เอกสารอ้างอิง

1. สันทัด โรจนสุนทร "คำกล่าวรายงานในพิธีเปิดสัมมนาเรื่องถั่วลิสงและถั่วอื่น ๆ บางชนิด" รายงานการสัมมนาเรื่องถั่วลิสงและถั่วอื่น ๆ บางชนิด หน้า 4 - 5 สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพ 2521.

2. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ "แผนส่งเสริมการปลูกพืชน้ำมัน ปี พ.ศ. 2525 - 2529" กรุงเทพ ม.ป.ป.

3. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ "แผนส่งเสริมพืชเศรษฐกิจระยะยาว ปี พ.ศ. 2522 - 2524 (ถั่วลิสง)" กรุงเทพ ม.ป.ป.

4. รวบรวมโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ "แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 พ.ศ. 2525 - 2529" (ภาคการเกษตร) กรุงเทพ ม.ป.ป.

5. กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร "การศึกษาความต้องการถั่วลิสง" เอกสารเศรษฐกิจการเกษตร เลขที่ 82 กรุงเทพ ม.ป.ป. 32 หน้า.

6. กองนโยบายที่ดินและแผนงาน กรมพัฒนาที่ดิน "แนวนโยบายการใช้ที่ดินเพื่อผลิตถั่วลิสง" กรุงเทพ 2524, 55 หน้า.

7. เกษม คิริสุโยดม "การผลิตและการตลาดถั่วลิสงของไทย" รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง งานวิจัยถั่วลิสง ครั้งที่ 2 ประจำปี 2525 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ 11 - 13 กุมภาพันธ์ 2526 (อารันต์ พัฒโนทัย) หน้า 3 - 34 กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพ 2526.

8. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์ "วิถีทางการส่งออกถั่วลิสง ปี 2525/26 และแนวโน้ม ปี 2526/27" กรุงเทพ ม.ป.ป. 12 หน้า.

9. ฝ่ายวิชาการและวางแผน ส่วนการเกษตร ธนาคารกรุงไทย "รายงานการศึกษาพืชเศรษฐกิจของไทย" หน้า 215 - 228 กรุงเทพ 2524.

10. สุพิมพร "สถานการณ์ถั่วลิสงของไทย ปี 2525/26 "วารสารสมาคมพ่อค้าข้าวโพดและพืชพันธุ์ไทย" 8(17) ม.ค. - มี.ค. 2526 หน้า 52 - 56.

11. ธีรยุทธ กลิ่นสุคนธ์ และ ยัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว "แอฟฟลาทอกซิน (สารพิษจากเชื้อราที่ทำให้เกิดมะเร็งของตับ)" สำนักพิมพ์ ดร.สกล พงศ์กร กรุงเทพ 2524.

12. ภักดี โพธิพร "สารแอฟฟลาทอกซิน การเกิดและมาตรการควบคุมและป้องกันปัญหา" รายงานการประชุมปฏิบัติการเรื่องสารพิษจากเชื้อราในประเทศไทย ณ ห้องประชุมจงจินต์ คณะแพทย์ศาสตร์ ร.พ.รามาธิบดี 13 - 14 มกราคม 2526 หน้า 52 - 74 มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพ 2526.

13. ศรีสิทธ์ การุณยะวนิช "สารอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง" วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปีที่ 18 ฉบับที่ 2 2519 หน้า 131 - 134.

14. FAO "Mycotoxins Surveillance a Guideline" FAO Rome 1982 66 pp.

15. FAO "Recommended Practices for the Prevention of Mycotoxins in Food, Feed and Their Products" FAO Rome 1979 71 pp.

16. FAO "Report of the Joint FAO/WHO/UNEP Conference on Mycotoxins Nairobi 19 - 27 Sept. 1977" FAO Rome 1977 105 pp.

17. WHO "Mycotoxin" Environmental Health Criteria 11 WHO UK 1979 pp. 21 - 85.

18. ดารา พวงสุวรรณ ประวัติ ตันบุญเอก ปริศนา เหมสุจิ และ อรุณศรี วงษ์อุไร "ความรู้เกี่ยวกับสารพิษในเมล็ดถั่วลิสง" กสิกร 53(6) 2523 หน้า 463 - 464.

19. คุภกิจ อังคุภากร "โรคในปศุสัตว์ที่เกิดจากสารพิษของเชื้อรา" รายงานการประชุมปฏิบัติการเรื่องสารพิษจากเชื้อราในประเทศไทย ณ ห้องประชุมจงจินต์ คณะแพทย์ศาสตร์ ร.พ.รามาธิบดี 13 - 14 มกราคม 2526 หน้า 36 - 47 มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพ.

20. Brown, C.A. "Aflatoxin M in Milk" Fd. Technol. Aust. 34(5) 1982 pp. 228 - 231.

21. สุรศักดิ์ โฆษะหัต "อะฟลาทอกซิน...สัตว์กินตาย" กสิกร 46(1) 2516 หน้า 67 - 70.

22. ธงชัย ทองอุทัยศรี "เชื้อราที่ทำให้เกิดพิษในถั่วลิสง" กสิกร 43(3) 2513 หน้า 383 - 389.

23. อรุณศรี ศรีสุภาพ "การผลิตถั่วลิสงเพื่อเป็นการค้าของไทย" วารสารสมาคมพ่อค้าข้าวโพดและพืชพันธุ์ไทย 3(1) ก.ค. - ก.ย. 2521 หน้า 22 - 25.

24. Goldblatt, L.A. "Control and Removal of Aflatoxin" JAOCS Vol. 48 1971 pp. 605 - 609.

25. Marth, E.H. and Doyle, M.D. "Update on Mould Degradation of Aflatoxin" Fd. Technol. Vol. 33 1979 pp. 81 - 83.

26. ดารา พวงสุวรรณ, ประวัติ ต้นบุญเอก, บริศนา ลิริอาชา และ อรุณศรี วงษ์อุไร "สารพิษจากเชื้อรา (Mycotoxin)" เอกสารประกอบการบรรยายในการประชุมของสมาคมพ่อค้าข้าวโพดและพืชพันธุ์ไทย 30 กันยายน 2526 ณ โรงแรมมณเฑียร กรุงเทพ.

27. อรพิน ภูมิภมร ปรีชา วิบูลเศรษฐ "ความแตกต่างในชนิดและปริมาณเชื้อราที่เจริญบนเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์พื้นเมืองของไทยและพันธุ์ต่างประเทศ" รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องงานวิจัยถั่วลิสง ครั้งที่ 2 ประจำปี 2526 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ 11 - 13 กุมภาพันธ์ 2526 (อารันต์ พัฒโนทัย) หน้า 251 - 263 กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพ 2526.

28. Diener, U.L., Pettit, R.E. and Cole, R.J. "Aflatoxins and Other Mycotoxin in Peanuts" in Peanut Science and Technology (Pattee, H.E. and Young, C.T. ed.) pp. 486 - 513 American Peanut Research and Education Society, Inc. Yoakum Taxas 1982.

29. กรมส่งเสริมการเกษตร "คำแนะนำที่ 5 เรื่องการปลูกถั่วลิสง" กุมภาพันธ์ 2526 โรงพิมพ์คุรุสภาพาราราบ.

30. อรุณศรี วงษ์อุไร, ปริศนา เหมสุริ, ประวัติ ตันบุญเอก และ ดารา พวงสุวรรณ "การเกิดแอฟฟลาทอกซินในถั่วลิสงก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว" รายงานประจำปี 2525 สาขาโรคพืชผลิตผลการเกษตร กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

31. Hoseltine, C.W., Shotwell, O.L., Ellis, J.J. and Stubblefield, R.D. "Aflatoxin Formation by Aspergillus flavus" Bacteriol. Rev. 30(12) 1966 pp. 795 - 805.

32. Shank, R.C. and Wagon, G.N. Gibson, J.B. and Nondasuda, A. "Dietary Aflatoxin and Human Liver Cancer II Aflatoxin in Market Foods and Foodstuff of Thailand and Hong Kong" Fd. Cosmet. Toxicol. Vol. 10 1972 pp. 61 - 69.

33. Shank, R.C., Gordon, J.E. and Wagon, G.N. Nondasuda, A. and Subhamani B. "Dietary Aflatoxin and Human Liver Cancer III Field Survay of Rural Thai Families for Ingested Aflatoxin" Fd. Cosmet. Toxicol. Vol. 19 1972 pp. 71 - 84.

34. Glinsukon, T., Thamavit, W. and Ruchirawat, M. "Studies on the Population of Toxogenic Fungi in Market Foods and Foodstuffs Mycoflora Contamination" J. Sci. Soc. Thailand Vol. 2 1976 pp. 176 - 184.

35. อรุณศรี วงษ์อุไร, ปริศนา ลิรอาษา และ ดารา พวงสุวรรณ "ศึกษาจำนวนประชากรของเชื้อราที่สร้างอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง" รายงานประจำปี 2526 สาขาโรคพืชผลิตผลเกษตร กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

36. พัฒนา มัณฑะจิตร และ มยุรี อัจฉราวัจฉละ "การตรวจสอบเชื้อราที่สำคัญที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ของพืชตระกูลถั่วบางชนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" รายงานประจำปี 2515 สำนักงานวิจัยเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 449 - 462.

37. Taber, R.A. and Schroeder, H.W. "Aflatoxin-Producing Potential of Isolates of the Aspergillus flavus-oryzae Group from Peanuts (Arachis hypogaea) Appl. Microbiol. 15(1) 1967 pp. 140 - 147.

38. Feakin, S.D. "The Aflatoxin problem" in Pest Control in Groundnuts 3rd PANS Manual No. 2 pp. 177 - 180 Center for Overseas Pest Research London 1973.

39. Bampton, S.S. "Growth of Aspergillus flavus and Production of Aflatoxin in Groundnut Part I" Trop. Sci. Vol. 5 1963 pp. 74 - 81.

40. สมาน แก้วบุญเรือง, ทวี เก่าคิริ, สัดดา มณีรัตน์ และ มยุรี อัจฉราวัจฉละ "อิทธิพลของความชื้น อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของชนิดของเชื้อราและความงอกของเมล็ดถั่วลิสง" รายงานประจำปี 2515 สำนักงานวิจัยเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 430 - 438.

41. Council for Agricultural Science and Technology "Aflatoxin and Other Mycotoxins an Agricultural Perspective" Report No. 80 Council for Agricultural Science and Technology Iowa 1972 pp. 5 - 22.

42. Pettit, R.E., Schroeder, H.W., Taber, R.A. and Home, C.W. "Mycotoxins" in Peanut Production in Texas pp. 74 - 79 Texas. Agric. Experi. Stat. Texas 1975.

43. Dickens,J.W. and Pattee,H.E. "The Effects of Time, Temperature and Moisture on Aflatoxin Production in Peanuts Inoculated with a Toxic Strain of Aspergillus flavus" Trop. Sci. Vol. 8 1966 pp. 11 - 12.

44. Diener,U.L. and Davis,N.D. "Effect of Environment on Aflatoxin Production in Freshly Dug Peanuts" Trop. Sci. Vol. 10 1968 pp. 22 - 28.

45. Mixon,A.C. "Potential for Aflatoxin Contamination in Peanuts (Arachis hypogaea L.) Before and Soon After Harvest A. Review" J. Environ. Qual. 9(3) 1980 pp. 344 - 349.

46. Tupule,P.G. "The Problem of Aflatoxin in Groundnut" Indian Farming Dec. 1967 pp. 41 - 43.

47. Detroy, R.W. Lillehoj,E.B. and Ciegler,A. "Aflatoxin and Compounds" in Microbial Toxin Vol. 6 (Fungal Toxin) pp. 25 - 43 Academic Press New York 1971.

48. Schroeder, H.W. Factors Influencing the Development of Aflatoxins in Some Field Crops" J. Stor. Prod. Res. Vol. 5 1969 pp. 187 - 192.

49. Austwick,P.K.C. and Ayerst,G. "Groundnut Microflora and Toxicity" Chem. & Ind. No. 2 1963 pp. 55 - 61.

50. Ross, I.J.,Loewer,L.J.,and White,G.M. "Potential for Aflatoxin Development in Low Temperature Drying System" Transaction of the ASAE 22(6) 1979 pp. 1439 - 1443.

51. Schroeder,H.W. and Hugo,J.R. "Aflatoxin : Production of the Toxins in Vitro in Relation to Temperature" Appl. Microbiol. 15(2) 1967 pp. 441 - 445.

52. Pettit,R.E. and Taber,R.A. "Factors Influencing Aflatoxin Accumulation in Peanut Kernels and the Associated Mycoflora" Appl. Microbiol. 16(8) 1968 pp. 1230 - 1234.

53. Diener,U.L. and Davis,N.D. "Aflatoxin Formation in Peanuts by Aspergillus flavus" Bulletin 493 49 pp. Agric. Exper. Sta. Auburn University Alabama 1977.

54. Burrell,N.J. Grundey, J.K. and Harkness,C. "Growth of Aspergillus flavus and Production of Aflatoxins in Groundnut Part V" Trop. Sci. Vol. 6 1969 pp. 874 - 896.

55. McDonald,D. and Harkness,C. "Growth of Aspergillus flavus and Production of Aflatoxin in Groundnuts Part IV Trop. Sci. Vol. 6 1969 pp. 12 - 27.

56. McDonald,D., Harkness,C. and Stonchridge,W.C. "Growth of Aspergillus flavus and Production of Aflatoxin in Groundnuts Part VI" Trop. Sci. Vol. 6 1969 pp. 131 - 154.

57. กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา Monthly and Annual Mean Relative Humidity, Temperature of Thailand for the Year 1980 - 1983.

58. Henderson,S.M. "A Basic Concept of Equilibrium Moisture" Agric. Eng. Jan. 1952 pp. 29 - 32.

59. Young,J.H., Person,N.K., Donald,J.O. and Mayfield,W.D. "Harvesting Curing and Energy Utilization" in Peanut Science and Technology (Pattee,H.E. and Young,C.T. ed.) pp. 461 - 485 American Peanut Research and Education Society Inc. Yoakum Texas 1982.

60. Karon, M.L. and Hillery, B.E. "Hygroscopic Equilibrium of Peanuts" JAOCS 26(1) 1949 pp. 16 - 19.

61. Ayerst, G. "Determination of the Water Activity of Some Hygroscopic Food Material by a Dew-Point Method" J. Sci. Fd. Agric. Vol. 16 1965 pp. 71 - 78.

62. Agrawal, K.K., Clary, B.L. and Nelson, G.L. "Investigation into the Theories of Desorption Isotherms for Rough Rice and Peanuts" J. Fd. Sci. Vol. 36 1971 pp. 919 - 924.

63. Singh, R.S. and Ojha, T.P. "Equilibrium Moisture Content of Groundnut and Chillies" J. Sci. Fd. Agric. Vol. 25 1974 pp. 451 - 459.

64. Young, J.H. "Evaluation of Models to Describe Sorption and Desorption Equilibrium Moisture Content Isotherm of Virginia Type Peanuts" Transaction of the ASAE 19(1) 1976 pp. 146 - 150, 155.

65. รายงานกิจกรรมของกรมวิทยาศาสตร์ "อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง" ต.ค. 2517 - ก.ย. 2519 หน้า 89 - 91.

66. Indian Standard "Code of Practice for Control of Aflatoxin in Groundnut Part I Harvesting Transport and Storage of Groundnuts" IS 9071 Part I 1979.

67. Malasian Standard "Specification for Fresh Groundnut Kernels" MS. 3.59 1976.

68. Chinese National Standard "Peanut" CNS 1448, N 1019 1970.

69. Henderson, S.M. and Perry, R.L. Agricultural Process Engineering 3rd ed. AVI Publishing Company Inc. Westport Connecticut 1976.

70. บรรยงวุฒิ จุลละโพธิ การลดความชื้นในผลิตผลเกษตร (Agricultural Product Drying) ฝ่ายเก็บรักษาและแปรสภาพ กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร 2523.

71. Woodroof, J.G. "Peanuts : Production Processing Products" 2nd. pp. 93 - 111 Wesport Connecticut. The AVI Publishing Company Inc. 1973.

72. Wrigth, M.E. and Porterfield, T.G. "Heating and Drying Peanuts with Radio-Frequency Energy" Transaction of the ASAE 14(4) 1971 pp. 629 - 633.

73. Aristizabol, L. Burns, E.E. and Kunze, O.R. "Physical Chemical and Organoleptic Properties of Peanuts Seperated in a Controlled Air Stream" Transaction of the ASAE 12(3) 1969 pp. 298 - 301, 304.

74. American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineer "ASHREA Handbook and Product Directory" pp. 23.1 - 23.14 American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineer Inc. New York 1978.

75. Note and News "Bin Drier for Groundnuts" J. Fd. Sci. Technol. 3(3) 1966 pp. 117 - 120.

76. Troeger, J.M. "Design of a Peanut Drying System Using Solar Heated Water" Transaction of the ASAE 23(3) 1982 pp. 902 - 906.

77. Blatchford, S.M. and Hall, D.W. "Method of Drying Groundnuts II Artificial Method" Trop. Sci. Vol. 5 1963 pp. 82 - 96.

78. Muckle, T.B. and Stirling, H.G. "Review of the Drying of Cereals and Legumes in the Tropics" Trop. Stor. Prod. Inf. Vol. 22 1971 pp. 11 - 30.

79. Roger, R.A. and Brusewitz, G.H. "Drying Spanish Peanut Pods with Short Duration High Temperature Air Cycleed Dialy" Pea. Sci. 4(1) 1977 pp. 12 - 16.

80. Serenson, J.W. and Person, N.K. "Drying and Storing" in Peanut Production in Texas pp. 81 - 93 Texas Agric. Exper. Sta. Texas 1975.

81. Blankenship, P.D. and Pearson, J.L. "Effect Airflow Rates on the Drying and Quality of Green Peanuts in Deep Beds" ARS-S-135 5 pp. ARS USDA 1976.

82. Sabgah, M.A., Khalifa, A.M. and Soliman, S.N. "Studies of Peanut Drying" Alexandria. J. Agric. Res. 27(3) 1979 pp. 501 - 508.

83. Hall, D.W. "Handling and Storage of Food Grains in Tropical and Subtropical Areas" FAO Agricultural Development Paper No. 90 FAO Rome 1970.

84. Butt, J.L. and Kummer, F.A. "Artificial Curing of Peanuts" Agric. Eng. 33(1) 1951 pp. 29 - 33.

85. อำนาจ คอวนิช "การลดความชื้นถั่วลิสงโดยใช้ลมร้อนแบบทิ้งช่วง" เอกสารประกอบการบรรยายเรื่องวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวของข้าว พืชไร่ และพืชสวน วันที่ 19 - 20 พฤศจิกายน 2524 ณ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ และศูนย์วิจัยอารักขาข้าว เกษตรกลางบางเขน กรุงเทพ.

86. สุรเวทย์ กฤษณะเศรษฐี "เครื่องกะเทาะเปลือกถั่วลิสง" (Peanut Sheller) อุตสาหกรรมสาร 25(8) 2525 หน้า 3 - 9.

87. ฝ่ายวิศวกรรมเก็บรักษาและแปรสภาพ กองเกษตรวิศวกรรม "การลดความชื้นเมล็ดพืช และเครื่องมือลดความชื้นเมล็ดพืช" ม.ป.ท. ม.ป.ป.

88. R.A. Lister Farm Equipment Ltd., Tropical Crop Drier (Advartising Supplement) n.p., n.d.

89. วินิต ยืนสุวรรณ "รายงานโครงการวิจัยเรื่องเครื่องกะเทาะถั่วลิสง" คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2526.

90. American Society for Testing and Materials "Standard Test Method for Relative Humidity by Wet and Dry Bulb Psychrometer" Sec. 11, Vol. 11.03, American Society for Testing and Material, Easton 1983.

91. Gill J.L. "SST 423 and ANS 854 Course Notes" Michigan State University Publication East Lansing, Michigan 1977.

92. Fennema,O.R. "Principle of Food Science Part II Physical Principle of Food Preservation" pp. 239 - 241 Marcel Dekker Inc. 1975.

93. The American Oil Chemists' Society "Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' society" Vol. I The American Oil Chemists' Society Illinois 1973.

94. Young, J.H. Whitaker, T.B. Blankenship, P.D. Brusewitz, G.H. Troeger, J.M. Steele, J.L. Person, Jr N.K. "Effect of Oven Drying Time on Peanut Moisture Determination" Transaction of the ASAE 25(2) 1982 pp. 491 - 496.

95. International Seed Testing Association "International Rules for Seed Testing, Rules 1976" Seed. Sci. & Technol. 4, pp. 3 - 49 1976.

96. International Seed Testing Association "International Rules for Seed Testing, Annexes 1976" Seed. Sci.& Technol. 4, pp. 51 - 177.

97. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (Sidney Williams ed.) 14th ed pp. 478 - 494 The Association of Official Analytical Chemists Inc. Arlington Verginia 1984.

98. Davidson, JR. J.I., Whitaker, T.B. and Dickens, J.W. Grading, Cleaning, Storage, Shelling, and Marketing of Peanuts in the United State in Peanut Science and Technology (Pattee H.E. and Young C.T. ed.) pp. 592 - 594 American Peanut Research and Education Society Inc. Yoakum Texas 1982.

99. Weiss, T.J. "Food Oils and Their Uses" p. 22 The AVI Publishing Company Inc. Westport Connecticut 1970.

100. Gudstone, F.D. and Norris, F.A. "Lipids in Food Chemistry, Biochemistry and Technology" p. 95 Pergamon Press Oxford 1983.

101. Malasian Standard "Specification for Fresh In-shell Groondnuts" MS 3.60 : 1976.

102. Indain Standard "Grading for Groundnut Kernels for Oil Milling and for Table Use" IS; 4427 - 1967 1968.

103. จวงจันทร์ ดวงพัตรา "เทคโนโลยีของเมล็ดพันธุ์ (Seed Technology)" หน้า 79 - 93 คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 2521.

104. กรมส่งเสริมการเกษตร "ระเบียบกรมส่งเสริมการเกษตร ว่าด้วยมาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พ.ศ. 2524 แก้ไขครั้งที่ 2 พ.ศ. 2528, กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพมหานคร, 2528.

105. Brownlec, K.A. "Regression Through the Origin" in Statistical Theory and Methodology in Science and Engineering 2nd pp. 358 - 361 John Wiley & Sons Inc. New York 1965.

106. Bethea, R.M. Duran B.S. and Boullion T.C. "Regression Analysis" in Statistical Methods for Engineers and Scientists Vol. 15 pp. 272 - 315 Marcel Dekker Inc. New York 1975.

107. จรัญ จันทลักขณา "สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย" สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด กรุงเทพ 2523.

108. จำลอง สันตระกูล และ บุญสร้าง ดิเรกสถาพร "การพัฒนาเครื่องอบแห้งถั่วลิสงพลังแสงอาทิตย์" การประชุมทางวิชาการเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาชนบท ครั้งที่ 3 16 - 17 กุมภาพันธ์ 2528 หน้า 5 - 146 - 5 - 162 ม.ป.ท. 2528.

109. Young, J.H. and Whitaker, T.B. "Speccific Heat of Peanuts by Differential Scanning Calorimetry" Transaction of the ASAE Vol. 16 no. 3 pp. 522 - 524 1973.

