

프락토올리고당과 클로렐라가 김치 숙성에 미치는 영향

박민경[†] · 인만진 · 정영철*

청운대학교 식품영양학과

*전북대학교 생물학과

Effect of Fructooligosaccharide and Chlorella Powder on *Kimchi* Fermentation

Min-Kyung Park[†], Man-Jin In and Young-Cheol Jung*

Dept. of Human Nutrition and Food Science, Chungwoon University, Chungnam 350-701, Korea

*Dept. of Biology Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

Abstract

Effects of fructooligosaccharide (1%, w/w) and chlorella powder (0.01% and 0.02%, w/w) on *kimchi* fermentation were studied. The values of pH and total acidity of *kimchi* containing fructooligosaccharide or chlorella powder were changed slowly compared to those for the *kimchi* sample containing 1% sugar during fermentation at 4°C. Growth of lactic acid bacteria was also inhibited by addition of fructooligosaccharide or chlorella powder. Furthermore, addition of 1% fructooligosaccharide and 0.02% chlorella powder showed synergic inhibitory effects against decrease of pH, increase of acidity and lactic acid bacteria growth. Color values of L, a and b were higher in *kimchi* with fructooligosaccharide at early stage of fermentation. In sensory evaluation including color, sour taste, crispness and overall quality, *kimchi* containing both 1% fructooligosaccharide and 0.02% chlorella powder showed the most desirable scores among the *kimchi* samples.

Key words: fructooligosaccharide, chlorella, *kimchi*

서 론

최근 효소적인 방법으로 만들어진 2~5개의 당으로 구성된 프락토올리고당, 대두올리고당, 말토올리고당, 갈락토올리고당, 이소말토올리고당 등이 생산되어 설탕 대체품으로 각종 식품에 사용량이 증가하고 있다. 올리고당은 인체에 미치는 여러 가지 유용한 효과로 인하여 일본에서 가장 먼저 식품에 이용되었는데, 비 소화성 물질로 칼로리가 낮으며(1) 대장에서 특정 균에 의해 발효되어 장의 건강에 도움이 되는 것이 대표적인 효과일 것이다. 올리고당 섭취에 의해 비피더스균이 증가하고 *Clostridium perfringens* 등의 유해균이 감소하며, 그로 인하여 설사 및 변비의 예방과 치료에 효과가 있으며 유해균의 독성 대사산물 생성이 감소하는 것으로 보고되었다(2-5). 이러한 효과 외에도 올리고당의 섭취는 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시키고, 고지혈증 환자에게서 혈압이 낮아지는 효과가 있음이 보고되었다(6). 또한, 프락토올리고당은 칼슘 흡수를 촉진시키는 것으로 보고되었다(7). 이와 같이 올리고당은 다양한 효과가 있을 뿐만 아니라 물성면에서는 설탕보다 낮은 감미도, 청량감, 보습성, 전분질 식품의 노화방지 특성 등이 있다(8,9).

한편, 클로렐라는 담수 중에 증식하는 직경 2~10 μm의 구형 단세포 녹조류로 다량의 엽록소와 단백질 50~60%, 지방 10~15%, 당질 5%, 식이섬유 13%, 회분 5%를 함유하고 있다. 클로렐라의 단백질은 필수아미노산인 이소류신, 루신, 라이신, 페닐알라닌, 타이로신 및 발린이 전체 아미노산의 36%를 차지하고 있어 인체에 유익한 우수한 단백질이다. 그 밖에 비타민 A, B군, C 및 E가 함유되어 있고 무기물의 함량이 높은 것으로 알려져 있다(10). 이러한 클로렐라는 녹황색 야채의 대체작용이 있는 건강식품 소재로 연구되어 왔으며 다양한 생리적 기능이 규명되고 있다. 예를 들면, 스트레스 예방작용(11), 항암제 부작용 감소(12), 다이옥신 배출 촉진작용(13), 콜레스테롤 저하작용(14), 혈압상승 억제 작용(15) 등이 보고되었다. 최근에는 건강식품 소재로서뿐 아니라 일반식품, 화장품, 사료 등으로 용도 범위가 확대되는 추세이나 아직까지 식품에 첨가재료로 폭넓게 사용하기 위한 적용연구는 드문 실정이다.

