

การศึกษาความปลอดภัยของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

Spirulina ตากแห้ง

ซึ่งเลี้ยงจากน้ำดีเกลือเข้มข้น (น้ำทิ้งจากนาเกลือ)

A Safety Study of Solar-Dried Spirulina product, Cultured by Using Salt Stock Solution

ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์¹ ผ่องศรี จิตตุนนท์¹ เยาวดี คุปตะพันธ์¹ สมบูรณ์ ผู้พัฒน์¹

จรรยา พุกกะเวส² จักรพงษ์ ลิมปณัสสรณ์³ ประไพภัทร คลังทรัพย์³

Duangchan Hengsawadi¹ Pongsri Jittanoonta¹ Yaovadee Cuptapun¹

Somboon Phoopat¹ Chanja Pukkavesa² Jakkrapong Limpanussorn³

Prapaipat Klungsupya³

ABSTRACT

The objective is to investigate the safety study of solar-dried Spirulina product, cultured by using salt stock solution in three levels 10, 20 and 30% respectively by feeding in rats for 12 weeks, compared between experimental and control group which given by standard diet. There were no any noticeable changes in appearance and behavior. Body weight and food consumption showed no statistically significant differences. Hematological and Blood chemistry studied were normal. However, mean values of relative organ weights showed no statistically significant differences. Terminal gross autopsy findings were quite normal. Histopathological studies revealed no significant evidence of hazardous effect from Spirulina consumption.

Keyword : Spirulina product, Safety study

1. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University.

2. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Faculty of Veterinary, Kasetsart University.

3. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

Thailand Institute of Science and Technology.

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของการทดลองเพื่อศึกษาความปลอดภัยของการบริโภคสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Spirulina* ซึ่งเลี้ยงจากน้ำดีเกลือเข้มข้น (น้ำทิ้งจากนาเกลือ) โดยใช้สาหร่ายที่มีความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 10 20 และ 30% ตามลำดับ นำมาผสมอาหารเพื่อเลี้ยงสัตว์ทดลอง โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารมาตรฐานเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ไม่พบความเปลี่ยนแปลงใดๆ ทั้งพฤติกรรมและร่างกายภายนอก การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว

และการกินอาหาร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ค่าทางโลหิตวิทยาและเคมีโลหิต ก็ไม่พบความแตกต่างเช่นกัน อย่างไรก็ตามน้ำหนักของอวัยวะต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักตัวและน้ำหนักสมอง ไม่มีความแตกต่างใดๆ การตรวจอวัยวะด้วยตาเปล่า ไม่พบความผิดปกติ การตรวจทางพยาธิวิทยาคลินิก ไม่พบความผิดปกติเช่นกัน ผลจากการศึกษาพบว่า สาหร่าย *Spirulina* ไม่ก่อให้เกิดอันตรายใดๆ เหมาะแก่การนำไปบริโภค

บทนำ

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Spirulina* หรือที่รู้จักกันในนาม “สาหร่ายเกลียวทอง” เป็นสาหร่ายที่มีรงควัตถุ และวิตามินที่สำคัญหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ (Anusuya and Venkataraman, 1984) ปัจจุบันนำมาใช้ประโยชน์ในวงการอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางค์ (Becker and Venkataraman, 1982) ตลอดจนนำไปเป็นอาหารเสริมบำรุงร่างกายมนุษย์ (health food) และผสมเป็นอาหารสัตว์ (Marion and Gilbert, 1963; Venkataraman, 1983) เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างสูง คือ โปรตีน 68% โปแตสเซียม 1-2% โซเดียม 1.2-1.4% และวิตามิน A B B₁ B₂ B₆ B₁₂ และ E (Clement and Menzie, 1967) และองค์ประกอบเหล่านี้จะผันแปรตามสภาวะแวดล้อมและอาหารที่ใช้เลี้ยงสาหร่าย (Yongmanitchai et al., 1988) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นพืชพวก procaryotes ซึ่งประกอบไปด้วย chloroplast pigments ไม่มี nucleus แต่มี nucleic acid กระจายในเซลล์ ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง (4-6%) ซึ่ง U.N. PAG Guidelines ได้เสนอแนะไว้ว่า ไม่ควรบริโภคเกิน

