เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

หนังสือ

จรัญ จันทลักขณา. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2513

ชวลิต องประยูร. "การทำปุ๋ยหมัก" เอกสารเผยแพร่วิชาการ ฉบับที่ 16, ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529

ดำริ ถาวรมาศ, ลัดดาวัลย์ มีสุข และประเสริฐ สองเมือง. "การใช้วัสดุอินทรีย์บำรุงดิน" เอกสารเผยแพร่วิชาการ, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, 2527

ปรัชญา ธัญญาดี, พิทยากร ลิ่มทอง และเสียงแจ่ว พิริยพฤนต์. รายงานประจำปี, กรมพัฒนาที่ดิน, 2529

พิทยากร ลิ่มทอง, วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ และประโสด ธรรมเขต. "การแยกเชื้อและคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติเพื่อใช้เป็นสารตัวเร่งในการทำปุ๋ยหมัก" รายงานวิชาการ, กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน, 2527

วนิดา ฐิตะฐาน, ยุวพิน เลิศวีระวัฒน์ และเย็นใจ วสุวัต. "ศึกษาการแยกเชื้อจากมูลสัตว์ต่าง ๆ ที่ใช้เป็นตัวเร่งในการหมักปุ๋ย" รายงานวิชาการ, กรมวิชาการเกษตร, 2526

วิจิตร ไชยเพิ่ม, ปรีดี ดีรักษา, ชัยวัฒน์ สิทธิบุศย์ และอภิรักษ์ เหลืองวุฒิวิโรจน์. "การศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากดินพรุโดยใช้สารเร่งปี-2" รายงานวิชาการ, กรมพัฒนาที่ดิน, 2527

สมศักดิ์ วังใน. "ปุ๋ยหมัก" เอกสารเผยแพร่วิชาการ, ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2520

สุรพล อุปดิสกุล. สถิติการวางแผนการทดลองเบื้องต้น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523

เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์, วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ อำนวย อุบลทิพย์ และสุพัฒนา ยูพากเพียร. "การศึกษาปฏิกิริยาระหว่างเชื้อโรคพืชและเชื้อราที่ย่อยสลายเซลลูโลสบางชนิดในกองปุ๋ยหมัก" รายงานวิชาการ กองบริรักษ์ที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, 2525

สุจินต์ พนาปวุฒิกุล. "การกำจัดน้ำกากส่าจากโรงงานสุราโดยวิธีเทคโนโลยีที่เหมาะสม" ข่าวสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 26(273), 2528

บทความ

เกษม ทั่งทอง และเมธา วรรณพัฒน์. "การเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนะของตอซังข้าว และฟางข้าวหลังการเก็บเกี่ยว" วารสารแก่นเกษตร 13(4), 2528

ปัทมา วิตยากร. "ข้อคิดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากส่วนเหลือทิ้งจากการเพาะปลูก" วารสารแก่นเกษตร 9(1), (2524) : 17-22

ปรัชญา ธัญญาดี. "จักรวาลของสิ่งมีชีวิตในกองปุ๋ยหมัก" วารสารพัฒนาที่ดิน 19(193). (2524) : 15-22

ปรัชญา ธัญญาดี. "การผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรม" วารสารเกษตรอุตสาหกรรม 2(17), (2528) : 55-63

ประเสริฐ ล่องเมือง และดำริ ถาวรมาศ. "ประโยชน์ของฟางข้าว" วารสารเกษตรวันนี้ 3(33), (2527) : 12-13

เรวดี ดีมาก. "การผลิตปุ๋ยหมักระหว่างใช้เชื้อเร่งและไม่ใช้เชื้อเร่งแตกต่างกันหรือไม่" วารสารเคหการเกษตร 9(103), (2528) : 34-36

สมคิด ธรรมรัตน์ ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ ยุศักดิ์ ผุสสะวัณโณ และจรูญ คำนวณตา. "การใช้ประโยชน์จากน้ำกากส่าหมักแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาล" วารสารวิทยาศาสตร์ ม.ก. 4(2), (2528) : 21-30

อื่น ๆ

นิสิต ปัทมโยธิน. "การศึกษาเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพแบบตรึงขั้นสำหรับย่อยสลายฟางข้าว." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525

นฤมล เรืองฤทธินนท์. "เอนไซม์ย่อยสลายเซลลูโลสของ Aspergillus fumigatus Fresenius (V1) ที่แยกได้จากกองขยะ" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526

วิศิษฐ์พร เผื่อนพิภพ. "การคัดเลือกเชื้อราเพื่อใช้ในการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529

ภาษาอังกฤษ

หนังสือ

Barnett, H.L., Hunter, B.B. The Saccardo System of Classification, 1972, p. 38

Davidson, E.A. Polysaccharides in Carbohydrate Chemistry, pp.347-348. Holt, Rinchart and Winston, Inc., New York, 1967

Daji, J.A. and Rajagopala, I.T. Organic Manures (Others) Framyard Manure in Hand-book of Manures and Fertilizer. pp.150-366 Indian Coun. Agri. Res., New Delhi, 1971

Galler, W.S. and Davey, C.B. "High Rate Poultry Manure Composting with Sawdust." in Livestock Waste Management and Pollution Abatement Proceeding, International Symposium pp.159-162. Amer. Soc. Agri. Eng., 1971

Lacey. J. in Actinomycetales : Characteristic and Practical Importance (Sykes, G. and Skinner, F. A., eds.) pp.231-251. Academic Press, New York, 1973

Minnich, J., Hunt, M. "Plant Diseases" the Rodale Guide to Composting pp.60-71. Rodale Press, Inc., 1979

Reuszer, H.W. Composts, Peat and Sewage Sludge in Year-book of Agriculture. pp.237-245. The United Department of Agriculture, Washington, 1957

Russell, E.W. in Soil Conditions and Plant Growth, 10th ed., pp.283-387 English Language Book Society and Longman, 1961

Smith, G. An Introduction to Industrial Mycology. 6th ed, pp.137-171, E. Arnold Publisher, London, 1969

Wood, T.M. and McCrae, S.I. "The Mechanism of Cellulase Action with Particular Reference to the C1 Component" in Process of Bioconversion Symposium. pp.111-141. III Delhi, 1977

Yoshida, S., Forno, P.A. and Cock, J.H. in Laboratory Munual for Physiological Studies of Rice pp.61 Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 1971

บทความ

Acharya, C.N "Comparision of Different Method of Waste Material" Ind. J. Agri. Sco. 9(1939) : 817-833

Aronovsky, S.I., Lanthrop, E.C. and Nelson, G. "Aricultural Residue Rulp-bleaching Studies on Straw" Pap. Trade J. 117(1943) : 38

Bacon, S.S. "Gargage Composting for Mushroom Production" Appl. Microbiol. 13(1965) : 5

