำนาญ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เลือกใช้มี 5 แบบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.2.1 ส่วนเบี่ยงเบนกำหนด (prescribed value)

เป็นค่าตัวเลขที่กำหนดขึ้นโดยกฎหมาย หรือข้อกำหนดมาตรฐาน

2.4.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนที่ยอมรับร่วม (by perception)

เป็นส่วนเบี่ยงเบนสำหรับผลการทดสอบความชำนาญที่ผู้ดำเนินการคาดหวังให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมสามารถอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ

2.4.2.3 ส่วนเบี่ยงเบนจากรูปแบบทั่วไป (from a general mode)

เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนสำหรับผลการทดสอบความชำนาญที่มีรูปแบบทั่วไป สำหรับการซ้ำของวิธีการวัด (the reproducibility of the measurement method)

2.4.2.4 ส่วนเบี่ยงเบนจากผลการวัดที่เที่ยงตรง (from the results of a precision experiment)

เมื่อวิธีการวัดเป็นวิธีมาตรฐาน สามารถใช้ข้อมูลจากการทำซ้ำและการทวนซ้ำของการวิธีการวัด (repeatability and reproducibility of the method)

2.4.2.5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมการทดสอบความชำนาญ (from data obtained in a round of a proficiency testing scheme)

เป็นการใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมเดียวกัน วิธีการนี้จะไม่สามารถใช้ได้หากจำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีจำนวนน้อย

## 2.5 จำนวนผลทางสถิติเพื่อประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการ (performance statistic)

### 2.5.1 การคำนวณคะแนนมาตรฐานค่า Z-score <sup>(11,12)</sup>

ค่า Z-score ใช้เป็นตัวบ่งบอกความเบี่ยงเบนของข้อมูลจากค่ากำหนด ในเทอมของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งสูตรทั่วไป คือ

$$Z = (x - X) / \hat{\sigma}$$

โดย  $x$  = ค่าเฉลี่ยผลข้อมูลของแต่ละห้องปฏิบัติการ

$X$  = ค่าที่ใช้ในการประเมินผล (assign value)

$\hat{\sigma}$  = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้ (standard deviation for proficiency assessment)

สำหรับสถิติที่ใช้คำนวณค่า Z-score โดยวิธีเดิมที่เรียกว่า classical Z-score จะใช้ค่ากลาง (mean) ของชุดข้อมูลเป็นค่ากำหนด (assigned value) และใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ในการคำนวณหาค่า Z - score ซึ่งจะเกิดผลกระทบจากค่าที่เกณฑ์ยอมรับอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง จงพิจารณาข้อมูลชุดนี้ 3.5 3.2 4.4 3.8 4.25 36 3.1 4.4 4.7

จะเห็นว่าค่า 36 เป็นค่าที่เกินเกณฑ์การยอมรับ (อาจเกิดจากการลืมใส่จุดทศนิยม) ซึ่งจะมีผลอย่างมากต่อค่ากลางที่คิดจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนี้คือ 7.48 ค่า 36 เป็นค่าเดียวที่ไม่อยู่ในช่วง 3 - 5 และแน่นอนค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนี้ย่อมต้องกระทบกระเทือน ในขณะที่ค่ากลางที่ได้จากค่ามัธยฐาน (median) คือค่า 4.25 คิดว่าค่ากลางที่คิดจากค่าเฉลี่ย โดยที่ค่า 36 จัดเป็น Outlier ของข้อมูลชุดนี้

จากปัญหาดังกล่าวการประเมินผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการอาจจะประเมินผลค่า Z-score โดยใช้วิธี Robust analysis: Algorithm A <sup>(6)</sup> ได้ ซึ่ง ค่า Z-score คำนวณได้จาก

$$Z = (x - x^*) / s^*$$

โดย  $x$  = ค่าเฉลี่ยของการทำซ้ำของแต่ละห้องปฏิบัติการ

$x^*$  = ค่าเฉลี่ยโรบัสต์ (robust average) ที่ใช้ในการประเมินผล

$s^*$  = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โรบัสต์ (robust standard deviation)

ค่าเฉลี่ยโรบัสต์ ( $x^*$ ) ได้จากค่ายอมรับจากห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรม (consensus value from participants) ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ

(interlaboratory comparisons) ที่เข้าร่วมโครงการ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ ( $s^*$ ) ได้จากผู้เข้าร่วมกิจกรรมการทดสอบความชำนาญ

2.5.2 วิธีการคำนวณหา ค่าเฉลี่ยโรบัสต์ ( $x^*$ ) และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ ( $s^*$ ) มีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

2.5.2.1 เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก

2.5.2.2 คำนวณค่ากลางของชุดข้อมูล ( $x^*$ ) โดยที่  $x^* = \text{median of } x_i, i = 1, 2, 3, \dots, p$  และ  $p$  คือจำนวนห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรม

2.5.2.3 คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ ( $s^*$ )

โดยที่  $s^* = 1.483 \text{ median of } |x_i - x^*|$

2.5.2.4 คำนวณค่า  $\Phi = 1.5 s^*$

2.5.2.5 ปรับค่านอกกลุ่มโดยใช้ค่า  $x^* \pm 1.5 s^*$

ถ้าข้อมูลที่มีค่าน้อยกว่า  $x^* - 1.5 s^*$  ให้เปลี่ยนค่านั้นเป็น  $x^* - 1.5 s^*$

ถ้าข้อมูลที่มีค่ามากกว่า  $x^* + 1.5 s^*$  ให้เปลี่ยนค่านั้นเป็น  $x^* + 1.5 s^*$

2.5.2.6 คำนวณค่ากลางใหม่โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ดังสมการที่ (1)

$$x^* = \frac{\sum x_i^*}{p} \quad (1)$$

2.5.2.7 คำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ของชุดข้อมูลใหม่ ดังสมการที่ (2)

$$s^* = 1.134 \sqrt{\frac{\sum (x_i^* - x^*)^2}{(p-1)}} \quad (2)$$

2.5.2.8 ตั้งเกณฑ์  $x^* \pm 1.5 s^*$  ใหม่โดยทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 2.5.2.4 ถึงข้อ 2.5.2.7 จนค่า  $x^*$  กับ  $s^*$  ทศนิยมตำแหน่งที่ 3 ไม่เปลี่ยนแปลงจึงใช้ค่านั้นเป็นค่าเฉลี่ยโรบัสต์และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ เพื่อใช้ในการประเมินผลค่า Z-score ต่อไป

จากคะแนนมาตรฐาน Z-score ของแต่ละห้องปฏิบัติการ จะสามารถประเมินได้ว่าผลการวิเคราะห์ของแต่ละห้องปฏิบัติการห่างจากค่ากำหนดของกลุ่มที่เข้าร่วมในโปรแกรมเท่าไร ซึ่งเกณฑ์กำหนดของ Z-score ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงเกณฑ์การประเมินผลค่า Z-score

การแสดงผลค่า Z-score	ความหมาย	เกณฑ์การยอมรับผล
$ Z  \leq 2$	ค่า Z-score เท่ากับ +2 หรือ -2 หรือน้อยกว่า +2 หรือมากกว่า -2	ผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ (satisfactory)
$2 <  Z  < 3$	ค่า Z-score มากกว่า +2 แต่น้อยกว่า +3 หรือน้อยกว่า -2 แต่มากกว่า -3	ผลการทดสอบเป็นที่สงสัยต้องตรวจสอบ(questionable)
$ Z  \geq 3$	ค่า Z-score เท่ากับ +3 หรือ -3 หรือมากกว่า +3 หรือน้อยกว่า -3	ผลการทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ (unsatisfactory)และจัดเป็น outlier

## 2.6 การตรวจสอบหาความเป็นเนื้อเดียวกัน<sup>(6)</sup>

สำหรับตัวอย่างที่เตรียมขึ้นเพื่อแจกจ่ายแก่ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯ จะต้องมีความเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อป้องกันปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อการประเมินขีดความสามารถของห้องปฏิบัติการ การศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างที่มีการทดสอบมากกว่า 1 รายการ ไม่จำเป็นที่จะต้องศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันของทุกรายการทดสอบ ให้เลือกรายการทดสอบที่มีแนวโน้มว่าจะไม่มีความเป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด เช่น มีสมบัติที่ระเหยได้ง่าย เป็นต้น

### ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

2.6.1 เลือกวิธีการทดสอบที่ใช้ในการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน กรณีตัวอย่างมีลักษณะเป็นเมล็ดๆ ให้เลือกจากตัวอย่างทั้งหมดปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิที่แน่นอน คัดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนทั้งหมด ในกรณีของตัวอย่างอาหารสัตว์จะต้องมีการบดและผ่านร่อนขนาด 1 มิลลิเมตรก่อนที่จะบรรจุตัวอย่าง

2.6.2 เตรียมตัวอย่างและบรรจุตัวอย่างสำหรับกิจกรรมการทดสอบความชำนาญ เพื่อให้แน่ใจว่าตัวอย่างเหล่านั้นเหมาะสมสำหรับห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรม และเหมาะสมสำหรับการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

