

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

กุลกานต์ ชูชัยยะ , 2548. การพัฒนาชุดตรวจสอบฟูราโซลิโดนในอาหารสัตว์ด้วยวิธีทางจุลชีววิทยา วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทัสสนี นุชประยูร และ เต็มศรี ชำนิจารกิจ, 2537. หลักการและการพิจารณาใช้การตรวจเพื่อวินิจฉัยโรค (Dianotic test). สถิติในการวิจัยทางการแพทย์ พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์

### ภาษาอังกฤษ

Ali, B.H. 1992. Effect of furazolidone on tissue sulphhydryl groups , ascorbic acid, and lipid peroxide levels in the rat , and the influence of dimethylsulphoxide thereon. Pharmacological Research. 25: 247-254.

Annison, G. and M. Choct, 1991. Anti-nutritive activities of cereals non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing their effects. Worlds Poul. Sci. J., 47: 232-242.

Banarjee,S.K. and Chatterjee, S.N. 1984. Effects of furazolidone on the mutation of Vibrio cholerae cells to streptomycin resistance. Current Microbiology. 1:19-22.

Bartlet, A.L. and Khan, F.H. 1990. Effects of nitrofurans on adrenal cortical tissue in chickens. Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 13:206-216.

Bartlet, A.L. Harvey, S. and Klandorf, H. 1990. Contrasting effects of nitrofurans on plasma corticosterone in chicken following administration as a bolus or diet additive. Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 13: 261-269.

- Basak, J. 1995. Inter-strand cross-link of *Vibrio Cholera* DNA induced by furazolidone: a quantitative assay by fore simple methods. Mutation Research. 327: 5-15.
- Ceiri U.R., J. Assoc., R.J. McCracken and D.G. Kennedy (1978), Thin-layer Chromatography and ultraviolet spectrophotometry of mixtures of sulfonamides: Practical applications Journal of Chromatography A,49: 493-502.
- Ceiri U.R., J. Assoc., R.J. McCracken and D.G. Kennedy (1979), Determination of furazolidone in animal feeds using High Performance liquid chromatography with UV and thermospray mass spectrometric detection, Journal of Chromatography A ., 771:349-354 .
- Chatterjee, S.N. and MAiti, M. 1973. Effects of Furazolidone on the infection of *Vibrio Cholera* by Bacteriophage 0149. Journal of Virology. 872-878.
- Chatterjee, S.N. and Ghosh, S.C. 1979. Mechanism of action of furazolidone: Inter-strand cross-linking in DNA and liquid holding recovery of *Vibrio Cholera* cells. Indian Journal of Biochemistry and Biophysics. 16: 125-130.
- Conneely ,A., Nugent, A. and Keefe, M. 2002. Use of solid phase extraction for the isolation and clean-up of a derivatised furazolidone metabolite from animal tissues. Analytst. 127:705-709.
- Cooper, K.M., Caddell, A., Elliott, C.T. and Kennedy, D.G.2004. Production and characterization of polyclonal antibodies to a derivative of AOZ, a metabolite of the nitrofurans furazolidone. Analytica Chimica Acta. 520:79-86.
- Diblikova, Iva., Cooper, K. M., Kennedy D.G. and Frank Milan.2005. Monoclonal antibody based ELISA for the quantification of nitrofurans metabolite 3-amino-2-

- oxazolidinone in tissues using a simplified sample preparation. Analytica Chimica Acta. 540:285-292.
- Dodd, M. E., and Stillman, W. B. 1944. the in-vitro bacteriostatic action of some simple furan derivatives. Journal of pharmacology and Experimental Therapeutics. 82: 11-18.
- Franek, M, Diblikova, I., Vass, M., Kotkova, L., Stastny, K., Frgalova, K. and Hruska, K. 2006. Validation of a monoclonal antibody –based ELISA for the quantification of the furazolidone metabolite (AOZ) in eggs using various sample preparation. Veterinary Medicina. 51: 248-257.
- Gajewsja, J., Szczypka, M., Tudek, B. and Szymczyk, T. 1990. Studies on the effect of ascorbic acid and selenium on the genotoxicity of nitrofurans: nitrofurazone and furazolidone. Mutation Research. 232: 191-197.
- Gottschall, D.W. and Wang, R. 1995. Depletion and bioavailability of [14C] furazolidone residues in swine tissues. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 43:2520.
- Habeeb, A.F.S.A. 1966. Determination of free amino groups in protein by trinitrobenzene sulfonic acid. Analytical Biochemistry. 14: 328.
- Hermanson, G. 1996. Bioconjugate techniques. Academic Press. San Diego. California. 112-113.
- Hoogenboom, L.A., Kammen, van. M., Berghmans, M., Koeman, J.H. and Kuiper, H.A. 1991. The use of pig hepatocytes to study the nature of protein-bound metabolites of furazolidone: a new analytical method for their detection. Food and Chemical Toxicology. 29:321-328.