110. ล้มซ่าย โอสุวรรณ และ กัญจนา บุณยเกียรติ "การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพยองเตาถ่าน" วารสารเคมีวิศวกรรม เทคโนโลยีทางอาหารและเชื้อเพลิง ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม 2525 หน้า 75 - 95.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก-1 ลักษณะเกี่ยวกับถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 เปรียบเทียบกับพันธุ์ลำปาง ลุ่ยทับ 38 และลำปาง

ลำดับ	ลักษณะพืช	พันธุ์		
		ลำปาง	ลุ่ยทับ 38	ไทนาน 9
1	ทรงต้น	พุ่ม (valencia)	พุ่ม (valencia)	พุ่ม (bunch virginia)
2	สีของต้น	เขียว	ม่วง	เขียว
3	ใบ	ใหญ่, สีเขียว	ใหญ่, สีเขียว	เล็ก, สีเขียวเข้ม
4	อายุถึงวันออกดอก (วัน)	37	37	41
5	อายุถึงวันเก็บเกี่ยว (วัน)	100 - 110	100 - 110	100 - 120
6	ลักษณะฝัก	คงอยและลายบนฝักเห็นได้ชัดเจน	คงอยและลายบนฝักเห็นได้ชัดเจน	คงอยและลายบนฝักค่อนข้างเรียบ
7	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	2 - 3	2 - 3	2
8	สีของเมล็ด	ชมพู	แดง	ชมพู
9	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	39 - 48	42 - 48	42 - 50
10	% การกะเทาะ (น.น.เมล็ด / น.น.ฝัก)	65 - 75	67 - 74	72 - 80
11	เฉลี่ยน้ำหนักต่อถัง (กก.)	5	5	5.5
12	เมล็ดมีน้ำมันร้อยละ	48 - 52	48 - 54	46
13	เมล็ดมีโปรตีนร้อยละ	24 - 25	24 - 25	33
14	เฉลี่ยผลผลิตในฤดูแล้ง 1/	365	392	424
15	เฉลี่ยผลผลิตในฤดูฝน 2/	358	347	402
16	ผลผลิตเฉลี่ยตลอดปี 3/	362	360	413
17	เปรียบเทียบผลผลิตเป็นร้อยละกับพันธุ์ลุ่ยทับ 38	100	100	114

1/ เฉลี่ยจากฤดูแล้ง 3 ปี (2516 - 2518) 5 แปลงทดลอง

2/ เฉลี่ยจากฤดูฝน 3 ปี (2516 - 2518) 11 แปลงทดลอง

3/ เฉลี่ยทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนของ 3 ปี (2516 - 2518)

ที่มา กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร "แนะนำพืชไร่ 2523" เอกสารวิชาการเล่มที่ 3

ตารางที่ ก-2

ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคอะฟลาทอกซินกับอัตราของการเกิดโรคมะเร็งของตับแบบปฐมภูมิ

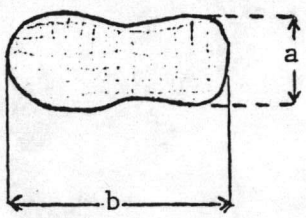
ประเทศ	พื้นที่	ปริมาณบริโภคโดยเฉลี่ยในผู้ใหญ่ (ng Meg BW/day)	อัตราการเกิดมะเร็งในตับ (ราย/100,000 คน/ปี)
เคนยา	ที่ราบสูง	3.5	1.2
ไทย	สงขลา	5.0	2.0
สวาซีแลนด์	ลันเยาสูง	5.1	2.2
เคนยา	ที่ราบ	5.9	2.5
สวาซีแลนด์	ที่ราบสูง	8.9	3.8
เคนยา	ที่ราบต่ำ	10.0	4.0
สวาซีแลนด์	เลมอมโบ	15.4	4.3
ไทย	ราชบุรี	45.0	6.0
สวาซีแลนด์	ที่ราบต่ำ	43.1	9.2
โมแซมบิค	จินแฮมเบน	222.1	13.0

ที่มา ภักดี โพธิพร "สารแอฟฟลาทอกซิน การเกิดและมาตรการควบคุมและป้องกันปัญหา" รายงานการประชุมปฏิบัติการเรื่องสารพิษจากเชื้อราในประเทศไทย ณ ห้องประชุมจงจินต์ คณะแพทยศาสตร์ รพ.ราชาธิบดี 13 - 14 มกราคม 2526 หน้า 52 - 74 มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพ 2526.

ตารางที่ ก-3 แสดงขนาดเฉลี่ย 100 ฝักของถั่วลิสงพันธุ์ไทยนาน 9 ที่ใช้ในการทดลองนี้

	*a (มิลลิเมตร)	*b (มิลลิเมตร)
$\bar{X}$	10.86	27.03
S.D	±0.72	±3.24

*a และ *b เป็นขนาดที่วัดดังรูป



ตารางที่ ก-4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความร้อน (heating value) ของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

ชนิดเชื้อเพลิง	ค่าความร้อน		หมายเหตุ
	แคลอรี/กรัม	บี.ที.ยู/ปอนด์	
ซังข้าวโพด	4,965	8,955	-
ยี้เลื่อย	4,956	8,940	-
แกลบ	3,790 - 4,006	6,836 - 7,225	-
เปลือกถั่วลิสง*	2,500	4,509	-
ฟืนไม้	4,389 - 4,590	7,916 - 8,280	-
ฟืนจากยี้เลื่อย	4,820	8,694	-
ฟืนจากแกลบ	3,886	7,009	อัดภายใต้ความดันสูงที่อุณหภูมิประมาณ 256 องศาเซลเซียส
ถ่านไม้	7,030	12,680	-
ถ่านจากฟืนยี้เลื่อย	7,530	13,582	-
ถ่านจากฟืนแกลบ	4,895	8,829	-
ถ่านหินจากเหมืองแม่เมาะ จ.ลำปาง	2,500 - 3,000	4,510 - 5,410	lignite-subbituminous
ถ่านหินจากเหมืองกระบี่ จ.กระบี่	2,850 - 3,000	5,140 - 5,410	lignite
ถ่านหินจากเหมืองแม่ตีบ จ.ลำปาง	4,980	8,983	subbituminous-bituminous
ถ่านหินจากเหมืองป่าคา จ.ลำพูน	3,600	6,494	subbituminous-bituminous
ถ่านหินจากเหมืองบ้านปู จ.ลำพูน	3,100	5,592	subbituminous
ถ่านหินจากเหมืองแม่ตัน จ.ตาก	8,275	14,926	bituminous
น้ำมันเบนซิน (gasoline)	11,504	20,750	-
น้ำมันก๊าด (kerosene)	10,977	19,800	-
น้ำมันดีเซล (diesel)	10,644	19,200	-
LPG (liquified petroleum gas)	11,920	21,500	-
น้ำมันเตา 600 (ชนิดที่ 1)**	-	18,000	-

ที่มา สถานีทดลองยาสูบแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

* ส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

** ข้อกำหนดคุณภาพน้ำมันการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

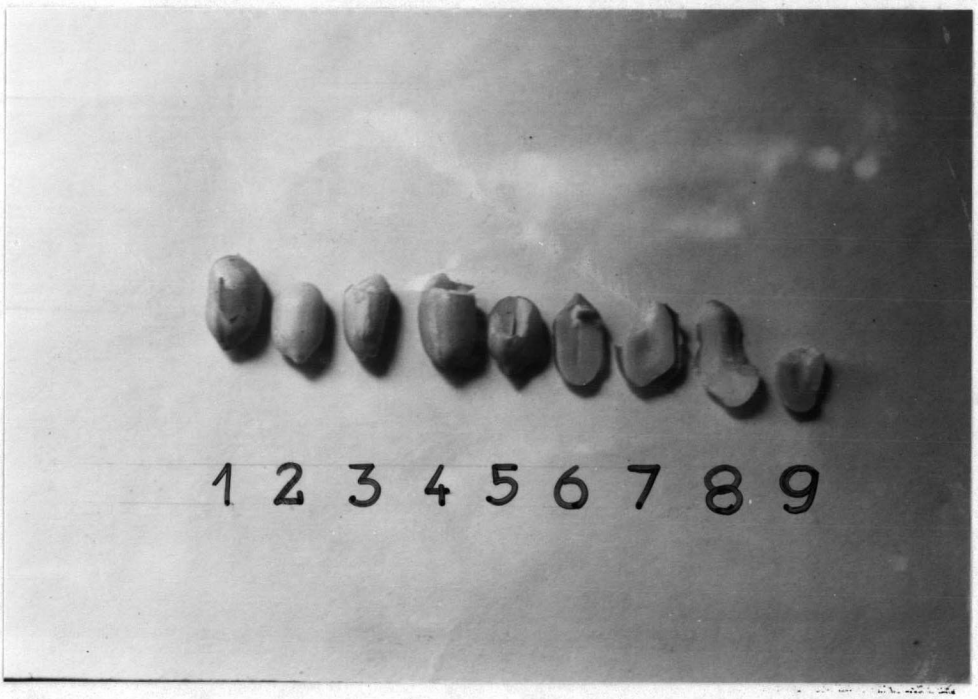
รูปที่ ก-1 แสดงลักษณะเมล็ดที่ถือว่าแตกหัก เมื่อเมล็ดถั่วลิสงมีความชื้นสูง (ร้อยละ 20.33 น้ำหนักเปียก)

แถวที่ 1 (เรียงจากซ้ายไปขวา) เมล็ดดี, ลักษณะช้ำและเป็นรอยถูกกระแทก, ลักษณะเมล็ดที่ปริแยกจากกัน, ผิวหุ้มเมล็ดถลอก

แถวที่ 2 ลักษณะเมล็ดบิ่น

แถวที่ 3 เมล็ดที่ผิวหุ้มเมล็ดถลอกออกหมด, ลักษณะเมล็ดครึ่งซีก, ลักษณะบิ่นหักและเมล็ดดี

รูปที่ ก-2 แสดงลักษณะเมล็ดที่ถือว่าแตกหัก เมื่อเมล็ดถั่วลิสงมีความชื้นต่ำ (ร้อยละ 5.89 น้ำหนักเปียก)



1 เมล็ดที่ผิวหุ้มเมล็ดถลอกบางส่วน, 2 ผิวหุ้มเมล็ดถลอกออกหมด, 3-5 เมล็ดบิ่นบางส่วน, 6-9 เมล็ดปริแตกครึ่งหนึ่งและบิ่น

รูปที่ ก-3 ลักษณะของเมล็ดที่ถือว่าไม่กะเทาะ

รูปที่ ก-4 ลักษณะเมล็ดถั่วที่งอก

รูปที่ ก-5 ลักษณะเมล็ดถั่วยี้นราที่บริเวณผิวถลอกและ radicle

ภาคผนวก ข

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความยืนสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ดัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความยืนของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความยืนสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 27.0 ± 0.02 (2) 26.0 ± 1.0	35.0 ± 1.5 29.0 ± 1.0	57 80	0.067	0.141	0	71.12	28.88	61.34	86.67	68.66	1	1	1
					3	78.05	21.95	56.64	30.99	51.01	0.913	0.232	0.764
					8	77.63	22.37	56.03	24.92	49.07	0.902	0.148	0.734
					20	78.82	21.17	49.52	19.46	43.15	0.783	0.073	0.633
					25	76.60	23.30	47.91	16.74	40.60	0.754	0.036	0.586
					29	78.47	21.53	42.69	16.51	37.05	0.658	0.033	0.524
					44	76.74	23.26	30.61	15.46	27.08	0.441	0.026	0.345
(1) 26.4 ± 0.4 (2) 27.0	34.2 ± 0.6 30.0	54 80	0.063	0.135	48	77.31	22.69	26.61	14.22	23.80	0.369	0.009	0.287
					52	73.32	26.67	24.70	14.04	21.85	0.334	0.007	0.247
					68	74.61	25.39	18.75	14.02	17.55	0.226	0.007	0.170
(1) 27.0 (2) 25.0 ± 1.0	35.9 30.0 ± 1.0	52 68	0.060	0.132	81	73.43	26.57	14.40	13.99	14.29	0.147	0.010	0.110
(1) 25.9 ± 0.2	34.3 ± 0.1	53			87			9.43					
					91			7.49					

หมายเหตุ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ วัดเฉพาะช่วงเวลา 08.00 - 16.00 นาฬิกา

ตารางที่ ข-1 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความยืนสัมพัทธ์ถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ดัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความยืนของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความยืนสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 28.1 ± 0.6	34.1 ± 0.3	64			0	71.76	28.24	60.61	89.82	68.86	1	1	1
(2) 27.0 ± 1.0	32.0 ± 1.0	70	0.078	0.156	5	73.06	26.94	60.05	34.59	53.19	0.989	0.256	0.792
					8	76.34	23.65	59.90	22.56	51.06	0.986	0.094	0.775
(1) 26.4 ± 0.5	34.5 ± 0.2	53			23	78.22	21.78	46.34	21.08	40.84	0.758	0.101	0.599
(2) 26.0 ± 1.0	32.0 ± 1.0	60	0.062	0.134	29	77.02	29.97	38.31	16.77	34.53	0.590	0.044	0.468
					33	75.00	25.00	36.89	15.78	31.61	0.564	0.032	0.431
					47	76.50	23.50	29.85	15.16	26.40	0.435	0.024	0.338
(1) 26.5 ± 0.2	34.6 ± 0.6	52.8	0.062	0.133	51	76.90	33.10	26.69	14.83	23.95	0.377	0.020	0.295
(2) 25.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	60			57	74.10	25.90	24.59	14.41	21.95	0.339	0.014	0.255
					71	73.60	26.40	19.13	14.23	17.84	0.238	0.012	0.179
					80	73.80	26.20	14.99	13.86	14.69	0.162	0.007	0.122
(1) 25.1 ± 0.6	36.7 ± 0.1	40			86	-	-	9.22	-	-	-	-	-
					92	-	-	5.54	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-2 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ดัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
					0	65.89	34.11	73.31	144.95	99.75	1	1	1
(1) 31.0 ± 1.5	41.1 ± 0.5	53	0.062	0.133	3	68.71	31.28	71.50	75.07	72.61	0.973	0.469	0.815
(2) 25.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	60			6	73.92	26.07	69.12	40.41	61.63	0.938	0.203	0.746
(1) 28.4 ± 0.5	40.5 ± 0.3	40	0.046	0.113	9	79.16	20.84	63.33	27.61	55.89	0.874	0.122	0.717
(2) 25.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	60			23	75.72	24.27	50.36	18.82	42.70	0.681	0.056	0.529
					26.5	74.79	25.21	44.06	16.30	37.06	0.576	0.036	0.440
(1) 29.3 ± 0.2	41.1 ± 0.6	42	0.043	0.116	30	75.03	24.96	35.25	15.89	30.41	0.443	0.033	0.341
(2) 26.0 ± 1.0	32.0 ± 1.0	62			33	74.00	26.00	32.52	14.63	27.86	0.409	0.023	0.308
					47.5	71.20	28.80	17.35	17.76	16.32	0.189	0.017	0.139
					52	72.00	28.00	12.22	13.16	12.48	0.114	0.012	0.086
(1) 28.7 ± 0.2	40.8 ± 0.1	42			57	-	-	8.41	-		-	-	-
					61	-	-	5.65	-		-	-	-

ตารางที่ ข-3 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ชั้นที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ผลต่างของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 30.8 ± 2	41.0 ± 3	49	0.056	0.126	0	65.71	34.30	81.74	103.78	89.31	1	1	1
(2) 26.5 ± 1.0	31.0 ± 1.0	70			7	69.58	30.12	74.90	58.69	69.79	0.910	0.505	0.788
					23	73.54	26.46	50.75	18.13	42.12	0.595	0.060	0.453
					26.5	72.44	27.55	45.22	15.12	36.92	0.525	0.039	0.391
(1) 29.7 ± 0.6	42.1 ± 1.3	42	0.048	0.120	30	68.49	31.51	43.41	13.79	34.07	0.502	0.024	0.351
(2) 27.0 ± 1.0	32.0 ± 1.0	70			46.5	70.28	29.72	22.76	13.43	19.99	0.233	0.020	0.170
					51	69.80	30.20	19.56	13.26	17.66	0.191	0.019	0.139
					56	69.22	30.78	14.33	12.87	13.88	0.123	0.014	0.090
(1) 28.9 ± 0.3	40.7 ± 0.2	44			62	-	-	9.07	-	-	-	-	-
					66	-	-	6.19	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-4 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ผลต่างของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			$MR = [M-M_c] / [M_o-M_c]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 31.7 ± 0.9	45.3 ± 1.2	40	0.046	0.112	0	65.05	34.95	73.37	163.57	104.89	1	1	1
(2) 25.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	60			3	70.78	29.22	68.77	72.02	69.72	0.933	0.399	0.772
					8	76.28	23.72	60.12	36.25	54.46	0.807	0.164	0.655
					23	73.30	26.70	33.19	16.26	28.67	0.504	0.039	0.380
(1) 30.1 ± 0.4	45.5 ± 0.3	33	0.039	0.102	28	72.82	27.18	25.51	13.80	22.33	0.311	0.023	0.232
(2) 26.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	75			34	72.61	27.39	19.83	13.41	18.07	0.229	0.020	0.172
					47	72.34	27.66	15.98	12.56	15.03	0.174	0.015	0.122
(1) 28.6 ± 0.1	44.1 ± 0.3	34			52	-	-	10.92	-	-	-	-	-
					58	-	-	5.45	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-5 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 1

(1) ค่าภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) ค่าภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	สัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			$MR = [M-M_e] / [M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 32.6 ± 1.4	44.9 ± 2.0	45	0.052	0.120	0	68.60	31.40	82.58	92.15	85.58	1	1	1
(2) 26.0 ± 1.0	33.0 ± 1.0	60			5	73.57	26.43	75.53	37.34	65.44	0.909	0.316	0.752
					10.5	74.74	25.26	62.47	29.53	54.15	0.740	0.219	0.609
(1) 30.6 ± 0.5	44.3 ± 0.8	39	0.045	0.111	24	71.52	29.08	45.22	16.04	37.01	0.521	0.061	0.391
(2) 24.5 ± 1.0	30.0 ± 1.0	67			28	70.99	29.01	34.23	15.20	28.71	0.381	0.051	0.285
					32	70.68	29.32	29.01	13.59	24.49	0.314	0.031	0.232
(1) 28.3 ± 0.3	44.1 ± 1.2	32	0.038	0.102									
(2) 26.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	70			48	68.00	32.00	13.22	12.75	13.07	0.111	0.312	0.085
(1) 28.5 ± 0.4	43.7 ± 0.5	33			53	-	-	8.42	-	-	-	-	-
					58	-	-	5.60	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-6 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	สัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 33.3 ± 1.1 (2) 25.0 ± 1.0	49.4 ± 1.2 31.0 ± 1.0	34 60	0.040	0.104	0	73.11	26.89	77.46	80.69	78.33	1	1	1
					3.5	75.49	24.51	71.40	41.25	64.01	0.917	0.439	0.800
					5	74.08	25.92	67.56	34.54	59.03	0.865	0.343	0.730
					10	72.80	27.20	54.87	20.90	45.63	0.692	0.149	0.545
					24	70.41	29.59	14.44	13.44	14.14	0.142	0.043	0.113
(1) 28.2 ± 0.3	43.4 ± 0.3	34			28	-	-	10.37	-	-	-	-	-
					33	-	-	6.72	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-7 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความยืนสัมพัทธ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	สัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความยืนของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = [M-Me] / [Mo-Me]		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความยืนสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 33.0 ± 0.9	49.8 ± 0.8	33	0.039	0.103	0	71.15	28.85	77.82	78.28	77.95	1	1	1
					3.5	77.76	22.24	70.93	29.22	61.65	0.907	0.278	0.767
(2) 25.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	60			8.5	77.18	22.82	66.60	23.10	56.67	0.848	0.189	0.698
					12.5	76.95	23.05	51.72	18.02	43.95	0.647	0.114	0.524
					24	71.64	28.36	14.99	13.30	14.51	0.150	0.044	0.120
(1) 28.3 ± 0.6	43.7 ± 0.4	33			30	-	-	9.18	-	-	-	-	-
					36	-	-	5.52	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-8 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ชั้นที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในอุโมง (2) สภาวะแวดล้อมนอกอุโมง			ความชื้นสมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ผลต่างของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 37.4 ± 2.5	54.2 ± 1.4	36	0.042	0.107	0	62.74	37.26	83.70	202.46	127.95	1	1	1
					3.5	70.86	29.14	76.48	107.28	85.46	0.909	0.504	0.791
(2) 27.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	80			7.5	76.97	23.03	68.81	45.55	63.45	0.813	0.182	0.667
					9.5	75.87	24.13	59.95	35.86	54.14	0.701	0.131	0.563
(1) 28.9 ± 0.8	54.8 ± 0.5	20	0.028	0.088	24	73.19	26.81	14.40	12.24	13.82	0.143	0.077	0.125
(1) 28.4 ± 0.3	43.6 ± 0.2	34			29	-	-	9.63	-	-	-	-	-
					33	-	-	6.94	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-9 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	อัตส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			$MR = [M-M_e] / [M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 37.1 ± 1.5	54.3 ± 0.8	37	0.043	0.108	0	63.42	36.58	88.24	170.77	118.43	1	1	1
(2) 25.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	65			3	72.80	27.20	80.08	68.17	76.84	0.903	0.359	0.755
					6.5	73.50	26.50	73.96	46.92	66.79	0.830	0.226	0.670
(1) 34.5 ± 0.1	55.1 ± 1.4	26	0.033	0.094	9	73.92	26.08	60.45	31.24	52.83	0.673	0.135	0.536
(1) 29.5 ± 0.3	55.9 ± 0.9	16	0.025	0.084	24	74.78	25.22	15.44	12.16	14.61	0.142	0.023	0.112
(1) 28.7 ± 0.2	43.4 ± 0.6	36			30	-	-	10.35	-	-	-	-	-
					36	-	-	6.16	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-10 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสัมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ผลต่างของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			$MR = [M-M_e] / [M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 37.1 ± 0.9	51.6 ± 0.3	40	0.0461	0.1122	0	59.28	40.72	82.69	191.71	127.08	1	1	1
(1*) 39.2 ± 1.9	39.8 ± 2.1	100			5.5	64.55	35.45	80.37	116.63	93.32	0.970	0.585	0.834
(2) 28.0 ± 1.0	32.0 ± 1.0	76			9.5	67.40	32.60	78.25	68.60	75.10	0.943	0.318	0.739
					24	67.05	32.95	66.69	56.98	63.49	0.795	0.254	0.617
(1) 34.3 ± 0.6	50.3 ± 0.6	36	0.0421	0.1068	33	74.30	25.70	63.90	28.66	54.84	0.761	0.099	0.591
(1*) 36.3 ± 1.3	38.0 ± 1.5	90			48	72.70	27.30	39.45	23.36	35.06	0.449	0.070	0.345
(2) 27.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	80			52	71.84	28.16	31.09	16.83	27.07	0.347	0.038	0.260
(1) 32.7 ± 0.3	50.8 ± 1.1	30			55	70.50	29.50	22.50	16.64	20.77	0.239	0.037	0.179
(1*) 37.0 ± 2.1	40.8 ± 2.6	80			72	69.60	30.40	11.84	13.14	12.24	0.104	0.018	0.078
(2) 26.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	75											

หมายเหตุ (1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ ช่วงให้ลมร้อน

(1*) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ ช่วงหยุดพักมิได้ให้ลมเย็น

ตารางที่ ย-11 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทั้งฝัก ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทั้งช่วงหยุดพักมิได้ให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป

(1) *สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ผลต่างของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			$MR = [M-M_e] / [M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 32.6 ± 0.4	51.0 ± 0.9	28	0.035	0.097	0	69.09	30.91	78.01	148.57	99.82	1	1	1
(1.1) 27.8 ± 0.8	33.9 ± 1.7	65			5	75.17	24.83	72.72	54.77	68.26	0.929	0.325	0.779
(2) 23.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	60			10	74.85	25.15	63.78	27.84	54.74	0.809	0.131	0.639
					24	74.48	25.52	30.03	13.72	25.87	0.356	0.029	0.273
(1) 30.6 ± 1.3	50.4 ± 1.8	25	0.032	0.093	28	74.59	25.41	23.21	12.74	20.55	0.267	0.024	0.026
(1.1) 28.0 ± 0.3	35.6 ± 1.5	55			32	74.40	25.60	18.76	12.29	17.10	0.208	0.021	0.160
(2) 23.5 ± 1.0	30.0 ± 1.0	58			36	71.35	28.65	14.15	12.09	13.56	0.146	0.020	0.107
(1) 28.3 ± 0.6	42.6 ± 0.6	37			41	-	-	8.99	-	-	-	-	-
					45	-	-	6.61	-	-	-	-	-

หมายเหตุ * สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (1) ช่วงให้ลมร้อน