Chang, Y. and Hudson, H.J. "The Fungi of Wheat Straw Compost. I. Ecological Studies Tran. Br. mycol soc 50(4), (1967) : 649-666

Clawson, W.J. Garret, W.W. and Richards, S. "Composition of Rice Straw" Calif. Agri. Ext. Serv. Publ. MA-1 (1970 : 45-92

Cochran, T.W. and Vercellotti, J.R. "Hexosamine Biosynthesis and Accumulation by Fungi in Liquid and Solid Media." Carbohydrate Research 61(1978) : 529-543

EL-Nakeeb, M.A., and Lechevalier, H.A. "Selective Isolation of Actinomycetes" Appl. Microbiol, 1962 : 75-77

Erikson, D. "Temperature Grawth Relationships of a Thermophilic Actinomycetes, Micromonospora vulgaris" J. Gen. Microbiol. 6(1952) : 286-294

Finstein, M.S. and Morris, M.L. "Microbiology of Municipal Solid waste Composting" Adv. Appl. Microbiol. 19(1975) : 113-151

Follett, R.H., Murphy, L.S, and Donalme, R.L. "Composts" Fertilizers and Soil Amendments. 10(1981) : 493-397

Gaur, A.C. and Bhardwaj, K.K.R. "Influence of Sodium Humate on the Grop Plants Inoculated with Bacteria of Agricultural Importance" Plant and Soil 35(1971) : 613-621

Goleuke, C.G; Card, B. J. and McGauhey, P.H. "A Critical Evaluation of inoculums in Composting" Appl. Microbiol. 2(1954) : 45-53

Halsall, D.M. and Gibson, A.H. "Cellulose Decomposition and Associated Nitrogen Fixation by Mixed Cultures of Cellulomonas gelide and

Axospirillum Species or Bacillus macerans" Appl. Environ. Microbiol, 50(4), (1985) : 1021-1026

Han, Y.W. "Microbial Utilization of Straw" Adv. Appl. Microbiol. 23(1978) : 119-153

Hankin, L. and Anagnostakis, S.L. "Solid Media Containing Carboxymethy-cellulose to Detect Cx Cellulase Activity of Micro-organisms" J.Gen. Microbiol. 98(1977) : 109-115

Hoyle, A. and Mattingly, C. E. G. "Studies on Composts Prepared from Waste Materials. I. Preparation, Nitrogen Losses and Changes in 'Soluble Nitrogen' J. Sci. Food. Agric. 5(1954) : 54-64

Johnson, A.R. "Improved Method of Hexasamine Determination" Anal. Biochem. 44(1971) : 628-635

Mahloch, J.L. "Fungi Present during the Aerobic Decomposition of Selected - Waste Substrates". Dev. Microbiol. 13(1972) : 308-316

Malek, ABD. EL, Monib, M., Zayed, M.N. "Bacteriological and Chemical Studies in Rice Straw Compost I. Composting of Rice STraw at Temperatures Occurring under field conditions" S. Soil. Sci. 1(1), (1961), 51-56

Mandels, M. and Sternberg, D. "Recent Advances in Cellulase Technology" J. Ferment. Technol. 54(4), (1976) : 267-286

Mizukoshi, S., Sugi, H., Mari, H. and Ichihash, M. "Production of Cellulase from Pellicularia filamentosa" J. Ferment. Technol. 55(5), (1977) : 548-552

Murao, S., Kanamoto, J, Arai, M. "Isolation and Identification of a Cellulolytic Enzyme Producing Microorganism J. Ferment. Technol. 57(3), 1979 : 151-156

Muller, F,M. "On the Rtlationship between the Properties of Straw Pulp and Properties of Straw" Tech. Ass. Paper. Pulp. Ind. 43(1960) : 209-218

Nelson, N. "A Photometric Adaptation of Somogyi Method for the Determination of Glucose" J. Bio. Chem. 153(1944) : 375-380

Obrist, W. "Additive and Window Composting of Ground Household Refuse." Compost Science 6(3), (1966) : 27-29

Poincelot, R.P. "The Biochemistry and Methodology of Composting" The. Connec. Agric. Expt. Sta. Bulletin 754(1975) : 1-8

Regan, R.W. and Jerris, J.S. "A Review of the Decomposition of Cellulose and REfuse" Compost Science. 11(1970) : 17-20

Sain, P. and Broadbent, F. E. "Decomposition of Rice Straw in Soils as Affected by Some Management Factors" J. Environ. Qual 6(1), (1977) : 96-101

Shin, S.B, Kitagawa, Y,, Suga, K. "Cellulase Biosynthesis by Trichoderma viridae on Soluble Substrates" J. Ferment. Technol. 56(4), (1978) : 396-402

Sircar, S.S. G. and Bhowmick, H.D. "Micro-Biological Decomposition of Plant Materials. I. Change in the constituents of Rice Straw (Kanaktara) produced by Micro-organisms present in soil suspension under aerobic, anaerobic and waterlogged conditions. The Indian Journal of Agricultural Science, (1938) : 119-149

Siu, R,G.H. and Reese, E.T. "Decomposition of cellulose by Microorganism" The Botanical Review 19(7), (1953) : 377-416

Somogyi, M. "A New Reagent for the Determination of Sugar" J. Biochem. 160(1945) : 61-68

Soest, V.P.J. and Jones, L.M.P. "Effect of Silica in Forages upon Digestibility" J. Dairy Sci. 51(1968) : 1644-1648

Spohn, E. "Composting by artificial aeration. Compost Science 11(3), (1970) : 22-23

Strom, P.F. "Identification of Thermophilic Bacteria in Solid Waste Composting" Appl. and Environ. Microbiol. 50(4), 1985 : 906-913

Stutzenberger, F.J, Kaufman, A.J., and Lossin, R.D. "Cellulolytic activity in Municipal Solid Waste Composting" Can. J. of Microbil. 16(1970) : 553-560

Stutzenberger, F.J. "Cellular Production by Thermomonospora curvata Isolation from Municipal Solid Waste Compost" Appl. Microbiol. 22(2), (1971) : 147-152

Stacey, M. "Straw as a Potential Raw Material for Chemicals" Agri. Prog. 51(1976) : 69-75

Tong, C.C., Cole, A.L. and Shepherd, M.G. "Purification and Properties of the Cellulases from the Thermophilic Fungus Thermoascus aurantiacus" Biochem. J. 191(1980) : 83-94

Takao, S., Kamagata, Y. and Sasaki, H. "Cellulase Production by Penicillium purpurogenum" J. Ferment Technol. 63(2), (1985) : 127-134

Updegraff, D.M. "Microbiological Aspects of Solid-Waste Composting" Dev. Ind. Microbiol. 13(1972) : 16-24

Waksman, S.A., Umbreit, W.W, and Cordon, T.C. "Thermophilic Actinomycetes and Fungi in Soils and in Composts" Soil. Sci. 47(1939) : 37-61

