

느타리버섯이 설기떡과 경단의 노화억제에 미치는 영향

정구민 · 안희정[†]

안동대학교 식품생명공학과

Effects of Oyster Mushroom on Quality of Sulgidduk and Gyeongdan

Koo Min Chung and Hui Jeong An[†]

Dept. of Food Science and Biotechnology, Andong University, Gyeongbuk 760-749, Korea

Abstract

To investigate the effects of oyster mushroom on the quality of Sulgidduk and Gyeongdan, freeze-dried mushroom powder and mushroom extract were prepared. Dough for Gyeongdan was held for 0~6 hours at room temperature before cooking in order to allow for enzyme reaction. Upon addition of 2~5% mushroom powder or 1~2% mushroom extract, the hardness of Sulgidduk decreased while the storage periods could be extended 1~2 days. Avrami rate constant (k) was 0.0111 for 2% power-added rice cake and 0.044 for the control. In Gyeongdan, hardness also decreased by addition of mushroom. Avrami rate constant (k) was 0.0178 for 10% mushroom powder-added Gyeongdan and 0.0652 for the control. In a sensory test, Sulgidduk with 1% mushroom powder showed the highest score. Overall, addition of 1~2% mushroom powder to rice was appropriate for Sulgidduk. For Gyeongdan, addition of 1~2% mushroom powder was appropriate.

Key words: oyster mushroom, Sulgidduk, Gyeongdan, Avrami constant

서 론

식생활의 서구화, 편이화, 가공화는 지난 30년간 계속적으로 쌀 소비의 감소를 유도하였고, 1994년 UR 타결 이후 2013년까지 관세화를 유예하는 대신 최소시장접근(MMA: minimum market access) 물량의 쌀을 수입하고 있으며, 정해진 일정대로 우리나라 쌀 시장이 개방되므로 재고미의 소비가 사회문제로 대두되고 있다.

세계 3대 식량자원의 하나인 쌀은 전 세계 인구의 약 40%가 주식 또는 가공품으로 소비하며, 우리나라에서는 대부분 밥이나 떡의 형태로 소비하고 있고 일부가 가루형태로 식품가공에 이용되고 있을 뿐이다. 그러므로 쌀 산업에서 가격경쟁력을 증진시킬 수 있는 정책과 함께 쌀이 주원료인 고부가가치 상품개발이 요구된다(1).

농경중심의 생활이었던 우리나라의 옛 전통음식 중 하나인 떡은 다양한 조리법(찜떡, 찐떡, 삶은떡, 지진떡)으로 인한 많은 종류의 떡들이 발달되어 왔으며, 특히 증기로 찌는 설기떡은 쌀가루에 많은 재료들을 섞어 개발되고 있다(2-4). 하지만 떡은 상당한 양의 수분을 함유하고 있어서 시간이 흐르면 건조와 더불어 전분의 노화가 일어나 단단해지는 결점이 있다(5,6).

쌀을 이용한 가공식품에 함유되어 있는 전분은 식품을 가

공, 조리 및 저장하는 과정에서 여러 가지 변화를 받게 된다. 전분분자 내의 아밀로오스와 아밀로펙틴 분자는 수소결합에 의해서 micelle 구조를 만들고 있는데, 물의 온도가 올라감에 따라 아밀로오스와 아밀로펙틴 분자의 분자운동도 심해져서 이들 사이의 수소결합이 끊어지고 그 사이로 물 분자가 스며들어 전분분자와 결합하게 된다. 결국 물에 잘 녹는 아밀로오스는 전분입자 밖으로 나오게 되어 전분액의 점성이 증가되고 전분입자가 서로 엉기며 전분입자는 파괴된다. 이렇게 점도와 광선투과율이 높고 thixotropic 성질을 지닌 호화된 전분을 저장하면 시간이 경과함에 따라 전분내의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 노화로 경도가 증가하는 물리적 변화가 일어난다. 이러한 변화는 쌀 가공제품의 품질을 저하시키고 관능적 특성에도 영향을 주는 중요한 요인이 된다(7). 그러므로 저장이나 유통과정에서 전분의 재결정화 또는 응고화, 즉 노화가 일어나 제품의 관능성과 상품성을 저하시키고 제품의 식미적 기호도를 급격히 떨어뜨리게 하는 등 많은 문제점을 노출시키고 있다. 또한 떡 조직의 경시적 응고화는 떡을 가공, 제조하는 중조식품 가공업체에도 많은 애로사항으로 지적되고 있다(8).

일반적으로 수분함량의 조절과 냉동, 설탕의 첨가, 유화제 첨가, α -amylase 등의 효소첨가로 노화를 억제하는 방법이 있다. 비스킷류, 건빵류, 라면류 등의 가공식품이 장시간 두

[†]Corresponding author. E-mail: hjbrpe@yahoo.co.kr
Phone: 82-54-820-5829, Fax: 82-54-820-6264

어도 노화되지 않는 이유는 식품의 수분함량이 매우 낮기 때문이다. 라면은 호화시킨 가는 면의 덩어리를 튀김유에서 튀기고 그 속의 수분함량을 감소시켜 호화된 전분의 노화를 억제하여 주고 있다(9,10). 또한 쌀, 보리, 옥수수 등을 가압하여 튀겨서 만든 호화전분 식품들도 수분함량을 낮춘 제품이며, 냉동 건조미(11,12), 냉동 빵류, 설탕첨가제품, 통조림들과 모노, 디글리세라이드, 락트산의 유도체 등의 유효제를 밀가루와 혼합하여 만든 케이크, 카스텔라, 양갱, 젤리, 과자류 등도 전분노화를 억제하고 단단해지는 것을 방지하는 제품이다. 또한 효소류는 전분의 결합을 분해시켜 고분자를 저분자화하고 저분자화 된 분자간의 상호반응에 거의 관여하지 않으므로 분자간의 재결합과 수분의 유리를 방지하여 이론적으로 분자 간 응집현상을 억제하는데 관여한다고 하였다(13).

