เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมพัฒนาที่ดิน, การทำและการใช้บุ๋ยหมัก, เอกสารฝ่ายเผยแพร่ กรมพัฒนาที่ดิน, 2524.

กรรณิการ์ สิริสิงห์, เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและ การวิเคราะห์, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 2, 2525.

กลุ่มหนังสือเกษตร, สวนผัก, กรุงเทพมหานคร, 2525.

กุลชลี งามจี้, "การหาความเข้มข้นของไนเตรต ในผักบางชนิดจากตลาด 3 แห่งในกรุงเทพมหานคร," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525.

เกษม จันทร์แก้ว และลามัคคี บุณยะวัฒน์, "หลักการ และโครงสร้างของการวิจัยการศึกษานิเวศนวิทยา และการบำบัดน้ำเสียในบึงมักกะสันโดยใช้พืช," การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 27 เรื่องโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริโครงการปรับปรุงบึงมักกะสัน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2532.

โกสินทร์ สายแสงจันทร์, "วิธีปลูกผักคะน้าให้เก็บได้หลายๆ ครั้ง," ร.พ.ช.แนะอาชีพ, 12 (13), 51-54, 2524.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ปฐพีวิทยาเบื้องต้น, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 5, 2526.

ชาญชัย วิฑูรบัญญากิจ, "โครงการปรับปรุงบึงมักกะสัน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ," วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม, 9 (2), 1-18, 2523.

ดุลยนัย วนะภูติ, "การใช้ประโยชน์กากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย เพื่อการปลูกผักคะน้า (Brassica oleracea L.var alboglabra Bailey) ในดินเปรี้ยวจัด," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

พัชราวดี สุวรรณชาดา, "ผลของกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียต่อการเจริญเติบโตและการสะสมโลหะหนักบางชนิดของผักคะน้า (Brassica oleracea L.var alboglabra Bailey) ในสภาพเรือนทดลอง," วิทยานิพนธ์ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต, สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

เพลินจิต ทมฑิตชงค์, วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมทางน้ำ, สหสาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2530.

ไพพรรณ คติการ, "มาปลูกผักคะน้า หม่ำกันไหม?," แม่บ้าน, 165, 31-33, 2528.

ยงยุทธ โอสถสภา และสุรเดช จินตกานนท์, คำบรรยายเรื่องธาตุอาหารพืช, ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2521.

เล็ก มอญเจริญ, "การสำรวจและจำแนกดินไร่ของประเทศไทย," รายงานการสัมมนา เรื่อง สถานการณ์ดินและปุ๋ยของประเทศไทย 1-2 พ.ย. 2522 ณ อาคารศูนย์เรียนรวม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522.

วรวิทย์ ชีวาภรณาภิวัฒน์, "โลหะหนักในพืชผักเศรษฐกิจ," วารสารวิชาการ มศว.ปทุมวัน, 10 (1),42-50, 2528.

วิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา, "ผลของ Cu*Fe และ Cd*Fe ในผักบุ้งจีน," วารสารวิทยาศาสตร์, 37 (1), 375-381, 2526.

ศรีวิไล โอมอกิญญาณ, "วิธีปรับปรุงดินชุดบางปะกงโดยการทำนายกร่องในเชิงความเค็ม," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

สนธิ คชวัฒน์, "ประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนัก : แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

สมชาย กู่ชัย, สายชล เกตุษา และสุรพงษ์ โกสิยะจินดา, "อิทธิพลของอุณหภูมิ และภาชนะที่ใช้ในการเก็บรักษาผักคะน้า," วารสารเกษตรศาสตร์(วิทยาศาสตร์), 18 (1), 1-6, 2527.

สุรเดช จินตกานนท์, "การปลูกพืชในสารละลายที่มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต," วารสารข่าวสารดินและปุ๋ย, 2 (3), 197-210, 2523.

หมอต้นไม้, "อารยะเกษตร," เคหการเกษตร, 11 (123), 46-49, 2530.

หมอต้นไม้, "อารยะเกษตร," เคหการเกษตร, 11 (124), 78-79, 2530.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, "ปริมาณและการแพร่กระจายของโลหะหนักในดินเขตกรุงเทพมหานคร อันส่งผลต่อการเจริญเติบโต และองค์ประกอบทางเคมีของพืช," รายงานผลการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาฯ, 2525.

ภาษาอังกฤษ

Adams, P. and Massey, D. M., "Nutrient uptake by tomatoes from recirculation solution," Proc. 6th Intern. Cong. on Soilless Culture, 71-80, 1984.

Allen, S. E., H. M. Grimshaw, John A. Parkinson and Christopher Quarmby, Chemical Analysis of Ecological Matarails (Allen, S. E.,ed.), Blackwell Scientific Publication, London, 1974.

APHA, AWWA and WPCE, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA. Inc., 14th ed., 1975.

Asher, C. J., Dept.of agri., Univer. of old., Australia, 1975.

Barker, A. V., "Nitrate accumulation in vegetables," Adv. Agron., 28, 71-118, 1972.

Barker,A. V. and Maynared, D. N., "Cation and Nitrate accumulation in pea and cucumber plants as influenced by nitrogen nutrition," J. Amer. Soc. Hort. Sci., 97, 27-30, 1972.

Brown, J. R., "Soil fertilization and nitrate accumulation in vegetables," Agron. J., 58, 209-212, 1966.

Cantliffe, D. J., "Nitrate accumulationin spinach grown at different temperatures," J. Amer. Soc. Hort. Sci., 97, 607-677, 1972.

Chaney, R. L., "Fate of Toxic Substances in Sludge applied to Cropland," Proc. in the Intern. Symposium on land Application of Sewage Sludge, Tokyo, 1982.

Davies, B. E., Applied Soil Trace Elements, John Willey & Sons Ltd., U.S.A., 259-282, 1980.

De Datta, S. K., "Mineral Nutrition and Fertilizer Management of Rice," Principles and Practices of Rice Production, Singapore, 348-419, 1981.

