

바이오식품의 건조 기술

임재신

주식회사 카보텍 대표이사/공학박사

I. 머리말

현재 국민 1인당 쌀 소비가 감소하고 있는 추세에 향후 쌀 시장 개방으로 수입량까지 크게 늘어나면 국내 쌀 시장의 붕괴로 우리농업 전체가 몰락위기에 처할 수 있으며 식량주권의 침해로 우리 농업의 자존심은 이루 말할 수 없는 처지에 놓이게 된다. 일찍이 쌀 시장의 개방에 대비한 일본은 자국민의 입맛에 맞는 품종개량과 다수확을 위해 정부차원에서 노력한 대가로 쌀 시장 개방을 대처한 오늘 일본의 본이다. 그만큼 자존심과 쌀을 보호하기 위해 노력 및 상품화에 노력해왔다.

우리나라는 현재 칠레, 미국과 FTA를 체결 하였으며, 현재 EU, 중국, 싱가포르, 동남아 등 국가와 동시 다발적으로 FTA 체결을 위한 추진준비를 하고 있다. 이처럼 FTA가 체결되면 우리나라 농업에 큰 타격을 줌과 동시에 농업의 붕괴를 초래할 수 있음으로 FTA에 대비한 쌀의 품종개량 및 상품화에 노력을 기울여야 할 것이다.

쌀의 맛을 결정짓는 요소로는 품종 및 저장 방법에 따라 품질을 좌우한다. RPC 센터의 쌀 저장 및 건조 방식은 많이 발전하였으나 직화 건조 방식을 대부분 채택함으로 품질의 균일화 상품성의 저감 등의 문제점이 발생되고 있다. 따라서 보다 질 좋은

품질의 쌀을 소비자에게 제공할 수 있는 상온정습 건조 방식인 DAG 건조 방식을 이용할 경우 소비자가 원하는 질 좋은 품질의 쌀 공급이 가능하리라 예상된다. 또한 DAG를 이용하여 여러 가지 농산물의 건조 테스트로 통해 기능성 농산물 건조의 가능성을 확인해 보았다.

II. DAG SYSTEM 소개

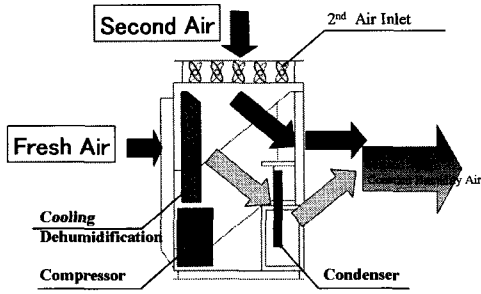
기능성 농산물 건조 시스템을 Dry Air Generator (이하: DAG함) SYSTEM이라 하며, 다음과 같이 DAG System을 소개합니다.

1. DAG 건조원리 및 구조

DAG의 건조 원리는 상온정습건조 방식으로 이송된 공기로부터 직접 수분을 제거하지만 온도변화 없이 상대습도차를 이용하여 농산물로부터 수분을 제거하는 원리로 농산물의 질을 향상시켜 건조할 수 있습니다. [그림 1]은 DAG 구조 모식도로 구조는 다음과 같습니다.

좌측 상부 녹색부분이 증발기, 좌측 하부 복숭아색이 압축기, 우측 하부 갈색이 콘덴서로 구성되며, 일차 공기가 왼쪽으로 들어가 제습됨과 동시에 냉

각됩니다. 2차 공기가 상부로부터 들어와 냉각 제습 공기와 혼합되며, 동시에 상온으로 복귀합니다. 이런 일련의 자동 제어를 통해 일정한 습도를 바깥 공기와 같은 상온으로 만들어 장치 내부로 순환 공급합니다.

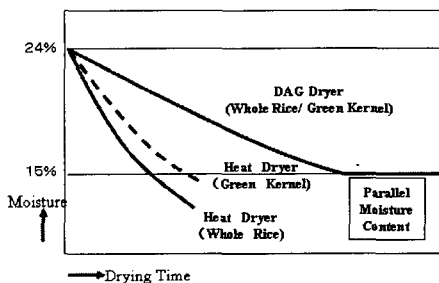


[그림 1] DAG의 구조 모식도

2. 화력건조와 DAG 건조의 차별성

화력건조 방식은 화석연료(전기)를 태워 공기를 가열하면 공기의 팽창에 의해 상대습도가 마른 공기를 만들어 내며, 화력 건조 시 수분량은 변화하지 않고 높은 온도에 의해 빠른 건조가 진행되는 반면 DAG 건조는 상온정습건조로 공기조성과 습도만을 이용해 건조하는 방식입니다. [그림 2]는 건조시간과 수분율의 관계를 나타낸 그래프로 화력 건조 방식과 DAG 건조 방식을 비교해 보면 다음과 같은 차별성이 있습니다.

