

능이버섯의 건조과정 중 향기성분의 변화

민용규* · 정옥진 · 박지은 · 정현상¹

충북대학교 식품공학과, ¹충북과학대학 식품생명과학과

Changes in Aroma Characteristics of Neungee (*Sarcodon aspratus*) during Drying Period

Young-Kyoo Min*, Ok-Jin Jeong, Ji-Eun Park and Heon-Sang Jeong¹

Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University

¹Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University

Optimum condition of the drying process and the changes in aroma components during dehydration were determined for *Sarcodon aspratus*. The drying curve of mushrooms consisted of short constant rate period followed by long falling rate period. The drying rate increased with increasing drying temperature and air velocity. Results showed that mushrooms dried at 50°C and air velocity of 1.5 m/sec had the greatest peak area of aroma compound. The aromatic components of the dried mushrooms were 1-octen-3-ol, 1-octen-3-ol, 3-octanone, 1-octanol, 2-octen-1-ol, 3-octanol, 3-octanone, 1-octanol, 2-octen-1-ol, and 3-octanol. Peak areas of mushroom alcohol and aromatic compounds of mushrooms including 1-octen-3-ol, 1-octanol, 2-octen-1-ol, 3-octanol decreased significantly, whereas those of 1-octen-3-one and 3-octane increased during the drying period. New unfavorable compounds including butyric acid, propanoic acid, and 3-methyl thiopropanol were formed during the drying period.

Key words: *Sarcodon aspratus*, drying characteristics, aroma characteristics

서 론

버섯은 독특한 맛과 향기를 가지고 있어서 오래 전부터 식품으로서 이용되어 왔고, 근래에는 무공해 식품으로서 각광 받고 있다⁽¹⁾. 버섯은 외피에 납질층이 없는 구조를 가지고 있어 조직에서 공기 중으로 수분증발을 억제할 수 있는 생리 구조를 가지고 있지 않아 버섯내부 조직에서 공기 중으로 수분증발이 자유롭게 진행된다. 수분증발 속도는 버섯의 상태, 주위환경과 습도, 공기유동과 대기압 등에 따라 달라지며 버섯으로부터의 수분증발로 맛과 향기가 수축되고 단단해지며 형태의 변화와 효소활성의 변화에 의하여 향기성분에 미치게 된다⁽²⁾. 건조증상은 버섯의 상품적 가치에 영향을 주기 때문에 제품의 품질향상과 효율적 건조를 위해서는 좀더 과학적인 건조방법이 요구되고 있다⁽³⁾. 더욱이 굴뚝버섯과(Thelephoraceae)에 속하는 능이버섯(*Sarcodon aspratus*)은 일명 향버섯 이라고도 하며 활엽수림의 부식이 많은 산지에서 발생

하고 갓은 깔대기 모양이며 옅은 홍색을 띤 갈색인데 노쇠 하거나 마르면 흑갈색으로 되어 강한 향기는 풍긴다⁽⁴⁾. 버섯의 건조와 관련된 연구로는 표고버섯과 영지버섯의 품질변화에 미치는 열풍건조조건의 영향에 관한 보고^(5,6), 마이크로웨이브 및 열풍에 의한 양송이 버섯 건조에 관한 연구⁽⁷⁾, 건조방법에 따른 양송이 버섯의 물리적 특성에 관한 연구⁽⁸⁾, 버섯의 건조특성에 관한 연구⁽⁹⁾ 등 일부 버섯의 건조특성에 관한 논문이 일부 보고되었으나, 능이버섯의 건조특성에 관한 연구는 없는 실정이고, 건조과정 중의 향기성분 변화에 관한 논문도 거의 찾아보기 힘든 실정이다. 따라서 본 연구에서는 능이버섯의 품질향상과 효율적 건조를 위해서 능이버섯의 최적 건조조건 및 건조과정중의 향기성분의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 능이버섯은 2001년 9월 하순부터 10월 초순사이에 월악산에서 채취한 것으로, -70°C에서 냉동 보관 하였다.

실험장치

본 능이버섯의 건조실험에 사용된 장치의 개략도는 Fig. 1

*Corresponding author : Young-Kyoo Min, Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Gaesin-dong, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do 361-763, Korea
 Tel: 82-43-261-2570
 Fax: 82-43-268-8508
 E-mail: minyk@trut.chungbuk.ac.kr

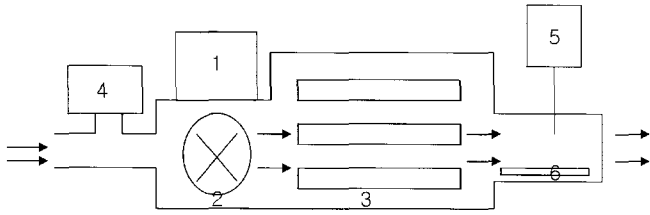


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus for the drying test.
 1. Temperature and air velocity controller
 2. Motor and fan
 3. Heater
 4. Humidifier
 5. Humidity and air velocity measuring instrument
 6. Sample tray