Davtyan, G. S., "Classification of hydroponics methdos of plant production," Proc. 5th Intern. Cong. on Soilless Culture, 45-52, 1980.

Devonald, V. G., "A comparison of transpiration in tomatos grown in Nutrient Film Culture (N.F.T.) and in border soil," Proc. 6th Intern. Cong. on Soilless Culture, 173-182, 1984.

Douglas, J. S., Beginner's Guide to Hydroponics-Soilless Culture, Badford Square, London, 2nd ed., 1972.

Ellis, C. and Swaney, M. W., Soilless Growth of plants, Newyork, 2nd ed., 1953.

Evans, H. J., "Association of molybdenum with nitrate reduction from soybean leaves," Science, 122, 922-923, 1955.

Feigin, A.; Zamir, N.; Arbel, A. and Keinan, M., "A closed hydroponics system for experiment with plants growing in circulating nutrient solutions," Proc. 6th Intern. Cong. on Soilless Culture, 215-224, 1984.

Fishchar, P., "stability of various from of chelated iron in nutrient solution of different pH values," Proc. 6th Intern. Cong. on Soilless Culture, 225-233, 1984.

Frances, C. W., and Rush, S. G., "Factor affecting uptake and distribution of Cadmium,"Trace Substance in Env. Health, U. Missouri, 75-81, 1976.

Harris, D., Hydroponics Growing without Soil, David and Charles Ltd. 1978.

Hew, C. S., and Chai, B. W., "Effact of light intensity nitrate and molybdenum levels on nitrate Assimilation in Choy Sam (Brassica Chinensis)," Proc. 6th Intern. Cong. on Soilless Culture, 255-272, 1984.

Hewitt, E. J., Sand and water Culture method, 2nd ed., 187-246, 1966.

Kafkafi, V.; Dayan, E., and Akiri, B., "Nitrate and phosphate uptake by tomato from nutrients solution in a commercial operation," Proc. 6th Intern. Cong. on Soilless Culture, 291-298, 1984.

King, L. D., and Morris, H. D., "Land Disposal of Liquid Sewage Sludge : the Effect on Soil pH, Mn, Zn and Growth and Chemical composition of Rye (Secale Cereal L.)," J. Env. Quality., 1 (4), 45-429, 1972.

Kloke, A., "Re-Use of Sludge and Treated Wastewater in Agricultural," Wat. Sci. Tech., 14, 61-72, 1982.

Krause, G. H., and Kaiser, H., "Plant response to heavy metal and sulfer dioxide," Environmental pollution, 12 (63), 71, 1977.

Law, J. P. Jr., and Kerr, R. S., "Nutrient Removal from Enriched Waste Effluent by the Hydroponics Culture of Cool season grass," Water Pollution Control Research Series, 16080..10/69, FWQA, 19

Mengal, K., and Kirkby, E. A., Principles of plant Nutrition, International Potash Institute, Switzerland, 3rd ed., 1982.

Nielsen, P. E., "Crop production in recirculating nutrient solution according to the principle of regeneration," Proc. 6th Intern. Cong. on Soilless Culture, 421-446, 1984.

Nightingale, G. T., "The nitrogen nutrition of green plants ," Bot. Rev., 15, 185-221, 1948.

Ottawa, Control Experiment Farm, "Soilless grownth Hydroponics," Plant research Institute Reser., Rranch.

Pegg, G. F., and Holderness, M., "Interfunction and disease development in N.F.T. grow tomatoes," Proc. 6th Intern. Cong. on Soilless Culture, 493-510, 1984.

Reilly, C., Metal Contamination of Food, Applied Science Publishers Ltd. England, 1980.

Sommer, L. E., "Chemical Composition of Sewage Sludge and Analysis of their Potentail Use as Fertilizers," J. Env. Quality., 6 (10), 225-232, 1977.

Soffer, H., and Levinger, D., "The Ein Gedi system-research and development of a hydroponics system," Proc. 5th Intern. Cong. on Soilless Culture, 241-251, 1980.

Steiner, A. A., "The selection capacity of plants for ions and its importance for the composition and treatment of the nutrient solution,"Proc. 5th Intern. Cong. on Soilless Culture, 83-94, 1980.

Steiner, A. A., "The Universal nutrient solutions," Proc. 6th Intern. Cong. on Soilless Culture, 633-650, 1984.

Suzuki, H., "The Sandponics cultivation system," Proc. 6th Intern. Cong. on Soilless Culture, 651-673, 1984.

Turner, W. I., and Henry, V. M., Growing Plant in nutrient solution or Sciencifically Controlled Growth, Newyork, 3rd ed., 1984.

Underwood, E. J., Trace Elements in Human and Animal Nutrient, Newyork, 3rd ed., 1971.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของธาตุสำหรับพืช (Hydroponics Solution)
[Hewitt,1966& Asher,1975]

สูตรที่ 1

สารประกอบทางเคมี	ปริมาณ
โซเดียมไนเตรต ($NaNO_3$)	385 g
โปตัสเซียมซัลเฟต (KNO_3)	130 g
ซุปเปอร์ฟอสเฟต	285 g
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$)	115 g
สารอาหารที่พืชมีความต้องการไม่มาก (Micronutrient concentration)	10 ml
น้ำ (H_2O)	380 l

สูตรที่ 2

สารประกอบทางเคมี	ปริมาณ
โซเดียมไนเตรต ($NaNO_3$)	285 g
โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)	285 g
แคลเซียมไนเตรต [$Ca(NO_3)_2$]	285 g
ซุปเปอร์ฟอสเฟต	425 g
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$)	40 g
สารอาหารที่พืชไม่ต้องการมาก (Micronutrient concentration)	10 ml
น้ำ (H_2O)	380 l

สูตรที่ 3

สารประกอบทางเคมี	ปริมาณ
โปตัสเซียมไนเตรต (KNO_3)	480 g
แอมโมเนียมซัลเฟต [$(NH_4)_2SO_4$]	130 g
ซุปเปอร์ฟอสเฟต	170 g
สารอาหารที่พืชไม่ต้องการมาก (Micronutrient concentration)	10 ml
น้ำ (H_2O)	380 l