4.0 กรัม/วัน (U.N. PAG Guidelines, 1972) เพราะการบริโภค nucleic acid ในปริมาณสูง จะทำให้ร่างกายได้รับสารพวก uric acid เพิ่มขึ้น เนื่องจาก uric acid เป็นสารที่ได้มาจากปฏิกิริยา Catabolism ของ nucleic acid และ uric acid ละลายได้ดีในสภาพ pH ของของเหลวในร่างกาย (body fluid) ส่งผลให้ปริมาณ uric acid ในเลือดและปัสสาวะสูงขึ้น และจะไปรวมตัวกันเป็นผลึกบริเวณข้อต่อ (joints) ต่างๆ ของร่างกายทำให้เกิดโรคเก๊าท์ ไตทำงานหนักขึ้น และอาจทำให้เกิดนิ่วในทางเดินปัสสาวะได้ (Krishnakumara et al., 1981; Venkataraman et al., 1980)

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ได้ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยใช้ น้ำดีเกลือเข้มข้น (น้ำทิ้งจากนาเกลือ) เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต เลือกลายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีคุณภาพดี นำมาทดสอบความปลอดภัยในการบริโภค ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้ ก่อนที่จะนำไปเผยแพร่เพื่อการใช้ประโยชน์ต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. เตรียมสูตรอาหารทดลอง

โดยนำสาหร่าย *Spirulina* มาผสมอาหารทดลอง 3 สูตร คือ 10 20 และ 30% และมีกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ซึ่งเป็นอาหารมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์ทางเคมี (Proximate analysis)

โดยนำสาหร่ายและอาหารทดลองที่เตรียมไว้มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งได้แก่ โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ ความชื้น และ คาร์โบไฮเดรต

3. ทดสอบความปลอดภัยของสาหร่ายในสัตว์ทดลอง (หนูขาว) ระยะเวลาสั้น 3 เดือน (Short term feeding trials with experimental animals)

โดยใช้หนูขาว 80 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่ม (A B C D) กลุ่มละ 20 ตัว เพศผู้และเพศเมียอย่างละ 10 ตัวต่อกลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย 3 ระดับ คือ 10 20

และ 30% ส่วนกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม เลี้ยงด้วยอาหารมาตรฐาน ระหว่างการทดลอง บันทึกข้อมูลพื้นฐาน เช่น น้ำหนักตัว น้ำหนักอาหารที่สัตว์กิน สังเกตอาการและพฤติกรรมของสัตว์

4. ตรวจวิเคราะห์ทางคลินิกหลังการทดลอง

4.1 ตรวจปัสสาวะ (Urinalysis)

4.2 ตรวจทางโลหิตวิทยา (Haematology)

เช่น RBC WBC HGB HCT และ Diff count

4.3 ตรวจเคมีคลินิกของเลือด (Blood chemistry) เช่น SAP SGOT SGPT BUN TG และ Uric acid

4.4 ตรวจความผิดปกติของอวัยวะด้วยตาเปล่า (Gross pathology)

4.5 ตรวจความผิดปกติของเนื้อเยื่อด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Histopathology)

5. การวิเคราะห์และรายงานผล

โดยรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลทางสถิติ (Analysis of variance)

ผลและการวิจารณ์

การศึกษาความปลอดภัยของการบริโภคสาหร่าย *Spirulina* ในหนูทดลอง Table 1. แสดงชนิดระดับ

ของสาหร่าย *Spirulina* ซึ่งผสมลงในอาหารในอัตราส่วนต่างๆ คือ 10 20 และ 30% ตามลำดับ

Table 1. Type and level of *Spirulina* algae used in the toxicity test.