2.6.3 เลือกสุ่มตัวอย่างโดยวิธีทางสถิติจำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 10 ชุด (ขึ้นกับปริมาณตัวอย่างที่เตรียมขึ้น) แบ่งแต่ละตัวอย่าง ออกเป็น 2 ส่วนโดยใช้เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับตัวอย่างทดสอบ เพื่อให้ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างทดสอบน้อยที่สุด

2.6.4 นำตัวอย่างทดสอบจำนวน 10 ตัวอย่าง จัดลำดับอย่างสุ่ม ทำการทดสอบ 2 ครั้งต่อ 1 ชุดตัวอย่าง (repeatability) นำข้อมูลที่ได้มาศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างโดยการวิเคราะห์ทางสถิติ

2.6.5 เมื่อได้รับผลวิเคราะห์แล้วนำมาตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้หลักสถิติ วิธี Between sample analysis<sup>(6)</sup> และ “Tolerable level : Fallback criteria” โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.6.5.1 หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมด (Mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}_i}{g}$$

$g$  = จำนวนหน่วยที่นำมาทดสอบต่อตัวอย่างในที่นี้=10

2.6.5.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

$$S_x = \sqrt{\sum (\bar{X}_i - \bar{X})^2 / (g - 1)}$$

2.6.5.3 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานภายในตัวอย่าง (within-samples standard deviation,

$$S_w = \sqrt{\sum W_i^2 / (2g)}$$

$W_i$  = ค่าผลต่างสัมบูรณ์ของแต่ละตัวอย่าง

2.6.5.4 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างตัวอย่าง (between-samples standard deviation,  $S_s$ )

$$S_s = \sqrt{S_x^2 - \left(\frac{S_w^2}{2}\right)}$$

2.6.5.5 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้สำหรับการประเมินผลการทดสอบความชำนาญ (standard deviation for proficiency assessment ;  $\hat{\sigma}$ ) ซึ่งในกรณีนี้หาได้จากการคำนวณค่าจาก Horwitz Predicted Relative Standard Deviation<sup>(2)</sup> or  $RSD_p$  ดังสมการนี้

$$RSD_p = 2^{1 - 0.5 \log C}$$

$C$  = ค่าอัตราส่วนร้อยละของความเข้มข้น (fraction of concentration)

$$\text{Target SD} = \frac{RSD \times \text{Mean}}{100}$$

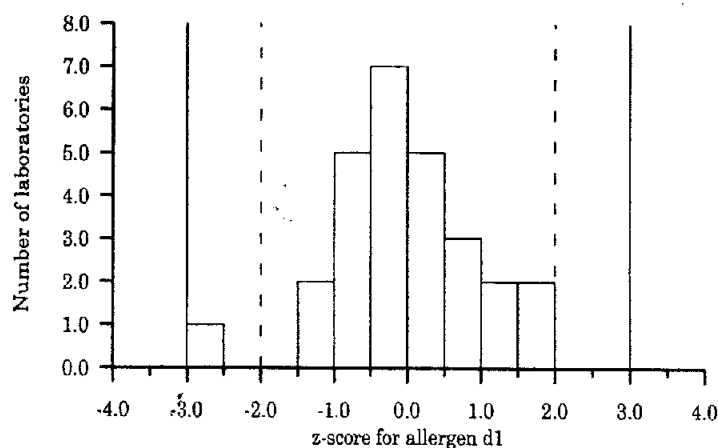
ในที่นี้  $\hat{\sigma}$  เท่ากับ Target SD

เกณฑ์การยอมรับว่าตัวอย่างที่จัดเตรียมขึ้นนั้นมีความเป็นเนื้อเดียวกันเมื่อ  $S_s / \hat{\sigma} \leq 0.3$

## 2.7 รูปแบบการแสดงผลการประเมินผล<sup>(6)</sup> (graphic reports for proficiency testing)

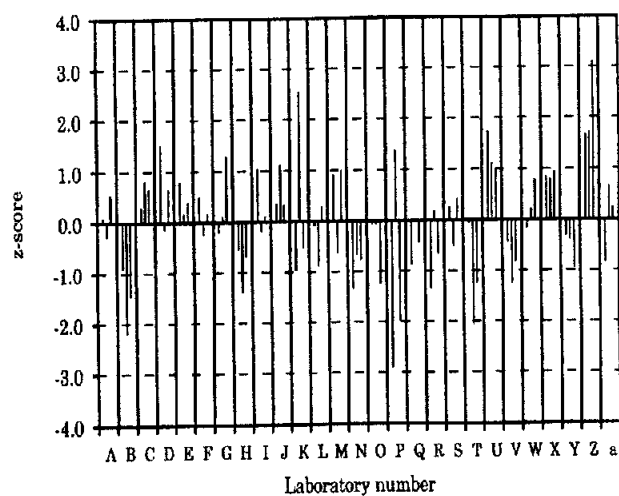
ตัวอย่างรูปแบบการแสดงผลการประเมินผลมีดังต่อไปนี้

### 2.7.1 Histograms of Z-scores



รูปที่ 2 แสดงความถี่ของห้องปฏิบัติการในกิจกรรมการทดสอบความชำนาญ เป็นกราฟแท่งแสดงความถี่ของจำนวนห้องปฏิบัติการที่ได้ค่า Z-score อยู่ในช่วงเดียวกัน โดยแกน X แสดงค่า Z-score และแกน Y แสดงจำนวนห้องปฏิบัติการที่มีค่า Z-score อยู่ในช่วงเดียวกัน กราฟชนิดนี้สามารถบ่งบอกความถี่ของห้องปฏิบัติการในแต่ละช่วงสมรรถนะ ห้องปฏิบัติการสามารถทราบถึงศักยภาพของตนในกลุ่มการทดสอบความชำนาญนั้นๆ

### 2.7.2 Bar-plots of Z-scores

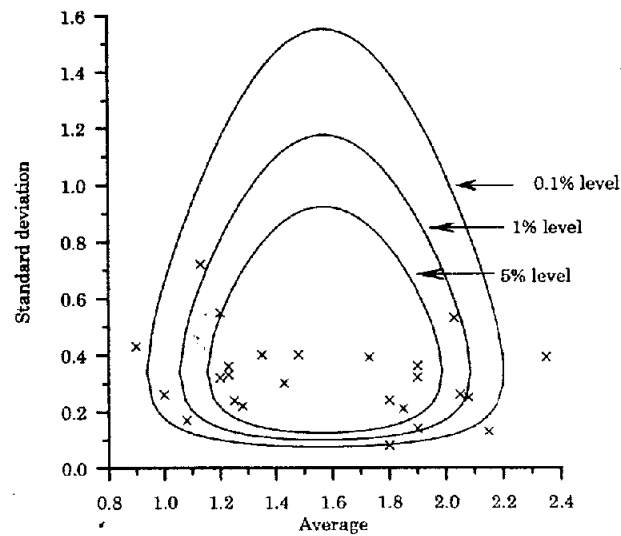


รูปที่ 3 แสดงผลค่า Z-scores ของห้องปฏิบัติการ

กราฟชนิดนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมที่มีจำนวนห้องปฏิบัติการไม่มากนัก แต่มีรายการทดสอบที่ต้องการแสดงผลในภาพรวมมากกว่า 1 รายการ



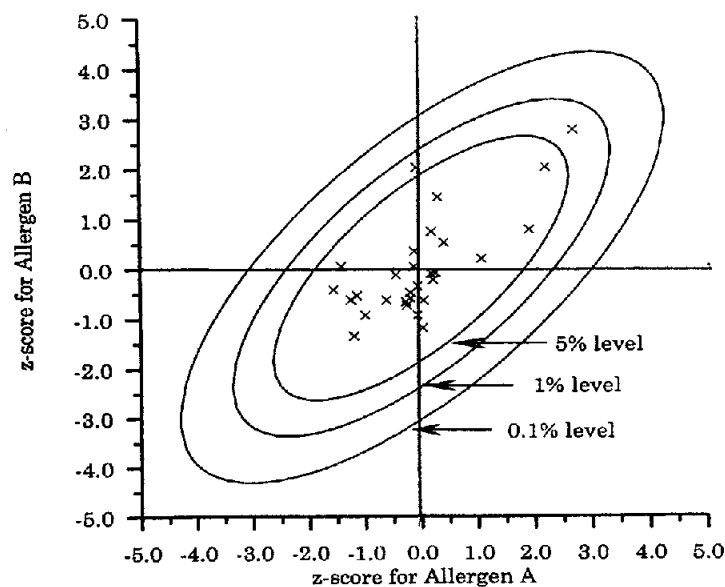
### 2.7.3 Plots of repeatability standard deviations



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยกับค่าส่วนเบี่ยงมาตรฐานของ Allergen

Plots of SD เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการ (within-laboratory standard deviation) กับค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการนั้นๆ จากกราฟดังกล่าวทำให้ห้องปฏิบัติการสามารถทราบได้ว่า ผลการวิเคราะห์ของตนอยู่ในกลุ่มหรือไม่และความสามารถในการวิเคราะห์ซ้ำ (repeatability) ของห้องปฏิบัติการเป็นเช่นไร

### 2.7.4 Youden plot



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ค่า Z-score ของ Allergen A กับ Allergen B

