เอกสารอ้างอิง

1. Donald B. Brooker, Fred W. Bakker-Arkema and Carl W.HALL. ,Drying Cereal Grain, pp. 185-220 ,The AVI Publishing Company,Inc., 1974.
2. Kazarian, E.A. and Hall, C.W. ," Thermal properties of grain," Trans. of ASAE 8 (1) 33-37, 48 , 1965
3. Thompson, T.L. , Peart , R.M. and Foster G.H. , " Mathematical Simulation of Corn Drying - A New Model," Trans. of ASAE , 582-586 , 1963
4. F.W. Bakker-Arkema ; W.G. Bickert ; R.J. Patterson , " Simultaneous Heat and Mass Transfer during the Cooling of a Deep Bed of Biological Products under Varying Inlet Air Conditions,"J. Agric. Engr. Res.(1967), 12 (4) 297-307
5. Carl W. Hall, P.E. ,Drying and Storage of Agricultural Crops, pp. 16-23, AVI Publishing Company ,Inc. ,1980
6. Kreyger,J. , "Drying and Storing Grainge, Seeds and Pulses in Temperate Climates," Bulletin 205, Institute for Storage and Processing of Agricultural Produce, Wageningen, The Netherlands,1972
7. Anderson,R.J., "Anderson concurrent flow grain dryer," ASAE Tech paper No:72-846 Am. Soc. Agr. Engr. St Joseph,MI., 1972
8. Converse,J.C., "A commercial cross-flow grain dryer : The Hart - Carter dryer," ASAE Tech paper No:72-928 Am. Soc. Agr. Engr. St Joseph, Mi.,1972
9. Thompson, T.L.,Foster,G.H., and Peart,R.M. "Comparison of concurrent flow ,cross flow and counter flow grain-drying methods," USDA,ARS Marketing Research Report 841 , Washington ,D.C.,1969

10. Crank , J. , The Mathematics of Diffusion , Clarendon Press, Oxford , 1957

11. Perry ,J.H. , Chemical Engieneers Hand Book , 2 nd Edition, McGraw-Hill Book Co., New York. , 1963

12. Luikov,A.V.,Heat and Mass transfer in Capillary - Porous Bodies , Pergamon Press. ,London, 1966.

13. Husain , A., Chen ,C.S.,Clayton,J.T., and Whitney,L.F.," Mathematical simulation of mass and heat transfer in high moisture foods," Trans. of ASAE 15 ,732-736,1972.

14. Henderson, S.M. , " A basic concept of equillibrium moisture," Agr. Eng . 33,29-31,1952.

15. Baughman,G.R.,Hamdy,M.Y.,and Barre, H.J., "Experimental study and simulation of concurrent flow dryers," Trans. of ASAE , 890-894 , 1973.

16. Lerew, L.E. , Bakker-Arkema , F.W. , and Brook , R.C. , "Simulation of a commercial crossflow dryer :the Hart-Carter model.", ASAE paper, 72-829.

17. กรมวิชาการเกษตร, "ข้าวโพด,"เอกสารวิชาการ, 2524 ,เล่มที่ 4, หน้า 133-138

18. ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล ,"อุปกรณ์อบแห้งในอุตสาหกรรม ,"สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี่ ไทย-ญี่ปุ่น , 2525 , หน้า 1-20