느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)은 담자균류 주름버섯목 느타리과의 버섯으로 갓 표면이 약간 회백색에서 진한 밤색, 검은색 등 계절과 환경, 조건에 따라 다양한 갓의 색을 띄고 있으며, 갓이 도톰한 것일수록 선도가 좋고, 국거리·전골감 등으로 쓰거나 삶아서 나물로 먹는 식용버섯이다. 느타리버섯의 약리작용으로는 항산화작용(14), 항암작용(15,16), 콜레스테롤 저하 효과(17), 고혈압 및 당뇨병 예방효과(18)와 느타리 자실체로부터 혈전분해물질의 분리정제(19)가 보고되었다.

요즘 참살이(Well-being)에 관심이 집중되어 고섬유소, 저칼로리, 저지방 함유의 슬로우 푸드 개발이 식품산업에서 중요한 과제 중 하나이다. 이에 각종 성인병의 억제효과 등의 생리활성물질이 많은 느타리버섯을 쌀에 첨가하여 떡을 개발하고 떡 제품의 다양성과 쌀 소비를 유도하여 우리나라 고유음식인 떡의 계승·발전에 보탬이 되고자 하였으며, 느타리버섯 분말 및 느타리버섯의 추출물을 이용하여 떡을 제조하였을 때, 떡의 노화특성을 1, 24, 48, 72시간 저장하면서 Texture analyzer를 사용하여 경도의 변화로 Avrami 방정식에 따라 노화특성을 분석하고 떡의 품질에 어떤 영향을 미치는지 검토하였다.

재료 및 방법

재료

버섯은 경북 안동 버섯농가에서 수확한 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)을 사용하였으며, 느타리버섯을 냉동 건조 한 것을 분쇄기로 갈아 100 mesh 표준망체를 통과시켜 가루로 만들어 사용하였다. 본 실험에 사용한 쌀과 찹쌀은 2010년 경북 안동에서 수확한 쌀(화영)과 찹쌀(해평)을 구입하여 사용하였다.

느타리버섯의 추출물 조제

느타리버섯을 냉동건조 한 느타리버섯가루 100 g(제1시료)을 0.1 M phosphate 완충용액(pH 7.0) 1,000 mL로 균질

화(Polytron PT-MR 2100, Kinematica, Littau, Switzerland)하여 2시간 동안 교반하고, 14,000×g에서 15분 동안 원심분리 하여 상등액을 냉동건조 하여 조효소(제2시료: extract)로 사용하였다.

설기떡의 제조

설기떡은 멥쌀가루에 습기를 준 다음 체로 쳐서 시루에서 뜨거운 수증기를 이용해서 익히는 것이다. 본 실험은 떡을 찌기 전에 느타리버섯분말과 버섯추출분말을 혼합한 쌀가루를 체로 쳐서 충분한 공기를 넣어 떡이 익을 때까지 쌀가루 사이의 수증기를 품을 공간을 넉넉히 주었다.

5시간 담가둔 멥쌀을 건져서 물기를 뺀 후 방앗간에서 롤러밀로 곱게 가루로 내렸다. 5% 설탕을 섞은 멥쌀가루에 냉동건조 된 버섯분말과 버섯추출분말에 미리 물을 넣어 둔 것을 섞은 다음, 미생물 번식을 억제하기 위해서 NaNO₃ 0.02%를 첨가하여 체에 쳐서 공기를 넣어준 후 30분 쪄소에서 찌고 10분간 충분히 뜸을 들여 제조하였다. 시료용기는 종이컵 밑 부분에 구멍을 내어 수증기가 통과되게 만들어서 사용하였으며, 반죽배합비는 Table 1과 같다. 품질측정은 떡을 식힌 다음에 랩을 씌우고 이중비닐 포장하여 1, 24, 48, 72시간 동안 상온에서 저장하면서 실시하였다.

찹쌀경단의 제조

본 실험에 사용된 찹쌀경단은 개성물경단으로 찹쌀가루를 뜨거운 물로 익반죽 하여 동그랗게 새알 모양(38±1°C)으로 만든 다음, 끓는 물에 삶아 건져서 찬물에 행구어 소를 묻히는 방법으로 제조하였다. 찹쌀을 깨끗이 씻어서 5시간(겨울: 8시간) 물에 담가둔 다음, 쌀을 건져서 물기를 뺀 후 방앗간에서 롤러밀로 곱게 가루로 내렸다. 1% 소금을 섞은 찹쌀가루에 미생물 번식을 억제하기 위해서 NaNO₃ 0.02%를 첨가하였으며 버섯분말과 버섯추출분말을 넣고 뜨거운 물로 익반죽한다. 반죽을 한 후 상온에서 0, 2, 4, 6시간의 버섯가루와의 효소반응을 시킨 다음, 12 g 정도의 작은 새알을 만들어 끓는 물에 넣어 떡이 떠오르면 건져서 찬물에 행구어

Table 1. Formula for preparation of Sulgidduk with mushroom powder and extract powder

Sample ¹⁾	M. powder (w/w, %)	Ingredients (g)			
		Rice flour	M. powder	Sugar	Water (mL)
MS0	0	40.0	0	2	5.0
MS1	1	39.6	0.4	2	5.0
MS2	2	39.2	0.8	2	5.0
MS5	5	38.0	2	2	5.0
MS10	10	36.0	4	2	5.0
MES0.5	0.5	39.8	0.2	2	5.0
MES1	1	39.6	0.4	2	5.0
MES2	2	39.2	0.8	2	5.0
MES4	4	38.4	1.6	2	5.0

¹⁾MS is mushroom Sulgidduk and MES is mushroom extract Sulgidduk.