Waksman, S.A. "The Microbiology of Cellulose Decomposition and Som Economic Problems Involved" The Bot. Rev. 6(12), (1940) : 637-665

Wiley, J.S. cited by Biddlestone, A.J. and Graw, K.R. "Composting Waste Management and Pollution Control 4(2), (1957) : 1059-1069

อื่น ๆ

Yadav, K.S. "Studies on Cellulolytic and Linolytic Microorganism" Ph.D. Thesis, IARI, 1977

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1. อาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1 Carboxymethylcellulose agar (Hankin และ Anagnostakis, 1977)

โซเดียมคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส์	5.0 กรัม
แอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3)	0.3 กรัม
ไดโปตัสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	1.0 กรัม
แมกเนเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$)	0.5 กรัม
โปตัสเซียมคลอไรด์ (KCl)	0.5 กรัม
เฟอริคซัลเฟต $Fe_2(SO_4)_3$	ปริมาณเล็กน้อย
วุ้น (agar)	10.0 กรัม
น้ำกลั่น (H_2O)	1000 มิลลิลิตร

ละลายส่วนประกอบเข้าด้วยกันปรับความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 5.0 ต้มให้เดือด ผ่านการฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศา เซลเซียส นาน 15 นาที

1.2 Czapek's mineral solution

โซเดียมไนเตรท ($NaNO_3$)	3.0 กรัม
ไดโปตัสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	1.0 กรัม
แมกเนเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$)	0.5 กรัม
โปตัสเซียมคลอไรด์ (KCl)	0.5 กรัม
เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$)	0.01 กรัม
น้ำกลั่น	1000.00 มิลลิลิตร

ละลายส่วนประกอบเข้าด้วยกัน ปรับความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 5.0 ภายใน test tube บรรจุกระดาษกรองขนาด 1x8 เซนติเมตร โดยที่ปลายด้านหนึ่งจุ่มลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ และปลายอีกด้านหนึ่งของกระดาษกรองโผล่ขึ้นมาเหนืออาหารเลี้ยงเชื้อ ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศา เซลเซียส นาน 15 นาที

1.3 Mandels and Weber's medium (Takao & Sasaki & Kamagata, 1985)

แอมโมเนียมซัลเฟต $(NH_4)_2SO_4$	1.4	กรัม
โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	2.0	กรัม
ยูเรีย (N_2H_4CO)	0.3	กรัม
แมกเนเซียมซัลเฟต $(MgSO_4.7H_2O)$	0.3	กรัม
แคลเซียมคลอไรด์ $(CaCl_2)$	0.3	กรัม
เฟอรัสซัลเฟต $(FeSO_4.7H_2O)$	0.005	กรัม
ซิงค์ซัลเฟต $(ZnSO_4.7H_2O)$	0.0014	กรัม
แมงกานีสซัลเฟต $(MnSO_4.H_2O)$	0.0016	กรัม
โคบอลต์คลอไรด์ $(CoCl_2)$	0.002	กรัม
ทวีน 80 (Tween 80)	2.0	กรัม
โพลีเปปโตน (polypeptone)	1.0	กรัม
เซลลูโลส (Cellulose power)	10.0	กรัม
น้ำกลั่น (H_2O)	1000	มิลลิลิตร

ปรับความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.0 ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

1.4 Potato dextrose agar

มันฝรั่ง	200	กรัม
กลูโคสหรือเด็กซ์โตรส	20	กรัม
วุ้น (agar)	15	กรัม
น้ำกลั่น (H_2O)	1000	มิลลิลิตร

ต้มมันฝรั่งในน้ำจนเดือดนานประมาณ 10 ถึง 15 นาที นำเฉพาะน้ำส่วนที่ได้มาผสมรวมกับกลูโคสและวุ้น เติมน้ำกลั่นจนส่วนละลายที่ได้มีปริมาตรครบ 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

1.5 Rose bengal medium

โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	0.5	กรัม
ไดโปตัสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	0.5	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$)	0.5	กรัม
เปปโตน (peptone)	0.5	กรัม
เด็กซ์โตรส (dextrose)	10.0	กรัม
ยีสต์เอกซ์แทรค (yeast extract)	0.5	กรัม
โรสเบงกอล	0.05	กรัม
สเตร็บโตมัยซิน	0.03	กรัม
วุ้น (agar)	17.00	กรัม
น้ำกลั่น (H_2O)	1000.00	มิลลิลิตร

นำส่วนประกอบข้างต้นมาผสมกัน (ยกเว้นสเตร็บโตมัยซิน) ต้มให้เดือดผ่านการฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เติมสเตร็บโตมัยซินที่ปราศจากเชื้อลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อขณะที่อุณหภูมิของอาหารเลี้ยงเชื้อประมาณ 40-42 องศาเซลเซียส เขย่าเบา ๆ ให้อาหารเลี้ยงเชื้อและสเตร็บโตมัยซินผสมกันแล้วจึงค่อยเทลงในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ

1.6 Arginine-glycerol-salt medium (EL-Nakeeb & Lechevalier, 1962)

Arginine monohydrochloride	1.0	กรัม
กลีเซอรอล (Glycerol)	12.50	กรัม
ไดโปตัสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	1.0	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	1.0	กรัม
แมกเนเซียมซัลเฟต *$MgSO_4.7H_2O$)	0.5	กรัม
เฟริคซัลเฟต ($Fe_2(SO_4)_3.6H_2O$)	0.010	กรัม
คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)	0.001	กรัม
ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4.7H_2O$)	0.001	กรัม

แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4.H_2O$)	0.001	กรัม
วุ้น (Agar)	15.0	กรัม
น้ำกลั่น (H_2O)	1000.00	มิลลิลิตร

ความเป็นกรดด่าง . = 6.9 ถึง 7.1

นำส่วนประกอบข้างต้นมาผสมกัน ต้มให้เดือด ผ่านการฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

ภาคผนวก 2. การเตรียมสารละลายเคมี

2.1 สารเคมีที่ใช้หาปริมาณคาร์บอน

2.1.1 สารละลายโปตัสเซียมไดโครเมตเข้มข้น 1 นอร์มอล

นำโปตัสเซียมไดโครเมตชนิด Analytical grade อบแห้งที่อุณหภูมิ 140 ถึง 180 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในภาชนะดูดความชื้น แล้วนำมาชั่งให้ได้น้ำหนักเท่ากับ 49.037 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เท่ากับ 1000 มิลลิลิตร