생활수준이 높아지고 고령화 사회에 접어들면서 기호적, 영양적으로 만족을 주는 수준에서 더 나아가 생리활성을 가지므로 건강을 유지하고 질병을 예방하는데 도움이 되는 식품을 증시하는 경향이 뚜렷해지고 있다. 이에 본 연구에서는,

[†]Corresponding author. E-mail: mkpark@cwunet.ac.kr
Phone: 82-41-630-3241. Fax: 82-41-634-8700

한국의 전통 발효 식품인 김치에 올리고당과 클로렐라를 첨가함으로써 영양학적으로 우수할(16) 뿐만 아니라 생리활성을 갖는 기능성 김치를 제조하고자 프락토올리고당과 클로렐라 분말의 첨가가 김치 숙성에 미치는 영향을 알아보았다.

재료 및 방법

재료

김치의 주재료인 배추, 고춧가루, 파, 마늘, 생강 등은 충남 홍성 시장에서 구입하였으며, 소금은 천일염, 멸치액젓은 하선정종합식품, 백설탕은 삼양사, 프락토올리고당(고형분 75 중량%, 화학명: 1-Kestose(GF2), Nystose(GF3), 1-Fructosyl Nystose(GF4))은 (주)제일제당, 클로렐라 분말은 (주)대상에서 생산하는 것을 구입 사용하였다.

김치 제조

배추를 약 4×4 cm로 절단하여 배추 무게의 1.5배에 해당하는 소금물(10%, w/w)로 봄철 상온에서 3시간 절인 후 수세하고 1시간 탈수하였다. 양념은 Cho 등(17)의 방법을 응용하여, 절인 배추 100 g에 대하여 파 2.0 g, 마늘 1.4 g, 생강 0.6 g, 멸치액젓 2.2 g을 첨가하여 제조하였다. 설탕 1%(w/w)를 첨가한 김치를 대조구로 하여 올리고당 및 클로렐라의 첨가는 Table 1과 같이 하였다. 완성된 김치는 플라스틱 용기에 넣어 4°C에서 숙성시키며 실험에 사용하였다.

pH 및 산도 측정

일정량의 김치를 blender(Waring Co., USA)로 마쇄한 후 거즈로 여과하여 얻은 여과액에 대하여 pH, 총산도, 색도 및 유산균수를 측정하였다.

pH는 pH meter(Orion, USA)를 사용하여 측정하였다. 산도는 김치 여과액 5 mL를 100 mL로 희석한 후 0.1% phenolphthalein을 지시약으로 사용하여 여과액 10 mL를 중화시키는 데 소비된 0.1 N NaOH 용량을 lactic acid 함량(%)으로 환산하여 표시하였다. 결과는 각 시료에 대하여 3회 반복 측정된 평균값으로 나타내었다.

색도 측정

분광측색기(Model Color JS555, Color Techno System Co., Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)

Table 1. Levels of fructooligosaccharide and chlorella powder added to kimchi (%)

Group	Sugar	Fuctooligosaccharide	Chlorella powder
Kimchi 1	1	0	0
Kimchi 2	0	1	0
Kimchi 3	1	0	0.01
Kimchi 4	1	0	0.02
Kimchi 5	0	1	0.02

값을 측정하였다. 측정치는 각 시료에 대하여 10회 반복 측정된 평균값으로 하였다.

유산균수 측정

김치 여과액 1 mL를 취하여 생리식염수로 10배씩 단계별로 희석한 후 희석액 1 mL를 유산균수 측정에 사용하였다. 배지는 Lactobacilli MRS agar(Difco, USA)에 0.02% Na-azide를 첨가한 고체배지를 사용하였으며 30°C 항온기(Sejong, Korea)에서 48시간 배양한 후 생성된 콜로니수를 계수하였다. 결과는 김치 여과액 1 mL당 콜로니 형성단위(colony forming unit, CFU)의 상용로그 값으로 표시하였으며 각 시료에 대하여 3회 반복 측정된 평균값으로 나타내었다.