(1.1) ช่วงให้ลมเย็น

ตารางที่ ข-12 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทั้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทั้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ดัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			$MR = [M-M_e] / [M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 34.7 ± 1.9	48.6 ± 0.4	40	0.046	0.112	0	68.82	31.18	77.29	128.72	93.33	1	1	1
(1.1) 27.5 ± 0.8	34.2 ± 1.8	60			3.5	74.75	25.25	76.55	52.35	70.44	0.990	0.350	0.828
(2) 24.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	60			8	78.49	21.51	68.39	28.73	59.86	0.878	0.149	0.721
(1) 30.7 ± 0.5	49.3 ± 2.5	26	0.033	0.095	23	75.66	24.34	33.11	14.04	28.47	0.403	0.038	0.314
(1.1) 27.9 ± 0.5	36.8 ± 1.5	50			27	73.41	26.59	25.24	13.42	22.10	0.296	0.033	0.226
(2) 25.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	60			31	73.76	26.24	20.53	12.86	18.52	0.233	0.029	0.179
					35	69.74	30.26	15.33	12.16	14.37	0.163	0.023	0.120
(1) 28.2 ± 0.3	43.2 ± 0.1	34			40	-	-	10.22	-	-	-	-	-
					46	-	-	5.60	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-13 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในอุโมงค์ (2) สภาวะแวดล้อมนอกอุโมงค์			ความยืนสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	สัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความยืนของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความยืนสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 36.5 ± 1.2	51.0 ± 0.9	41	0.047	0.114	0	65.72	34.28	71.70	105.89	83.42	1	1	1
(1.1) 26.5 ± 0.2	23.9 ± 0.3	58			5.5	69.46	30.54	68.83	57.28	65.30	0.957	0.485	0.813
(2) 26.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	60			9	70.46	29.24	62.97	40.60	56.24	0.870	0.309	0.703
					23	72.36	27.64	37.99	20.48	33.15	0.497	0.096	0.386
(1) 32.8 ± 0.3	51.3 ± 1.0	29	0.036	0.098	28	72.56	27.44	29.92	13.45	25.43	0.393	0.039	0.296
(1.1) 28.1 ± 0.1	34.3 ± 0.8	62			33	71.62	28.38	27.22	13.09	23.21	0.353	0.034	0.263
(2) 27.0 ± 1.0	32.0 ± 1.0	68			47	70.90	29.10	14.44	12.69	13.93	0.162	0.030	0.124
(1) 28.6 ± 0.4	43.1 ± 0.1	35			52	-	-	9.43	-	-	-	-	-
					57	-	-	6.48	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-14 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทั้งฝัก ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทั้งฝักให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความยืดหดของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ดัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความยืดของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			$MR = [M-M_e] / [M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 33.5 ± 1.1	51.5 ± 2.1	30	0.037	0.099	0	68.40	31.60	75.04	116.92	88.27	1	1	1
(1.1) 26.8 ± 0.1	33.4 ± 0.1	60			3.5	75.16	24.84	73.01	67.36	71.61	0.972	0.537	0.864
(2) 27.0 ± 1.0	33.0 ± 1.0	65			9	79.64	20.36	64.96	34.84	58.83	0.859	0.233	0.731
					23	76.63	23.37	39.49	18.57	34.60	0.502	0.081	0.404
(1) 32.2 ± 0.5	50.5 ± 1.8	29	0.036	0.098	27	75.68	24.32	34.14	14.64	29.40	0.428	0.045	0.335
(1.1) 27.6 ± 0.4	34.5 ± 1.5	60			32	72.20	27.80	25.74	13.89	22.45	0.310	0.038	0.235
(2) 26.5 ± 1.0	31.5 ± 1.0	70			46	69.57	30.43	14.25	13.16	13.92	0.150	0.031	0.114
(1) 28.2 ± 0.4	43.6 ± 0.6	33			51	-	-	9.73	-	-	-	-	-
					55	-	-	5.82	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-15 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความยืนสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	สัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความยืนของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความยืนสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 33.1 ± 0.4	50.8 ± 0.4	32	0.038	0.102	0	69.52	30.48	79.38	116.64	90.73	1	1	1
(1.1) 30.4 ± 0.9	35.6 ± 2.2	70			5.5	71.47	28.53	73.25	56.98	68.61	0.919	0.493	0.782
(2) 27.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	80			9	70.00	30.00	63.23	41.21	56.62	0.786	0.362	0.650
					24	69.20	30.80	24.13	18.67	22.45	0.275	0.096	0.217
(1) 30.0 ± 0.4	49.6 ± 0.5	25	0.032	0.093	28	70.10	29.90	21.19	15.50	19.49	0.236	0.068	0.183
(1.1) 27.9 ± 0.6	33.9 ± 1.2	65											
(2) 26.5 ± 1.0	31.0 ± 1.0	72			34	70.65	29.35	14.01	14.81	14.25	0.142	0.040	0.115
(2) (1) 28.3 ± 0.2	43.7 ± 0.8	33			40	-	-	8.44	-	-	-	-	-
					44	-	-	5.04	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-16 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	สัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 33.9 ± 2.4	51.4 ± 0.8	33	0.039	0.103	0	65.37	34.63	75.21	135.50	96.09	1	1	1
(1.1) 31.2 ± 0.5	37.2 ± 1.8	65			4	74.80	25.20	68.80	44.05	62.56	0.910	0.270	0.749
(2) 25.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	68			9.5	76.50	23.50	60.39	25.30	52.14	0.792	0.120	0.634
					25	71.09	28.91	21.92	14.38	19.74	0.258	0.038	0.195
(1) 31.4 ± 0.08	50 ± 0.7	28	0.034	0.096									
(1.1) 28.6 ± 1.2	35.5 ± 1.6	60			30	70.40	29.60	13.75	14.05	13.84	0.144	0.036	0.112
(2) 26.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	70											
(1) 28.3 ± 0.2	43.4 ± 0.7	34			35	-	-	9.22	-	-	-	-	-
					39	-	-	5.80	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-17 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความยืนสมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	สัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความยืนของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e] / [M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความยืนสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 31.6 ± 0.3	50.5 ± 1.7	28	0.03478	0.09689	0	69.46	30.54	77.11	108.33	86.64	1	1	1
(1.1) 27.2 ± 0.2	34.1 ± 1.3	60			4	73.59	26.41	68.49	62.26	66.84	0.961	0.533	0.848
(2) 26.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	75			9.5	78.76	21.24	61.47	36.16	56.09	0.858	0.268	0.732
					23.5	75.97	24.03	30.85	18.47	27.88	0.405	0.087	0.329
(1) 29.9 ± 0.6	49.2 ± 0.4	24	0.03141	0.09233	28	76.76	23.74	26.82	15.64	24.30	0.348	0.065	0.283
(1.1) 24.5 ± 0.07	33.4 ± 2.8	50			32	72.40	27.60	24.41	14.62	21.71	0.313	0.048	0.240
(2) 25.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	68			38	73.21	26.78	18.41	12.69	16.88	0.225	0.035	0.174
					42	71.83	28.17	14.60	11.94	13.85	0.169	0.027	0.129
(1) 28.4 ± 0.2	43.4 ± 0.6	33			48	-	-	7.93	-	-	-	-	-
					51	-	-	6.23	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-18 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วงที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ให้ลมร้อนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในอุโมง (2) สภาวะแวดล้อมนอกอุโมง			ความชื้นสัมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	อัตส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 36.3 ± 1.3	50.5 ± 0.3	42	0.04825	0.11509	0	65.13	34.87	72.58	105.04	83.90	1	1	1
(1.1) 30.6 ± 0.5	35.6 ± 0.9	64			5	69.10	30.90	71.95	59.52	68.11	0.991	0.513	0.843
(2) 28.0 ± 1.0	2.0 ± 1.0	76			10	73.60	26.40	62.20	25.87	52.61	0.847	0.154	0.664
					24	72.61	27.39	34.25	19.72	30.27	0.434	0.082	0.338
(1) 32.6 ± 0.5	52.3 ± 1.4	27	0.0339	0.0957	30	70.45	29.55	22.96	14.54	20.47	0.283	0.052	0.215
(1.1) 26.1 ± 0.3	33.2 ± 0.5	64			36	69.80	30.20	17.99	13.29	16.57	0.211	0.039	0.159
(2) 26.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	75			42	68.52	31.48	14.57	11.27	13.53	0.162	0.018	0.116
(1) 27.5 ± 0.1	42.6 ± 0.8	33			47	-	-	9.20	-	-	-	-	-
					52	-	-	5.72	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-19 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสัมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ลัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 37.4 ± 1.7	54.5 ± 0.7	35	0.041	0.105	0	65.94	34.06	84.13	140.44	103.31	1	1	1
(1.1) 28.0 ± 0.5	37.0 ± 0.7	50			5	73.14	26.86	77.84	85.46	79.89	0.921	0.577	0.829
(2) 25.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	60			10	74.05	25.95	69.66	47.38	63.88	0.819	0.284	0.680
					23	75.72	24.28	32.39	13.91	27.90	0.354	0.026	0.274
(1) 35.1 ± 0.5	55.0 ± 0.5	27	0.034	0.095	28	73.12	26.88	22.91	13.08	20.27	0.242	0.027	0.184
(1.1) 28.3 ± 1.7	38.3 ± 2.7	48											
(2) 25.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	60			34	71.80	28.20	15.71	10.91	14.35	0.153	0.010	0.113
(1) 28.2 ± 0.4	42,8 ± 0.6	35			40	-	-	9.39	-	-	-	-	-
					45	-	-	6.17	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-20 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทั้งฝัก ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทั้งฝักให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความยืนสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	อัตราส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความยืนของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความยืนสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 34.8 ± 1.9	53.8 ± 1.0	30	0.0364	0.099	0	68.27	31.73	81.62	120.27	93.88	1	1	1
(1.1) 31.8 ± 1.4	39.9 ± 2.4	60			5	73.60	26.40	77.56	77.18	77.46	0.948	0.610	0.859
(2) 24.5 ± 1.0	29.0 ± 1.0	70			10	75.44	24.56	67.33	32.65	58.81	0.817	0.206	0.667
					24	76.04	23.69	31.06	15.43	27.32	0.352	0.050	0.279
(1) 31.4 ± 0.3	54.5 ± 0.1	21	0.029	0.089	29	72.90	27.10	20.60	13.23	18.60	0.225	0.039	0.175
(1.1) 32.3 ± 1.0	40.8 ± 2.5	58											
(2) 26.0 ± 1.0	32 ± 1.0	64			33	72.20	27.80	14.49	11.76	13.73	0.147	0.026	0.114
(1) 29.1 ± 0.2	44.5 ± 0.3	34			38	-	-	9.56	-	-	-	-	-
					43	-	-	5.84	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-21 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทั้งฝัก ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทั้งฝักให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2

(1) ลักษณะการอบแห้งในตู้อบ (2) ลักษณะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความยืนสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ลัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความยืนของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความยืนสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 37.2 ± 1.4	54.8 ± 1.1	35	0.041	0.105	0	65.16	34.89	77.71	114.68	90.65	1	1	1
(1.1) 30.2 ± 1.4	34.6 ± 2.8	75			4	75.35	24.65	69.95	61.39	67.84	0.895	0.488	0.795
(2) 26.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	75			10	74.11	25.89	65.36	34.73	57.43	0.832	0.232	0.677
					24	69.76	30.24	32.21	18.70	28.12	0.382	0.079	0.290
(1) 33.4 ± 1.3	54.2 ± 2.0	25	0.032	0.093	28	73.62	26.38	27.05	15.77	24.07	0.320	0.061	0.252
(1.1) 28.0 ± 1.7	35.2 ± 1.6	60			34	69.48	30.52	20.58	13.27	18.35	0.223	0.038	0.173
(2) 25.0 ± 1.0	32.0 ± 1.0	60			47	69.70	30.30	12.11	11.79	12.01	0.119	0.023	0.090
(1) 28.4 ± 0.1	43.4 ± 0.8	33			52	-	-	7.39	-	-	-	-	-
					56	-	-	5.51	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-22 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในอุโมง (2) สภาวะแวดล้อมนอกอุโมง			ความชื้นสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	สัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 34.9 ± 0.8	54.0 ± 1.5	30	0.036	0.099	0	62.41	37.59	80.73	139.08	102.66	1	1	1
(1.1) 25.5 ± 0.6	32.8 ± 1.3	60			5	68.61	31.39	71.69	73.51	72.26	0.883	0.492	0.760
(2) 24.0 ± 1.0	31.0 ± 1.0	55			9	72.12	27.88	66.03	40.96	59.04	0.809	0.240	0.651
					24	72.48	27.52	31.08	15.89	26.90	0.356	0.046	0.271
(1) 32.5 ± 1.9	53.6 ± 2.5	25	0.032	0.093	29	72.24	27.76	28.04	13.83	24.10	0.320	0.035	0.241
(1.1) 26.0 ± 2.9	35.7 ± 4.4	48			32	70.42	29.58	25.74	12.89	21.94	0.291	0.028	0.213
(2) 23.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	55			47	69.04	30.96	12.62	12.08	12.45	0.121	0.021	0.090
(1) 28.6 ± 0.3	43.9 ± 0.3	33			52	-	-	7.98	-	-	-	-	-
					56	-	-	6.04	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-23 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทั้งฝัก ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทั้งฝักให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในอุโมง (2) สภาวะแวดล้อมนอกอุโมง			ความยืนสัมพัทธ์ถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ค่าส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความยืนของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_c]/[M_o-M_c]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความยืนสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 36.4 ± 1.0	54.1 ± 1.4	33	0.039	0.103	0	62.48	37.52	74.85	113.87	89.49	1	1	1
(1.1) 30.1 ± 2.7	37.4 ± 4.2	60			5	72.71	27.29	68.15	24.46	56.23	0.906	0.137	0.696
(2) 25.0 ± 1.0	30 ± 1.0	70			10	70.96	29.04	60.04	17.34	47.64	0.791	0.068	0.581
					23	68.21	31.79	27.46	13.54	22.76	0.332	0.032	0.236
(1) 33.3 ± 0.2	53.8 ± 0.6	26	0.033	0.094	29	68.03	31.97	16.08	13.11	15.13	0.179	0.035	0.133
(1.1) 28.3 ± 1.2	35.8 ± 3.7	58											
(2) 26.0 ± 1.0	30.0 ± 1.0	75			32	67.29	32.71	12.69	10.82	12.07	0.081	0.013	0.059
(1) 28.7 ± 0.2	43.5 ± 0.6	35			37	-	-	8.18	-	-	-	-	-
					41	-	-	6.44	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-24 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความยืนสัมบูรณ์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	สัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			$MR = [M-M_e] / [M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 37.3 ± 1.5	54.5 ± 0.9	35	0.041	0.105	0	64.04	35.96	70.41	133.75	93.19	1	1	1
(1.1) 31.9 ± 0.8	40.1 ± 3.8	58			6	75.44	24.56	61.52	29.17	53.57	0.866	0.151	0.690
(2) 26.0 ± 0.0	31.0 ± 1.0	70			9	74.22	25.78	57.19	21.55	47.99	0.801	0.089	0.617
					23	72.50	27.50	25.94	12.95	22.37	0.329	0.020	0.244
(1) 33.1 ± 1.0	53.7 ± 1.5	26	0.033	0.094	28	71.42	28.58	17.26	12.01	15.76	0.208	0.021	0.155
(1.1) 30.0 ± 0.7	38.6 ± 2.9	55											
(2) 27.0 ± 0.2	32 ± 1.0	70			32	68.65	31.35	13.28	11.41	12.69	0.149	0.160	0.107
(1) 28.7 ± 0.2	43.7 ± 0.4	35			38	-	-	8.17	-	-	-	-	-
					42	-	-	6.18	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-25 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	อัตราส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			MR = $[M-M_e]/[M_o-M_e]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 35.5 ± 0.05	54.4 ± 0.7	30	0.036	0.099	0	72.58	27.42	72.89	102.44	80.99	1	1	1
(1.1) 29.3 ± 3.9	37.6 ± 8.3	60			6	79.06	20.94	61.33	25.27	53.78	0.833	0.166	0.693
(2) 23.0 ± 1.0	28.0 ± 1.0	66			12	77.75	22.25	47.61	11.87	39.66	0.635	0.021	0.498
					25	74.45	25.55	18.59	10.42	16.50	0.216	0.006	0.162
(1) 29.8 ± 0.3	55.6 ± 0.5	16	0.025	0.084	31	72.80	27.20	11.55	9.94	11.11	0.128	0.017	0.098
(1) 28.6 ± 0.3	43.5 ± 0.5	35			35	-	-	8.36	-	-	-	-	-
					39	-	-	6.44	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-26 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความยืนสมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	สัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความยืนของถั่วลิสงขณะอบแห้ง			$MR = [M-M_c] / [M_o-M_c]$		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความยืนสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)			(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
(1) 33.2 ± 1.0	54.2 ± 1.8	25	0.032	0.093	0	71.02	28.93	71.30	103.17	80.54	1	1	1
(1.1) 27.8 ± 5.2	37.3 ± 7.8	50			3	77.40	22.60	69.58	28.68	60.34	0.975	0.206	0.801
(2) 22.0 ± 1.0	26.0 ± 1.0	68			6	77.00	23.00	64.73	23.70	55.29	0.904	0.153	0.731
					9	77.03	22.97	57.98	14.83	48.07	0.804	0.059	0.633
					23	75.67	24.33	24.01	11.74	21.02	0.306	0.026	0.237
(1) 31.4 ± 1.4	54.8 ± 1.1	20	0.028	0.088	28	73.99	26.01	20.29	10.93	17.86	0.255	0.023	0.195
(1.1) 29.4 ± 0.7	36.8 ± 5.1	60											
(2) 22.5 ± 1.0	27.0 ± 1.0	70			32	73.60	26.40	12.93	10.69	12.34	0.148	0.020	0.114
(1) 28.3 ± 0.1	42.9 ± 0.4	35			38	-	-	7.60	-	-	-	-	-
					41	-	-	6.15	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-27 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ชั้นที่ 2

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสมดุลย์ของถั่วลิสง (ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)		เวลาอบแห้ง	ลัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง (ร้อยละ)		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง (ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์								
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
28.7 ± 0.6	50.5 ± 0.7	20	0.028	0.088	0*	69.1	30.9	82.63	105.0	89.54
					3*	76.2	23.8	59.40	16.74	49.25
					6*	73.8	26.2	32.56	15.60	28.12
28.7 ± 0.5	50.4 ± 1.0	20	0.028	0.088	(22)	72.6	27.4	22.93	22.33	22.76
					(26.5), 10.5*	72.2	27.8	14.58	9.57	13.17
					(30), 14*	72.9	27.1	10.30	8.92	9.92

หมายเหตุ – เวลาที่มีเครื่องหมาย * คือเวลาที่ถั่วลิสงอยู่ในเครื่องอบแห้ง

– เวลาที่อยู่ในเครื่องหมาย ( ) คือเวลารวมที่ถั่วลิสงอยู่ในเครื่องอบแห้ง และผึ่งลมทิ้งไว้ค้างคืนซึ่งมีผลทำให้ความชื้นลดลงด้วย เนื่องจากมีเวลาจำกัดในสถานที่ที่ทำการทดลอง จึงไม่สามารถอบแห้งอย่างต่อเนื่องได้

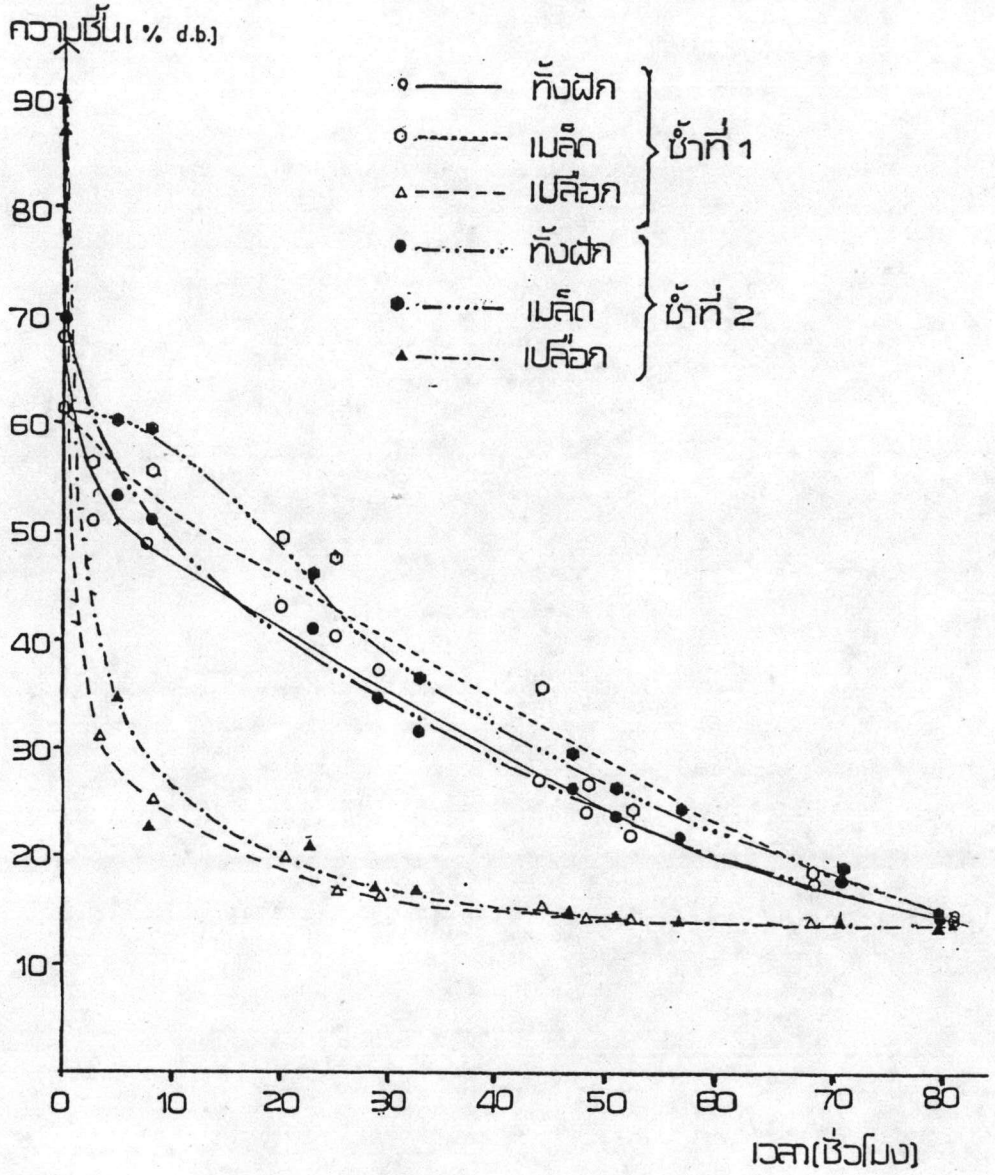
ตารางที่ ข-28 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงด้วยเครื่องอบแห้งถั่วลิสง ฟ้าที่ 1

(1) สภาวะการอบแห้งในตู้อบ (2) สภาวะแวดล้อมนอกตู้อบ			ความชื้นสมดุลย์ของถั่วลิสง		เวลาอบแห้ง	ลัดส่วนของเมล็ดและเปลือกถั่วลิสง		ความชื้นของถั่วลิสงขณะอบแห้ง		
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	ความชื้นสัมพัทธ์	(ทศนิยม, น้ำหนักแห้ง)			(ร้อยละ)		(ร้อยละ, น้ำหนักแห้ง)		
(องศาเซลเซียส)	(องศาเซลเซียส)	(ร้อยละ)	เมล็ด	เปลือก	(ชั่วโมง)	เมล็ด	เปลือก	เมล็ด	เปลือก	ทั้งฝัก
28.6 ± 0.6	50.7 ± 1.7	20	0.282	0.088	0*	70.3	29.7	73.13	95.96	79.91
					3*	78.9	21.1	49.47	13.62	41.90
					6*	75.5	24.5	23.47	12.06	20.67
28.5 ± 0.5	50.2 ± 0.8	20	0.282	0.088	(22)	74.3	25.7	18.42	19.32	18.65
					(27), 11.5*	73.5	26.5	10.48	12.26	10.95
					(30), 14.5*	74.2	25.8	8.42	9.51	8.70