2.1.2 สารละลายเฟอรัสซัลเฟตเข้มข้น 0.5 นอร์มอล

ละลายเฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$) 140 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ที่มีกรดซัลฟูริคเข้มข้นอยู่ 15 มิลลิลิตร แล้วคำนวณความเข้มข้นที่แน่นอน โดยนำไปเตรทกับโปตัสเซียมไดโครเมตเข้มข้น 1 นอร์มอล 25 มิลลิลิตร ใช้ Ferroin เป็นอินดิเคเตอร์ สารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินอมเขียวเป็นสีเขียวแก่ จากสีเขียวแก่เป็นสีเขียวน้ำเงินใส และในที่สุดจะได้สีน้ำตาลแดง

2.1.3 O-Phenanthroline-ferrous complex (Ferroin) ความเข้มข้น 0.025 โมลาร์

ละลาย O-phenanthroline monohydrate จำนวน 14.85 กรัม และเฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$) จำนวน 6.95 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล

2.2 สารเคมีที่ใช้หาปริมาณไนโตรเจน

2.2.1 สารละลายบอริกแอซิด (H_3BO_3) 4 เปอร์เซ็นต์

ละลายบอริคแอซิด 40 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

2.2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 เปอร์เซ็นต์

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม ในน้ำกลั่น 500 กรัม การละลายควรทำในอ่างน้ำเย็น และภายใต้ fume hood

2.2.3 อินดิเคเตอร์ผสม

- ชั่ง methyl red 100 มิลลิกรัม ละลายใน 95 เปอร์เซ็นต์ เอธิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร

- ชั่ง Brom-cresol-green 50 มิลลิกรัมใน 95 เปอร์เซ็นต์ เอธิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร

นำสารละลาย เมทิลเรด และสารละลายบรอมครีซอลกรีนมาผสมกันในอัตราส่วน 2 ต่อ 3

2.2.4 methyl organge indicator

ละลาย methyl orange 0.1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

2.2.5 โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)

ชั่งโซเดียมคาร์บอเนตชนิด Analytical grade หนัก 10 ถึง 20 กรัม

อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บไว้ในภาชนะที่ใช้ดูดความชื้น (dessicator)

2.2.6 สารละลายกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

นำสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 8.49 มิลลิลิตร มาละลายในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 1000 มิลลิลิตร นำกรดเกลือที่เตรียมได้ไป Standardize กับโซเดียมคาร์บอเนต โดยชั่งโซเดียมคาร์บอเนตหนัก 0.2556 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปไตเตรทกับกรดเกลือที่เตรียมไว้ใช้ methyl orange เป็นอินดิเคเตอร์ (2-3 หยด) ขณะไตเตรทต้องทำให้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตอุ่นอยู่เสมอ จุดเอ็นพอย

(end-point) ของการไตรเตรทสังเกตได้จากสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตจะเปลี่ยนจากสีเหลืองส้มไปเป็นสีชมพู

2.3 สารเคมีเฮกซาเดคซิลไตรแอมโมเนียมโบรไมด์ 1 เปอร์เซ็นต์

ละลายเฮกซาเดคซิลไตรแอมโมเนียมโบรไมด์ 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

2.4 สารละลายที่ใช้หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี Somogyi-Nelson (Somogyi, 1944)

2.4.1 สารละลาย Somogyi's Alkali Copper

ละลายไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ($Na_2HPO_4.12H_2O$) 71 กรัม และโปตัสเซียมตาร์เตรต 40 กรัม ในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร เติมโซเดียมไฮดรอกความเข้มข้น 1 นอร์มอล จำนวน 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เติมคอปเปอร์ซัลเฟตความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ 80 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วทำให้ร้อน จากนั้นเติมโซเดียมซัลเฟตจำนวน 180 กรัม ละลายให้เข้ากัน ปรับปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 1000 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีน้ำตาล ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 24 ถึง 48 ชั่วโมง ถ้ามีตะกอนให้กรองออกแล้วจึงนำไปใช้

2.4.2 สารละลายอาร์ซีโนโมลิบเดต (Arsenomolybdate)

เตรียมสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต $(NH_4)_6MO_7D_{24}.4H_2O$ จำนวน 53.2 กรัม ในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร เติมซัลฟูริคเข้มข้น (conc) 21 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันเติมสารละลายของไดโซเดียมออร์โธอาร์ซีเนต ($Na_2HAsO_4.7H_2O$) ความเข้มข้น 12 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน เก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง (ถ้ามีตะกอนกรองออก) แล้วจึงนำไปใช้

2.5 สารละลายบัฟเฟอร์

2.5.1 สารละลายอะซีเตตบัฟเฟอร์ (acetate buffer)

สารละลาย A 0.2M อะซีติค แอซิด (acetic acid) (11.55 มิลลิลิตรของกรดอะซีติกในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร)

สารละลาย B 0.2M โซเดียมอะซีเตต (16.4 กรัมของโซเดียมอะซีเตทในน้ำกลั่น 1000 มล.)

สารละลาย A จำนวน X มิลลิลิตร + สารละลาย B Y มิลลิลิตร

ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

A	B	'C
46.3	3.7	3.6
44.0	6.0	3.8
41.0	9.0	4.0
36.8	13.2	4.2
30.5	19.5	4.4
25.5	24.5	4.6
20.0	30.0	4.8
14.8	35.2	5.0
10.5	39.5	5.2
8.8	41.2	5.4
4.8	45.2	5.6

2.5.2 สารละลายไกลซีน-โซเดียมไฮดรอกไซด์บัฟเฟอร์ (Glycine-sodium hydroxide buffer)

ประกอบด้วยสารละลาย A 50 มิลลิลิตร และสารละลาย B x มิลลิลิตร มาผสมรวมกันตาม pH ที่ต้องการ

สารละลาย A : 0.8 โมลาร์ของไกลซีน (60.056 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร)

สารละลาย B : 0.8 โมลาร์ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (32 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร)

X (มิลลิลิตร)	pH
4.0	8.6
6.0	8.8
8.8	9.0
12.0	9.2
16.8	9.4
22.4	9.6
27.2	9.8
32.0	10.0
38.6	10.4
45.5	10.6
52.4	10.8

2.6 ออร์โธไนโตรเฟนิล-เบตา-ดี กลูโคไพราโนไซด์ (O-nitrophenyl-B-D-glucopy-ranoside) 5.0 มิลลิโมล

ละลายออร์โธไนโตรเฟนิล-เบตา-ดี กลูโคไพราโนไซด์ 0.1507 กรัม ใน 0.2 โมลาร์ อะซีเตตบัฟเฟอร์ 100 มิลลิลิตร

2.7 สารละลายสำหรับวัดหาปริมาณกลูโคซามีน (Van de Loo, 1976)

2.7.1 อะเซติลอะซีโตนรีเอเจนต์ (Acetyl acetone reagent)

เตรียมสารละลาย 4 เปอร์เซ็นต์อะเซติลอะซีโตนใน 1.25 โมลาร์ ของโซเดียมคาร์บอเนต ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

