

신바이오틱스의 생리활성에 관한 연구 고찰

윤진아 · *신경옥*

KC대학교 식품영양학과, 삼육대학교 식품영양학과*

Studies on the Biological Activity of Synbiotics: A Review

Jin A Yoon and *Kyung-Ok Shin*

Dept. of Food and Nutrition, KC University, Seoul 07661, Korea

**Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea*

Abstract

This paper defines the common features of synbiotics based on the definition of probiotics and prebiotics, and reviews the effectiveness of synbiotic food. The concept of synbiotics is defined as ‘a mixture of prebiotics and probiotics that have a beneficial effect on the host, as a dietary supplement that alters living organisms in the gastrointestinal tract and improves their survival.’ Synbiotic food contains ingredients with beneficial microbes that are expected to improve interactions between microbial and useful substances. Synbiotic foods may have anti-cancer and immune system-boosting effects. Improved digestion, healthier bowel movements, and overall increased intestinal health has been reported were reported after increasing the healthy microorganisms within the intestinal tract. In addition, depending on the type of food containing the symbiotic ingredients, more consistent weight control, improvement of cardiovascular health, and lower blood glucose levels may also be expected. Unlike previous studies, this review of synbiotics has shown that it is necessary for synergistic effects to take place among microorganisms and components to be further studied. Further research is needed on the safety and ingestion of microorganisms contained in synbiotics.

Key words: synbiotics, probiotics, prebiotics, functional foods

서론

사회가 성장하고 경제적인 안정이 충족될수록 인간은 건강에 관심을 많이 가지게 되었다. 이러한 관심은 식생활에 중점을 두고 생각하게 되었고, 특히 장 건강과 유산균과 관련된 것에 대해 초점이 맞추어지고 있다. Petuely F(1958)가 ‘bifidogenic factor’에 대해 발표한 이래 관련 연구가 계속되어 프로바이오틱스(probiotics)와 프리바이오틱스(prebiotics), 그리고 신바이오틱스(synbiotics)에 대한 개념이 대두되었다. 프로바이오틱스는 Lilly & Stillwell(1965)에 의해 ‘미생물에 의해 생성되어 성장을 촉진시키는 인자’로 처음 정의되었으며, FAO(2006)와 WHO(2002)에서는 ‘충분한 양을 섭취하였을 때,

숙주에게 유익을 주는 살아있는 유기체’로 정의하였다. 최근에는 살아있는 상태뿐 아니라, ‘건조세포나 발효산물의 형태로 섭취하여 숙주의 장내균총을 개선하여 좋은 영향을 주는 단일 또는 복합형태의 생균제(Wasilewski 등 2015)’로 범위를 확장하려는 시도가 있다. 또한 프리바이오틱스는 Gibson & Roberfroid(1995)가 ‘대장에서 하나 또는 제한된 몇몇 세균의 성장과(또는) 활동을 선택적으로 자극하여 건강을 개선함으로써 숙주에게 유익을 주는 비소화성 식품 성분’이라고 최초로 정의하였으며, 최근에는 동물성 식품에 대한 논의를 포함하여 프리바이오틱스의 정의에 대해 다시 논의하려는 노력들이 있다(Hutkins 등 2016). 더불어 신바이오틱스는 Gibson & Roberfroid(1995)가 ‘위장관내에 살아있는 미생물을 이식하고,

* Corresponding author: Kyung-Ok Shin, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea. Tel: +82-2-3399-1657, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: skorose@syu.ac.kr

존속을 개선하는 식이 보충제로서 숙주에게 유익한 영향을 주는 프리바이오틱스와 프로바이오틱스의 혼합물'이라고 정의하였다. Pandey 등(2015)과 Wasilewski 등(2015)도 이와 유사한 정의를 내렸으며, 프로바이오틱스와 프리바이오틱스를 함께 급여함으로써 각각이 갖는 생리활성이 동시에 나타나게 되어 두 요인의 상승효과(synergy)가 발생한다는 장점이 있다(Kim YH 2016). 이러한 새로운 개념은 기존의 자료들을 새롭게 바라볼 수 있게 해 주기도 하지만, 잘 모르는 사람들, 특히 소비자들 입장에서는 혼동이 올 수 있는 것 또한 사실이다. 따라서 본 연구는 비교적 최근에 제시된 개념인 신바이오틱스에 대해 살펴봄으로써 그 정의와 효과에 대한 이해를 돕고 향후 연구에 대한 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다.