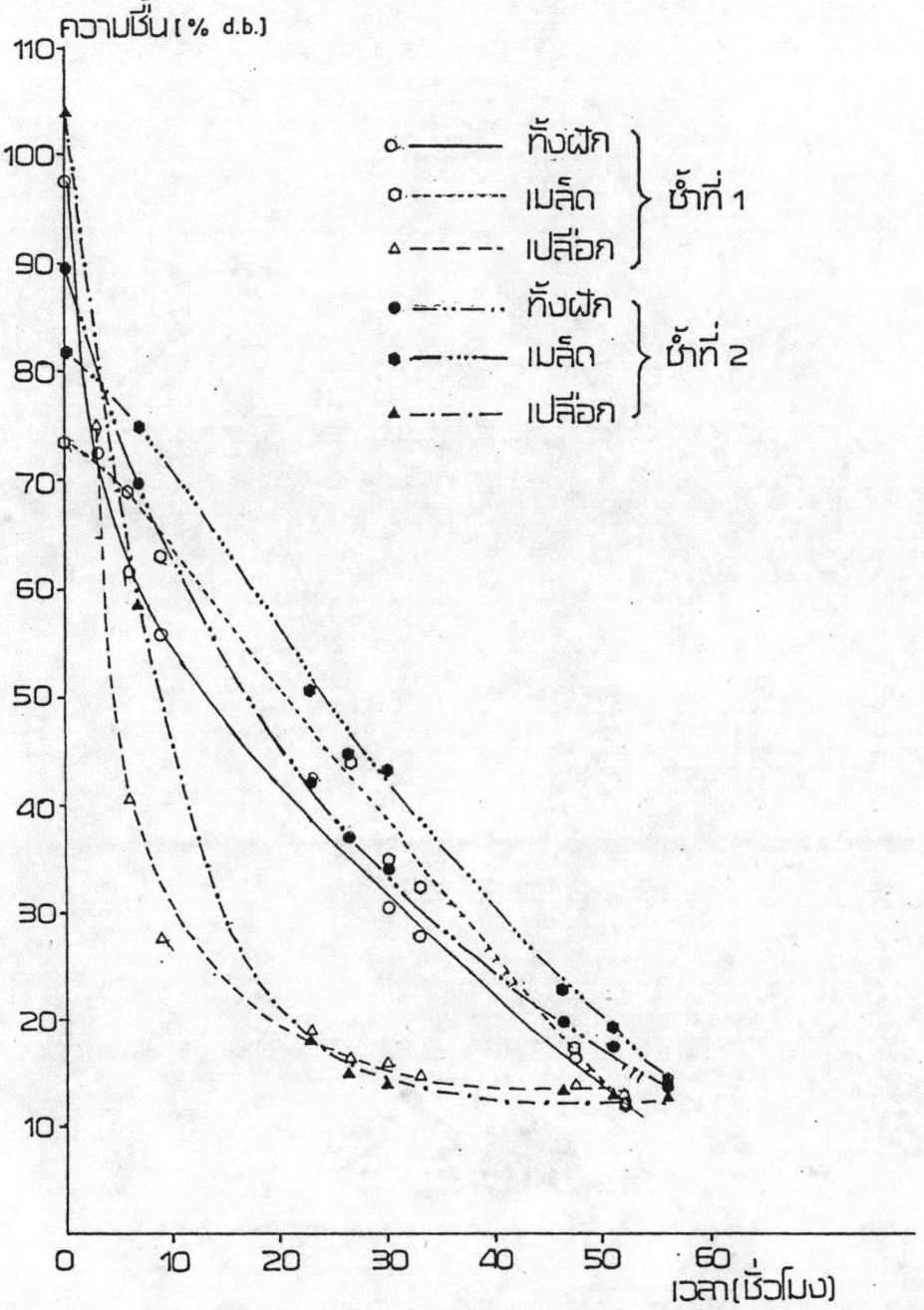
หมายเหตุ - เวลาที่มีเครื่องหมาย * คือเวลาที่ถั่วลิสงอยู่ในเครื่องอบแห้ง

- เวลาที่อยู่ในเครื่องหมาย ( ) คือเวลารวมที่ถั่วลิสงอยู่ในเครื่องอบแห้ง และผึ่งลมทิ้งไว้ค้างคืน ซึ่งมีผลทำให้ความชื้นลดลงด้วย เนื่องจากมีเวลาจำกัดในสถานที่ที่ทำการทดลอง จึงไม่สามารถอบแห้งอย่างต่อเนื่องได้

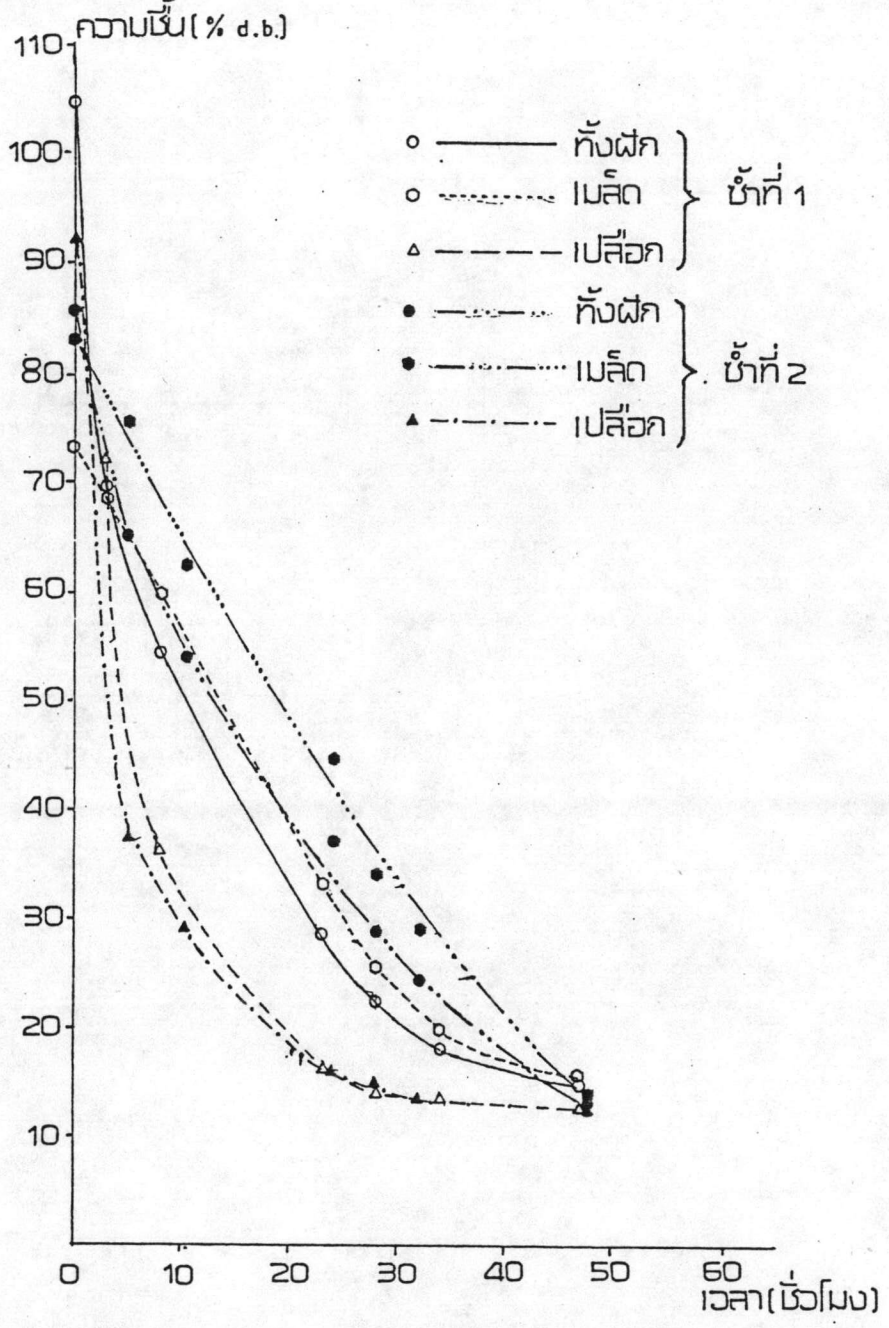
ตารางที่ ข-29 ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงด้วยเครื่องอบแห้งถั่วลิสง ชั้นที่ 2



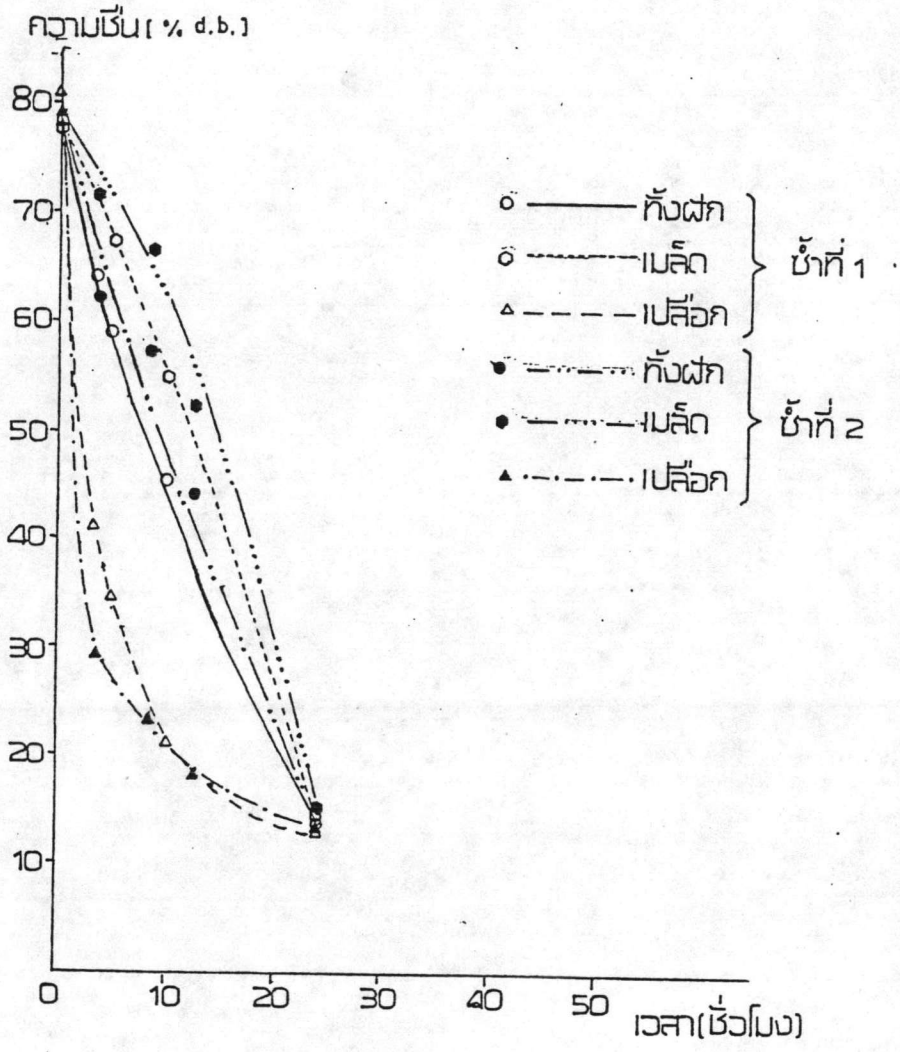
รูปที่ ข-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งเมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส



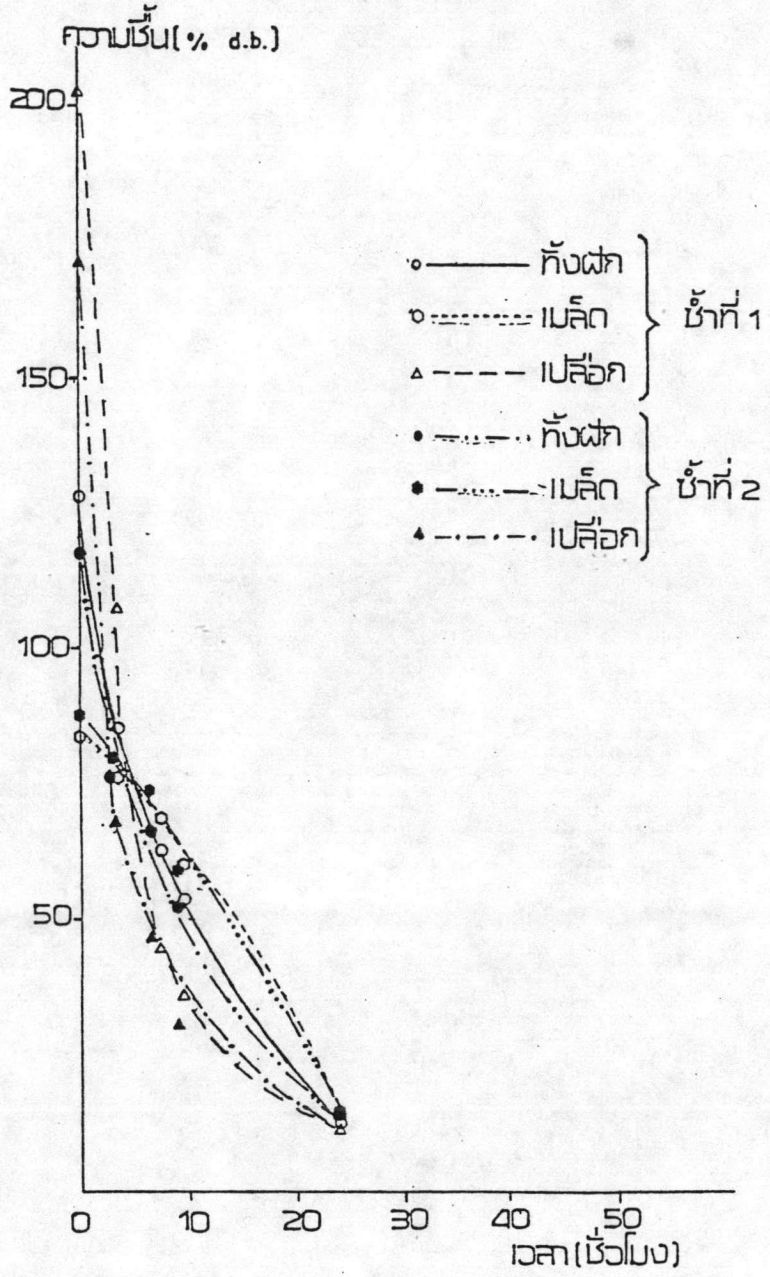
รูปที่ ข-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 40 องศา เซลเซียส



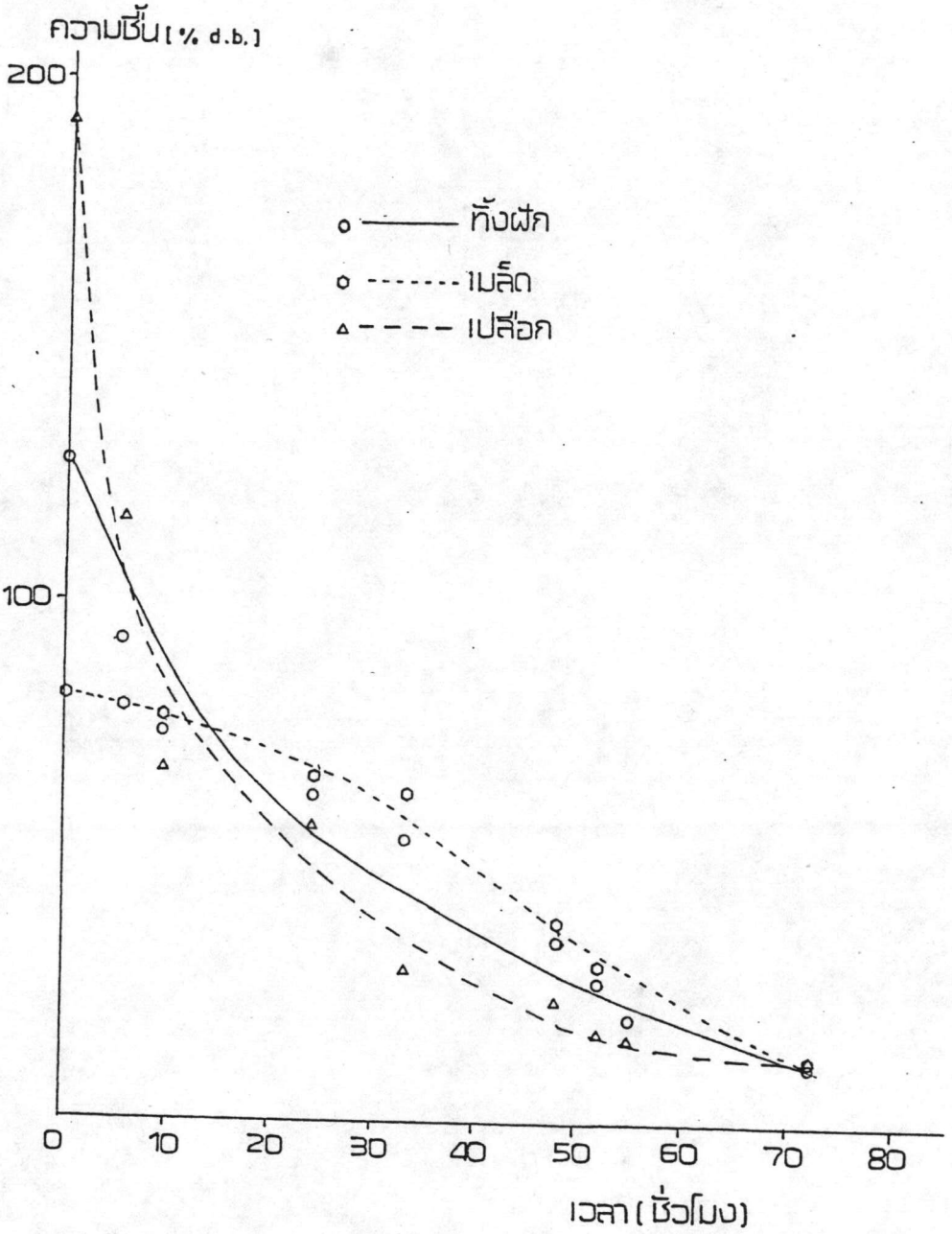
รูปที่ ข-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้ง แบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 45 องศา เซลเซียส



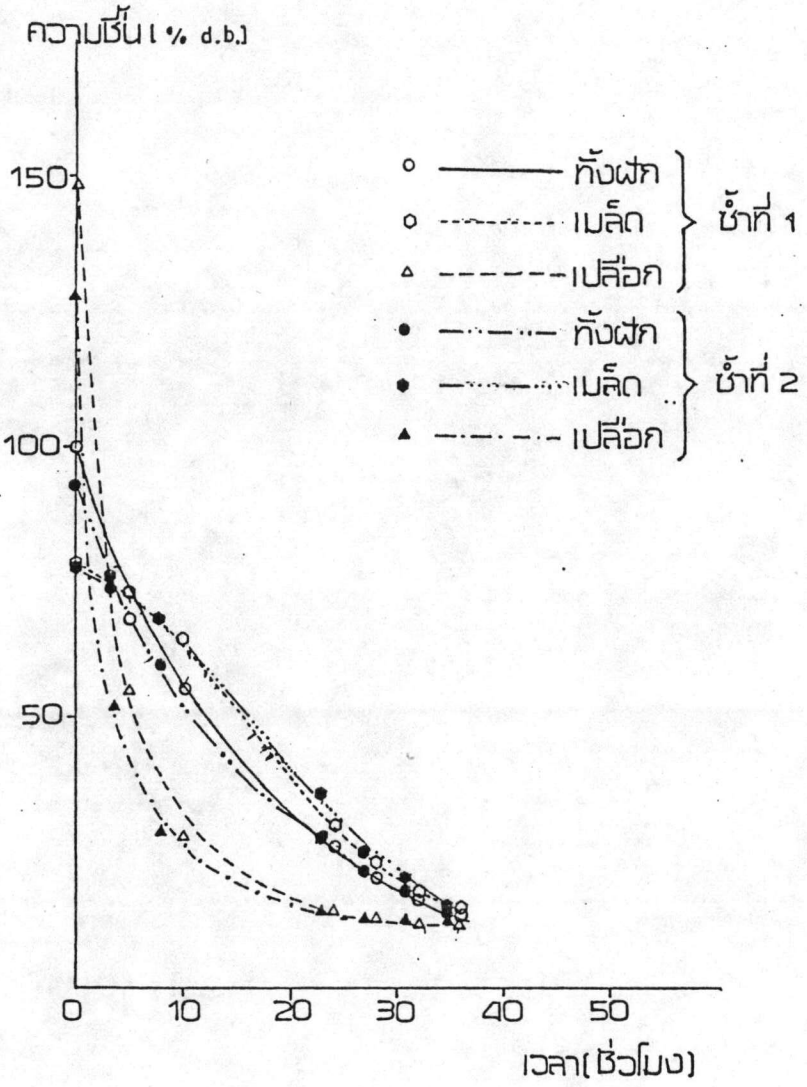
รูปที่ ข-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส



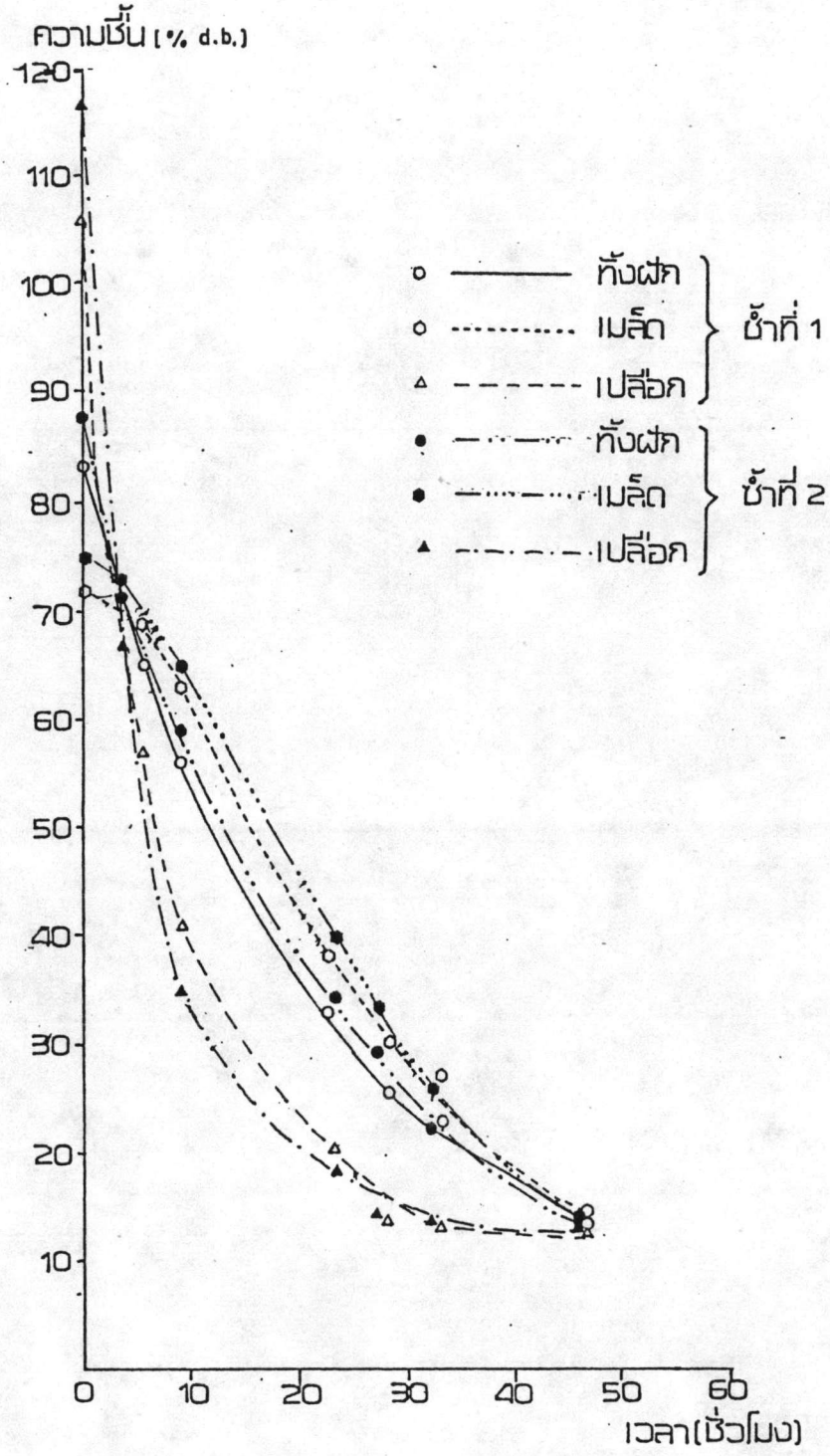
รูปที่ ข-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส



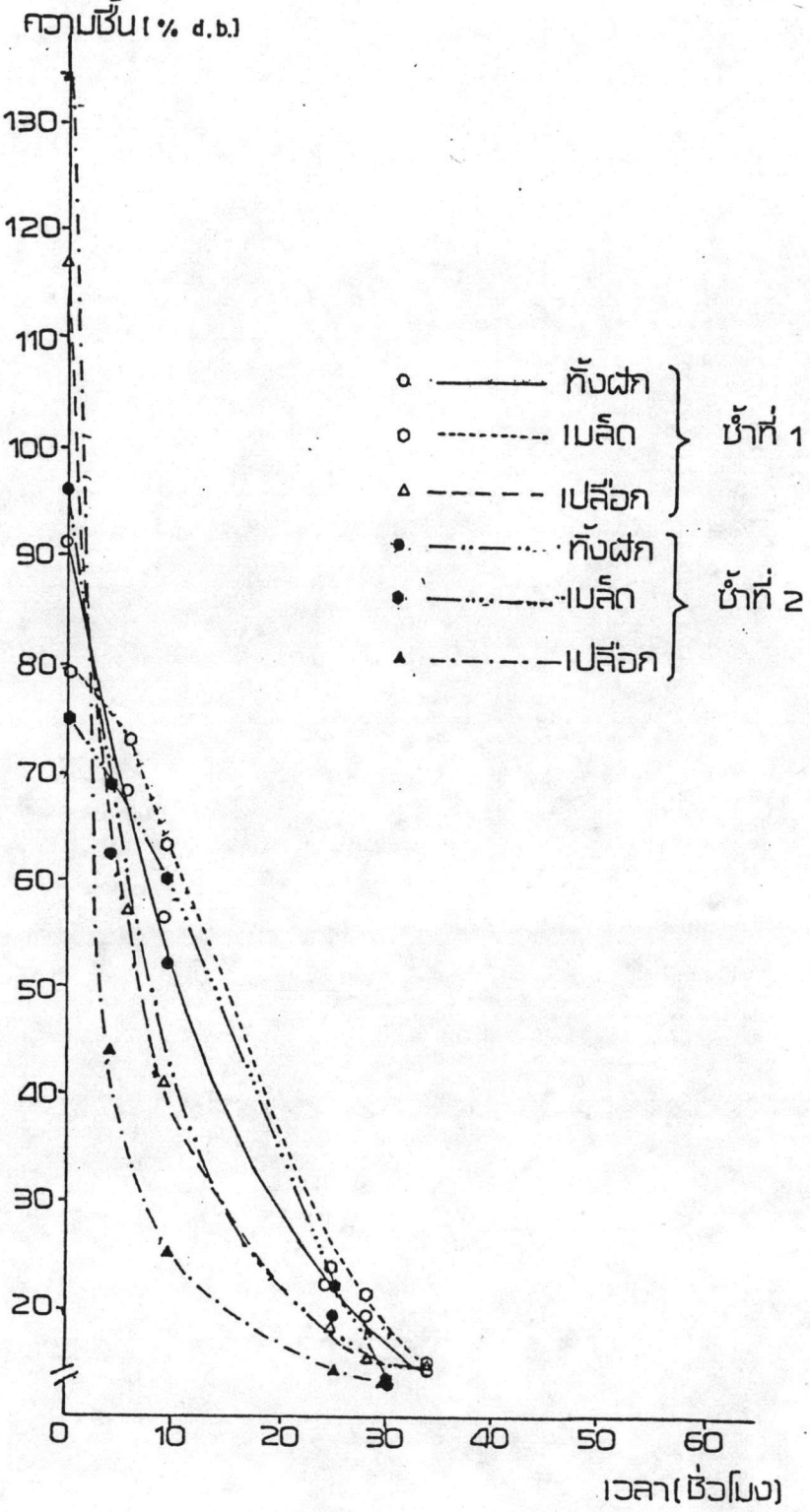
รูปที่ ย-6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง โดยให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงหยุดพักมิได้ให้ลมเย็นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป



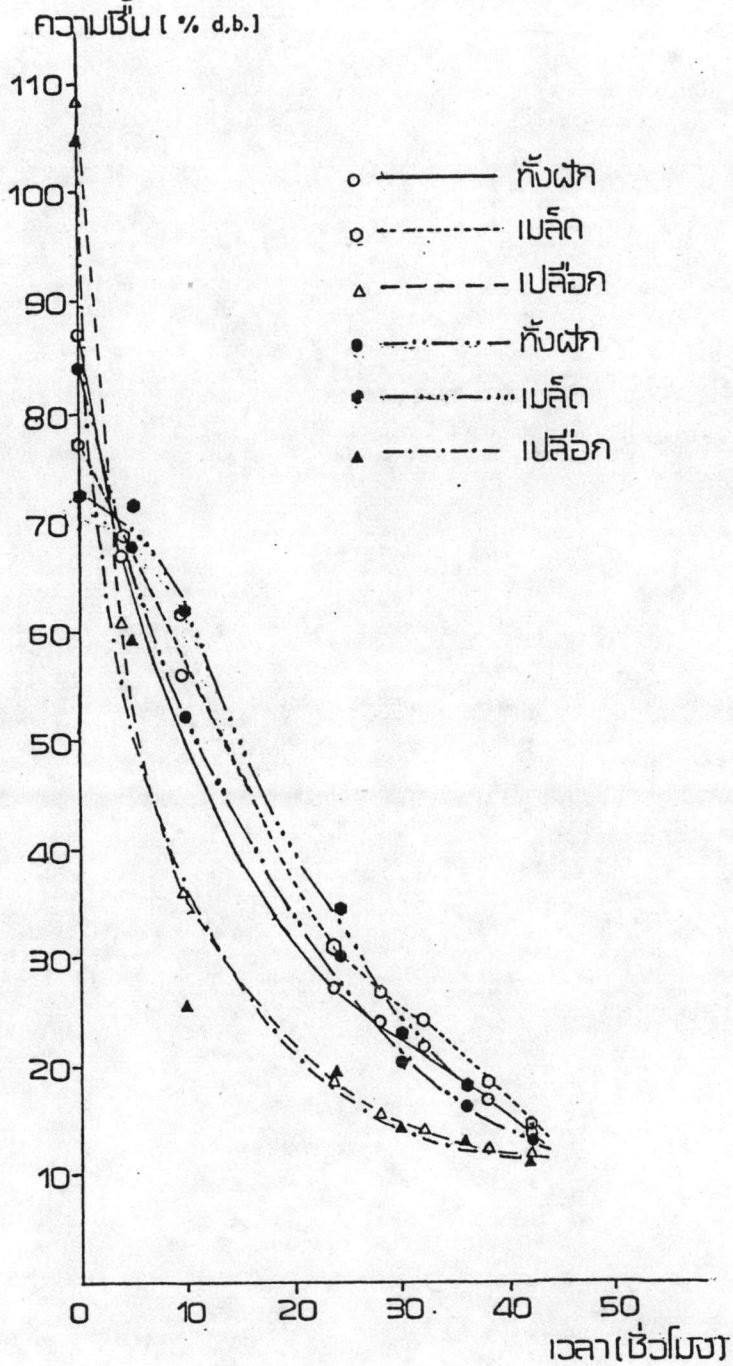
รูปที่ ข-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง โดยให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป



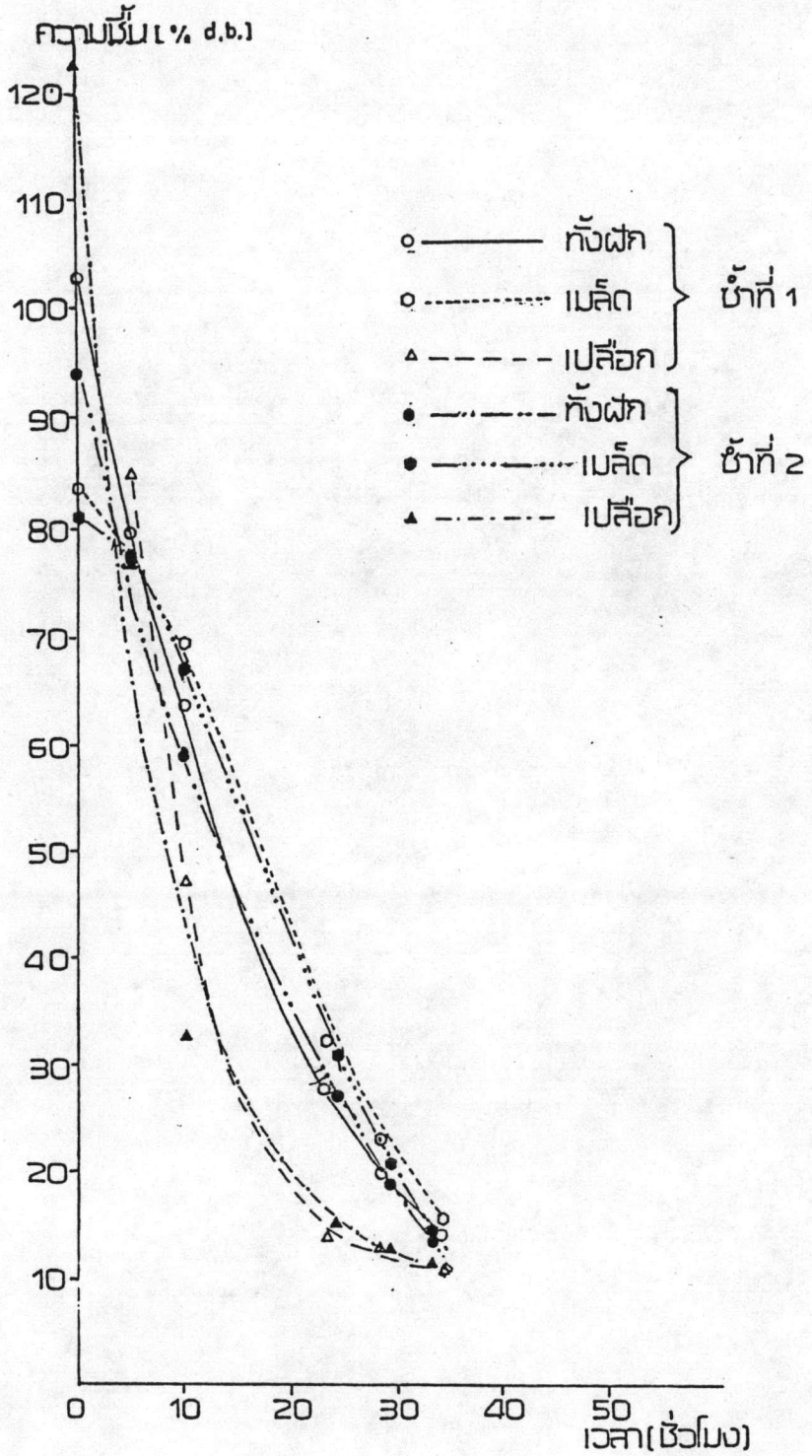
รูปที่ ข-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง โดยให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป



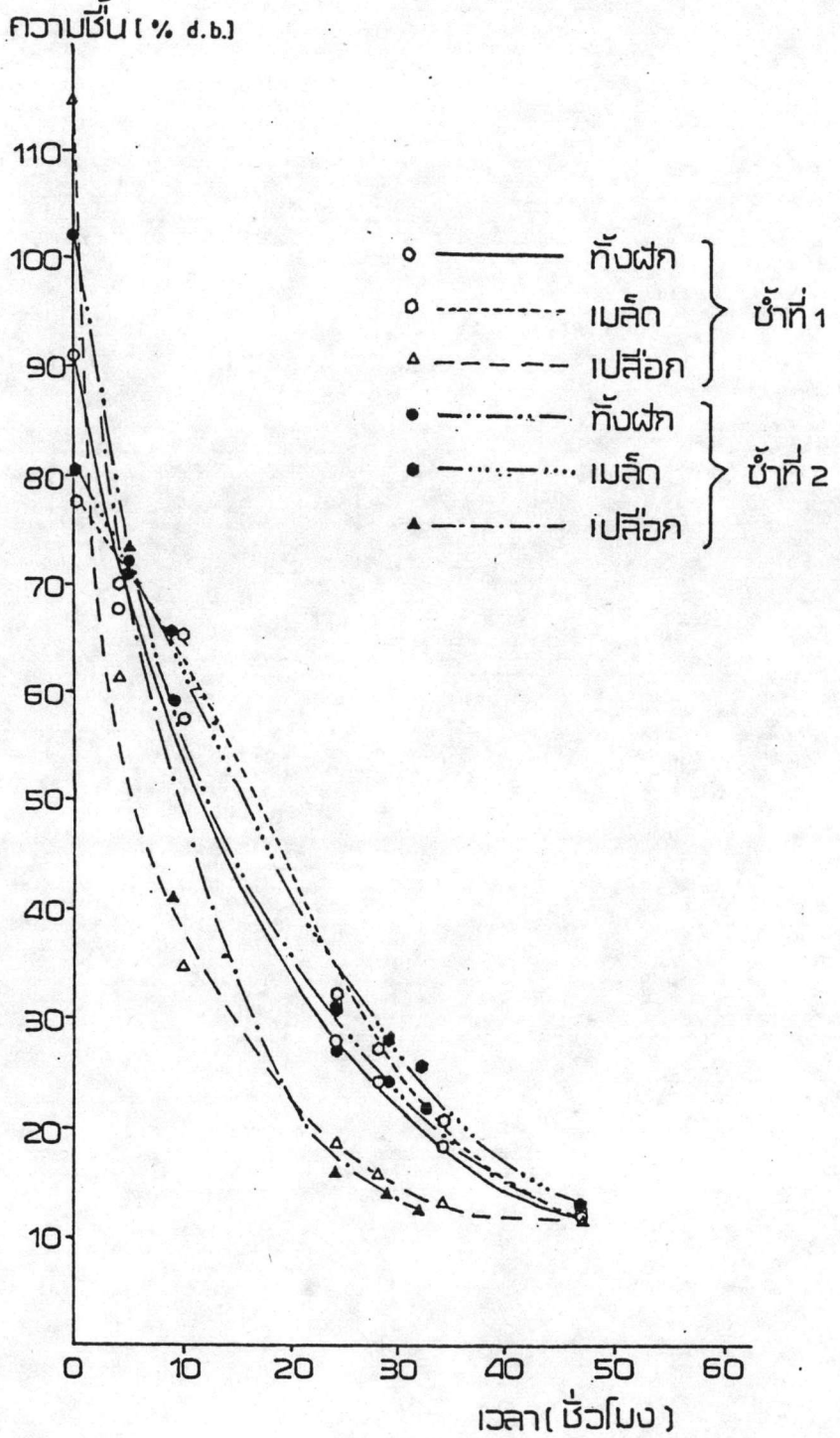
รูปที่ ข-9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง โดยให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป



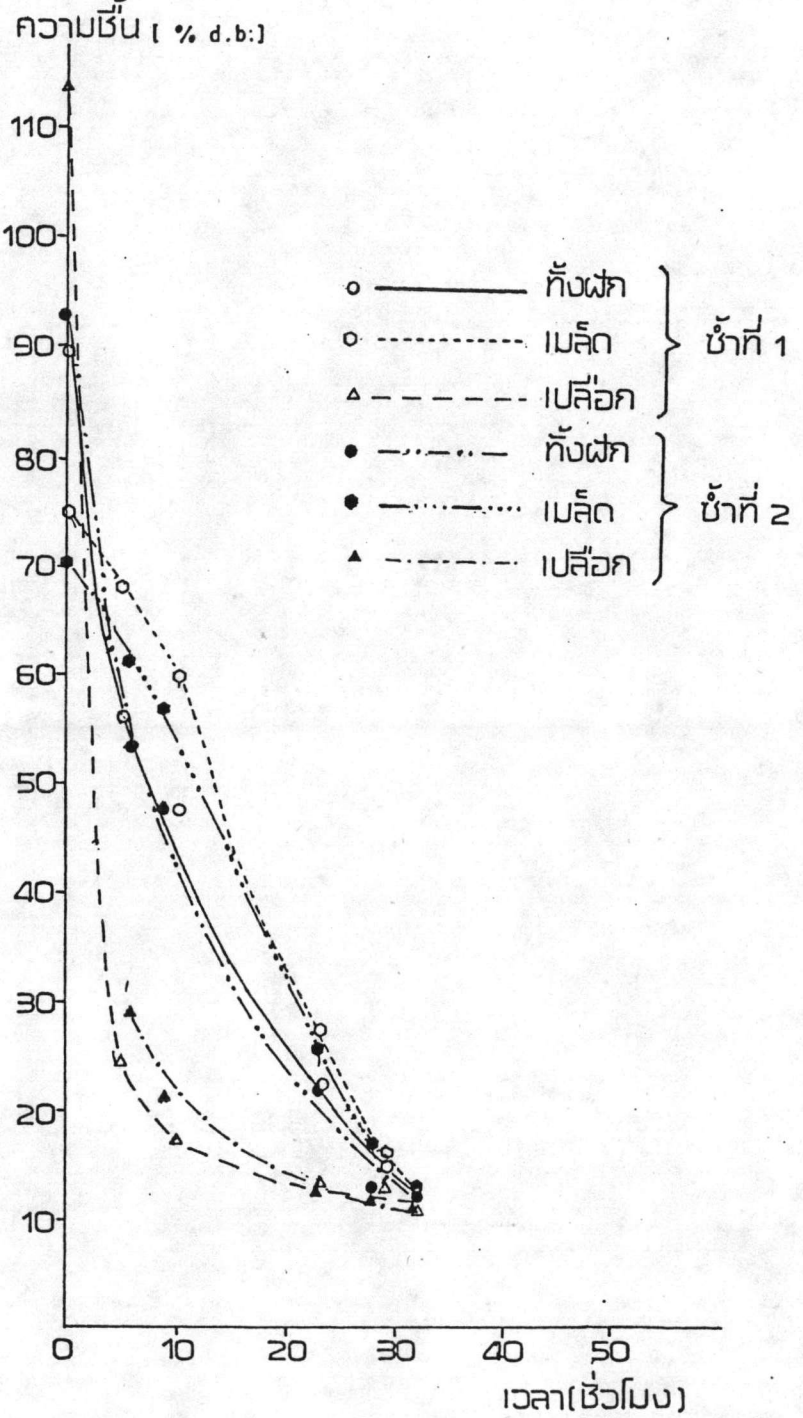
รูปที่ ข-10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง โดยให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป



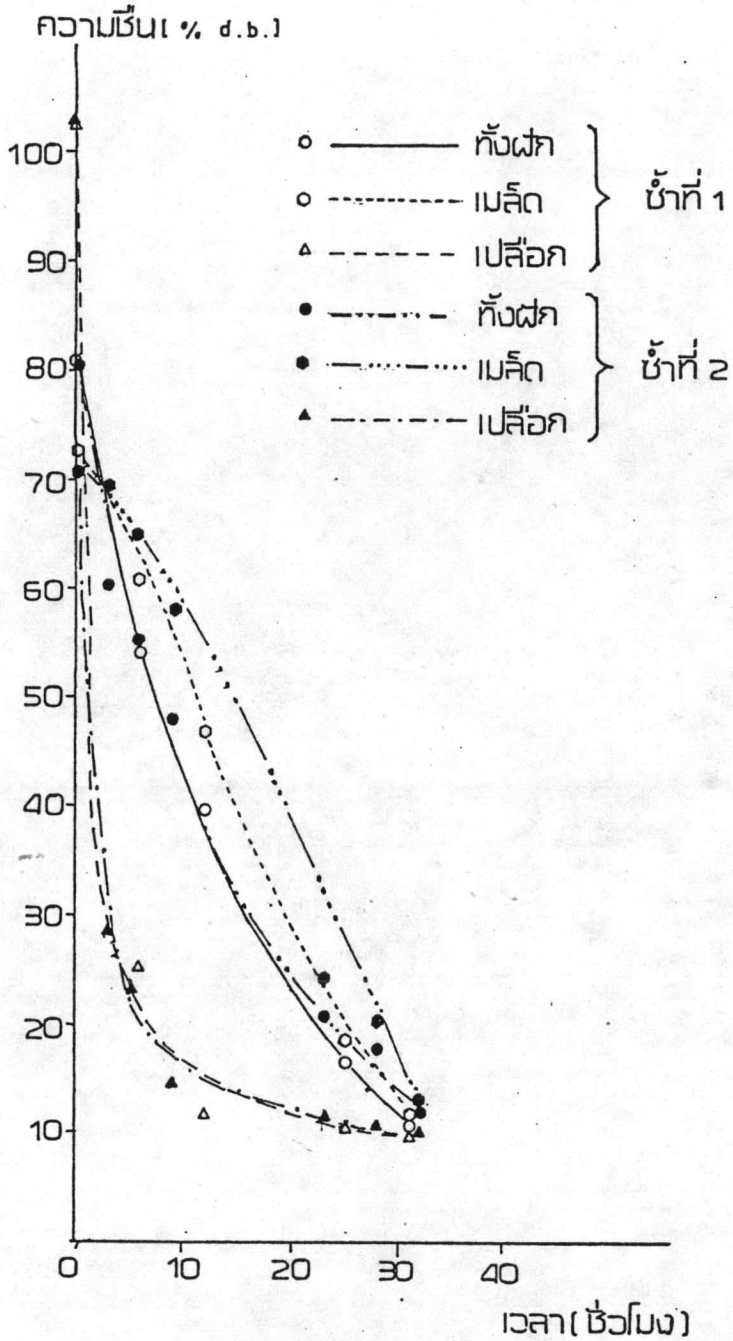
รูปที่ ข-11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบกึ่งช่วง โดยให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, กึ่งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป



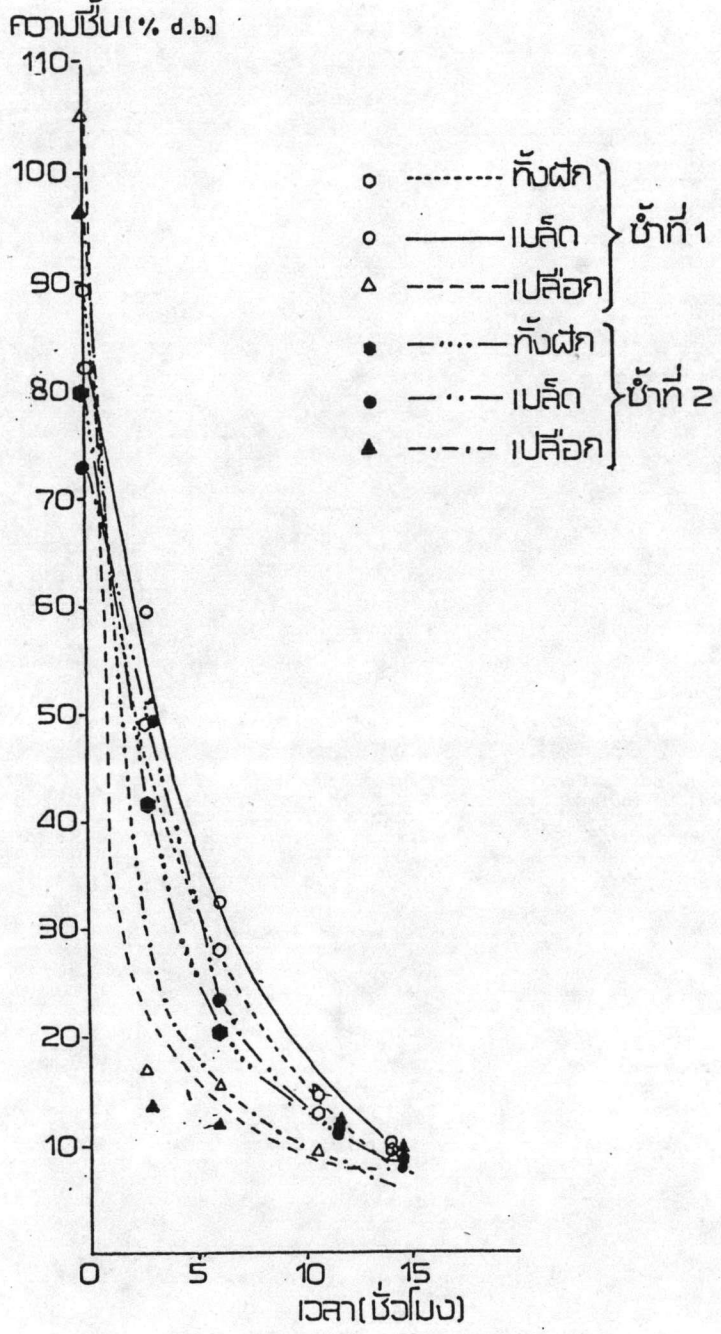
รูปที่ ข-12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบทั้งช่วง โดยให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทั้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป



รูปที่ ข-13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง โดยให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป



รูปที่ ข-14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง โดยให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป



รูปที่ ข-15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยเครื่องอบแห้งถั่วลิสง

ภาคผนวก ค

ภาคผนวก ค-1

การหาความยืนและสารระเหยได้

1. ชั่งน้ำหนักฝักถั่วลิสง แกะแยกเมล็ดและเปลือกชั่งน้ำหนักของแต่ละส่วน คำนวณหาสัดส่วนของเมล็ดและเปลือกเป็นร้อยละ ดังนี้

$$\text{ร้อยละของเมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ด}}{\text{น้ำหนักทั้งฝัก}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละของเปลือก} = \frac{\text{น้ำหนักเปลือก}}{\text{น้ำหนักทั้งฝัก}} \times 100$$

2. ใช้เมล็ดประมาณ 40 - 50 กรัม, เปลือก 20 - 30 กรัม ใส่บนจานหาความยืน (ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว) ชั่งน้ำหนักแน่นอนของจานและเมล็ด หรือจานและเปลือก อบในตู้อบที่อุณหภูมิ 130 $\pm$ 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เอาออกจากตู้อบปิดฝาทันทีทิ้งให้เย็นในเดสิคเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักแน่นอน คำนวณหาความยืนของเมล็ด หรือเปลือกเป็นร้อยละ ดังนี้

$$\text{ความยืนของเมล็ดหรือเปลือก (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไปของเมล็ดหรือเปลือก}}{\text{น้ำหนักของเมล็ดหรือเปลือก}} \times 100$$

คำนวณหาความยืนของฝักถั่วลิสงคือ

ความยืนของทั้งฝัก = AC + BD

โดย A = ความยืนของเมล็ด (ร้อยละ)

B = ความยืนของเปลือก (ร้อยละ)

C = สัดส่วนของเมล็ด (ร้อยละ)

D = สัดส่วนของเปลือก (ร้อยละ)

ภาคผนวก ค-2

การหาปริมาณกรดไขมันอิสระ

1. บดตัวอย่างถั่วลิสงด้วยเครื่องบดให้ละเอียด นำถั่วที่บดแล้วใส่ลงในขวดชมพู่ (พร้อมฝาปิด) ขนาด 250 ลบ.ซม. เติมปิโตรเลียม อีเทอร์ 100 ลบ.ซม. ปิดฝานำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ดูภาคผนวก ค-2.1)

2. เทสารละลายที่ได้จากข้อ 1 ใส่ขวดเซ็นตริฟิวก์ นำไปเซ็นตริฟิวก์ด้วยเครื่องเซ็นตริฟิวก์ ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที

3. รินเอาเฉพาะสารละลายใสจากข้อ 2 (ต้องไม่มีตะกอนถั่วลิสงติดมาด้วย) กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No.1 ใส่ขวดก้นกลมขนาด 250 ลบ.ซม. (ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว)

4. นำสารละลายที่ได้จากข้อ 3 ไประเหยปิโตรเลียม อีเทอร์ ออกด้วยเครื่องระเหย ทิ้งให้เย็นในเดสซิคเคเตอร์

5. ชั่งน้ำมันที่ได้ (น้ำหนักแน่นอน) เติม เอทิล แอลกอฮอล์ (ร้อยละ 95, ซึ่งทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ จนมีสีชมพูจาง ๆ ก่อนเติมลงในน้ำมัน) เติมฟีนอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์ 4 - 5 หยด ไตเตรทด้วย 0.05 นอร์มัล โซเดียม ไฮดรอกไซด์ (standardize ด้วยโปแตสเซียม แอซิด พะทาเลท) เขย่าแรง ๆ จนกระทั่งเห็นสีชมพูปรากฏอยู่อย่างน้อย 1 นาที

6. คำนวณ ร้อยละกรดไขมันอิสระในรูปกรดโอลีอิค (Oleic acid) ดังนี้

ร้อยละกรดไขมันอิสระ =

$$\left\{[\text{ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มัล)} \times \text{ปริมาตรของโซเดียม ไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (ลบ.ซม.)} \times \text{มิลลิสมมูลย์ของกรดโอลีอิค}] \div [\text{น้ำหนักน้ำมัน}]\right\} \times 100$$

มิลลิสมมูลย์ของกรดโอลีอิค = 0.282

ภาคผนวก ค-2.1

เปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันถั่วลิสงที่ใช้วิธีการสกัดแตกต่างกัน 2 วิธี คือ 1) ใช้เครื่องสกัดน้ำมัน (soxhlet extraction apparatus) ซึ่งเป็นวิธีการสกัดน้ำมันเพื่อหาปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดถั่วลิสงที่ระบุในภาคผนวก E ของ Malasian Standard MS. 3.59 : 1976 และ 2) ใช้วิธีการเขย่าด้วยเครื่องเขย่าซึ่งเป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก A.O.C.S. Official Method Ab 5-49 ที่สกัดน้ำมันจากถั่วลิสง เพื่อหาปริมาณกรดไขมันอิสระโดยให้ตัวทำละลาย (solvent) ไหลซึมผ่านตัวอย่างถั่วแบบเย็น (cold percolation) ด้วยอัตราประมาณ 150 หยด/นาที การสกัดด้วยวิธีการเขย่านั้นทำโดยบดถั่วลิสงด้วยเครื่องบด เป็นเวลา 30 วินาที ชั่งน้ำหนัก 40 กรัมใส่ขวดข่มพู่ เติมตัวทำละลาย คือ ปิโตรเลียมอีเธอร์ เขย่าด้วยเครื่องเขย่า นาน 1 ชั่วโมง นำสารละลายที่สกัดได้ไป เซนตริฟิวก์ด้วยเครื่องเซนตริฟิวก์ เพื่อแยกตะกอนถั่วออกให้ได้สารละลายใส กรองสารละลายที่ได้แล้วนำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลาย เหลือน้ำมันนำไปอบที่ $60^{o}C$ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเดสซิคเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักแน่นอน แล้วไตเตรทหาปริมาณกรดไขมันอิสระ ตามวิธีใน A.O.C.S. Official Method Ab 5-49 เว้นแต่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.05 นอร์มัล ผลปรากฏดังตารางที่ ค-2.1.1 นำค่าปริมาณกรดไขมันอิสระที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 วิธีไปพลอตกราฟ ดูรูปที่ ค-2.1.1 ใช้สมการรีเกรชชัน ผ่านจุดกำเนิด (regression through the origin) [105] fit ข้อมูลการทดลอง ได้สมการทำนาย (preodiction equation) ดังนี้

แบบหุ่น (Model) $Y = bx$ ---------- (ค-2.1.1)

สมการทำนาย $Y = 1.0906x$ ---------- (ค-2.1.2)

เมื่อ Y = ค่าทำนายปริมาณกรดไขมันอิสระเมื่อทราบค่า x

x = ปริมาณกรดไขมันอิสระที่สกัดได้เมื่อใช้วิธีการเขย่า

b = สัมประสิทธิ์รีเกรชชัน (regression coefficient) = 1.0906

หาได้จากสูตร $b = xiyi/\sum xi^2$

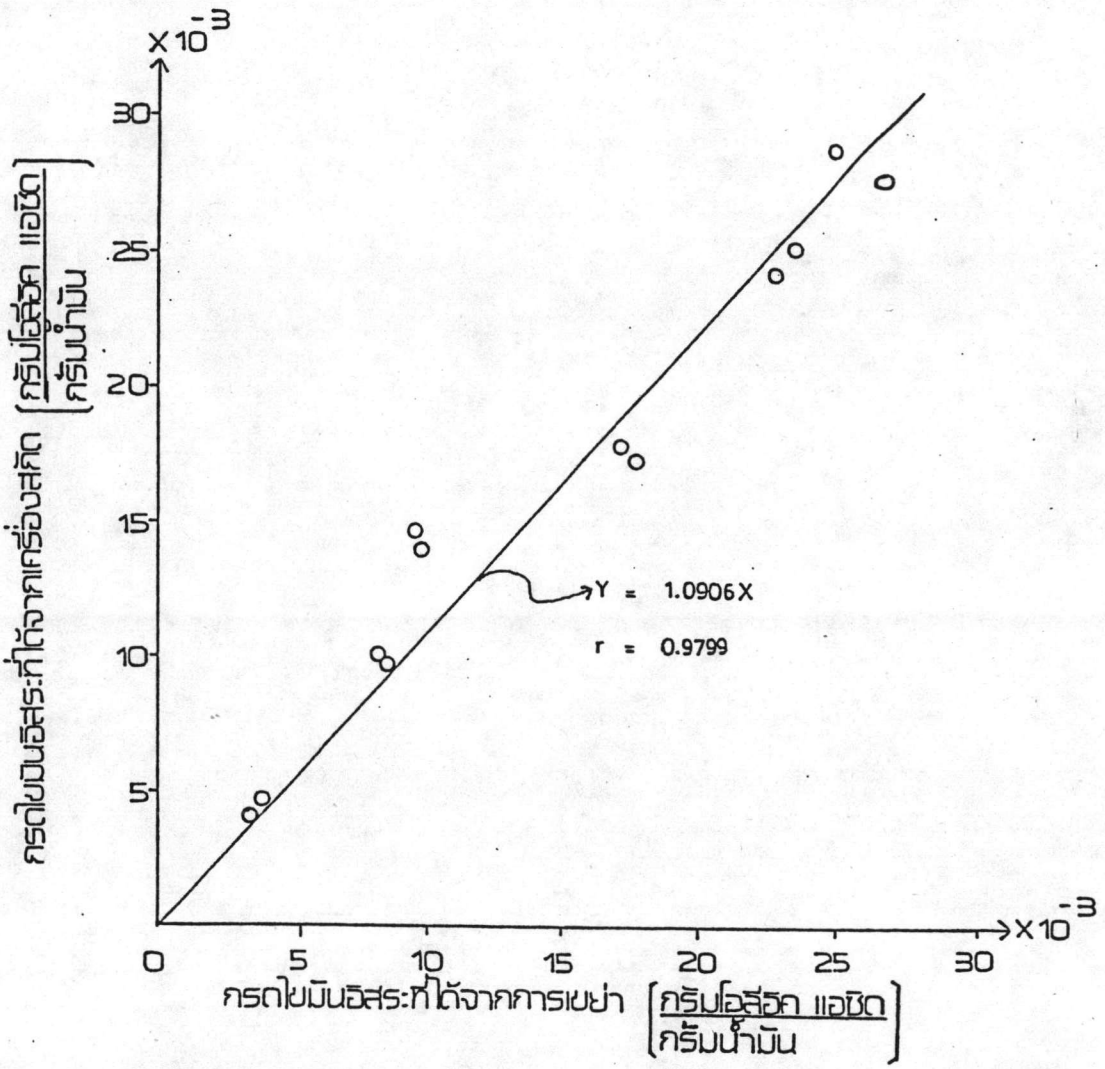
เมื่อ x = ปริมาณกรดไขมันอิสระที่สกัดได้เมื่อใช้วิธีการเขย่า

y = ปริมาณกรดไขมันอิสระที่สกัดได้เมื่อใช้เครื่องสกัด

ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยรีเกรชชันผ่านจุดกำเนิด ดังตารางที่ ค-2.1.2

ตารางที่ ค-2.1.1 แสดงปริมาณกรดไขมันอิสระที่สกัดด้วยเครื่องเขย่าและเครื่องสกัด

ซ้ำที่	ปริมาณกรดไขมันอิสระที่สกัดด้วยเครื่องเขย่า (กรัมโอลีอิคแอซิด/กรัมน้ำมัน)	ปริมาณกรดไขมันอิสระที่สกัดด้วยเครื่องสกัด (กรัมโอลีอิคแอซิด/กรัมน้ำมัน)
1	0.00388	0.0048
2	0.00344	0.0040
3	0.00848	0.0098
4	0.00816	0.0100
5	0.00945	0.0147
6	0.00978	0.0139
7	0.0173	0.0179
8	0.0177	0.0175
9	0.0235	0.0244
10	0.0228	0.0241
11	0.0268	0.0278
12	0.0249	0.0289



รูปที่ ค-2.1.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดไขมันอิสระที่สกัดได้จากวิธีการเผย่า (x) และวิธีการใช้เครื่องสกัด (y) โดยใช้สมการรีเกรชชันผ่านจุดกำเนิด ได้สมการทำนาย Y = 1.0906 x และค่าดรรชนีสหสัมพันธ์ (r) = 0.9799

ตารางที่ ค-2.1.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนเมื่อรีเกรชชันผ่านจุดกำเนิด

SOV	SS	df	MS	F
due to line	$(\sum xiyi)^2/\sum xi^2$	1	4.01224×10^{-3}	1025.9*
	$\frac{7.35343 \times 10^{-5}}{3.37325 \times 10^{-3}} =$			
	4.01224×10^{-3}			
residual	$\sum(yi - Yi)^2 =$	(n-1)	3.91091×10^{-6}	
	$\sum yi^2 - [(\sum xiyi)^2/\sum xi^2]$	11		
	$(4.05526 \times 10^{-3} -$			
	$4.01224 \times 10^{-3}) =$			
	4.302×10^{-5}			
total about	$\sum yi^2 = 4.05526 \times 10^{-3}$	n		
origin		12		

(Test H : $\beta = 0$; ไม่มี linear relationship ระหว่าง x, y)

F calculation 1025.9 $>$ F table 1, 11, 0.95 = 4.84

Reject H. นั่นคือมีความสัมพันธ์เชิงเส้น (linear relationship) ระหว่าง x และ y คือ ปริมาณกรดไขมันอิสระที่สกัดได้จากวิธีการเขย่าและวิธีการใช้เครื่องสกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าวิธีการสกัดน้ำมันทั้ง 2 วิธีไม่มีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันที่สกัดได้แตกต่างกัน

เมื่อหาค่าดรรชนีสหสัมพันธ์ (linear corelation coefficient;r) [106 - 107] จากสูตร

$$\gamma xiyi = \frac{\sum(xiyi) - (\sum xi)(\sum yi)/n}{\sqrt{[\sum x_1^2 - (\sum \underline{xi})^2][\sum yi^2 - (\sum \underline{yi})^2]}}$$

ได้ค่า r = 0.9799 ตรวจสอบนัยสำคัญของค่า r โดยใช้ t-test H : p = o

$$t \text{ calculation} = \frac{r}{\sqrt{(1-r^2)/(n-2)}}$$

t calculation = 15.53 $>$ t 10, 0.975 = 2.228

Reject H คือ ค่า r = 0.9799 ไม่เท่ากับ 0

ช่วงเชื่อมั่นของค่าตรรชนีสหสัมพันธ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คือ $0.9276 \leqslant r \leqslant 0.9945$ [107]

ค่าตรรชนีสหสัมพันธ์สูงแสดงว่ามีอัตราของความใกล้เคียงระหว่างปริมาณกรดไขมันอิสระที่สกัดได้จากวิธีการเขย่า และวิธีการใช้เครื่องสกัด สูง

จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยรีเกรชชันและค่าตรรชนีสหสัมพันธ์ บ่งชี้ว่าวิธีการสกัดน้ำมันด้วยการเขย่า และวิธีการสกัดด้วยเครื่องสกัดน้ำมัน ไม่มีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระแตกต่างกัน จึงสามารถใช้วิธีการสกัดด้วยการเขย่าแทนวิธีการสกัดด้วยเครื่องสกัดน้ำมันเพื่อหาปริมาณกรดไขมันอิสระได้

ภาคผนวก ค-3

การทดสอบความงอกของเมล็ด

เพาะเมล็ดที่คัดเลือกแล้วจำนวน 25 เมล็ด x 4 ซ้ำ รวม 100 เมล็ด บนกระดาษเพาะ โดยให้เมล็ดอยู่ระหว่างกระดาษ (between paper) แล้วใส่ในถุงพลาสติคโพลีเอทธิลีน ขนาดกว้าง 20 ซม., ยาว 27 ซม. เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซม. ทั้งสองด้าน จำนวน 200 รู ใช้แผ่นพลาสติคเปิดปากถุงให้กว้าง วางบนตะแกรงโปร่ง แยวนในที่โล่งให้อากาศถ่ายเทสะดวก อุณหภูมิห้องรดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ ประเมินผลครั้งแรกเมื่อ 5 วัน และครั้งสุดท้ายเมื่อ 10 วันหลังเพาะ

ภาคผนวก ค-4

การวิเคราะห์อะฟลาทอกซิน

1. ใช้ถั่วลิสง 100 กรัม เติมสารละลายเมทานอล-น้ำ (55 + 45) 500 ลบ.ซม., เฮกเซน 200 ลบ.ซม., และเกลือประมาณ 4 กรัม ปั่นด้วยเครื่องปั่นที่ความเร็วสูงเป็นเวลา 1 นาที ถ่ายสู่ขวดเซนตริฟิวก์ เซนตริฟิวก์ที่ความเร็ว 2,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

2. ปิเปตส่วนที่เป็น เอเควียส เมทานอล (aqueous methanol) 25 ลบ.ซม. ใส่ seporatory funnel ขนาด 125 ลบ.ซม. เติมคลอโรฟอร์ม 25 ลบ.ซม. ปิดจุกเขย่า 30 - 60 วินาที ทิ้งให้แยกชั้นไขเอาชั้นล่างซึ่งเป็นคลอโรฟอร์มออกใส่บีกเกอร์ (ต้องไม่มีตะกอนถั่วติดมาด้วย) ระเหยคลอโรฟอร์มออกจนเกือบจะแห้งเหลือประมาณ 2 ลบ.ซม. ถ่ายส่วนที่สกัดได้นี้พร้อมกับล้างอย่างระมัดระวังสู่ vial ระเหยจนแห้งภายใต้บรรยากาศของไนโตรเจน ใน water bath ละลายส่วนที่สกัดได้นี้ในสารละลายเบนซีน-อะซีโตไนไตรล์ (98 + 2) 200 ไมโครลิตร สำหรับ spot บนแผ่น TLC

3. Thin layer chromatography (TLC) เตรียมแผ่น TLC โดยซิลิกาเจล GHR (Silica gel GHR) 30 กรัมใส่ขวดชมพู่ขนาด 300 ลบ.ซม. เติมน้ำกลั่น 60 ลบ.ซม. เขย่าแรง ๆ 1 นาที รินอย่างระมัดระวังสู่ applicator และฉาบบนแผ่นแก้ว 5 อันให้หนาประมาณ 0.25 มม. (ขึ้นความหนาของเจลเปียก) ทิ้งแผ่น TLC ให้แห้งในอากาศประมาณ 10 นาที แล้ว activate ในตู้อบที่ 80 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 2 ชั่วโมง เก็บแผ่น TLC ไว้ในเดสิคเคเตอร์ ก่อนใช้ขีดเส้น front line ห่างจากขอบล่าง 16 ซม. เช็ดเจลที่ขอบทั้งสองข้างออก ข้างละ 0.5 ซม. เพื่อป้องกัน edge effect

4. Preliminary thin layer chromatography (ถ้าทราบความเข้มข้นโดยประมาณของอะฟลาทอกซินแล้วไม่ต้องทำ) spot สารละลายตัวอย่างจากข้อ 2 จำนวน 2, 5 และ 10 ไมโครลิตร (10 ไมโครลิตร spot 2 จุด) บนแผ่น TLC ห่างจากขอบล่าง 4 ซม. (เก็บส่วนที่เหลือไว้ด้วย) spot อะฟลาทอกซินมาตรฐานจำนวน 2, 5 และ 10 ไมโครลิตร และ spot อะฟลาทอกซินมาตรฐานอีก 5 ไมโครลิตรทับบนจุด 10 ไมโครลิตรของตัวอย่างที่ spot ไว้เดิมเพื่อเป็น internal standard ใส่สารละลาย อะซีโตน คลอโรฟอร์ม (1 + 9) จำนวน 50 ลบ.ซม. ลงใน developing tank ใส่แผ่น TLC ลงใน Tank แล้วปิดให้สนิท

develope แผ่น TLC เป็นเวลา 40 นาทีหรือจน developing solvent ถึง front line เอาออกจาก tank ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้องในที่มืด นำแผ่น TLC นี้ไปอ่านภายใต้แสงอุลตรา-ไวโอเลต ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร ดู pattern ของจุด ฟลูออเรสเซนท์ของตัวอย่างเทียบกับมาตรฐาน จากการทดลองเบื้องต้นนี้จะประมาณการเลือกจางที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณต่อไป

5. Quantitative thin layer chromatography spot ตัวอย่าง 3.5, 5.0 และ 6.5 ไมโครลิตร (6.5 ไมโครลิตร spot 2 จุด) ทุกจุดควรมีขนาดเท่า ๆ กัน spot อะฟลาทอกซินมาตรฐาน 3.5, 5.0 และ 6.5 ไมโครลิตร และ spot อีก 5 ไมโครลิตรทับบนจุด 6.5 ไมโครลิตรของตัวอย่างที่ spot ไว้เดิมเพื่อเป็น internal standard develope แผ่น TLC เช่นเดียวกับในข้อ 4 ทำให้แห้ง นำแผ่น TLC นี้ไปอ่านภายใต้แสงอุลตราไวโอเลต ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร เปรียบเทียบความเข้มของแสงที่เรืองออกมาของตัวอย่างและของอะฟลาทอกซินมาตรฐาน เมื่อได้ปริมาณอะฟลาทอกซินในตัวอย่างมีความเข้มข้นเท่ากันกับอะฟลาทอกซินมาตรฐานแล้ว คำนวณหาปริมาณอะฟลาทอกซิน ดังสูตร

ปริมาณอะฟลาทอกซิน (ไมโครกรัม/กิโลกรัมตัวอย่าง) = $(S \times Y \times V)/(X \times W)$

S = ปริมาตรของอะฟลาทอกซินมาตรฐานที่ความเข้มข้นของแสงฟลูออเรสเซนท์เท่ากับตัวอย่าง (ไมโครลิตร)

Y = ความเข้มข้นของอะฟลาทอกซินมาตรฐาน (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

V = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ spot (ไมโครลิตร)

X = ปริมาตรของตัวอย่างที่ spot แล้วมีความเข้มข้นของแสงฟลูออเรสเซนท์เท่ากับอะฟลาทอกซินมาตรฐาน

W = น้ำหนักตัวอย่างเทียบเท่าปริมาตรการสกัด (กรัม)

ภาคผนวก ง

ภาคผนวก ง-1

ความชื้นของลมร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

กำหนดให้อากาศที่เข้าสันดาปประกอบด้วย O_2 และ N_2 อย่างละ 20 % และ 80 % ตามลำดับ

ความชื้นของลมร้อน = ความชื้นจากการสันดาป + ความชื้นจากอากาศที่ใช้สันดาป + ความชื้นจากเชื้อเพลิง

basis เปลือกที่เผาไหม้ 1 กก. (มีความชื้น 10 %)

$$C_6H_{12}O_6 + 11/2\ O_2 \longrightarrow 6\ CO_2 + 5\ H_2O$$

	178	176	264	90
1 หน่วยมวล	1	1	1.48	0.5

1 หน่วยมวลเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ต้องการอากาศเข้าสันดาป $= \frac{1}{0.2} = 5 \frac{\text{กก.อากาศ}}{\text{กก.เชื้อเพลิง}}$

(g_A)

เพื่อให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ใช้ 20 % excess air

excess air ที่ใช้ $(g_A^+) = 0.2 \times 5 = 1 \frac{\text{กก.อากาศ}}{\text{กก.เชื้อเพลิง}}$

ลมร้อนแห้งทั้งหมด $(g_G) = CO_2 + N_2 + \text{excess air}$

$= 1.48 + 5(0.8) + 1$

$= 6.48 \frac{\text{กก.อากาศ}}{\text{กก.เชื้อเพลิง}}$

ความชื้นของอากาศที่เข้าสันดาปเมื่ออากาศอยู่ในสภาวะ 28^oC, 80 % RH จาก psychrometric chart (H air) $= 0.02 \frac{\text{กก.น้ำ}}{\text{กก.อากาศแห้ง}}$

ความชื้นเนื่องจากการสันดาป (H combustion) $= \frac{9h}{g_A}$ (h = สัดส่วนของไฮโดรเจนในเชื้อเพลิง)