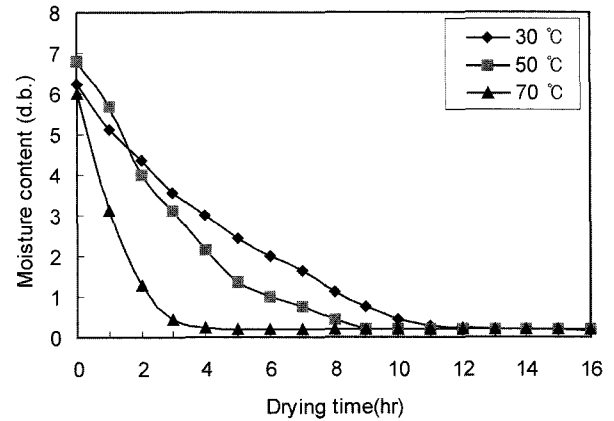


Fig. 4. Moisture content vs. drying time for *S. aspratus* at the air velocity of 1.5 m/sec.

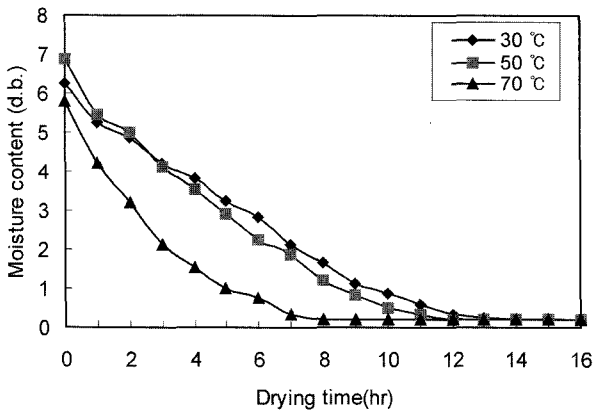


Fig. 2. Moisture content vs. drying time for *S. aspratus* at the air velocity of 0.5 m/sec.

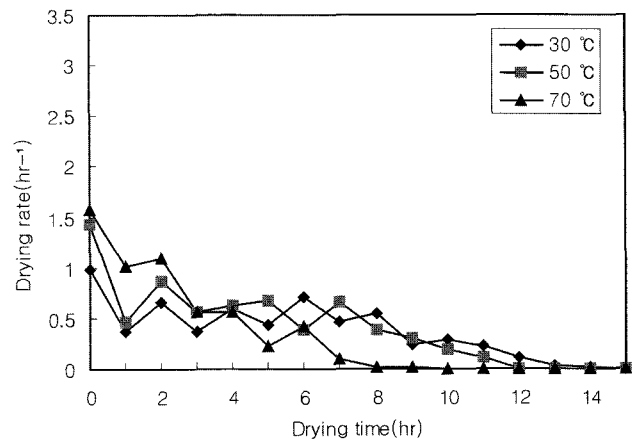


Fig. 5. Drying rate vs. drying time for *S. aspratus* at the air velocity of 0.5 m/sec.

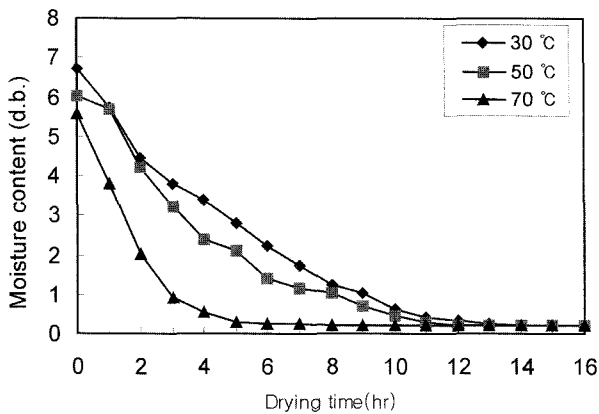


Fig. 3. Moisture content vs. drying time for *S. aspratus* at the air velocity of 1.0 m/sec.

에 나타난 것과 같다. 가열장치, 가습장치 및 송풍장치등의 공기조화장치를 이용해 온도와 풍속, 상대습도등을 제어할 수 있도록 제조하였다.

건조조건

능이버섯의 건조 시 건조 온도와 풍속, 건조 시간 등이 건조특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 상대습도를 15%로 조절하고 건조 온도(30°C, 50°C, 70°C)와 풍속(0.5 m/sec,

1.0 m/sec, 1.5 m/sec) 을 주요 변수로 하여 이들을 3회 이상 반복 측정하였다.