관능검사

청운대학교 식품영양학과 학부생 10명을 대상으로 사전 훈련을 실시한 후 색(color), 신맛(sour taste), 아삭함(crispness), 향기(flavor) 및 종합적 기호도(overall quality) 항목에 대하여 5단계 평점법으로 검사하였다(1점, 매우 좋다; 2점, 좋다; 3점, 보통이다; 4점, 나쁘다; 5점, 매우 나쁘다). 결과는 평균 ±SD로 나타내었으며 ANOVA와 Tukey 검증법에 의해 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

pH 및 산도의 변화

숙성기간 중 측정된 김치의 pH 값은 각 처리구에서 정도의 차이는 보이나 7~14일에 급격히 낮아지며 이후 30일까지 서서히 감소하였다(Fig. 1). 숙성 21일과 30일의 pH가 김치 1~김치 5에서 각각 4.21, 4.32, 4.27, 4.33, 4.40 및 4.02, 4.09, 4.06, 4.12, 4.21로 1% 설탕을 첨가한 김치 1의 경우 21일에 숙성적기로 판단하는 pH 4.2(18)에 도달하는 반면 1% 올리고당과 0.02% 클로렐라를 혼합 첨가한 김치 5는 숙성적기가 30일까지 연장되었다. 숙성 전 기간 중 김치 1에 비하여 올리고당 또는 클로렐라를 첨가한 김치에서 pH가 높은 값을 보이고 있으

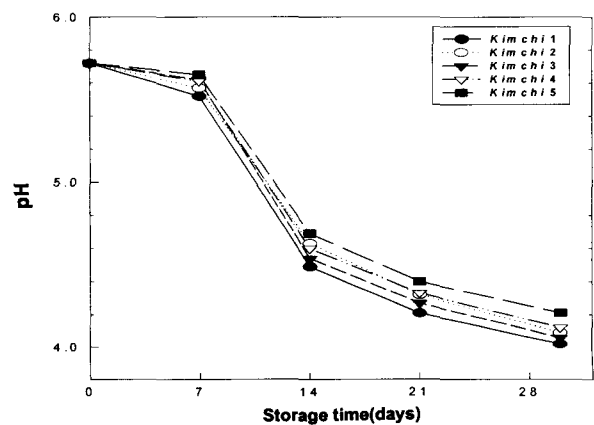


Fig. 1. Changes in pH of kimchi containing fructooligosaccharide and chlorella powder during fermentation at 4°C.

며 김치 5가 가장 높게 유지되었다.

김치숙성 중 산도는 Fig. 2에서 보는 것과 같이 7~14일에 급격히 높아지며 이후 서서히 증가하였다. pH의 결과와 같이 김치 1에 비하여 올리고당 또는 클로렐라를 첨가한 김치의 산도가 낮았으며, 올리고당과 클로렐라의 혼합첨가는 김치의 산도증가 억제에 가장 효과적인 것으로 나타났다.

색도 변화

김치의 색도 변화는 숙성이 진행되면서 배추와 부재료의 엽록소 및 카로틴 색소 등의 변화에 의한 것으로 숙도를 판단하는 한 지표로 사용되고있다(19,20). 일반적으로 김치가 적당히 숙성되면 L값이 커지며 밝고 광택이 나는 반면 과숙되면 어두워지며, 고추로부터 용출되어진 색소가 배추조직에 침투되어 적색도가 높아지고 황색도도 커지는 것으로 보고되었다(21-23).

본 실험에서 나타난 김치의 색상변화는 Table 2에서 보는 것과 같으며, 모든 구에서 pH 및 산도변화가 큰 숙성 7~14일에 색도의 변화도 크게 나타났다. 그러나, 김치 2와 김치 5의 색도는 담금직 후에 측정된 L, a 및 b값이 나머지 구에 비하여 높게 나타나 김치가 밝고 붉은 색과 황색이 강조되어 다른 구에 비해 숙성된 느낌을 주었으며 이러한 결과는 올리고당이 김치 색에 변화를 주고 있음을 보여준다. 숙성 14일 이후에는 각 처리구의 색도가 유사하였으나 김치 5의 변화 정도가 김치 1과 비교하여 적은 것으로 나타났다. 올리고당은 자체의 색이 없는 투명한 액체상태이지만 식품에 첨가 시 색택의 개선효과를 나타내는 것으로 판단된다. 한편, 클로렐라분말은 자체 색은 짙은 녹색을 띠는데 본 실험에 사용한 농도에서는 김치 색에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

유산균수의 변화

숙성 7일 이후 전기간에 걸쳐 김치 2, 김치 4 및 김치 5는 김치 1과 비교하여 뚜렷한 차이를 보였으며 특히, 김치 5의 유산균수가 가장 적었다(Fig. 3). 즉, 올리고당과 0.02%의 클