DAG 건조는 완전한 건조가 진행되어 일정한 평형 함수율이 되는 반면, 화력 건조방식은 신속한 건조가 진행되는 반면, 과건조 부분이 발생되어 상품의 품질을 하락시킵니다.



[그림 2] 건조방식에 따른 건조시간과 수분과의 관계

3. DAG 기술의 특징

가. DAG는 자연 건조에 가까운 건조를 실시 건조 온도가 바깥 공기 온도와 같고, 습도가 일정한 공기를 만들 수 있으며 건조를 천천히 실시하므로 농산물의 본래 가지고 있는 맛과 영양소를 파괴하지 않습니다.

나. 에너지 절약형 시스템

전기를 동력으로 사용하며 내장 용량 제어식 압축기에 의해 조건에 맞는 최적의 운전을 실시합니다. 고효율로 전력을 절약 운전할 수 있으며 건조시 화력을 사용하지 않기 때문에 지구 온난화의 근원인 이산화탄소등의 배출이 없는 친환경적 건조기입니다.

다. 운전 조작성이 간단합니다.

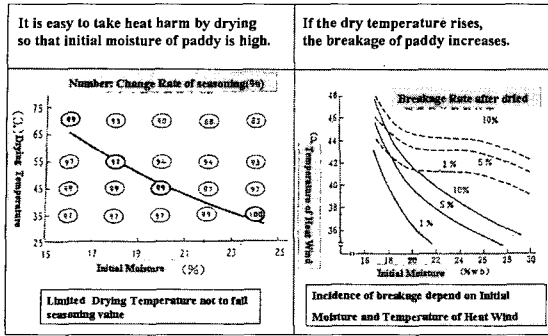
운전 제어는 PLC 프로그램에 의한 제어로 조작 버튼은 소비자들이 사용하게 편리한 원터치로 운전이 가능하도록 구성되었습니다.

4. DAG의 장점

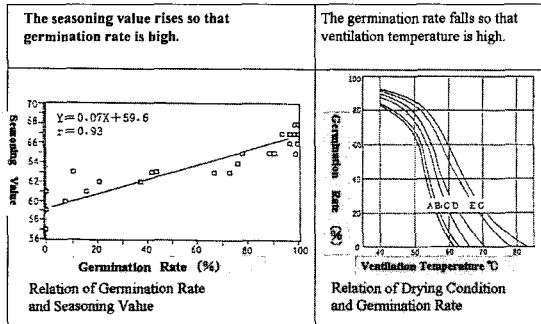
벼 건조 온도에 의해 그 고유 맛이 어떻게 변화하는지는 왼쪽그림에서 보는 바와 같이 벼의 초기 수분이 높은 경우 건조 열에 의한 피해 발생이 높습니다.

벼 건조 온도에 의해서 그 벼의 분열이 얼마나 발생하는지는 우측 그림과 같습니다. 벼의 분열은 건조 온도가 높을 수록 증가 합니다[그림 3]. [그림 4]의 좌측그래프는 벼의 발아율과 밥맛의 관계를 나타낸 그래프로 벼의 발아율이 높을수록 밥맛이 높으며, 우측 그래프는 벼가 건조를 위한 통풍 온도에 의해서 그 발아율이 얼마나 변화하는지를 나타낸 그래프로 통풍 온도가 높을수록 발아율이 저하합니다. DAG의 건조온도는 35℃이하이며 통풍 온도의 영향은 거의 없습니다.