สูตรที่ 4

สารประกอบทางเคมี	ปริมาณ
แอมโมเนียมซัลเฟต [$(NH_4)_2SO_4$]	55 g
โปตัสเซียมไนเตรต (KNO_3)	285 g
แคลเซียมฟอสเฟต [$Ca_3(PO_4)_2$]	140 g
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$)	250 g
สารอาหารที่พืชไม่ต้องการมาก (Micronutrient concentration)	10 ml
น้ำ (H_2O)	380 l

micronutrient concentration

สารประกอบทางเคมี	ปริมาณ
เปอร์ซัลเฟต	15 g
แมงกานิสซัลเฟต ($MnSO_4$)	0.5 g
บอริกแอซิด (H_3BO_3)	0.5 g
ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$)	0.25 g
คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)	0.25 g
น้ำ (H_2O)	1 l

สูตรที่ 5 HOAGLAND เบอร์ 2

สารประกอบทางเคมี	ปริมาณ
แคลเซียมไนเตรต [$Ca(NO_3)_2$]	236 g
โปตัสเซียมไนเตรต (KNO_3)	101 g
โปตัสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	14 g
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$)	246 g
เหล็กคีเลต Fe Chelate (FeNa EDTA)	41 g
บอริกแอซิด (H_3BO_3)	2.8 g
แมงกานิสซัลเฟต ($MnSO_4$)	4.2 g
คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)	0.6 g
แอมโมเนียมโมลิบเดต [$(NH_4)_2Mo_2O_7$]	0.04 g
น้ำ (H_2O)	200 l

แหล่งข้อมูล Hewitt, E. T., Sand and Water culture Method, 2 nd ed., 187-246, 1966.

Asher, C. J., Dept. of Agri., Univer. of Old, Australia, 1975.

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณไนเตรตในน้ำ

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
ระยะเวลา(B)	4	6803.967	1700.992	18.966	0.000
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	769.141	153.828	1.715*	0.148
ค่าผิดพลาด	50	4484.245	89.685		

(P ≥ 0.05) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	ns	ns	ns	ns	ns
A2	-	-	ns	ns	ns	ns
A3	-	-	-	ns	ns	ns
A4	-	-	-	-	ns	ns
A5	-	-	-	-	-	ns

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

$F_{0.05\ (5,50)} = 4.44$ F ตาราง > F คำนวณ

ตารางที่ ข.2 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำ

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
ระยะเวลา(B)	4	2052.09	513.023	213.414	0.000
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	63.104	12.621	5.25*	0.001
ค่าผิดพลาด	50	120.194	2.404		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A6 A5 A1 A4 A3 A2 = 6.852, 5.891, 5.092, 4.89, 4.243, 3.74

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	ns	ns	ns	ns	*
A2	-	-	ns	ns	ns	*
A3	-	-	-	ns	ns	*
A4	-	-	-	-	ns	*
A5	-	-	-	-	-	*

ns = non significant (ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,50)} = 4.44$ F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.3 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณโปตัสเซียมในน้ำ

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
ระยะเวลา(B)	4	22591.046	5647.762	5.247	0.001
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	159300.557	31860.111	29.597 *	0.000
ค่าผิดพลาด	50	53822.539	1076.451		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A1 A6 A5 A4 A2 A3 = 144.4, 6.86, 6.78, 5.90, 5.63, 5.56

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	*	*	*	*	*
A2	-	-	ns	ns	ns	ns
A3	-	-	-	ns	ns	ns
A4	-	-	-	-	ns	ns
A5	-	-	-	-	-	ns

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,50)} = 4.44$ F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.4 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำ

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
ระยะเวลา(B)	4	5475.48	1368.87	24.373	0.000
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	6086.757	1217.351	21.676*	0.000
ค่าผิดพลาด	50	2808.114	56.162		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A1 A5 A2 A4 A6 A3 = 50.224, 29.557, 26.926, 24.641, 24.224, 18.462

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	*	*	*	*	*
A2	-	-	*	ns	ns	ns
A3	-	-	-	ns	*	ns
A4	-	-	-	ns	ns	ns
A5	-	-	-	-	ns	ns

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,50)} = 4.44$ F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.5 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณเหล็กในน้ำ

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
ระยะเวลา(B)	4	378.748	94.687	24.56	0.000
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	462.502	92.500	23.992*	0.000
ค่าผิดพลาด	50	192.77	3.855		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A1 A6 A3 A4 A5 A2 = 10.393, 4.119, 3.246, 2.892, 2.753, 2.401

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	*	*	*	*	*
A2	-	-	ns	ns	ns	ns
A3	-	-	-	ns	ns	ns
A4	-	-	-	-	ns	ns
A5	-	-	-	-	-	ns

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,50)} = 4.44$ F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.6 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแมงกานิสในน้ำ

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
ระยะเวลา(B)	4	2.806	0.702	41.452	0.000
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	0.201	0.040	2.38 *	0.052
ค่าผิดพลาด	50	0.846	0.017		

(P 0.05) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A1 A6 A5 A3 A2 A4 = 0.408, 0.293, 0.269, 0.223, 0.203

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	ns	ns	ns	ns	ns
A2	-	-	ns	ns	ns	ns
A3	-	-	-	ns	ns	ns
A4	-	-	-	-	ns	ns
A5	-	-	-	-	-	ns

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

$F_{0.05\ (5,50)} = 4.44$ F ตาราง > F คำนวณ

ตารางที่ ช.7 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณเหล็กในลำต้นผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	13.242	2.648	13.77 *	0.003
ค่าผิดพลาด	6	1.154	0.192		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A1 A6 A4 A3 A5 A2 = 7.21, 6.85, 6.15, 5.925, 5.7, 3.92