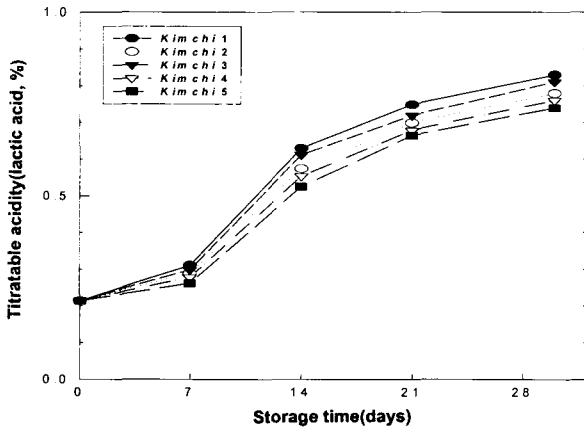


Fig. 2. Changes in titratable acidity of kimchi containing fructooligosaccharide and chlorella powder during fermentation at 4°C.

Table 2. Changes in color of kimchi containing fructooligosaccharide and chlorella powder during fermentation at 4°C

	Color	Fermentation period (days)				
		0	7	14	21	30
Kimchi 1	L	25.25 ¹⁾	27.92	57.89	51.51	49.08
	a	14.85	15.27	32.64	26.18	23.43
	b	28.21	32.67	63.40	50.13	47.29
Kimchi 2	L	29.97	30.51	50.31	55.55	51.45
	a	21.69	22.73	29.58	31.15	28.85
	b	37.01	38.13	50.11	53.14	50.58
Kimchi 3	L	25.60	26.40	54.38	52.75	50.43
	a	14.65	15.12	31.70	27.96	25.70
	b	30.21	28.57	52.84	44.97	47.41
Kimchi 4	L	26.54	26.63	51.08	53.65	51.62
	a	15.21	15.63	23.55	31.46	29.48
	b	30.19	31.23	47.79	49.76	54.75
Kimchi 5	L	28.42	29.76	48.11	51.83	54.92
	a	19.88	20.17	22.31	25.62	27.68
	b	36.31	37.41	43.74	47.52	50.36

¹⁾Values are means of 10 replications.

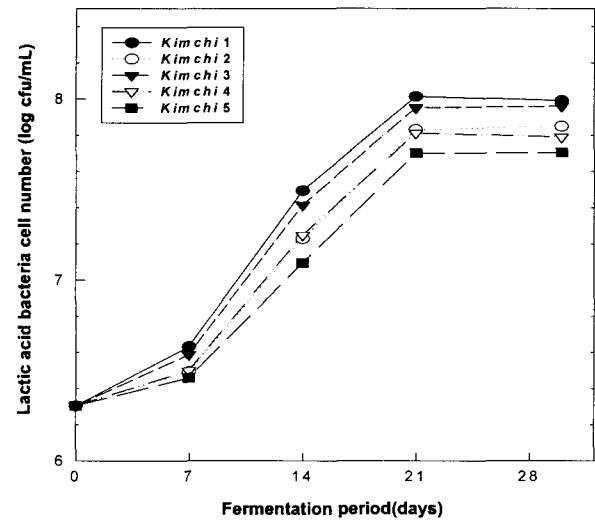


Fig. 3. Changes in lactic acid bacteria number of kimchi containing fructooligosaccharide and chlorella powder during fermentation at 4°C.

로렐라는 숙성기간 중 젖산균의 생육을 억제하였으며 두 물질의 혼합첨가가 가장 효과적인 것으로 나타났다. Park 등(24)은 항균력이 있는 물질을 절인 배추의 세척 시 처리하면 숙성초기의 균수가 크게 감소한다고 보고하였으나, 일반적으로 숙성이 진행됨에 따라 균의 생육억제 효과가 있는 것으로 나타났다(25-27). 올리고당 및 클로렐라의 첨가 또한 pH와 산도가 급격히 변화하는 숙성중기 및 후기에 젖산균 생육 억제 효과를 보였다.