19. มานิจ ทองประเสริฐ , ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และ สุวิทย์ บุณยวานิชกุล , " เครื่องอบแห้งเมล็ดพืชพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ชีวมวล , " รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ,คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย, 2529.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

```
C     ****************************************************************
C     ********** PROGRAM FOR BATCH CORN DRYER ********************
C     **********                              ********************
C     **********                              ********************
C     ****************************************************************
      REAL MW,MZ,NALI,MD,M,MR,MF,LX,IFTC,IFTC2,ITFC2,MB,MEQUI,NHT
      INTEGER DDD,COUNT
      CHARACTER*12 FNAME
      CHARACTER*10 LFC(6)
      CHARACTER*5 SIGL

      COMMON TA(105,10,10),TC(105,10,10),MW(105,10,10)
      COMMON W(105,10),WIX(10,10),PD(10,20)

C     ****************************************************************
C     **************   [1]  ELEMENTARY DATA      ******************
C     **************                             ******************
C     ****************************************************************
      DATA HA/6.076/,RA/53.5/
      DATA RWV/85.78/,PATM/14.69/
      DATA HFG/1000.0/,CA/0.242/,CC/0.35/,CV/0.45/
      DATA CW/1.0/,SPA/239.0/,DA/0.074/,DC/38.71/

      WRITE (*,*) 'INPUT FILE NAME'
C       CALL TNOUA ('INPUT FILE  ?',INTS(13))
      READ (*,999) FNAME
999   FORMAT (A9)
```

```
      OPEN (9,FILE=FNAME,STATUS = 'NEW')
C     ************************************************************
C     *************   [2]  ELEMENTARY PARAMETER ******************
C     *************                            ******************
C     ************************************************************
C     DDD=A NUMBER OF LAYERS
      DDD=5
1110  PRINT *,'DO YOU WANT SINGLE LAYER REP. LAYERS ,Y/N?'
      READ (*,1111) SIGL
1111  FORMAT (A3)
     IF (SIGL .EQ. 'Y' .OR. SIGL .EQ. 'y')THEN
      DDD=1
      KHECKMB=1
      GO TO 1112
     END IF
      IF (SIGL .EQ. 'N' .OR. SIGL .EQ. 'n') GO TO 1112
      IF (SIGL .NE. 'N') GO TO 1110
1112  PRINT *,'YOUR CHOICE IS ',SIGL
C     PERIOD OF DRYING = HH
      WRITE (*,*) 'INPUT PERIOD OF DRYING ?'
      READ (*,554) HH
554   FORMAT (F4.2)
      WRITE (9,*) 'PERIOD OF DRYING=',HH
      PRINT *,'PERIOD OF DRYING=',HH
C     HH=1.0
      WRITE (*,*) 'INPUT BED THICKNESS, ft?'
      READ (*,453) BEDT
453   FORMAT (F4.2)
      DX=BEDT/100.0
C     VLEA=DRYING TIME INCREMENT
      VLEA=HH/DDD
```

```
C       DISTANCE INCREMENT = DX
C       DX=.Ø15
C       GA=AIR FLOW RATE
        WRITE (*,*) 'INPUT AIR FLOW RATE, lb per (hr*sq. ft) ?'
        READ (*,555) GA
555     FORMAT (F5.Ø)
        WRITE (9,*) 'AIR FLOW RATE=',GA
C       GA=168.Ø
        PRINT *,'AIR FLOW RATE=',GA
C       AA=INITIAL M.C.(W.B)
        WRITE (*,*) 'INPUT INITIAL M.C. OF CORN, %w.b?'
        READ (*,454) AA
454     FORMAT (5.4)
C       AA=Ø.22
        MB=AA/(1-AA)
C       MZ=FINAL M.C.(W.B)
        WRITE (*,*) 'INPUT FINAL M.C. OF CORN, %w.b?'
        READ (*,455) MZ
455     FORMAT (F5.4)
C       MZ=Ø.145
C       BB=AIR TEMP.(INPUT) F.
        WRITE (*,*) 'INPUT AIR TEMP., F?'
        READ (*,556) BB
556     FORMAT (F5.Ø)
        PRINT *,'AIR TEMP.=',BB
        WRITE (9,*) 'AIR TEMP.=',BB
C       BB=149.Ø
C       Q=CORN TEMP.(INITIAL) F.
        WRITE (*,*) 'INPUT CORN TEMP., F?'
        READ (*,456) Q
456     FORMAT (F5.Ø)
```

```
      NALI=NALI+DT
     DO 40 J=1,DDD
      X=0.0
      XY=0.0
      XX=0.0
      YY=0.0
      Z=0.0

      MB=AA/(1-AA)
      IF (SIGL .EQ. 'Y' .OR. SIGL .EQ. 'y') GO TO 777
      IF (TIME .LT. .199) GO TO 777
            IF ((NALI .LT. 0.0001) .AND. (J .LT. 1.1)) THEN
            MB =FMB
            WRITE (9,*) 'J=',J,'TIME=',TIME,'FMB=',MB
            END IF
777   COUNT=9
      DT=0.02
C     IF (NALI .LT. 0.099) DT=0.002
     DO 50 I=1,100
     COUNT=COUNT+1
      IF (I .EQ. 1) THEN
           W(I,3)=Y
           TA(I,J,1)=BB
      END IF
      R = GA*DT/(DC*DX)
      T = TA(I,J,1)
      M = MW(I,J,1)
      TCTC= TC(I,J,1)
      WUW = W(I,3)
```

```
C     ****************************************************************
C     ******** [3] SECTION FOR DETERMINE RH. ************************
C     ********                              ************************
C     ****************************************************************
      ASBT=T+459.69
      PS=EXP(54.6329-12301.688/ASBT-5.16923*ALOG(ASBT))
      PV=RWV*WUW*PATM/(RA+RWV*WUW)
      RH=PV/PS
C     ****************************************************************

C     *******  [6] SOLUTION FOR MC(w.b),W,AIR TEMP.,CORN TEMP. ****

C     ****************************************************************
      IF (RH .GT.1.0) RH=1.0
      MD=MW(I,J,1)/(1-MW(I,J,1))
      C=(.35+8.500001E-03*M*100)/R
      TEQUI=((.24+.45*WUW)*T+C*TCTC)/(.24+.45*WUW+C)
C     ****************************************************************
C     ************ [4] DETERMINE EQUILIBRIUM M.C.(W.B) ************
C     ************                                   ************
C     ****************************************************************
      F1=-.0003922*T+.1
      F2=-.0004353*T+.1328
      F3=-.0005359*T+.1646
      F4=-.0005375*T+.1624
      F5=-7.075001E-04*T+.2075
      F6=-7.449001E-04*T+.2532
      F7=-.001071*T+.3931
      S1=13.83*(-9.*F1+6.*F2-F3)
      S2=13.83*(4.*F3-9.*F2+6.*F1)
      S3=13.83*(4.*F4-9.*F5+6.*F6-F7)
```

```
      S4=13.83*(4.*F7-9.*F6+6.*F5-F4)
      IF (RH .GE. 0.0 .AND. RH .LT. 0.17)  MEQUI=(S1/1.02)*RH**3
     !  +((F1/.17)-.028333*S1)*RH
      IF (RH .GE. 0.17 .AND. RH .LT. 0.34) MEQUI=(S1/1.02)*(.34-RH)
     !  **3+(S2/1.02)*(RH-.17)**3+((F2/.17)-.028333*S2)*(RH-.17)
     !  +((F1/.17)-.028333*S1)*(.34-RH)
      IF (RH .GE. 0.34 .AND. RH .LE. 0.5)  MEQUI=(S2/1.02)
     !  *(.51-RH)**3+(F3/.17)*(RH-.34)+((F2/.17)-.028333*S1)*(.34-RH)
      IF (RH .GT. 0.5 .AND. RH .LT. 0.66)  MEQUI=(S3/1.02)
     !  *(RH-.49)**3+((F5/.17)-.028333*S3)*(RH-.49)+(F4/.17)*(.66-RH)
      IF (RH .GE. 0.66 .AND. RH .LT. 0.83) MEQUI=(S3/1.02)
     !  *(.83-RH)**3+(S4/1.02)*(RH-.66)**3+((F6/.17)-.028333*S4)
     !  *(RH-.66)+((F5/.17)-.028333*S3)
      IF (RH .GE. 0.83 .AND. RH .LE. 1.0) MEQUI=(S4/1.02)
     !  *(1.0-RH)**3+(F7/.17)*(RH-.83)+((F6/.17)-.028333*S4)*(1.0-RH)

      MR=ABS((MD-MEQUI)/(MB-MEQUI))
      IF (MR .GE.1.0)  MR=1.0
      A=-1.862+.00488*T
      B=427.4*EXP(-.033*T)
      TMEQUI=A*ALOG(MR)+B*(ALOG(MR))**2
      TMEQUI=TMEQUI+DT
      MR=EXP((-A-SQRT(A**2+4.*B*TMEQUI))/(2.*B))
      MF=MR*(MB-MEQUI)+MEQUI
      IF (MF .GT. MB) MF=MB
      WETBAS=MF/(1+MF)
      MW(I,J,2)=WETBAS
      DW=(MD-MF)/(R)
      WF=W(I,3)+(DW)
      W(I+1,3)=WF
       IF (RH .GE. 1.0)  GO TO 1700
```

```
C       ********************************************************************
C       ******************** [5] DETERMIN WET BULB TEMP. *******************
C       ********************                                ******************
C       ********************************************************************

              TDB=TA(I,J,1)
              TPW=TDB-((17.5-17.5*RH)+.5150001*(1-RH)*(TDB-50))
              LX=0
          DO 60 KI= 1,50
             TPW=TPW+LX
          PS=EXP (54.63-(12301.69/(TPW+459.69))-(5.17*ALOG(TPW+459.69)))
          PV=85.78*(WUW*14.69)/(53.5+(85.78*WUW))
               HFG=1075.89-.56985*TPW
               BX=.2405*(PS-14.69)*(1+(.15577*PV/14.69))/(.62194*HFG)
               TCW=((PS-PV)/BX)+TDB
               IF (ABS(TCW-TPW) .LE. 0.5) GO TO 1580
               THETA=ATAN(TPW/TCW)
               DR=THETA-(11.0/14.0)
           IF (ABS(DR) .GT. 8.729999E-02)  LX=2.0
         IF (ABS(DR) .LE. 8.729999E-02 .AND. ABS(DR) .GT. 0.01746) LX=1.
           IF (ABS(DR) .LE. 0.01746)  LX=.1
           IF (DR .GT. 0.0) LX=LX*(-1.0)
60       CONTINUE
1580           PV=PS
               WW=PV*RA/(RWV*(PATM-PV))
            XI=WIX(J,1)
            IF (WW .LT. XI) XI=WW
            IF (W(I+1,3) .LT. XI) XI=W(I+1,3)
            W(I+1,3)=XI
            IF (W(I+1,3) .LT. W(I,3)) W(I+1,3)=W(I,3)
            DMD=(W(I,3)-W(I+1,3))*R
```

```
      MF=MD+DMD
      IF (MF .GT. MD) MF=MD
      MW(I,J,2)=MF/(1+MF)
C     ****************************************************************
C     ************* [7] DETERMINE AIR TEMP. ************************
C     *************                         ************************
C     ****************************************************************

1700  DIFTEMP=(HA*SPA*DX/(GA*CA+GA*CV*W(I,3)))*(TA(I,J,1)-TC(I,J,1))
      TA(I+1,J,1)=TA(I,J,1)-(DIFTEMP)
      THM = (TA(I+1,J,1)+TA(I,J,1))/2
      IFTC = HA*SPA*DT*(TA(I,J,1)-TC(I,J,1))/(DC*CC+DC*CW*MF)
     !+(HFG+CV*(TA(I,J,1)-TC(I,J,1)))*DT*GA*(W(I+1,3)-W(I,3))
     !/(DX*(DC*CC+DC*CW*MF))
      TC(I,J,2)=TC(I,J,1)+(IFTC)
      IF( I .EQ. 100) TC(I+1,J,1)=TC(I,J,1)
      HMTC=(TC(I,J,1)+TC(I+1,J,1))/2
      HNTC = (TC(I,J,2)+TC(I,J,1))/2
      NUM=0
      DELTE =-HA*SPA*(TA(I,J,1)-HMTC)/(GA*CA+GA*CV*W(I,3))
      PRETE=TA(I,J,1)+DX*(DELTE)
1810  DLETE=-HA*SPA*(PRETE-HMTC)/(GA*CA+GA*CV*W(I,3))
      CORTE=TA(I,J,1)+(DX*(DELTE+DLETE)/2)
      EEE=ABS(2*(CORTE-PRETE)/(CORTE+PRETE))
      NUM=NUM+1
      IF (NUM .GE. 100) GO TO 1880
      PRETE=CORTE
      IF (EEE .GE. 5.000001E-03) GO TO 1810
1880  TA(I+1,J,1)=CORTE
```

```
C       ****************************************************************
C       ***************** [8] DETERMINE CORN TEMP.  ********************
C       ******************                          ********************
C       ****************************************************************

        TA(I,J,2)=TA(I,J,1)+ABS(TA(I,J,1)-TA(I,J,3))
        NHT=(TA(I,J,2)+TA(I,J,1))/2
        NUM=0
        IFTC2=HA*SPA*(NHT-TC(I,J,1))/(DC*CC+DC*CW*MF)+(HFG+CV*
     !  (NHT-TC(I,J,1)))*GA*(W(I+1,3)-W(I,3))/(DX*(DC*CC+DC*CW*MF))
        PERTE=TC(I,J,1)+DT*(IFTC2)
1940    ITFC2=HA*SPA*(NHT-PERTE)/(DC*CC+DC*CW*MF)+(HFG+CV*(NHT-PERTE))
     !  *GA*(W(I+1,3)-W(I,3))/(DX*(DC*CC+DC*CW*MF))
        CROTC=TC(I,J,1)+DT*(IFTC2+ITFC2)/2
        ERE=ABS(2*(CROTC-PERTE)/(CROTC+PERTE))
        NUM=NUM+1
        IF (NUM .GE. 100.0)  GO TO 2010
        PERTE=CROTC
        IF (ERE .GE. 5.000001E-03)  GO TO 1940
2010    TC(I,J,2)=CROTC
        IF (TC(I,J,2) .GT. BB)  TC(I,J,2)=BB
        IF (TA(I,J,1) .GT. BB)  TA(I,J,1)=BB-1.0
        IF (TA(I+1,J,1) .GT. BB)  TA(I+1,J,1)=BB-1.0
C       ****************************************************************
C       ***************** [9] SECTION CHECK ENERGY BALANCE **********
C       ******************                          **********
C       ****************************************************************
2080    DB=TA(I+1,J,1)-TC(I,J,2)
        IF (TC(I,J,2) .GT. TA(I+1,J,1))  DB=0
        TAF=(DB*(.35+.851*MF)+.24*R*TA(I,J,1)+W(I,3)*R*(1060.8+.45
     !  *TA(I,J,1))+(.35+.851*MF)*TC(I,J,1)+(W(I+1,3)-W(I,3))*R
     !  *(TC(I,J,1)-32)-W(I+1,3)*R*1060.8)/(.24*R+.45*R*W(I+1,3)
     !  +.35+.851*MF)
```

```
      IF (ABS(TA(I+1,J,1)-TAF) .LT. 0.1)  GO TO 2290
      TA(I+1,J,1)=TAF
      IF (TA(I+1,J,1) .GE. (TC(I,J,1)+TC(I,J,2))/2)  GO TO 2290
C     ****************************************************************
C     ***************** [8a] RECHECK CORN TEMP. ********************
C     ****************                          ********************
C     ****************************************************************
      TA(I,J,2)=TA(I,J,1)+ABS(TA(I,J,1)-TA(I,J,3))
      NHT=(TA(I,J,2)+TA(I,J,1))/2
      NUM=0
      IFTC2=HA*SPA*(NHT-TC(I,J,1))/(DC*CC+DC*CW*MF)+(HFG+CV*(NHT
     !  -TC(I,J,1)))*GA*(W(I+1,3)-W(I,3))/(DX*(DC*CC+DC*CW*MF))
      PERTE=TC(I,J,1)+DT*(IFTC2)
2190  ITFC2=HA*SPA*(NHT-PERTE)/(DC*CC+DC*CW*MF)+(HFG+CV*(NHT-PERTE))
     !  *GA*(W(I+1,3)-W(I,3))/(DX*(DC*CC+DC*CW*MF))
      CROTC=TC(I,J,1)+DT*(IFTC2+ITFC2)/2
      ERE=ABS(2*(CROTC-PERTE)/(CROTC+PERTE))
      NUM=NUM+1
      IF (NUM .GE. 100.0)  GO TO 2260
      PERTE=CROTC
      IF (ERE .GE. 5.000001E-03)  GO TO 2190
2260  TC(I,J,2)=CROTC
      IF (TC(I,J,2) .GT. TA(I+1,J,1))  TC(I,J,2)=TAF
2290  IF (RH .LT. 0.9999)  GO TO 2560
       ASBT = TA(I+1,J,1) + 459.69
       PS=EXP (54.6329-(12301.688/ASBT)-(5.16923*ALOG(ASBT)))
       PV=PS
       WT=PV*RA/(RWV*(PATM-PV))
       W(I+1,3)=WT
       IF (WIX(J,1) .LT. WT)  W(I+1,3)=WIX(J,1)
       DMD=(W(I,3)-W(I+1,3))*R
```

```
            MF=MD+DMD
            IF (MF .GT. MD)  MF=MD
            MW(I,J,2)=MF/(1+MF)
            TA(I,J,2)=TA(I,J,1)+ABS(TA(I,J,1)-TA(I,J,3))
            NHT=(TA(I,J,2)+TA(I,J,1))/2
2430        NUM=0
            IFTC2=HA*SPA*(NHT-TC(I,J,1))/(DC*CC+DC*CW*MF)+(HFG+CV*(NHT
     !      -TC(I,J,1)))*GA*(W(I+1,3)-W(I,3))/(DX*(DC*CC+DC*CW*MF))
            PERTE=TC(I,J,1)+DT*(IFTC2)
2460        ITFC2=HA*SPA*(NHT-PERTE)/(DC*CC+DC*CW*MF)+(HFG+CV*(NHT-PERTE))
     !      *GA*(W(I+1,3)-W(I,3))/(DX*(DC*CC+DC*CW*MF))
            CROTC=TC(I,J,1)+DT*(IFTC2+ITFC2)/2
            ERE=ABS(2*(CROTC-PERTE)/(CROTC+PERTE))
            NUM=NUM+1
            IF (NUM .GE. 100)  GO TO 2530
            PERTE=CROTC
            IF (ERE .GE. 5.000001E-03)  GO TO 2460
2530        TC(I,J,2)=CROTC
2560        IF (TC(I,J,2) .GT. TA(I+1,J,1))  TC(I,J,2)=TAF
            IF (TC(I,J,2) .GT. BB)  TC(I,J,2)=BB
            IF (TA(I,J,1) .GT. BB)  TA(I,J,1)=BB
            IF (TA(I+1,J,1) .GT. BB)  TA(I+1,J,1)=BB
C           ************************************************************
C                        [10] SECTION FOR LPRINT(ING) RESULT
C           ************************************************************
            LFC(1)='AIR TEMP.'
            LFC(2)='CORN TEMP'
            LFC(3)='MC. (w.b)'
            LFC(4)='ABS. HUM '
            LFC(5)='RH       '
            IF (COUNT .LT. 10)  GO TO 2830
```

```
            ICI=I
2760        IF (ICI .EQ. 1) THEN
                ICI=0
                TA(0,J,1)=TA(1,J,1)
                TC(0,J,1)=TC(1,J,1)
                MW(0,J,1)=MW(1,J,1)
                W(0,3)=W(1,3)
                END IF
2770        COUNT=(ICI/10)
            PD(1,COUNT)=TA(I,J,1)
            PD(2,COUNT)=TC(I,J,1)
            PD(3,COUNT)=MW(I,J,1)
            PD(4,COUNT)=W(I,3)
            PD(5,COUNT)=RH
            COUNT=0
            IF (I .EQ. 1)  COUNT=1
C           ***************************************************************
C           ********* [11] DETERMINE AVERAGE M.C. AND  TEMP. OF CORN ***
C           *********                                                  ***
C           ***************************************************************

2830        X=X+MW(I,J,1)*100.
            XY=XY+(MW(I,J,1)*100.)**2
            Z=Z+TC(I,J,1)
            XX=XX+(MW(I,J,1)*TC(I,J,1)*100.)
            YY=YY+((MW(I,J,1)*100.)**2)*TC(I,J,1)
50      CONTINUE
          VA=((50.72*X)-(27.0*XY))/(((50.72*100.)-(27.0*X))*100.)
          VQ=(17.752*Z+33.71*XX-22.977*YY)/
     !       (17.75*100.0+33.71*X-22.977*XY)
          IF (SIGL .EQ. 'Y' .OR. SIGL .EQ. 'y') GO TO 2920
```

```
      IF (NALI .LT. (VLEA-.0001)) GO TO 2920
      IF (J .NE. DDD)  GO TO 2920
      DO 140  IP=1,100
      TC(IP,DDD,2)=VQ
      MW(IP,DDD,2)=VA
      FMB=VA/(1-VA)
140   CONTINUE
C     ***************************************************************
C     *************** DETERMINE HUMIDITY RATIO LIMIT ****************
C     ***************                                 ***************
C     ***************************************************************

2920  TT=TA(100,J,1)
      ASBT=TT+459.69
      PS=EXP(54.6329-12301.688/ASBT-5.16923*ALOG(ASBT))
      PV=PS
      WIX(J,2)=PV*RA/(RWV*(PATM-PV))
      IF (TIME .GT. 0.0 .AND. TIME .LT.(0.02+.0001)) GO TO 3130
      IF (VA .LE. MZ)  GO TO 3130
      IF (WAELA .LT. .199)  GO TO 3430
3130  WRITE (9,888) TIME,J,VA,VQ
888   FORMAT (1X,'TIME= ',F6.3,5X,'LAYER: ',F3.0,5X,
     !  'AVG. MC.(W.B)=',F8.7,3X,'AIR TEMP=',F5.1)
      PRINT * ,'time=',TIME
            DO 33333 LCO=1,5
      IF (LCO .NE. 1)  GO TO 3280
          WRITE (9,44444) LFC(LCO), (PD(1,COUNT),COUNT=0,10)
3280  IF (LCO .NE. 2)  GO TO 3310
          WRITE (9,44445) LFC(LCO),(PD(2,COUNT),COUNT=0,10)
3310  IF (LCO .NE. 3)  GO TO 3340
          WRITE (9,44446) LFC(LCO),(PD(3,COUNT),COUNT=0,10)
```

```
40      CONTINUE
            IF (SIGL .EQ. 'Y' .OR. SIGL .EQ. 'y') GO TO 4499
            DO 160 KDD= 1 ,DDD
            DO 170 KJM=1 ,101
            IF (NALI .GE. (VLEA-.0001)) GO TO 3585
            TC(KJM,KDD,1)=TC(KJM,KDD,2)
            MW(KJM,KDD,1)=MW(KJM,KDD,2)
            TA(KJM,KDD,3)=TA(KJM,KDD,1)
            WIX(KDD,1)=WIX(KDD,2)
            IF (NALI .LT. (VLEA-.0001))  GO TO 170
3585        TC(KJM,KDD+1,1)=TC(KJM,KDD,2)
            MW(KJM,KDD+1,1)=MW(KJM,KDD,2)
            TA(KJM,KDD+1,3)=TA(KJM,KDD,1)
            WIX(KDD+1,1)=WIX(KDD,2)
            IF (KDD .EQ. DDD) THEN
            TC(KJM,1,1)=TC(KJM,DDD+1,1)
            MW(KJM,1,1)=MW(KJM,DDD+1,1)
            WIX(1,1)=WIX(DDD+1,1)
                        IF (KJM .EQ. 1) THEN
                           TA(KJM,1,3)=BB
                        ELSE
                           TA(KJM,1,3)=VQ+1.0
                        END IF
            END IF
170         CONTINUE
160         CONTINUE
            IF (NALI .GE. (VLEA-0.0001) .AND. J .GE. DDD) NALI=0
4499        IF (TIME .GE. 10.0)  GO TO 3980
            IF (SIGL .EQ. 'N'.OR. SIGL .EQ.'n') GO TO 5599
             IF (TIME .LE. (HH-0.0001)) GO TO 30
            AA = ((50.72*X)-(27.*XY))/(((50.72*100.)-(27.*X))*100.)
```

```
                MB = AA/(1-AA)
                Q =(17.752*Z+33.71*XX-22.977*YY)/
     !             (17.75*100.+33.71*X-22.977*XY)
                GO TO 10099
5599            GO TO 30
C               PRINT * ,'*****------*****------END------*****-------*****'
3980            PRINT *, 'STOP'
                CLOSE (9)
                STOP
                END
```

รายละเอียดโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เขียนด้วยภาษาโฟร์แทรน 77 ประกอบด้วยส่วนสำคัญๆ12 ส่วน คือ

1. การกำหนดข้อมูลเบื้องต้น เป็นการกำหนดข้อมูลที่เป็นค่าคงที่ต่างๆซึ่งได้แก่ ค่าคงที่ของอากาศและข้าวโพด เช่น ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ (CA) , ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนของอากาศ (HA), ค่าความร้อนจำเพาะของข้าวโพด (CC) , ค่าความหนาแน่นของข้าวโพด (DC) เป็นต้น

2. การกำหนดค่าตัวแปรเริ่มต้น เป็นการกำหนดค่าตัวแปร เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการในการอบแห้ง ได้แก่ การกำหนดช่วงเวลาในการอบแห้ง หรือเวลาต่อรอบของการหมุนเวียน (HH) ,อัตราการไหลของอากาศ (GA),ค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพด (decimal , มาตราฐานเปียก) (AA), อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง (BB) เป็นต้น

3. การคำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์จากสมการของแผนภูมิไซโครเมตริก สามารถคำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้โดยมีอุณหภูมิ (TA) และอัตราส่วนความชื้นของ อากาศ (W) เป็น input

4. การคำนวณหาค่าความชื้นสมดุลย์ของข้าวโพด สามารถคำนวณหาค่าความชื้นสมดุลย์ได้โดยมีอุณหภูมิ (TA)และค่าความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ของอากาศเป็น input

5. การคำนวนหาค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ สามารถคำนวณหาค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกได้โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (TD) และค่าความชื้นสัมพัทธ์ (RH) เป็น input

6. การคำนวณหาค่าความชื้นของข้าวโพด สามารถคำนวณหาค่าความชื้นของข้าวโพดได้โดยใช้ thin-layer equation ซึ่งมี อุณหภูมิของอากาศ (TA) ,ค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพด (AA) และความชื้นสมดุลย์ (MEQUI)ของข้าวโพด เป็น input

7. การคำนวณหาค่าอุณหภูมิของอากาศ สามารถคำนวณหาค่าอุณหภูมิของอากาศภายหลังที่ผ่านชั้นของข้าวโพด โดยมีอุณหภูมิของอากาศ (TA)ก่อนเข้าชั้นข้าวโพด ,อุณหภูมิของข้าวโพด (TC), อัตราส่วนความชื้นของอากาศ (W) และค่าความชื้นของข้าวโพด (MF)เป็น input

8. การคำนวณหาค่าอุณหภูมิของข้าวโพด ภายหลังที่อากาศผ่านชั้นของข้าวโพด สามารถคำนวณหาค่าอุณหภูมิของข้าวโพด ได้โดยมีอุณหภูมิของอากาศ (TA), อุณหภูมิของข้าวโพดก่อนทำการอบ (TC),อัตราส่วนความชื้นของอากาศ (W) และค่าความชื้นของข้าวโพด (MF)

9. การตรวจสอบค่าอุณหภูมิที่คำนวณได้ โดยใช้หลักการทรงพลังงาน ซึ่งจะสามารถคำนวณหาค่าอุณหภูมิของอากาศภายหลังที่ผ่านชั้นของข้าวโพด ที่ได้จากตรวจสอบเปรียบเทียบ

กับค่าอุณหภูมิของอากาศภายหลังที่ผ่านชั้นของข้าวโพดที่ได้จากการคำนวณที่แล้วมาข้างต้น ซึ่งถ้าค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีมากกว่าที่กำหนดไว้ จะทำให้โปรแกรมคำสั่งย้อนกลับไปคำนวณใหม่อีกครั้ง

10. การแสดงผลที่คำนวณได้ ผลที่ได้จากการคำนวณทั้งหมดนั้นมีอยู่ 5 ตัวแปรด้วยกัน คือ อุณหภูมิของอากาศ (TA), ค่าความชื้นของข้าวโพด(MF), อุณหภูมิของข้าวโพด(TC), อัตราส่วนความชื้นของอากาศ(W) และค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (RH)

11. การหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของข้าวโพดและค่าความชื้นเฉลี่ยของข้าวโพด โดยนำเอาค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นของข้าวโพดทุกๆ ชั้นย่อยมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อนำค่าที่ได้ไปเป็นค่าข้อมูลเบื้องต้นในการคำนวณรอบต่อไป

12. การถ่ายข้อมูลสำหรับในการคำนวณรอบต่อไป ในการคำนวณแต่ละครั้งจำเป็นที่จะต้องทราบถึงข้อมูลเบื้องต้น เช่น อุณหภูมิและค่าความชื้นของข้าวโพดก่อนที่อากาศจะผ่านชั้นของข้าวโพด ซึ่งเป็นค่าที่ได้คำนวณไว้ในรอบก่อนแล้ว จึงจำเป็นต้องมีการเก็บค่าข้อมูลที่คำนวณไว้เพื่อใช้ในการคำนวณในรอบต่อไป

ข้อมูลและค่าตัวแปรเริ่มต้น สำหรับการ run โปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. ระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ (HH) เป็นการกำหนดเวลาการอบแห้งที่ต้องการ ซึ่งการกำหนดนี้จะมีหน่วยเป็นชั่วโมง มี format การใส่ข้อมูลเป็น F4.2

2. ความหนาของกระบะ (BEDT) เป็นการกำหนดความหนาของกระบะข้าวโพดที่ใช้ในการอบแห้ง ซึ่งการกำหนดนี้จะมีหน่วยเป็นฟุต มี format การใส่ข้อมูลเป็น F4.2

3. อัตราการไหลของอากาศ (GA) เป็นการกำหนดอัตราการไหลของอากาศที่จะใช้ในการอบแห้ง ซึ่งการกำหนดนี้จะมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อชั่วโมง*ฟุต$\overline{2}$ มี format การใส่ข้อมูลเป็น F5.0

4. ค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพด (AA) เป็นการกำหนดค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพดเริ่มต้นก่อนทำการอบแห้ง ซึ่งการกำหนดนี้จะมีหน่วยเป็น decimal มาตรฐานเปียก มี format การใส่ข้อมูลเป็น F5.4

5. ค่าความชื้นสุดท้ายที่ต้องการของข้าวโพด (MZ) เป็นการกำหนดค่าความชื้นสุดท้ายที่ต้องการ เพื่อให้การคำนวณของคอมพิวเตอร์สิ้นสุดลง เมื่อค่าความชื้นที่คำนวณได้น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าความชื้นสุดท้ายที่กำหนดไว้ ซึ่งการกำหนดนี้จะมีหน่วยเป็น % มาตราฐานเปียก มี format การใส่ข้อมูลเป็น F5.4

6. อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง (BB) เป็นการกำหนดค่าอุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการอบแห้งข้าวโพด ซึ่งการกำหนดนี้จะมีหน่วยเป็น องศาฟาเรนไฮท์ มี format การใส่