Table 2. Formula for preparation of glutinous rice Gyeongdan with mushroom powder and extract powder

Sample ¹⁾	M. powder (w/w, %)	Ingredients (g)			
		G. rice flour	M. powder	Salt	Hot water (mL)
MG0	0	40.0	0	0.4	12.0
MG1	1	39.6	0.4	0.4	12.0
MG2	2	39.2	0.8	0.4	12.0
MG5	5	38.0	2	0.4	12.0
MG10	10	36.0	4	0.4	12.0
MEG0.5	0.5	39.8	0.2	0.4	12.0
MEG1	1	39.6	0.4	0.4	12.0
MEG2	2	39.2	0.8	0.4	12.0
MEG4	4	38.4	1.6	0.4	12.0

¹⁾MG is mushroom Gyeongdan and MEG is mushroom extract Gyeongdan.

식힌 후에 소(볶은 콩가루)를 묻혀서 제조하였으며, 반죽 배합비는 Table 2와 같다.

텍스처 측정

떡을 제조하고 실온에서 냉각한 후 이것을 polyethylene film으로 밀봉하여 상온에서 1, 24, 48, 72시간 저장한 시료인 설기떡은 3×3×2 cm로 잘라서 측정하였고, 경단은 지름 3 cm 새알 모양의 형태로 Texture analyzer(model TA XT 2i, Stable Micro Systems, Godalming, UK)를 사용하여 텍스처를 측정하였으며, test speed는 1.0 mm/sec, travel distance는 70%, load cell은 5 kg 조건으로 직경 8 mm cylindrical probe를 침투시켜 5 mm 깊이에서 받는 힘을 경도(hardness)로 하였다.

노화속도 측정

떡의 저장 중 노화속도는 경도를 측정하고 경도 변화로부터 노화도를 Avrami 식(20-22)에 의하여 분석하고 이로부터 노화속도상수를 산출하였다. Avrami 식은 다음과 같다.

$$\theta = \exp(kt^{-n}) \quad (1)$$

이때 θ 는 t 시간 후 남아 있는 비결정 부분, k는 속도상수(timeⁿ), n은 Avrami 지수, t는 저장기간(time)으로 1, 24, 48, 72 hr로 나타내었다.

만약 노화도가 결정화정도를 측정하는 척도라고 본다면, 다음 식으로 표현한다.

$$\theta = \frac{(E_L - E_t)}{(E_L - E_0)} = \exp(-kt^n) \quad (2)$$

E_0 : 초기상태(0저장시간)의 경도

E_t : t 시간에서의 경도

E_L : 최대경도(시료를 상온에서 72시간 저장한 시료로부터 구하였다).

위 식에서 자연로그와 상용로그를 취하여 정리하면 다음과 같다.

$$\ln \frac{(E_L - E_t)}{(E_L - E_0)} = -kt^n \quad \text{혹은} \quad \ln(E_L - E_t) = -kt^n + \ln(E_L - E_0) \quad (3)$$

$$\log \left(-\ln \frac{E_L - E_t}{E_L - E_0} \right) = \log k + n \cdot \log t \quad (4)$$

속도상수 k는 (3)에서 $\ln(E_L - E_t)$ 와 시간 t를 축으로 한 그래프의 기울기로 구하였고, 시간상수(1/k)는 속도상수(k)의 역수를 사용하였다. 결정화 양상을 나타내는 Avrami 지수 n을 방정식(4)의 기울기로부터 각각 구하여 떡의 노화특성을 규명하였다.

관능평가

떡에 대한 관능평가는 NaN_3 를 첨가하지 않고 느타리버섯 분말을 0, 1, 2, 5% 첨가한 설기떡과 경단을 제조하여 1시간 동안 실온에서 방치한 후 설기떡은 3×3×2 cm로 제공하였고, 경단은 지름 3 cm 새알 모양으로 흰색 폴리에틸렌 1회용 접시에 담아 물과 같이 제공하였다. 또한 식품생명공학과 실험실 학생 10명을 대상으로 느타리분말을 첨가한 설기떡과 경단의 관능적 품질요소를 잘 인지하도록 검사방법과 평가특성에 대해 반복훈련 시킨 후, 무작위로 추출된 3자리 숫자(난수표)를 각각의 시료에 적고 색(color), 향(odor), 단맛(sweetness), 부드러움(softness), 씹힘성(chewiness)과 전체적인 기호도(overall taste)를 7점 채점법으로 평가하였다. 찹쌀경단은 고물을 묻히므로 색(color) 대신 쓴맛(bitterness)에 대한 항목을 넣어 7점 채점법으로 숫자가 높을수록 선호도가 좋은 것으로 평가하였다.