$= \frac{9 \times 0.066}{5} = 0.1188 \frac{\text{กก.น้ำ}}{\text{กก.อากาศแห้ง}}$

ความยั้นของลมร้อนทั้งหมด = ความยั้นจากการลันดาป + ความยั้นจากอากาศที่ใช้ลันดาป +
ความยั้นของเยื้อเพลิง

$$H_{hot\ air} = (H_{combustion})\left(\frac{g_A}{g_G}\right) + (H_{air})\left(\frac{g_A + g_A^+}{g_G}\right) + (H_{hull})\left(\frac{\text{กก. hull}}{g_G}\right)$$

$$= \left(0.1188\ \frac{\text{กก.น้ำ}}{\text{กก.อากาศแห้ง}}\right)\left(\frac{5}{6.48}\ \frac{\text{กก.อากาศแห้ง}}{\text{กก.อากาศแห้ง}}\right) +$$

$$\left(0.02\ \frac{\text{กก.น้ำ}}{\text{กก.อากาศแห้ง}}\right)\left(\frac{5+1}{6.48}\ \frac{\text{กก.อากาศแห้ง}}{\text{กก.อากาศแห้ง}}\right) +$$

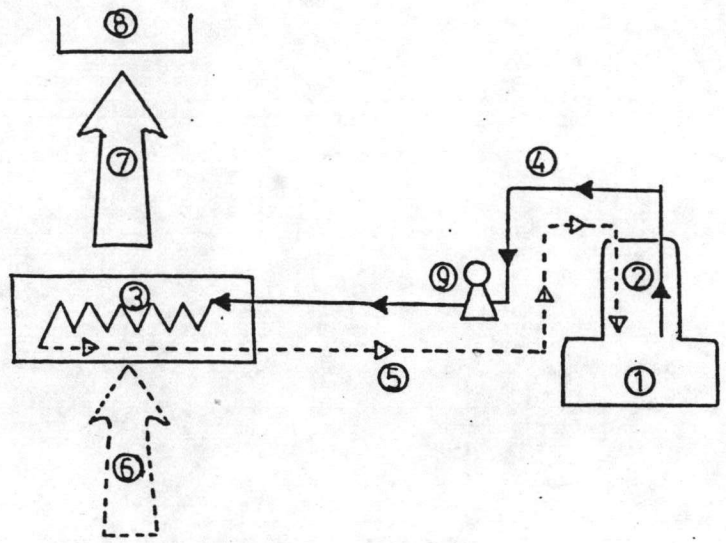
$$\left(0.1\ \frac{\text{กก.น้ำ}}{\text{กก.เยื้อเพลิง}}\right)\left(\frac{1}{6.48}\ \frac{\text{กก.เยื้อเพลิง}}{\text{กก.อากาศแห้ง}}\right)$$

$$= 0.0916 + 0.0185 + 0.0154$$

$$= 0.1255\ \frac{\text{กก.น้ำ}}{\text{กก.อากาศแห้ง}}$$

ภาคผนวก ง-2

สมดุลย์พลังงานของเครื่องอบแห้งถั่วลิสง



รูปที่ ง-2.1 แสดงการไหลของน้ำและอากาศของเครื่องอบแห้ง

(1) เตา (2) หม้อต้มน้ำ (3) เรดิเอเตอร์ (4) น้ำร้อนเข้าเรดิเอเตอร์

(5) น้ำร้อนออกจากเรดิเอเตอร์ (6) ลมเย็นเข้าเรดิเอเตอร์

(7) ลมร้อนออกจากเรดิเอเตอร์ (8) กะบะใส่ถั่ว (9) ปั๊มน้ำ

สมดุลย์พลังงานที่ชุดต้มน้ำ (โดยสมมุติว่าไม่มีการสูญเสียพลังงานความร้อน)

$$m_e H n_s = m_w C_w (Tw_2 - Tw_1) + \dot{m}_w C_w (Tw_i - Tw_o) \times t \quad \text{-----(ง-2.1)}$$

m_e = มวลเชื้อเพลิงที่ใช้ (กก.)

H = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (กิโลแคลอรี/กก.)

n_s = ประสิทธิภาพของเตา (ร้อยละ)

m_w = น้ำหนักของน้ำในหม้อต้ม (กก.)

C_w = ความร้อนจำเพาะของน้ำ (กิโลแคลอรี/กก.-องศาเคลวิน)

Tw_1 = อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ (องศาเคลวิน)

Tw_2 = อุณหภูมิระดับที่ต้องการของน้ำร้อน (องศาเคลวิน)

$\dot{m}_w$ = อัตราการไหลของน้ำระหว่างหม้อต้มและเรดิเอเตอร์ (กก./ชม.)

Tw_i = อุณหภูมิน้ำร้อนที่เข้าเรดิเอเตอร์ (องศาเคลวิน)

Tw_o = อุณหภูมิน้ำร้อนออกจากเรดิเอเตอร์ (องศาเคลวิน)

t = เวลาใช้งาน (ชม.)

สมดุลย์พลังงานที่เรดิเอเตอร์

$$\dot{m}_a C_a (Ta_o - Ta_i) = n_h \dot{m}_w C_w (Tw_i - Ta_i) \qquad \text{----- (ง-2.2)}$$

$\dot{m}_a$ = อัตราการไหลของอากาศ (กก./ชม.)

C_a = ความร้อนจำเพาะของอากาศ (กิโลแคลอรี/กก.-องศาเคลวิน)

Ta_o = อุณหภูมิลมร้อนออกจากเรดิเอเตอร์ (องศาเคลวิน)

Ta_i = อุณหภูมิลมเย็นเข้าเรดิเอเตอร์ (องศาเคลวิน)

n_h = ประสิทธิภาพของเรดิเอเตอร์

ตัวอย่าง ในการทดลองนี้ใช้ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิง หามวลเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบแห้ง เวลา 6 ชั่วโมง ใช้ข้อมูลอุณหภูมิของน้ำจากรูปที่ 5-1

H (ค่าความร้อนของถ่านไม้) = 7030 กิโลแคลอรี/กก. (จากตารางที่ ก-4 ภาคผนวก ก)

n_s (ประสิทธิภาพของเตา) = 0.222 (จากภาคผนวก ง-4)

m_w (น้ำหนักของน้ำในหม้อต้ม) = 1 กก.

C_w (ความร้อนจำเพาะของน้ำ) = 1 กิโลแคลอรี/กก. - องศาเคลวิน

Tw_1 (อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ) = 28 + 273 = 301 องศาเคลวิน

Tw_2 (อุณหภูมิระดับที่ต้องการของน้ำร้อน) = 55 + 273 = 328 องศาเคลวิน (จากรูปที่ 5-1)

$\dot{m}_w$ (อัตราการไหลของน้ำระหว่างหม้อต้มและเรดิเอเตอร์ = 113 กรัม/วินาที = 406.8 กก./ชม.

Tw_i (อุณหภูมิน้ำร้อนที่เข้าเรดิเอเตอร์) ให้เท่ากับ Tw_2 = 328 องศาเคลวิน

Tw_o (อุณหภูมิน้ำร้อนที่ออกจากเรดิเอเตอร์) = 53 + 273 = 326 องศาเคลวิน (จากรูปที่ 5-1)

t (เวลาใช้งาน) = 6 ชม.

แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการ ง-2.1

$$m_e \times 7030 \frac{\text{กิโลแคลอรี}}{\text{กก.เชื้อเพลิง}} \times 0.222 = \left(1 \text{ กก.น้ำ} \times 1 \frac{\text{กิโลแคลอรี}}{\text{กก.น้ำ-องศาเคลวิน}} \times (328 - 301) \text{ องศาเคลวิน}\right) + \left(406.8 \frac{\text{กก.น้ำ}}{\text{ชม.}} \times 1 \frac{\text{กิโลแคลอรี}}{\text{กก.น้ำ - องศาเคลวิน}} \times (328 - 326) \text{ องศาเคลวิน} \times 6 \text{ ชม.}\right)$$

m_e = 3.15 กก.

ในการทดลองนี้ไม่ทราบค่า n_h (ประสิทธิภาพของเรดิเอเตอร์) หาค่าโดยใช้สมดุลย์พลังงานที่เรดิเอเตอร์ สมการ ง-2.2

m_a อัตราการไหลของอากาศ (mass flow rate) = Volumetric flow rate x ความหนาแน่นของอากาศ

$$\text{Volumetric flow rate} = 2.31 \frac{\text{ลบ.ม}}{\text{นาที}}$$

$$= \frac{2.31 \text{ ลบ.ม}}{\text{นาที}} \Big| \frac{60 \text{ นาที}}{\text{ชม.}} = 138.6 \frac{\text{ลบ.ม}}{\text{ชม.}}$$

ความหนาแน่นของอากาศที่ 273 องศาเคลวิน = 1.293 กก./ลบ.ม

ที่ 301 องศาเคลวิน (28.5 องศาเซลเซียส)

$$= \frac{273}{301.5} \times 1.293$$

$$= 1.1707 \text{ กก./ลบ.ม}$$

$$m_a = 138.6 \frac{\text{ลบ.ม}}{\text{ชม.}} \times 1.1707 \frac{\text{กก.}}{\text{ลบ.ม}} = 162.26 \text{ กก./ชม.}$$

C_a = ความร้อนจำเพาะของอากาศ

$$C_a \text{ ที่ } 298 \text{ องศาเคลวิน} = \frac{6.972 \text{ กรัมแคลอรี}}{\text{กรัม-โมล-องศาเคลวิน}} \Big| \frac{1 \text{ กรัมโมล}}{28.97 \text{ กรัม}}$$

$$= 0.2407 \frac{\text{กรัมแคลอรี}}{\text{กรัม-องศาเคลวิน}}$$

$$= 0.2407 \text{ กิโลแคลอรี/กก.-องศาเคลวิน}$$

ที่ 373 องศาเคลวิน = $\frac{6.996 \text{ กรัมแคลอรี}}{\text{กรัมโมล-องศาเคลวิน}} \Big| \frac{1 \text{ กรัมโมล}}{28.97 \text{ กรัม}}$

$$= \frac{0.2415 \text{ กรัมแคลอรี}}{\text{กรัม-องศาเคลวิน}}$$

$$= 0.2415 \text{ กิโลแคลอรี/กก.-องศาเคลวิน}$$

ที่ 323.5 องศาเคลวิน $= \frac{(0.2415 - 0.2407)(323.5 - 298)}{(373 - 298)} + 0.2407$

$$= 0.2410 \text{ กิโลแคลอรี/กก.-องศาเคลวิน}$$

Ta_o อุณหภูมิลมร้อนออกจากเรดิเอเตอร์ = 50.5 + 273 = 323.5 องศาเคลวิน

Ta_i อุณหภูมิลมเย็นเข้าเรดิเอเตอร์ = 28.5 + 273 = 301.5 องศาเคลวิน

แทนค่าต่าง ๆ ในสมการ ง-2.2

$$162.26 \frac{\text{กก.}}{\text{ชม.}} \times 0.2410 \frac{\text{กิโลแคลอรี}}{\text{กก.-องศาเคลวิน}} \times (323.5 - 301.5) \text{ เคลวิน} =$$

$$n_h \times 406.8 \frac{\text{กก.}}{\text{ชม.}} \times 1 \frac{\text{กิโลแคลอรี}}{\text{กก.-องศาเคลวิน}} \times (328 - 301.5) \text{ เคลวิน}$$

$$n_h = 0.08$$

จากสมการ ง-2.2 จะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพของเรดิเอเตอร์เป็นสัดส่วนของปริมาณความร้อนของอากาศและน้ำที่ผ่านเรดิเอเตอร์ ซึ่งอาจจะหาค่าผิดพลาดได้ เนื่องจากการวัดอัตราการไหลของอากาศและน้ำไม่ถูกต้อง การที่ค่าประสิทธิภาพของเรดิเอเตอร์ต่ำมากอาจเนื่องจาก วัดค่าอัตราการไหลของน้ำได้สูงเกินไปและวัดอัตราการไหลของอากาศได้ต่ำเกินไป เพราะว่าการวัดค่าไม่แม่นยำ

ภาคผนวก ง-3 พลังงานที่ต้องการในการอบแห้งถั่วลิสง

พลังงานที่ต้องการในการอบแห้งถั่วลิสงอาจประเมินได้จาก

$$Q_p = LW_p (m_i - m_f) + W_p C_p (T_a - T_p) \quad \text{-----} \quad (ง-3.1)$$

Q_p = พลังงานที่ต้องการในการอบแห้งถั่วลิสง

L = ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำในถั่ว = 2950 กิโลจูล/กก.น้ำ [108]

W_p = มวลแห้งของถั่วที่อบแห้ง

m_i = ความชื้นเริ่มต้นของถั่วลิสง , ทศนิยม น้ำหนักแห้ง

m_f = ความชื้นสุดท้ายของถั่วลิสง , ทศนิยม น้ำหนักแห้ง

T_a = อุณหภูมิของลมร้อน

T_p = อุณหภูมิเริ่มต้นของถั่วลิสง

C_p = ความร้อนจำเพาะของถั่วลิสง [109] โดยที่

$$Cp_k = (-0.125 + 0.00167T)\ (1-m) + C_w m \quad \text{-----} \quad (ง-3.2)$$

$$Cp_h = 0.170\ (1-m) + C_w m \quad \text{-----} \quad (ง-3.3)$$

Cp_k = ความร้อนจำเพาะของเมล็ดถั่วลิสง (แคลอรี/กรัม-องศาเคลวิน)

Cp_h = ความร้อนจำเพาะของเปลือกถั่วลิสง (แคลอรี/กรัม-องศาเคลวิน)

C_w = ความร้อนจำเพาะของน้ำ = 1 แคลอรี/กรัม-องศาเคลวิน

T = อุณหภูมิสัมบูรณ์(องศาเคลวิน)

m = ความชื้นของเมล็ดหรือเปลือกถั่วลิสง , เป็นทศนิยมน้ำหนักเปียก

ตัวอย่างการหาพลังงานที่ต้องการในการอบแห้งถั่วลิสงสดจำนวน 3 กก. จากการทดลองอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง ในช่วงเวลาอบแห้ง 6 ชม.ของวันแรก ใช้ข้อมูลความชื้นจากตารางที่ ข-28 ภาคผนวก ข ให้สัดส่วนของเมล็ดและเปลือกโดยประมาณเป็น 70 : 30

ก) หาค่า Cp_k

$Cp_k = (-0.125 + 0.00167T)\ (1-m) + C_w m$

$T = 50.5 + 273 = 323.5$ องศาเคลวิน (โดยปกติอุณหภูมิภายในเมล็ดจะค่อย ๆ สูงขึ้นเมื่อความชื้นภายในเมล็ดลดลงและในที่สุดจะเท่ากับอุณหภูมิลมร้อน)

m = ความชื้นของเมล็ด = 0.4524 น้ำหนักเปียก

Cp_k = [-0.125 + (0.00167 x 323.5)] [1-0.4524] +[1 x 0.4524]

= 0.6798 แคลอรี/กรัม-องศาเคลวิน

Cp_h = 0.170 (1-m) + C_wm

m = ความชื้นของเปลือก = 0.5122

Cp_h = 0.170 (1-0.5122) + 1 x 0.5122

= 0.5707 แคลอรี/กรัม-องศาเคลวิน

C_p (ของทั้งฝัก) = Cp_k x สัดส่วนของเมล็ดในฝัก + Cp_h x สัดส่วนของเปลือกในฝัก

= (0.6798 x 0.7) + (0.5707)(0.3)

= 0.6471 แคลอรี/กรัม-องศาเคลวิน

ข) หามวลแห้งของถั่วลิสงที่อบแห้ง (Wp)

ความชื้นเริ่มต้นของฝักถั่วลิสงที่อบแห้ง ร้อยละ 47.24 น้ำหนักเปียก

ฝักถั่วลิสงสด 1 กก. มีความชื้น = 0.4724 กก.

ฝักถั่วลิสงสด 3 กก. มีมวลแห้ง = 3(1-0.4724) = 1.5828 กก.

ค) แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการ ง-3.1

$$Q_p = \left(\frac{2950 \text{ กิโลจูล}}{\text{กก.น้ำ}} \middle| \frac{\text{กิโลแคลอรี}}{4.187 \text{ กิโลจูล}}\right)\left(1.583\ (0.8954 - 0.2812)\ \text{กก.น้ำ}\right) +$$

$$\left(1.583 \text{ กก.มวลแห้ง}\right)\left(0.6471 \frac{\text{กิโลแคลอรี}}{\text{กก.-องศาเคลวิน}}\right)\left(323.5\text{-}301 \text{ เคลวิน}\right)$$

= 708.08 กิโลแคลอรี

ภาคผนวก ง-4

การทดสอบประสิทธิภาพของเตาเผาเยื่อเพลิงที่ใช้อบแห้งถั่วลิสง [110]

การทดลองหาประสิทธิภาพของเตาทำโดย ใช้ถ่านไม้ที่ทราบปริมาณและค่าความร้อน ต้มน้ำที่ทราบปริมาณในหม้อให้เดือด แล้วเปิดฝาหม้อ ปล่อยให้น้ำระเหยกลายเป็นไอไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไฟรา คือถ่านในเตาลุกไหม้หมด วัดปริมาณน้ำที่เหลือแล้วคำนวณหาปริมาณน้ำที่ระเหยไป สามารถทราบค่าประสิทธิภาพของเตาได้โดยการคำนวณดังสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพของเตา} = \frac{\text{ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับทั้งหมด}}{\text{ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของถ่าน}} \times 100$$

$$\eta = \frac{ms\,(T_2 - T_1) + (m - m_1)\lambda}{wq} \times 100$$

w = น้ำหนักของถ่านไม้ (กรัม) ขนาดก้อนละประมาณ 33 กรัม

q = ค่าความร้อนของถ่านไม้ (แคลอรี/กรัม) (จากตาราง ก-4 ภาคผนวก ก)

m = น้ำหนักของน้ำที่ต้ม (กรัม)

s = ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ (แคลอรี/กรัม-องศาเซลเซียส)

T_1 = อุณหภูมิของน้ำเมื่อเริ่มแรก (องศาเซลเซียส)

T_2 = อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)

m_1 = ปริมาณน้ำที่เหลือ (กรัม)

λ = ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (แคลอรี/กรัม)

$$\eta = \frac{2000 \times 1\,(100-29) + (2000-818)\,540}{500 \times 7030} \times 100$$

$$= 22.2\ \%$$

ภาคผนวก ง-5

การคำนวณค่าพารามิเตอร์การอบแห้ง [69]

plot moisture ratio $(M-M_e)/(M_o-M_e)$ กับเวลาการอบแห้ง (ปรากฏค่าอยู่ในตาราง ข-1 ถึง ข-10 และ ข-12 ถึง ข-27 ภาคผนวก ข) แล้วใช้ exponential regression

$y = Ae^{Bx}$ fit สมการการอบแห้ง (Thin layer drying) 2 - 7 คือ

$$(M-M_e)/(M_o-M_e) = Ae^{-Kt}$$

เมื่อ $(M-M_e)/(M_o-M_e)$ คือ moisture ratio

t คือ เวลาการอบแห้ง

K คือ ค่าพารามิเตอร์การอบแห้ง $= D\pi^2/r^2$

เมื่อ D = diffusivity (มีหน่วยเป็นพื้นที่/เวลา)

r = ระยะทางสั้นที่สุดสำหรับการถ่ายเทความชื้นจากภายในเนื้อเยื่อสู่ผิว

A คือ intercept

คำนวณโดยใช้โปรแกรม regression ของเครื่องคำนวณ Casio รุ่น fx 3600 p.

หาค่า K

ภาคผนวก ง-6

การประเมินพลังงานที่ใช้อบแห้งสำหรับเครื่องอบแห้งแบบเป็นขั้น (สมมุติไม่มีการสูญเสียความร้อน)

พลังงานส่วนที่ให้ความร้อน (Q) = $mC_P \Delta T$ [59]

เมื่อ

m = อัตราการไหลของมวลของอากาศ กก./วินาที

C_P = ความร้อนจำเพาะของอากาศ กิโลจูล/กก. - เคลวิน

ΔT = อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่ต้องการ เคลวิน

สำหรับการให้ความร้อนแก่อากาศที่มีสภาพบรรยากาศปกติ

$$(Q) = 1.2 \frac{\text{กิโลจูล}}{\text{ลบ.ม. - เคลวิน}} \quad \ddot{V} \Delta T$$

$\ddot{V}$ = อัตราการไหลของอากาศ ลบ.ม./วินาที

$\ddot{V}$ สำหรับเครื่องอบแห้งแบบเป็นขั้น = 0.058

T = 22 เคลวิน (จาก 28 องศาเซลเซียส เป็น 50 องศาเซลเซียส)

$$Q = 1.2 \frac{\text{กิโลจูล}}{\text{ลบ.ม. - เคลวิน}} \times 0.058 \frac{\text{ลบ.ม.}}{\text{วินาที}} \times 22 \text{ เคลวิน}$$

$$= 1.53 \frac{\text{กิโลจูล}}{\text{วินาที}}$$

$$= 5508 \frac{\text{กิโลจูล}}{\text{ชม.}}$$

$$\text{พลังงานส่วนที่ใช้หมุนพัดลม} = \frac{1/4 \text{ กำลังม้า} \mid 7.457 \times 10^2 \text{ วัตต์}}{\mid 1 \text{ กำลังม้า}}$$

$$= 186.42 \frac{\text{จูล}}{\text{วินาที}}$$

$$= 671 \frac{\text{กิโลจูล}}{\text{ชั่วโมง}}$$

พลังงานในช่วงเวลาให้ลมร้อน =

(พลังงานส่วนที่ให้ความร้อน x เวลาใช้งาน) + (พลังงานส่วนที่ใช้หมันพัดลม x เวลาใช้งาน)

พลังงานในช่วงเวลาทั้งช่วงให้ลมเย็น =

พลังงานส่วนที่ใช้หมุนพัดลม x เวลาใช้งาน

ตาราง ง-6 แสดงพลังงานที่ใช้อบแห้งถั่วลิสง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง และอบแห้งแบบต่อเนื่อง

สภาพการทดลอง	เวลาอบแห้ง (ชม.)	พลังงานในช่วง เวลาให้ลมร้อน (กิโลจูล)	พลังงานในช่วง เวลาทิ้งช่วงให้ลมเย็น (กิโลจูล)	รวมพลังงานที่ใช้ทั้งหมด (กิโลจูล)
50°C Δ 1 R1	35.5^{b}	111222.0	11742.5	122964.5^{b}
50°C Δ 1 R3	46.5^{d}	74148.0	23149.5	97297.5^{a}
50°C Δ 3 R1	32.0^{a}	148296.0	5368.0	153664.0^{e}
50°C Δ 3 R3	42.0^{c}	129759.0	14091.0	143850.0^{dc}
55°C Δ 1 R1	33.5^{ab}	126463.0	11071.5	137534.5^{cde}
55°C Δ 1 R3	47.0^{d}	89268.0	23485.0	112753.0^{b}
55°C Δ 3 R1	32.0^{a}	178536.0	5368.0	183904.0^{f}
55°C Δ 3 R3	31.5^{a}	122743.5	10400.5	133144.0^{cd}
50°C cont	24.0	148296.0	-	148296.0^{e}
55°C cont	24.0	178536.0	-	178536.0^{f}
45°C cont	47.5	236664.9	-	236664.9

Δ = เวลาให้ลมร้อน R = เวลาทิ้งช่วงให้ลมเย็น cont = ให้ลมร้อนแบบต่อเนื่อง

ตัวเลขที่มีอักษรตัวเดียวกันกำกับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ภาคผนวก จ

ภาคผนวก จ-1

แผนงานทดลอง เพื่อแบ่งตัวอย่างถั่วลิสงไปวิเคราะห์ปริมาณอะฟลาทอกซิน

1. ถั่วลิสงที่อบแห้งแบบต่อเนื่อง

พิจารณาจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเวลาการอบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99 (ตารางที่ 5-7) และพิจารณาจากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาการอบแห้ง (ตารางที่ 5-8) สามารถแบ่งกลุ่มอุณหภูมิที่มีผลทำให้เวลาการอบแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้เป็น 4 กลุ่มคือ 1) 35 องศาเซลเซียส 2) 40 องศาเซลเซียส 3) 45 องศาเซลเซียส 4) 50 และ 55 องศาเซลเซียส ดังนั้นการวิเคราะห์ปริมาณอะฟลาทอกซินจึงจัด block ตามกลุ่มอุณหภูมิที่ให้เวลาการอบแห้งแตกต่างกัน มีรวมทั้งสิ้น 4 block แบ่งมาวิเคราะห์อะฟลาทอกซินดังนี้

block	โพลีเอทธิลีน		โพลีโพรพิลีน	
	บรรจุแบบธรรมดา	บรรจุแบบสูญญากาศ	บรรจุแบบธรรมดา	บรรจุแบบสูญญากาศ
35 องศาเซลเซียส				
40 องศาเซลเซียส				
45 องศาเซลเซียส				
50 หรือ 55 องศาเซลเซียส				