연구방법

본 연구는 신바이오틱스의 특성과 관련 연구에 대해 총설(systematic review)을 작성하였다. 1단계는 신바이오틱스의 특성에 관한 연구내용을 설계 및 계획하였으며, 2단계는 다양한 문헌을 검색하였다. 3단계는 선정된 문헌을 바탕으로 연구적 내용을 제시하였다. 4단계는 본 논문에서 설명하고자 했던 내용에 대해 분석된 데이터를 통해 객관적으로 해석하고 결론을 유추하였다.

본 문헌의 검색과 결과의 정리 기간은 2017년 8월 1일부터 2018년 1월 22일까지 이루어졌다. 문헌 검색은 database로서 Pubmed와 국내 각각의 학회 사이트를 활용하였으며, 검색어로는 'synbiotics' 및 그와 관련된 용어들을 사용하였다.

본 론

건강에 유익을 줄 수 있는 식이 '미생물' 제제로서의 프로바이오틱스와 자체의 물리화학적 효과와 함께 유익균의 생장과 증식을 도움으로써 건강에 도움을 주는 '식품 성분'인 프리바이오틱스에 대해서는 기존에 많은 연구들이 있어왔다. 프로바이오틱스의 예로는 비피도박테리아(*Bifidobacteria*)와 락토바실러스(*Lactobacillus*)로 대표되는 유산균류가 있고, 프리바이오틱스의 예로는 비소화성(또는 난소화성) 식이 섬유인 이눌린(inulin), 올리고프락토오스(oligo-fructose), 갈락토올리고당(galacto-oligosaccharides), 락툴로오스(lactulose) 등이 대표적이다. 신바이오틱스는 프리바이오틱스와 프로바이오틱스의 '동반 섭취 및 상승효과'에 초점을 두고 있다고 볼 수 있다. 프리 및 프로바이오틱스의 섭취는 유익균 증식, 우점을 통한 유해균 감소, 유해균의 부착 방지, 장내에서 생성되는 유해물질 감소 및 배출 촉진, 젖산 및 단쇄지방산 생산, pH

개선을 통한 유해균 감소와 광물질 흡수 증대, 장내 삼투압 개선, 프리바이오틱스의 수분 흡착 및 부피 증가 효과로 인한 장운동 촉진 등의 기작을 통해 건강을 증진하는 것으로 밝혀졌으며, 기존에 알려진 신바이오틱스의 효과와 신바이오틱 식품의 특성을 살펴보면 다음과 같다.