2.7.2 เออร์ลิกรีเอเจนต์ (Erhlich's reagent)

ละลายพาราไดเมทธิลอะมิโนเบนซัลดีไฮด์ 1.6 กรัม ในส่วนผสมของกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 30 มิลลิลิตร และเอทธิลแอลกอฮอล์ 30 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็นได้นาน 2-3 วัน

2.8 สารละลายมาตราฐาน

2.8.1 สารละลายมาตราฐานกลูโคส

นำกลูโคสอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศา เซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ละลายกลูโคส 0.2 กรัม ในอะซีเตตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์อะซีเตตบัฟเฟอร์ความเป็นกรดเป็นด่าง 5 ทำให้ได้สารละลายกลูโคสมีความเข้มข้น 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นำสารละลายกลูโคสที่ได้มาทำให้เจือจางลงเป็น 10 เท่า ได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อจากนั้นทำสารละลายที่ได้ให้เจือจางลงจนมีความเข้มข้น 20, 40, 80, 120, 160 และ 200 ไมโครกรัมตามลำดับ

2.8.2 สารละลายมาตราฐานออร์โธไนโตรฟีนอล

ละลายออร์โธไนโตรฟีนอล 0.2 กรัม ในอะซีเตตบัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ pH 4.0 ให้มีปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร ทำให้ได้สารละลายออร์โธไนโตรฟีนอลที่มีความเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้มาทำให้เจือจางลงเป็น 10 เท่า ได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อจากนั้นทำสารละลายที่ได้ให้เจือจางลงจนมีความเข้มข้น 20, 40, 80, 120, 160 และ 200 ไมโครกรัมตามลำดับ

2.8.3 สารละลายมาตราฐานกลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์

ละลายดี-กลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์ 50 กรัม ในน้ำกลั่น และทำให้มีปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น

ภาคผนวก 3

3.1 วิเคราะห์ปริมาณอินทรียคารบอน (ตามวิธีของ Walkley และ Black, 1934)

นำตัวอย่างฟางข้าวมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศา เซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างมาบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบดมูสเนิกซ์ คลุกเคล้าให้สม่ำเสมอ ชั่วตัวอย่างจำนวน 0.05 กรัม ใส่ในขวด (flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายมาตราฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 1 นอร์มอล จำนวน 10 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดซัลฟูริคเข้มข้นจำนวน 8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งค้างคืน เติมน้ำกลั่นจำนวน 50 มิลลิลิตร เขย่าแล้วปล่อยให้เย็น

ใส่สารละลายกรดฟอสฟอริค (Phosphoric acid) 85 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตรโดยปริมาตร) จำนวน 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติมสารละลายออร์โธฟีนานโทรินเฟอรัสคอมเพล็ก (orthophenanthrorin ferrous complex) จำนวน 2 มิลลิลิตร นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตราฐาน เฟอรัสซัลเฟต 0.5 นอร์มอล จนกระทั่งถึงจุดยุติ (end point) สารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีน้ำตาลแดง นับจำนวนปริมาตรของสารละลายเฟอรัสซัลเฟตที่ใช้กับตัวอย่าง และ blank แทนค่าในสูตร

$$\text{ร้อยละของปริมาณคาร์บอน} = \frac{(B-S) \times N \times 0.39}{W}$$

B = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายเฟอรัสซัลเฟตที่ใช้กับ blank

S = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายเฟอรัสซัลเฟตที่ใช้กับตัวอย่าง

N = ความเข้มข้นของสารละลายเฟอรัสซัลเฟตมีหน่วยเป็นนอร์มอล

W = น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง

3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน (ตามวิธี Yoshida, Forno และ Cock, 1971)

ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 0.5-1.0 กรัม ใส่ลงใน Kjeldahl flask เติมโปตัสเซียมซัลเฟต และคอปเปอร์ซัลเฟตอย่างละ 1 กรัม และเติมสารละลายกรดซัลฟูริคเข้มข้นในปริมาณ 25 มิลลิลิตรลงไป นำไปตั้งบนเตาที่ใช้สำหรับย่อย (digest) จนกระทั่งได้สารละลายใสทิ้งไว้อีก 10 นาที จึงยกลง ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำลงไปเจือจางให้ได้สารละลายมีปริมาตร 250 มิลลิลิตร จากนั้นแบ่งสารละลายมา 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดก้นกลมในชุดกลั่นด้วยไอน้ำ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) จำนวน 10 มิลลิลิตร ลงไป แล้วทำการกลั่นด้วยไอน้ำ เก็บก๊าซแอมโมเนียที่เกิดขึ้นโดยผ่านลงไปในสารละลาย 20 มิลลิลิตร ของกรดบอริค 4 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอินดิเคเตอร์ผสมของ bromcresol green กับ methyl red อยู่ด้วย เก็บสารละลายที่กลั่นได้จนมีปริมาตร 100-150 มิลลิลิตร และเปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์จากสีม่วงเป็นสีเขียว นำสารละลายนี้ไปไตเตรทด้วยสารละลายกรดเกลือมาตราฐานที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งถึงจุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีม่วง นำค่าต่าง ๆ ไปคำนวณในสูตร

ร้อยละของปริมาณไนโตรเจน $= \frac{(S-B) \times N \times 14}{W}$

W = น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง

S = จำนวนมิลลิลิตรของกรดเกลือ (HCl) ที่ใช้กับตัวอย่าง

B = จำนวนมิลลิลิตรของกรดเกลือที่ใช้กับ Blank

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือที่มีหน่วยเป็นนอร์มอล

3.3 การหาค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)

คำนวณจากสูตร :-

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน $= \frac{\text{ร้อยละของปริมาณคาร์บอน}}{\text{ร้อยละของปริมาณไนโตรเจน}}$

