บทที่ 4
ผลการศึกษา

แอคติวิตีของทริปซินในปลากะพงขาว

การศึกษาแอคติวิตีของทริปซินในปลากะพงขาวที่มีอายุ 20, 30, 60 และ 90 วัน ในการทดลองนี้ศึกษาจากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างทริปซินสับสเตรต (1.25 mM Benzoyl-L-Arginine-p-Nitroanilide ละลายใน 0.2 Tris-HCl Buffer pH 8.4) และเอนไซม์ที่สกัดจากกระเพาะและลำไส้ของปลากะพงขาวที่อุณหภูมิระหว่าง 30-70 องศาเซลเซียส โดยพิจารณาจากอัตราของการผลิตของ p-Nitroaniline ที่ค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 นาโนเมตรต่อชั่วโมง

จากการศึกษาได้แสดงผลในตารางที่ 4 และภาพที่ 3 พบว่าที่อุณหภูมิ 30 ถึง 45 องศาเซลเซียส แอคติวิตีของทริปซินของปลากะพงขาวจะอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อวัดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แอคติวิตีของทริปซินก็จะมีระดับสูงขึ้น แอคติวิตีของทริปซินจะมีระดับสูงที่สุดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียสแล้วแอคติวิตีของทริปซินของปลากะพงขาวจะลดลง

เมื่อศึกษาแอคติวิตีของทริปซินของปลากะพงขาวที่มีอายุแตกต่างกันพบว่าค่าแอคติวิตีของปลากะพงขาวที่มีอายุแตกต่างกันจะมีค่าแอคติวิตีของทริปซินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4 แอคติวิตีของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline h^{-1} ml^{-1}) ของปลากะพงขาวอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน

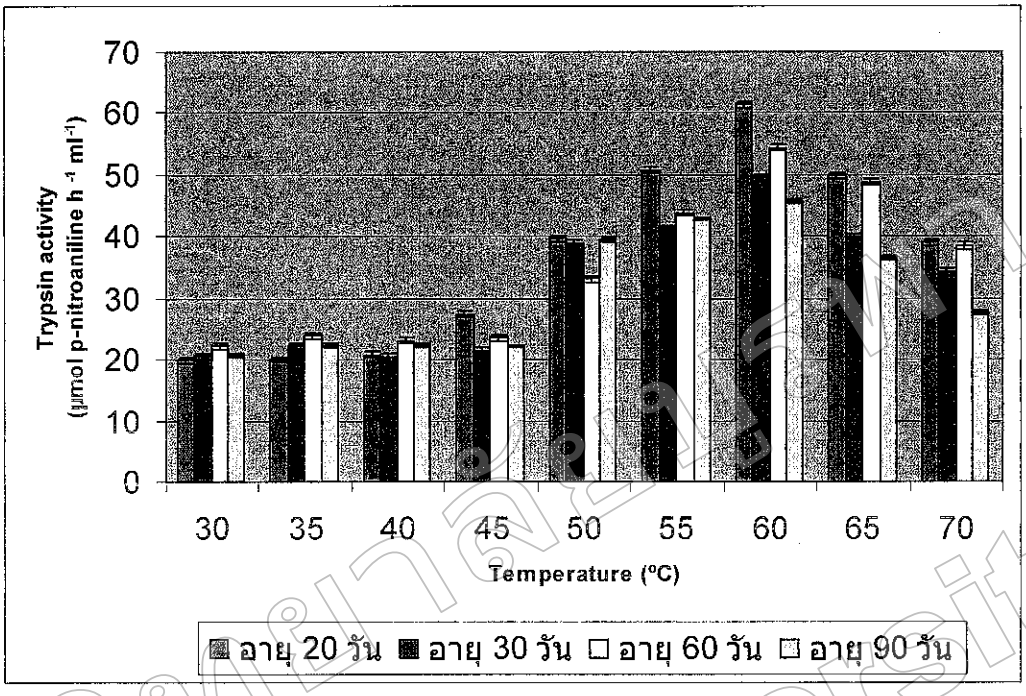
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	20 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
30	19.96 ± 0.45^{a1}	20.64 ± 0.54^{a1}	22.27 ± 0.51^{a1}	20.66 ± 0.29^{a1}
35	20.03 ± 0.32^{a1}	22.26 ± 1.04^{a1}	23.89 ± 0.11^{a1}	22.33 ± 0.18^{a1}
40	20.75 ± 0.35^{a1}	20.40 ± 0.60^{a1}	23.15 ± 0.40^{a1}	22.35 ± 0.05^{a1}
45	22.35 ± 0.25^{a1}	21.50 ± 0.58^{a1}	23.62 ± 0.21^{a1}	22.19 ± 0.15^{a1}
50	39.68 ± 0.42^{bc1}	38.86 ± 1.11^{bc1}	33.14 ± 0.13^{bc1}	39.47 ± 0.40^{c1}
55	50.75 ± 0.22^{d1}	41.34 ± 0.97^{d1}	43.86 ± 0.34^{d1}	42.86 ± 0.47^{d1}
60	61.34 ± 0.26^{e1}	49.47 ± 1.23^{e1}	54.30 ± 0.72^{e1}	45.61 ± 0.24^{e1}
65	49.82 ± 0.32^{cd1}	37.90 ± 0.33^{cd1}	48.78 ± 0.44^{cd1}	36.49 ± 0.11^{cd1}
70	38.96 ± 0.25^{b1}	34.17 ± 0.24^{b1}	38.45 ± 0.17^{b1}	27.56 ± 0.27^{b1}