1. 신바이오틱스의 효과

1) 장 건강

기존의 연구들은 프리바이오틱스와 프로바이오틱스들의 각각의 효과에 대해 연구하였다. Chouraqui 등(2008)은 건강한 영아들에게 비피도박테리아, 락토바실러스, 90%의 갈락토올리고당 및 10%의 프락토올리고당을 혼합하여 섭취시켜 신바이오틱스의 안전성을 검증한 결과, 신바이오틱스를 섭취한 영아들의 설사 발생이 감소하였다는 결과를 얻었으며, 유아를 대상으로 한 연구(Bettler 등 2006)에서도 같은 경향을 확인하였다. Fisberg 등(2002)은 취학 전의 아이들을 대상으로 비피도박테리아, 락토바실러스, 프락토올리고당이 포함된 신바이오틱스를 섭취시킨 결과, 대조구에 비해 변비와 병으로 인한 결석일이 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 또한 비피도박테리아가 함유된 요거트를 섭취시킨 결과, 항생제 연관 설사(Antibiotic-Associated Diarrhoea: AAD)에 대해서도 효과를 보였으며, 변비도 개선되었다(O'Bryan 등 2013). 장과 관련된 또 다른 질환으로 과민성장증후군(Irritable Bowel Syndrome: IBS)과 염증성 장 질환(Inflammatory Bowel Disease: IBD)을 들 수 있는데, IBD 환자의 장내 미생물은 건강한 사람의 균총과 다르며(Guarner F 2008), IBD에 대한 신바이오틱스의 효과는 아직 명확하게 밝혀지지는 않았으나, 몇몇 연구는 신바이오틱스가 IBD에 유효할 가능성을 제시하였다. 일레로 Furrie 등(2005)은 24-67세의 대장염 환자 16명 중 무작위로 절반(9명)을 선발하여 캡슐 형태의 *Bifidobacterium longum* 과 작은 봉지에 담긴 이눌린, 올리고프락토오스를 6 g씩, 하루 2회, 4주간 공급한 결과, 직장경 검사, 인체 β -defensin의 mRNA 수준, Tumour necrosis factor α 와 interleukin 1 α , 상피세포의 염증과 재생이 모두 개선되었다고 보고하였고, Whelan & Quigley(2013)는 IBD와 IBS에 대한 프로바이오틱스의 효과를 연구한 문헌들을 비교한 결과, 계통에 의한 차이는 있지만 프로바이오틱스가 효과가 있었다고 보고하였다. 신바이오틱스와 관련하여 Ford 등(2014)은 IBS와 만성 변비에 대해 성인(만 16세 이상)들에게 프로바이오틱스, 프리바이오틱스, 신바이오틱스 등을 7일 이상 섭취시키고, 그 효과를 조사한 73건의 논문에 대해 메타-분석을 실시한 연구에서 프로바이오틱스와 신바이오틱스가 유익한 효과를 나타내었다고 보고하였다.

2) 면역

프로바이오틱스는 장내 미생물 균총 개선과 자신의 세포에 포함된 유익 물질을 통해 장관 점막에 관여함으로써 장관에서의 면역 기능을 증진한다(Klaenhammer TR 2007). Ouwehand 등(1999)은 프로바이오틱스가 점막 표면에 부착됨으로써 유해 미생물과의 경합에서 이겨 유해 미생물의 증식을 막는다고 보고하였다. 사람의 면역글로불린은 IgA, IgD, IgE, IgG, IgM 등 5가지가 있고, 체액을 따라 이동하면서 면역 기능을 수행하는데, IgA는 다른 면역글로불린과 다르게 장 내부로 분비될 수 있고, 프로바이오틱스가 IgA 분비 촉진의 역할을 할 수 있다(Forchielli & Walker 2005). 이러한 면역 조절 효과는 감염과 암에 대한 불특정 또는 항원 특정 방어의 강화에 의한 것이라고 보고되었다(Kanamori 등 2006). 또한 심각한 호흡기 질환을 앓고 있는 환자의 장에는 비피도박테리아와 락토바실러스가 적고 병원균이 많다는 사실이 알려져 있는데(Forchielli & Walker 2005), 신바이오틱스를 섭취시켰을 때 미생물 균총이 변한다고 보고되었다(Kanamori 등 2006).

3) 항암 효과

암의 발병 원인 중 하나는 식품인데, 발효유 섭취가 특정 암의 발병과 부(-)의 상관관계가 있다고 보고되었다(Gill & Cross 2002). 대장암에 대한 신바이오틱스의 효과를 알아보기 위한 동물 실험에서 신바이오틱스의 급여는 대장암의 발생을 감소시켰고, 프리바이오틱스 또는 프로바이오틱스만 급여한 실험군에 비해서도 암 발생이 적었다(Van Loo J 등 2005). 또한 IFN- γ 의 분비는 신바이오틱스를 12주 이상 섭취해야 분비가 조절된다는 것도 밝혀져서 면역 조절을 위해 신바이오틱스를 섭취할 경우 장기적으로 섭취하면 더 유익할 것으로 보고되었다(Roller 등 2007).