SDE 추출

Lickens and Nickerson type simultaneous steam distillation-extraction(SDE)⁽⁹⁾ 장치를 사용하여 상압 하에서 추출하였다. 능이버섯 150 g과 증류수 600 mL를 1 L 증류용 플라스크에 넣고, 50 mL diethyl ether를 추출용 플라스크에 넣은 후 3시간 동안 추출하였다. 여기서 얻은 추출액은 무수황산 나트륨으로 탈수한 후 진공농축기(Rotavapor R-114, Büchii, Switzerland)로 30°C를 유지하면서 농축한 후 질소가스 하에서 1 mL까지 재 농축하였다.

GC 및 GC/MS분석

GC(star 3400 CX, Varian, U.S.)를 이용하였으며 컬럼은 Restek-Stabilwax DA(30 m×0.53 mm)를 사용하였고, 오븐온도는 50°C에서 5분간 유지한 후 분당 3°C로 220°C까지 상승시켰으며 이 온도에서 20분간 유지하였다. 검출기는 flame ionization detector를 사용하였고 주입구의 온도는 230°C, 검출기의 온도는 250°C로 하였다. GC-MS(GCD G1800B, Hewlett Packard, U.S.)를 사용하였으며 컬럼은 HP-FFAP(30 m

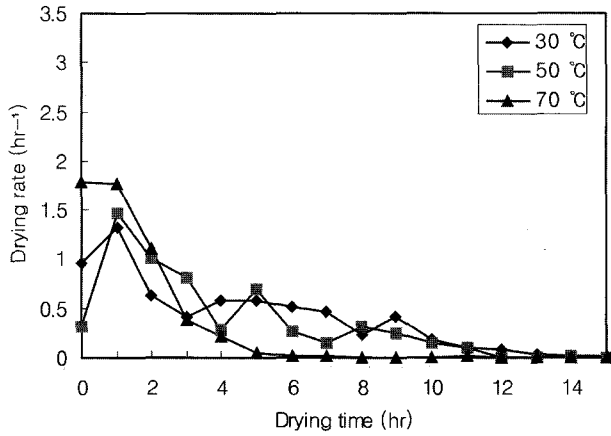


Fig. 6. Drying rate vs. drying time for *S. aspratus* at the air velocity of 1.0 m/sec.

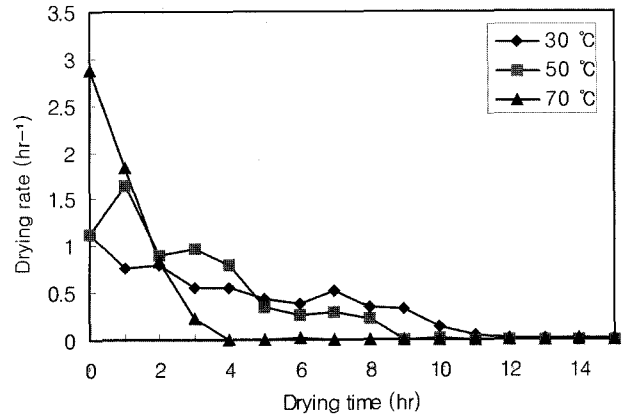


Fig. 7. Drying rate vs. drying time for *S. aspratus* at the air velocity of 1.5 m/sec.

×0.25 mm), 오븐온도는 50°C에서 5분간 유지한 후 분당 3°C로 280°C까지 상승시켰다. Carrier gas는 질소를 사용하였고, 화합물의 동정은 GC-MS로 얻은 mass spectrum을 Wiley 275L Data base로 검색하여 동정하였다. 향기성분의 동정은 GC-MS를 이용하였으며, 함량은 GC의 peak area의 상대적비로 나타내었다. GC/MS결과와 GC/sniffing test 화합물의 상

호관계는 sigma aldrich 사로부터 구입한 n-alkane류(C8~C28)에서 얻은 retention index를 비교하여 구하였다.

결과 및 고찰

건조 온도의 영향

건조 풍속(0.5 m/sec, 1.0 m/sec, 1.5 m/sec)에 따라 온도를

Table 1. Changes in major volatile compounds of Neungee (*Sarcodon aspratus*) by drying temp.