Youden plot เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของผลการวิเคราะห์ตัวอย่าง 2 ตัว ที่มีองค์ประกอบเหมือนกัน กราฟจะถูกแบ่งออกเป็นสี่ส่วนที่เท่ากัน สามารถบ่งบอกลักษณะของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นว่าเป็นชนิด random errors หรือ systematic errors และทราบถึงแนวโน้มของการเกิดไบแอสสำหรับสูตรการคำนวณและวิธีการสร้าง youden plot ปฏิบัติตาม ISO/FIDS 13528 ข้อ 8.5

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการ

#### 3.1 แผนการดำเนินงาน

3.1.1 สํารวจห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการร่วมศึกษาทดสอบวิธีวิเคราะห์อาหารสัตว์

3.1.2 จัดหาตัวอย่าง เตรียมตัวอย่าง บรรจุตัวอย่าง กำหนดรายการวิเคราะห์ที่ใช้ในการทดสอบความชำนาญ

3.1.3 ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง

3.1.4 ดำเนินการจัดส่งตัวอย่าง พร้อมแบบฟอร์มใบรายงานผลการวิเคราะห์และเอกสารที่เกี่ยวข้องในการทดสอบความชำนาญ

3.1.5 รวบรวมรายงานและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

3.1.6 ประเมินค่าทางสถิติ

3.1.7 สรุปผลและจัดทำรายงาน

#### 3.2 วิธีการดำเนินงาน

3.2.1 สํารวจห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการร่วมศึกษาทดสอบวิธีวิเคราะห์อาหารสัตว์ มีหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและสถาบันการศึกษาที่เข้าร่วมโครงการฯ จำนวน 30 ห้องปฏิบัติการ ซึ่งห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบความชำนาญแต่ละแห่งจะได้รับหมายเลขรหัสประจำห้องปฏิบัติการโดยการใช้ตารางเลขสุ่ม โดยเริ่มตั้งแต่หมายเลข 01 ถึง หมายเลข 30 การอ้างถึงห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งในการรายงานผลจะอ้างถึงหมายเลขรหัสประจำห้องปฏิบัติการเพื่อเป็นการรักษาความลับของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯ

3.2.2 จัดเตรียมตัวอย่างอาหารสัตว์เพื่อแจกจ่ายให้แก่ห้องปฏิบัติการ โดยการจัดหาตัวอย่างอาหารสัตว์จำนวน 7 ตัวอย่าง ได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง อาหารลูกกึ่งวัยอ่อน อาหารลูกกึ่งเล็ก ข้าวโพดป่น หัวอาหารสุกร และอาหารสุกรสำเร็จรูป ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะถูกบดอย่างละเอียดและผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุในซองพลาสติก ซองละประมาณ 30 กรัม แล้วบรรจุในกระป๋องโลหะอีกชั้นหนึ่ง ที่ข้างกระป๋องจะติดชื่อตัวอย่างพร้อมรหัสของแต่ละตัวอย่างไว้ ในการวิเคราะห์กำหนดให้วิเคราะห์โปรตีนตาม ISO 6497:2002 Part 2 : Block digestion/steam distillation method<sup>(5)</sup> การรายงานผลมีหน่วยเป็นร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้ง โดยรายงานทศนิยมสองตำแหน่ง ดังนั้นห้องปฏิบัติการจึงต้องวิเคราะห์ค่าความชื้นของตัวอย่างด้วย ซึ่งความชื้นวิเคราะห์ตามวิธี ISO 6496:1999<sup>(8)</sup>

3.2.3 ทำการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง โดยสุ่มเลือกตัวอย่างอาหารสัตว์แต่ละชนิดที่เตรียมไว้ในข้อ 3.2.2 โดยการใส่ตารางเลขสุ่ม ทำการสุ่มตัวอย่างที่ละตัวอย่างๆละ 10 กระป๋องเพื่อทำการทดสอบค่าโปรตีน โดยทำการวิเคราะห์แบบสองซ้ำในแต่ละตัวอย่างวิเคราะห์ภายในวันเดียวกัน โดยผู้วิเคราะห์คนเดียวกัน การรายงานผลมีหน่วยเป็นร้อยละของน้ำหนักเมื่อแห้ง รายงานผลทุกค่า โดยไม่มีการตัดค่าหนึ่งค่าใดออก นำข้อมูลที่ได้มาศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง โดยวิธีการทางสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลทีวิเคราะห์ได้ทั้งหมด หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานภายในตัวอย่าง ( $S_w$ ) หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างตัวอย่าง ( $S_b$ ) และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้สำหรับการประเมินผลการทดสอบความชำนาญ ( $\hat{\sigma}$ ) นำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างตัวอย่างไปเปรียบเทียบกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้สำหรับการประเมินผลการทดสอบความชำนาญ เกณฑ์การยอมรับว่าตัวอย่างที่จัดเตรียมขึ้นนั้นมีความเป็นเนื้อเดียวกันเมื่อ  $S_b / \hat{\sigma} \leq 0.3$  หลังจากประเมินผลทางสถิติที่ยืนยันว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ก็พร้อมที่จะแจกจ่ายให้ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ นำไปวิเคราะห์ตามวิธีที่กำหนดต่อไป

3.2.4 ดำเนินการจัดส่งตัวอย่างอาหารสัตว์ทั้ง 7 ตัวอย่าง(ที่เตรียมไว้ในข้อ 3.2.2 )ให้แก่ห้องปฏิบัติการที่เข้ามารับตัวอย่างด้วยตัวเอง โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะได้รับตัวอย่างอาหารสัตว์ตัวอย่างละ 1 กระป๋อง พร้อมเอกสารแบบฟอร์มรายละเอียดคำแนะนำในการปฏิบัติต่อตัวอย่างและแบบฟอร์มใบรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารสัตว์

3.2.5 เมื่อห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารสัตว์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กรอกผลวิเคราะห์ลงในแบบฟอร์มใบรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารสัตว์ และส่งกลับมาให้หน่วยงานกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยทางโทรสารหรือไปรษณีย์ หรือ อีเล็กทรอนิกส์ หลังจากที่ได้รับผลการวิเคราะห์ของทุกห้องปฏิบัติการแล้ว รวบรวมข้อมูลของห้องปฏิบัติการเพื่อประเมินค่าทางสถิติ ในการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการที่วิเคราะห์ตัวอย่างอาหารสัตว์จะใช้สถิติโรบัสต์วิธี Algorithm A ตามมาตรฐาน ISO/FDIS 13528 ในการคำนวณ ค่ากำหนด ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยโรบัสต์ และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ เพื่อใช้ในการคำนวณ ค่า robust Z-score โดยความคาดเคลื่อนของผลการวิเคราะห์ของแต่ละห้องปฏิบัติการแสดงเป็นค่า |Z|-score เกณฑ์ในการประเมินนั้น กำหนดให้ห้องปฏิบัติการที่มีค่า |Z|-score น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 เป็นห้องปฏิบัติการที่มีผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ ถ้า |Z|-score มีค่ามากกว่า 2 แต่น้อยกว่า 3 จะแสดงด้วยอักษร “ W” ( Warning signal ) แสดงว่า ผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องระวัง อาจจะพบทวนวิธีการวิเคราะห์ใหม่ และสำหรับ |Z|-score ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 3 จะแสดงด้วยอักษร “ A” ( Action signal) แสดงว่า ไม่สามารถยอมรับค่านั้นได้และจัดเป็น outlier ต้องหาสาเหตุและดำเนินการแก้ไข

3.2.6 หลังจากการประเมินผลทางสถิติเสร็จเรียบร้อยแล้ว สรุปผลและจัดทำรายงานเพื่อแจกจ่ายให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯ

## บทที่ 4

### ผลการทดสอบ

#### 4.1 ผลการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

จากการนำผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารสัตว์จำนวน 7 ตัวอย่างคือ ปลาป่น กากถั่วเหลือง อาหารลูกกุ้งวัยอ่อน อาหารลูกกุ้งเล็ก ข้าวโพดป่น หัวอาหารสุกร และอาหารสุกรสำเร็จรูปมาทำการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์โปรตีน พบว่าทุกตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกันโดยดูจากค่า  $S_s / \hat{\sigma} \leq 0.3$  ดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ทางสถิติ ในการศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกัน

ชื่อตัวอย่าง	$S_s$	$\hat{\sigma}$	$S_s / \hat{\sigma}$
ปลาป่น	0.16467	1.28803	0.12784
กากถั่วเหลือง	0.20361	1.16085	0.17540
อาหารลูกกุ้งวัยอ่อน	0.05576	1.04235	0.05349
อาหารลูกกุ้งเล็ก	0.05588	0.97034	0.05759
หัวอาหารสุกร	0.14903	0.57319	0.15702
หัวอาหารสุกร	0.11452	0.25996	0.19980