- Hoogenboom, L.A., Berghman, M.C., Ploeman, T.H., Parker, R. and Shaw, I.C. 1992. Depletion of protein-bound furazolidone metabolites containing the 3-amino-2-oxazolidinone side-chain from liver, kidney and muscle tissues from pigs. Food Additives and Contaminants. 9(6): 623-630.
- Jager, L.P., Widjaja-Greefke, H.C., Acord-Burleson, C.C.F., Dungen, H.M. and Baars, A.J. 1994. Effects of feed additives and veterinary drugs on aldosterone production and release by porcine adrenal cell in vitro. Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutic. 17: 175-185.
- Johnstone, A. and Thrope, R. 1987. Immunochemistry in Practice. Blackwell Scientific Publication, England
- Kohler, G. and Milstein, C. 1975. Continuous culture of fused cell secreting antibody of predefined specificity. Nature. 256: 495.
- Landis JR and Koch GG . 1977. The Measurement of observer agreement for cataegorical data. Biometric a:33:159-174.
- Leitner, A., Zollner, P. and Linder, W. 2001. Determination of the metabolites of nitrofurantoin antibiotics in animal tissue by high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. Journal of Chromatography A. 939: 49-58.
- McCracken, R.J. and Kennedy, D.G. 1997. Determination of the furazolidone metabolite, 3-amino-2-oxazolidinone, in porcine tissues using liquid chromatographythermospray mass spectrometry and the occurrence of residues in pigs produced in Northern Ireland. Journal of Chromarography B. 671: 87-94.

- Morozov IA. *Helicobacter pylori* was discovered in Russia in 1974. In: MarshallBJ, ed. *Helicobacter Pioneers. Firsthand Accounts from the Scientists Who Discovered Helicobacters 1892–1982. Melbourne: Blackwell Science Asia, 2002;105–19.*
- Raychaudhuri, C., Chatterjee, S.N. and Maiti, M. 1970. Effects of furazolidone on the macromolecular synthesis and morphology of *Vibrio cholerae* cells. Biochimistry Biophysics Acta. 222: 637-646.
- Stern, I.J., Hoolifield, R.D., Wilk, S. and Buzard, J.A. 1967. The anti-monoamine oxidase effects of furazolidone. Journal of Phamacology and Experimental Therapeutics. 156(3): 492-499.
- Stroo, W.E. and Schajer, S.W. 1989. Furazolidone-enhanced production of free radicals by avian cardiac and hepatic microsomal membranes. Toxicology and Applied Pharmacology. 98: 81-86.
- Vass, M., Kotkova, L., Diblikova, I., Nevorankova, Z., Cooper, K.M., Kennedy, D.G. and Franek, M. 2005. Production and characterization of monoclonal antibodies for the detection of AOZ, a tissue bound metabolite of furazolidone. Veterinary Medicine. 50(7): 300-310.
- Woodcock, D.M., Crowther, D.M., Doherty, J., Jefferson,S., DeCruz, E., Noyer-Weidner, M., Smith, S.S., Michael, M.Z., and Graham, M.W., *E. coli* host strains significantly affect the quality of small scale plasmid DNA preparations used for sequencing. *Nucleic Acids Res*, 1989. 17, 3469-3478.

ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**  
**สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ**

**อาหารเลี้ยงเชื้อเหลว Nutrient Broth (NB)**

แบคทีเปปโตน	5	กรัม
สารสกัดจากเนื้อ	3	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

**อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง Nutrient Agar (NA)**

แบคทีเปปโตน	5	กรัม
สารสกัดจากเนื้อ	3	กรัม
ผงวุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

**ภาคผนวก ข**  
**สูตรอาหารสัตว์ กุ้ง ไก่เล็ก ไก่ใหญ่ และสุกร**

ตารางที่ ข-1 แสดงความต้องการโภชนะของไก่ไข่

ความต้องการโภชนะของไก่ไข่

ความต้องการ โภชนะในสูตร อาหาร	ไก่สาวก่อนไข่ (อายุ14-20 สัปดาห์)	ไก่อระยะไข่(ปริมาณกินได้ 90-100กรัม/วัน)	ไก่อระยะไข่ (ปริมาณกิน ได้100-110กรัม/วัน)
โปรตีน (%)	14.50	17.7	16.00
พลังงาน (ก.แคล/ กก.)	2800.00	2900.00	2900.00
แคลเซียม (%)	1.05	4.15	3.75
ฟอสฟอรัสที่ใช้ได้ (%)	0.50	0.39	0.35
ไลซีน (%)	0.80	0.79	0.71
เมทไธโอนีน+ซิสทีน (%)	0.56	0.67	0.61

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2543)



ตารางที่ ข-2 แสดงความต้องการโภชนะของไก่เนื้อ

ความต้องการโภชนะของไก่เนื้อ

ความต้องการโภชนะใน สูตรอาหาร	ไก่เนื้อระยะแรก (อายุ 0-3 สัปดาห์)	ไก่เนื้อระยะรุ่น (อายุ 3-6 สัปดาห์)	ไก่เนื้อระยะขุน (อายุ 6 สัปดาห์ขึ้นไป)
โปรตีน (%)	23.00	20.00	18.00
พลังงาน (ก.แคล/กก.)	3180.00	3180.00	3200.00
แคลเซียม (%)	1.00	0.90	0.80
ฟอสฟอรัสที่ใช้ได้ (%)	0.45	0.40	0.35
ไลซีน (%)	1.20	1.00	0.85
เมท+ซีส (%)	0.93	0.72	0.60

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2543)

ตารางที่ ข-3 แสดงความต้องการโภชนะของสุกร

ความต้องการโภชนะของสุกร

ความต้องการ โภชนะในสูตร อาหาร	สุกรหย่านม (นน.1525กก.)	สุกรรุ่น (นน.25-50 กก.)	สุกรขุน (นน. 50-90 กก.)
โปรตีน (%)	18.00	16.00	14.00
พลังงาน,ME (กิโลแคลอรี/กก.)	3250.00	3150.00	3150.00
แคลเซียม (%)	0.70	0.60	0.60
ฟอสฟอรัสที่ใช้ได้ (%)	0.32	0.50	0.50
ไลซีน (%)	0.95	0.75	0.60
เมทไทโอนีน+ซีส ทีน (%)	0.48	0.41	0.34