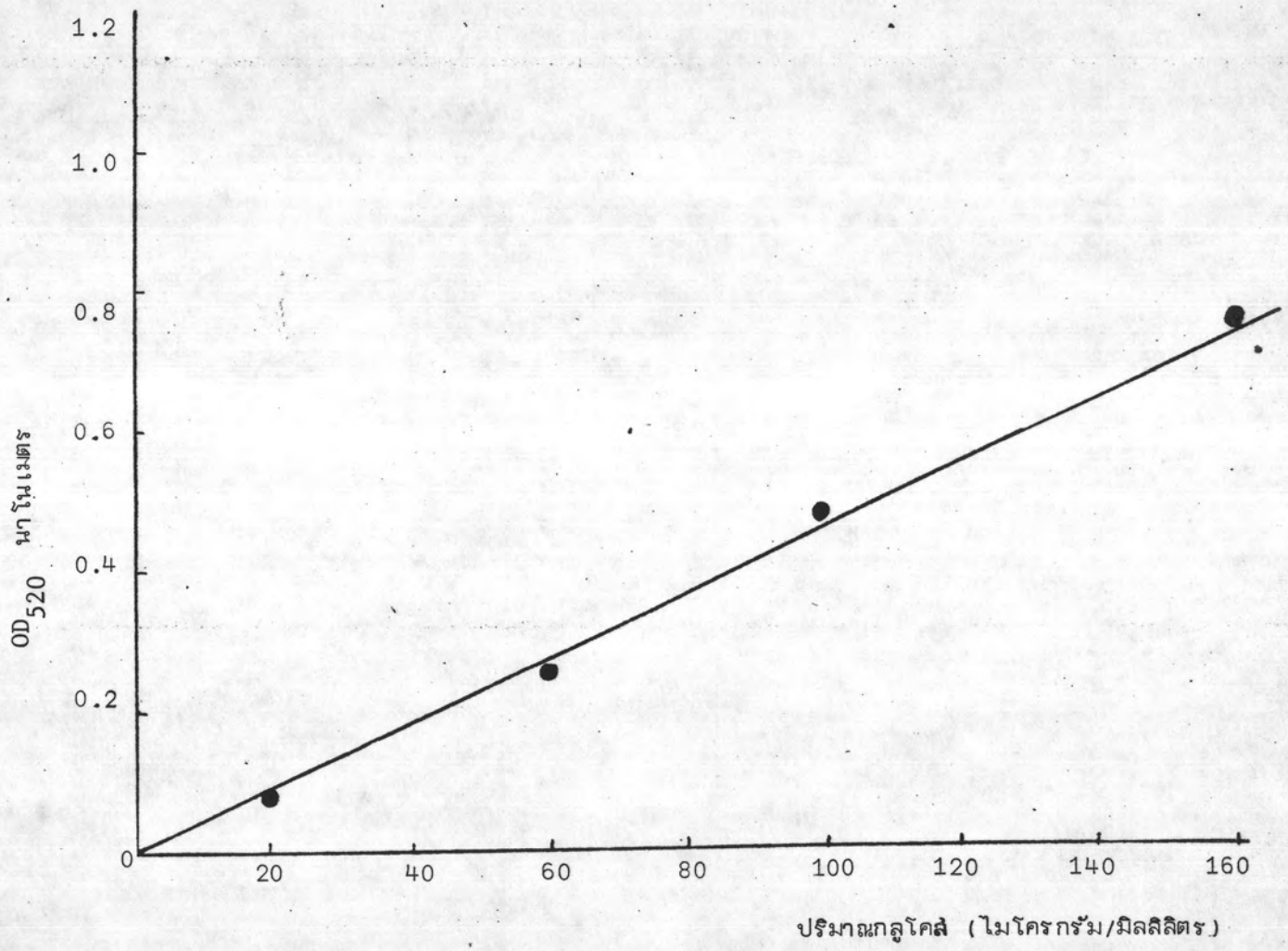
3.4 การวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี Somogyi-Nelson (Nelson, 1944; Somogyi, 1945

ผสมสารละลายน้ำตาลตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร (ประมาณว่ามีน้ำตาลรีดิวซ์อยู่ 20-150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) กับ 1 มิลลิลิตรของสารละลายโซโมกิอัคคาไลคอปเปอร์ ต้มในน้ำเดือดนาน 15 นาที ทิ้งให้เย็น แล้วเติม 1 มิลลิลิตรของสารละลายอาซีโนโมลิบเดต ตั้งทิ้งไว้นาน 15 นาที เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร วัดความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้นที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร อ่านค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของสารละลายโดยเทียบสีที่เกิดจากสารละลายน้ำตาลกลูโคสมาตรฐาน

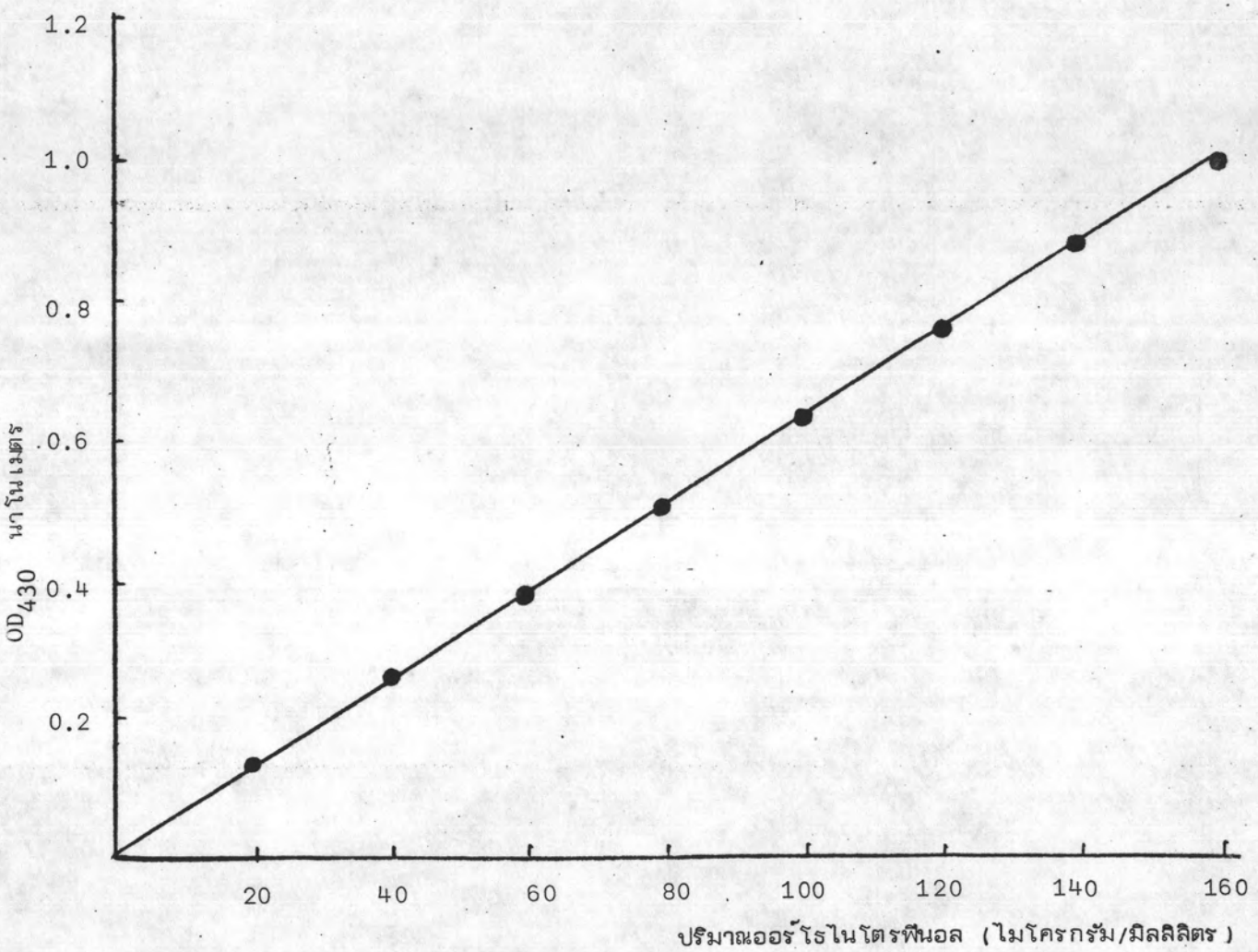
3.5 การวัดปริมาณกลูโคซามีน โดยวิธีของ Morgan-Elson ที่ปรับปรุง (Johnson. 1971)