RI	Compounds	30°C		50°C		70°C	
		Peak area	Peak area (%)	Peak area	Peak area (%)	Peak area	Peak area (%)
1254	3-octanone	4363	4.27	11570	8.75	7090	1.25
1280	3-hydroxy-2-butanone	-	-	1294	0.98	1621	0.97
1296	1-octen-3-one	14663	14.35	31513	23.83	56852	34.01
1391	3-octanol	-	-	1077	0.81	384	0.23
1418	2-octenal	-	-	158	0.11	702	0.42
1442	1-octen-3-ol	15082	14.76	17976	13.59	11504	6.88
1452	furfural	-	-	-	-	2926	1.75
1468	2-decanone	153	0.15	549	0.41	702	0.42
1506	propanoic acid	1757	1.72	1177	0.85	-	-
1525	1-octanol	510	0.5	1016	0.76	-	-
1550	3-methyl-2-cyclohexen-1-ol	-	-	2591	1.95	-	-
1572	3-hydroxy-2-methyl-pentanal	684	0.67	6295	4.76	819	0.49
1583	2-octen-1-ol	674	0.66	191	0.14	1220	0.73
1594	butyric acid	1798	1.76	1511	0.63	1438	0.86
1606	benzeneacetaldehyde	19241	18.83	5901	6.46	8745	5.23
1632	furfuryl alcohol	4628	4.53	2980	2.25	1621	0.97
1643	3-thiophenecarboxaldehyde	2166	2.12	2977	2.12	2543	1.2
1680	3-methyl thiopropanol	5494	5.38	877	0.67	276	0.21
1686	2-propionylthiazole	-	-	1143	0.86	819	0.49
1709	undecenal	510	0.50	1178	0.86	702	0.42
1767	2,4-decadienal	-	-	692	0.89	200	0.12
1912	2-hydroxy-5-methyl-benzoic acid	357	0.35	-	-	-	-
2012	octanoic acid	633	0.62	-	-	-	-
2245	octacosane	184	0.18	1143	0.86	1117	0.67
2251	3-(methylthio)-propanoic acid	-	-	-	-	1621	1.15
2343	heneicosane	-	-	1202	0.90	1601	0.95
2385	benzoic acid	776	0.76	1146	0.98	2857	1.7
Total	27	72.11	74.42	61.12			

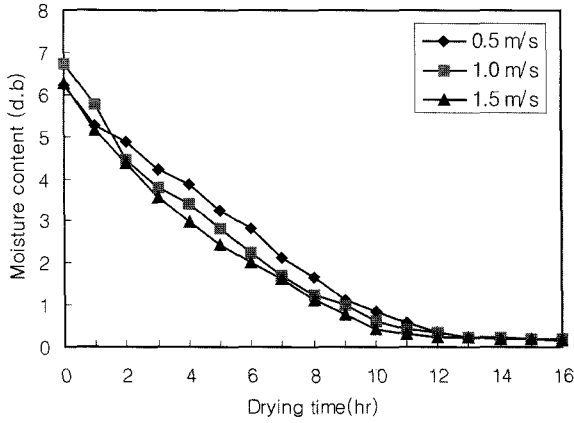


Fig. 8. Moisture content vs. drying time for *S. aspratus* at the temperature of 30°C.

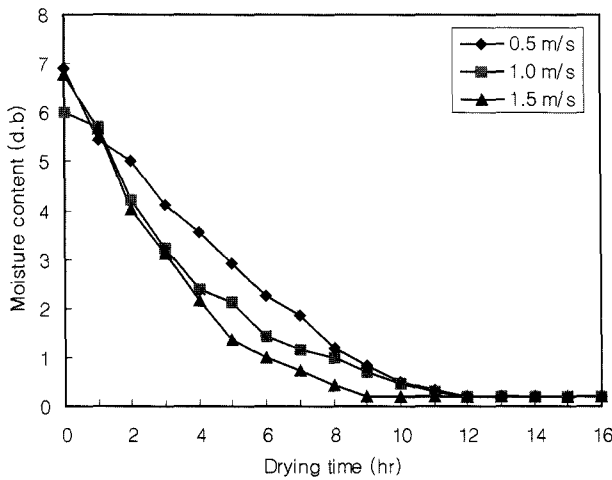


Fig. 9. Moisture content vs. drying time for *S. aspratus* at the temperature of 50°C.

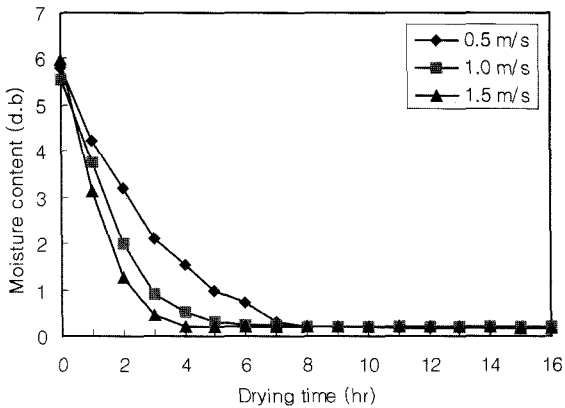


Fig. 10. Moisture content vs. drying time for *S. aspratus* at the temperature of 70°C.