2. 신바이오틱 식품

프로바이오틱스와 프리바이오틱스의 2가지 기능을 가진 식품들을 신바이오틱스라고 하며, 이들은 Table 1과 같다.

1) 김치

김치는 발효식품으로서 $10^8 \sim 10^9$ CFU/g의 유산균을 포함하고 있으며, 비타민, 광물질, 식이섬유 등이 풍부한 식품이다(Park 등 2016). 발효과정에서 유기산, 이산화탄소, 에탄올, 만니톨, 박테리오신, CLA, 올리고당 등을 생성하며, 이들이 건강에 유익을 준다. 김치의 발효는 산도에 따라 개시(산도 0.2% 이하), 미숙성(0.2~0.4%), 적정 숙성(0.4~0.9%), 과숙성(0.9% 이상)의 4단계로 나뉘며(Chang & Chang 2010), 초기에는 *Leuconostoc mesenteroides*, 나중에는 *Lactobacillus sakei*가 우점한다(Lee 등 2008a). 이 외에도 *Weissella*, *Lactococcus*, *Pedococcus* 등이 발견된다(Lee 등 2008b).

장에서 서식하는 프로바이오틱스의 활성을 증가시켜 성장을 돕고, 장내 미생물의 균형을 조절하며, 기능을 개선하여 우리의 장 건강을 증진시킬 수 있는 난소화성 영양 성분을 프리바이오틱스라고 정의하고, 이러한 프로바이오틱스와 프리바이오틱스의 조합은 신바이오틱스로 알려져 있다(Gibson & Roberfroid 1995). Park 등(1996)의 연구에 의하면 김치에는 난소화성 영양성분인 불용성 식이섬유소와 수용성 식이섬유소가 건조물 당 19.1~9.1%로 많은 것으로 나타났다. 섬유질 식이는 프로바이오틱스의 효력을 증강시킨다. 또한 김치의 재

Table 1. Classification of probiotics and prebiotics in synbiotic food

Classification	Probiotics	Prebiotics	References
Kimchi	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>Lactobacillus sakei</i> <i>Weissella</i> <i>Lactococcus</i> <i>Pedococcus</i> etc.	Fiber etc.	Lee et al. 2008a Chang et al. 2010
Fermented seafood	<i>Enterococcus faecium</i> AJ06 <i>Leuconostoc mesenteroides</i> AJ13 <i>Pediococcus halophilus</i> AJ22 <i>Lactobacillus sakei</i> AJ29 <i>Pediococcus pentosaceus</i> AJ35 etc.	Product material during fermentation	Lim et al. 2016 Zhao et al. 2014
Dairy product	<i>Bifidobacteria</i> <i>Lactobacillus</i> <i>Enterococcus</i> <i>Pediococcus</i> <i>Streptococcus</i> <i>Leuconostoc</i> etc.	Inulin Oligo-fructose Galacto-oligosaccharides Lactulose etc.	An et al. 2013 Gomes et al. 2009

료인 마늘에 존재하는 알리신(allicin)성분이 김치의 대표적인 프로바이오틱스인 *Leuconostocs*의 성장을 저해하지 않고 장내 유해균의 성장만을 선택적으로 저해하는 것으로 알려졌다(Kim YH 2016).