รายละเอียดผลการวิเคราะห์และประเมินผลทางสถิติแสดงในภาคผนวกที่ 1 ตารางที่ 3-8

#### 4.2 ผลการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯ

จากการร่วมศึกษาทดสอบวิธีวิเคราะห์อาหารสัตว์ มีห้องปฏิบัติการที่ส่งผลการทดสอบความชำนาญกลับมาจำนวน 24 ห้องปฏิบัติการ แบ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐจำนวน 2 ห้องปฏิบัติการ ภาคเอกชนจำนวน 20 ห้องปฏิบัติการและสถาบันการศึกษาจำนวน 2 ห้องปฏิบัติการ ผลจากการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯ ในตัวอย่างอาหารสัตว์จำนวน 7 ตัวอย่าง โดยวิเคราะห์รายการ โปรตีนตามวิธี Block digestion สรุปผลได้ดังนี้



## บทที่ 5

### สรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบ

จากผลการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ โดยการวิเคราะห์โปรตีนตามวิธี ISO/CD 5983-2: Block digestion ใช้ตัวอย่างอาหารสัตว์จำนวน 7 ตัวอย่าง มีห้องปฏิบัติการเข้าร่วมจำนวน 24 ห้องปฏิบัติการ พบว่า

- ตัวอย่างปลาป่น มีห้องปฏิบัติการที่มีผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ 20 ห้องปฏิบัติการ และมีผลการทดสอบเป็นที่น่าสงสัย 4 ห้องปฏิบัติการ
- ตัวอย่างกากถั่วเหลือง มีห้องปฏิบัติการที่มีผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ 20 ห้องปฏิบัติการ มีผลการทดสอบเป็นที่น่าสงสัย 3 ห้องปฏิบัติการและมีผลการทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ 1 ห้องปฏิบัติการ
- ตัวอย่างอาหารลูกกุ้งวัยอ่อน มีห้องปฏิบัติการที่มีผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ 21 ห้องปฏิบัติการ และมีผลการทดสอบเป็นที่น่าสงสัย 3 ห้องปฏิบัติการ
- ตัวอย่างอาหารลูกกุ้งเล็ก มีห้องปฏิบัติการที่มีผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ 23 ห้องปฏิบัติการและมีผลการทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ 1 ห้องปฏิบัติการ
- ตัวอย่างหัวอาหารสุกร มีห้องปฏิบัติการที่มีผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ 20 ห้องปฏิบัติการ มีผลการทดสอบเป็นที่น่าสงสัย 3 ห้องปฏิบัติการและมีผลการทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ 1 ห้องปฏิบัติการ
- ตัวอย่างอาหารสุกรสำเร็จรูป มีห้องปฏิบัติการที่มีผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ 19 ห้องปฏิบัติการและมีผลการทดสอบเป็นที่น่าสงสัย 5 ห้องปฏิบัติการ
- ตัวอย่างข้าวโพดป่น มีห้องปฏิบัติการที่มีผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ 21 ห้องปฏิบัติการ และมีผลการทดสอบเป็นที่น่าสงสัย 3 ห้องปฏิบัติการ และมีผลการทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ 1 ห้องปฏิบัติการ

สรุปผลการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ของไทยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี มีส่วนน้อยที่มีผลการประเมินไม่เป็นที่น่าพอใจ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าห้องปฏิบัติการที่มีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัย จะเป็นกลุ่มห้องปฏิบัติการเดียวกัน ซึ่งมีเกณฑ์ที่น่าสงสัยมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง มีบางห้องปฏิบัติการที่ผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัยมากกว่าสามตัวอย่างและมีอยู่หนึ่งห้องปฏิบัติการที่ผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ไม่น่าพอใจถึงสองตัวอย่าง จากการวิเคราะห์สาเหตุที่มีผลต่อการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยต่างๆที่อาจมีผลต่อการวิเคราะห์ได้แก่

- ◆ กระบวนการย่อยสลาย (digestion) ไม่สมบูรณ์ ซึ่งในกรณีของ Block digestion จะต้องย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิสูง  $420^{\circ}\text{C}$  ดังนั้นควรต้องควบคุมค่าความร้อนของเครื่องให้ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ
- ◆ อุปกรณ์/เครื่องมือ จะต้องได้รับการดูแลและทำการสอบเทียบตามระยะเวลาที่กำหนด เช่น เครื่องชั่ง และบิวเรต
- ◆ สารละลายมาตรฐาน (Standard reagent) จะต้องทราบความเข้มข้นที่ถูกต้องและนำค่ามาคำนวณได้ถูกต้อง
- ◆ ประสิทธิภาพของผู้ทำการทดสอบมีความสำคัญอย่างมาก และจะต้องปฏิบัติตามวิธีวิเคราะห์อย่างเคร่งครัด ซึ่งจะส่งผลต่อค่าความถูกต้องของผลการทดสอบ
- ◆ ในกรณีที่พบความบกพร่องหรือไม่ถูกต้องตามเกณฑ์ที่ยอมรับ ห้องปฏิบัติการควรจะได้ไปปรับปรุงระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการและบุคลากรให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น



## กิตติกรรมประกาศ

ผู้รายงานขอขอบพระคุณ นางสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการสำนักบริหารและรับรอง  
ห้องปฏิบัติการและนางรวิวรรณ อาจสำอาง หัวหน้ากลุ่มบริหารจัดการทดสอบความชำนาญ ที่ได้กรุณา  
ให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องในการเขียนรายงานฉบับนี้

และขอขอบคุณนางรัชดา เหมปฐวี นางสาวสุกัลยา พลเดช และนางสาวจันทร์รัตน์ จินดารัตน์  
ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะ ตลอดจนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ จนทำให้รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไป  
ด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

1. Fearn, T., and Thompson, M. A new test for sufficient homogeneity. **Analyst**. 2001, vol. 126, p. 1414-1417.
2. Horwitz W, Albert R and Deutsch MJ. Precision Parameters of **Method of Analysis Required for Nutrition Labeling**. Part II. Macro Elements. J AOAC Inter. 75:227-39;1992.
3. Horwitz W. History of the IUPAC/ISO/AOAC Harmonisation Program. J AOAC Inter. 75:368-71;1992
4. **ILAC-G 13 : 2000** Guidelines for the requirements for the competence of providers of proficiency testing schemes.
5. **ISO/CD 5983-2:2003 Animal feeding stuffs-** Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content – Part 2 : Block digestion/steam distillation method.
6. **ISO/FDIS 13528** Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.
7. **ISO/WD 5983-1:2003 Animal feeding stuffs-** Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content – Part 1 : Kjeldahl method.
8. **ISO 6496:1999 Animal feeding stuffs-**Determination of moisture and other volatile matter content.
9. **ISO 6497 :2002 Animal feeding stuffs –** Sampling.
10. Lawn, Richard E., Thompson, Michael and Walker, Ronald F. Proficiency testing in analytical chemistry. **The royal society of chemistry**. LGC (Teddington). 1997, p. 49.
11. Miller, JC. And Miller, JN. **Statistics and chemometrics for analytical chemistry**. 4<sup>th</sup> ed. London:Pearson Education. 2000
12. The International Organization for Standardization/The International Electrotechnical Commission. **Proficiency testing by interlaboratory comparison-Part 1:**development and operation of proficiency testing schemes. **ISO/IEC Guide 43-1** 1997.
13. Thomson, M. and Wood, R. The international harmonized protocol for the proficiency testing of (chemical) analytical laboratories. **Pure and Applied Chemistry**. Vol. 65 no. 9. P.2123-2144.

## ภาคผนวก

# ภาคผนวกที่ 1

ผลการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างอาหารสัตว์

### ผลการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง

ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างอาหารกุ้งเล็ก (กรัม/100 กรัม)

ตัวอย่าง	A $X_{i,1}$	B $X_{i,2}$	ค่าเฉลี่ยของ A และ B $\bar{X}_i = (X_{i,1} + X_{i,2})/2$	ผลต่างของ A และ B $W_i =  X_{i,1} - X_{i,2} $
1	42.62	42.67	42.6	0.05
2	42.60	42.80	42.7	0.2
3	42.72	42.82	42.8	0.1
4	42.81	42.75	42.8	0.06
5	42.48	42.86	42.7	0.38
6	42.70	42.84	42.8	0.14
7	42.70	42.78	42.7	0.08
8	42.93	42.91	42.9	0.02
9	42.77	42.82	42.8	0.05
10	42.74	42.59	42.7	0.15

1. หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมด (Mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}_i}{g} \quad g = \text{จำนวนหน่วยที่นำมาทดสอบต่อตัวอย่างในที่นี้} = 10$$

$$= 42.7$$

2. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

$$S_x = \sqrt{\sum (\bar{X}_i - \bar{X})^2 / (g - 1)}$$

$$= 0.097530622$$

3. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานภายในตัวอย่าง ( $S_w$ )

$$S_w = \sqrt{\sum W_i^2 / (2g)}$$

$W_i =$  ค่าผลต่างสัมบูรณ์ของแต่ละตัวอย่าง

$$= 0.15897$$

4. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างตัวอย่าง ( $S_s$ )

$$|S_x^2 - (S_w^2/2)| = 0.003122778$$

$$S_s = \sqrt{S_x^2 - \left(\frac{S_w^2}{2}\right)}$$

$$= 0.05588184$$

5. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้สำหรับการประเมินผลการทดสอบความชำนาญ ซึ่งในกรณีนี้หาได้จากค่าการคำนวณค่าจาก Horwitz Predicted Relative Standard Deviation or RSD ดังสมการนี้

$$\text{RSD} = 2^{1-0.5 \log C} \quad (C = 0.42682)$$

$$= 2.273$$

$$\text{Target SD} = \frac{\text{RSD} \times \text{Mean}}{100}$$

$$\text{Target SD} (\hat{\sigma}) = 0.97034$$

$$S_s / \hat{\sigma} = 0.05759$$

ถ้า  $S_s / \hat{\sigma} \leq 0.3$  แสดงว่า ตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างปลาป่น  
(กรัม/100 กรัม)