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2543)

ตารางที่ ข-4 แสดงสูตรอาหารกุ้ง

สูตรอาหารกุ้ง

ชนิดอาหาร	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่น	10
เปลือกกุ้ง	25
กากถั่วลิสง	5
กากถั่วเหลือง	5
ปลายข้าว	25.8
รำละเอียด	25.8
น้ำมันปลา	3.0
สารเหนียว	0.4
รวม	100

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2543)

ตารางที่ ข-5 แสดงวิตามินที่ใช้ผสมในอาหารกุ้งทะเลจำนวน 1 ตัน

วิตามินที่ใช้ผสมในอาหารกุ้ง

ชื่อ	ปริมาณ
Riboflavin	8 กรัม
d-Pantothenic acid	24 กรัม
Choline Chloride	1400 กรัม
ไนอาซิน	100 กรัม
วิตามินอี	100 กรัม
วิตามินเค	4 กรัม
วิตามินซี	500 กรัม
กรดโฟลิก	1 กรัม
ไพริดอกซิน	20 กรัม
ไรอามีน	3 กรัม
บี.เอช.ที.(สารกันเหิน)	50 กรัม

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2543)

ตารางที่ ข-6 แสดงสูตรอาหารไก่เล็กอายุ 0-6 สัปดาห์

สูตรอาหารไก่เล็กอายุ 0-6 สัปดาห์

วัตถุดิบ	ปริมาณ (กิโลกรัม)		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ปลายข้าว	55	-	-
ข้าวโพดบด	-	57.7	-
รำละเอียด	18	15	15
มันเส้นบด	-	-	49.6
กากถั่วเหลือง (44%)	19.8	20.1	27.7
ปลาป่น	5	5	5.5
ใบกระถินป่น	-	-	-
เปลือกหอยป่น	0.8	0.9	0.7
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.8	0.7	0.8
น้ำมันพืช	-	-	-
ดีแอล-เมทไธโอนีน	-	-	0.1
เกลือป่น	0.35	0.35	0.35
พรีมิกซ์ (ไก่เล็ก)	0.25	0.25	0.25

ต่อ

รวม	100	100	100
โปรตีนในอาหาร (%)	18.39	18.49	18.07
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ (กิโลแคลอรี/กก.)	2,900	2,900	2,900

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2543)

ตารางที่ ข-7 แสดงสูตรอาหารไก่เนื้อ

สูตรอาหารไก่เนื้อ

วัตถุดิบ	ระยะแรก (0-3 สัปดาห์)			ระยะรุ่น (3-6 สัปดาห์)			ระยะขุน (มากกว่า 6 สัปดาห์)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ปลายข้าว	46.6	-	-	50.7	-	-	56.2	-	-
ข้าวโพดบด	-	44.8	44.8	-	52	46	-	54.7	51
รำละเอียด	10	10	10	15	12	14	15	15	15
กากถั่วเหลือง (44% โปรตีน)	30.7	31.2	-	24.4	25.1	-	19	19.5	-
ปลาป่น (55% โปรตีน)	-	-	6	-	-	-	6	6	6
ปลาป่น (60% โปรตีน)	8	8	-	6	6	6	-	-	-
ถั่วเหลืองนึ่งไขมันเต็ม	-	-	39.2	-	-	31.1	-	-	25.2
เปลือกหอยบด	0.5	0.6	1.2	0.8	0.8	1.2	0.7	0.7	1.2
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.6	0.6	1	0.4	0.4	1	0.5	0.5	1
ไขมันสัตว์/น้ำมันพืช	2.8	4	-	2	3	-	2	3	-
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	-	-	-
เกลือป่น	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
วิตามิน	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	100	100	100	100	100	100	100	100	100
เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหาร	23	23	23	20	20	20	18	18	18
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ (กิโลแคลอรี/กก.)	3150	3150	3129	3150	3150	3150	3159	3150	3150

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2543)

ตารางที่ ข-8 แสดงสูตรอาหารสุกร

วัตถุดิบ	สุกรเล็ก (5-20 กก.)			สุกรรุ่น (20-60 กก.)			สุกรขุน (60-100 กก.)			สุกรพ่อแม่พันธุ์		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ปลายข้าว	-	51.5	15	-	37	-	-	42.8	-	-	30	-
ข้าวโพดบด	52.8	-	16.5	68.7	30	-	74.6	30	-	73.2	22.7	-
รำละเอียด	5	5	-	10	10	10	10	10	-	15	35	20
มันเส้นบด	-	-	20	-	-	53	-	-	65.6	-	-	53.4
กากถั่วเหลือง (44% โปรตีน)	30.3	33	38.5	13.4	15.1	29	7.5	9.3	27	4.2	5.1	20
ปลาป่น (55% โปรตีน)	6	6	-	5.5	5.5	-	5.5	5.5	-	5.5	5.0	-
ปลาป่น (60% โปรตีน)	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3
ไขมันสัตว์/ น้ำมันพืช	3.5	2.5	4.0	-	-	2.5	-	-	1.8	-	-	2
โดแคลเซียม ฟอสเฟต	1.8	1.8	2.4	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8	2.0	1.5	1.6	2.0
เกลือป่น	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
วิตามิน	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
เปอร์เซ็นต์ โปรตีนใน อาหาร	22.5	22.5	22	17	17	17	15	15	15	14	14	14
พลังงานที่ใช้ ประโยชน์ (กิโลแคลอรี/ กก.)	3240	3240	3228	3140	3140	3130	3120	3120	3147	3160	3160	3162