30°C, 50°C 및 70°C로 변화시킨 경우 건조시간에 따른 수분 함량의 변화를 Fig. 2, 3, 4에 나타내었고, 건조시간에 따른 건조속도 변화를 Fig. 5, 6, 7에 나타내었다. 모든 조건에서 온도의 영향이 나타나고 있으며 이것은 대부분 온도 증가함에 따라 비례적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 각 풍속에서

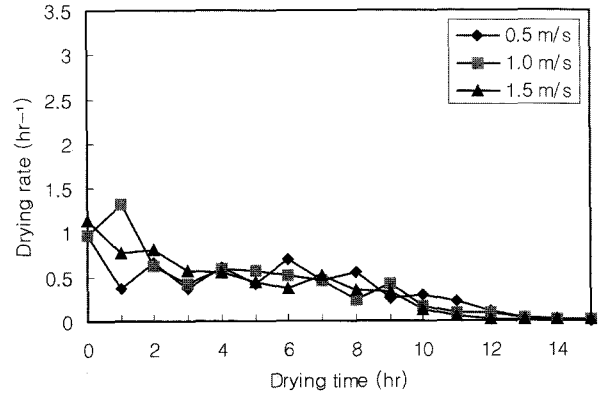


Fig. 11. Drying rate vs. drying time for *S. aspratus* at the temperature of 30°C.

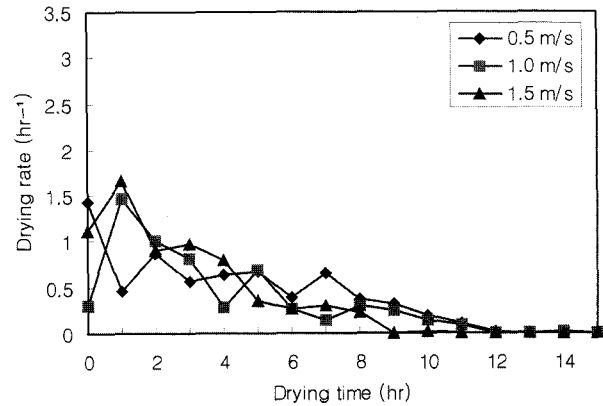


Fig. 12. Drying rate vs. drying time for *S. aspratus* at the temperature of 50°C.

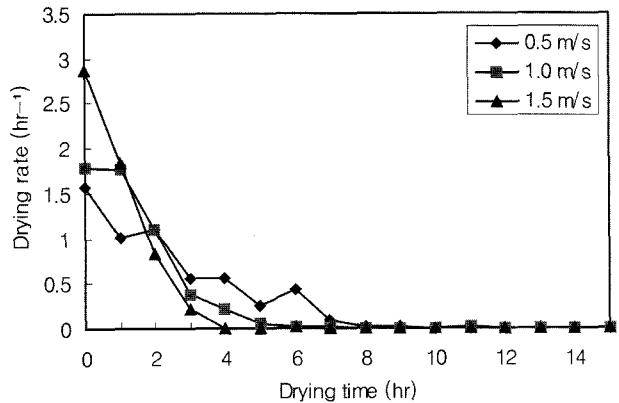


Fig. 13. Drying rate vs. drying time for *S. aspratus* at the temperature of 70°C.

함수 율의 비가 0.1%까지 건조되는데 소요되는 시간을 보면 풍속 0.5 m/sec에서 30°C일 때 13시간, 50°C일 때 12시간, 70°C일 때 8시간 소요되었고, 풍속 1.0 m/sec에서 30°C일 때 12시간, 50°C일 때 11시간, 70°C일 때 5시간 소요되었다. 풍속 1.5 m/sec에서는 30°C일 때 11시간, 50°C일 때 10시간, 70°C일 때 4시간 소요되었다. 온도가 높아질수록 초기에 급속히 건조되는 경향을 보이고 있으며, 이에 따라 건조 속도도 상승되었다. Fig. 5, 6, 7은 각 풍속에서의 온도별 건조속

도를 나타낸 것으로 능이버섯의 경우 항를건조 기간이 매우 짧고, 상당기간이 감를건조 기간으로 나타나고 있다. 이는 대부분의 농산물에서 항를건조 기간은 나타나지 않거나 짧은 기간만 나타나고, 대부분이 감를건조 기간만 나타나는 것으로 보고된 결과와 일치한다⁽¹⁰⁾. 그리고 초기의 건조율은 급속하게 감소하고 일정 함수율에 도달한 이후 완만히 감소하는 것을 볼 수 있는데 이것은 1차와 2차의 감를건조 기간으로 나누어 생각할 수 있으며, 감를건조 1단계는 초기에 모세관 현상에 의한 건조가 진행되고, 감를건조 2단계는 수분층의 확산에 기인한 건조가 진행된다고 보고한 바 있다⁽¹¹⁾. 건조온도가 향기성분에 미치는 영향을 조사하기 위하여 상대습도 15%, 풍속 1.5 m/sec의 건조조건에서 각 온도별 향기성분 함량을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 각 온도별 향기 성분의 차이는 능이버섯을 구성하고 있는 향기 화합물들간은 상대적 함량비에 의한 차이로 보이며, C₈ 화합물을 비롯하여 능이버섯의 주요 휘발성 향기성분으로 알려져 있는 여러 화합물들의 함량을 비교해본 결과 건조온도 50°C에서 1-octen-3-ol, 3-octanone, 1-octanol, 3-octanol 등의 peak area가 각각 17976, 11570, 1016, 1077로 다른 건조온도 조건에 비해 높게 나타났으며, 능이버섯의 이취로 여겨지는 butyric acid, propanoic acid, 3-methyl thiopropanol 등은 30°C의 온도에서 peak area가 다른 온도조건에 비해 높게 나타났고, 70°C의 온