특 집 (1)



[그림 3] 함수율과 분얼의 관계



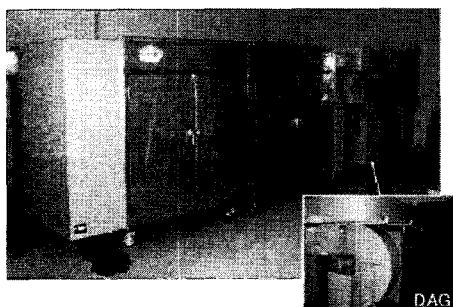
[그림 4] 발아율과 맛의 상관관계 & 통풍온도와 발아율의 변화

Ⅲ. DAG를 이용한 농산물의 건조 실험

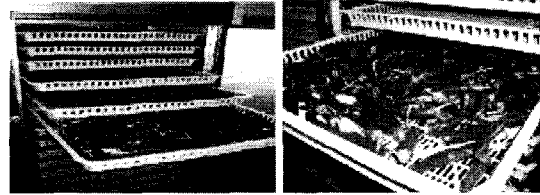
1. 고추 건조실험

가. 실험 방법

[그림 5]의 건조기에 홍고추를 [그림 6]과 같이 장입 후 45℃에서 3일간 건조실험을 진행하였다.



[그림 5] 건조 실험 장치 사진



[그림 6] 건조 실험 장치 내 고추 장입 사진

나. 건조 방식

- ㄱ) 농가건조방식: 반양건(Half-sun dry)
 - 1단계 고온기계 건조(1st step: machine dry at high temperature ~80℃)
 - 2단계 태양열 건조(2nd step: sun dry using plastic house)

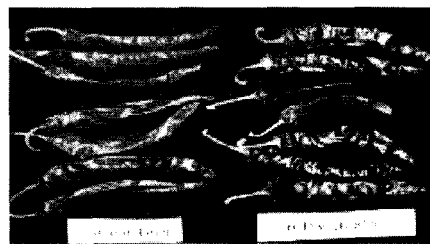
ㄴ) 기계건조(full machine dry)

가열(~80℃), 제습, 온도하강(~60℃): 최종 건조 온도

다. DAG drier 효과

ㄱ) 색상

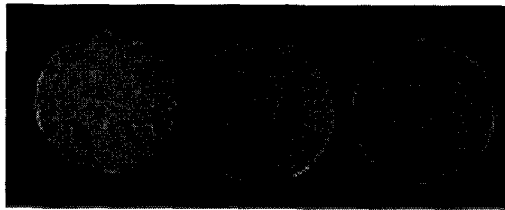
건조고추의 색상은 밝은 적색으로 매우 우수한 것으로 평가



DAG dry Half-sun dry
[그림 7] 고추 건조 실험결과 비교

건조한 고추로 가루 제조하였을 때에도 반양건

또는 판매상의 고춧가루에 비하여 색상이 옅고 밝음. 상업용으로 이용하는 고추의 경우 여러 품종을 섞어 최종 제품을 만듦.



DAG Farmer Dealer
Dry Dry Mixed powder(market)
[그림 8] 건조 고추의 가루 비교

나) 품질 비교

- anthocyanin 함량은 농가건조 고추가 가장 높았고 시장 판매용 고춧가루가 가장 낮았음
- 환원당 차이는 적으나 총 당은 농가 건조에서 가장 높고 시장 판매용 고춧가루에서 가장 낮음
- 가용성 당 성분은 과당이 대부분이며 다음이 포도당이고 자당이 소량 확인되었으나 DAG 건조기의 고춧가루에서 자당 농도가 상대적으로 높았음

[표 1] 고춧가루의 anthocyanin과 당 비교

Powder source	Anthocyanin (O.D. 530nm)	Total sugar (mg/g.powder)	Remarks
Farmer(Self-dry)	1.232	188.4	
Dealer	0.593	124.6	
DAG	0.716	148.2	

Note) Anthocyanin was assayed as the absorbancy of 1% HCl-methanol mixture at 530 nm.