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	*	*	*	*	*
A2	-	-	*	*	*	*
A3	-	-	-	ns	ns	*
A4	-	-	-	-	ns	ns
A5	-	-	-	-	-	ns

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,6)} = 4.95$ F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.8 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณเหล็กในรากผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	47.823	9.565	195.829*	0.000
ค่าผิดพลาด	6	0.293	0.049		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A1 A6 A2 A3 A5 A4 = 8.375, 3.875, 3.62, 3.515, 3.145, 2.075

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	*	*	*	*	*
A2	-	-	ns	*	ns	ns
A3	-	-	-	ns	ns	ns
A4	-	-	-	-	ns	*
A5	-	-	-	-	-	ns

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,6)} = 4.95$ F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.9 แสดงความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักแห้งผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	742.04	148.40	6.48*	0.035
ค่าผิดพลาด	5	114.49	22.89		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A1 A5 A6 A3 A4 A2 = 26.275, 25.385, 24.718, 20.247, 16.528, 8.718

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	*	ns	*	ns	ns
A2	-	-	*	*	*	*
A3	-	-	-	ns	ns	ns
A4	-	-	-	-	*	*
A5	-	-	-	-	-	ns

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,5)} = 5.05$ F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.10 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแอมโมเนียมในผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	260.729	52.146	9.849 *	0.0127
ค่าผิดพลาด	5	26.474	5.295		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A1 A6 A3 A5 A4 A2 = 16.685, 16.210, 15.975, 15.030, 13.830

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	*	ns	*	*	*
A2	-	-	*	*	*	*
A3	-	-	-	ns	ns	ns
A4	-	-	-	-	ns	ns
A5	-	-	-	-	-	ns

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,5)} = 5.05$ F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.11 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณไนเตรตในผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	3591.607	718.321	212.605*	0.000
ค่าผิดพลาด	5	16.893	3.379		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A6 A5 A3 A4 A2 A1 = 68.225, 47.93, 29.41, 24.99, 22.345, 19.695

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	*	*	*	*	*
A2	-	-	*	ns	*	*
A3	-	-	ns	*	*	*
A4	-	-	-	-	*	*
A5	-	-	-	-	-	*

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,5)}$ = 5.05 F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.12 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสในผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	1.47*E5	29572.91	26.365*	0.000
ค่าผิดพลาด	5	5608.35	1121.67		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A1 A6 A4 A3 A5 A2 = 302.65, 192.11, 139.47, 126.32, 123.68, 73.68

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	*	*	*	*	*
A2	-	-	*	*	*	*
A3	-	-	-	ns	ns	ns
A4	-	-	-	-	ns	ns
A5	-	-	-	-	-	*

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,5)} = 5.05$ F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.13 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณโปตัสเซียมในผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	2.96*E5	59218.75	1528.226*	0.000
ค่าผิดพลาด	5	193.75	38.75		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A1 A3 A4 A2 A6 A5 = 785, 412.5, 380, 375, 355, 325

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	*	*	*	*	*
A2	-	-	*	ns	*	*
A3	-	-	-	*	*	*
A4	-	-	-	-	*	*
A5	-	-	-	-	-	*

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,5)} = 5.05$ F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.14 แสดงความแตกต่างทางสถิติของพีเอชในน้ำ

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
ระยะเวลา(B)	4	15.896	3.974	86.865	0.000
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	7.775	1.555	33.988*	0.000
ค่าผิดพลาด	50	2.288	0.046		

(P < 0.05) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

COMPARISON A (กลุ่มผักคะน้า) โดยใช้วิธี DUNCAN

A5 A4 A6 A3 A2 A1 = 7.295, 7.24, 7.223, 7.19, 7.14, 6.26

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	*	*	*	*	*
A2	-	-	ns	ns	ns	ns
A3	-	-	-	ns	ns	ns
A4	-	-	-	-	ns	ns
A5	-	-	-	-	-	ns

ns = non significant (ไม่แตกต่างกัน)

* = significant (แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ)

$F_{0.05\ (5,50)} = 4.44$ F ตาราง < F คำนวณ

ตารางที่ ข.15 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแมกนีเซียมในลำต้นผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	2176.291	435.258	1.233*	0.397
ค่าผิดพลาด	6	2118.887	353.148		

(P = 0.05) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

$F_{0.05\ (5,6)}$ = 4.95 F ตาราง > F คำนวณ

ตารางที่ ข.16 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแมงกานิสในลำต้นผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	0.187	0.037	1.299*	0.753
ค่าผิดพลาด	6	0.172	0.029		

(P = 0.05) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

$F_{0.05\ (5,6)}$ = 4.95 F ตาราง > F คำนวณ

ตารางที่ ข.17 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแมงกานิสในรากผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	20.101	4.02	0.609*	0.698
ค่าผิดพลาด	6	39.589	6.598		

(P = 0.05) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

$F_{0.05\ (5,6)}$ = 4.95 F ตาราง > F คำนวณ

ตารางที่ ข.18 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณตะกั่วในลำต้นผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	0.033	0.007	1.606*	0.289
ค่าผิดพลาด	6	0.025	0.004		

(P = 0.05) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

$F_{0.05\ (5,6)} = 4.95$ F ตาราง > F คำนวณ

ตารางที่ ข.19 แสดงความแตกต่างทางสถิติของปริมาณตะกั่วในรากผักคะน้า

Source of Variation	d.f.	Sum Square	Mean Square	F	P
กลุ่มผักคะน้า(A)	5	0.048	0.010	2.856*	0.117
ค่าผิดพลาด	6	0.020	0.003		

(P = 0.05) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

$F_{0.05\ (5,6)} = 4.95$ F ตาราง > F คำนวณ

ภาคผนวก ค.
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ค.1 จัดข้อมูลในตารางที่ดูง่ายๆ

ตัวอย่าง เช่น ผลผลิต(กรัม/กระถาง) ของถั่วเหลือง 4 พันธุ์

พันธุ์ (TREATMENT)	ซ้ำ(บลอค) 1	2	3	4	ผลรวมของสิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ย
ก	12	15	14	14	55 (T_1)	13.75 ($\bar{T}_1$)
ข	20	22	19	18	79 (T_2)	19.75 ($\bar{T}_2$)
ค	16	17	15	13	61 (T_3)	15.25 ($\bar{T}_3$)
ง	12	13	9	7	41 (T_4)	10.25 ($\bar{T}_4$)
ผลรวมของซ้ำ	60 (R_1)	67 (R_2)	57 (R_3)	52 (R_4)	236 (G.T.)	14.75 (G.M.)