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2543)



**ภาคผนวก ค**  
**สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง**

**กลีเซอรอล 15%**

นำกลีเซอรอล 87% ปริมาตร 17.24 มิลลิลิตร ผสมในน้ำกลั่น 82.76 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

**สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 โมลาร์**

นำสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2 โมลาร์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร มาผสมในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

**สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์**

นำเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตรจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

**0.85 เปอร์เซ็นต์โซเดียมคลอไรด์**

โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	8.50	กรัม
-----------------------	------	------

ละลายสารในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

**70% เอทานอล**

95% เอทานอล	700	มิลลิลิตร
น้ำปลอดประจุปลอดเชื้อ	250	มิลลิลิตร

## 2, 3, 5-triphenyl tetrazolium Chloride (TTC) เข้มข้น 0.0050%

ละลาย TTC 5 มิลลิกรัม ลงในน้ำกลั่นปริมาตร 80 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร  
นำไปนิ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

### สารละลายมาตรฐานฟูราโซลิโดน

Stock Standard Solution ฟูราโซลิโดนความเข้มข้น 100 ppm

ชั่งฟูราโซลิโดน 10 มิลลิกรัม ละลายด้วยอะซิโตนไทรไฮไดรด์ 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ น้ำกลั่น และทำให้ปลอดเชื้อโดยการกรองสารละลายผ่านชุดกรองสำเร็จรูปชนิดเซลลูโลสอะซิเตทขนาดรูกว้าง 0.45 ไมครอน เก็บรักษาไว้ในหลอดไมโครพีพิจ์ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาใช้เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้นาน 1 เดือน

Working Standard Solution ความเข้มข้น ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

โดยกำหนดให้

$$C_1 = \text{ความเข้มข้นของ Stock ฟูราโซลิโดน}$$

$$C_2 = \text{ความเข้มข้นของฟูราโซลิโดน}$$

$$V_1 = \text{ปริมาตรของ Stock ฟูราโซลิโดน}$$

$$V_2 = \text{ปริมาตรของฟูราโซลิโดน}$$

**ภาคผนวก ง**  
**กราฟมาตรฐาน**

ตารางที่ ง-1 แสดงผลการศึกษาค่าการละลายของฟูราโซลิโดน

ลำดับที่	ชนิดของตัวทำละลาย	การละลาย
1	น้ำกลั่น	ไม่ละลาย
2	Acetonitrile	ละลายได้ดี
3	Methanol	ละลายได้น้อย
4	Dimethylformamide (DMF)	ละลายได้ดี
5	Dimethylformamide (DMSO)	ละลายได้ดี
6	Haxane	ไม่ละลาย

เนื่องจากฟูราโซลิโดนไม่ละลายน้ำ เพราะฉะนั้นจึงต้องหาตัวทำละลายที่ดีที่สุดที่จะสามารถละลายฟูราโซลิโดนได้ จึงเลือกใช้สารทั้ง 5 ชนิดข้างต้น ซึ่งมีสมบัติในการเป็นตัวทำละลายที่ดีมาทำการทดลอง ซึ่งจากการทดลอง ดังตารางที่ ง-1 สรุปได้ว่า Acetonitrile, Dimethylformamide (DMF) และ Dimethylformamide (DMSO) เป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด เพราะสามารถละลายฟูราโซลิโดนได้ดี ชนิดที่รองลงมาคือ Methanol ส่วน Haxane เป็นตัวทำละลายที่ไม่ควรเลือกใช้ แต่สามารถนำมาใช้ในการสกัด สำหรับชุดตรวจฟูราโซลิโดนในอาหารสัตว์ ต่อไป

ตารางที่ ง-2 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการเจริญของ *Escherichia coli* DH5 $\alpha$