ผสม 1 มิลลิลิตรของสารละลายกลูโคซามีนที่เตรียมได้กับ 1 มิลลิลิตรของอะเซทิลอะซีโตน (ภาคผนวกที่ 2 ข้อ 2.7.1) ต้มในน้ำเดือด 20 นาที เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตร และ 1 มิลลิลิตรของสารละลายเออร์ลิกรีเอเจนต์ (ภาคผนวก 2 ข้อ 2.7.2) หลังจาก 30 นาที นำไปวัดความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้นที่ความยาวคลื่นแสง 530 นาโนเมตร เทียบกับสารละลายมาตรฐานดี-กลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์

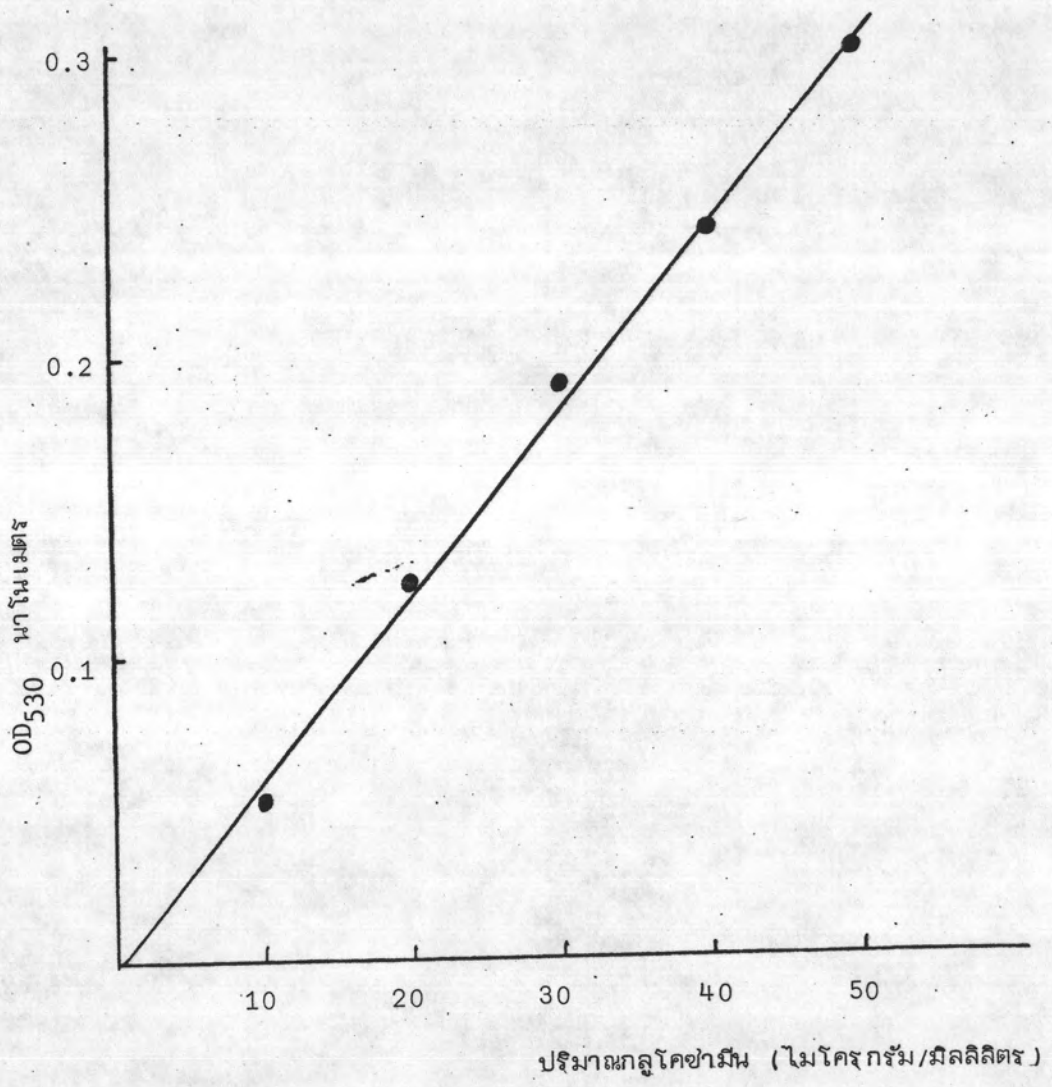
ภาคผนวก 4 เส้นกราฟมาตราฐาน



รูปที่ 4.1 เส้นกราฟมาตราฐานของน้ำตาลรีดิวซ์มาตราฐานกลูโคสโดยวิธีของ Somogyi-Nelson



รูปที่ 42 เส้นกราฟมาตราฐานของออร์โธไนโตรฟีนอล



รูปที่ 4.3 เส้นกราฟมาตราฐานของกลูโคซามีนมาตราฐานโดยวิธี Morgan-Elson

ภาคผนวกที่ 5 ตัวอย่างการคำนวณทางสถิติ

5.1 การทดสอบความแตกต่างของสิ่งทดลอง (สุรพล, 2523)

โดยใช้แผนการทดลอง Completely randomized design

5.1.1 เนื่องจากข้อมูลอัตราส่วนการับอนต่อไนโตรเจนเป็นสัดส่วนที่ค่าสังเกตคิดเป็นทศนิยมหรือเป็นเปอร์เซ็นต์ จำเป็นต้องแปลงข้อมูลเป็นอาร์คไซน์ (จรัญ, 2513)

สิ่งทดลอง	อัตราส่วนการับอนต่อไนโตรเจนฟางข้าว		ผลรวม (T)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{T}$)
	1	2		
ฟางข้าวหมัก	33.02	32.27	65.29	32.65
ฟางข้าว+แอมโมเนียมไนเตรท	23.11	23.11	46.22	23.11
ฟางข้าว+น้ำกากส่า	19.37	19.28	38.65	19.33
ฟางข้าว+กากมัน	27.35	28.11	55.46	27.73
			205.62	25.72