통계분석

실험자료의 통계분석은 각 처리별로 Statistical Analysis System(ver. 9.1, SAS Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 one-way ANOVA 검정을 행하였으며, 처리효과의 유의성이 있을 경우 처리구간 평균치의 유의성 비교는 Duncan의 다중비교법($p < 0.05$)으로 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

느타리버섯에 의한 설기떡과 경단의 경도 비교

버섯분말 설기떡(Table 3) 제조 1시간 후의 경도는 MS1

Table 3. Hardness change of Sulgidduk with freeze-dried mushroom during storage (g-force)

MS ¹⁾	Storage period (hr)			
	1	24	48	72
MS0	179±15 ^{2)a3)}	742±35 ^a	1006±10 ^a	1126±35 ^a
MS1	77±0 ^c	466±19 ^c	762±12 ^b	832±14 ^b
MS2	74±2 ^c	397±27 ^d	503±19 ^d	683±11 ^c
MS5	97±3 ^b	431±4 ^{cd}	667±9 ^c	703±26 ^c
MS10	104±5 ^b	533±15 ^b	737±23 ^b	783±13 ^b

¹⁾MS is Sulgidduk with mushroom powder (MS0: mushroom powder 0%, MS1: mushroom powder 1%, MS2: mushroom powder 2%, MS5: mushroom powder 5%, MS10: mushroom powder 10%).

²⁾Mean±standard deviation (n=3).

³⁾Mean separation within column by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

Table 4. Hardness change of Sulgidduk with freeze-dried mushroom extract during storage (g-force)

MES ¹⁾	Storage period (hr)			
	1	24	48	72
MES0	175±8 ^{2)ab3)}	602±17 ^a	924±17 ^a	1059±23 ^a
MES0.5	77±3 ^{cd}	490±73 ^a	715±15 ^b	833±9 ^c
MES1	75±1 ^d	326±29 ^b	481±5 ^d	513±19 ^e
MES2	87±2 ^c	407±9 ^{ab}	624±18 ^c	707±6 ^d
MES4	118±3 ^b	525±31 ^a	732±13 ^b	901±3 ^b

¹⁾MES is Sulgidduk with mushroom extract powder (MES0: mushroom extract powder 0%, MES0.5: mushroom extract powder 0.5%, MES1: mushroom extract powder 1%, MES2: mushroom extract powder 2%, MES4: mushroom extract powder 4%).

²⁾Mean±standard deviation (n=3).

³⁾Mean separation within column by Duncan's multiple range test at p<0.05.

과 MS2가 77과 74 g-force로 가장 낮았고, MS5는 97 g-force, MS10은 104 g-force, 무첨가군이 179 g-force로 가장 높았다. 저장 24시간 후의 경도도 버섯분말 첨가군 MS1이 466 g-force, MS2가 397 g-force, MS5가 431 g-force, MS10이 533 g-force로 무첨가군(742 g-force)보다 낮았다. 저장 48시간과 72시간에서도 버섯분말 첨가군이 무첨가군보다 경도가 낮았다.

냉동건조 느타리추출분말을 0, 0.5, 1, 2, 4% 첨가하여 제조된 설기떡의 저장기간에 따른 경도의 변화(Table 4)는 전반적으로 버섯추출분말 첨가군이 대조군보다 경도가 낮았으며, 특히 MES1 처리가 저장 1시간(75 g-force), 24시간(326 g-force), 48시간(481 g-force), 72시간(513 g-force) 모두 다른 처리구에 비해서 경도가 낮았다. Kim과 Park(23)은 녹차 절편과 설기떡 연구에서 대조군보다 녹차분말 첨가량이 증가할수록 경도가 대체로 감소하였으며, 썩 개떡 연구(24)에서 3일간 저장한 썩개떡의 견고성이 썩 첨가량이 증가할수록 낮았음을 보고하였다. 전반적으로 저장시간과 버섯첨가량이 증가할수록 설기떡의 경도는 유의적으로 증가하였으나, 버섯첨가군이 무첨가군보다 경도가 낮았다.

전분의 노화는 호화된 전분이 수축되어 조직화되는 과정을 의미하는데 이는 느타리버섯을 첨가한 설기떡의 응집과정이 대조군에 비해 천천히 일어났으며, 수분의 유리도 천천히 되었음을 나타낸다. 버섯첨가군 설기떡의 경도가 무첨가군 설기떡보다 낮은 것은 버섯첨가량이 증가할수록, 버섯분말의 β-글루칸과 버섯추출분말의 유리당, 텍스트린 등의 버섯다당류가 증가하여 떡의 전분 사이에 혼입됨으로써 저장 중에 떡의 수분을 잡아주어 떡의 보수성을 증가시키고 경도를 감소시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

느타리버섯분말을 첨가한 경단의 경도는 Table 5와 같이, 떡을 만든 1시간 후 경도는 숙성 0시간과 2시간은 별 차이가 없었으나, 숙성 4시간의 무첨가군이 76 g-force인데 반해 버섯첨가군 MG2(58 g-force), MG5(56 g-force), MG10(58 g-force)의 경도가 감소되었고, 숙성 6시간은 MG5가 39 g-

Table 5. Hardness change of glutinous rice Gyeongdan with mushroom powder during storage (g-force)