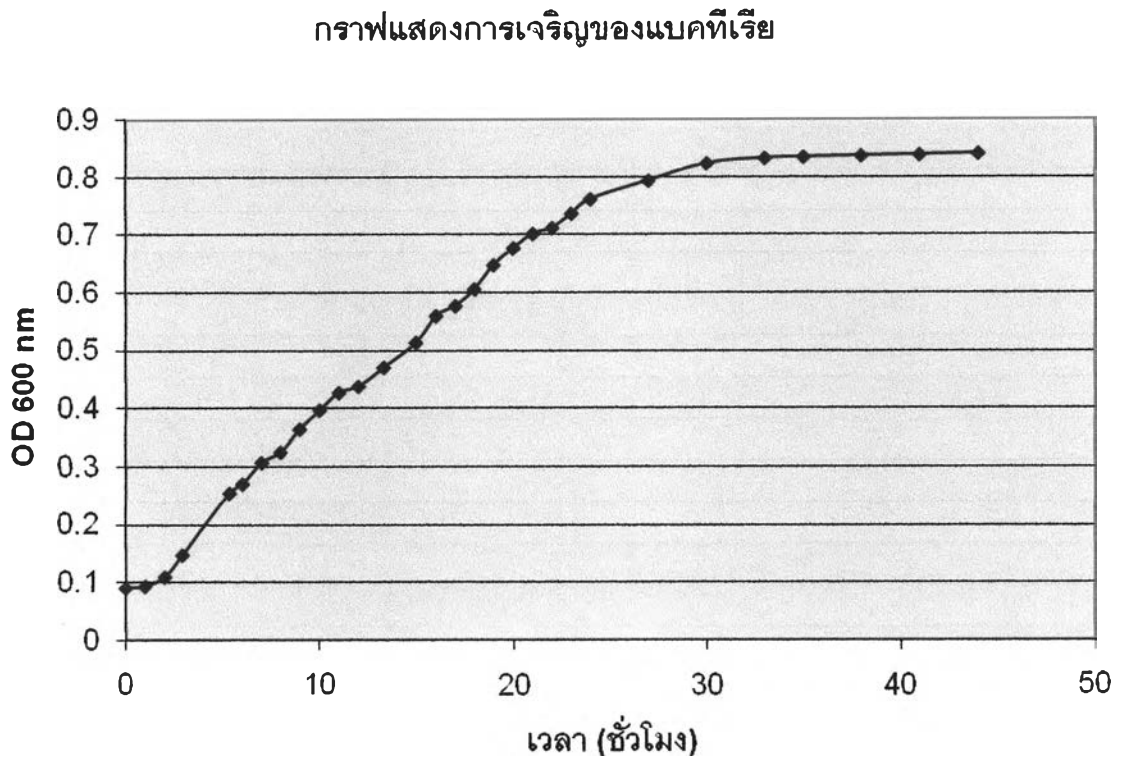
$\lambda$ pir กับค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 600 นาโนเมตร

ชั่วโมง	ค่า OD ที่ 600 นาโนเมตร
0	0.089
1	0.092
2	0.108
2.91	0.146
5.33	0.253
6	0.269
7	0.306
8	0.324
9	0.363
10	0.396
11	0.426
12	0.437
13.33	0.47
15	0.513
16	0.559

ต๋อ

17	0.576
18	0.605
19	0.647
20	0.676
21	0.701
22	0.711
23	0.736
24	0.761
27	0.793
30	0.823
33	0.832
35	0.834
38	0.836
41	0.838
44	0.84

รูปที่ ง-1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการเจริญของ *Escherichia coli* DH5 $\alpha$   $\lambda$ pir กับค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 600 นาโนเมตร



ตารางที่ ง-3 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ *Escherichia coli* DH5 $\alpha$   $\lambda$ pir กับค่าการ

ดูดกลืนคลื่นแสงที่ 600 นาโนเมตร

ปริมาณแบคทีเรีย (10 <sup>6</sup> CFU/ml)	ค่า OD ที่ 600 นาโนเมตร
0	0.089
6	0.099
13	0.146
21	0.2
27	0.25
36	0.269
43	0.306
51	0.324
59	0.363
67	0.396
73	0.426
81	0.437
89	0.47
97	0.513

ต่อ

103	0.559
111	0.573
119	0.589
123	0.6
132	0.645
144	0.688
157	0.702
168	0.736
179	0.761
191	0.793
202	0.823
208	0.832
213	0.834
218	0.836
220	0.838
228	0.840



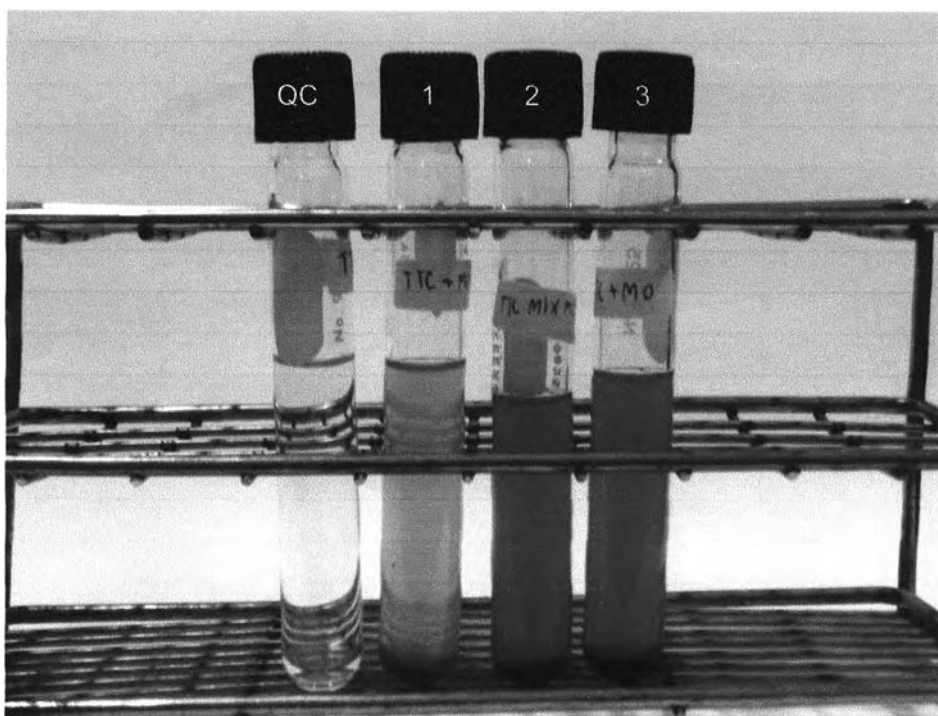
ตารางที่ ง-4 กราฟแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญของ *Escherichia Coli* DH5 $\alpha$   $\lambda$ pir