ข้อมูลเป็น F5.0

7. อุณหภูมิของข้าวโพดก่อนที่จะทำการอบแห้ง (Q) เป็นการกำหนดค่าอุณหภูมิของข้าวโพดก่อนที่จะทำการอบแห้ง ซึ่งการกำหนดนี้จะมีหน่วยเป็น องศาฟาเรนไฮท์ มี format การใส่ข้อมูลเป็น F5.0

8. อัตราส่วนความชื้นของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง (Y) เป็นการกำหนดค่าอัตราส่วนความชื้นของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง ซึ่งการกำหนดนี้ไม่ต้องมีหน่วยแต่อย่างใด แต่มี format การใส่ข้อมูลเป็น F4.3

คำอธิบายสัญญาลักษณ์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อ	ชนิด	คำอธิบาย
A	REAL	ตัวแปรในสมการ thin layer equation
AA	REAL	ค่าความชื้นเริ่มต้น ,% มาตราฐานเปียก
ABS	REAL	ชื่อฟังก์ชั่น
ALOG		ชื่อฟังก์ชั่น
ASBT	REAL	อุณหภูมิสัมบูรณ์ ,°R
ATAN		ชื่อฟังก์ชั่น
B	REAL	ตัวแปรในสมการ thin layer equation
BB	REAL	อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง ,°F
BX	REAL	ตัวแปรในสมการ Psychrometric chart เพื่อใช้หาอุณหภูมิกระเปาะเปียก
C	REAL	ความร้อนจำเพาะของข้าวโพด หารด้วยอัตราส่วนของอากาศต่อเมล็ด (air to grain ratio), Btu. cu.ft per (lb.)(°F)(sq.ft)
CA	REAL	ความร้อนจำเพาะของอากาศ ,Btu./ (lb)(°F)
CC	REAL	ความร้อนจำเพาะของข้าวโพด,Btu./ (lb)(°F)
CORTE	REAL	ค่าแก้ไขของอุณหภูมิอากาศ ,°F
COUNT	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับ
CROTC	REAL	ค่าแก้ไขของอุณหภูมิข้าวโพด ,°F
CV	REAL	ความร้อนจำเพาะของไอน้ำ ,Btu./ (lb)(°F)
CW	REAL	ความร้อนจำเพาะของน้ำ ,Btu./ (lb)(°F)
DA	REAL	ความหนาแน่นของอากาศ,lb. per cu.ft
DB	REAL	ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศกับข้าวโพด,°F
DC	REAL	ความหนาแน่นของข้าวโพด,lb per cu.ft
DDD	INTEGER	ตัวแปรจำนวนเต็มใช้แทนจำนวนชั้นย่อย
DELTE	REAL	ค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของอากาศ,°F

คำอธิบายสัญญาลักษณ์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ชื่อ	ชนิด	คำอธิบาย
DMD	REAL	ค่าการเปลี่ยนแปลงของความชื้นข้าวโพด , % มาตราฐานเปียก
DR	REAL	ค่าของมุม ,radian
DT	REAL	ค่า step time ของการคำนวณ,hr.
DW	REAL	ค่าการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนความชื้น
DX	REAL	ความหนาของชั้นย่อยของกระบะ,ft
EEE	REAL	ค่าความผิดพลาดเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศที่ทำนายกับอุณหภูมิอากาศที่เป็นค่าที่แก้ไขแล้ว
ERE	REAL	ค่าความผิดพลาดเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิข้าวโพดที่ทำนายกับอุณหภูมิข้าวโพดที่เป็นค่าที่แก้ไขแล้ว
EXP		ชื่อฟังก์ชั่น
F1	REAL	ตัวแปรในการหาค่าความชื้นสมดุลย์
F2	REAL	ตัวแปรในการหาค่าความชื้นสมดุลย์
F3	REAL	ตัวแปรในการหาค่าความชื้นสมดุลย์
F4	REAL	ตัวแปรในการหาค่าความชื้นสมดุลย์
F5	REAL	ตัวแปรในการหาค่าความชื้นสมดุลย์
F6	REAL	ตัวแปรในการหาค่าความชื้นสมดุลย์
F7	REAL	ตัวแปรในการหาค่าความชื้นสมดุลย์
FNAME	CHARACTER	ชื่อของไฟล์
GA	REAL	อัตราการไหลของอากาศ,lb/(hr. sq.ft)
HA	REAL	ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนของอากาศ ,Btu./(sq.ft)(F)(hr.)
HFG	REAL	ค่าความร้อนแฝงในการทำให้น้ำระเหย,Btu./lb
HH	REAL	ระยะเวลาในการอบแห้งในแต่ละรอบของการหมุนเวียน,hr.

คำอธิบายสัญญาลักษณ์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ชื่อ	ชนิด	คำอธิบาย
HMTC	REAL	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิข้าวโพดชั้นย่อยหนึ่งกับอีกชั้นย่อยหนึ่งที่อยู่ถัดไป, °F
HNTC	REAL	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิข้าวโพดที่เวลาปัจจุบันกับที่เวลาล่วงหน้าไป 1 step, °F
I	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับแทนจำนวนชั้นย่อย 100 ชั้น
ICI	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับเพื่อทำการพิมพ์ผลการคำนวณ
IFTC	REAL	ค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ, °F
IFTC2	REAL	ค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิข้าวโพด, °F
II	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับแทนจำนวนชั้นย่อย 100 ชั้น
IP	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับแทนจำนวนชั้นย่อย 100 ชั้น
ITFC2	REAL	ค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิข้าวโพด, °F
J	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับแทน column ย่อย
JJ	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับแทน column ย่อย
KDD	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับแทน column ย่อย
KI	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับแทน column ย่อย
KJM	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับแทนจำนวนชั้นย่อย 100 ชั้น
LCO	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับเพื่อทำการพิมพ์ค่าของตัวแปรที่ได้จากการคำนวณมีทั้งหมด 5 ตัว
LFC	CHARACTER	ชื่อของตัวแปรที่ถูกพิมพ์ค่าในการแสดงผลการคำนวณ
LX	REAL	ตัวแปรที่ใช้ในการหาอุณหภูมิกระเปาะเปียก
M	REAL	ความชื้นที่เวลาปัจจุบัน, decimal มาตราฐานเปียก
MB	REAL	ความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพด , decimal มาตราฐานเปียก
MD	REAL	ความชื้นที่เวลาปัจจุบันของข้าวโพด , decimal มาตราฐานแห้ง

คำอธิบายสัญญาลักษณ์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ชื่อ	ชนิด	คำอธิบาย
MEQUI	REAL	ความชื้นสมดุลย์ของข้าวโพด , decimal มาตราฐานเปียก
MF	REAL	ความชื้นของข้าวโพดที่เวลาล่วงหน้าปัจจุบันไป 1 step time , decimal มาตราฐานแห้ง
MR	REAL	อัตราส่วนความชื้นของข้าวโพด
MW	REAL	ความชื้นของข้าวโพดที่เวลาล่วงหน้าปัจจุบันไป 1 step time, decimal มาตราฐานเปียก
MZ	REAL	ความชื้นสุดท้ายของข้าวโพดเมื่อเสร็จสิ้นการอบแห้ง ,decimal มาตราฐานเปียก
NAD	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้ในการนับแทนจำนวนชั้นย่อย 100 ชั้น
NALI	REAL	เวลาที่ column ย่อยใช้ในการเคลื่อนที่แต่ละครั้ง ,hr.
NHT	REAL	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศที่เวลาปัจจุบันกับที่เวลาล่วงหน้าปัจจุบันไป 1 step time, °F
NUM	INTEGER	ตัวแปรที่ใช้นับจำนวนครั้งในการคำนวณ
PATM	REAL	ความดันบรรยากาศ ,psi
PD	REAL	ตัวแปรที่ใช้ในการพิมพ์แสดงผลการคำนวณ
PERTE	REAL	ค่าอุณหภูมิของข้าวโพดที่ทำนาย ,°F
PRETE	REAL	ค่าอุณหภูมิของอากาศที่ทำนาย ,°F
PS	REAL	ความดันย่อยของน้ำที่สภาวะอิ่มตัว ,psi
PV	REAL	ความดันย่อยของไอน้ำ ,psi
Q	REAL	อุณหภูมิเริ่มต้นของข้าวโพด ,°F
R	REAL	อัตราส่วนของอากาศต่อเมล็ด (air to grian ratio)
RA	REAL	ค่าคงของก๊าซ = 53.35

คำอธิบายสัญญาลักษณ์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ชื่อ	ชนิด	คำอธิบาย
RH	REAL	ความชื้นสัมพัทธ์ ,decimal
RWV	REAL	ค่าคงที่ของไอน้ำ = 85.78
S1	REAL	ตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าความชื้นสมดุลย์
S2	REAL	ตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าความชื้นสมดุลย์
S3	REAL	ตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าความชื้นสมดุลย์
S4	REAL	ตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าความชื้นสมดุลย์
SIGL	CHARACTER	คำตอบ (Y,y,N หรือ n)
SPA	REAL	พื้นที่ผิวของเมล็ดต่อ 1 หน่วยปริมาตรของกระบะ, (sq.ft/cu.ft)
SQRT		ชื่อของฟังก์ชั่น
T	REAL	อุณหภูมิของอากาศที่เวลาปัจจุบัน, °F
TA	REAL	อุณหภูมิของอากาศ , °F
TAF	REAL	อุณหภูมิของอากาศที่ชั้นย่อยถัดไปจากชั้นย่อยที่กำลังพิจารณาอยู่ , °F
TC	REAL	อุณหภูมิของข้าวโพด , °F
TCTC	REAL	อุณหภูมิของข้าวโพดที่เวลาปัจจุบัน , °F
TCW	REAL	อุณหภูมิกระเปาะเปียก , °F
TDB	REAL	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง , °F
TEQUI	REAL	อุณหภูมิสมดุลย์ของข้าวโพดและอากาศ , °F
THETA	REAL	ค่าของมุม ,radian
THM	REAL	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศที่ชั้นย่อยหนึ่งกับอีกชั้นย่อยหนึ่งที่อยู่ถัดไป , °F
TIME	REAL	เวลาในการอบแห้ง ,hr.
TMEQUI	REAL	เวลาที่ใช้ในการอบแห้งข้าวโพดให้ได้อัตราส่วนความชื้นของข้าวโพดค่าหนึ่งโดยใช้อุณหภูมิอากาศค่าหนึ่ง ,hr.

คำอธิบายสัญญาลักษณ์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ชื่อ	ชนิด	คำอธิบาย
TPW	REAL	อุณหภูมิกระเปาะเปียก ,°F
TT	REAL	อุณหภูมิของอากาศที่ชั้นย่อยที่ 100 , °F
VA	REAL	ค่าเฉลี่ยของความชื้นข้าวโพด ,decimal มาตราฐานเปียก
VLEA	REAL	ตัวแปรที่ใช้ในการนับเวลา = HH/DDD ,hr.
VQ	REAL	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของข้าวโพด ,°F
W	REAL	อัตราส่วนความชื้นของอากาศ
WAELA	REAL	เวลาซึ่งใช้เป็นตัวกำหนดในการแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์ ในที่นี้ set ไว้ให้พิมพ์ทุกๆ .2 hr.
WETBAS	REAL	ความชื้นของข้าวโพดเมื่อเวลาผ่านไป 1 step time, decimal มาตราฐานเปียก
WF	REAL	อัตราส่วนความชื้นของอากาศเมื่อเวลาผ่านไป 1 step time
WIX	REAL	ค่าอัตราส่วนความชื้นที่จำกัดของขบวนการอบแห้ง
WT	REAL	ค่าอัตราส่วนความชื้นที่ชั้นย่อยถัดไปจากชั้นย่อยที่กำลังพิจารณาอยู่
WUW	REAL	ค่าอัตราส่วนความชื้นที่เวลาปัจจุบัน
WW	REAL	ค่าอัตราส่วนความชื้นที่ชั้นย่อยถัดไปจากชั้นย่อยที่กำลังพิจารณาอยู่
X	REAL	ค่าความชื้นของข้าวโพด ,% มาตราฐานเปียก
XI	REAL	ค่าอัตราส่วนความชื้นที่ชั้นย่อยถัดไปจากชั้นย่อยที่กำลังพิจารณาอยู่
XX	REAL	ผลคูณของความชื้นข้าวโพดกับอุณหภูมิของข้าวโพด
XY	REAL	ค่าความชื้นของข้าวโพดกำลังสอง
Y	REAL	ค่าอัตราส่วนความชื้นของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง

คำอธิบายสัญญาลักษณ์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ชื่อ	ชนิด	คำอธิบาย
YY	REAL	ค่าความชื้นของข้าวโพดกำลังสองคูณกับอุณหภูมิของข้าวโพด
Z	REAL	อุณหภูมิของข้าวโพด ,°F

ภาคผนวก ข.