Yun 등(28)은 올리고당류를 김치에 첨가하여 4°C에서 발효·숙성시켰을 경우 21일간의 저장기간 중 거의 초기 첨가 농도를 유지한다고 보고하였다. 이러한 결과는 김치 발효균에 의해 올리고당이 이용되지 못함을 보여주고 있다. 따라서

Table 3. Sensory evaluation for kimchi containing fructooligosaccharide and chlorella powder

Sensory characteristics	Fermentation period (days)	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3	Kimchi 4	Kimchi 5
Color	0	3.3±0.4 ^{a1)}	1.9±0.7 ^b	2.6±0.6 ^{ab}	2.6±0.8 ^{ab}	1.8±0.7 ^b
	7	3.2±0.6 ^a	2.1±0.8 ^b	2.3±0.8 ^{ab}	2.3±0.6 ^{ab}	2.2±0.6 ^b
	14	3.2±0.6 ^a	2.0±0.6 ^b	2.6±0.6 ^{ab}	2.8±1.0 ^{ab}	2.2±0.7 ^b
	21	3.7±0.6	3.1±0.8	2.9±0.7	3.0±0.6	3.0±0.6
	28	3.7±0.6	3.3±0.6	3.6±0.6	3.4±0.8	3.4±0.8
Sour taste	0	1.6±0.6	1.8±0.7	1.9±1.1	1.9±1.2	1.5±0.7
	7	2.0±0.8	1.7±0.8	1.7±0.8	1.9±0.7	1.4±0.9
	14	3.2±0.7 ^a	2.8±0.9 ^{ab}	2.3±1.0 ^{ab}	2.2±0.4 ^b	2.2±0.5 ^b
	21	4.2±0.6 ^a	3.9±0.8 ^{ab}	3.9±0.7 ^{ab}	3.3±0.5 ^b	3.3±0.5 ^b
	28	4.3±0.6	3.9±0.7	3.8±0.7	3.7±0.8	3.6±0.6
Crispness	0	2.2±1.0	1.8±0.6	2.0±1.0	2.2±1.0	1.7±0.7
	7	2.2±0.6	1.8±0.7	2.3±0.8	2.2±0.4	1.9±0.5
	14	2.9±0.9	2.3±0.8	2.7±0.6	2.5±0.5	2.3±0.5
	21	3.3±0.5 ^a	2.8±0.7 ^{ab}	2.8±0.7 ^{ab}	2.6±0.7 ^{ab}	2.4±0.5 ^b
	28	3.9±0.8	3.3±0.6	3.6±0.5	3.1±0.8	3.5±0.7
Flavor	0	2.4±0.5	2.3±0.8	2.4±0.9	2.8±1.2	2.4±1.0
	7	2.9±0.3	2.5±0.7	2.7±0.4	2.5±0.5	2.5±0.5
	14	3.3±0.5 ^a	3.0±0.6 ^{ab}	2.6±0.6 ^{ab}	2.5±0.5 ^b	2.5±0.5 ^b
	21	3.6±0.5 ^a	3.5±0.8 ^{ab}	2.9±0.6 ^{ab}	2.7±0.6 ^b	2.8±0.4 ^b
	28	4.2±0.7	4.1±0.7	4.3±0.8	3.4±0.8	3.4±0.5
Overall quality	0	3.1±0.7	2.5±0.7	2.8±0.6	3.0±1.1	2.5±0.8
	7	2.8±0.4	2.5±0.8	2.7±0.4	2.6±0.7	2.2±0.6
	14	3.7±0.6 ^a	3.1±0.8 ^{ab}	2.7±0.6 ^{ab}	2.8±1.2 ^{ab}	2.5±0.7 ^b
	21	3.8±0.7 ^a	3.4±0.5 ^{ab}	3.5±0.9 ^{ab}	3.2±0.7 ^{ab}	2.8±0.6 ^b
	28	4.1±0.7	3.7±0.6	3.6±0.9	3.4±0.8	3.4±1.0

¹⁾Means within the same row with same superscript in the same sensory characteristics are not significantly different at 5% level by the Tukey test.

5 point hedonic scale: 1, very good; 2, good; 3, acceptable; 4, poor; 5, very poor.

올리고당을 첨가한 김치는 설탕을 첨가한 김치에 비해 젖산균 증식에 필요한 발효성 당의 함량이 낮아져 증식이 지연된 것으로 추정된다. 한편, 클로렐라 열수 추출물이 방선균의 증식을 촉진하였으며(29), 클로렐라로부터 분리한 당단백 물질은 효모의 증식을 촉진(30)하는 등 클로렐라가 특정 미생물의 생육을 촉진하는 것으로 보고되었다. 그러나 본 연구에서는 김치에 클로렐라 분말을 첨가 시 유산균수가 감소하는 결과를 얻었다.