[표 2] 고춧가루의 환원당 원인 분석 비교

Powder source	Sugars(mg/g.powder)			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Sorbitol
Farmer(Self-dry)	0.124	0.058	tr	0.001
Dealer	0.084	0.056	0.003	0.001
DAG	0.102	0.091	0.026	0.001

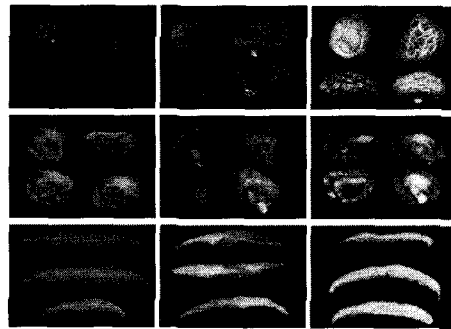
2. 표고버섯 실험결과

가. 건조 조건

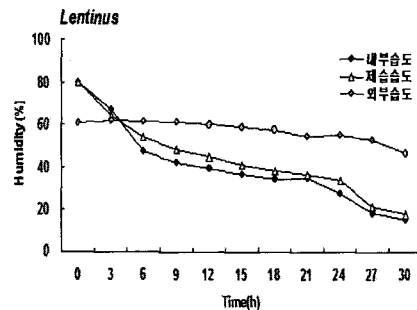
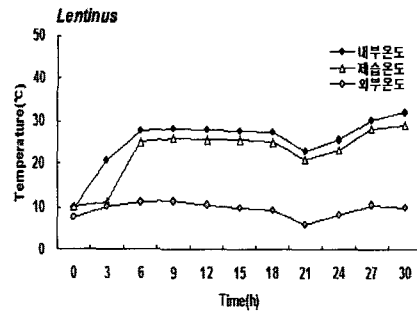
표고버섯(통버섯, 슬라이스(대, 소)) 건조 후 건물중 조사
건조기(34℃ 30시간 건조)

나. 실험결과

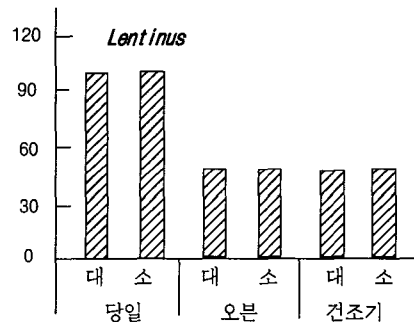
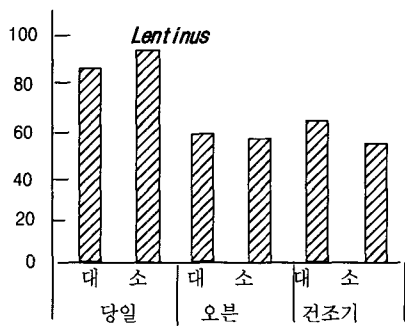
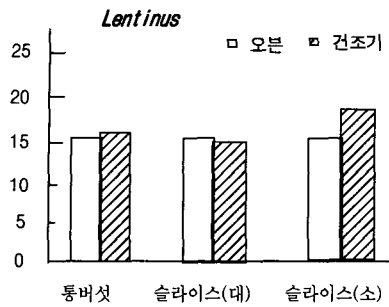
[그림 9]는 버섯 건조 전후의 사진을 나타낸 것이며, [표 3]은 버섯의 건조후 건조 수분을 나타낸 결과이다.



(a) 건조전 (b) 오븐건조 (c) DAG 건조
[그림 9] 버섯 건조 실험결과



[그림 10] 시간경과에 따른 버섯의 온도 및 습도변화



[그림 11] 버섯의 색상 가치 비교 결과

[표 3] 표고버섯의 건조방식별 건조시간 및 건조 수분량 비교

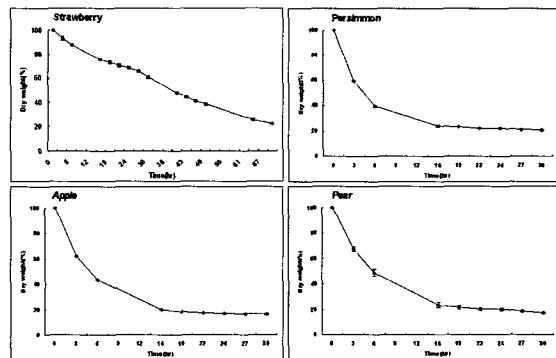
품 명	건조시간 (hr)	건조온도 (Max, °C)	건조수분 (wt%)
표고버섯	통버섯	30	15.8
	slice(대)	30	14.8
	slice(소)	30	18.3

3. 과채류 및 건조율 측정

[표 4]는 DAG를 이용하여 여러 가지 과채류의 시간경과에 따른 건조중량을 측정하였다.