ตาราง ข-1

ผลการทดลอง ครั้งที่ 1

เวลา	อุณหภูมิบรรยากาศ (F.)		อัตราส่วนความชื้นของอากาศ	อุณหภูมิอากาศ(F.)		ค่าความชื้น (W.B.)
	T_{db}	T_{wb}		เข้าตู้อบ	ออกจากตู้อบ	
14:00	89.5	81.5	0.0212	136.9	87.8	.2600
:15	89.5	81.5	0.0212	153.3	88.5	.2590
:30	91.5	82.5	0.0217	158.0	91.0	.2585
:45	90.0	80.5	0.0201	155.8	93.9	.2575
15:00	90.0	83.0	0.0227	154.4	95.0	.2565
:15	89.5	80.5	0.0202	161.6	95.7	.2560
:30	89.0	81.0	0.0208	162.8	96.4	.2550
:45	88.0	80.5	0.0205	163.0	97.2	.2519
16:00	88.5	80.5	0.0204	162.7	96.8	.2478
:15	89.0	80.5	0.0203	163.9	96.8	.2436
:30	89.0	80.5	0.0203	157.5	95.5	.2409
:45	89.0	81.5	0.0213	160.5	95.7	.2377
17:00	88.0	81.0	0.0210	158.0	96.4	.2367
:15	88.0	81.0	0.0210	156.7	96.6	.2339
:30	87.0	80.5	0.0208	159.4	95.9	.2322
:45	87.2	81.0	0.0212	163.7	96.8	.2301
18:00	86.0	82.0	0.0225	155.1	96.9	.2269
:15	85.0	80.5	0.0213	149.5	96.6	.2252
:30	84.5	80.5	0.0214	151.2	96.1	.2218
:45	86.0	80.5	0.0210	158.0	96.4	.2200
19:00	85.0	79.5	0.0203	148.6	96.4	.2191
:15	84.0	79.0	0.0200	156.4	95.4	.2179

ตาราง ข-1 (ต่อ)

เวลา	อุณหภูมิบรรยากาศ (F.)		อัตราส่วนความชื้นของอากาศ	อุณหภูมิอากาศ(F.)		ค่าความชื้น (W.B.)
	T_{db}	T_{wb}		เข้าตู้อบ	ออกจากตู้อบ	
19:30	83.5	80.0	0.0211	150.1	95.2	.2158
:45	83.0	80.5	0.0217	149.5	95.0	.2127
20:00	82.5	79.0	0.0204	146.3	95.5	.2098
:15	82.5	79.5	0.0209	146.7	96.0	.2089
:30	82.0	79.0	0.0205	155.5	95.2	.2069
:45	82.0	79.0	0.0205	153.9	95.5	.2061
21:00	82.5	79.5	0.0209	147.0	95.4	.2032
:15	82.0	79.0	0.0205	152.4	95.7	.2009
:30	82.0	79.5	0.0210	143.1	95.4	.2000
:45	81.5	79.0	0.0206	144.9	93.4	.1968
22:00	81.5	78.5	0.0202	142.5	93.4	.1958
:15	81.5	78.5	0.0202	147.0	92.1	.1937
:30	81.5	78.5	0.0202	149.7	92.7	.1919
:45	80.5	78.0	0.0199	145.8	92.8	.1901
23:00	81.5	77.5	0.0193	152.0	91.2	.1855
:15	80.5	78.0	0.0199	146.3	90.1	.1847
:30	81.0	78.0	0.0198	145.2	89.1	.1836
:45	81.0	77.5	0.0194	143.6	90.7	.1819
24:00	81.0	78.0	0.0198	139.8	93.0	.1809
:15	81.0	78.0	0.0198	141.8	93.0	.1788
:30	81.0	78.0	0.0198	139.6	93.0	.1768
:45	80.5	77.0	0.0190	139.5	93.4	.1749
00:00	80.0	76.0	0.0182	138.9	93.6	.1725

ตาราง ข-1 (ต่อ)

เวลา	อุณหภูมิบรรยากาศ (F.)		อัตราส่วนความชื้นของอากาศ	อุณหภูมิอากาศ(F.)		ค่าความชื้น (W.B.)
	T_{db}	T_{wb}		เข้าตู้อบ	ออกจากตู้อบ	
00:15	80.5	76.5	0.0186	138.9	94.0	.1716
:30	80.5	76.8	0.0189	138.0	94.1	.1687
:45	80.5	76.8	0.0189	138.0	93.9	.1677
01:00	80.5	77.0	0.0190	135.5	93.8	.1658
:15	80.5	77.0	0.0190	134.5	93.8	.1629
:30	80.5	77.0	0.0190	134.6	94.0	.1622
:45	80.5	77.0	0.0190	133.0	94.1	.1604
02:00	80.5	77.0	0.0190	130.0	94.1	.1583
:15	80.5	77.0	0.0190	129.8	94.2	.1568
:30	80.5	77.0	0.0190	128.9	94.2	.1526
:45	80.5	77.0	0.0190	128.7	94.3	.1479
03:00	80.5	77.0	0.0190	128.6	94.3	.1458
03:15	80.5	77.0	0.0190	128.3	94.3	.1452

ตาราง ข-2

ผลของการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์

PERIOD OF DRYING= 3.00000 HR./CYCLE

AIR FLOW RATE= 90.2500 LB/HR. SQ.FT

AIR TEMP.= 136.900 F.

INITIAL CORN TEMP.= 87.8000 F.

TIME= 0.020 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2600003 AIR TEMP= 87.8

AIR TEMP.	136.9	87.8	87.8	87.8	....	87.8	87.8	87.8	87.8
CORN TEMP	87.8	87.8	87.8	87.8	....	87.8	87.8	87.8	87.8
MC. (w.b)	.26000	.26000	.26000	.26000	...	.26000	.26000	.26000	.26000
ABS. HUM	0.02100	.02500	.02500	.02500	....	0.02500	.02500	.02500	.0250
RH	0.18050	.86910	.87040	.87040	....	0.87040	.87040	.87040	.8704

TIME= 0.200 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2580062 AIR TEMP= 86.9

AIR TEMP.	136.9	102.9	86.1	83.0	....	83.3	83.3	83.3	83.3
CORN TEMP	133.1	97.3	84.8	83.4	....	83.7	83.7	83.7	83.7
MC. (w.b)	.24286	.25799	.25863	.25855	....	.25861	.25861	.25861	.25861
ABS. HUM	0.02100	.02520	.02520	.0257	....	0.02910	.03000	.03090	.0317
RH	0.18050	.55350	.92580	.9900	....	0.99000	.99000	.99000	.9900

TIME= 0.400 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2568758 AIR TEMP= 89.7

AIR TEMP.	136.9	124.6	106.5	89.2	....	80.4	80.4	80.4	80.4
CORN TEMP	134.4	122.2	101.8	87.0	....	80.6	80.6	80.7	80.7
MC. (w.b)	.23092	.25799	.25863	.25818	....	.25757	.25757	.25757	.25757
ABS. HUM	0.02100	.02280	.02280	.0228	....	0.02380	.02430	.02470	.0252
RH	0.18050	.27020	.44970	.7619	....	0.99000	.99000	.99000	.9900

ตาราง ช-2(ต่อ)

TIME= 0.600 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2563949 AIR TEMP= 96.0

AIR TEMP.	153.3	138.2	125.1	109.0	....	79.5	79.5	79.5	79.5
CORN TEMP	150.3	134.3	122.5	104.9	....	79.5	79.5	79.5	79.5
MC. (w.b)	.21899	.25799	.25863	.25818	....	.25691	.25690	.25690	.25690
ABS. HUM	0.02100	.02190	.02190	.0219	....	0.02220	.02250	.02290	.0232
RH	0.11960	.18220	.25770	.4043	....	0.99000	.99000	.99000	.9900

TIME= 0.800 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2561471 AIR TEMP=104.1

AIR TEMP.	158.0	150.8	140.1	126.5	....	80.8	78.8	78.8	78.8
CORN TEMP	155.8	149.2	137.1	123.6	....	80.1	78.8	78.8	78.8
MC. (w.b)	.20811	.25799	.25863	.25818	....	.25664	.25638	.25638	.25638
ABS. HUM	0.02100	.02140	.02140	.0214	....	0.02140	.02150	.02180	.0221
RH	0.10680	.12960	.16940	.2420	....	0.93780	.99000	.99000	.9900

TIME= 1.000 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2560247 AIR TEMP=112.8

AIR TEMP.	155.8	155.6	151.4	141.3	....	87.0	81.5	78.5	78.2
CORN TEMP	154.3	155.4	149.7	138.7	....	85.5	80.7	78.3	78.2
MC. (w.b)	.20244	.25799	.25863	.25818	....	.25664	.25625	.25596	.25595
ABS. HUM	0.02000	.02100	.02100	.0210	....	0.02100	.02100	.02100	.0212
RH	0.10740	.11300	.12520	.1608	....	0.75330	.89770	.99130	.9900

TIME= 1.200 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2559127 AIR TEMP=121.3

AIR TEMP.	154.4	153.5	154.4	151.5	....	100.0	88.8	82.4	78.6
CORN TEMP	153.9	154.0	154.4	150.1	....	97.1	87.0	81.5	78.2
MC. (w.b)	.19310	.25799	.25863	.25818	....	.25664	.25625	.25592	.25560
ABS. HUM	0.02200	.02200	.02200	.0220	....	0.02200	.02200	.02200	.0221
RH	0.12180	.12430	.12180	.1308	....	0.52890	.74620	.91340	.9900

ตาราง ข-2(ต่อ)

TIME= 1.400 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2558393 AIR TEMP=129.5

AIR TEMP.	154.4	152.7	154.0	153.8	....	117.1	102.3	90.7	83.5
CORN TEMP	152.8	153.2	154.1	153.6	....	113.9	99.4	88.7	82.4
MC. (w.b)	.18898	.25799	.25863	.25818	....	.25664	.25625	.25592	.25546
ABS. HUM	0.02200	.02450	.02450	.0245	....	0.02450	.02450	.02450	.0245
RH	0.12180	.14110	.13650	.1371	....	0.35750	.54750	.78110	.9799

TIME= 1.600 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2548106 AIR TEMP=134.9

AIR TEMP.	161.6	128.9	149.2	154.0	....	133.1	119.2	104.8	92.7
CORN TEMP	159.8	125.3	151.5	154.1	....	130.3	116.1	101.8	90.6
MC. (w.b)	.18035	.25228	.25863	.25818	....	.25664	.25625	.25592	.25546
ABS. HUM	0.02000	.02720	.03270	.0327	....	0.03270	.03270	.03270	.0327
RH	0.09350	.28570	.20200	.1799	....	0.30460	.44300	.67020	.9638