클로렐라는 수용액에서 양이온이 되는 무기물의 함량이 높아(10) 발효가 진행되면서 김치 중에 존재하는 젖산을 중화할 수 있는 가능성이 있는데 이러한 특성도 김치의 숙성이 지연되는 효과 특히, 산 생성 및 pH 저하 억제 효과에 기여한 것으로 판단된다. 올리고당과 클로렐라가 각기 김치의 숙성을 지연하는 기전은 다르지만 본 연구의 결과는 두 물질의 혼합 첨가에 의해 효과가 증대됨을 보여주고 있다.

관능적 특성

김치의 색, 신맛, 아삭함, 향기 및 종합적 기호도에 대한 관능검사 결과를 Table 3에 나타내었다. 색의 경우, 김치 담금 직후, 7일 및 14일에 김치 2와 김치 5가 김치 1과 비교하여 좋은 것으로 나타났다. 색도 변화 측정 결과에서도 나타났듯이 올리고당의 첨가는 김치의 색에 영향을 미치며 관능적으로 바람직한 방향으로 개선하였기 때문일 것이다. 그러나 21

일 이후에는 모든 처리구에서 유의성 있는 점수 차이가 없었다. 신맛의 경우 숙성 14일과 21일에 김치 4와 김치 5가 김치 1과 비교하여 낮은 점수를 보여 신맛이 적은 것으로 나타났다. pH 및 산도 측정 결과는 김치 2 또한 김치 1과 비교하여 뚜렷한 차이를 보이나 관능적으로는 클로렐라를 첨가한 김치 4와 김치 5가 신맛이 덜 느껴지는 것으로 추정된다. 아삭함은 숙성 21일에 김치 5가 김치 1과 비교하여 좋은 것으로 나타났다. 김치의 향은 신맛의 결과와 같은 경향을 보여, 숙성 14일과 21일에 김치 4와 김치 5가 김치 1과 비교하여 좋은 것으로 나타났다. 한편, 종합적인 기호도는 김치 5가 김치 1과 비교하여 숙성 14와 21일에 우수하였다. 올리고당은 식품에 첨가 시 청량감과 광택을 주며 보습 효과가 있다(8). 클로렐라 또한, 면류 및 빵 등의 식감을 개량하고 식품의 맛과 이취를 개선하는 효과가 있는 것으로 알려졌다(29). 따라서 두 물질의 첨가는 김치의 관능적 특성을 개선한 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 1% 프락토올리고당, 0.01% 및 0.02% 클로렐라 분말 첨가가 김치 숙성에 미치는 영향을 알아보았다. 프락토올리고당 또는 0.01% 및 0.02% 클로렐라를 첨가한 김치는 숙성기간 중 pH 및 총산도의 변화가 1% 설탕을 첨가한 김치(대조구)에 비하여 적었다. 유산균 수 또한, 프락토올리

고당 또는 클로렐라를 첨가한 김치가 적은 것으로 나타났다. 이러한 효과는 올리고당과 클로렐라를 혼합 첨가하였을 때 더욱 뚜렷하여 pH 값을 기준으로 한 가식기간이 10일 정도 연장되었다. 한편, 올리고당은 김치의 색도에 영향을 주어, 담금 직후 및 숙성초기에 L, a 및 b 값을 높이는 효과를 보였다. 관능검사 결과에 의하면 올리고당을 첨가한 김치는 색에 대한 기호도가 좋으며, 올리고당과 0.02% 클로렐라를 혼합 첨가한 김치는 색, 신맛, 냄새, 아삭함 및 종합적 기호도 등이 우수한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 올리고당과 클로렐라를 혼합 첨가하므로 김치에 기능성을 부여할 수 있을 뿐만 아니라 숙성지연에 대한 효과도 증대됨을 보여준다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 산·학·연 공동기술개발 지역 컨소시엄사업 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