Group	Kind of diet	Dietary level (%)	No. of animals	
			Male	Female
A	Stock ration ¹	-	10	10
B	Stock ration with <i>Spirulina</i>	10	10	10
C	Stock ration with <i>Spirulina</i>	20	10	10
D	Stock ration with <i>Spirulina</i>	30	10	10

¹produced by Biological Test Section, IFRPD, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

Table 2. Composition of the tested diets.

Ingredients	Stock ration	Treated diets with Spirulina (%)		
	A	B (10)	C (20)	D (30)
Fish meal	20	10	5	1
Spirulina	-	10	20	30
Maize meal	24	24	24	24
Soybean extract	12	12	7	1
Wheat bran	15	15	15	15
Rice flour	20	20	20	20
Vitamin mixture	2	2	2	2
Mineral mixture	3	3	3	3
Soybean oil	2	2	2	2
Sugar	2	2	2	2
Total	100	100	100	100

Table 2. แสดงค่าองค์ประกอบของอาหารที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะทำให้การปรับสูตรอาหารทดลองให้ใกล้เคียงกับอาหารมาตรฐาน โดยใช้สาหร่าย

Spirulina แทนที่ปลาป่น เนื่องจากสาหร่ายมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนค่อนข้างสูง สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีนได้

Table 3. Proximate analysis of diets used in the *Spirulina* safety study.

Group	Protein	Fat	Fiber	Moisture	Ash
A	22.49	4.98	4.01	10.55	10.27
B	22.52	5.12	3.90	9.79	8.28
C	23.44	5.21	4.44	10.35	7.62
D	22.35	4.99	4.23	10.22	6.71

Table 3. แสดงค่าผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารสูตรต่างๆ ซึ่งจะเห็นว่าอาหารทั้งสูตรควบคุมและสูตรทดลองมีค่าของ โปรตีน ไขมัน กากใย ความชื้น และเถ้า ค่อนข้างใกล้เคียงกัน

โดยมีปริมาณ โปรตีนที่ 22-23% ไขมัน 4-5% กากใย 3-4% ความชื้น 9-10% และเถ้า 6-10% ตามลำดับ

Table 4. Body weight and body weight gain of rats in 12 weeks.

Group	Sex	Starting	Body weight(g), week												Body wt. gain
		Body wt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	M	85.94	125.22	172.45	218.10	261.66	295.79	318.10	340.64	357.23	371.97	381.78	393.28	401.47	315.53
	F	80.10	109.21	139.14	159.72	178.19	193.48	204.46	213.20	221.05	226.42	233.10	237.50	244.99	164.89
B	M	85.21	126.37	173.18	222.26	269.86	327.28	330.25	354.01	371.50	390.73	402.30	409.37	418.14	332.93
	F	79.67	108.03	135.71	156.40	173.46	190.32	202.20	211.85	221.86	229.20	233.37	235.46	242.47	262.80
C	M	85.30	126.17	172.16	218.40	261.48	296.24	318.68	342.21	364.41	378.46	384.92	392.26	400.27	314.97
	F	79.90	112.16	140.61	163.52	182.64	198.72	208.87	216.79	226.20	234.69	239.15	240.87	248.54	166.64
D	M	86.05	126.08	174.72	224.36	272.72	309.97	324.88	361.03	380.89	398.46	408.40	415.19	428.58	342.53
	F	79.99	109.86	137.74	159.08	179.01	193.43	204.08	214.03	221.63	238.50	232.11	233.62	241.79	161.98

Table 5. Food consumption of rats in 12 weeks.