ที่ความเข้มข้น  $10^6$  CFUต่อมิลลิลิตรกับค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 600นาโนเมตร ในหลอดทดลอง

ชั่วโมง	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 600 นาโนเมตร										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	QC+
0	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155
2	0.209	0.191	0.185	0.183	0.181	0.177	0.173	0.171	0.169	0.162	0.253
4	0.337	0.336	0.321	0.23	0.225	0.22	0.22	0.22	0.22	0.171	0.396
6	0.454	0.451	0.437	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.24	0.18	0.47
8	0.577	0.57	0.52	0.29	0.28	0.285	0.28	0.275	0.27	0.23	0.59
10	0.587	0.579	0.55	0.342	0.342	0.342	0.342	0.342	0.311	0.26	0.605
12	0.599	0.59	0.57	0.35	0.35	0.35	0.35	0.354	0.322	0.28	0.736
14	0.609	0.599	0.58	0.35	0.35	0.35	0.35	0.354	0.33	0.282	0.791
16	0.629	0.619	0.61	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354	0.334	0.283	0.793
18	0.649	0.638	0.629	0.37	0.37	0.37	0.36	0.354	0.335	0.285	0.823
20	0.657	0.656	0.633	0.381	0.381	0.37	0.36	0.354	0.336	0.29	0.824
22	0.667	0.662	0.645	0.38	0.38	0.37	0.36	0.354	0.339	0.3	0.826
24	0.672	0.657	0.65	0.395	0.381	0.377	0.366	0.356	0.348	0.33	0.838

รูปที่ ง-2 แสดงการเกิดสีของ TTC ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว NB โดยเชื้อ *Escherichia coli*

DH5 $\alpha$   $\lambda$ pir เมื่อผ่านการบ่มที่ 37 องศาเซลเซียสที่ 12 24 และ 48 ชั่วโมง



หลอด QC = หลอดควบคุมปราศจากเชื้อ

หลอดหมายเลข 1 = การเกิดสีของ TTC ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว NB เมื่อบ่มที่ 12 ชั่วโมง

หลอดหมายเลข 2 = การเกิดสีของ TTC ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว NB เมื่อบ่มที่ 24 ชั่วโมง

หลอดหมายเลข 3 = การเกิดสีของ TTC ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว NB เมื่อบ่มที่ 36 ชั่วโมง

หมายเหตุ : สีที่เห็นเป็นสีที่ได้จากรูปถ่าย อาจไม่ชัดเจนเหมือนสีที่มองเห็นด้วยตาเปล่า

ตารางที่ ง-5 แสดงผลการยืนยันค่าต่ำสุดของฟลูออโรไลโดนที่ *Escherichia Coli* DH5 $\alpha$   $\lambda$ pir ทน  
 ได้ในสภาพลุ่มทดสอบโดยการใช้กลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนกับค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 540 นาโน  
 เมตร

[FZ] ppm	ความเข้มข้นของกลูโคส									
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
0.1	0.649	0.638	0.629	0.532	0.521	0.389	0.352	0.298	0.251	0.147
0.2	0.649	0.638	0.629	0.511	0.503	0.376	0.358	0.288	0.256	0.141
0.3	0.649	0.638	0.627	0.509	0.499	0.387	0.354	0.276	0.244	0.132
0.4	0.478	0.432	0.401	0.364	0.351	0.367	0.322	0.254	0.229	0.145
0.5	0.337	0.325	0.32	0.319	0.322	0.356	0.298	0.223	0.222	0.162
0.6	0.244	0.237	0.237	0.236	0.233	0.239	0.222	0.196	0.221	0.131
0.7	0.235	0.229	0.228	0.229	0.221	0.201	0.198	0.185	0.193	0.139
0.8	0.197	0.213	0.205	0.198	0.204	0.196	0.188	0.176	0.188	0.139
0.9	0.191	0.191	0.185	0.183	0.178	0.18	0.178	0.164	0.161	0.135
1	0.185	0.183	0.178	0.177	0.165	0.167	0.155	0.154	0.151	0.133

ตารางที่ ง-6 ผลการหาค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของชุดตรวจสอบอาหารกุ้งโดยใช้ไมโครเพลทรีด

เดอริ์ ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

FZ (ppm)	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 540 นาโนเมตร				
	อาหารกุ้ง				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
0.1	1.299	1.312	1.322	1.333	1.089
0.2	1.089	1.077	1.312	1.321	1.110
0.3	0.936	0.877	1.223	1.344	0.922
0.4	0.490	0.422	0.453	0.568	0.387
0.5	0.488	0.399	0.531	0.574	0.360
0.6	0.456	0.411	0.562	0.564	0.354
0.7	0.425	0.455	0.521	0.581	0.381
0.8	0.437	0.433	0.498	0.432	0.354
0.9	0.428	0.421	0.489	0.489	0.372
1.0	0.418	0.403	0.477	0.445	0.311

ตารางที่ ง-7 ผลการหาค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของชุดตรวจสอบอาหารไก่เล็กโดยใช้ไมโครเพลท