Mean $\pm$ S.E. (n = 3)

หมายเหตุ: -ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

-ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3 แอคติวิตีของทริปซิน (µmol p-Nitroaniline h^{-1} ml^{-1}) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของปลากะพงขาว ที่มีอายุ ระหว่าง 20-90 วัน

เมื่อนำค่าแอคติวิตีของทริปซินมาหาค่าแอคติวิตีจำเพาะจะโดยนำค่าแอคติวิตี (µmol p-Nitroaniline h^{-1} ml^{-1}) มาหารด้วยปริมาณโปรตีนในเอนไซม์ (mg ml^{-1}) ซึ่งปริมาณโปรตีนในเอนไซม์ของปลากะพงขาวที่มีอายุ 20-90 วัน มีปริมาณดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณโปรตีนในเอนไซม์ที่สกัดออกมาจากปลากะพงขาวที่มีอายุต่าง ๆ

อายุ (วัน)	ปริมาณโปรตีนในเอนไซม์ย่อยอาหาร (mg ml^{-1})
20	5.55 ± 0.22^{a}
30	9.37 ± 0.23^{b}
60	15.46 ± 0.26^{c}
90	13.07 ± 0.20^{d}

Mean $\pm$ S.E. (n = 3)

หมายเหตุ: -ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินแล้ว จะได้ผลดังผลดังตารางที่ 6 และภาพที่ 4 จากการศึกษาพบว่าค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินของปลากะพงขาวที่มีอายุ 20 วัน จะสูงกว่าปลากะพงขาวในอายุอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อุณหภูมิที่มีค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินสูงที่สุดจะอยู่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส รองลงมาจะอยู่ที่อุณหภูมิ 55 และ 65 องศาเซลเซียสตามลำดับ แต่ก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะมีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 6 แอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline h^{-1} mg Protein^{-1}) ของปลากะพงขาวอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน

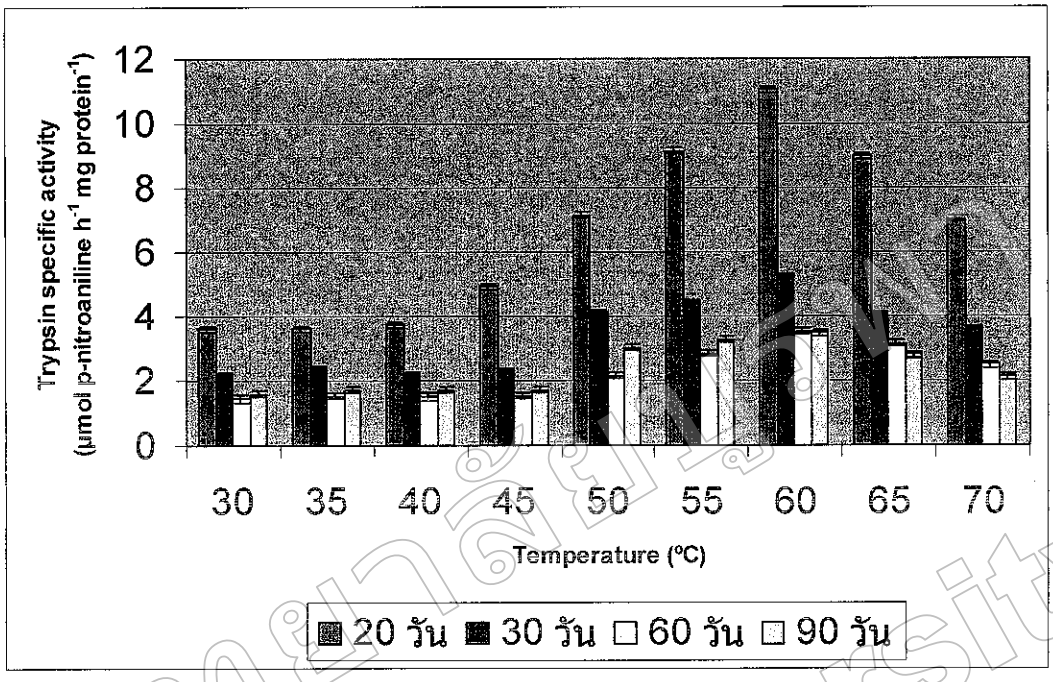
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	20 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
30	3.60 ± 0.08^{a1}	2.20 ± 0.06^{a2}	1.44 ± 0.03^{a2}	1.58 ± 0.02^{a2}
35	3.61 ± 0.05^{a1}	2.37 ± 0.11^{a2}	1.52 ± 0.02^{a2}	1.71 ± 0.01^{a2}
40	3.74 ± 0.06^{a1}	2.18 ± 0.06^{a2}	1.50 ± 0.03^{a2}	1.71 ± 0.00^{a2}
45	4.93 ± 0.04^{a1}	2.29 ± 0.06^{a2}	1.53 ± 0.02^{a2}	1.70 ± 0.01^{a2}
50	7.15 ± 0.08^{a1}	4.15 ± 0.12^{a2}	2.14 ± 0.01^{a2}	3.02 ± 0.03^{a2}
55	9.14 ± 0.04^{a1}	4.41 ± 0.10^{a2}	2.84 ± 0.02^{a2}	3.28 ± 0.03^{a2}
60	11.05 ± 0.05^{a1}	5.28 ± 0.13^{a2}	3.51 ± 0.04^{a2}	3.49 ± 0.01^{a2}
65	8.98 ± 0.05^{a1}	4.04 ± 0.03^{a2}	3.16 ± 0.03^{a2}	2.79 ± 0.01^{a2}
70	7.02 ± 0.05^{a1}	3.64 ± 0.02^{a2}	2.49 ± 0.01^{a2}	2.11 ± 0.02^{a2}

Mean $\pm$ S.E. (n = 3)

หมายเหตุ: -ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

-ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4 แอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน (µmol p-Nitroaniline h^{-1} mg $Protein^{-1}$) ของปลากะพงขาวในช่วงอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน

แอคติวิตีของไคโมทริปซินในปลากะพงขาว

ในการศึกษาแอคติวิตีของไคโมทริปซินในปลากะพงขาวที่มีอายุ 20, 30, 60 และ 90 วัน ศึกษาจากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างไคโมทริปซินสับสเตรต (0.1 mM N-Succinyl-Ala-Ala-Pro-Phe-Nitroanilide ละลายใน 0.2 Tris-HCl Buffer pH 8.4) และเอนไซม์ที่สกัดจากกระเพาะและลำไส้ของปลากะพงขาวที่อุณหภูมิระหว่าง 20-60 องศาเซลเซียส โดยพิจารณาจากอัตราของการผลิตของ p-Nitroaniline ที่ค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 นาโนเมตรต่อชั่วโมง

จากการศึกษาได้แสดงผลในตารางที่ 7 และภาพที่ 5 พบว่าที่อุณหภูมิ 20 ถึง 35 องศาเซลเซียส แอคติวิตีของไคโมทริปซินจะอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อวัดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แอคติวิตีของไคโมทริปซินก็จะมีระดับสูงขึ้น แอคติวิตีของไคโมทริปซินมีระดับสูงที่สุดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ ที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียสตามลำดับ แต่ทั้ง 3 อุณหภูมินี้จะมีค่าแอคติวิตีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ ($p > 0.05$) และค่าแอคติวิตีของทริปซินที่อุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียสมีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เมื่อเปรียบเทียบแอคติวิตีของปลากะพงขาวที่มีอายุแตกต่างกันพบว่าแอคติวิตีของไคโมทริปซินของปลากะพงขาวที่มีอายุต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกช่วงอายุ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 7 แอคติวิตีของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline h^{-1} ml^{-1}) ของปลากะพงขาวอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน

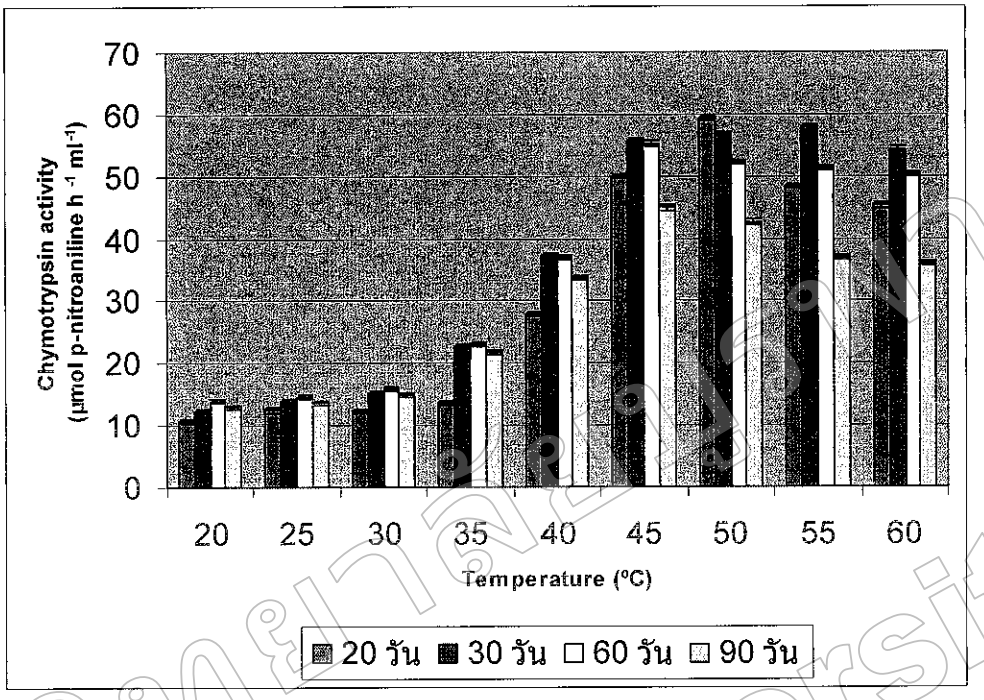
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	20 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
20	10.65 ± 0.36^{a1}	12.27 ± 0.15^{a1}	13.87 ± 0.23^{a1}	13.02 ± 0.14^{a1}
25	12.49 ± 0.28^{a1}	13.86 ± 0.11^{a1}	14.56 ± 0.16^{a1}	13.64 ± 0.15^{a1}
30	12.43 ± 0.11^{a1}	15.32 ± 0.24^{a1}	15.98 ± 0.19^{a1}	14.85 ± 0.17^{a1}
35	13.64 ± 0.23^{a1}	22.60 ± 0.23^{a1}	22.98 ± 0.14^{a1}	21.83 ± 0.21^{a1}
40	27.82 ± 0.24^{b1}	37.21 ± 0.09^{b1}	37.04 ± 0.18^{b1}	33.61 ± 0.13^{b1}
45	49.86 ± 0.50^{c1}	55.58 ± 0.15^{c1}	55.24 ± 0.16^{c1}	44.90 ± 0.23^{c1}
50	59.37 ± 0.29^{c1}	56.72 ± 0.32^{c1}	52.22 ± 0.28^{c1}	42.58 ± 0.18^{c1}
55	48.41 ± 0.14^{c1}	57.88 ± 0.28^{c1}	51.26 ± 0.14^{c1}	37.04 ± 0.20^{c1}
60	45.23 ± 0.30^{c1}	54.28 ± 0.21^{c1}	50.26 ± 0.20^{c1}	35.94 ± 0.18^{c1}

Mean $\pm$ S.E. (n = 3)