Group	Sex	Food consumption (g/rat/wk.) , week												Average food consumption
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	M	116.03	143.55	159.75	174.02	169.71	179.88	174.23	186.67	207.53	191.87	170.82	170.57	170.34
	F	97.18	116.18	117.79	118.93	120.09	126.51	120.92	129.00	142.39	141.75	128.73	130.86	124.19
B	M	110.54	136.40	155.46	174.20	173.22	173.14	170.44	173.96	197.03	194.19	178.90	173.10	167.55
	F	93.69	112.50	117.48	120.86	122.04	127.13	121.78	129.68	146.42	141.55	125.09	129.79	124.00
C	M	112.69	138.18	152.62	162.74	166.19	165.73	164.02	163.02	167.70	174.35	159.87	163.91	166.34
	F	96.02	115.47	122.97	126.69	126.57	127.35	117.87	121.13	136.67	134.09	121.03	129.95	123.24
D	M	115.78	142.24	158.77	173.43	175.84	176.28	176.10	179.32	196.81	191.87	173.82	181.95	170.18
	F	100.73	118.61	119.59	123.13	124.42	126.11	123.90	126.70	141.67	135.40	121.50	129.08	123.82

Table 6. Data on food efficiency of rats in Spruiulina safety study.

Group	Sex	Food efficiency (g. wt. gain/100 g. food consumption)												Average food efficiency
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	M	33.85	32.91	28.58	25.03	20.13	12.38	12.94	8.89	7.10	5.13	6.74	4.80	16.53
	F	29.96	25.76	17.46	15.53	12.73	8.67	7.23	6.08	3.77	4.72	3.42	5.72	11.75
B	M	37.24	34.32	41.78	27.33	21.60	13.26	13.94	10.05	9.76	5.96	3.94	5.07	18.69
	F	30.28	24.60	17.61	14.10	13.82	10.12	8.01	7.72	5.01	2.95	1.81	5.27	11.78
C	M	36.27	33.28	30.30	26.47	20.92	13.53	14.32	12.39	9.09	4.74	4.59	4.89	17.57
	F	32.58	24.63	18.63	9.57	12.70	7.98	8.41	6.10	6.23	3.33	1.42	5.90	11.46
D	M	34.57	33.77	31.64	27.88	21.18	14.13	14.84	11.08	8.93	5.19	3.92	7.36	17.87
	F	29.65	23.12	17.84	16.19	11.63	8.45	8.03	6.00	4.85	2.67	1.23	6.47	11.34

จาก Table 4. แสดงน้ำหนักของหนูเพศผู้ และเพศเมีย เมื่อเริ่มการทดลอง และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหลังจากทำการเลี้ยงด้วยอาหาร ทดลอง 12 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) และอาจกล่าวได้ว่าคุณภาพโปรตีนของสาหร่าย *Spirulina* นั้นใกล้เคียงกับของปลาป่นที่

ใช้ในอาหารมาตรฐาน ทำให้น้ำหนักหนูที่เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

การกินอาหารและประสิทธิภาพของอาหาร แสดงใน Table 5. และ 6. ซึ่งคำนวณจากน้ำหนัก(กรัม)ของหนูที่เพิ่มขึ้น/100กรัมของอาหารที่หนูกิน ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

Table 7. Haematological data of rats in *Spirulina* safety study.

Group	Sex	WBC (UI)	RBC (UI)	HGB (dl)	HCT (%)	MCV (fc)	MCH (pg)	MCHC (g/de)	PLT (UI)
A	M	5.55×10^3	7.16×10^6	13.20	39.30	54.90	18.40	33.50	745×10^3
	F	2.78×10^3	6.60×10^6	12.30	36.70	55.70	18.70	35.50	719×10^3
B	M	5.38×10^3	7.47×10^6	13.40	40.50	54.10	17.90	33.20	786×10^3
	F	3.50×10^3	3.50×10^6	14.20	43.50	55.90	18.30	32.80	843×10^3
C	M	5.10×10^3	7.37×10^6	13.60	40.20	54.60	18.50	33.90	883×10^3
	F	3.00×10^3	6.95×10^6	13.40	39.00	56.20	19.30	34.40	836×10^3
D	M	6.38×10^3	7.28×10^6	12.90	39.30	54.10	17.90	33.10	863×10^3
	F	3.17×10^3	6.50×10^6	12.80	37.10	57.40	19.80	34.40	853×10^3