TIME= 1.800 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2517316 AIR TEMP=133.3

AIR TEMP.	162.9	137.1	104.5	114.4	....	145.2	135.0	121.7	107.5
CORN TEMP	161.3	132.9	105.5	121.3	....	143.4	132.3	118.6	104.5
MC. (w.b)	.17221	.23874	.25208	.25164	....	.25664	.25625	.25592	.25546
ABS. HUM	0.02000	.02570	.03210	.0355	....	0.05180	.05180	.05180	.0518
RH	0.09070	.21810	.66550	.5478	....	0.34370	.44680	.63760	.9525

TIME= 2.000 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2448446 AIR TEMP=118.5

AIR TEMP.	163.0	142.2	112.1	104.3	....	118.5	122.4	121.9	122.8
CORN TEMP	161.6	138.9	108.6	104.3	....	122.1	125.4	124.3	120.7
MC. (w.b)	.16483	.22753	.24598	.24755	....	.24884	.25032	.25183	.25485
ABS. HUM	0.02000	.02480	.03060	.0322	....	0.04230	.04820	.05410	.0570
RH	0.09050	.18500	.50820	.6704	....	0.57610	.58520	.65900	.6754

ตาราง ข-2(ต่อ)

TIME= 2.200 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2406479 AIR TEMP=110.9

AIR TEMP.	162.7	145.5	122.9	103.9	....	105.0	105.5	107.1	108.8
CORN TEMP	161.5	142.9	118.6	104.0	....	105.2	105.7	107.7	109.2
MC. (w.b)	.15817	.21757	.23509	.24755	....	.24354	.24383	.24929	.25029
ABS. HUM	0.02000	.02410	.02870	.0323	....	0.03260	.03310	.03430	.0363
RH	0.09110	.16560	.35370	.6796	....	0.66340	.66500	.65560	.6578

TIME= 2.400 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2386193 AIR TEMP=110.7

AIR TEMP.	163.9	147.5	127.6	104.6	....	104.6	104.6	104.7	104.9
CORN TEMP	161.6	145.2	125.4	104.0	....	104.6	104.6	104.7	105.0
MC. (w.b)	.15216	.20863	.22772	.24755	....	.24314	.24341	.24810	.24838
ABS. HUM	0.02000	.02360	.02780	.0323	....	0.03230	.03230	.03230	.0323
RH	0.08860	.15470	.30270	.6665	....	0.66580	.66590	.66360	.6605

TIME= 2.600 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2368568 AIR TEMP=111.3

AIR TEMP.	163.9	149.9	131.6	109.4	....	104.6	104.6	104.7	104.8
CORN TEMP	162.9	147.8	129.5	107.4	....	104.6	104.6	104.7	104.8
MC. (w.b)	.14644	.20046	.22140	.24290	....	.24314	.24341	.24810	.24838
ABS. HUM	0.02000	.02330	.02720	.0315	....	0.03250	.03250	.03250	.0325
RH	0.08860	.14380	.26610	.5651	....	0.66920	.66960	.66700	.6657

TIME= 2.800 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2351151 AIR TEMP=111.4

AIR TEMP.	157.5	147.7	134.3	115.8	....	104.5	104.6	104.6	104.4
CORN TEMP	156.7	146.8	132.7	112.3	....	104.5	104.6	104.4	104.5
MC. (w.b)	.14197	.19311	.21518	.23603	....	.24314	.24341	.24757	.24838
ABS. HUM	0.02000	.02250	.02600	.0298	....	0.03220	.03220	.03220	.0322
RH	0.10310	.14680	.23680	.4469	....	0.66500	.66340	.66400	.6668

ตาราง ข-2(ต่อ)

TIME= 3.000 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2334373 AIR TEMP=111.8

AIR TEMP.	160.5	149.2	135.0	120.7	....	104.4	104.5	104.6	104.5
CORN TEMP	159.7	147.3	133.5	118.0	....	104.4	104.5	104.6	104.5
MC. (w.b)	.13776	.18691	.20947	.22723	....	.24314	.24341	.24757	.24838
ABS. HUM	0.02100	.02350	.02650	.0296	....	0.03310	.03310	.03310	.0331
RH	0.10060	.14710	.23750	.3875	....	0.68590	.68450	.68210	.6829

TIME= 0.020 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2334394 AIR TEMP=111.8

AIR TEMP.	160.5	107.6	108.9	110.7	....	111.8	111.8	111.8	111.8
CORN TEMP	111.8	111.8	111.8	111.8	....	111.8	111.8	111.8	111.8
MC. (w.b)	.23344	.23344	.23344	.23344	....	.23344	.23344	.23344	.23344
ABS. HUM	0.02100	.03130	.03780	.0402	....	0.04020	.04020	.04020	.0402
RH	0.10060	.59270	.68080	.6864	....	0.66510	.66510	.66510	.6651

TIME= 0.200 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2305037 AIR TEMP=108.6

AIR TEMP.	160.5	117.5	102.0	102.8	....	107.8	107.5	110.4	110.8
CORN TEMP	156.1	107.9	102.1	103.1	....	108.9	109.1	111.2	111.8
MC. (w.b)	.21238	.22471	.22926	.22918	....	.23344	.23204	.23344	.23344
ABS. HUM	0.02100	.02820	.03080	.0308	....	0.03510	.03720	.03870	.0403
RH	0.10060	.40380	.68900	.6720	....	0.65610	.69980	.66760	.6854

TIME= 0.400 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2279812 AIR TEMP=107.2

AIR TEMP.	158.0	133.3	102.9	102.4	....	103.7	103.9	104.2	104.5
CORN TEMP	155.1	129.9	102.5	102.4	....	103.8	103.8	103.5	104.0
MC. (w.b)	.19715	.21394	.22926	.22918	....	.23002	.23007	.22579	.23003
ABS. HUM	0.02100	.02650	.03150	.0315	....	0.03150	.03150	.03150	.0323
RH	0.10680	.24790	.68370	.6953	....	0.66880	.66410	.65820	.6680

ตาราง ข-2(ต่อ)

TIME= 0.600 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2262928 AIR TEMP=107.9

AIR TEMP.	156.7	137.8	110.9	102.7	....	103.4	103.6	103.8	103.9
CORN TEMP	154.6	135.3	107.6	102.6	....	103.4	103.7	103.8	103.9
MC. (w.b)	.18576	.20505	.22486	.22918	....	.23002	.23007	.22526	.23003
ABS. HUM	0.02100	.02540	.03050	.0318	....	0.03180	.03180	.03180	.0318
RH	0.11020	.21200	.52590	.6951	....	0.68050	.67560	.67190	.6699

TIME= 0.800 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2246003 AIR TEMP=108.5

AIR TEMP.	159.4	140.8	122.0	102.8	....	103.2	103.5	103.6	103.7
CORN TEMP	157.4	138.5	117.9	102.8	....	103.3	103.5	103.7	103.8
MC. (w.b)	.17619	.19710	.21389	.22918	....	.23002	.23007	.22526	.23003
ABS. HUM	0.02000	.02390	.02770	.0316	....	0.03160	.03160	.03160	.0316
RH	0.09850	.18550	.35040	.6891	....	0.68020	.67460	.67220	.6700

TIME= 1.000 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2229243 AIR TEMP=109.2

AIR TEMP.	163.7	144.7	127.1	102.9	....	103.0	103.3	103.4	103.4
CORN TEMP	161.2	142.5	124.9	103.6	....	103.1	103.4	103.4	103.4
MC. (w.b)	.16742	.18965	.20690	.22918	....	.23002	.23007	.22526	.23003
ABS. HUM	0.02100	.02470	.02820	.0330	....	0.03300	.03300	.03300	.0330
RH	0.09330	.17270	.31060	.7145	....	0.71260	.70620	.70390	.7057

TIME= 1.200 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.2212311 AIR TEMP=110.1

AIR TEMP.	155.1	149.1	132.0	109.5	....	102.9	103.2	103.4	103.4
CORN TEMP	162.2	147.2	129.8	106.9	....	102.9	103.2	103.4	103.4
MC. (w.b)	.15910	.18236	.20101	.22494	....	.23002	.23007	.22526	.23003
ABS. HUM	0.02200	.02500	.02850	.0329	....	0.03360	.03360	.03360	.0336
RH	0.11980	.15700	.27490	.5864	....	0.72890	.72240	.71770	.7164

ตาราง ข-2(ต่อ)

----------	----------	----------	-----
----------	----------	----------	-----
----------	----------	----------	-----
----------	----------	----------	-----
----------	----------	----------	-----
----------	----------	----------	-----

TIME= 2.200 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.1596580 AIR TEMP=111.2

AIR TEMP.	138.9	135.6	131.1	126.3	....	99.0	99.3	99.5	99.6
CORN TEMP	138.6	135.2	130.6	125.8	....	99.2	99.5	99.7	99.6
MC. (w.b)	.11923	.12914	.13810	.14478	....	.17712	.17834	.17648	.17674
ABS. HUM	0.01800	.01890	.02000	.0212	....	0.02690	.02720	.02750	.0275
RH	0.14760	.16870	.20050	.2404	....	0.66030	.66270	.66640	.6628

TIME= 2.400 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.1578892 AIR TEMP=111.7

AIR TEMP.	138.9	135.7	131.6	127.1	....	99.1	98.9	98.9	99.0
CORN TEMP	138.5	135.3	131.2	126.7	....	99.1	98.9	99.0	99.0
MC. (w.b)	.11712	.12680	.13569	.14245	....	.17568	.17794	.17620	.17645
ABS. HUM	0.01800	.01890	.01990	.0210	....	0.02660	.02680	.02680	.0269
RH	0.14760	.16790	.19670	.2333	....	0.63230	.66150	.66010	.6625

TIME= 2.600 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.1561724 AIR TEMP=112.5

AIR TEMP.	138.9	136.1	132.3	128.1	....	102.3	98.8	98.9	98.9
CORN TEMP	138.6	135.5	131.7	127.5	....	101.4	98.8	98.9	98.9
MC. (w.b)	.11512	.12460	.13338	.14019	....	.17314	.17794	.17620	.17645
ABS. HUM	0.01800	.01880	.01980	.0208	....	0.02640	.02700	.02700	.0270
RH	0.14760	.16570	.19240	.2258	....	0.58790	.66590	.66470	.6640

ตาราง ข-2(ต่อ)

TIME= 2.800 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.1544287 AIR TEMP=113.2

AIR TEMP.	138.0	135.5	132.3	128.4	....	104.2	98.9	98.8	98.9
CORN TEMP	137.7	135.3	131.9	128.0	....	103.3	98.8	98.9	98.9
MC. (w.b)	.11331	.12254	.13120	.13803	....	.17079	.17794	.17620	.17645
ABS. HUM	0.01800	.01870	.01960	.0206	....	0.02590	.02700	.02700	.0270
RH	0.15110	.16750	.19100	.2217	....	0.54730	.66620	.66650	.6659

TIME= 3.000 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.1526335 AIR TEMP=114.1

AIR TEMP.	138.0	135.8	132.8	129.4	....	105.9	100.4	98.9	98.9
CORN TEMP	137.7	135.6	132.6	129.0	....	105.1	99.3	98.9	98.9
MC. (w.b)	.11160	.12059	.12910	.13593	....	.16856	.17627	.17620	.17645
ABS. HUM	0.01800	.01870	.01960	.0205	....	0.02570	.02680	.02700	.0270
RH	0.15110	.16610	.18760	.2151	....	0.51490	.63180	.66700	.6671

TIME= 0.020 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.1526340 AIR TEMP=114.1

AIR TEMP.	138.0	109.8	111.7	112.2	....	114.1	114.1	114.1	114.1
CORN TEMP	114.1	114.1	114.1	114.1	....	114.1	114.1	114.1	114.1
MC. (w.b)	.15263	.15263	.15263	.15263	....	.15263	.15263	.15263	.15263
ABS. HUM	0.01800	.02410	.03010	.0335	....	0.04140	.04140	.04140	.0414
RH	0.15110	.43300	.50760	.5528	....	0.63940	.63940	.63940	.6394