Sample	A	B	Sample Average
1	60.01	58.88	59.4
2	58.99	59.29	59.1
3	59.71	60.57	60.1
4	59.39	59.35	59.4
5	59.37	60.00	59.7
6	58.90	59.64	59.3
7	59.52	58.81	59.2
8	59.69	60.00	59.8
9	59.86	59.39	59.6
10	59.94	60.12	60.0
Mean			59.6
SD of within-samples = $S_w$			0.44193
SD of between-samples = $S_s$			0.16467
Horwitz predicted RSD			2.16215
Target SD ( $\hat{\sigma}$ )			1.28803
$S_s / \hat{\sigma}$			0.12784
ถ้า $S_s / \hat{\sigma} \leq 0.3$ แสดงว่า ตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน			

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างกากถั่วเหลือง (กรัม/100 กรัม)

Sample	A	B	Sample Average
1	52.41	53.11	52.8
2	53.02	53.02	53.0
3	53.08	52.66	52.9
4	51.77	52.48	52.1
5	52.25	53.11	52.7
6	52.64	52.60	52.6
7	53.48	53.17	53.3
8	52.07	52.62	52.3
9	52.95	51.63	52.3
10	53.09	53.03	53.1
Mean			52.7
SD of within-samples = $S_w$			0.45035
SD of between-samples = $S_s$			0.20361
Horwitz predicted RSD			2.20347
Target SD ( $\hat{\sigma}$ )			1.16085
$S_s / \hat{\sigma}$			0.17540
ถ้า $S_s / \hat{\sigma} \leq 0.3$ แสดงว่า ตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน			



ตารางที่ 6 ผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างอาหารลูกกุ้งวัยอ่อน (กรัม/100 กรัม)

Sample	A	B	Sample Average
1	46.39	46.46	46.4
2	46.40	46.00	46.2
3	46.48	46.46	46.5
4	46.55	46.66	46.6
5	46.50	46.58	46.5
6	46.58	46.50	46.5
7	46.56	46.43	46.5
8	46.39	46.33	46.4
9	46.56	46.09	46.3
10	46.31	46.47	46.4
Mean			46.4
SD of within-samples = $S_w$			0.15120
SD of between-samples = $S_s$			0.05576
Horwitz predicted RSD			2.24476
Target SD ( $\hat{\sigma}$ )			1.042354
$S_s / \hat{\sigma}$			0.05349
ถ้า $S_s / \hat{\sigma} \leq 0.3$ แสดงว่า ตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน			

ตารางที่ 7 ผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างหัวอาหารสุกร  
(กรัม/100 กรัม)

Sample	A	B	Sample Average
1	41.40	41.95	41.7
2	41.60	41.68	41.6
3	41.20	41.06	41.1
4	41.63	41.81	41.7
5	41.91	41.94	41.9
6	41.64	41.52	41.6
7	41.28	41.82	41.6
8	41.78	41.30	41.5
9	41.39	41.32	41.4
10	41.56	41.91	41.7
Mean			41.6
SD of within-samples = $S_w$			0.22645
SD of between-samples = $S_s$			0.14903
Horwitz predicted RSD			2.28234
Target SD ( $\hat{\sigma}$ )			0.94911
$S_s / \hat{\sigma}$			0.15702
ถ้า $S_s / \hat{\sigma} \leq 0.3$ แสดงว่า ตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน			

ตารางที่ 8 ผลการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ค่าโปรตีนในตัวอย่างอาหารสุกรสำเร็จรูป (กรัม/100 กรัม)

Sample	A	B	Sample Average
1	23.06	22.86	23.0
2	22.76	22.67	22.7
3	22.96	23.02	23.0
4	23.25	23.09	23.2
5	22.80	23.13	23.0
6	23.12	23.30	23.2
7	22.84	22.90	22.9
8	22.95	22.87	22.9
9	23.05	22.97	23.0
10	23.01	22.74	22.9
Mean			23.0
SD of within-samples = $S_w$			0.12408
SD of between-samples = $S_s$			0.11452
Horwitz predicted RSD			2.49564
Target SD ( $\hat{\sigma}$ )			0.57319
$S_s / \hat{\sigma}$			0.19980
ถ้า $S_s / \hat{\sigma} \leq 0.3$ แสดงว่า ตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน			

## ภาคผนวกที่ 2

ผลการวิเคราะห์ ค่า Z-score และกราฟ ของแต่ละห้องปฏิบัติการ

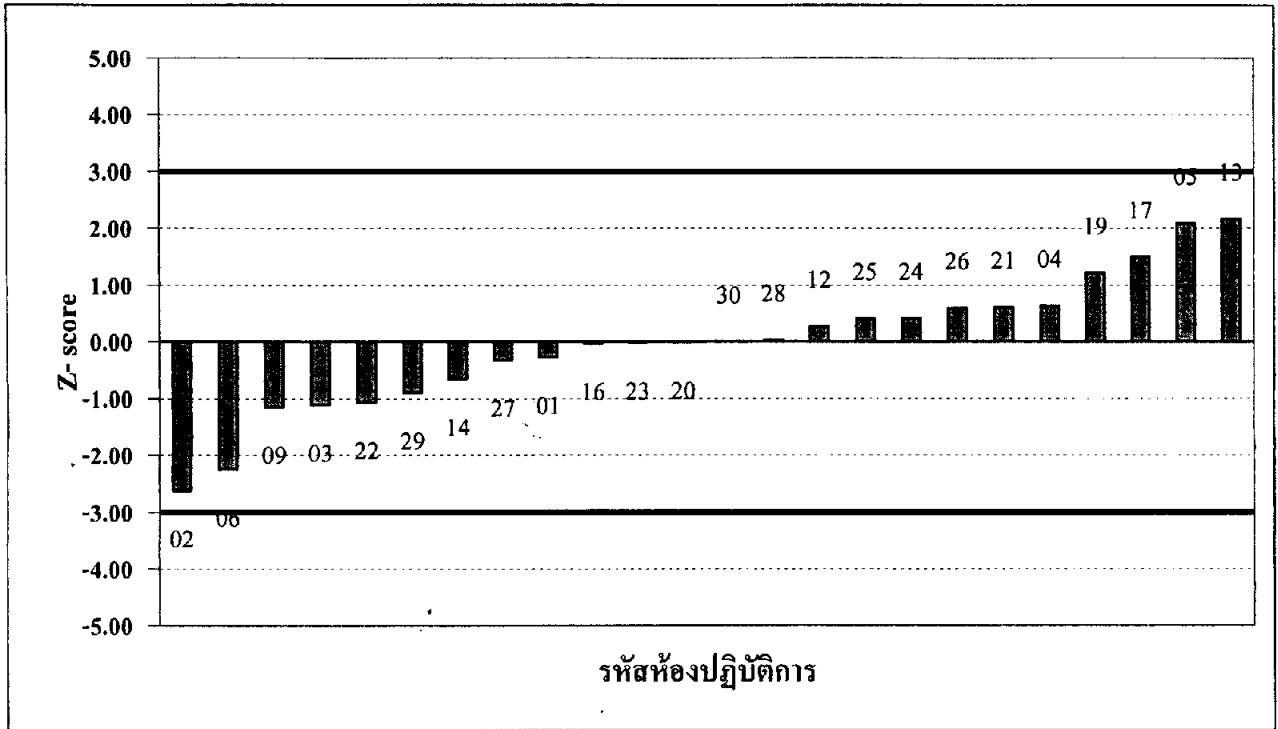
ตารางที่ 9 แสดงค่า Z-score ของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างปลาป่นและกากถั่วเหลือง  
(กรัม/100 กรัม)

รหัสห้องปฏิบัติการ	ปลาป่น		กากถั่วเหลือง	
	x	z-score	x	z-score
01	59.46	-0.27	52.60	0.03
02	56.65	-2.62 W	50.40	-2.12 W
03	58.45	-1.12	51.66	-0.88
04	60.55	0.63	53.29	0.71
05	62.29	2.09 W	54.72	2.11 W
06	57.09	-2.25 W	50.08	-2.43 W
09	58.42	-1.15	51.79	-0.76
12	60.12	0.27	53.17	0.59
13	62.38	2.16 W	54.19	1.59
14	59.01	-0.66	52.53	-0.04
16	59.76	-0.03	52.29	-0.27
17	61.59	1.50	54.53	1.92
19	61.25	1.21	53.03	0.46
20	59.77	-0.01	53.19	0.61
21	60.52	0.61	53.08	0.50
22	58.51	-1.07	51.46	-1.08
23	59.77	-0.02	52.46	-0.11
24	60.29	0.42	52.76	0.19
25	60.28	0.41	53.61	1.02
26	60.51	0.60	52.70	0.13
27	59.41	-0.32	52.03	-0.53
28	59.83	0.03	47.75	-4.71 A
29	58.71	-0.90	51.59	-0.96
30	59.79	0.00	52.65	0.08
X*	59.79		52.57	
S*	1.20		1.02	