도에서 신선한 능이버섯의 향기성분으로 알려진 1-octen-3-ol은 다른 온도 조건에 비해 그 함량이 낮게 나타났다. 건조 후 능이향의 주성분인 C₈ 화합물을 비롯한 다른 능이버섯의 주요 휘발성 성분이 많이 남아있는 조건이 능이버섯을 건조하기 위한 온도로 적당하다고 생각되며, 따라서 1-octen-3-ol, 3-octanone, 1-octanol, 3-octanol 등 C₈ 화합물이 많이 남아있는 건조 온도 50°C에서 건조할 때 향의 손실이 적을 것으로 사료된다

풍속의 영향

각 온도에서 풍속을 0.5 m/sec, 1.0 m/s, 1.5 m/sec로 변화시킬 때 건조 시간에 따른 수분함량 변화를 Fig. 8, 9, 10에 나타내었고, 건조시간에 따른 건조속도 변화를 Fig. 11, 12, 13에 나타내었다. 풍속을 0.5 m/sec에서 1.5 m/sec로 변화시키면서 수분함량 변화와 건조속도를 측정된 결과 각 풍속의 영향은 크게 나타나지 않았다. 이는 대두⁽¹²⁾, 소맥⁽¹³⁾, 보리⁽¹⁰⁾ 등의 곡류나 버섯류⁽⁴⁾의 건조특성에서도 풍속은 건조속도에 크게 영향을 미치지 않는다고 보고한 바와 일치한다. 함수율의 비가 0.1%까지 건조하는데 걸리는 소요시간을 보면 온도 30°C에서는 풍속 0.5 m/sec일 때 13시간, 1.0 m/sec일 때 13시간, 1.5 m/sec일 때 12시간 소요되었고, 온도 50°C에서는 풍속 0.5 m/sec일 때 12시간, 1.0 m/sec일 때 11시간, 1.5 m/sec일 때

Table 2. Changes in major volatile compounds of Neungee (*Sarcodon aspratus*) by drying air velocity

RI	Compounds	0.5 m/sec		1.0 m/sec		1.5 m/sec	
		Peak area	Peak area (%)	Peak area	Peak area (%)	Peak area	Peak area (%)
1254	3-octanone	9689	9.27	9491	8.27	11570	8.75
1280	3-hydroxy-2-butanone	-	-	-	-	1294	0.98
1296	1-octen-3-one	24406	23.35	27683	24.12	31513	23.83
1391	3-octanol	-	-	1411	1.23	1077	0.81
1418	2-octenal	-	-	516	0.45	158	0.11
1442	1-octen-3-ol	11246	10.76	14874	12.96	17976	13.59
1452	furfural	-	-	-	-	-	-
1468	2-decanone	156	0.15	275	0.24	549	0.41
1506	propanoic acid	752	0.72	596	0.52	1177	0.85
1525	1-octanol	522	0.5	527	0.46	1016	0.76
1550	3-methyl-2-cyclohexen-1-ol	-	-	619	0.54	2591	1.95
1572	3-hydroxy-2-methyl-pentanal	3104	2.97	2708	2.36	6295	4.76
1583	2-octen-1-ol	167	0.16	596	0.52	191	0.14
1594	butyric acid	1839	1.76	1021	0.89	1511	0.63
1606	benzeneacetaldehyde	7138	6.83	7402	6.45	5901	6.46
1632	furfuryl alcohol	1599	1.53	1411	1.23	2980	2.25
1643	3-thiophenecarboxaldehyde	2215	2.12	3925	3.42	2977	2.12
1680	3-methyl thiopropanol	397	0.38	665	0.58	877	0.67
1686	2-propionylthiazole	-	-	413	0.36	1143	0.86
1709	undecenal	1567	1.50	1813	1.58	1178	0.86
1767	2,4-decadienal	-	-	1136	0.99	692	0.89
1912	2-hydroxy-5-methyl-benzoic acid	365	0.35	309	0.27	-	-
2012	octanoic acid	648	0.62	-	-	-	-
2245	octacosane	1233	1.18	1537	1.34	1143	0.86
2251	3-(methylthio)-propanoic acid	-	-	-	-	-	-
2343	heneicosane	-	-	1101	0.96	1202	0.90
2385	benzoic acid	1839	1.76	2111	1.84	1146	0.98
Total	27		65.91		71.58		74.42

Table 3. Changes in major volatile compounds of Neungee (*Sarcodon aspratus*) by drying time