TIME= 0.200 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.1488026 AIR TEMP=106.5

AIR TEMP.	138.0	121.2	100.8	101.0	....	104.2	104.9	105.5	106.2
CORN TEMP	136.3	117.4	100.7	102.0	....	105.1	105.7	106.3	107.0
MC. (w.b)	.14236	.14407	.14908	.14900	....	.14973	.15005	.15037	.15069
ABS. HUM	0.01800	.02100	.02340	.0243	....	0.02830	.02940	.03050	.0316
RH	0.15110	.27420	.54740	.5640	....	0.59360	.60210	.61280	.6221

ตาราง ข-2(ต่อ)

TIME= 0.400 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.1465145 AIR TEMP=104.4

AIR TEMP.	135.5	126.4	115.0	100.0	....	99.6	100.0	100.5	100.9
CORN TEMP	134.5	125.3	109.8	99.3	....	99.9	100.4	100.9	101.3
MC. (w.b)	.13585	.13958	.14410	.14769	....	.14823	.14845	.14867	.14889
ABS. HUM	0.01900	.02110	.02280	.0249	....	0.02660	.02700	.02750	.0280
RH	0.16980	.23890	.35230	.5951	....	0.64170	.64450	.64610	.6486

TIME= 0.580 LAYER: 1. AVG. MC.(W.B)=.1449739 AIR TEMP=104.4

AIR TEMP.	134.5	127.6	120.1	103.9	....	97.8	98.1	98.4	98.7
CORN TEMP	133.7	126.8	119.0	103.1	....	98.0	98.2	98.5	98.7
MC. (w.b)	.13156	.13605	.14060	.14641	....	.14759	.14771	.14803	.14805
ABS. HUM	0.01900	.02070	.02220	.0247	....	0.02600	.02610	.02630	.0265
RH	0.17430	.22690	.29880	.5265	....	0.66230	.65980	.65890	.6585

ภาคผนวก ข.

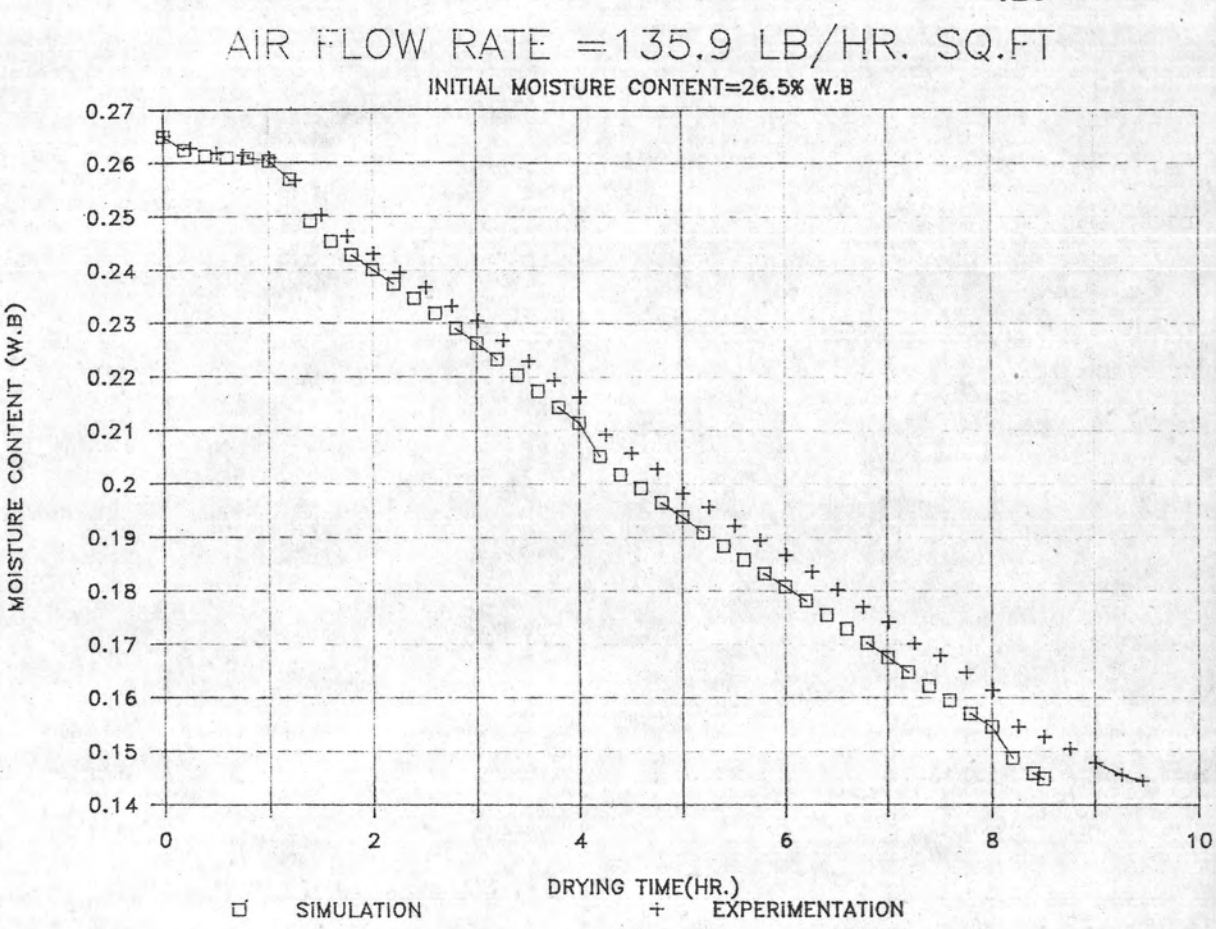
ตาราง ข-3

ผลการทดลอง ครั้งที่ 2

เวลา	อุณหภูมิบรรยากาศ (F.)		อัตราส่วนความชื้น	อุณหภูมิอากาศ(F.)		ค่าความชื้น (W.B.)
	T_{db}	T_{wb}		เข้าตู้อบ	ออกจากตู้	
18:00	81.0	80.0	0.0217	140.0	90.0	.2650
:15	81.0	80.0	0.0217	149.0	92.1	.2628
:30	81.0	80.0	0.0217	158.0	94.2	.2618
:45	81.0	79.5	0.0213	169.3	95.1	.2614
19:00	81.0	80.0	0.0217	154.4	96.2	.2609
:15	80.5	79.0	0.0209	161.2	95.7	.2567
:30	80.0	79.0	0.0210	164.3	95.8	.2503
:45	80.5	79.0	0.0209	162.7	96.4	.2463
20:00	80.0	79.0	0.0210	166.1	97.1	.2430
:15	80.0	79.0	0.0210	162.9	96.9	.2395
:30	80.5	79.0	0.0209	163.9	96.9	.2367
:45	79.0	78.0	0.0203	162.5	97.3	.2331
21:00	79.5	78.0	0.0203	156.0	97.1	.2304
:15	79.5	77.5	0.0198	158.0	96.3	.2268
:30	79.0	77.5	0.0199	161.1	96.2	.2229
:45	80.0	78.0	0.0201	154.4	95.7	.2193
22:00	79.0	77.0	0.0194	153.5	95.7	.2162
:15	79.0	76.9	0.0193	154.0	96.1	.2092
:30	79.0	76.5	0.0190	155.5	95.4	.2057

ตาราง ข-3(ต่อ)

เวลา	อุณหภูมิบรรยากาศ (F.)		อัตราส่วนความชื้น	อุณหภูมิอากาศ(F.)		ค่าความชื้น (W.B.)
	T_{db}	T_{wb}		เข้าตู้อบ	ออกจากตู้	
22:45	79.0	76.2	0.0187	149.0	94.6	.2027
23:00	79.0	76.0	0.0185	142.2	94.8	.1981
:15	78.5	75.9	0.0185	139.5	92.2	.1956
:30	78.5	75.9	0.0185	143.3	92.6	.1921
:45	78.5	75.9	0.0185	141.8	93.4	.1894
24:00	77.0	75.0	0.0185	140.5	93.5	.1866
:15	76.0	75.0	0.0183	143.2	92.9	.1835
:30	76.0	75.0	0.0183	135.1	93.6	.1802
:45	76.0	75.0	0.0183	132.9	94.5	.1769
01:00	76.0	75.0	0.0183	132.0	95.0	.1704
:15	76.0	75.0	0.0183	131.9	94.8	.1678
:30	76.0	75.0	0.0183	131.5	95.5	.1647
:45	76.0	75.0	0.0183	130.0	96.3	.1614
02:00	76.0	75.0	0.0183	130.9	96.6	.1546
:15	76.0	75.0	0.0183	130.2	97.4	.1526
:30	76.0	75.0	0.0183	130.9	97.6	.1504
:45	76.0	75.0	0.0183	131.0	97.7	.1478
03:00	76.0	75.0	0.0183	131.3	97.9	.1453
:15	76.0	75.0	0.0183	131.2	97.8	.1443



รูปที่ ข-3.1 แสดงค่าความชื้นที่เวลาใด ๆ จากการจำลองแบบ ฯ และการทดลอง

ภาคผนวก ค.

ค. สมการไซโครเมตริก (Psychrometric equations)

Lerew (1972) ได้รวบรวมสมการไซโครเมตริกทั้งจากทฤษฎีและการทดลอง นำไปเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโฟร์แทรน 77 ดังนี้

$$\ln P_{vs} = 23.3924 - \frac{11286.6489}{T} - 0.46057 \ln T \qquad (ค-1.1)$$

สำหรับ $459.69 < T < 491.69$

$$\ln (P_{vs}/R) = \frac{A+BT+CT^2+DT^3+ET^4}{FT-GT^2} \qquad (ค-1.2)$$

สำหรับ $491.69 < T < 959.69$

ซึ่ง $R = 0.3206182232000000\ D04$

$A = -0.2740552583614256\ D05$

$B = 0.5418960763289505\ D02$

$C = -0.4513703841126545\ D-01$

$D = 0.2153211916363544\ D-04$

$E = -0.4620266568199822\ D-08$

$F = 0.2416127209874000\ D-01$

$G = 0.1215465167060546\ D-02$

หรือ $$\ln P_{vs} = \frac{54.6329 - 12301.688 - 5.16923 \ln T}{T} \qquad (ค-1.3)$$

สำหรับ $491.69 < T < 959.69$

$$P_v = P_{vs}(RH/100) \qquad (ค-1.4)$$

$$W = \frac{R_a P_v}{R_{wv}(P_{atm} - P_v)} \qquad (ค-1.5)$$

P_{atm} = atmospheric pressure = 14.696 psi

P_{vs} = partial pressure of water at saturation, psi

P_v = partial pressure of water vapor, psi

T = absolute temperature of air, degree Rankine

RH = relative humidity, percent

R_{wv} = gas constant for water vapor = 85.78

R_a = gas constant for air = 53.35

W = absolute humidity of moist air, lb water/lb dry air

ค.2 สมการความชื้นสมดุลย์ของข้าวโพด (equillibrium moisture content for shelled corn)