김치에 대한 선행연구(Kim 등 2002; Choi 등 2014)를 보면, 식재료 자체에 포함되어 있거나 발효를 통해 생성된 클로로필, 페놀 화합물, 비타민 C, 카로티노이드 및 피토케미칼(phytochemical)류가 함유되어 있어 항산화 및 노화 방지 효과가 있으며, 알츠하이머 생쥐 실험에서도 김치 속의 성분들이 효과를 나타낸 것으로 보고되었다. Kim BK(2009)는 김치의 항돌연변이 효과에 대해 보고하였으며, 이와 관련하여 김치의 항암 효과에 대한 연구보고도 있다(Park & Rhee 2005). 김치 유산균들이 장 내에서 단쇄지방산을 생성함으로써 대장암 세포의 세포자연사(apoptosis)를 유발시켜 암 예방 효과를 나타내는 것으로 추정된다(Bengmark S 2001). 김치의 항비만 효과 연구(Yoon 등 2004)에서는 SD 흰쥐에게 고지방식이와 5%의 김치 또는 백김치를 급여한 결과, 고지방식이만 급여한 군에 비해 유사한 섭취량에도 불구하고 체중 증가가 적었으며, 간, 피하, 내장 지방 무게, 혈중 중성지방, 콜레스테롤도 유의적으로 낮았다고 보고하였다. Cui 등(2015)도 수컷 생쥐에게 고지방식이와 10%의 김치를 8주간 자유급식시킨 결과, 고지방식이군에 비해 체중 증가, 혈청 중성지방, 총 콜레스테롤, 저밀도지단백 콜레스테롤, 인슐린, 렙틴 등의 항목이 유의적으로 감소하였고, 고밀도지단백 콜레스테롤과 adiponectin은 증가하여 김치가 비만에 효과적이라고 보고하였다. 저자들은 그 이유를 캡사이신 및 식이섬유, 마늘 등의 효과와 더불어 김치의 *Leuconostoc mesenteroides*에 의한 것으로 해석하였다. 비만인에 관한 Kim 등(2011)의 연구에서도 김치를 섭취한 실험군이 대조군에 비해 체질량지수, 혈중 중성지방, 체지방 등이 감소하였다고 보고하였다. Lee 등(2012)은 1일 50 g 이상의 김치 섭취 습관이 체지방, 체질량지수(BMI), 혈압, 혈당은 낮추고, 고밀도지단백 콜레스테롤은 증가시킨다고 보고하였다. 김치 유산균으로 진행된 연구에서도 Chang 등(2010)은 *Lactobacillus acidophilus*로 세포 수준에서 항산화 효과를 확인하였으며, Shin 등(1998)은 김치의 유산균 파쇄액을 쥐에게 2주간 경구 투여한 결과, 암 조직 크기 감소, 생존력 개선 등으로 항암효과를 보였다고 보고하였다. Moon 등(2012)은 김치 유산균의 항비만 효과에 대하여 연구하였는데, 지방조직 세포인 3T3-L1에 김치에서 분리 동정한 유산균 *Weissella koreensis*의 배양 배지 추출물과 세포질을 처리한 결과, 지방세포 분화의 주요 전사 요소인 C/EBP- α 와 aP2, fatty acid synthase, SREBP1 유전자가 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 이 외에도 김치 유산균의 항알레르기(Segawa 등 2008), 항아토피(Won 등 2011) 효과가 보고되었으며, 김치 유

산균이 GABA를 생산하였다는 보고(Wong 등 2003)도 있다.

2) 발효 해산물

우리나라의 젓갈을 비롯하여 세계적으로 해산물을 발효시킨 식품들이 다양하게 존재하며, 이러한 해산물 발효식품은 소스, 페이스트, 슬라이스 등의 형태로 이용된다(Martinez-Alvarez 등 2016). 원재료 그대로 사용하기도 하지만, 염장, 숙성, 훈연, 향신료 사용, 건조 등의 과정을 거치며(Beddows CG 1997), 이 과정에서 수분활성 감소, 부패 또는 유해 미생물 증식 억제하여 프로바이오틱스 등의 유익한 미생물의 생육을 돕고, 내생/외생 단백질 분해효소 작용, 유기산 등의 화합물 생성과 향미 변화, 조직 연화 및 약화 등이 일어난다(Lopetcharat 등 2001). 또한 Thapa 등(2004)은 해산물을 발효시키는 유산균이 프로바이오틱스로서의 특성을 가지고 있다고 보고하였다. Lim 등(2016)은 멸치 젓갈로부터 젓산세균인 *Enterococcus faecium* AJ06, *Leuconostoc mesenteroides* AJ13, *Pediococcus halophilus* AJ22, *Lactobacillus sakei* AJ29 및 *Pediococcus pentosaceus* AJ35를 분리하였고, 프로바이오틱스로서의 특성을 갖추고 있다고 보고하였으며, 이들 젓산세균은 배양과정에서 저분자 대사산물(reuterin, diacetyl, fatty acids)과 박테리옌 등과 같은 항균물질을 생산하여 유해 균의 생육을 억제하는 항균 활성을 보였다.