RI	Compounds	3 h		6 h		9 h	
		Peak area	Peak area (%)	Peak area	Peak area (%)	Peak area	Peak area (%)
1254	3-octanone	66750	6.52	14065	6.24	11570	8.75
1280	3-hydroxy-2-butanone	11451	1.12	3091	1.37	1294	0.98
1296	1-octen-3-one	215758	21.10	47031	20.87	31513	23.83
1391	3-octanol	1513	0.73	1095	0.48	1077	0.81
1418	2-octenal	2517	0.24	2763	0.27	158	0.11
1442	1-octen-3-ol	249114	24.36	46664	20.71	17976	13.59
1452	furfural	-	-	-	-	-	-
1468	2-decanone	1279	0.12	817	0.32	549	0.41
1506	propanoic acid	2259	0.22	1522	0.67	1177	0.85
1525	1-octanol	23302	2.27	2650	1.17	1016	0.76
1550	3-methyl-2-cyclohexen-1-ol	1351	0.13	1145	0.51	2591	1.95
1572	3-hydroxy-2-methyl-pentanal	1279	0.12	10141	4.5	6295	4.76
1583	2-octen-1-ol	6264	0.61	967	0.43	191	0.14
1594	butyric acid	1679	0.16	2889	1.28	1511	0.63
1606	benzeneacetaldehyde	47056	4.60	11896	5.27	5901	6.46
1632	furfuryl alcohol	3497	0.34	4411	1.95	2980	2.25
1643	3-thiophenecarboxaldehyde	7467	0.73	1983	0.88	2977	2.12
1680	3-methyl thiopropanol	9037	0.88	1203	0.53	877	0.67
1686	2-propionylthiazole	34547	3.37	1841	0.81	1143	0.86
1709	undecenal	5866	0.57	1548	0.68	1178	0.86
1767	2,4-decadienal	16415	1.6	1862	0.82	692	0.89
1770	2,5-diformylthiophene	1362	0.13	-	-	-	-
1912	2-hydroxy-5-methyl-benzoic acid	1523	0.23	-	-	-	-
2245	octacosane	-	-	2104	0.93	1143	0.86
2332	1-tetradecanol	-	-	-	-	1202	0.90
2343	heneicosane	4556	0.44	1045	0.48	1146	0.98
2385	benzoic acid	3775	0.36	-	-	-	-
Total	27		70.59		71.17		74.42

9시간 소요되었으며, 온도 70°C일 경우 걸리는 소요시간은 0.5 m/s, 1.0 m/s, 1.5 m/s 일 때 각각 8시간, 6시간, 4시간이 소요되었다. Fig. 11, 12, 13에서는 대부분이 감률건조 단계로 진행되며, 건조 후반기에 건조속도가 완만해 지는데, 이는 건조 후반기의 건조속도는 풍속과 같은 외부조건 보다는 고체내부의 수분이동조건에 지배되기 때문이라고 생각한다⁽¹¹⁾. Table 2는 풍속이 향기에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각 풍속별 향기성분의 peak area를 측정된 결과 각 조건에서의 peak area의 차이는 크게 없었으며, 그 수치가 비슷하게 나타난 것으로 보아 풍속은 향기성분에 크게 영향을 미치지 않았다고 사료된다.

건조시간에 따른 향기성분의 변화

건조과정 중 향기성분 변화를 조사하기 위하여 건조온도 50°C, 풍속 1.5 m/sec의 건조조건에서 시간에 따른 향기성분의 변화를 측정하였다. 신선한 능이버섯의 주요 향기성분은 1-octen-3-ol, 1-octen-3-one, 3-octanone, 1-octanol, 2-octen-1-ol, 3-octanol등의 C₈ 화합물과 benzeneacetaldehyde 등으로 보고되었으므로⁽¹⁴⁾, 이런 주요 향기성분을 중심으로 향기 성분 변화를 조사하였다. 건조 과정 중 신선한 능이버섯에 다량 존재하던 1-octen-3-ol은 건조시간 경과에 따라 상대적인 함량비(peak area%)가 점점 감소하였으며, 절대적인 peak area

값도 249114에서 17976으로 상당히 감소 하였다. 이를 비롯한 1-octanol, 2-octen-1-ol, 3-octanol등의 C₈ 화합물들의 함량비도 감소하였다. 이는 건조된 표고버섯의 향기성분중 1-octen-3-ol의 함량이 75%에서 1.34%로 상당히 감소한 연구결과와 같으며, 건조과정 중 주요 향기성분이 소실됨을 확인하였다. 그러나 C₈ 화합물 중 1-octen-3-one의 함량은 증가하였으며, 이는 1-octen-3-ol의 산화에 의해 1-octen-3-one이 형성된다고 보고하고 있다⁽¹⁵⁾. 이외에도 3-octane, undecenal 등의 함량이 증가하였으며, butyric acid, propanoic acid, 3-methyl thiopropanol, 2-octenal 등이 건조된 능이버섯에서 검출되었다. 이는 버섯의 품질에 관련된 휘발성 향기성분은 열을 가할 때 상당한 변화가 있다고 보고된바와 같다^(16,17).