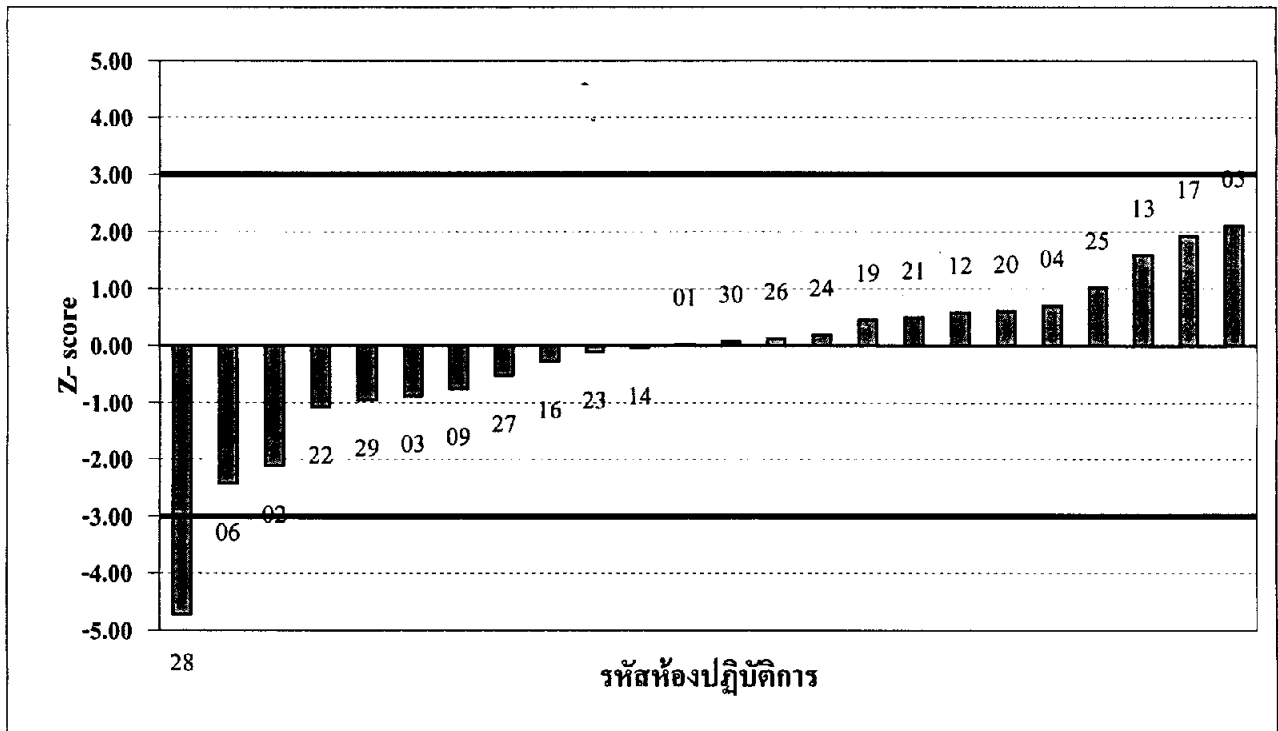
*Note*

W = *Warning signal*

A = *Action signal*



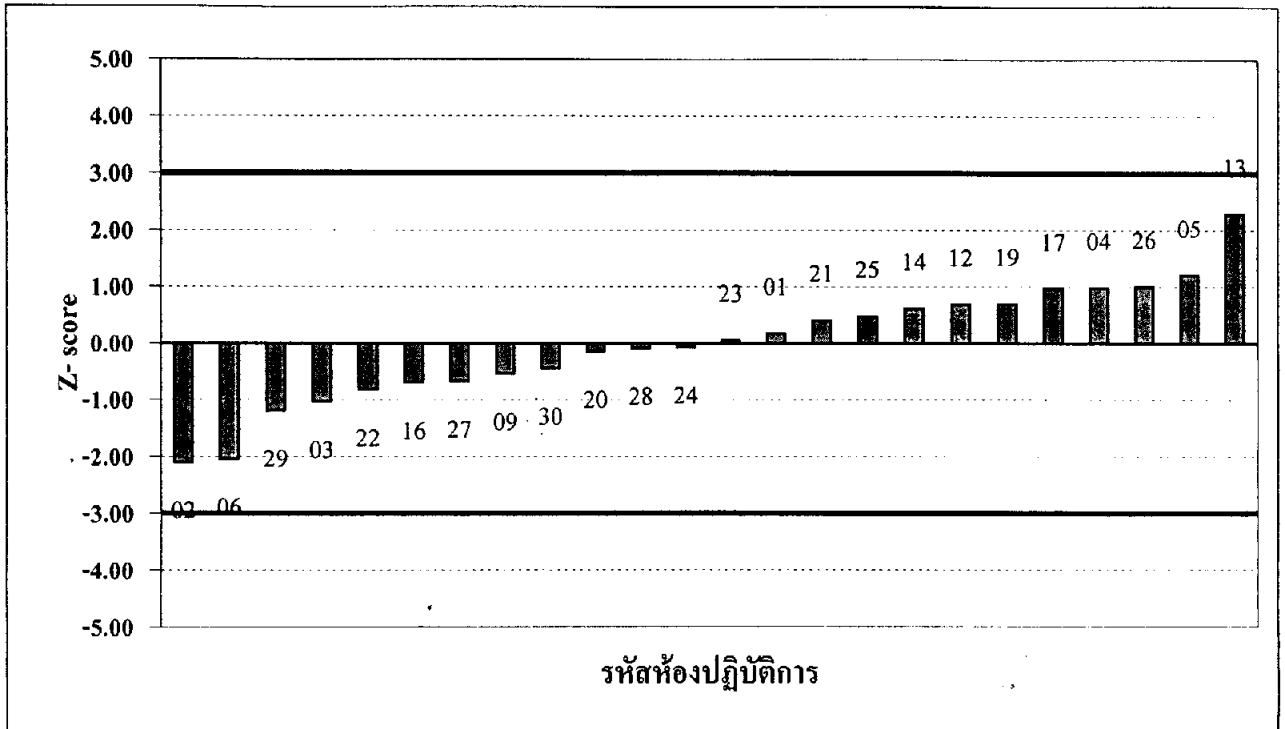
รูปที่ 1 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีน ในตัวอย่างปลาป่น



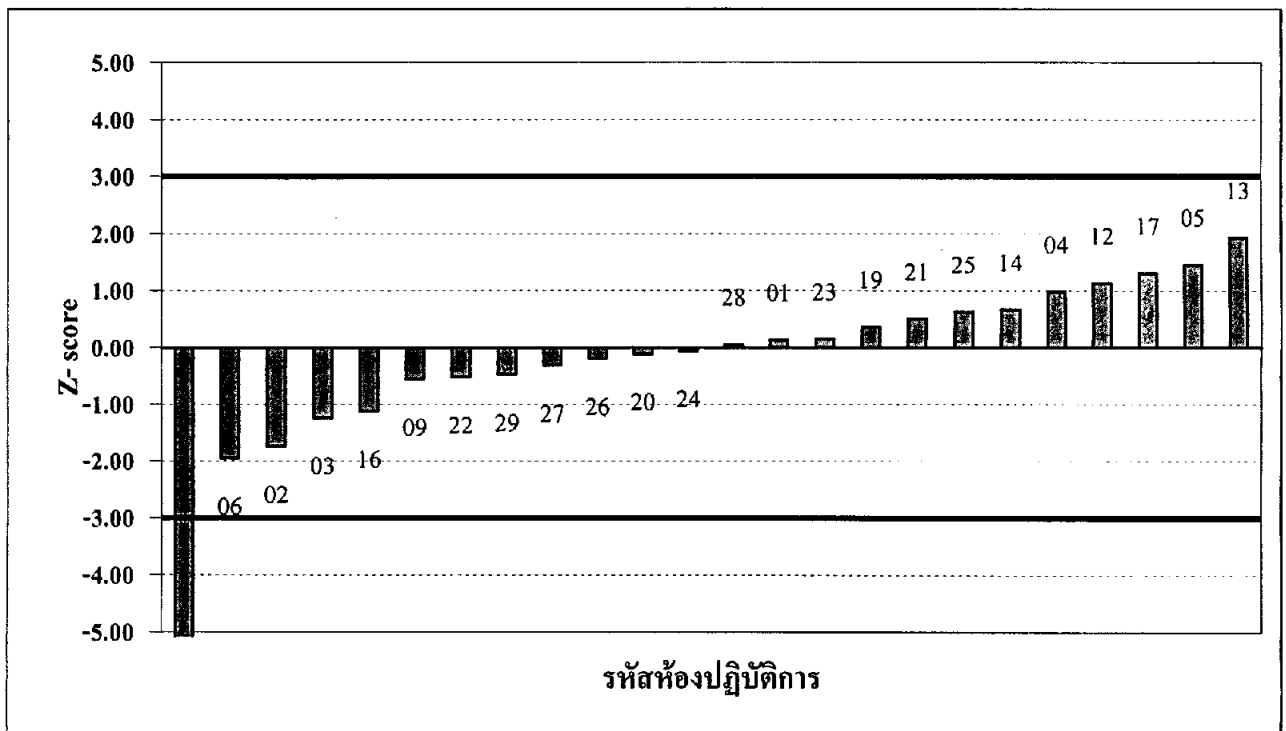
รูปที่ 2 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีน ในตัวอย่างกากถั่วเหลือง