Storage period (hr)	MG ¹⁾	Dough holding time before boiling (hr)			
		0	2	4	6
1	MG0	71±2 ^{2)ab3)}	72±3 ^a	76±2 ^a	74±2 ^a
	MG1	68±3 ^{ab}	65±4 ^b	61±3 ^b	48±3 ^b
	MG2	67±2 ^{ab}	63±4 ^b	58±2 ^b	40±2 ^c
	MG5	63±2 ^c	63±3 ^b	56±5 ^b	39±2 ^c
	MG10	64±2 ^c	65±3 ^b	58±3 ^b	42±2 ^c
24	MG0	239±5 ^a	233±12 ^a	230±3 ^a	230±2 ^a
	MG1	220±3 ^b	187±10 ^b	176±3 ^b	168±9 ^b
	MG2	217±11 ^b	167±6 ^c	158±8 ^c	142±3 ^c
	MG5	211±8 ^b	166±3 ^c	155±4 ^c	141±6 ^c
	MG10	208±2 ^b	172±2 ^c	170±0 ^b	169±4 ^b
48	MG0	688±22 ^a	679±23 ^a	662±23 ^a	662±19 ^a
	MG1	662±16 ^a	618±20 ^b	580±8 ^b	554±14 ^b
	MG2	615±11 ^a	485±18 ^c	458±16 ^c	395±16 ^c
	MG5	613±5 ^a	459±8 ^c	417±13 ^d	383±8 ^c
	MG10	616±11 ^b	448±15 ^c	421±17 ^d	382±9 ^c
72	MG0	1358±32 ^a	1375±18 ^a	1349±24 ^a	1367±16 ^a
	MG1	1322±8 ^b	1097±11 ^b	1085±24 ^b	960±12 ^b
	MG2	1298±5 ^b	1087±17 ^b	955±45 ^c	930±14 ^c
	MG5	1219±16 ^c	1007±26 ^c	936±10 ^c	926±25 ^c
	MG10	1294±9 ^b	1061±30 ^b	980±20 ^c	964±15 ^b

¹⁾MG: Gyeongdan with mushroom powder (MG0: mushroom powder 0%, MG1: mushroom powder 1%, MG2: mushroom powder 2%, MG5: mushroom powder 5%, MG10: mushroom powder 10%).

²⁾Mean±standard deviation (n=3).

³⁾Mean separation within column by Duncan's multiple range test at p<0.05.

force로 가장 낮았다. 이것은 숙성 중에 느타리버섯의 액화형 전분분해효소 작용으로 인하여 경도가 저하된 것으로 보인다. α-Amylase는 amylose나 amylopectin에 작용하여 dextrin류를 형성하나 이 dextrin류가 계속 효소의 작용을 받아서 저분자형으로 분해되므로 다른 효소보다 노화 지연 효과는 감소하지만 떡을 부드럽게 만들고 환원당 함량이 증가되어 떡의 수분활성도를 낮추므로 전분의 노화 지연효과가 있다고 보고하였다(25,26). 그리고 효소를 이용하여 쌀의 배유세포벽을 부분적으로 파괴하면 떡의 경도가 감소하고 점착성이 증가하여 노화를 방지할 수 있다고 하였다(27).

저장 24시간부터 전분의 노화현상으로 경단의 경도가 급격히 증가되었는데, 숙성시간 없이 제조된 경단은 비슷한 수치를 보였으나, 숙성 2, 4, 6시간의 경단은 무첨가군보다 작은 수치를 나타내었다. 저장 48시간의 숙성 6시간 무첨가군이 662 g-force이었고 MG10이 382 g-force이었으며, 저장 72시간의 숙성 6시간 무첨가군이 1367 g-force, MG5가 926 g-force로 떡을 익히기 전에 숙성시간이 길고, 버섯첨가량이 많을수록 강도가 낮았다.

버섯추출분말을 첨가한 경단의 경도(Table 6)도 비슷한 양상을 나타내었다. 이는 숙성 중 느타리버섯에 함유된 아밀라아제에 의한 것이라 여겨진다. 일반적으로 아밀라아제는 전분을 가수분해 하는 효소의 총칭으로 고등 동식물에서부

Table 6. Hardness change of glutinous rice Gyeongdan with mushroom extract during storage (g-force)

Storage period (hr)	MG ¹⁾	Dough holding time before boiling (hr)			
		0	2	4	6
1	MEG0	67±3 ^{2)a3)}	71±4 ^a	70±2 ^a	71±2 ^a
	MEG0.5	63±2 ^b	57±2 ^b	47±2 ^b	45±2 ^b
	MEG1	62±1 ^b	44±1 ^c	43±3 ^c	44±1 ^{bc}
	MEG2	62±2 ^b	44±2 ^c	43±2 ^c	41±2 ^c
	MEG4	61±2 ^b	43±0 ^c	43±3 ^c	41±2 ^c
24	MEG0	223±3 ^a	235±8 ^a	238±9 ^a	244±4 ^a
	MEG0.5	215±11 ^a	124±5 ^b	115±3 ^b	110±3 ^b
	MEG1	217±5 ^a	120±0 ^{bc}	116±3 ^b	112±2 ^b
	MEG2	215±4 ^a	112±7 ^{bc}	111±4 ^b	107±4 ^b
	MEG4	212±6 ^a	108±9 ^c	113±4 ^b	100±1 ^c
48	MEG0	694±9 ^a	699±22 ^a	686±13 ^a	686±11 ^a
	MEG0.5	647±19 ^b	633±15 ^b	533±13 ^b	471±8 ^b
	MEG1	650±14 ^b	561±19 ^c	502±6 ^c	466±11 ^b
	MEG2	623±5 ^c	542±13 ^{cd}	465±7 ^d	365±13 ^c
	MEG4	613±7 ^c	511±3 ^d	434±10 ^e	360±8 ^c
72	MEG0	1361±35 ^a	1360±46 ^a	1364±33 ^a	1358±25 ^a
	MEG0.5	1252±32 ^b	1241±41 ^b	1162±27 ^b	1139±18 ^b
	MEG1	1237±21 ^b	1229±8 ^b	1049±15 ^c	942±44 ^c
	MEG2	1145±33 ^c	1051±34 ^c	941±38 ^d	863±14 ^d
	MEG4	1090±21 ^d	954±36 ^d	873±14 ^e	853±13 ^d

¹⁾MEG: Gyeongdan with mushroom powder (MEG0: mushroom powder 0%, MEG0.5: mushroom powder 0.5%, MEG1: mushroom powder 1%, MEG2: mushroom powder 2%, MEG4: mushroom powder 4%).