이에 더해 발효 해산물에는 타우린(Cho 등 2000), coenzyme Q(Pyo & Oh 2011), S-adenosyl-L-methionine(Lee 등 2008b)이 함유되어 있으며, 건강 유의 효과도 보고되었다.

Kleekayai 등(2015)은 새우를 발효시킨 태국의 전통음식 Kapi의 항산화 및 항균 효과를 보고하였다. Itou 등(2007)은 고등어 발효식품인 Narezushi의 추출물을 고혈압 쥐에게 경구투여한 결과, 2-4시간에 혈압이 떨어졌으며, 초기 수준으로 회복되는데 8시간이 걸렸고, 70일간의 투여 실험에서 21일 이후로는 대조군 대비 낮은 혈압을 보여 투여 종료 후에도 28일간 혈압이 낮았다고 보고하였는데, 이 추출물이 angiotensin I-converting enzyme(ACE) 저해 효과가 있기 때문에 혈압이 낮아졌으며, 발효과정에서 관련 펩타이드가 생성되었다고 보고하였다. Lee 등(2004)은 멸치액젓에서 추출한 펩타이드가 림프종 세포(U937)의 세포자연사 유발을 통해 증식을 억제함으로써 암 예방 효과가 있다고 보고하였고, Duarte 등(2006)은 BALB/c 생쥐에게 발효된 생선에서 추출된 단백질 분말을 급여한 결과, 대조군에 비해 대식세포 활성과 IgA 세포 수, IL-4, IL-6, IL-10, IFN- γ 와 α 가 유의적으로 증가해 발효 해산물의 면역 조절 효과에 대해 보고하였으며, Kim 등(2004)은 멸치액젓 추출물의 항응고 효과에 대해서 보고한 바 있다. 해산물의 단백질, 다중펩타이드, 아미노산 등과 풍부한 광물질, 발효과정에서 생성되는 일부 비타민 B군, 다가불포

화지방산 등도 건강에 도움이 된다. 하지만 높은 염화나트륨 농도 및 중금속과 발효과정에서 발생하는 히스타민, 기타 아민류, *N*-nitroso 화합물, 기생충 등은 문제가 될 수도 있다 (Oh 등 2014). 발효 해산물에서 발견된 균들은 *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Megalobrama*, *Bacillus*, *Vagococcus*, *Enterococcus*, *Macrocococcus*, *Staphylococcus*, *Pediococcus* 등이다(Zhao 등 2014). 호염성 또는 내염성이 강한 균이 해산물 발효에 이용될 수 있으며, 이들 균을 분리하여 다른 식품 또는 박테리옌 제조의 스타터로 사용하거나(Wong & Mine 2004), 해산물의 발효과정에서 생성되는 항균물질과 젖산은 다른 유해미생물의 증식을 억제하여 치료 목적으로 쓰이기도 한다(Kim 등 2010). 발효 해산물에는 다양한 종류의 젖갈류와 곡류와 해산물을 첨가해 발효시킨 식해류가 있으며, 이들은 프로바이오텍스의 활성을 증가시켜 성장을 도와 장내 미생물의 균형을 조절하는 프리바이오텍스의 역할을 하며, 발효 해산물에 존재하는 젖산균들은 프로바이오텍스의 기능을 가지고 있어 신바이오텍 식품으로 더 많은 연구가 요구되는 바이다.

3) 유제품류

유제품에서 프리바이오텍스에 대한 선행연구(Oliveira 등 2013)는 저지방 우유에 이눌린을 저농도로 첨가하였을 경우, 락토바실러스와 비피도박테리아의 성장과 지속성을 강화시켰다고 보고하였으며, Terada 등(1992)은 락툴로오스의 섭취가 비피도박테리아를 유의적으로 증가시켰다고 보고하였다. 유익균이 이용 가능한 동물성 식품인 우유, 유제품, 육류, 수산물 등도 프리바이오텍스의 역할을 할 수 있다고 보고하였다(Chandan & Shah 2007; Nadal ES 2008; Yoon & Shin 2017a).