요 약

능이버섯의 건조특성에 미치는 외부 요인을 조사하기 위하여 온도 3수준(30°C, 50°C, 70°C)과 풍속 3수준(0.5 m/sec, 1.0 m/sec, 1.5 m/sec)에서 능이버섯의 건조실험을 수행하였으며, 각 조건에서의 향기성분과 건조과정 중 향기 성분의 변화를 조사하였다. 능이버섯의 건조는 상당기간이 감률건조 기간으로 나타났으며, 건조속도는 건조온도가 높아질수록 증

가했으나, 풍속은 건조에 미치는 영향이 작게 나타났다. 건조온도 50°C, 풍속 1.5 m/sec의 건조조건에서 1-octen-3-ol, 3-octanone, 1-octanol, 3-octanol 등의 peak area가 각각 17976, 11570, 1016, 1077로 다른 건조온도 조건에 비해 높게 나타났다. 건조시간에 따른 능이버섯의 주요 향기성분 함량 변화를 보면 1-octen-3-ol을 비롯한 1-octanol, 2-octen-1-ol, 3-octanol 등의 C₈ 화합물 peak area가 크게 감소하였고, C₈ 화합물 중 1-octen-3-one, 3-octane 등의 상대적 함량비는 증가하였다. 또한 건조과정 중 butyric acid, propanoic acid, 3-methyl thiopropanol 등과 같은 화합물이 생성되었다.

감사의 글

이 연구는 2000년도 농림기술개발 연구비의 지원을 받아 완결한 것으로 연구비를 지원하여 주신 농림기술관리센터에 감사드립니다.

문헌

- Hong, J.S. Contents of free amino acids and total amino acids in *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostronatus* and *Lentinus edodes*. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 58-62 (1989)
- Mau, J.L. and Ziegler, G.R. Factors affecting 1-octen-3-ol in mushroom at harvest and during postharvest storage. J. Food Sci. 58: 331-334 (1993)
- Song, S.K. Drying characteristics of mushroom. J. Korean Soc Agr. Eng. 19: 112-123 (1994)
- Lee, T.K. Studies on the primary structure of alkaline protease in *Sarcodon aspratus*, J. Korean Soc. Food Nutr. 22: 811-814 (1993)
- Komanowski, M. Air drying of cultivated mushrooms. Food Technol. 24: 80-84 (1970)
- Baek, H.H., Kim, D.M. and Kim, K.H. Changes in quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) by different drying methods. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 145-148 (1989)
- Seo, J.S., Kang, S.K. and Choi, B.M. Drying characteristics and content change of major components of shiitake mushroom by drying temperature. Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products 4: 279-286 (1997)
- Riva, M., Schiraldi, A. and Cesare, L.F.D. Drying of *Agaricus bisporus* mushrooms by microwave-hot air combination. Lebensmittel.-Wiss.u.-Technol. 24: 479-483 (1991)
- Nikerson, G.B. and Likens, S.T. Gas chromatographic evidence for occurrence of hop oil components in Beer. J. Chromatogr. 21: 1-5 (1996)
- Kim, H.Y. Influencing factors in drying characteristics of fluidized bed drying of Husked Barley. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 706-713 (2001)
- Brennan, J.G., Butters, T.R., Cowell, N.D. and Lilly, A.E.V. Food Engineering Operations. 2nd ed. Applied Science Pub., London, England (1976)
- Tojo, M. and Okamura, T.A. Study of drying of soybean-III. J. Soc. Agr. Mach. Japan 29: 209 (1967)
- Hosokawa, A. and Motohashi, K. Drying characteristics of a single grain of rough rice. J. Soc. Agr. Mach. Japan 33: 53 (1971)
- Jeong, O.J., Yoon, H.S. and Min, Y.K. Aroma Characteristics of Neungee (*Sarcodon aspratus*). Korean J. Food Sci. Technol. 33: 307-312 (2002)
- Picardi, S.M. and Issenberg, P. Investigation of some volatile constituents of mushrooms (*Agaricus bisporus*): Changes which occur during heating. J. Agric. Food Chem. 21: 959-962 (1973)
- Ahn, J. S., Kim, S. K and Park, E.S. Studies on the volatile components of edible mushrooms (*Agaricus bisporus*) of Korea. J. Korean Soc. Food Nutr. 16: 333-337 (1987)
- MacLeod, A.J. and Panchasara, S.D. Volatile aroma components, particularly glucosinolate products, of cooked edible mushroom. Phytochem. 22: 705-711 (1983)

(2002년 7월 13일 접수; 2002년 9월 4일 채택)