²⁾Mean±standard deviation (n=3).

³⁾Mean separation within column by Duncan's multiple range test at p<0.05.

터 사상균, 세균 등의 미생물에 이르기까지 자연계에 널리 분포하고 있다. 전분당공업, 주정공업, 섬유공업 등에서 전분의 액화 및 당화에 사용되며(28), 전분식품의 노화방지에 효과가 있고(29), 의약품, 동물사료, 오수처리, 세제 등(30)에도 이용되어 왔다.

느타리버섯에 의한 설기떡과 경단의 노화속도 변화

설기떡의 저장중 경도의 변화를 Avrami 식으로 분석한 결과, 버섯 전체분말을 0, 2, 10% 첨가한 설기떡을 $\log\{-\ln((E_L-E_t)/(E_L-E_0))\}$ vs $\log t$ (time)와 $\ln(E_L-E_t)$ vs time (hours)과의 관계에서 노화속도를 나타내는 속도상수를 구

Table 7. Avrami exponent, rate constant and time constant of the Sulgidduk for 72 hours of storage

Sulgidduk ¹⁾	Avrami exponent (n)	Rate constant (hours) (k)	Time constant (hours) (1/k)
MS0	2.8666	0.0440	22.73
MS2	1.2141	0.0111	90.09
MS10	1.0311	0.0205	48.78
MES0	2.0555	0.0401	24.94
MES1	0.6549	0.0113	88.50
MES4	1.0287	0.0225	44.44

¹⁾Sulgidduk (MS0: mushroom powder 0%, MS2: mushroom powder 2%, MS10: mushroom powder 10%, MES0: mushroom extract powder 0%, MES1: mushroom extract powder 1%, MES4: mushroom extract powder 4%).

하였다. Table 7을 보면 버섯전체첨가군 설기떡의 Avrami 지수는 MS2(1.2141), MS10(1.0311), MES1(0.6549), MES4(1.0287)가 무첨가군 MS0(2.8666), MES0(2.0555)보다 낮아 핵형성이 지연되어 결정형성이 지연되었다는 것을 알 수 있었다. 또한 기울기 즉 노화속도 상수(k)는 MS2가 0.044(시간상수: 22.73), MS10이 0.0111(시간상수: 90.09), 무첨가군이 0.0205(시간상수: 48.78)로 무첨가군에 비해서 MS2와 MS10의 노화속도가 많이 지연되는 것으로 나타났다. 버섯 전체추출분말 0, 1, 4% 첨가한 설기떡의 노화속도 상수(k) 역시, MES1이 0.0113(시간상수: 88.50), MES4가 0.0225(시간상수: 44.44), 무첨가군 0.0401(시간상수: 24.94)로 무첨가군에 비해서 MES1과 MES4의 노화가 많이 지연되는 것으로 나타났다. 따라서 느타리버섯 분말을 첨가하여 설기떡을 제조하면 떡의 노화속도를 늦출 수 있다고 판단된다.

참쌀경단의 경우, 숙성 6시간 참쌀경단의 버섯분말첨가군 MG0과 MG10의 저장중 경도의 변화를 Avrami 식으로 분석한 결과(Table 8)에서 느타리버섯분말을 첨가하지 않은 경단의 Avrami 지수는 MG0이 3.5065, MEG0은 3.2716으로 3에 가까운 값으로 나타났기 때문에 무첨가 경단의 노화유형은 2차원적 결정형상으로 lamella 결정을 보이는 유형에 속하였는데, 이런 결과는 떡의 노화를 방지하기 위해서는 느타리를 소량 첨가하는 것이 효과적이었다는 것을 나타낸다. 느타리버섯분말을 첨가한 경단 MG0의 노화상수가 0.0652(시간상수: 15.34), MG10이 0.0178(56.18)로 무첨가군에 비해서 MG10의 노화가 많이 지연되는 것을 볼 수 있었다. 버섯추출분말을 첨가한 경단의 노화상수 역시 MEG0이 0.0793(시간상수: 12.61), MEG4가 0.0202(49.50)로 무첨가군에 비해서 MEG4의 노화가 많이 지연되는 것으로 나타났다.

경도변화를 Avrami 이론에 적용한 노화특성을 분석한 결과, 효과적인 노화억제 기준을 Avrami 지수(n)는 낮은 값으로, 시간상수(1/k)는 높은 값으로 판단하였다. 따라서 버섯분말과 버섯추출분말을 첨가한 경단의 노화속도가 무첨가군에 비해 느린 것으로 나타났다. Ko와 Kim(31)은 증편 제조 시 새송이 버섯을 5% 첨가했을 때 응집성이 무첨가 증편에 비하여 유의적으로 낮은 값을 나타냄으로써 새송이 버섯의 첨가로 부드러운 증편을 만들 수 있다고 보고하였는데, 본 연구에서도 유사한 경향을 보여 느타리 버섯분말과 버섯

Table 8. Avrami exponent, rate constant and time constant of the Gyeongdan for 72 hours of storage (dough holding time, 6 hr)

Gyeongdan ¹⁾	Avrami exponent (n)	Rate constant (hours) (k)	Time constant (hours) (1/k)
MG0	3.5065	0.0652	15.34
MG10	2.2180	0.0178	56.18
MEG0	3.2716	0.0793	12.61
MEG4	2.9218	0.0202	49.50

¹⁾Gyeongdan (MG0: mushroom powder 0%, MG10: mushroom powder 10%, MEG0: mushroom extract powder 0%, MEG4: mushroom extract powder 4%).