프로바이오텍스로 이용되는 유산균은 *Bifidobacterium*(약 30종)과 *Lactobacillus*(약 120종) 등 두 종류의 균주가 대표적이라고 보고하였다(An 등 2013; Yoon & Shin 2017b). 선행연구(Silva 등 2003; Asahara 등 2004)에서는 살모넬라에 노출된 생쥐에게 비피도박테리아 우유를 섭취시켰을 때 생존률과 해부병리학적 측면에서 비피도박테리아의 보호효과가 나타났으며, 그 기작은 프로바이오텍스가 생쥐의 살모넬라 감염을 감소시켰기 때문인 것으로 보고하였다. *Weissella*의 박테리옌 생성이 두부의 저장 기간을 연장시킨다고 보고하였으며(Chen 등 2014), Kefir는 사카로마이세스, *Lactobacilli*, *Streptococci*, *Leuconostoc* 등의 유산균도 포함되어 있고, 양유, 우유, 버펄로유, 낙타유 등으로 제조에 이용된다(Murofushi 등 1983).

낙농 제품 중 신바이오텍 식품으로 첫 손에 꼽을 수 있는 것은 발효유와 치즈이며, 건강기능상의 효능이 알려지면서

그 소비량은 급격히 증가하고 있다(Hekmat & Reid 2006). 발효유에서 주로 이용되는 균은 *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium*이며, 이 외에도 *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* 등이 요거트, 버터밀크, 케피르, 쿠미스 등에 이용된다(Tuohy 등 2003). 이 균들은 유당이나 프리바이오텍스를 이용하며, 추가적인 프리바이오텍스의 이용은 유산균의 생존과 활성에 긍정적인 영향을 주어 신바이오텍스로의 활용이 가능하다(Crittenden RG 1999). 발효유의 섭취를 통해 장내 미생물 개선, 면역 강화, 아토피 및 알레르기 완화, 설사, 염증성 장 질환, 과민성 장 증후군 개선, 항암 등의 효과를 기대할 수 있다(Alm 등 1993; Isolauri 등 2000; Silva 등 2003; O'May 등 2005; Commane 등 2010).

치즈는 어린이로부터 노년까지 골고루 섭취할 수 있는 프로바이오텍 식품이며, 많은 국가에서 섭취량이 증가하고 있다(de Cruz 등 2009). 다른 유제품에 비해 상대적으로 높은 pH, 높은 완충 효과, 높은 고형분과 지방 함량이 특징이며, 유익한 효과를 주는 주된 균은 *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium* 이고, *Enterococcus*와 *Propionibacterium* 등도 발견되었다(Plessas 등 2012). 치즈의 영양 성분과 유산균 등에 대해 연구한 문헌은 기존에 많이 보고되었으나, 신바이오텍스로서의 치즈에 대해 보고한 문헌은 많지 않다. Cardarelli 등(2008)은 프로바이오텍스에게 이눌린과 올리고당을 공급하기 위해 petit-suisse 치즈를 이용한 결과, 치즈의 관능 품질과 살아있는 프로바이오텍스(*L. acidophilus*, *L. lactis*)의 수가 증가하였다고 보고하였고, *L. paracasei*와 이눌린을 포함시킨 크림치즈에서도 유사한 경향이 보고되었다(Buriti 등 2007). 프락토올리고당과 이눌린, *L. casei*와 *B. lactis*를 치즈에 첨가하였을 경우, 숙성 기간에 따른 프로바이오텍스의 생존률을 조사한 연구에서 숙성 초기 14일에 프로바이오텍스의 수가 증가하였다고 하였고(Gomes 등 2009), Rodrigues 등(2015)은 *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium* 및 프락토올리고당과 이눌린을 첨가시킨 치즈가 대조구에 비해 유리지방산과 CLA가 증가하였다고 보고하였다. 이눌린은 치즈에서 프리바이오텍스로서 뿐만 아니라, 지방 대체제와 조직감 개선제로서의 효과도 있다(Karimi 등 2015). Hatakka 등(2007)은 70세 이상 노인들에게 16주 동안 일반 치즈 또는 *L. rhamnosus* 및 *Propionibacterium freudenreichii*가 추가된 치즈를 섭취시킨 결과, 일반 치즈 섭취군에 비해 프로바이오텍스 치즈 섭취군이 구강 내 *Candida* 균이 21~30% 감소하였다고 보고하였다. 이 외에도 유장, 아이스크림, 영유아용 분유 등의 형태로 프리-, 프로-, 신바이오텍 식품이 연구 및 이용되고 있다(Shah 등 2010).