สมการนี้ได้รับการพัฒนาโดย Bakker-Arkema et al.(1974) จากข้อมูลของ Rodriques-Arias (1956) สามารถใช้กับช่วงอุณหภูมิอากาศตั้งแต่ 40-140 °F

$$M_{eq} = \frac{S_1(rh)^3}{1.02} + \frac{(F_1 - 0.028333\ S_1)rh}{0.17} \qquad 0.0<rh<0.17 \quad (ค-2.1)$$

$$M_{eq} = \frac{S_1(0.34-rh)^3}{1.02} + \frac{S_2(rh-0.17)^3}{1.02} + \frac{(F_2 - 0.028333\ S_2)}{0.17}(rh-0.17) + \frac{(F_1 - 0.028333\ S_1)}{0.17}(0.34-rh) \qquad 0.17<rh<0.34 \quad (ค-2.2)$$

$$M_{eq} = \frac{S_2(0.51-rh)^3}{1.02} + \frac{F_3(rh-0.34)}{0.17} + \frac{(F_2 - 0.028333\ S_2)(0.51-rh)}{0.17} \qquad 0.34<rh<0.54 \quad (ค-2.3)$$

$$M_{eq} = \frac{S_3(rh-0.49)^3}{1.02} + \frac{(F_5 - 0.028333\ S_3)(rh-0.49)}{0.17} + \frac{F_4(0.66-rh)}{0.17} \qquad 0.50<rh<0.66 \quad (ค-2.4)$$

$$M_{eq} = \frac{S_3(0.83-rh)^3}{1.02} + \frac{S_4(rh-0.66)^3}{1.02} + \frac{(F_6 - 0.028333\ S_4)(rh-0.66)}{0.17} + \frac{(F_5 - 0.028333\ S_3)}{0.17} \qquad 0.66<rh<0.83 \quad (ค-2.5)$$

$$M_{eq} = \frac{S_4(1.0-rh)^3}{1.02} + \frac{F_7(rh-0.83)}{0.17} + \frac{(F_6 - 0.028333\ S_4)(1.0-rh)}{0.17} \qquad 0.83<rh<1.0 \quad (ค-2.6)$$

M_{eq} = equillibrium moisture content,decimal

rh = relative humidity,decimal

F_1 = -0.0003922 T +0.1

F_2 = -0.0004353 T +0.1328

F_3 = -0.0005359 T +0.1646

F_4 = -0.0005375 T +0.1624

F_5 = -0.0007075 T +0.2075

F_6 = -0.0007449 T +0.2532

F_7 = -0.0010701 T + 0.3931

S_1 = 13.83(-9F_1+6F_2-F_3)

S_2 = 13.83(4F_3-9F_2+6F_1)

S_3 = 13.83(4F_4-9F_5+6F_6-F_7)

S_4 = 13.83(4F_7-9F_6+6F_5-F_4)

ค.3 ค่าปริมาณความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากเมล็ดข้าวโพด (latent heat of vaporization)

Thompson และ Shedd (1950) ได้ทำการศึกษาปริมาณความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากเมล็ดข้าวโพด พบว่าปริมาณความร้อนจะเป็นฟังก์ชั่นของอุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง กับค่าความชื้นของเมล็ดข้าวโพด ดังนี้

$$h_{fg} = (1094-0.57T)(1.0+4.35 \exp(-28.25M_w)) \qquad (ค-3.1)$$

h_{fg} = ค่าปริมาณความร้อนในการระเหยน้ำออกจากเมล็ดข้าวโพด Btu/lb.

T = อุณหภูมิของอากาศ องศาฟาเรนไฮท์

M_w = ค่าความชื้นของข้าวโพด มาตรฐานเปียก (wet basis)

ค.4 ค่าความร้อนจำเพาะของข้าวโพด (specific heat of corn)

E.A. Kazarian และ C.W. Hall (1965) ได้ทำการศึกษา และพบว่าค่าความร้อนจำเพาะของข้าวโพดเป็นฟังก์ชั่นของค่าความชื้นของข้าวโพด ดังนี้

$$C = 0.350 + 0.00851 M_w \qquad (ค-4.1)$$

C = ค่าความร้อนจำเพาะของข้าวโพด Btu/lb -F

M_w = ค่าความชื้นของข้าวโพด มาตรฐานเปียก(wet basis)

ค.5 ค่าการนำความร้อนของข้าวโพด (thermal conductivity of corn)

E.A. Kazarian และ C.W. Hall (1965) ได้ทำการศึกษา และพบว่าค่าการนำความร้อนของข้าวโพดเป็นฟังก์ชั่นของค่าความชื้นของข้าวโพด ดังนี้

$$k = 0.0814 + 0.000646\ M_w \qquad (ค-5.1)$$

k = ค่าการนำความร้อนของข้าวโพด Btu/hr-ft-F.

M_w = ค่าความชื้นของข้าวโพด มาตรฐานเปียก (wet basis)

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างการคำนวณค่าใช้จ่ายจากการสูญเสียความร้อน

ในการหมุนเวียนข้าวโพดจากด้านล่างกลับขึ้นไปยังด้านบนของตู้อบแห้ง จะทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนให้กับอากาศส่วนหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำให้ข้าวโพดหมุนเวียนเพิ่มขึ้น ดังนี้

ปริมาณข้าวโพดในตู้อบแห้ง = 5000 kg.

ระยะการอบแห้งต่อ 1 รอบ = 1 ชม/รอบ

ความร้อนสูญเสีย = h_m a (θ-T)(sdx)dt

h_m = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของอากาศ ; Btu per sq.ft °F hr.

= 6.07 Btu per sq.ft °F hr.

a = พื้นที่ผิวของข้าวโพด ต่อ 1 หน่วย ปริมาตร ; sq.ft per cu. ft

= 239.0 sq.ft per cu.ft

T = อุณหภูมิของอากาศรอบ ๆตู้อบแห้ง ; °F

θ = อุณหภูมิของข้าวโพดเฉลี่ยก่อนที่ข้าวโพดจะถูกนำกลับขึ้นไปหมุนเวียน; °F

Sdx= ปริมาตรของข้าวโพดในตู้อบแห้ง ; cu. ft

dt = ระยะเวลาที่ข้าวโพดสัมผัสอากาศ ; hr.

(ระยะเวลาที่ข้าวโพดต้องใช้ในการเคลื่อนที่จากด้านล่างกลับขึ้นไปยังด้านบนของตู้อบแห้งจะต้องใช้เวลาเท่ากับ 1 step time หรือ 0.02 hr. แต่มีช่วงที่สัมผัสอากาศอย่างเต็มที่อยู่ประมาณ 1/5 ของระยะเวลา 1 step time เท่านั้น)

ความร้อนสูญเสียในรอบที่ 1;Q_1 = $6.07 \times 239 \times (112.9-84) \times \frac{5000 \times 2.24}{44.8} \times (1/5 \times 0.02)$

= 41,926.1 Btu.

ความร้อนสูญเสียในรอบที่ 2;Q_2 = $6.07 \times 239 \times (119.2-84) \times \frac{5000 \times 2.24}{44.8} \times (1/5 \times 0.02)$

= 51,065.7 Btu.

ความร้อนสูญเสียในรอบที่ 3; Q_3 = $\frac{6.07 \times 239 \times (120.5-84) \times 5000 \times 2.24 \times (1/5 \times 0.02)}{44.8}$

= 52,951.6 Btu.

ความร้อนสูญเสียในรอบที่ 4; Q_4 = $\frac{6.07 \times 239 \times (123.7-84) \times 5000 \times 2.24 \times (1/5 \times 0.02)}{44.8}$

= 57,593.9 Btu.

ดังนั้นความร้อนสูญเสียทั้งหมด = 41,926.1+51,065.7+52,951.6+57,593.9 Btu.

= 203,537.3 Btu.

ถ้าใช้ fuel oil เป็นเชื้อเพลิง

heating value ของ fuel oil = 17,180 Btu. / lb

ประสิทธิภาพของเตาเผาน้ำมัน = 0.6

ดังนั้นเมื่อเผา fuel oil 1 lb จะได้พลังงาน = 0.6 x 17,180 Btu.

= 10,308 Btu.

ความร้อนสูญเสียทั้งหมด จะต้องใช้ fuel oil ไปจำนวน = $\frac{203,537.3 \text{ Btu.}}{10,308 \text{ (Btu./lb)}}$

= 19.75 lb

density ของ fuel oil = 8.05 lb / gal

ปริมาตรของ fuel oil ที่ต้องใช้ = $\frac{19.75 \text{ lb}}{8.05 \text{ (lb/gal.)}}$ = 2.45 gal.

= 9.27 litre

fuel oil ราคาลิตรละ 6 บาท

ดังนั้น จะต้องเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมด = 9.27 litre x 6 (บาท/litre)

= 55.62 บาท

ค่าใช้จ่ายต่อข้าวโพด 1 กก. = $\frac{55.62 \text{ บาท.}}{5000 \text{ กก.}}$

= 0.0111 บาท / กก.

ค่าใช้จ่ายในการหมุนเวียนนั้นเป็นผลรวมค่าใช้จ่ายในการขนข้าวโพดออกจากตู้อบแห้งและนำข้าวโพดนั้นกลับเข้าตู้อบแห้งใหม่ บวกกับค่าความร้อนสูญเสียที่เกิดขึ้นเมื่อมีการหมุนเวียน

แต่เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการขนข้าวโพดต่อกิโลกรัมซึ่งพิจารณาจากการที่มอเตอร์ต้องทำงานโดยใช้เวลาต่าง ๆ กันในแต่ละระยะเวลาของการอบแห้ง มีค่าน้อย (สูงสุดประมาณ ๐.๐๐17 บาท/กก.) เมื่อเทียบค่าใช้จ่ายเนื่องจากการสูญเสียความร้อน ค่าใช้จ่ายรวมจึงสามารถพิจารณาได้จากค่าใช้จ่ายจากการสูญเสียความร้อน

ระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ (ชั่วโมงต่อรอบ)	ค่าใช้จ่ายของการหมุนเวียน (บาท/กก.)
1	๐.๐111
๐.6	๐.๐163
๐.5	๐.๐180
๐.4	๐.๐220
๐.3	๐.๐293
๐.2	๐.๐368

ตารางที่ ง.1 แสดงค่าใช้จ่ายในการหมุนเวียนที่ระยะเวลาของการอบแห้งต่าง ๆ

ต้นทุนสำหรับการอบแห้งข้าวโพดโดยใช้ตู้อบแห้งแบบกระบะธรรมดา = ๐.1๐94 บาท/กก.
รายได้สำหรับการอบแห้งข้าวโพด = ๐.2848 บาท/กก.
(ที่มา: มานิจ ทองประเสริฐและคณะ , 2529)

ภาคผนวก จ.

ระยะเวลาของการอบแห้ง ต่อ 1 รอบ (ชม/รอบ)	ค่าความชื้นข้าวโพด % มาตรฐานเปียก		
	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
3	0.0855	0.145	0.1892
1	0.1113	0.145	0.1621
0.6	0.1183	0.145	0.1516
0.5	0.1255	0.145	0.1483
0.4	0.1358	0.145	0.1479
0.3	0.1389	0.145	0.1466
0.2	0.1415	0.145	0.1452

ตาราง จ.1 แสดงค่าความชื้นข้าวโพดชั้นในสุด, เฉลี่ย และชั้นนอกสุด ในตู้อบแห้งเมื่อสิ้นสุดการอบแห้งที่ระยะเวลาของการอบแห้งต่าง ๆ กัน

ประวัติผู้เขียน

ผู้เขียน ชื่อ นาย วรพงษ์ นามสกุล นาคฉัตรีย์ เกิดวันที่ 21 ตุลาคม 2506 ที่จังหวัดชุมพร ได้รับการศึกษาขั้นประถมศึกษาที่โรงเรียนพิริยะศึกษา ขั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่โรงเรียนศรียาภัยจังหวัดชุมพร จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนวัดราชาธิวาส กรุงเทพฯ เมื่อพ.ศ.2524 และจบชั้นอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์คณะวิศวกรรม-ศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ได้รับปริญญาวิศวกรรมบัณฑิต วศบ.(เกษตร) และใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล เมื่อพ.ศ.2528 ได้เข้ารับการศึกษาในระดับมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่ปีการศึกษา 2528-2531