ตารางที่ 10 แสดงค่า Z-score ของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างอาหารลูกกุ้งวัยอ่อน  
และอาหารกุ้งเล็ก (กรัม/100 กรัม)

รหัสห้องปฏิบัติการ	อาหารลูกกุ้งวัยอ่อน		อาหารกุ้งเล็ก	
	x	z-score	x	z-score
01	46.12	0.17	42.58	0.13
02	43.39	-2.10 W	40.74	-1.75
03	44.68	-1.03	41.23	-1.24
04	47.10	0.98	43.41	0.99
05	47.37	1.20	43.87	1.46
06	43.46	-2.04 W	40.53	-1.95
09	45.27	-0.54	41.90	-0.56
12	46.75	0.69	43.56	1.14
13	48.68	2.29 W	44.34	1.93
14	46.66	0.61	43.10	0.67
16	45.08	-0.70	41.35	-1.12
17	47.08	0.97	43.73	1.31
19	46.76	0.70	42.81	0.37
20	45.74	-0.15	42.33	-0.11
21	46.41	0.41	42.95	0.51
22	44.93	-0.82	41.93	-0.52
23	45.98	0.05	42.60	0.15
24	45.82	-0.08	42.38	-0.06
25	46.49	0.48	43.07	0.63
26	47.13	1.01	42.25	-0.20
27	45.11	-0.67	42.14	-0.32
28	45.81	-0.09	42.50	0.06
29	44.49	-1.19	41.98	-0.48
30	45.38	-0.44	37.43	-5.12 A
X*	45.92		42.45	
S*	1.20		0.98	
Note	W =	Warning signal	A =	Action signal



รูปที่ 3 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีน ในตัวอย่างอาหารลูกกุ้งวัยอ่อน



รูปที่ 4 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีน ในตัวอย่างอาหารกุ้งเด็ก



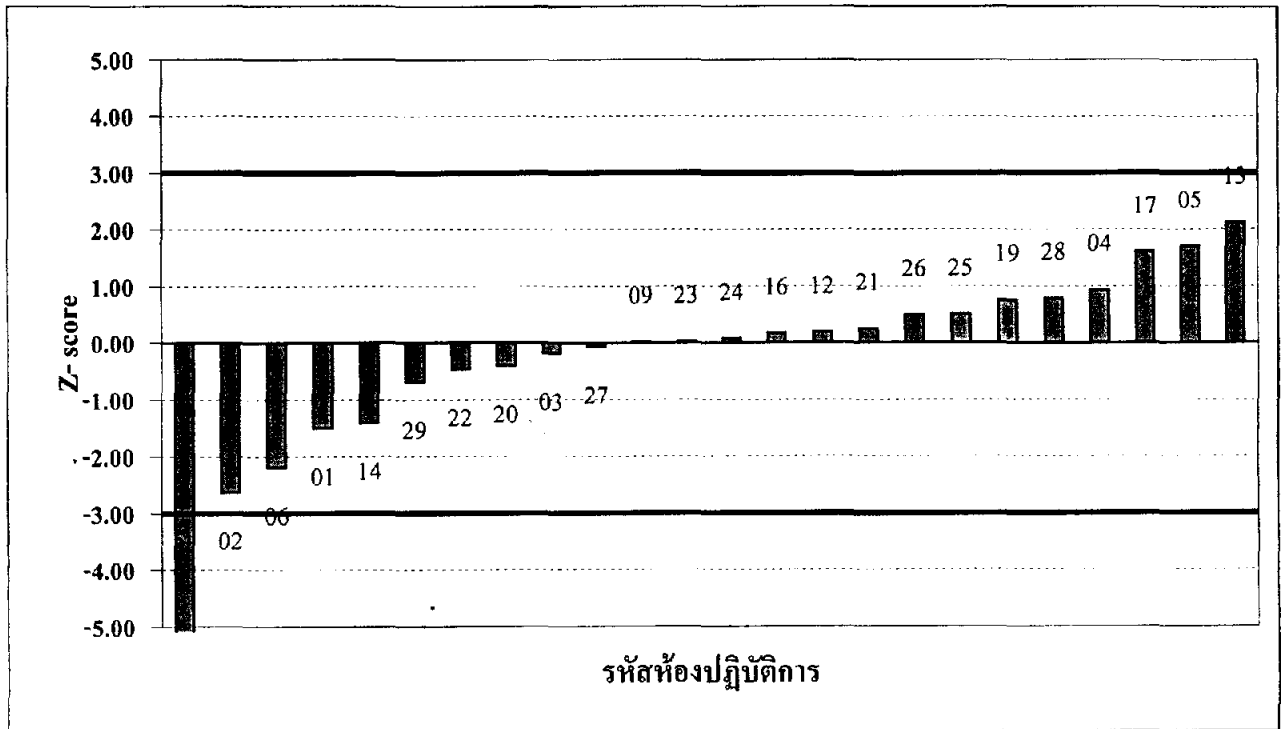
ตารางที่ 11 แสดงค่า Z-score ของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างหัวอาหารสุกรและ  
อาหารสุกรสำเร็จรูป (กรัม/100 กรัม)

รหัสห้องปฏิบัติการ	หัวอาหารสุกร		อาหารสุกรสำเร็จรูป	
	x	z-score	x	z-score
01	39.83	-1.50	22.74	-0.06
02	38.90	-2.63 W	22.43	-0.78
03	40.92	-0.19	22.62	-0.35
04	41.84	0.92	23.39	1.42
05	42.48	1.70	23.82	2.41 W
06	39.26	-2.19 W	21.83	-2.15 W
09	41.09	0.01	22.90	0.30
12	41.23	0.19	22.90	0.31
13	42.82	2.12 W	23.76	2.28 W
14	39.91	-1.41	22.62	-0.33
16	41.22	0.17	21.86	-2.09 W
17	42.40	1.60	23.77	2.30 W
19	41.69	0.75	22.66	-0.24
20	40.74	-0.41	22.61	-0.37
21	41.28	0.25	22.97	0.46
22	40.69	-0.47	22.61	-0.36
23	41.09	0.02	22.64	-0.29
24	41.14	0.08	23.09	0.74
25	41.49	0.50	23.01	0.55
26	41.48	0.49	23.38	1.40
27	41.02	-0.07	22.71	-0.13
28	41.72	0.78	22.75	-0.03
29	40.51	-0.69	22.02	-1.72
30	36.51	-5.53 A	22.19	-1.33
X*	41.08		22.77	
S*	0.83		0.44	

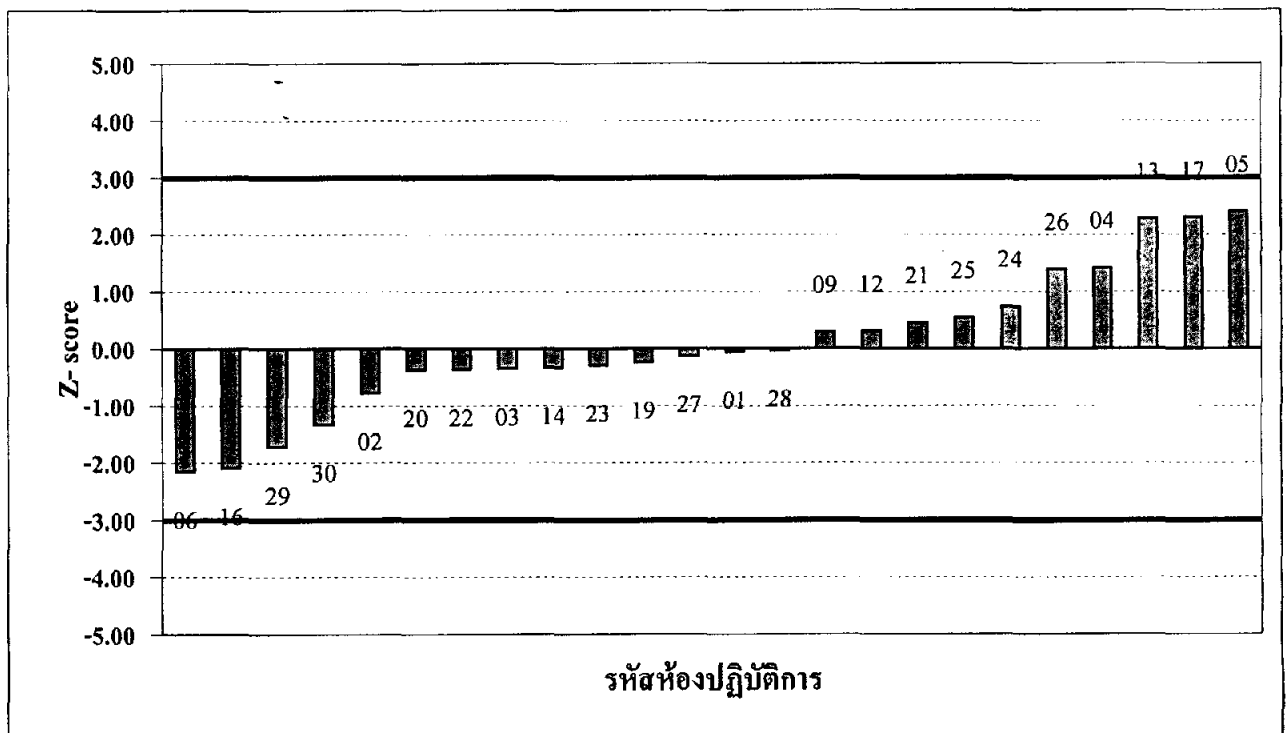
Note

W = Warning signal

A = Action signal



รูปที่ 5 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีน ในตัวอย่างหัวอาหารสุก