หมายเหตุ: - ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

- ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 5 แอคติวิตีของไคโมทริปซิน (µmol p-Nitroaniline h^{-1} ml^{-1}) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของปลากะพงขาวที่มีอายุ ระหว่าง 20-90 วัน

เมื่อนำค่าแอคติวิตีของไคโมทริปซินมาหาค่าแอคติวิตีจำเพาะโดยนำค่าแอคติวิตี (µmol p-Nitroaniline h^{-1} ml^{-1}) มาหารด้วยปริมาณโปรตีนในเอนไซม์ (mg ml^{-1}) ซึ่งปริมาณโปรตีนในเอนไซม์ของปลากะพงขาวที่มีอายุ 20-90 วันมีปริมาณดังตารางที่ 5 จากการศึกษาพบว่าค่าแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินของปลากะพงขาวที่มีอายุ 20 วันจะสูงกว่าปลากะพงขาวในช่วงอายุอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อุณหภูมิที่มีค่าแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินสูงที่สุดอยู่ที่อุณหภูมิ 45-55 องศาเซลเซียส เมื่อนำค่าแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินมาวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าที่อุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียสจะมีค่าแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่อุณหภูมิทั้ง 3 จะมีค่าแอคติวิตีจำเพาะสูงกว่าที่อุณหภูมิอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตารางที่ 8 และภาพที่ 6

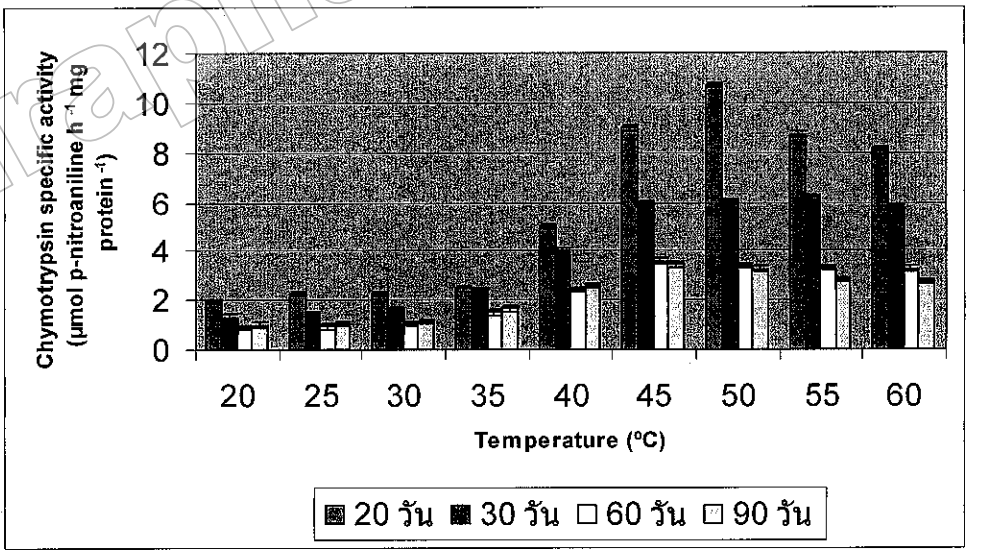
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 8 แอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline h^{-1} mg $Protein^{-1}$) ของปลากะพงขาวอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	20 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
20	1.92 ± 0.06^{a1}	1.31 ± 0.02^{a12}	0.90 ± 0.02^{a2}	1.00 ± 0.01^{a2}
25	2.25 ± 0.05^{a1}	1.47 ± 0.01^{a12}	0.94 ± 0.01^{a2}	1.04 ± 0.01^{a2}
30	2.24 ± 0.02^{a1}	1.63 ± 0.02^{a12}	1.03 ± 0.01^{a2}	1.13 ± 0.01^{a2}
35	2.46 ± 0.04^{ab1}	2.41 ± 0.02^{ab12}	1.49 ± 0.01^{ab2}	1.67 ± 0.02^{ab2}
40	5.01 ± 0.04^{abc1}	3.97 ± 0.01^{abc12}	2.40 ± 0.01^{abc2}	2.57 ± 0.01^{abc2}
45	8.98 ± 0.09^{c1}	5.93 ± 0.02^{c12}	3.57 ± 0.01^{c2}	3.44 ± 0.02^{c2}
50	10.70 ± 0.05^{c1}	6.05 ± 0.04^{c12}	3.38 ± 0.02^{c2}	3.26 ± 0.01^{c2}
55	8.72 ± 0.03^{c1}	6.18 ± 0.02^{c12}	3.32 ± 0.01^{c2}	2.83 ± 0.01^{c2}
60	8.15 ± 0.05^{bc1}	5.79 ± 0.02^{bc12}	3.25 ± 0.01^{bc2}	2.75 ± 0.02^{bc2}