[표 4] DAG를 이용한 과채류의 건조율 측정

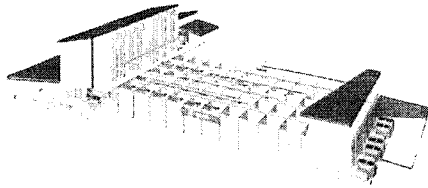
품 명	건조시간 (hr)	건조온도 (Max, °C)	건조수분 (wt%)
당 근	19	35	16.34
파	Slice	16	9.4
	통 파	77	41
무	40	30	5.5
파프리카	빨 강	17	13.9±0.3
	노 랑	17	12.1±0.6
피 망	20	35	8.3±0.6
호 박	24	33	11.9
가 지	18	29	7.2
감 자	16	29	17.6
생 강	국 산	17	20±0.1
	수 입	17	12.5±0.5
양 파	통양파	40	12.0
	다진양파	28	10.4
마 늘	43	29	40
대 추	48	31	18.9±7
사 과	19	31	18
배	19	31	21.4
감	19	31	23.1
딸기(slice)	40	31	14.3



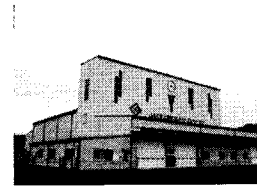
[그림 12] 시간경과에 따른 과채류의 건조중량 비교

IV. DAG 건조시설의 현장 적용

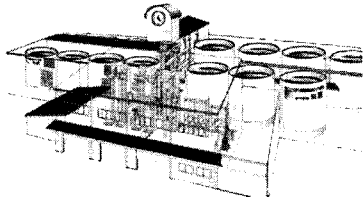
DAG 시스템의 시설은 각형실과 DAG를 조합한 타입과 원형시설과 DAG를 조합한 타입, 각형과 원형조합으로 구성된 타입의 3종류 타입에 적용 가능합니다.



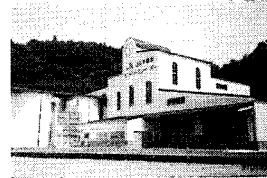
Square Bin + DAG



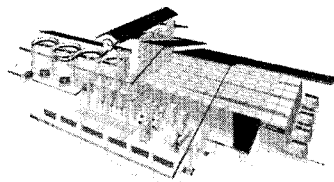
JA KUMA in KUMAMOTO



Round Bin + DAG



JA UTSUNOMIYA in TOCHIGI



Square /Round Bin + DAG



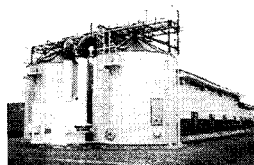
JA TOYOSAKA in NIIGATA

□ DAG 적용 가능 사업장

DAG는 사진에서와 보는 봐와 같이 다양한 사업장에 적용이 가능합니다.



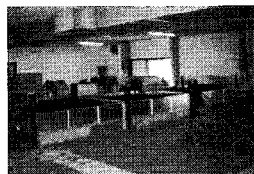
Soybean



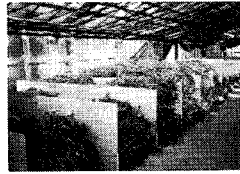
Buckwheat



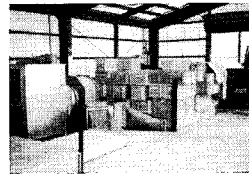
Onion



Vegetable



Black Soybean with Stalk



Potato

V 맺음말

쌀 품질의 향상을 위해서는 직화 건조 방식을 피하고 상온정습 건조방식을 이용할 경우 소비자가 원하는 품질의 맛있는 쌀 제공과 품질 향상으로 인한 농가소득 향상에 기여할 것으로 판단된다. DAG를 이용하여 농산물을 건조할 경우 과실 색을 선명하고 밝게 유지시키며, 상품 품질을 높여주는 효과

가 있었다. 기능성 농산물 건조시 DAG 시스템을 이용하면 소비자가 원하는 우수 품질의 건조농산물을 제공함으로써 고부가가치의 농산물 생산으로 농가소득에 기여할 것으로 판단된다. 일부 농산물 (표면 코팅 농산물) 고추는 색상을 우수하게 만드는 효과가 있으나 건조에 소요되는 시간이 상대적으로 길어 건조 시간은 최대 48시간 이내로 단축할 수 있는 후속연구 및 공정개발이 필요하다.