หมายเหตุ : $T_1,\ldots,T_4$ คือ ผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง

$\bar{T}_1,\ldots,\bar{T}_4$ คือ ค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลอง

$R_1,\ldots,R_4$ คือ ผลรวมของแต่ละซ้ำหรือบลอค

ค.2 หาผลรวม (T) และค่าเฉลี่ย ($\bar{T}$) ของแต่ละพันธุ์ ผลรวมของแต่ละซ้ำ (R) ตลอดจนผลรวมทั้งหมด (grand total , G.T.) และค่าเฉลี่ยทั้งหมด (grand mean , G.M.)

ค.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCB

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F
Replications (R)	r-1	$\frac{R_1^2+\ldots+R_r^2}{t} - C.F.$	$\frac{(R)SS}{r-1} = M_3$	$\frac{M_3}{M_1}$
Treatment (T)	t-1	$\frac{T_1^2+\ldots+T_t^2}{r} - C.F.$	$\frac{(M)SS}{t-1} = M_2$	$\frac{M_2}{M_1}$
Error (R * T)	(r-1)*(t-1)	Total SS- (R)SS-(T)SS	$\frac{\text{Error SS}}{(r-1)(t-1)} = M_1$	
Total	tr-1	E(each value)^2 - C.F.		

t คือ จำนวนสิ่งทดลอง

r คือ จำนวนซ้ำ

ค.4 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

4.1 $C.F. = \frac{(\text{ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}}$

$= \frac{(G.T.)^2}{(t)(r)}$

$= \frac{(236)^2}{(4)(4)}$

$= 3,481$

4.2 Sum of Squares

Total SS = ผลบวกของ(ข้อมูลจากแต่ละหน่วยการทดลอง)^2 - C.F.

$= (12)^2 + (15)^2 + \ldots + (7)^2 - C.F.$

$= 3,712 - 3,481$

$= 231$

Replication SS = $\frac{\text{ผลบวกของ(ผลรวมของแต่ละซ้ำ)}^2}{\text{จำนวนสิ่งทดลอง}} - C.F.$

$= \frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2}{t} - C.F.$

$= \frac{(60)^2 + (67)^2 + (57)^2 + (52)^2}{4} - C.F.$

$= 3,510.5 - 3,481.0$

$= 29.5$

Treatments SS = $\frac{\text{ผลบวกของ (ผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง)}^2}{\text{จำนวนซ้ำ}} - C.F.$

$= \frac{T_1^2 + \ldots + T_t^2}{r} - C.F.$

$= \frac{(55)^2 + (79)^2 + (61)^2 + (41)^2}{4} - C.F.$

$= 3,667 - 3,481$

$= 186$

Error SS = Total SS - Replications SS - Treatments SS

$= 231.0 - 29.5 - 186.0$

$= 15.5$

4.3 Mean squares

Replication MS,(M_3) = $\frac{\text{Replication SS}}{\text{d.f.replications,}(r-1)}$

$= \frac{29.50}{(4-1)=3}$

$= 9.83$

Treatments MS,(M_2) = Treatment SS / d.f.treatments,(t-1)

= 186.00 / (4-1)=3

= 62.00

Error MS,(M_1) = Error SS / d.f.error,(r-1)(t-1)

= 15.50 / (4-1)(4-1) =9

= 1.72

4.4 F - values

F(rep.) = Rep.MS / Error MS d.f.(r-1) และ (r-1)(t-1)

= 9.83 / 1.72 d.f.3 และ 9

$F(rep.)_{3,9}$ = 5.72

F(treat.) = Treat. MS / Error MS d.f.(t-1) และ (r-1)(t-1)

= 62.00 / 1.72 d.f.3 และ 9

$F(treat.)_{3,9}$ = 36.05

4.5 เปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับ F จากตาราง

$F(rep.)_{3,9}$ = $5.72^{*} > 3.86 [F.05_{(3,9)}]$

$F((treat.)_{3,9}$ = $36.05^{*} > 3.86 [F.05_{(3,9)}]$

* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

4.6 คำนวณค่า C.V.

C.V. = $\sqrt{\text{Error MS}}$ / grand mean * 100 %

= $\sqrt{1.72}$ / 14.75 * 100 %

= 8.89 %

ค.5 การทดสอบหาความแตกต่าง โดยใช้ DMRT (Duncan's new multiple - range test)

วิธีนี้นิยมใช้ในกรณีที่มีหลายๆ สิ่งทดลองและยังต้องการเปรียบเทียบสิ่งทดลองทั้งหมดในคราวเดียวกัน วิธีการเปรียบเทียบแบ่งเป็นขั้นๆ ดังนี้