WBC - White Blood cell Count

RBC - Red Blood cell Count

HGB - Haemoglobin

HCT - Haematocrit

MCV - Corpuscular Volume ($HCT \times 10 + \text{no of RBC}$)

MCH - Corpuscular Haemoglobin ($HGB \times 10 + \text{no of RBC}$)

MCHC - Corpuscular HGB Concentration ($HGB \times 100 / HCT$)

PLT - Platelet

Table 8. Haematological data on differential leukocyte count of rats in Spirulina safety study.

Group	Sex	Differential Leukocyte Count (no. of cell per hundred cell)			
		Segmented neutrophil	Lymphocyte	Monocyte	Eosinophil
A	M	19.4 ± 5.0	73.3 ± 7.5	2.4 ± 1.0	3.3 ± 1.3
	F	17.4 ± 5.5	76.5 ± 7.2	3.0 ± 7.0	3.9 ± 2.0
B	M	25.7 ± 7.9	66.2 ± 8.1	2.7 ± 1.0	3.0 ± 0.9
	F	15.6 ± 6.5	77.8 ± 7.4	3.5 ± 2.5	3.2 ± 1.2
C	M	23.0 ± 3.3	70.8 ± 3.9	2.8 ± 1.9	2.8 ± 0.8
	F	22.3 ± 7.3	72.9 ± 11.5	2.6 ± 1.0	3.0 ± 1.0
D	M	29.2 ± 6.9	65.5 ± 7.3	2.7 ± 1.6	2.7 ± 1.3
	F	19.1 ± 4.7	74.8 ± 7.5	3.6 ± 2.1	4.3 ± 1.5

Table 7. และ 8. แสดงค่าทางโลหิตวิทยา (Haematology) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ซึ่งไม่ปรากฏผลกระทบใดๆ ต่อระบบเลือดของหนูทดลองทั้งสองกลุ่ม แสดงให้เห็น

ว่า การบริโภคสาหร่าย Spirulina ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อระบบเลือดทั้งปริมาณ เม็ดเลือดขาว เม็ดเลือดแดง รวมถึงปริมาณ leukocyte และอื่นๆ

Table 9. The chemical blood chemistry of rats on Spirulina safety study.

Group	Sex	Cholesterol (mg/dl)	TG (mg/dl)	Total protein (mg/dl)	Bun (mg/dl)	Uric acid (mg/dl)	SGOT (u/e)	SGPT (u/e)	Alkaline phosphatase
A	M	77.30 ± 8.01	55.40 ± 10.50	5.70 ± 0.48	15.50 ± 3.89	1.10 ± 0.73	132.20 ± 31.76	33.10 ± 8.07	33.25 ± 13.49
	F	82.40 ± 11.67	58.50 ± 17.28	5.60 ± 0.52	18.50 ± 7.34	1.37 ± 0.74	105.62 ± 36.30	28.00 ± 7.25	25.17 ± 11.86
B	M	83.00 ± 9.33	59.20 ± 10.88	5.80 ± 0.42	18.10 ± 3.45	1.70 ± 1.09	144.55 ± 33.53	39.40 ± 6.82	40.00 ± 11.71
	F	101.60 ± 12.73	55.60 ± 10.07	5.80 ± 0.42	20.60 ± 2.06	1.50 ± 1.27	104.00 ± 43.90	28.80 ± 6.59	25.60 ± 9.30
C	M	90.70 ± 10.90	60.60 ± 15.70	5.60 ± 0.52	18.20 ± 1.92	1.11 ± 0.78	134.33 ± 32.15	33.70 ± 3.46	41.50 ± 9.73
	F	104.00 ± 9.57	56.20 ± 13.39	5.80 ± 0.63	20.40 ± 2.46	1.40 ± 1.35	101.25 ± 22.06	26.70 ± 5.75	26.00 ± 9.47
D	M	95.50 ± 9.32	50.10 ± 7.28	5.50 ± 1.08	17.80 ± 2.16	1.56 ± 1.01	130.62 ± 19.51	31.50 ± 7.87	38.40 ± 1.04
	F	98.70 ± 9.87	52.60 ± 15.51	5.50 ± 0.52	20.60 ± 2.12	1.63 ± 1.06	105.12 ± 33.69	29.00 ± 8.84	30.80 ± 11.40

จาก Table 9. ผลทางเคมีคลินิกของเลือด (Blood chemistry) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างหนูกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปริมาณของสาร่ายที่หนูได้รับ ไม่ทำให้ระดับของ Cholesterol Triglyceride Total protein BUN Uric acid SGOT SGPT และ Alkaline phosphatase เปลี่ยนแปลงไป

อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษาทางพยาธิวิทยาคลินิก (Histopathology) พบว่าเซลล์ของอวัยวะของหนูจากกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองมีลักษณะใกล้เคียงกัน และไม่มีผลกระทบใดๆ เกิดขึ้นหลังจากบริโภคสาหร่าย *Spirulina* เป็นเวลา 3 เดือน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการบริโภคสาหร่าย *Spirulina* ซึ่งเลี้ยงจากน้ำดีเกลือเข้มข้น ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของสัตว์ทดลอง

บทสรุป

ผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การบริโภคสาหร่าย *Spirulina* ซึ่งเลี้ยงจากน้ำดีเกลือเข้มข้น (น้ำทิ้งจากนาเกลือ) ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของสัตว์ทดลอง ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้เป็นอาหารโปรตีนแหล่งใหม่แก่มนุษย์ได้ เนื่องจากสาหร่าย *Spirulina* มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี

และไม่ก่อให้เกิดอันตรายใด ๆ ต่อสุขภาพ อีกทั้งการเลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากนาเกลือสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ถึง 30% โดยที่ศักยภาพการผลิตและคุณภาพของสาหร่ายใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยอาหารหัวเชื้อน้ำเกลือเข้มข้น

คำขอบคุณ

คณะผู้ทำการวิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุน

สนับสนุน ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Anusuya, Dewi M. and Venkataraman, L. V. 1984. Functional properties of protein products of mass cultivated blue-green algae *Spirulina platensis*. J. of Food Science. Vol. 49 pp. 24-27.

Becker, E. W. and Venkataraman, L.V. 1982. Biotechnology and exploitation of algae. The Indian Approach. Mysore; Wesley Press.

Clement, G. Giddey and Menzi, R. 1967. Amino acid composition and nutritive value of the algae *Spirulina maxima*. J. Science Food Agricultural. Vol. 18 pp. 497-501.

Krishnakumari, M.K. and et al. 1981. Food safety evaluation : Acute oral and dermal effects of the algae *Scenedesmus acutus* and *Spirulina platensis* on albino

-
- rats. J. of Food Protection . Vol. 44 (12)
: 934-935.
- Marion, E. McDowell and Gibert, A. Leveille.
1963. Feeding experiments with algal.
Federation Proceedings. Vol. 22 pp.
1431-1438.
- Venkataraman, L.V. and et al. 1980. Inves-
tigations on the toxicology and safety of
algal diets in albino rats. Food Cosmet.
Toxicol. Vol. 18 pp : 271-275.
- Venkataraman, L.V. 1983. A monograph on
Spirulina platensis. Biotechnology and
Application. Mysore, India.
- Yongmanitchai, P. and et al. 1988. Culti-
vation of *Spirulina* sp. in different
concentration of sodium bicarbonate.
Reports from KURDI.
- U.N. Protein Advisory Group (PAG). 1972.
PAG guidelines for preclinical testing
of novel sources of protein No. 6 : 13.