Mean $\pm$ S.E. (n = 3)

หมายเหตุ: -ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
-ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 6 แอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline h^{-1} mg $Protein^{-1}$) ของปลากะพงขาวในช่วงอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในวัตถุดิบอาหารในหลอดทดลองของปลากะพงขาว

จากการนำน้ำย่อยของปลากะพงขาวมาย่อยวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำในหลอดทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลอง วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองคือปลาป่น แป้งมันสำปะหลัง เนื้อและกระดูกป่น เลือดป่น ถั่วเหลืองป่น และถั่วลิสงป่น เมื่อทดลองย่อยในหลอดทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้วก็นำมาหาประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลอง (µmol DL-Alanine)

เมื่อย่อยวัตถุดิบอาหารในหลอดทดลองแล้วนำมาหาประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลอง จากผลการทดลองในตารางที่ 9 พบว่าหลอดทดลองที่ใช้ปลาป่นเป็นวัตถุดิบจะมีประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 0.66µmol DL-Alanine ส่วนกากถั่วเหลืองจะมีค่าอยู่ที่ 0.61µmol DL-Alanine ซึ่งมีค่าต่ำกว่าปลาป่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อนำไปกากถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับเนื้อกระดูกป่น กากถั่วลิสง เลือดป่นและแป้งมันสำปะหลังพบว่ากากถั่วเหลืองมีค่าประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ฉะนั้นวัตถุดิบที่เหมาะที่จะนำไปผสมลงในสูตรอาหารเพื่อทดแทนปลาป่นคือกากถั่วเหลือง

ตารางที่ 9 ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองของปลากะพงขาว (µmol DL-Alanine) ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลอง (µmole DL-Alanine)
ปลาป่น	0.66 ± 0.02^{a}
กากถั่วเหลือง	0.61 ± 0.01^{b}
กากถั่วลิสง	0.24 ± 0.00^{c}
เลือดป่น	0.00 ± 0.00^{d}
แป้งมันสำปะหลัง	0.00 ± 0.00^{d}
เนื้อและกระดูกป่น	0.44 ± 0.01^{c}

Mean $\pm$ S.E. (n = 3)

หมายเหตุ: -ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารเม็ดที่มีการทดแทนปลาป่นในหลอดทดลองของปลากะพงขาว

เมื่อทราบว่ากากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมที่จะนำมาทดแทนปลาป่น จากนั้นก็นำถั่วเหลืองไปทดแทนปลาป่นในสูตรอาหาร โดยนำกากถั่วเหลืองป่นมาทดแทนปลาป่นในอัตราส่วน 30, 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังจากนั้นก็นำไปย่อยในหลอดทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองโดยวัดจากปริมาณของกลุ่มอะมิโนอิสระด้วยวิธี TNBS โดยใช้ DL-Alanine เป็นเทียบมาตรฐาน (µmol DL-Alanine)

ตารางที่ 10 ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองของปลากะพงขาว (µmol DL-Alanine) ในอาหารเม็ดที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองที่เปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลอง (µmole DL-Alanine)
ชุดควบคุม	0.55 ± 0.00^{a}
ชุดที่ทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลือง 30 %	0.45 ± 0.01^{b}
ชุดที่ทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลือง 45 %	0.40 ± 0.01^{c}
ชุดที่ทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลือง 60 %	0.31 ± 0.01^{d}

Mean $\pm$ S.E. (n = 3)

หมายเหตุ: -ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการศึกษาดังที่ได้แสดงในตารางที่ 10 พบว่า อาหารชุดควบคุม (สูตรอาหารที่ยังไม่มีการทดแทนปลาป่น) จะถูกย่อยได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนอยู่ที่ 0.55µmol DL-Alanine ส่วนอาหารที่ถูกย่อยได้ดีรองลงมีคือชุดที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลือง 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนดีกว่าชุดที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลือง 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าอยู่ที่ 0.45 µmol DL-Alanine

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University