รูปที่ 6 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีน ในตัวอย่างอาหารสุกสำเร็จรูป

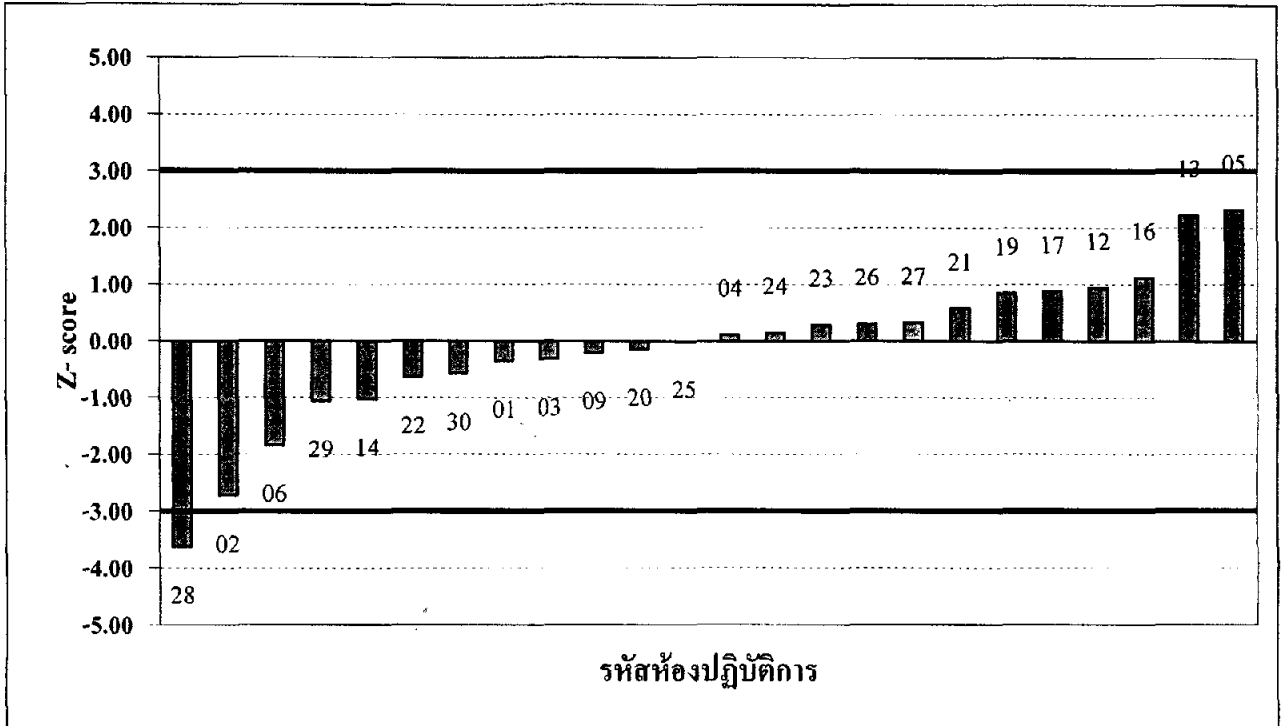
ตารางที่ 12 แสดงค่า Z-score ของการวิเคราะห์โปรตีนในตัวอย่างข้าวโพดป่น (กรัม/100 กรัม)

รหัสห้องปฏิบัติการ	ข้าวโพดป่น	
	x	z-score
01	9.08	-0.35
02	8.51	-2.72 W
03	9.09	-0.32
04	9.19	0.10
05	9.72	2.32 W
06	8.72	-1.84
09	9.11	-0.21
12	9.39	0.94
13	9.70	2.22W
14	8.92	-1.03
16	9.43	1.12
17	9.37	0.88
19	9.37	0.84
20	9.13	-0.14
21	9.30	0.57
22	9.01	-0.63
23	9.23	0.28
24	9.20	0.15
25	9.16	0.00
26	9.24	0.31
27	9.24	0.33
28	8.29	-3.62A
29	8.91	-1.06
30	9.03	-0.57
X*	9.16	
S*	0.24	

*Note*

W = Warning signal

A = Action signal



รูปที่ 7 แสดงค่า Z-score ระหว่างห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์โปรตีน ในตัวอย่างข้าวโพดป่น

## ภาคผนวกที่ 3

เอกสารรายละเอียดคำแนะนำในการปฏิบัติต่อตัวอย่าง  
และใบรายงานผลการวิเคราะห์

โครงการ INTERLABORATORY TEST ร่วมศึกษาคัดสอบ

วิธีวิเคราะห์อาหารสัตว์

ของ ISO/TC34/SC10 Animal feeding stuffs

เรื่อง การวิเคราะห์ ความชื้น และโปรตีน

รายละเอียดคำแนะนำในการปฏิบัติตัวอย่าง

โปรดศึกษาเอกสารนี้ให้เข้าใจก่อนทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง

วัตถุประสงค์ของโครงการนี้เพื่อยืนยันวิธีวิเคราะห์ ตรวจสอบความถูกต้องของวิธีมาตรฐานและใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณากำหนดมาตรฐานของไทย

เพื่อให้ผลวิเคราะห์ดังกล่าวบรรลุตามวัตถุประสงค์ ขอความกรุณาให้ท่านปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆดังนี้

1. ให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์รายการโปรตีน ตามวิธี ISO/CD 5983-2 มีหน่วยเป็นร้อยละ รายงานทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง
2. ห้องปฏิบัติการของท่านจะได้รับตัวอย่างอาหารสัตว์ จำนวน 7 ตัวอย่าง บรรจุในกระป๋องโลหะผนึกสนิทภายในเป็นซองพลาสติกผนึกสนิท ซองละประมาณ 30 กรัม ที่กระป๋องจะมีชื่อตัวอย่างพร้อมรหัสตัวอย่างติดไว้
3. ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารสัตว์แบบสองซ้ำ
4. การวิเคราะห์ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของ repeatability กล่าวคือ การวิเคราะห์ตัวอย่างต้องกระทำโดยวิธีเดียวกัน ผู้วิเคราะห์คนเดียวกัน ใช้เครื่องมือเดียวกัน ภายในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการคำนวณค่าทางสถิติ
5. ให้รายงานผลในใบรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารสัตว์ ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

## ตัวอย่าง

## ใบรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารสัตว์

ชื่อหน่วยงาน.....

วันที่ได้รับตัวอย่าง.....เวลา.....

วันที่วิเคราะห์ตัวอย่าง.....เวลา.....

ชื่อผู้วิเคราะห์.....วันที่รายงาน.....

ชื่อตัวอย่าง	ความชื้น กรัม/ 100 กรัม	โปรตีน (กรัม/100 กรัม)			
		as recived		on dry basis	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
ปลาป่น	xx.xx	xx.x	xx.x	xx.x	xx.x

- ห้องปฏิบัติการของท่านจะได้เลขรหัสห้องปฏิบัติการที่ปรากฏอยู่ในใบรายงานผลฯ การอ้างอิงต่างๆในรายงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้จะทำโดยใช้เลขรหัสห้องปฏิบัติการ เพื่อให้มั่นใจว่าผลการวิเคราะห์ของแต่ละห้องปฏิบัติการจะถูกเก็บเป็นความลับ
- โปรดทำการวิเคราะห์ภายใน 10 วันเมื่อได้รับตัวอย่าง วิเคราะห์ทันทีที่เปิดภาชนะบรรจุตัวอย่างและส่งใบรายงานผลฯภายในวันที่ 28 สิงหาคม 2546 ทางโทรสารหรือไปรษณีย์ หรือ e-mail ที่

นางสุจินต์ ศรีคงศรี

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี

กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์/โทรสาร 245-8993

e-mail : [suchin@mail.dss.go.th](mailto:suchin@mail.dss.go.th) หรือ [suchins@hotmail.com](mailto:suchins@hotmail.com)