2. ถั่วลิสงที่อบแห้งแบบทั้งฝัก

แบ่งตัวอย่างถั่วลิสงมาวิเคราะห์ปริมาณอะฟลาทอกซิน ด้วยวิธีการ fractional replication [91] ดังนี้

กำหนดให้ factor A เป็นอุณหภูมิ 2 ระดับ 50 และ 55 องศาเซลเซียส

B เวลาให้ลมร้อน (Δ) 2 ระดับ 1 และ 3 ชั่วโมง

C เวลาทิ้งช่วงให้ลมเย็น (R) 2 ระดับ 1 และ 3 ชั่วโมง

D เป็นภาชนะบรรจุ 2 ชนิด PE และ PP

E เป็นจุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุ 2 แบบ แบบธรรมดา และแบบสูญญากาศ

ให้ fundamental identify I คือ ABCDE จะมี aliase structure ดังนี้

A = BCDE	AB = CDE	BD = ACE
B = ACDE	AC = BDE	BE = ACD
C = ABDE	BC = ADE	CD = ABE
D = ABDE	AD = BCE	CE = ABD
E = ABCD	AE = BCD	DE = ABC

total degree of freedom = $\frac{1}{2}2^5 - 1$ = 15

จัด treatment combination ให้อยู่ใน block ตาม defining contrast ABCDE

ได้ 2 block คือ

blk (0) (1) ab ac ad ae bc bd bc cd ce de
abcd abce abde acde bcde

blk (1) a b c d e abc abd abe acd ace ade bcd
bce bde cde abcde

เลือก block (1) มาทำการวิเคราะห์ treatment combination ใน block (1) คือ

(1)	=	50°C	Δ	1	R1	PE	air	pack	abc	=	55°C	Δ	3	R3	PE	air	pack	bcd	= 50°C Δ 3 R3 PP air pack
a	=	55°C	Δ	1	R1	PE	air	pack	abd	=	55°C	Δ	3	R1	PP	air	pack	bce	= 50°C Δ 3 R3 PE vac pack
b	=	50°C	Δ	3	R1	PE	air	pack	abe	=	55°C	Δ	3	R1	PE	vac	pack	bde	= 50°C Δ 3 R1 PP vac pack
c	=	50°C	Δ	1	R3	PE	air	pack	acd	=	55°C	Δ	1	R3	PP	air	pack	cde	= 50°C Δ 1 R3 PP vac pack
d	=	50°C	Δ	1	R3	PP	air	pack	ace	=	55°C	Δ	1	R3	PE	vac	pack	abcde	= 55°C Δ 3 R3 PP vac pack
e	=	50°C	Δ	1	R1	PE	vac	pack	ade	=	55°C	Δ	1	R1	PP	vac	pack		

การวิเคราะห์ข้อมูล

ยกเว้นอักษร E หาค่า Δk สำหรับ 16 factorial effect โดย Yate's method

	ค่าสังเกต (total)	จำนวน factor				
		1	2	3	$4 = q_k$	$\Delta = q_k/r2^{n-1}$
(1)	A	$Q_1 = B + A$	$R_1 = Q_2 + Q_1$	$S_1 = R_2 + R_1$	$T_1 = S_2 + S_1$	$\bar{y}...$
a	B	$Q_2 = D + C$	$R_2 = Q_4 + Q_3$	$S_2 = R_4 + R_3$	$T_2 = S_4 + S_3$	ΔA
b	C	$Q_3 = F + E$	$R_3 = Q_6 + Q_5$	$S_3 = R_6 + R_5$	$T_3 = S_6 + S_5$	ΔB
ab = cde	D	$Q_4 = H + G$	$R_4 = Q_8 + Q_7$	$S_4 = R_8 + R_7$	$T_4 = S_8 + S_7$	ΔAB
c	E	$Q_5 = J + I$	$R_5 = Q_{10} + Q_9$	$S_5 = R_{10} + R_9$	$T_5 = S_{10} + S_9$	ΔC
ac = bde	F	$Q_6 = L + K$	$R_6 = Q_{12} + Q_{11}$	$S_6 = R_{12} + R_{11}$	$T_6 = S_{12} + S_{11}$	ΔAC
bc = ade	G	$Q_7 = N + M$	$R_7 = Q_{14} + Q_{13}$	$S_7 = R_{14} + R_{13}$	$T_7 = S_{14} + S_{13}$	ΔBC
abc	H	$Q_8 = P + O$	$R_8 = Q_{16} + Q_{15}$	$S_8 = R_{16} + R_{15}$	$T_8 = S_{16} + S_{15}$	ΔABC
d	I	$Q_9 = B - A$	$R_9 = Q_2 - Q_1$	$S_9 = R_2 - R_1$	$T_9 = S_2 - S_1$	ΔD
acl = bce	J	$Q_{10} = D - C$	$R_{10} = Q_4 - Q_3$	$S_{10} = R_4 - R_3$	$T_{10} = S_4 - S_3$	ΔAD
bcl = ace	K	$Q_{11} = F - E$	$R_{11} = Q_6 - Q_5$	$S_{11} = R_6 - R_5$	$T_{11} = S_6 - S_5$	ΔBD
abd	L	$Q_{12} = H - G$	$R_{12} = Q_8 - Q_7$	$S_{12} = R_8 - R_7$	$T_{12} = S_8 - S_7$	ΔABD
cd = abe	M	$Q_{13} = J - I$	$R_{13} = Q_{10} - Q_9$	$S_{13} = R_{10} - R_9$	$T_{13} = S_{10} - S_9$	ΔCD
acd	N	$Q_{14} = L - K$	$R_{14} = Q_{12} - Q_{11}$	$S_{14} = R_{12} - R_{11}$	$T_{14} = S_{12} - S_{11}$	ΔACD
bcd	O	$Q_{15} = N - M$	$R_{15} = Q_{16} - Q_{15}$	$S_{15} = R_{14} - R_{13}$	$T_{15} = S_{14} - S_{15}$	ΔBCD
abcd	P	$Q_{16} = P - O$	$R_{16} = Q_{16} - Q_{15}$	$S_{16} = R_{16} - R_{15}$	$T_{16} = S_{16} - S_{15}$	$\Delta ABCD$

$$SS_y = \sum_{i=1}^{16} Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{16} Y_i\right)^2 / \frac{1}{2} \times 2^5$$

$$SS_{q_k} = \sum_{i=1}^{16} q_k^2 \; / \; 2^4 \times 1$$

$$SS_E = SS_y - SS_{q_k}$$

$$MS_E = SS_E/df$$

Standard error $= S\Delta_k = \sqrt{MS_E/df}$

Critical value สำหรับ mean contrast คือ $(t_{\alpha/2}, \nu_E)(S\Delta_k)$

ภาคผนวก ฉ-2

การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของแผนงานทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD)

ตัวอย่างร้อยละการกะเทาะที่ระดับความชื้นต่าง ๆ ของเมล็ด

ซ้ำที่	ร้อยละการกะเทาะเมื่อเมล็ดมีความชื้น (ร้อยละ, น้ำหนักเปียก)					
	20.33	14.68	10.10	7.55	6.75	5.89
1	46.83	48.48	48.90	49.40	48.03	48.98
2	47.96	48.08	48.90	46.63	47.08	49.10
3	48.30	48.03	48.01	49.83	50.06	47.80
4	48.68	49.38	48.83	47.03	48.78	47.37
5	46.46	48.48	51.73	47.50	46.88	49.70

Correction term (C.T.) $= Y^2.. / tr$

$$= \frac{(46.83 + 47.96 + \ldots + 47.37 + 49.70)^2}{6 \times 5}$$

$= 70200.35$

Sum of Square total (SS_Y) $= \sum_{i=1}^{6} \sum_{j=1}^{5} Y^2ij - C.T.$

$= (46.83^2 + 47.96^2 + \ldots + 47.37^2 + 49.70^2)$

$- 70200.35$

$= 39.38$

Sum of Square treatment (SS_T) $= \sum_{i=1}^{6} (Y^2i. / r_i) - C.T.$

$= [(46.83 + \ldots + 46.46)^2 + \ldots + (48.98 + \ldots + 49.70)^2] /5 - 70200.35$

$= 7.67$

Sum of Square error (SS_E) = $SS_Y - SS_T$

= 39.48 - 7.67

= 31.81

AOV table

SOV	df	SS	MS	F	F table
among treatment	(t-1) = 5	7.67	1.53	1.16^{ns}	F 0.01,5,24 = 3.90
within treatment	(tr-t)= 24	31.81	1.32		F 0.05,5,24 = 2.62

F stat = 1.16 < F table 2.62

ที่ระดับความยืนต่าง ๆ ของเมล็ด ไม่มีผลทำให้ร้อยละการกะเทาะแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ

ภาคผนวก จ-3

การเปรียบเทียบดูความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ treatment โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test. [107]

ตัวอย่าง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละการแตกหักของเมล็ด 6 ระดับความยืน โดยทำดังนี้

1. จากตารางที่ 5-4 หาค่า standard error ($S\bar{x}$) ของ group mean โดยที่

$$S\bar{x} = \sqrt{MS_e / r_i}$$
$$= \sqrt{0.73/5}$$
$$= 0.382$$

2. เปิดค่า Significant Studentized Range (SSR) ที่ 5 และ 1 % ที่ p = 2-6 คูณกับ $S\bar{x}$ เพื่อให้ได้ค่า Least Significant Range (LSR) ดังตาราง

P =	2	3	4	5	6
SSR ที่ 0.05	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28
0.01	3.96	4.14	4.24	4.33	4.39
LSR = SSR 0.05 ($S\bar{x}$)	1.11	1.17	1.20	1.23	1.25
= SSR 0.01 ($S\bar{x}$)	1.51	1.58	1.62	1.65	1.68

3. จากตารางที่ 5.3 เรียงลำดับค่าเฉลี่ยร้อยละการแตกหักที่ระดับความยืนของเมล็ดต่าง ๆ จากน้อยไปหามาก ดังนี้

	ระดับความยืนของเมล็ด (ร้อยละ น้ำหนักเปียก)					
	14.68	10.10	7.55	6.75	20.33	5.85
ค่าเฉลี่ยร้อยละการแตกหัก	14.30	15.09	17.89	18.5	18.9	22.31
ลำดับที่	1	2	3	4	5	6

4. เปรียบเทียบความแตกต่างทีละคู่ไปจนครบ ถ้าผลต่างมากกว่าค่า LSR แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ, ถ้าผลต่างน้อยกว่าค่า LSR ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่น ลำดับที่ 6 กับ ลำดับที่ 1 ความแตกต่าง = 22.31 - 14.30 = 8.01 มากกว่า LSR 0.05 = 1.25 นั่นคือที่ระดับความยืนร้อยละ 5.89 และ 14.68 ค่าเฉลี่ยร้อยละการแตกหักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ภาคผนวก จ-4

การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของแผนงานทดลองแบบ factorial 2^3

ตัวอย่าง เวลาการอบแห้งของการอบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง

จากตารางที่ 5-25 นำมาสร้างเป็นตารางใหม่ โดยรวมเวลาการอบแห้ง 2 ซ้ำ เข้าด้วยกัน ดังตารางที่ จ-4.1

ตารางที่ จ-4.1 แสดงเวลาการอบแห้งรวม 2 ซ้ำของ treatment combination ต่าง ๆ

treatment combination	เวลาการอบแห้งรวม 2 ซ้ำ (ชม.)
ให้ลมร้อน 1 ชม. ทิ้งช่วงให้ลมเย็น 1 ชม. ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	71
ให้ลมร้อน 1 ชม. ทิ้งช่วงให้ลมเย็น 3 ชม. ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	93
ให้ลมร้อน 3 ชม. ทิ้งช่วงให้ลมเย็น 1 ชม. ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	64
ให้ลมร้อน 3 ชม. ทิ้งช่วงให้ลมเย็น 3 ชม. ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	84
ให้ลมร้อน 1 ชม. ทิ้งช่วงให้ลมเย็น 1 ชม. ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	67
ให้ลมร้อน 1 ชม. ทิ้งช่วงให้ลมเย็น 3 ชม. ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	94
ให้ลมร้อน 3 ชม. ทิ้งช่วงให้ลมเย็น 1 ชม. ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	64
ให้ลมร้อน 3 ชม. ทิ้งช่วงให้ลมเย็น 3 ชม. ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	63

Correction term (C.T.) $= Y^2..../ abcr$

$= (71 + 93 + ... + 64 + 63)^2/2x2x2x2$

$= 22500$

Sum of Square total (SS_Y) $= \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{2}\sum_{k=1}^{2}\sum_{l=1}^{2} Y^2ijkl^* - C.T.$

$= (35^2 + 36^2 + ... + 32^2 + 31^2) - 22500$

$= 626$

*จากตารางที่ 5-25

Sum of Square A (SS_A) $= \sum_{i=1}^{2} Y^2i ... / bcr - C.T.$

$= (71 + 64 + 93 + 84)^2 +$

$(67 + 64 + 94 + 63)^2 / 2x2x2 - 22500$

$= 36.00$

Sum of Square B (SS_B) $= \sum_{j=1}^{2} Y^2.j.. / acr - C.T.$

$= (71 + 93 + 67 + 94)^2 +$

$(64 + 84 + 64 + 63)^2/2x2x2 - 22500$

$= 156.25$

Sum of Square C (SS_C) $= \sum_{k=1}^{2} Y^2..k. / abr - C.T.$

$= (71 + 64 + 67 + 64)^2 +$

$(93 + 84 + 94 + 63)^2/2x2x2 - 22500$

$= 289.00$

Sum of Square AB (SS_{AB}) $= \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{2} Y^2ij.. / cr - SS_A - SS_B - C.T.$

$= (71 + 93)^2 + (64 + 84)^2 + (67 + 94)^2 +$

$(64 + 63)^2/2x2 - 36.00 - 156.25 - 22500$

$= 20.25$

Sum of Square AC (SS_{AC}) $= \sum_{i=1}^{2} \sum_{k=1}^{2} Y^2$ i.k. / br - SS_A - SS_C - C.T.

$= (71 + 64)^2 + (93 + 84)^2 + (67 + 64)^2 +$

$(94 + 63)^2$ / 2x2 - 36.00 - 289.00 - 22500

$= 16.00$

Sum of Square BC (SS_{BC}) $= \sum_{j=1}^{2} \sum_{k=1}^{2} Y^2$. jk. /ar - SS_B - SS_C - C.T.

$= (71 + 67)^2 + (64 + 64)^2 + (93 + 94)^2 +$

$(84 + 63)^2$ / 2x2 - 156.25 - 289.00 - 22500

$= 56.25$

Sum of Square ABC (SS_{ABC}) $= \sum_{i=1}^{2} \sum_{j=1}^{2} \sum_{k=1}^{2} Y^2$ijk/r - SS_A - SS_B - SS_C - SS_{AB}

- SS_{AC} - SS_{BC} - C.T.

$= (71 + 93^2 + \ldots + 64^2 + 63^2)/2$ - 36.00

- 156.25 - 289.00 - 20.25 - 16.00 - 56.25

- 22500

$= 42.25$

Sum of Square Error (SS_E) $= SS_Y - SS_A - SS_B - SS_C - SS_{AB} - SS_{AC} -$

$SS_{BC} - SS_{ABC}$

$= 626 - 36.00 - 156.25 - 289.00 - 20.25 -$

$16.00 - 56.25 - 42.25$

$= 10$

AOV table

SOV	df	SS	MS	F	F ตาราง
A อุณหภูมิลมร้อน	1	36.00	36.00	28.8*	F 0.01,1,8 = 11.26
B เวลาให้ลมร้อน	1	156.25	156.25	125.0*	F 0.05,1,8 = 5.32
C เวลาทิ้งช่วงให้ลมเย็น	1	289.00	289.00	231.2*	
AB	1	20.25	20.25	16.20*	
AC	1	16.00	16.00	12.80*	
BC	1	56.25	56.25	45.00*	
ABC	1	42.25	42.25	33.8*	
error	8	10.00	1.25		
total	15	626.00			

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ภาคผนวก จ-5

การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ค่า factorial effect ของแผนงานทดลองแบบ factorial 2^3 โดย Yate's Method (ดูภาคผนวก จ-1)

ตัวอย่าง การวิเคราะห์เวลาการอบแห้งของการอบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 ส่ภาพการทดลอง

ปัจจัย A คืออุณหภูมิลมร้อน 2 ระดับ 50 และ 55 องศาเซลเซียส

ปัจจัย B คือเวลาให้ลมร้อน 2 ระดับ 1 และ 3 ชั่วโมง

ปัจจัย C คือเวลาทิ้งช่วงให้ลมเย็น 2 ระดับ 1 และ 3 ชั่วโมง

นำค่าเวลาการอบแห้งรวมทุกซ้ำของ effect ต่าง ๆ จากตารางที่ จ-4.1 ภาคผนวก จ-4 มาคำนวณหาค่า factorial effect ตาม Yate's Method ที่ปรากฏใน ภาคผนวก จ-1 จะได้ดังนี้

treatment combination	total	1	2	3 = q_k	$\Delta q_k/2r^{n-1}$
(1)	71	138	266	600	$\bar{Y}.. = q_k/2r^n = 37.5$
a	67	128	334	-24	$\Delta A = -3$ *
b	64	187	-4	-50	$\Delta B = -6.25$ *
ab	64	147	-20	-18	$\Delta AB = -2.25$ *
c	93	-4	-10	68	$\Delta C = 8.5$ *
ac	94	0	-40	-16	$\Delta AC = -2$ *
bc	84	1	4	-30	$\Delta BC = -3.75$ *
abc	63	-21	-22	-26	$\Delta ABC = -3.25$ *

* มีผลต่อเวลาการอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

$$SS_Y = \sum_{r=1}^{2} \sum_{t=1}^{8} Y_{rt}^2 - Y^2..../rt$$

$$= (35^2 + 36^2 + ... + 32^2 + 31^2) - (600)^2 / 2x8$$

$$= 626$$

$$SSq_k = \sum_{k=1}^{7} q_k^2 / r2^n$$

$$= (-24)^2 + (-50)^2 + ... + (-26)^2 / 2x2^3$$

$$= 616$$

$$SS_E = SS_Y - SSq_k$$

$$= 626 - 616$$

$$= 10$$

$$MS_E = SS_E / \nu_E$$

$SS_E = 10$

ν_E = νtotal - νmain effect - νtwo factor interation - νthree factor interaction

$= (r2^n - 1) - 3 - 3 - 1$

$= 8$

$= 10/8$

$= 1.25$

standard error of mean effect $= \sqrt{MS_E / r2^{n-2}}$

$(S \Delta_{qk}) = \sqrt{1.25/2x2^{3-2}}$

$= 0.559$

critical value $= (t\alpha/_2, \nu_E)(S \Delta_{qk})$

$= (t\ 0.025,\ 8)(0.559)$

$= (2.306)(0.559)$

$= 1.289$

นำค่า critical value ไปเทียบกับค่า mean effect (Δ) (ไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย) ของปัจจัยต่าง ๆ ถ้าค่า critical value มากกว่าหรือน้อยกว่าค่า mean effect แล้วงว่าปัจจัยนั้นไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญหรือมีผลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตามลำดับ ในการทดลองนี้ปัจจัยทั้ง 3 และอิทธิพลร่วมของทั้ง 3 ปัจจัยมีผลต่อเวลาการอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญ

ภาคผนวก จ-6

การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของแผนงานทดลอง factorial randomized completely block design (factorial RCBD)

ตัวอย่างการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ

นำค่าเฉลี่ยปริมาณกรดไขมันอิสระ 2 ซ้ำจากตารางที่ 5-46 มาจัดเป็นตารางใหม่ดังนี้

block (k)	ภาชนะบรรจุ				Y .. k
	โพลีเอทธิลีน (i = 1)		โพลีโพรพิลีน (i = 2)		
	แบบธรรมดา (j = 1)	แบบสูญญากาศ (j = 2)	แบบธรรมดา (j = 1)	แบบสูญญากาศ (j = 2)	
(1) 35°C	0.215	0.226	0.223	0.241	0.905
(2) 40°C	0.169	0.180	0.203	0.189	0.741
(3) 45°C	0.152	0.214	0.184	0.173	0.723
(4) 50°C	0.217	0.224	0.236	0.204	0.881
(5) 55°C	0.267	0.234	0.247	0.216	0.966
(6) 50°C Δ1, R1	0.237	0.226	0.267	0.265	0.995
(7) 50°C Δ1, R3	0.276	0.279	0.278	0.269	1.102
(8) 50°C Δ3, R1	0.174	0.224	0.181	0.216	0.795
(9) 50°C Δ3, R3	0.232	0.272	0.222	0.229	0.911
(10) 55°C Δ1, R1	0.262	0.237	0.243	2.242	0.984
(11) 55°C Δ1, R3	0.238	0.237	0.224	0.238	0.937
(12) 55°C Δ3, R1	0.209	0.195	0.204	0.178	0.786
(13) 55°C Δ3, R3	0.249	0.242	0.236	0.234	0.961
Yij.	2.899	2.946	2.948	2.894	
Yi..	5.845		5.842		
Y.j.	5.847		5.840		

Correction term (C.T.) $= \left(\sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{2}\sum_{k=1}^{2} Yijk\right)^2 / 2 \times 2 \times 13$

$= (0.215 + \ldots + 0.234)^2 / 25$

$= 2.6266$

Total sum of square (SS_Y) $= \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{2}\sum_{k=1}^{2} Y^2 ijk - C.T.$

$= (0.215^2 + \ldots + 0.234^2) - 2.6266$

$= 0.0463$

Sum of square A (SS_A) $= \sum_{i=1}^{2} Y^2 i.. / 2 \times 13 - C.T.$

$= (5.845^2 + 5.842^2) / 26 - 2.6266$

$= 5.3846 \times 10^{-5}$

Sum of square B (SS_B) $= \sum_{j=1}^{2} Y^2 .j. / 2 \times 13 - C.T.$

$= (5.847^2 + 5.840^2) / 26 - 2.6266$

$= 5.3846 \times 10^{-5}$

Sum of square block (SS_D) $= \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{2} Y^2 ..k / 2 \times 2 - C.T.$

$= (0.905^2 + \ldots + 0.961^2) / 4 - 2.6266$

$= 0.0369$

Sum of square AB (SS_{AB}) $= \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{2} Y^2 ij. / 13 - SS_A - SS_B - C.T.$

$= (2.899^2 + \ldots + 2.894^2) / 13 - 5.3846 \times 10^{-5} - 5.3846 \times 10^{-5} - 2.6266$

$= 1.4615 \times 10^{-4}$

Sum of square error (SS_E) = $SS_Y - SS_A - SS_B - SS_{AB} - SS_D$

= $0.0463 - 5.3846 \times 10^{-5} - 5.3846 \times 10^{-5}$

$- 1.4615 \times 10^{-4} - 0.0369$

= 0.009146

SOV	df	SS	MS	F	F ตาราง
A = ภาชนะบรรจุ	1	5.3840×10^{-5}	5.3840×10^{-5}	0.2120^{ns}	F 0.01, 1, 36 = 7.40
B = จุลสัณฐานภายในภาชนะบรรจุ	1	5.3840×10^{-5}	5.3840×10^{-5}	0.2120^{ns}	F 0.05, 1, 36 = 4.11
AB = อิทธิพลร่วม	1	1.4615×10^{-4}	1.4615×10^{-4}	0.5748^{ns}	F 0.01, 12, 36 = 2.72
block	12	0.0369	3.075×10^{-3}	12.1063^{*}	F 0.05, 12, 36 = 2.03
error	36	0.009146	2.540×10^{-4}		

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ประวัติ

ชื่อ นางสาวจิรฐา ธรรมธวัชชัย

วัน เดือน ปีเกิด 7 พฤศจิกายน 2503

การศึกษา 2525 วท.บ. เคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2528 วท.ม. เทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย