เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กองเศรษฐกิจการเกษตร , " ภาวะการผลิต การตลาด และความเหมาะสมในอุตสาหกรรมมันสำปะหลัง", เอกสารเศรษฐกิจการเกษตรเลขที่ 107 , 2529.

กรมส่งเสริมการเกษตร, "การปลูกมันสำปะหลัง", เอกสารทางวิชาการที่ 15, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ, 2519.

เจริญศักดิ์ โรจนพิเชษฐ์ , " มันสำปะหลัง " , จัดพิมพ์โดยภาควิชาพืชไร่นา , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2519.

วันชัย ริจิรวนิช และ ชอุ่ม พลอยมีค่า , "เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม" , หนังสือ , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด , กรุงเทพมหานคร , 49-51 , 2523.

พูนสุข อัตถะสัมปุณณะ , " งานวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์มันสำปะหลังของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งประเทศไทย", โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2526.

ศิริ แก้วศิริ, "เครื่องซอยหรือเครื่องหั่นมันเส้น" รายงานการค้นคว้าวิจัย, กรมวิชาการเกษตร กองเกษตรเคมี, 2517.

สาโรจน์ ค้าเจริญ, เยาวมาลย์ ค้าเจริญ และณรงค์ กิจพาณิชย์, "การใช้มันสำปะหลังเลี้ยงสุกร", เอกสารประกอบการบรรยายในการสัมมนาศูนย์บำรุงพันธุ์สุกรในอุปการะของรัฐบาล, กรุงเทพมหานคร, 2521.

สีหนาถ ชาญณรงค์ , "การเพิ่มโปรตีนมันสำปะหลังโดยใช้การหมักอาหารแข็งในเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพแบบตรึงชั้น " , วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต , ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ภาษาต่างประเทศ

Butter, G.W., "The distribution of the cyanoglucosides, tinamarin and lorautralin in higher plants , Photochemistry." , Compost science, 4,127-131, 1969.

Cannel, E., and Moo-Young, M., " Solid State Fermentation System ", Process Biochem., 15(5), 2-7 1980.

Chapra C.,and Canale P.,"Numerical methods for engineers with personal computer applications" , McGraw - Hill Book Company,162-164 , 1984.

Charavanavan, C., "Studies in manioc and lima bean each special reference to their utilizations harmless food Tropical Agriculturists.,164-168, 1972.

Daubresse, P., and S. Ntibashirwa, "A process for protein enrichment of cassave by solid state fermentation in rural condition" , Biotechnol. Bioeng., 13, 962-968, 1987.

Gibbons, W.R., Westby, C.A., and Robbs., T.L.A., "Continuous, form-scale, solid-state fermentation Process for fuel ethanol and protein feed production from fodder beets,", Biotech. and Bioeng.,26, 1098-1197, 1984.

Hesseltine, C.W., "Solid State Fermentation", Process Biochemistry, 24, 1977.

Horrii, S, Abe and Morimoto F., "Hydrocyanic and content in cassava meal and its quantitative determination method", Bulletin of the National Inst. of Animal Industry. 19, 63-67, 1969.

Ketiku, A.O. and Oyenuga, V.A. "Prelimary-report on carbohydrate constitents of cassave root and yana tuber", Nigeria Journal of Science, 4, 25-30, 1972.

Kronenberg, L., and Hanaya, J., "Reduction of Incubation Time for Tempeh Fermentation by Use fo Pregerminated Inoculum"., Econ Bot., 58(4), 433-438, 1984.

Laukevics, J.J., Apsite, A.F., and Viesturs, V.E. "Solid Substrate Fermentation of Wheat Stream to Fungal Protein, Biotechnol Bioeng., 1465-1474, 1984.

Lonsane, B.K., Ghildyal, N.P., and Ramakrishna, S.V., "Engineering aspects of solid state fermentation" , Enzyme Microb. Technol., 7, 258-265, 1985.

Lowry, O.H., rosenbrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.S. "Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent", J. Bol. Chem., 193, 265-275, 1951.

Mitchcll, D.A., Greenfield, P.F. and Doelle, H.W. "A model substrate for solid-state fermentation.," Biotech. Letters, 8,827-829, 1986.

Ramos-Valdioia, A. and Cassas-Campillo, C., "Solid State Fermentation of Cassava with Rhizopus oligosporus NRRL 2710.", In Production of a Cost Workshop., Edited by M.P. Ferranti and Fiechter. Zurich: Applied Science Publisher, 1983.

Stanton, W.R., and Wallbridge, A., " Fermented Food Process", Process Biochem, 14(4), 45-51, 1969.

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อ

ก-1) สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดโพเทโท เดกซ์โทรสเอการ์ (potato dextrose agar)

มันฝรั่ง	200	กรัม
เดกซ์โทรส	20	กรัม
วุ้นผง	15	กรัม
น้ำ	1000	มล

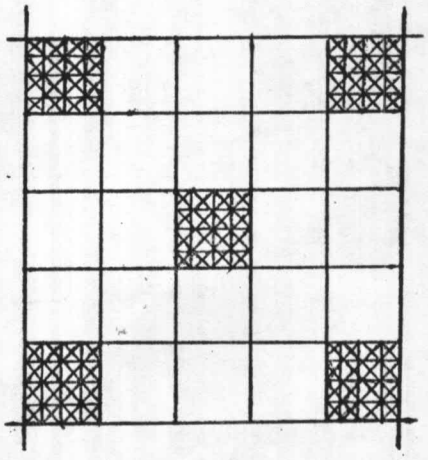
ต้มมันฝรั่งกับน้ำจนเดือดประมาณ 30 นาที แล้วกรองมันฝรั่งออก เติมวุ้น เดกซ์โทรส และน้ำให้ครบ 1000 มล ต้มจนเดือด นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°ซ ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว(มาตรฐาน)

ก-2) สูตรอาหารในการหมักมันสำปะหลังในระบบอาหารแข็ง

แอมโมเนียมซัลเฟต	7.5	กรัม
ยูเรีย	4.0	กรัม
โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	1.5	กรัม
มักนีเซียมซัลเฟต	0.5	กรัม
โปตัสเซียมคลอไรด์	0.15	กรัม
แคลเซียมคลอไรด์	0.05	กรัม
เฟอร์รัสซัลเฟต	0.075	กรัม
น้ำ	40	มล
มันสำปะหลัง(โดยน้ำหนักแห้ง)	100	กรัม

ก-2) <u>การนับสปอร์โดยฮีมาไซโตมิเตอร์</u> (haemacytometer)

การนับจำนวนสปอร์ โดยนับสปอร์ช่องใหญ่ 5 ช่อง ดังแสดงในรูปข้างล่างนี้ และนำผลรวมของปริมาณสปอร์มาหาค่าเฉลี่ย



จำนวนสปอร์ = จำนวนสปอร์เฉลี่ยในช่องใหญ่ x 1/4 x 10^6 สปอร์ / มล

ภาคผนวก ข

อุปกรณ์และเคมีภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลอง

ข-1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

เครื่องนับเม็ดเลือดแดง (haemacytometer) รุ่น neubauer bright line ของ Boeco West Germany

สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) รุ่น Unicam SP 600 Series 2 ของ Pye Unicam

หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave)

เครื่องอัดอากาศ (air compressor) รุ่น HR 2-6 ของ Champion Pneumatic Machinery Co., Inc. Priceton , U.S.A.

เครื่องวัดอุณหภูมิ (thermocouple) วัดได้ในช่วง 0 - 110 °ซ.

เครื่องบดไจราทอรี (gyratory Crusher)

มอเตอร์ (moter) ของStephan - Werke - hAMELN , Austria.

เครื่องวัดความเร็วลม (anemometer) ของ Taylor sybron corporation

เครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศ (rotameter) ของ GEC-Elliott, Instruments Ltd., Croydon ,England.

ข-2) เคมีภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

ข-2.1) เคมีภัณฑ์สำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อ

เดกซ์โทรส(dextrose) ของ Difco, Difco Laboratories

วุ้นผง(agar) ของ Difco, Difco Laboratories

แอมโมเนียมซัลเฟต(Ammonium sulfate) ของ Riedel-de Haen AG Seelze , Hannover

ยูเรีย(urea) ของ Hopkin & Williams, England

โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต(Potassium dihydrogenphosphate) ของ Farmitalia carlo erba

ไดโปแตสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต(Dipotassium hydrogenphosphate) ของ E.Merck, Darmstadt, Germany

โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต(Sodium dihydrogen phosphate) ของ Fluka - Chemie AG, Switzerland

โปแตสเซียมคลอไรด์(Potassium chloride) ของ Riedel-de Haen AG Seelze, Hannover

แคลเซียมคลอไรด์(Calcium chloride) ของ May & Baker,Dagenham , England

เฟอร์รัสซัลเฟต(Ferrous sulphate.$7H_2O$)ของ May& Baker,Dagenham, England

แมกนีเซียมซัลเฟต(Magnesium sulphate) ของ E.Merck,Darmstadt , Germany

ข-2.2) <u>เคมีภัณฑ์สำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน</u>

โซเดียมไฮดรอกไซด์(Sodium hydroxide) ของ E.Merck,Darmstadt , Germany

โซเดียมคาร์บอเนต(Sodium carbonate) ของ Riedel-de Haen AG Seelze , Hannover

คอปเปอร์ซัลเฟต(Copper sulphate) ของ May & Baker,Dagenham, England

โซเดียมโปแตสเซียมตาร์เตรท(Sodium potassium tartrate) ของ E.Merck , Darmstadt, Germany

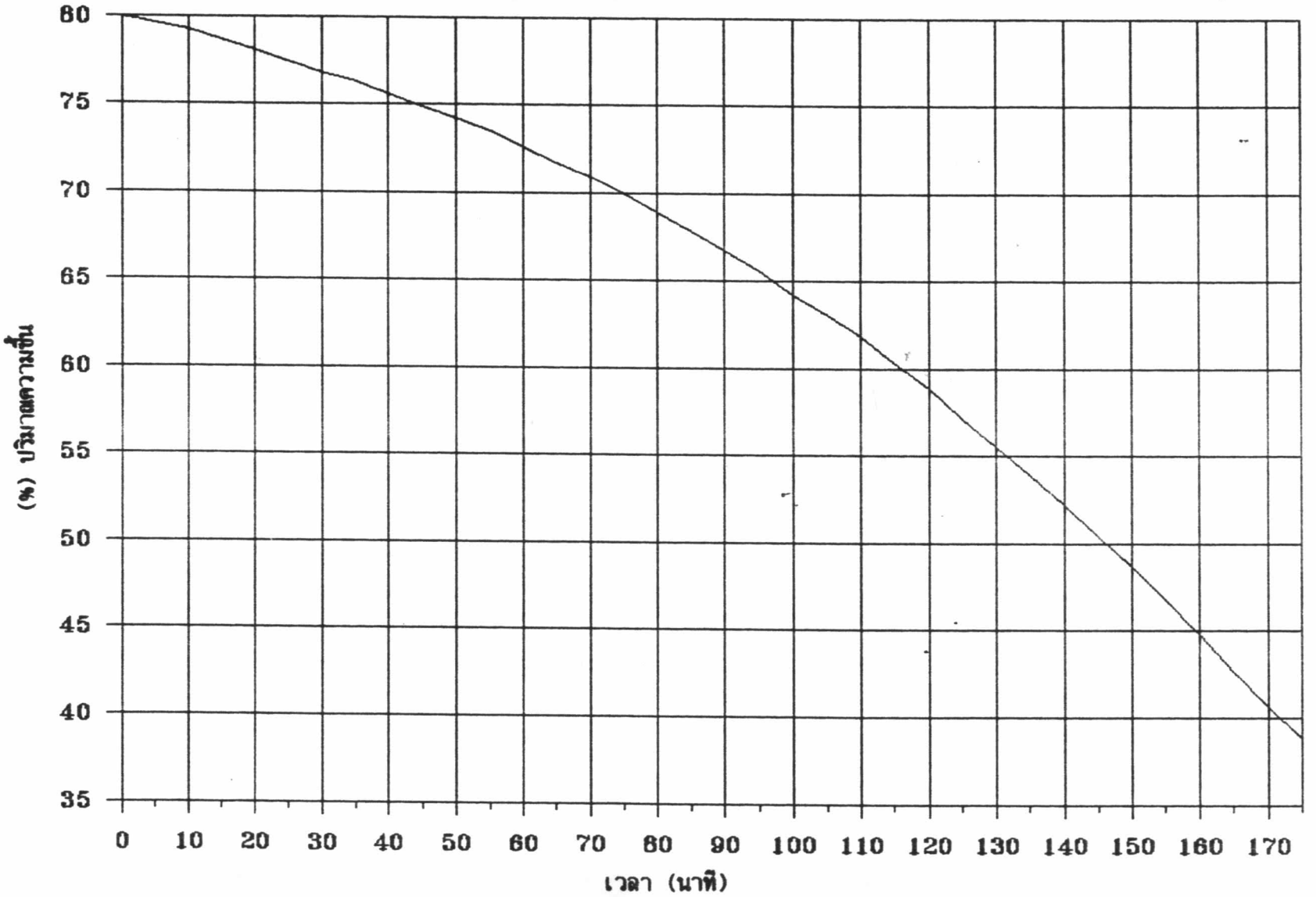
ฟีนอล(Folin-ciocalteus phenol reagent) ของ E.Merck , Darmstadt , Germany

อัลบูมิน(fraction V, 99-96% Albumin,bovine) ของ Fluka - Chemie AG , Switzerland

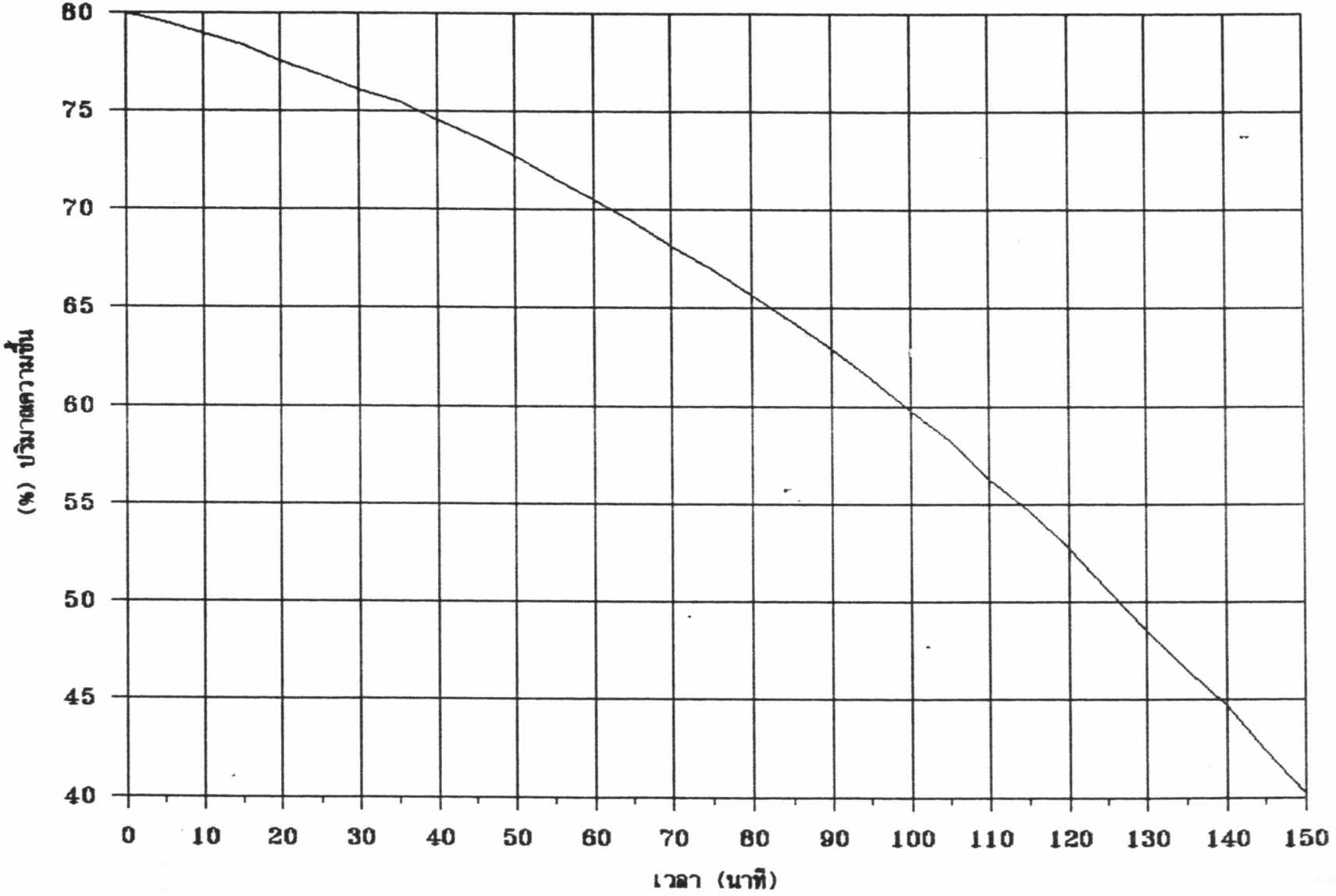
```
0   REM ***********************************************
1   REM NUTTAWAN PHOTHAWANIT ; B925717 biotechnology
3   REM ***********************************************
7   PRINT CHR$(12):SCREEN 0:WIDTH 80
9   DIM A(101,4)
10  REM ***************************************
11  REM PROGRAM TO COMPUTE THE PROTEIN IN CASSAVA
20  REM ***************************************
25  REM ********************************************************************************
30  PROG$="NUTTAWAN":NAM$="% PROTEIN":XAXIS$="t":YAXIS$="P(t)":XNAM$="days"
40  REM ********************************************************************************
45  REM ***********************
50  REM FUNCTION TO COMPUTATION
51  REM ***********************
60  REM ***************************************************
70  DEF FN P(T) = PC + MC/(1+((MC/P0)-1)*EXP(-KC*MC*T))
80  REM ***************************************************
90  REM MAIN PROGRAM
100 GOSUB 500
200 '******************** OPERATIONS VARIABLES **************
210 T0=0:TI=3.5:PC=.016:P0=.002:H=.25:L=.25:KC=29 :MC=.144:PX=.12
230 PRINT " INITIAL TIME (day)                                    = "; T0
240 PRINT " FINAL TIME (day)                                      = "; TI
245 PRINT " INITIAL PROTEIN IN CASSAVA (kg protein/kg solid)= "; PC
250 PRINT " INITIAL MICROBIAL PROTEIN (kg protein/kg solid) = "; P0
260 PRINT " STEP - SIZE (day)                                     = ";  H
270 PRINT " PRINT INTERVAL (day)                                  = ";  L
290 PRINT " RATE CONSTANT (kg solid/kg protein-day)               = "; KC
294 PRINT " REQUIRED TOTAL PROTEIN (kg protein/kg solid)     = "; PX
295 PRINT " MAXIMUM MICROBIAL PROTEIN (kg protein/kg solid) = "; MC
296 PRINT:INPUT "Do you want to change these values (y/n) ";Y$
297 IF Y$="Y" OR Y$="y" THEN GOSUB 600
300 GOSUB 1400:GOSUB 1000
310 PRINT "Do you want a graph (y/n) "
320 GOSUB 9000:INPUT Y$
330 IF Y$="Y" OR Y$="y" THEN CHAIN "PLOT_FNX",10000,ALL
400 CLEAR
410 INPUT "Do you want to continue (y/n) ? ",X$
420 IF (X$ = "Y") OR (X$="y") THEN CLEAR: GOTO 10
430 IF X$ = "N" OR X$ ="n" THEN GOTO 450
440 BEEP: GOTO 400
450 CLS:NEW:SYSTEM
500 REM ***************************
510 REM SUBROUTINE TO LABEL OUTPUT
520 REM ***************************
530 CLS:PRINT
540 PRINT TAB(20) "SOLUTION FOR PROTEIN PRODUCTION"
550 PRINT:PRINT
570 RETURN
```

```
600 REM  ***************************
610 REM  SUBROUTINE TO INPUT VALUES
620 REM  ***************************
630 'INPUT " INITIAL TIME (day)                                    = "; T0
640 'INPUT " FINAL TIME (day)                                      = "; TI
645 'INPUT " INITIAL PROTEIN IN CASSAVA (kg protein/kg solid)= "; PC
650 INPUT " INITIAL MICROBIAL PROTEIN (kg protein/kg solid) = "; P0
651 REM  CHECK FOR ZERO INITIAL MICROBIAL PROTEIN
652 IF P0 > 0 THEN 660
653 PRINT " INITIAL MICROBIAL PROTEIN CANNOT BE LESS THAN OR EQUAL TO ZERO "
655 PRINT
660 'INPUT " STEP - SIZE (day)                                     = ";  H
670 'INPUT " PRINT INTERVAL (day)                                  = ";  L
675 IF L>0 THEN GOTO 690
680 PRINT " INTERVAL MUST BE GREATER THAN OR EQUAL TO STEP-SIZE "
685 PRINT " AND CANNOT BE ZERO "
686 PRINT
687 GOTO 670
690 PRINT " RATE CONSTANT (kg solid/kg protein-day)            "
691 INPUT " (ENTER   0   TO QUIT)                             = "; KC
770 IF KC = 0 THEN GOTO  450
775 'INPUT " REQUIRED TOTAL PROTEIN (kg protein/kg solid)     = "; PX
780 'INPUT " MAXIMUM MICROBIAL PROTEIN (kg protein/kg solid) = "; MC
790 PRINT
791 REM CHECK FOR ZERO MAXIMUM PROTEIN
792 IF MC >0 THEN 799
793 PRINT " MAXIMUM POPULATION CANNOT BE LESS THAN OR EQUAL TO ZERO"
794 PRINT:PRINT
795 GOTO 780
799 RETURN
900 GOTO 450
1000 REM ***********************************
1010 REM SUBROUTINE TO PERFORM COMPUTATIONS
1011 REM ***********************************
1012 NA = L/H
1013 NB = (TI - T0 )/L
1014 REM ***************************
1020 REM INITIALIZE TIME AND PROTEIN
1021 REM ***************************
1030 T = T0
1040 P = P0 + PC
1071 PRINT TAB(3);T;TAB(20);P
1080 REM PRINT LOOP
1090 FOR I =1 TO NB
1100 REM CALCULATION LOOP
1110 FOR J = 1 TO NA
1120 T = T + H
1130 P = FN P(T)
1140 NEXT J
1155 PRINT TAB(3);T;TAB(20);P
1160 NEXT I
1170 RETURN
```

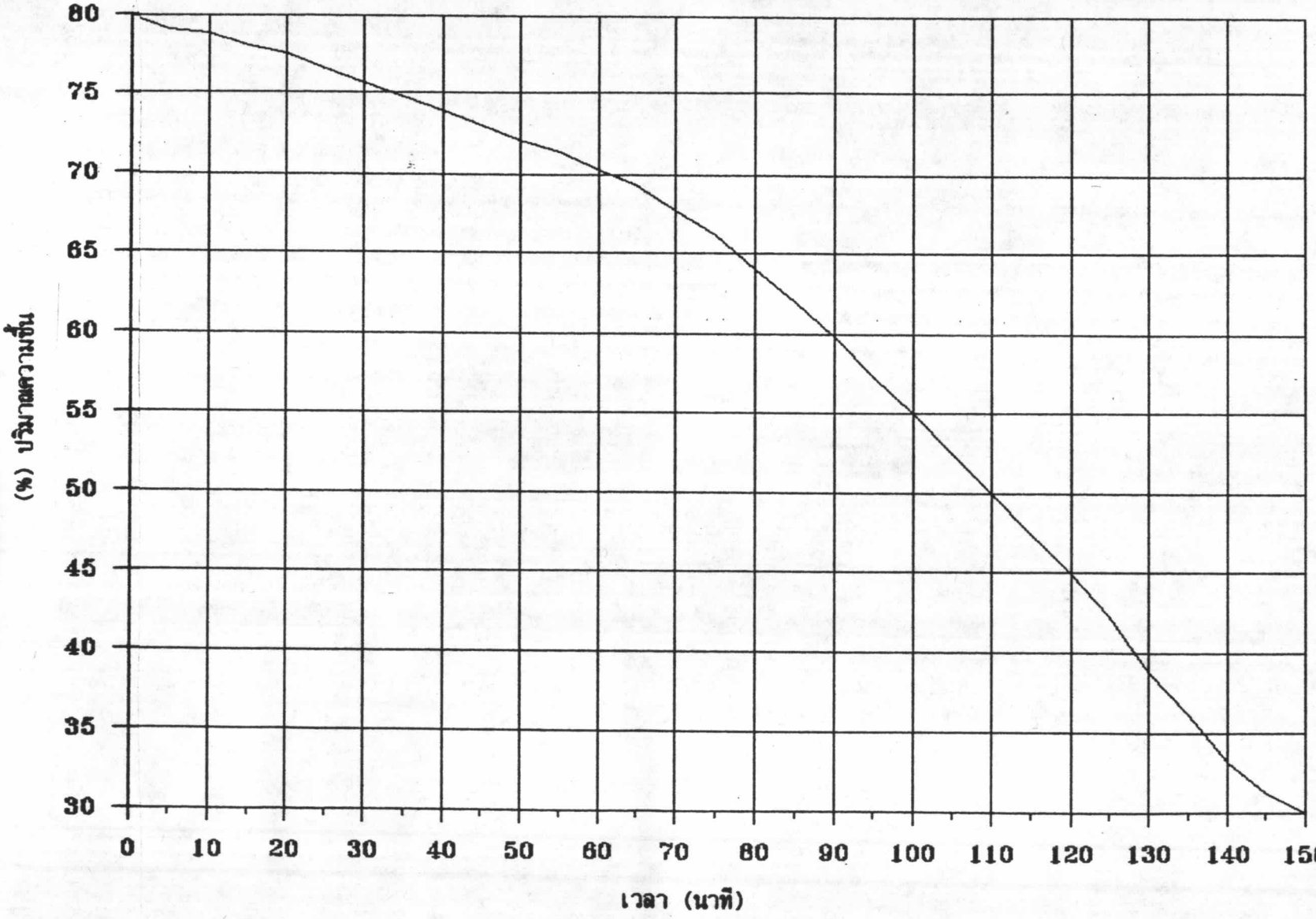
```
1400 REM ********************************
1410 REM SUBROUTINE TO PRINT INPUT VALUES
1420 REM ********************************
1421 PRINT TAB(15) :PRINT  "********************************"
1430 PRINT TAB(15) :PRINT  "SOLUTION FOR PROTEIN PRODUCTION"
1431 PRINT TAB(15) :PRINT  "********************************"
1441 PRINT "INITIAL TIME (day)                                    = "; T0
1450 PRINT "FINAL TIME (day)                                      = "; TI
1460 PRINT "INITIAL MICROBIAL PROTEIN (kg protein/kg solid) = "; P0
1480 PRINT "STEP - SIZE (day)                                     = ";  H
1490 PRINT "PRINT INTERVAL (day)                                  = ";  L
1520 PRINT "RATE CONSTANT (kg solid/kg protein-day)          = "; KC
1540 PRINT "MAXIMUM MICROBIAL PROTEIN (kg protein/kg solid) = "; MC
1560 PRINT:PRINT "TIME (day)";:PRINT  TAB(20);: PRINT "TOTAL PROTEIN (kg/kg cass
ava)
1570 RETURN
9000 '************* calculate function ****************
9020 REM INITIALIZE TIME AND PROTEIN
9030 T = T0 :A(1,1)=T:MINX=T0:MAXX=2  *TI
9040 A(1,2) = PC+P0:MINY=0:MAXY=PC
9050 DX=(TI-T0)/100:KX=0
9090 FOR K=2 TO 100
9120 T = T + DX:A(K,1)=T
9130 A(K,2) = FN P(T)
9140 IF MAXY<A(K,2) THEN MAXY=A(K,2)
9150 IF A(K,2)<=PX THEN TX=T:KX=K
9160 NEXT K
9165 A(1,3)=0 :A(1,4)=0:A(2,3)=TX:A(2,4)=0:A(3,3)=TX:A(3,4)=A(KX,2):A(4,3)=0:A(4
,4)=A(KX,2)
9166 ITER=3
9170 RETURN
```



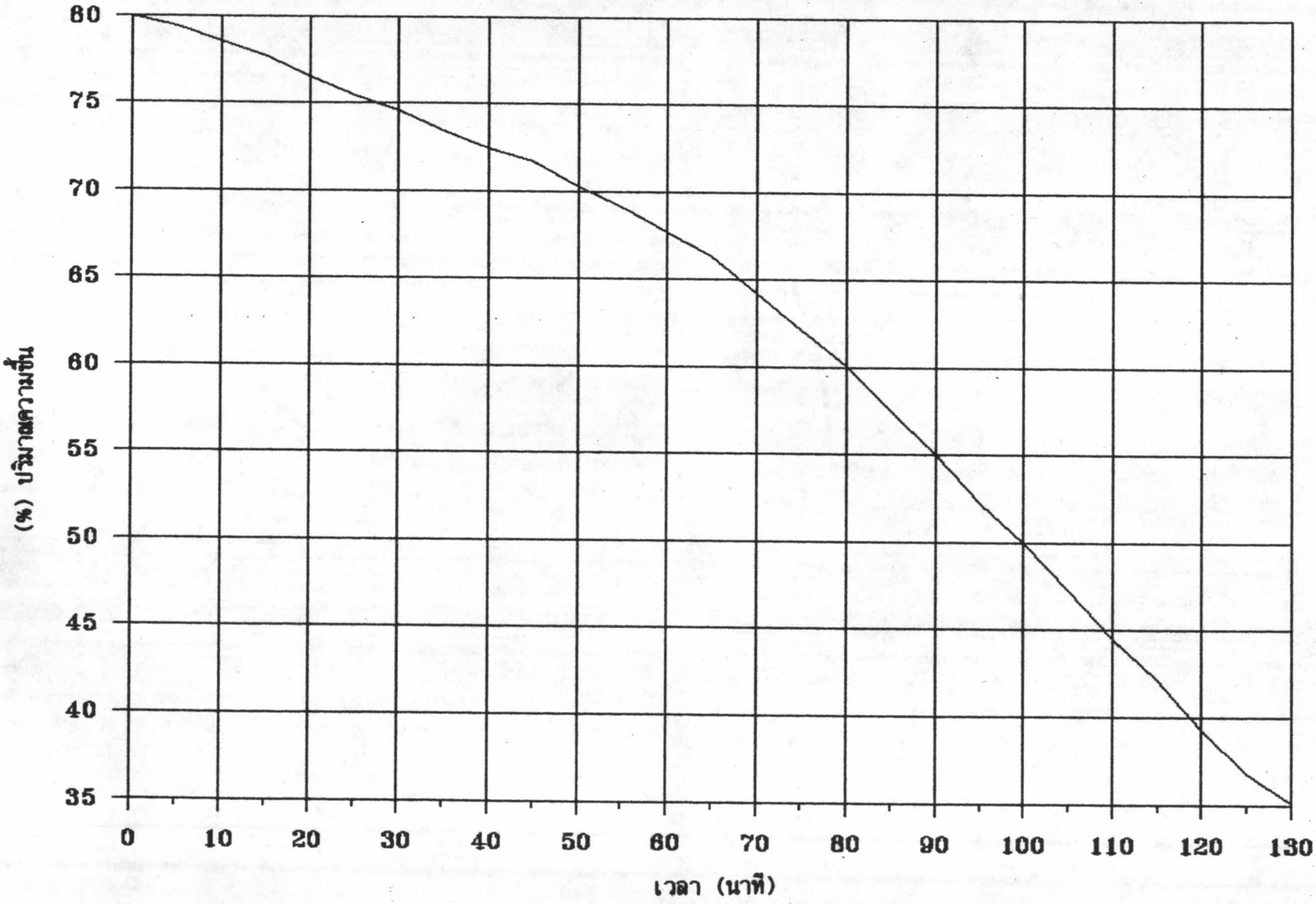
รูปที่ 6.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง(%)ปริมาณความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิ 70 °ซ
ในเครื่องอบแห้งแบบถาด ลมร้อนไหลขนานกับชิ้นมัน



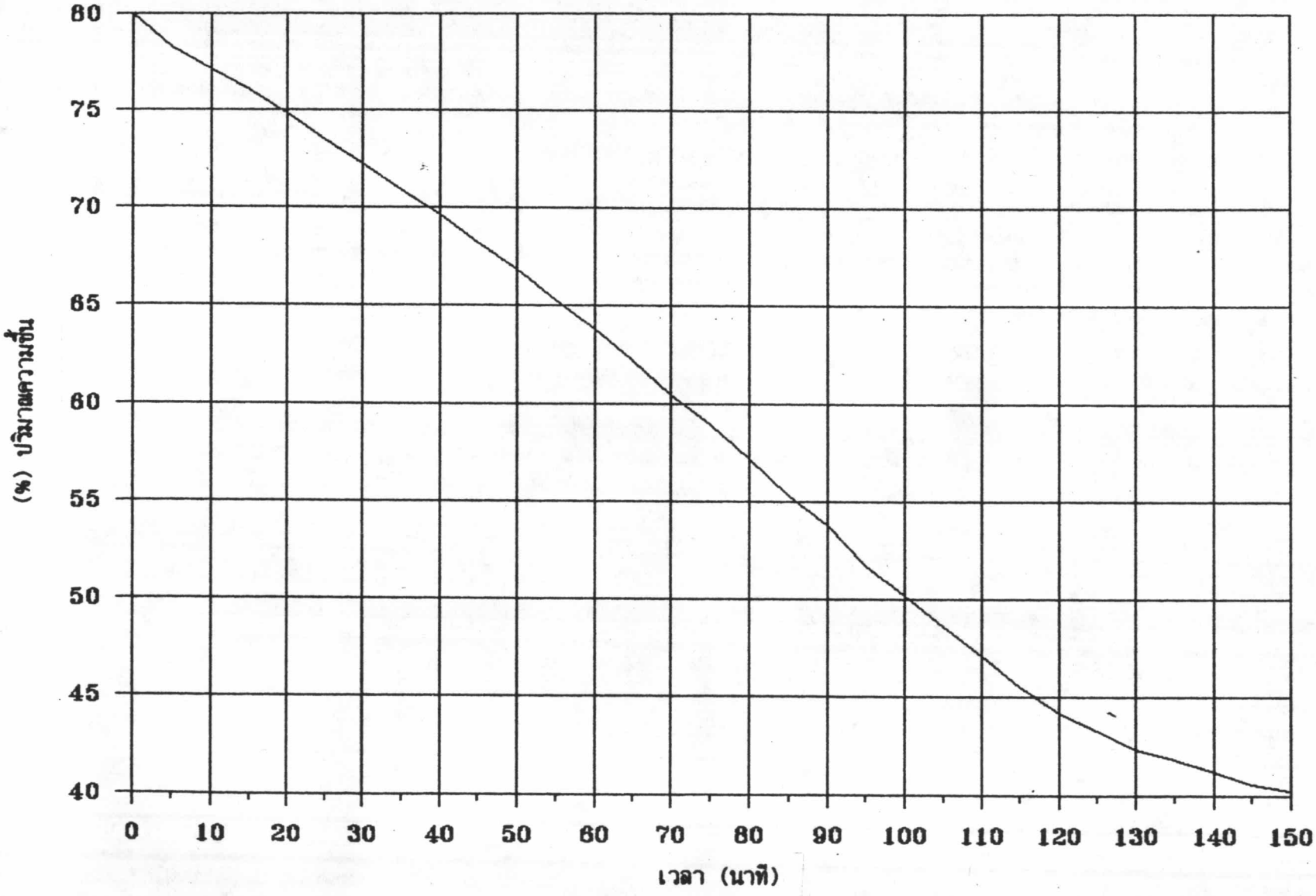
รูปที่ 6.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง(%)ปริมาณความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิ 80 °ซ
ในเครื่องอบแห้งแบบถาด ลมร้อนไหลขนานกับชั้นฉัน



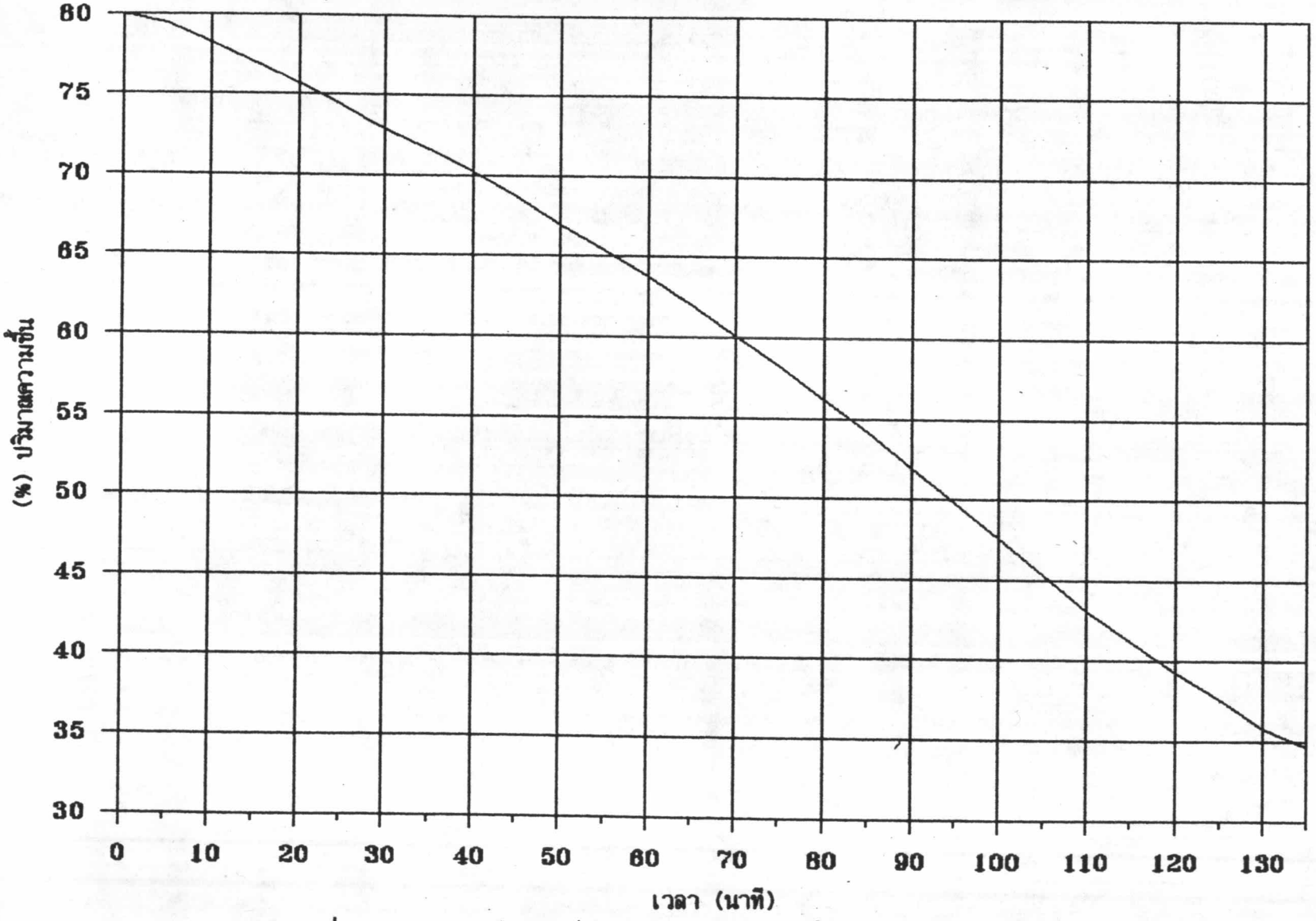
รูปที่ 6.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง(%)ปริมาณความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิ 90 °ซ
ในเครื่องอบแห้งแบบถาด ลมร้อนไหลขนานกับชั้นผัน



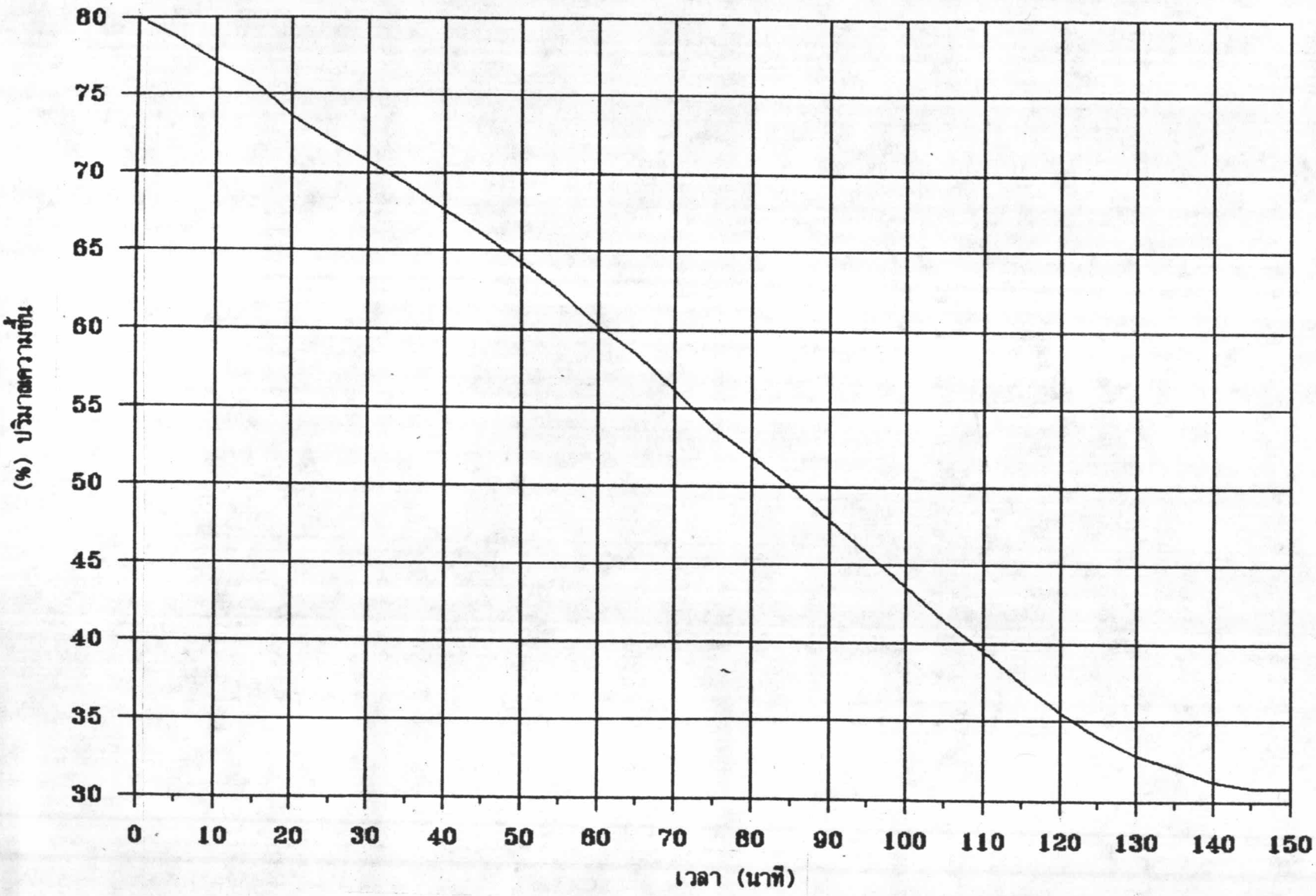
รูปที่ 6.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง(%)ปริมาณความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิ 100 °ซ
ในเครื่องอบแห้งแบบถาด ลมร้อนไหลขนานกับชั้นผัน