การคำนวณ

5.1.2 Correction factor (C.F) $= \frac{(205.62)^2}{(4)(2)} = 5284.948$

5.1.3 Total SS $= (33.02)^2+(32.27)^2+ - - - +(28.11)^2-C.F$

$= 199.9794$

5.1.4 Treatment SS $= \frac{(65.29)^2+ - - - - +(55.46)^2}{2}-CF$

$= 199.405$

5.1.5 Error SS $=$ Total SS - Treatment SS

$= 199.9794 - 199.405$

$= 0.5744$

5.1.6 Treatment MS $= \frac{\text{Treatment SS}}{(t-1)}$

$= \frac{199.405}{(4-1)}$

$= 66.47$

5.1.7 Error MS $= \frac{\text{Error SS}}{t(\ -1)}$

$= \frac{0.5744}{4(2-1)}$

$= 0.1436$

5.1.8 F คำนวณ $= \frac{\text{Treatment MS}}{\text{Error MS}}$ d.f ของตัวตั้ง , ตัวหาร

$= \frac{66.47}{0.1436}$ $d.f_{3,4}$

$= 462.883$ d.f 3,4

5.1.9 ค่า F จากภาคเปิดตาราง $F_{3,4} = 9.12$ ที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

5.1.10 ค่า F จากที่คำนวณ > ค่า F จากตารางที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์

5.1.11 สรุปผลว่า อัตราส่วนการรับอนต่อไนโตรเจนของฟางข้าวหมัก ฟาง+แอมโมเนียมไนเตรท ฟาง+กากถั่ว ฟาง+กากมัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ที่ 0.05

5.1.12 C.V $= \frac{\text{Standard deviation}}{\text{mean}} \times 100$

$= \frac{\sqrt{\text{Error mean square}}}{\text{grand mean}} \times 100\ \%$

$= \frac{\sqrt{0.1436}}{25.72} \times 100$

$= 1.47\ \%$

5.1.13 แสดงผลวิเคราะห์ความแปรปรวนในตาราง

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

แหล่งความแปรปรวน (SOV)	องศาความเป็นอิสระ (d.f)	ผลรวมกำลังสอง SS	ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสอง MS	ค่า F
Treatment	(t-1) = 3	199.405	66.47	462.883*
Error	t(r-1) = 4	0.5744	0.1436	
Total	8-1 = 7	199.9794		
C.V = 1.47 %				

5.2 การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลอง (สุรพล, 2523)

จากผลสรุปข้อ 4.2.11 แสดงความแตกต่างมีนัยสำคัญระหว่างสิ่งทดลอง จึงวิเคราะห์ต่อไปว่าความแตกต่างเกิดจากสิ่งทดลองไหน โดยวิธี Duncan's new multiple range test

5.2.1 จัดเรียงค่าเฉลี่ยตามลำดับ

จากตัวอย่างเดิมคือ ทดสอบความแตกต่างของค่าอัตราส่วนการรับอนต่อไนโตรเจนระหว่างสิ่งทดลอง

อันดับ (rank)	1	2	3	4
สิ่งทดลอง	ฟาง+น้ำกากส่า	ฟาง+แอมโมเนียมไนเตรท	ฟาง+กากมัน	ฟางข้าวหมัก
ค่าเฉลี่ย	19.33	23.11	27.73	32.65

5.2.2 คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตราฐานของค่าเฉลี่ย (Standard error, $S_{\bar{y}}$)

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{\text{error mean square}}{n}}$$

n = จำนวนข้อมูลที่ใช้หาค่าเฉลี่ย

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{0.1436}{2}} = 0.26795$$

5.2.3 คำนวณค่า "least significant ranges" (LSR) สำหรับช่วงการเปรียบเทียบต่าง ๆ โดยอาศัยตาราง "Significant Studentized Ranges"

$$LSR_{\alpha,p} = R_{\alpha,p} = (SSR_{\alpha,p})\ (S_{\bar{y}})$$

p คือ จำนวนของค่าเฉลี่ยในช่วงการเปรียบเทียบ ซึ่งเท่ากับผลต่างของอันดับ (rank)+1

จากตัวอย่าง d.f ของ error เท่ากับ 4

p	2	3	4
$SSR_{0.05}$	3.93	4.01	4.02
$LSR_{0.05}$	1.053	1.074	1.077

5.2.4 เปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงสุดกับต่ำสุดกับค่า LSR ที่ p

p = (ผลต่างของอันดับ) + 1

จากตัวอย่าง p = (4-1)+1 = 4

อันดับ	1	4
สิ่งทดลอง	ฟาง+น้ำกากส่า	ฟางข้าวหมัก
ค่าเฉลี่ย	19.33	32.65
(32.65-19.33) = 13.32 > 1.077		($LSR_{0.05,4}$)

แสดงว่า ฟางข้าว+น้ำกากส่า และฟางข้าวหมัก มีอัตราส่วนการรับอนต่อไนโตรเจนแตกต่างกันที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

5.2.5 เมื่อผลต่างในข้อ 4.3.4 มากกว่าค่า LSR ก็ดูต่อไปอีกคือดูค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสูงสุดกับค่าเฉลี่ยรองต่ำสุด ถ้ายังมากกว่า LSR ที่ p ก็ทำต่อไปเช่นนี้เรื่อย ๆ คือ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสูงสุดกับค่าเฉลี่ยถัดขึ้นมาจากการเปรียบเทียบครั้งก่อน จะหยุดเปรียบเทียบก็ต่อเมื่อ ผลต่างนั้นน้อยกว่าค่า LSR ที่เกี่ยวข้อง และสรุปต่อไปว่าค่าเฉลี่ยที่อยู่ในช่วงนั้นทั้งหมดไม่แตกต่างกัน

5.2.6 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสูงสุดกับค่าเฉลี่ยอื่น ๆ หมดแล้วก็เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรองสูงสุดกับค่าเฉลี่ยอื่น ๆ โดยวิธีการเดียวกัน จนครบทุกคู่

5.2.7 แสดงผลการทดลองโดยเขียนตัวอักษรที่เหมือนกันหลังค่าเฉลี่ยที่ไม่ต่างกัน และใช้ตัวอักษรที่ต่างกันกับค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการรับออนต่อไนโตรเจนของฟางข้าว
ฟางข้าว+น้ำกากส่า	19.33 a
ฟางข้าว+แอมโมเนียมไนเตรท	23.11 b
ฟางข้าว+กากมัน	27.73 c
ฟางข้าวหมัก	32.65 d

สรุปผล ฟางข้าว+น้ำกากส่า ฟางข้าว+แอมโมเนียมไนเตรท ฟางข้าว+กากมัน และฟางข้าวหมัก มีอัตราส่วนการรับออนต่อไนโตรเจนแตกต่างกันที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

ประวัติผู้เขียน

นางสาว วรรณดี สุประดิษฐ์อาภรณ์ เกิดเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2500 ที่จังหวัดอุทัยธานี ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2523