รีดเดอร์ ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

FZ (ppm)	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 540 นาโนเมตร				
	อาหารไก่เล็ก				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
0.1	1.962	1.813	1.801	1.589	1.922
0.2	1.948	1.712	1.780	1.563	1.962
0.3	1.841	1.792	1.606	1.424	1.822
0.4	0.845	0.792	0.816	0.816	0.972
0.5	0.830	0.681	0.868	0.722	0.925
0.6	0.823	0.599	0.751	0.683	0.890
0.7	0.819	0.596	0.712	0.643	0.675
0.8	0.830	0.544	0.716	0.585	0.888
0.9	0.757	0.519	0.674	0.563	0.705
1.0	0.742	0.517	0.617	0.569	0.741

ตารางที่ 8-8 ผลการหาค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของชุดตรวจสอบอาหารไก่ใหญ่โดยใช้ไมโครเพลท

รีดเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

FZ (ppm)	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 540 นาโนเมตร				
	อาหารไก่ใหญ่				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
0.1	1.692	1.572	1.899	1.762	1.888
0.2	1.642	1.899	1.788	1.987	1.654
0.3	1.153	1.377	1.222	1.786	1.654
0.4	0.800	1.092	0.732	0.872	0.800
0.5	0.752	0.966	0.714	0.890	0.751
0.6	0.666	0.874	0.698	0.832	0.656
0.7	0.569	0.841	0.564	0.735	0.567
0.8	0.546	0.852	0.692	0.734	0.543
0.9	0.542	0.701	0.578	0.638	0.532
1.0	0.502	0.600	0.584	0.483	0.501

ตารางที่ ง-9 ผลการหาค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของชุดตรวจสอบอาหารหมูโดยใช้ไมโครเพลทรีด

เดอริ์ ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

FZ (ppm)	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 540 นาโนเมตร				
	อาหารหมู				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
0.1	0.847	0.797	0.926	0.866	0.870
0.2	0.795	0.843	0.814	0.788	0.809
0.3	0.795	0.895	0.867	0.766	0.793
0.4	0.792	0.732	0.830	0.718	0.744
0.5	0.744	0.876	0.814	0.809	0.721
0.6	0.721	0.710	0.816	0.762	0.705
0.7	0.718	0.757	0.859	0.755	0.795
0.8	0.710	0.588	0.765	0.710	0.700
0.9	0.749	0.567	0.739	0.718	0.714
1.0	0.708	0.779	0.755	0.718	0.684

ตารางที่ ง-10 ผลการหาค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของชุดตรวจสอบอาหารสัตว์โดยใช้ไมโครเพลทรีดเดอร์ ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

FZ	อาหารกุ้ง	อาหารไก่เล็ก	อาหารไก่ใหญ่	อาหารหมู
0.1	1.299	1.962	1.692	0.847
0.2	1.089	1.948	1.642	0.795
0.3	0.936	1.841	1.153	0.795
0.4	0.49	0.845	0.8	0.792
0.5	0.488	0.83	0.752	0.744
0.6	0.456	0.823	0.666	0.721
0.7	0.425	0.819	0.569	0.713
0.8	0.437	0.830	0.546	0.710
0.9	0.428	0.757	0.542	0.749
1.0	0.418	0.742	0.502	0.708



## ภาคผนวก จ

## ผลการหาค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายมาตรฐานฟูราโซลิโดน

ที่ความเข้มข้นในช่วง 0.01-10 ppm

ตารางที่ จ-1 ผลการหาค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายมาตรฐานฟูราโซลิโดนโดยใช้  
เครื่อง UV-Visible spectrophotometry

สารมาตรฐานฟูราโซลิโดน	ABS
0.05	0.387
0.1	0.409
0.2	0.533
0.3	0.587
0.4	0.638
0.5	0.732
0.6	0.826
0.7	0.861
0.8	0.865
0.9	0.984
1	0.996

ตารางที่ ๑-2 ผลการหาค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายฟูราโดนในอาหารกุ้งโดยใช้  
เครื่อง UV-Visible spectrophotometry

ความเข้มข้นฟูราโดน	ABS
0.05	0.387
0.1	0.409
0.2	0.533
0.3	0.587
0.4	0.638
0.5	0.732
0.6	0.826
0.7	0.861
0.8	0.865
0.9	0.984
1	0.996

ตารางที่ ๑-3 ผลการหาค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายฟูราโดนในอาหารไก่เล็ก  
โดยใช้เครื่อง UV-Visible spectrophotometry