문헌

- Molis C, Flourie B, Ouarné F, Gailing M, Lartigue S, Guigert A, Bornet F, Galmiche J. 1996. Digestion, excretion, and energy value of fructooligosaccharides in healthy humans. *Am J Clin Nutr* 64: 324-328.
- Hidaka H, Eida T, Takizawa T, Tokunaga T, Tashihiro Y. 1986. Effects of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifidobacteria Microflora* 5: 37-40.
- Kawaguchi M, Tashiro Y, Adachi T, Tamura Z. 1993. Changes in intestinal condition, fecal microflora and composition of rectal gas after administration of fructooligosaccharides and lactulose at different doses. *Bifidobacteria Microflora* 12: 57-67.
- Masai T, Wada K, Hayakawa K, Yoshihara I, Mitsuoka T. 1987. Effects of soybean oligosaccharides on human intestinal flora and metabolic activities. *Japan J Bacteriol* 42: 313-318.
- Saito Y, Takano T, Rowland I. 1992. Effects of soybean oligosaccharides on the human gut microflora in vitro culture. *Microbial Ecol Health Dis* 5: 105-111.
- Hata Y, Hara T, Okikawa T, Yamamoto M, Hirose N, Nagashima T, Torihama N, Nakajima K, Watabe A, Yamashita M. 1983. The effects of fructooligosaccharides against hyperlipidemia. *Geriatr Med* 21: 156-167.
- Huvel E, Muys T, Dokum W, Schaafsma G. 1999. Oligo-fructose stimulates calcium absorption in adolescents. *Am J Clin Nutr* 69: 544-548.
- 권혁건, 육철. 1994. 이소말토올리고당의 물리화학적 특성 및 식품에서의 이용. *생물산업* 7: 26-30.
- Kim YA. 1998. Effects of fructo-oligosaccharide and isomaltoligosaccharide on quality and staling of cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 875-880.
- Mori A. 1999. 클로렐라의 특성 및 식품으로서의 가치. *식품저널* 8: 60-64.
- 田中邦明. 1997. クロレラのストレス 潰瘍豫防作用. 診療と新薬 34: 26-34.
- Tanaka K, Konishi F, Himeno K. 1984. Augmentation of antitumor resistance by a strain of unicellular green algae *Chlorella vulgaris*. *Cancer Immunol Immunother* 17: 90-94.
- Morita K, Matsueda T. 1999. *Chlorella* accelerates dioxin excretion in rats. *J Nutr* 129: 1731-1736.
- 菅野敏博. 1998. クロレラの機能性研究の現状. *食品と開発* 32: 39-41.
- 井上清, 向山美雄, 岡博, 三澤鉦. 1995. 高血圧者に及ぶクロレラの影響. *日本栄養食糧學會誌* 48: 485-489.
- Park KY. 1995. The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 169-182.
- Cho EJ, Lee SM, Rhee SH, Park KY. 1998. Studies on the standardization of Chinese cabbage *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 30: 324-332.
- Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16: 443-450.
- Jang KS, Kim MJ, Oh YA, Kang MS, Kim SD. 1991. Changes in carotene content of chinese cabbage *kimchi* containing various submaterials and lactic acid bacteria during fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 20: 5-12.
- Kim MK, Ha GH, Kim MJ, Kim SD. 1994. Changes in color of *kimchi* during fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 274-278.
- Ku KH, Kang KO, Kim WJ. 1988. Some quality changes during fermentation of *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 20: 476-482.
- Chang KS, Kim MJ, Kim SD. 1995. Effect of *ginseng* on the preservability and quality of chinese cabbage *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 313-322.
- Kim SD, Kim MH, Kim ID. 1996. Effect of crab shell on shelf-life enhancement of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 907-914.
- Park WP, Park KD, Kim JH, Cho YB, Lee MJ. 2000. Effect of washing conditions in salted chinese cabbage on the quality of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 30-34.
- Choi MY, Choi EJ, Lee E, Cha BC, Park HJ, Rhim TJ. 1996. Effect of pine needle (*Pinus densiflora* sieb. et zucc) sap on *kimchi* fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 899-906.
- Oh YA, Choi KH, Kim SD. 1998. Changes in enzyme activities and population of lactic acid bacteria during the *kimchi* fermentation supplemented with water extract of pine needle. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 244-251.
- Lee SH, Jo OK. 1998. Effect of *litho erythrozoon*, *glycyrrhiza uralensis* and dipping of chitosan on shelf-life of *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1367-1372.
- Yun JW, Ro TW, Kang SC. 1996. Stability of oligosaccharides during fermentation of *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 28: 203-206.
- Nakao H, Maeda T, Kuwatsuka S. 1996. Effects of hot water extract and its residues of *Chlorella* cells on the growth of radish seedlings and the changes in soil microflora. *Jpn J Soil Plant Nutr* 67: 17-23.
- 菅野敏博, 新保國弘, 政田正弘, 田村五郎. 1996. クロレラ熱水抽出物由来の酵母に對する生育促進物質. *生物工學會誌* 74: 159-162.

(2002년 5월 25일 접수; 2002년 9월 3일 채택)