5.1 จัดเรียงค่าเฉลี่ยตามลำดับ เช่น จากตัวอย่าง

อันดับที่ (rank)	1	2	3	4
พันธุ์	ข.	ค.	ก.	ง.
ค่าเฉลี่ย	19.75	15.25	13.75	10.25

5.2 คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error, $S_{\bar{y}}$)

$$S_{\bar{y}} = \frac{S^2}{n}$$

$$= \frac{\text{error mean square}}{n}$$

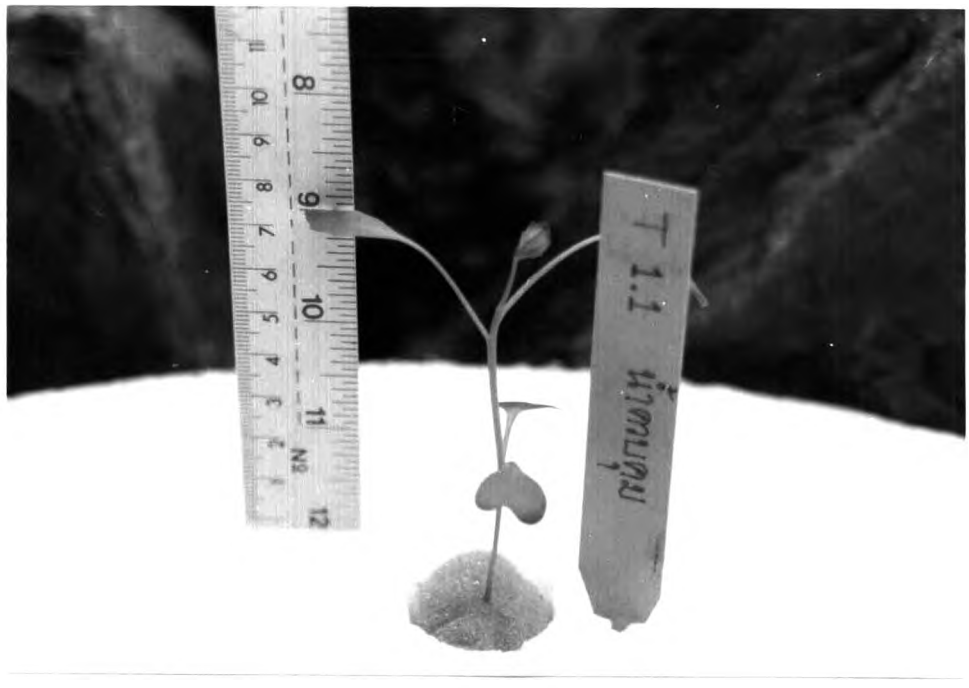
*** n คือจำนวนข้อมูลที่ใช้หาค่าเฉลี่ย การหาค่า n หาโดยอาศัยหลักเช่นเดียวกับ LSD จากตัวอย่าง CRD n ก็คือ จำนวนซ้ำ