Table 9. Sensory characteristics of Sulgidduk with freeze-dried mushroom powder

MS ¹⁾	Color	Odor	Softness	Sweetness	Chewiness	Overall taste
MS0	4.8±0.8 ^{2)NS3)}	3.6±1.0 ^{NS}	3.6±0.7 ^{NS}	3.4±0.8 ^{NS}	4.8±1.0 ^{NS}	3.9±0.7 ^{NS}
MS1	4.5±1.0	4.1±1.6	4.0±1.1	3.8±1.6	4.9±1.0	4.4±1.2
MS2	4.1±1.0	4.1±1.5	3.9±1.3	3.7±1.6	4.3±1.0	3.7±1.5
MS5	3.7±1.6	4.3±1.7	3.3±1.4	3.3±1.3	3.7±1.0	3.3±1.3

¹⁾MS: Sulgidduk with mushroom powder (MS0: mushroom powder 0%, MS1: mushroom powder 1%, MS2: mushroom powder 2%, MS5: mushroom powder 5%).

²⁾Mean±standard deviation (n=10). ³⁾NS is not significant.

Table 10. Sensory characteristics of Gyeongdan with freeze-dried mushroom powder

MG ¹⁾	Bitterness	Odor	Softness	Sweetness	Chewiness	Overall taste
MG0	5.5±1.0 ^{2)NS3)}	5.1±1.4 ^{NS}	5.3±0.8 ^{NS}	5.3±0.8 ^{NS}	5.8±0.4 ^{NS}	5.3±1.1 ^{NS}
MG1	5.7±0.8	5.0±0.9	5.3±0.8	5.3±1.0	5.8±0.8	5.4±1.0
MG2	6.0±0.7	5.4±1.0	5.3±0.8	5.2±1.0	5.6±0.7	5.8±0.9
MG5	5.4±0.8	5.9±1.0	5.1±1.2	4.2±1.6	5.1±0.7	5.1±0.7

¹⁾MG: Gyeongdan with mushroom powder (MG0: mushroom powder 0%, MG1: mushroom powder 1%, MG2: mushroom powder 2%, MG5: mushroom powder 5%).

²⁾Mean±standard deviation (n=10). ³⁾NS is not significant.

추출분말의 첨가가 떡의 굳기를 억제시켜 떡의 노화속도를 늦추는데 효과가 있다고 사료된다.

관능검사

느타리버섯분말을 0, 1, 2, 5% 첨가하여 제조한 설기떡의 관능검사 결과를 보면(Table 9), 색에서는 버섯을 많이 첨가할수록 점수가 낮아져 버섯분말 5% 첨가군의 점수가 가장 낮았다. 이는 버섯첨가량이 많을수록 떡의 색이 진하기 때문인 것으로 보인다. 향의 점수는 반대로 무첨가군에 비해 버섯 첨가군이 높았다. 부드러운 정도, 단맛, 씹힘성은 버섯 1% 첨가군에서 높았으며, 종합적인 기호도도 1% 첨가군에서 우수하였다. 5% 첨가군을 제외하고는 전반적인 기호도에는 차이가 없었다.

참쌀경단의 관능검사(Table 10)에서 향은 버섯분말이 많이 첨가된 5% 첨가군이 5.9점으로 높았고, 쓴맛은 버섯 1, 2% 첨가군(5.7점, 6.0점)이 무첨가군(5.5점)과 5% 첨가군(5.4점)보다 높았다. 부드러움은 처리들 간의 차이가 없었으며, 단맛과 씹힘성은 5% 첨가군이 가장 낮았다. 종합적인 맛은 버섯을 1% 첨가군이 5.4점, 2% 첨가군이 5.8점, 버섯 5% 첨가군이 5.1점, 무첨가군이 5.3점으로 버섯 1, 2% 첨가군이 좋았으나 통계적 유의성은 없었다.

요 약

설기떡은 1~72시간의 저장중 경도의 품질변화에 따른 영향을 조사하였다. 설기떡은 전반적으로 느타리버섯분말 2, 5%와 추출물 1, 2%을 첨가하여 설기떡을 제조하면 경도가 낮아져 대조군에 비해 1~2일 정도 단단해지는 것을 지연시키는 것으로 나타났다. Avrami 노화상수(k)도 무첨가군 0.0440인데 비해 2% 버섯전체분말 첨가군이 0.0111로 나타나 버섯첨가에 의한 노화 지연을 알 수 있었다. 설기떡의

관능검사는 부드러움, 달콤함, 씹힘성, 종합적인 기호도에서 1% 첨가군이 우수하였다. 경단은 0~6시간의 느타리버섯분말과 추출분말과의 숙성시간을 둔 다음 제조한 후 저장하면서 경도를 조사하였다. 경단의 경도는 저장 72시간에서 숙성 6시간의 무첨가군이 1367 g-force에서 5% 첨가군이 926 g-force로, 떡을 익히기 전에 숙성시간이 길고 버섯분말 첨가량이 많을수록 경도가 낮았다. 경단의 Avrami 노화상수(k)는 버섯 무첨가군이 0.0652인데 비해 10% 버섯전체분말 첨가군이 0.0178로 상당히 감소하였다. 관능검사는 쓴맛과 향은 버섯분말 2% 첨가군이 높았으며, 종합적인 맛도 2% 첨가군에서 높았다. 위 실험으로 보아 전반적으로 설기떡은 버섯첨가량 1%, 경단에는 버섯첨가량 1, 2%가 적당하다고 여겨진다.