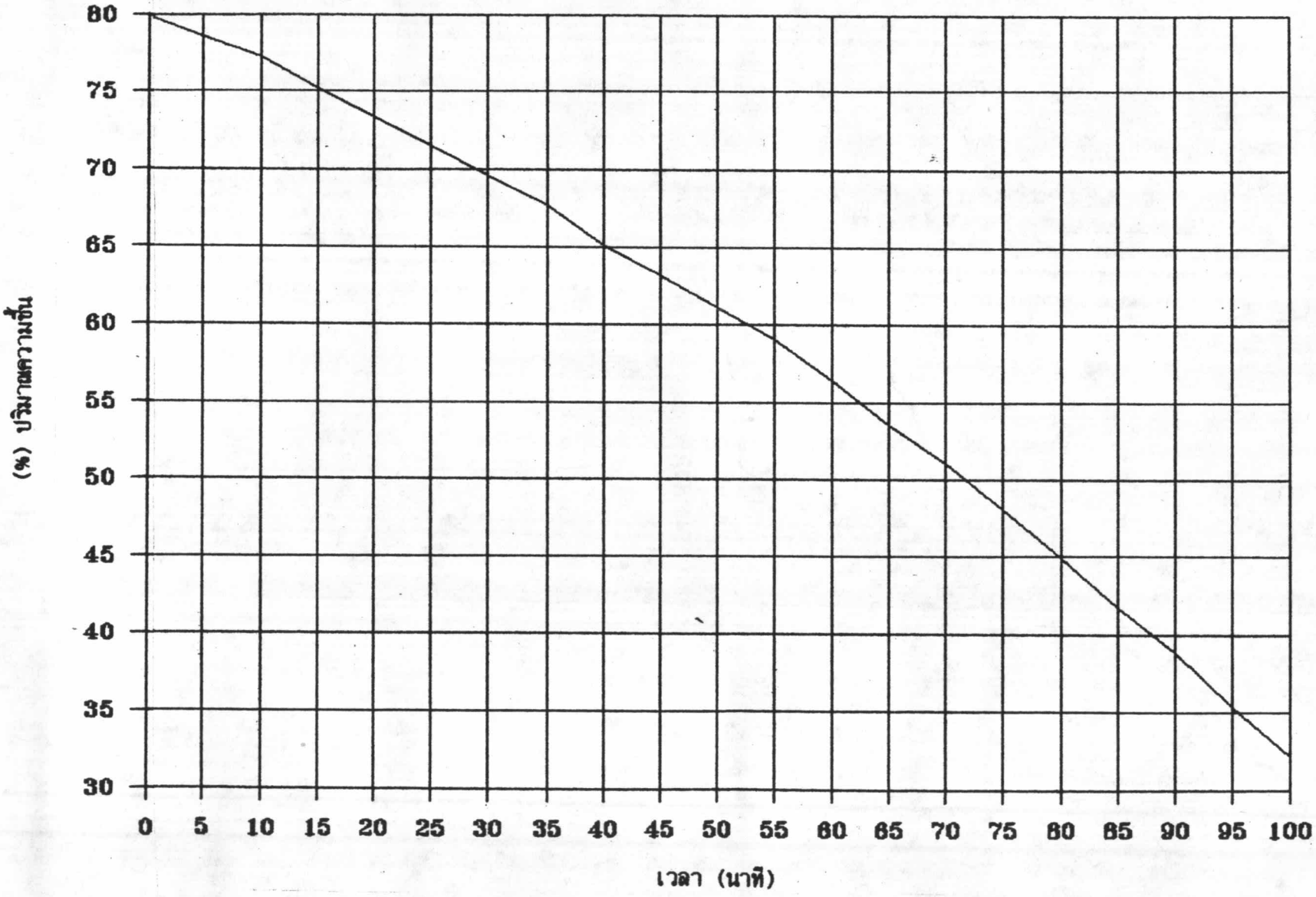
รูปที่ 6.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง(%)ปริมาณความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิ 70 °ซ
ในเครื่องอบแห้งแบบถาด ลมร้อนไหลตั้งฉากกับชั้นมัน



รูปที่ 6.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง(%)ปริมาณความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิ 80 °ซ
ในเครื่องอบแห้งแบบถาด ลมร้อนไหลตั้งฉากกับชั้นผัน



รูปที่ 6.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง(%)ปริมาณความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิ 90 °ซ
ในเครื่องอบแห้งแบบถาด ลมร้อนไหลตั้งฉากกับชั้นผัน



รูปที่ 6.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง(%)ปริมาณความชื้นกับเวลาที่อุณหภูมิ 100 °ซ
ในเครื่องอบแห้งแบบถาด ลมร้อนไหลตั้งฉากกับชิ้นมัน

ประวัติผู้เขียน

นางสาว ณัฐวรรณ โพธาวาณิช เกิดวันที่ 24 มีนาคม 2503 การศึกษา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ ประจำอยู่ที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์