$$S_{\bar{y}} = \frac{3.75}{4}$$

= 0.97 กรัม/กระถาง

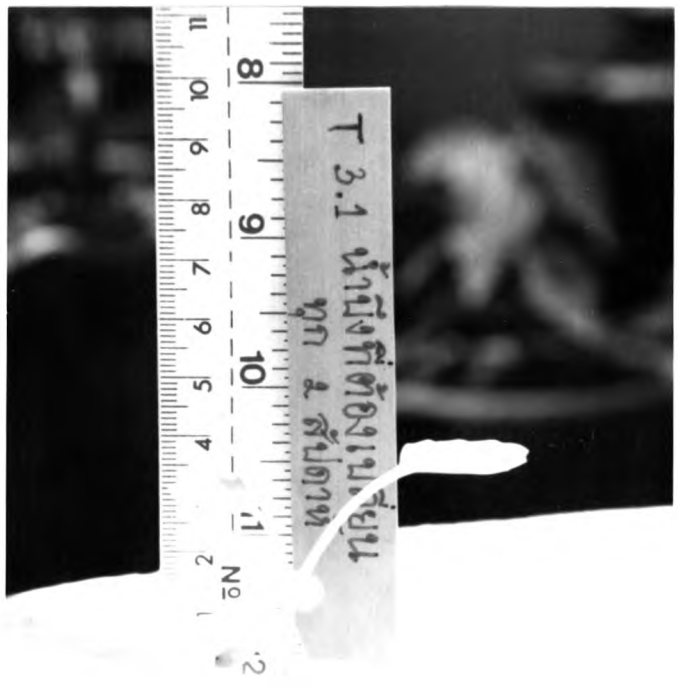
รูป ผ.1 ลักษณะน้ำบึงมักกะสัน

รูป ผ.2 ลักษณะน้ำบึงมักกะสัน

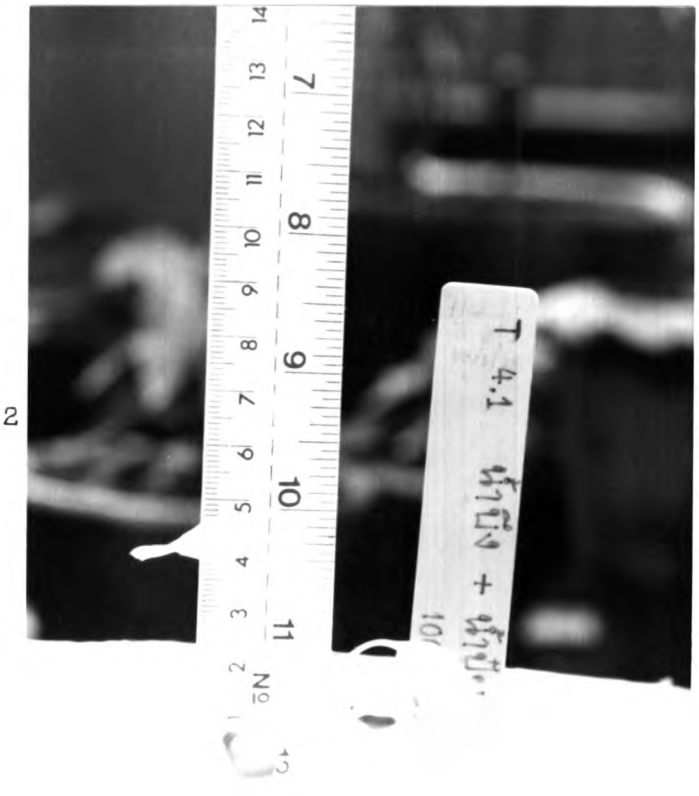


รูป ผ.3 ผักคะน้าที่ปลูกในน้ำควบคุม (T1) สัปดาห์ที่ 2

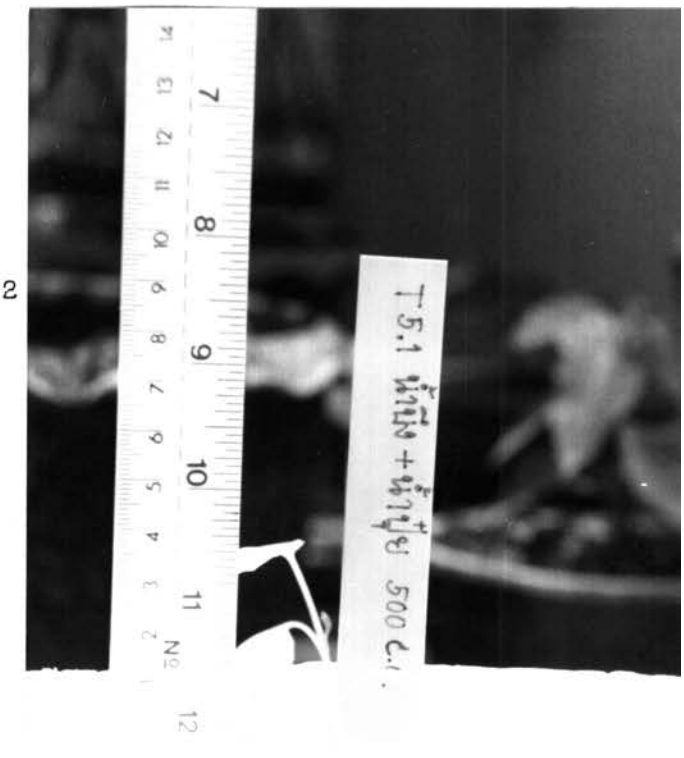
รูป ผ.4 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T2 สัปดาห์ที่ 2



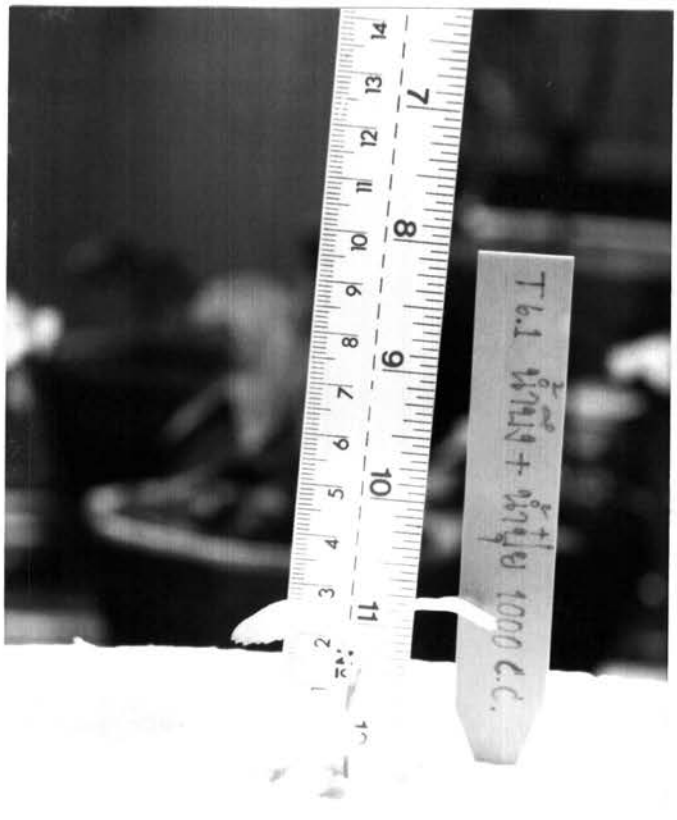
รูป ผ.5 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T3 สัปดาห์ที่ 2



รูป ผ.6 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T4 สัปดาห์ที่ 2



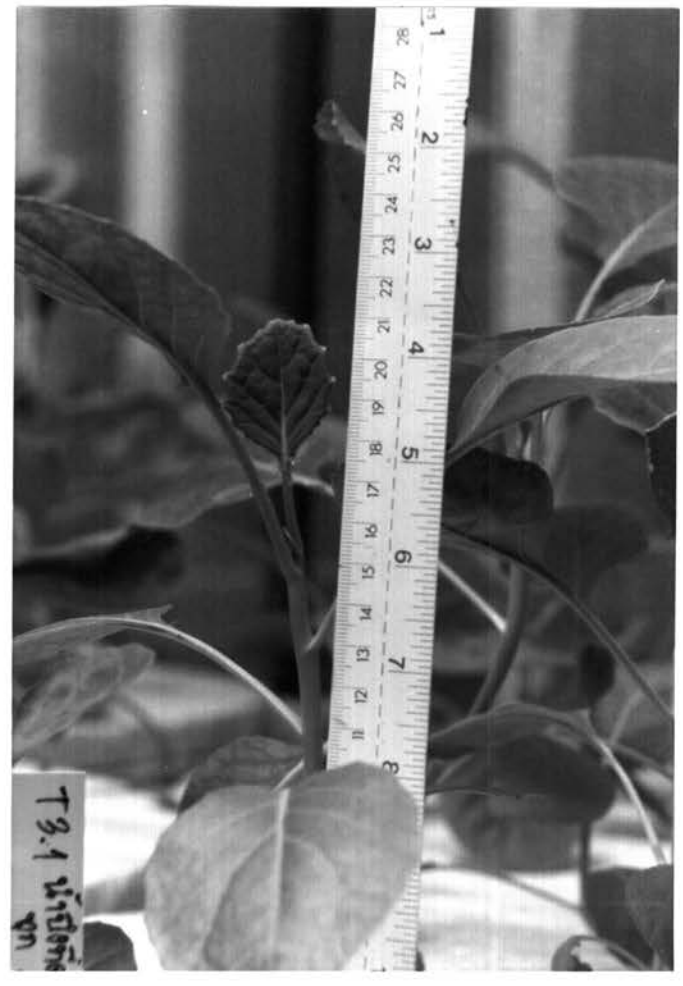
รูป ผ.7 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T5 สัปดาห์ที่ 2



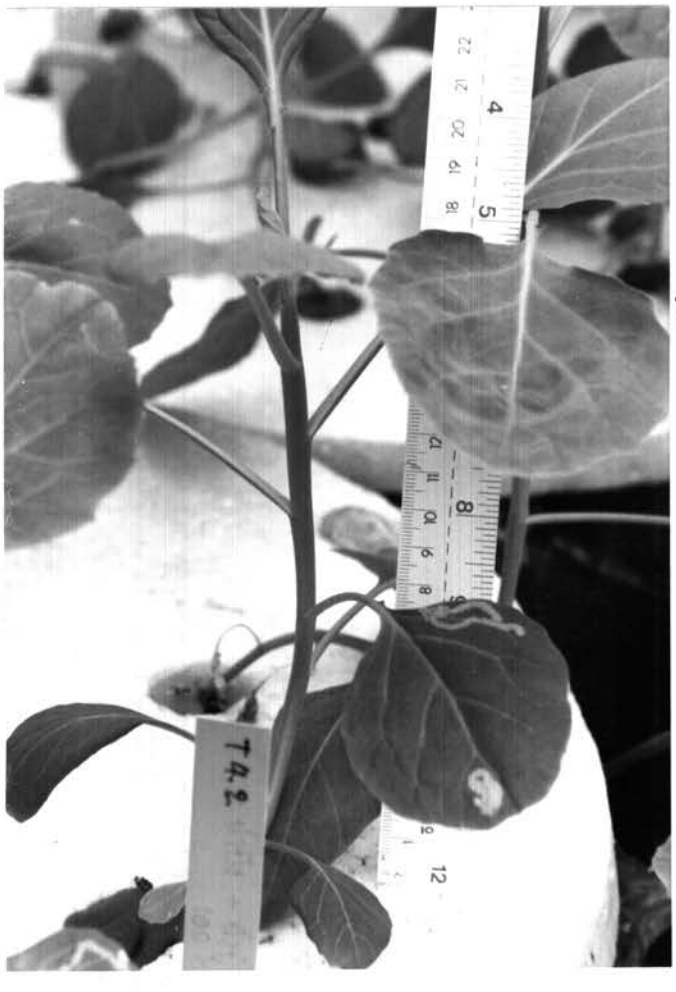
รูป ผ.8 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T6 สัปดาห์ที่ 2

รูป ผ.9 ผักคะน้าที่ปลูกในน้ำควบคุม (T1) สัปดาห์ที่ 4

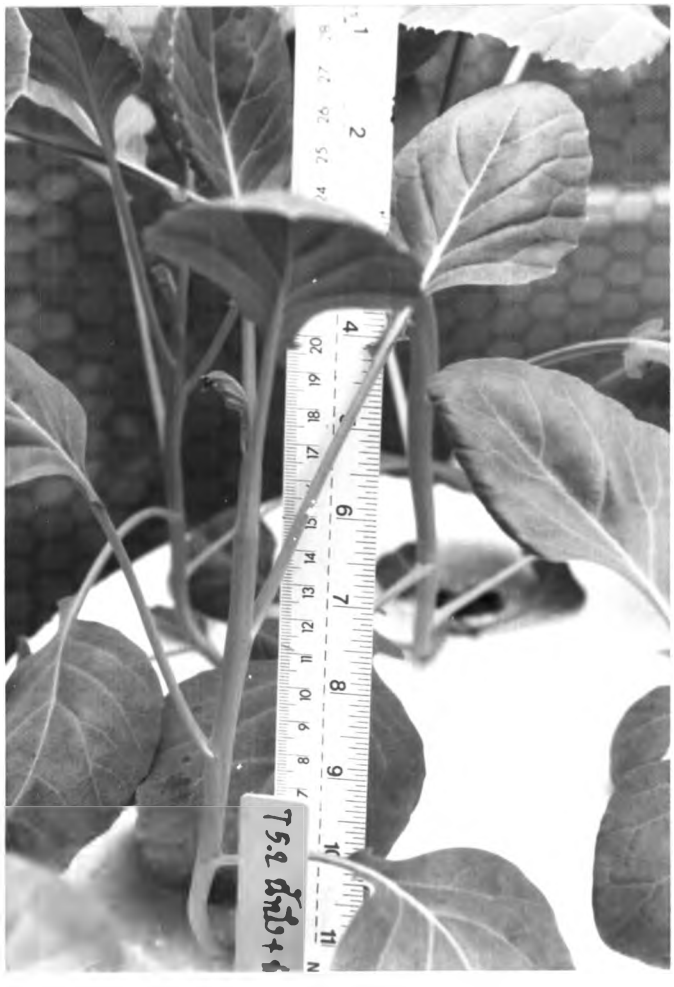
รูป ผ.10 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T2 สัปดาห์ที่ 4



รูป ผ.11 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T3 สัปดาห์ที่ 4



รูป ผ.12 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T4 สัปดาห์ที่ 4



รูป ผ.13 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T5 สัปดาห์ที่ 4

รูป ผ.14 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T6 สัปดาห์ที่ 4

รูป ผ.15 ผักคะน้าที่ปลูกในน้ำควบคุม (T1) สัปดาห์ที่ 8

รูป ผ.16 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T2 สัปดาห์ที่ 8

รูป ผ.17 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T3 สัปดาห์ที่ 8

รูป ผ.18 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T4 สัปดาห์ที่ 8

รูป ผ.19 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T5 สัปดาห์ที่ 8

รูป ผ.20 ผักคะน้าที่ปลูกในตำรับการทดลอง T6 สัปดาห์ที่ 8

ประวัติผู้เขียน

นางสาวรื่นฤดี ศรีสุนทร เกิดเมื่อวันที่ 24 ธันวาคม 2508 ที่กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาปริญญาการศึกษาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์-เคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร เมื่อปี พ.ศ. 2530