문 헌

- Kim WS. 2010. Effect of addition of enzyme-resistant rice RS3 on quality and textural characteristics of madeleine. *Korean Association of Human Ecology* 19: 191-201.
- Chung HS. 1995. A study on the sensory quality of Ssook-sulgi added with different ratio of glutinous rice and mugworts. *J Korean East Asian of Dietary Life* 5: 73-77.
- Joung HS. 1996. Quality characteristics of Bacsulgi added with job's tears brown rice. *J Korean East Asian of Dietary Life* 6: 177-186.
- Park GS, Shin YJ. 1988. Mechanical characteristics and preferences of Gamkugsulgie-dduk by different addition of *Chrysanthemum indicum* L. *J Korean East Asian of Dietary Life* 8: 289-296.
- Kim SK, Ciacco CF, D'Appolonia BL. 1976. A research note kinetic study of retrogradation of cassava starch gels. *J Korean Food Sci* 41: 1249-1250.
- Lee SE, Kim KS. 1995. Effects far storage methods and thawing on the degree of gelatinization and quality characteristics of Baeksol. *Chung Ang J Family Life* 9: 5-35.
- Hoseney RC. 1986. *Principles of cereal science and technology*. The American Association of Cereal Chemists, Inc.,

- St. Paul, MN, USA. p 54.
8. Song JC, Park HJ. 2003. Effect of starch degradation enzymes on the retrogradation of a Korean rice cakes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1262-1269.
 9. Whistler RL. 1954. Maltotetraose and crystalline penta-deca-acetylmaltotetraitol. *J Am Chem Soc* 76: 1671-1673.
 10. Kweon MR, Park CS, Auh JH, Cho BM, Yang NS, Park KH. 1994. Phospholipid hydrolyrate and antistaling amylase effects on retrogradation of in bread. *J Korean Food Sci* 59: 1072-1076.
 11. Son HS, Park SO, Hwang HJ, Lim ST. 1997. Effect of oligosaccharide syrup addition on the retrogradation of a Korean rice cake (*Karedduk*). *J Korean Food Sci Technol* 29: 1213-1221.
 12. Lee HY, Lee CH, Lee SH. 1993. *A study on the improvement of storage stability for traditional rice cakes and its commercialization*. Report of Korea Food Research Institute. p 16-17.
 13. Sohn CB, Lee SM. 1994. Effect of retrograde restraint of rice cake using raw starch saccharifying β -amylase from *Bacillus polymyxa* No. 26. *J Korean Food Sci Technol* 26: 459-463.
 14. Jung IC, Lee JS. 1999. Antioxidative effect of mycelium-free culture broth extracts of *Pleurotus ostreatus*. *J Korean Society for Hygenic Science* 5: 19-24.
 15. Yoshioka P, Iikawa T, Noda M, Fukuoka F. 1972. Studies on antitumor activity of some fractions from *basidiomycetes* I. An antitumor acidic polysaccharide fraction of *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Quel. *Chem Pharm Bull* 20: 1175-1180.
 16. Wang HX, Gao JQ, Ng TB. 2000. A new lectin with highly potent Antihepatoma and Antisarcoma activities from the oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Biochem Biophys Res Commun* 275: 810-816.
 17. Bobek P, Ozdin L, Galbavy S. 1998. Dose and time dependent hypocholesterolemic effect of oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* in Rats. *Nutrition* 14: 282-286.
 18. Chang ST, Miles PG. 1989. Mushroom science. In *Edible mushroom and their cultivation*. CRC press Inc., Boca Raton, FL, USA. p 3-25.
 19. Choi HS, Shin HH. 1998. Purification and partial characterization of a fibrinolytic protease in *Pleurotus ostreatus*. *Mycologia* 90: 674-679.
 20. McIver RG, Axford DWE, Colwell KH, Elton GAH. 1968. Kinetic study of the retrogradation of gelatinized starch. *J Sci Food Agric* 19: 560-565.
 21. Kim SK, Lee AR, Lee SK, Kim KJ, Cheon KC. 1996. Firming rates of cooked rice differing in moisture contents. *Korean J Food Sci Technol* 28: 877-881.
 22. Kum JS, Lee SH, Lee HY, Lee C. 1996. Retrogradation behavior of rice starches differing in amylose content and gel consistency. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1052-1058.
 23. Kim HH, Park GS. 1998. The sensory and texture characteristics of *Julpyun* and *Sulgidduk* in according to concentrations green tea powder. *J East Asian Dietary Life* 8: 454-461.
 24. Han MJ, Shin JE, Han YO, Kim NY, Lee KH. 2001. The effect of mugwort and storage on quality characteristics of Ssookgaedduck. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 634-638.
 25. Dragsdorf RD, Varriano-Marston E. 1989. Bread staling: X-ray diffraction studies on bread supplemented with α -amylase from different sources. *Cereal Chem* 57: 310-314.
 26. Koh BK. 1999. Development of the method to extend shelf life of Backsulgie with enzyme treatment. *Korean J Soc Food Sci* 15: 533-538.
 27. Shbuya N, Iwasaki T. 1984. Effect of cell wall degrading enzymes on texture of cooked rice. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 31: 656-661.
 28. Komaki T. 1988. Application of amylase and related enzymes to industry. In *Handbook of amylase and related enzymes*. The Amylase Research Society of Japan, ed. Pergamon Press, Oxford, England. p 195-196.
 29. Dziezak JD. 1991. Enzymes: Catalyst for food process. *Food Technol* 45: 78-85.
 30. Petel S, Jain N, Madamwar D. 1993. Production of α -amylase from *Halobacterium halobium*. *World J Microbiol Biotechnol* 9: 25-28.
 31. Ko MS, Kim SA. 2007. Sensory and physicochemical characteristics of jeungpyun with *Pleurotus eryngii* powder. *Korean J Food Sci Technol* 39: 194-199.

(2012년 5월 9일 접수; 2012년 6월 19일 채택)