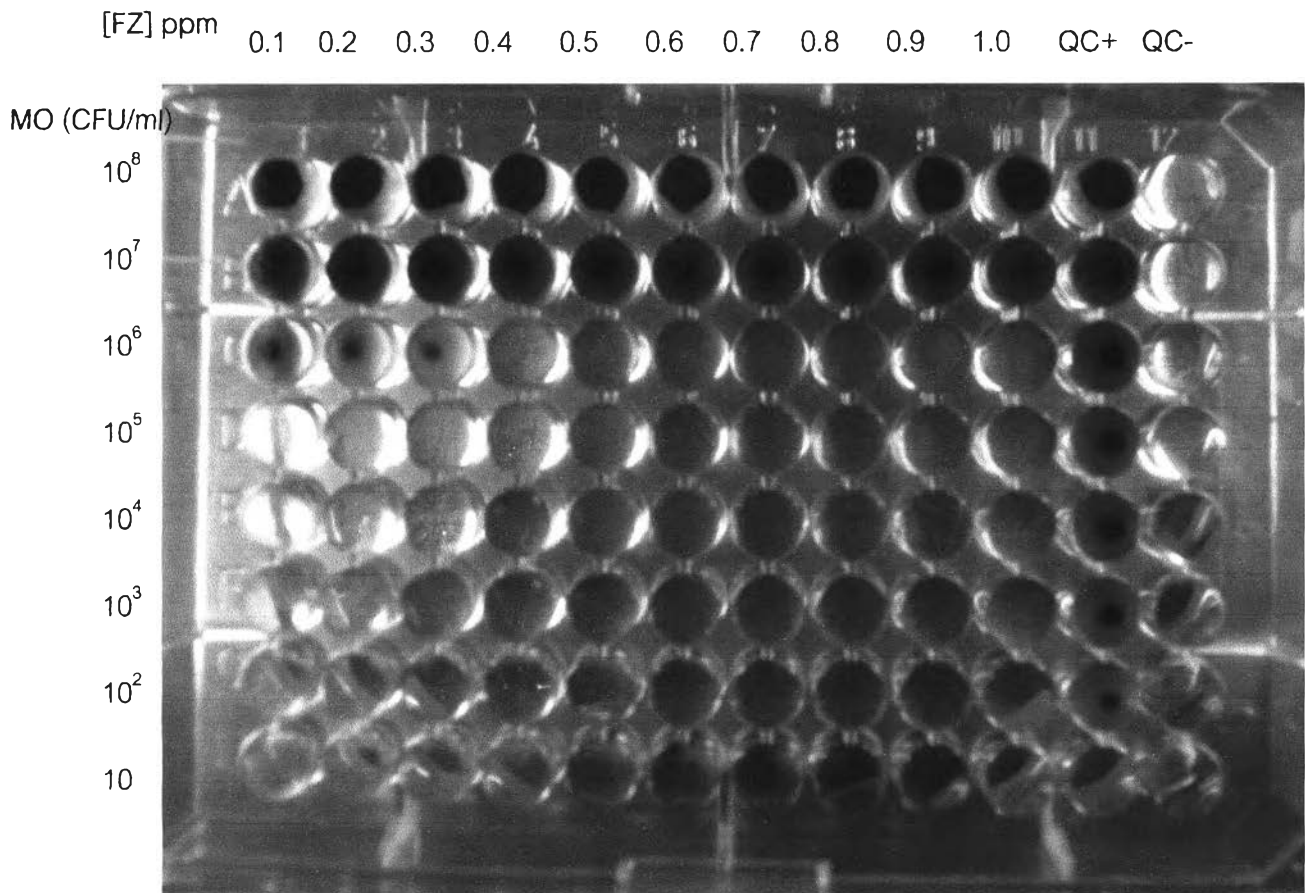
ความเข้มข้นฟูราโดน	ABS
0.05	0.387
0.1	0.409
0.2	0.533
0.3	0.587
0.4	0.638
0.5	0.732
0.6	0.826
0.7	0.861
0.8	0.865
0.9	0.984
1	0.996

ตารางที่ จ-4 ผลการหาค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายฟูราโซลิโดนในอาหารไก่  
ใหญ่โดยใช้เครื่อง UV-Visible spectrophotometry

ความเข้มข้นฟูราโซลิโดน	ABS
0.05	0.387
0.1	0.409
0.2	0.533
0.3	0.587
0.4	0.638
0.5	0.732
0.6	0.826
0.7	0.861
0.8	0.865
0.9	0.984
1	0.996

ตารางที่ ๑-5 ผลการหาค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายฟูราโดนในอาหารหมูโดยใช้  
เครื่อง UV-Visible spectrophotometry

ความเข้มข้นฟูราโดน	ABS
0.05	0.387
0.1	0.409
0.2	0.533
0.3	0.587
0.4	0.638
0.5	0.732
0.6	0.826
0.7	0.861
0.8	0.865
0.9	0.984
1	0.996



รูปที่ ๑-1 แสดงผลการยืนยันค่าต่ำสุดของฟูราโซลิโดนที่ *E.coli* DH5 $\alpha$   $\lambda$ pir ทนได้ใน

#### ภาดหลุมทดสอบ

เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่าการเจริญหรือหายใจของแบคทีเรียโดยจะเปลี่ยนสีของสารประกอบ 2, 3, 5-triphenyl tetrazolium chloride (TTC) จากไม่มีสีเป็นสารมีสีที่มองเห็นด้วยตาเปล่าของฟอร์มazan (Formazan) และตกตะกอนสีแดง จากรูปที่ 4.1 พบว่าเกิดตะกอนสีแดงที่ระดับความเข้มข้นของฟูราโซลิโดนเท่ากับ 0.3 ppm เมื่อบ่มที่เวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งค่าของเชื้อแบคทีเรียที่เหมาะสมกับการอ่านผลความเข้มข้นต่ำสุดของฟูราโซลิโดนที่สามารถทนได้คือ  $10^6$  CFUต่อมิลลิลิตร ซึ่งสอดคล้องกับแสดงผลการยืนยันค่าต่ำสุดของฟูราโซลิโดนที่ *E.coli* DH5 $\alpha$   $\lambda$ pir ทนได้ในหลอดทดลอง

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ว่าที่ร้อยตรี หทัยทิพย์ ศรีสวัสดิ์กุล เกิดวันศุกร์ที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2527 ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขา จุลชีววิทยา จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2547 และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553 ปัจจุบันอาศัยอยู่ที่บ้านเลขที่ 49/306 KC Garden Home 19 ซ.นิมิตรใหม่ 40 ถนนนิมิตรใหม่ แขวงคลองสามวาตะวันออก เขตคลองสามวา กรุงเทพฯ 10510