3. 향후의 연구 전망

신바이오텍스는 기능성 식품의 한 종류로 분류된다. 프로

바이오틱스는 발효 식품을 중심으로 많은 연구가 있었고, 프리바이오틱스도 이미 여러 종류의 식품에 응용되고 있다. 이를 응용하여 프로-, 프리- 바이오틱스를 결합시킨 식품 건강상의 유익에 대한 연구가 많이 진행되고 있으며(Dekker K 2008), 시장에도 관련 제품들이 이미 출시된 상황으로 관련 시장이 빠르게 성장하고 있다. 신바이오틱스에 관한 연구는 앞으로 개별 식품이나 미생물 종류(또는 계통), 성분별 연구를 넘어 분자 수준에서 진행될 것이다. 또한 현재까지 알려진 신바이오틱 식품 외에 새로운 식품 유형에도 사용 가능하도록 하는 방향의 연구 또한 필요할 것이며, 올바른 섭취 방법과 안전성 등에 대한 가이드라인도 제시될 필요성이 있다.

결론

본 논문에서는 프로바이오틱스와 프리바이오틱스의 정의에 대해 살펴보고, 이를 바탕으로 신바이오틱스의 정의와 일반적인 기능 그리고 대표적인 신바이오틱 식품의 종류와 효과를 간추려 보았다. 신바이오틱 식품은 유용한 미생물과 이를 도와주는 성분이 함께 포함되어 있는 식품으로 미생물과 유용 성분 간의 상호 작용을 기대할 수 있는 식품이며, 장내 미생물 개선을 통해 소화, 장운동, 배변, 장 건강, 항암, 면역 강화 등의 효과가 보고되었고, 식품의 종류에 따라서는 항산화, 항비만, 체중 조절, 심혈관계 질환 개선, 항균, 혈당 강하, 항당뇨 등의 효과도 기대된다. 기존의 프리-, 프로- 바이오틱스 관련 연구와 달리 각 미생물과 성분의 복합적인 동반 상승효과가 더욱 세밀하게 연구되어야 하며, 안전성과 섭취 방법 등에 대한 추가적인 연구가 필요하므로 앞으로의 연구 분야와 전망은 무궁할 것으로 전망된다.

References

- Alm L, Ryd-Kjellen E, Setterberg G, Blimquist L. 1993. Effect of new fermented milk product, cultura, on constipation in geriatric patients. *1st Lactic Acid Bacteria Norfolk Computer Conf* Norfolk
- An SJ, Kim JY, Choi IS, Cho KK. 2013. Insight into the roles of prebiotics and probiotics in the large intestine. *J Life Sci* 23:1295-1303
- Asahara T, Kensuke S, Nomoto K, Hamabata T, Ozawa A, Takeda Y. 2004. Probiotic bifidobacteria protect mice from lethal infection with shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7. *Infect Immun* 72:2240-2247
- Beddows CG. 1997. Fermented Fish and Fish Products, in *Microbiology of Fermented Food*. pp.416-440. Springer
- Bengmark S. 2001. Use of prebiotics, probiotics and synbiotics in clinical immunonutrition. *Proc Intl Sym Food Nutr Health for 21st Century* Seoul pp.187-213
- Bettler J, Miychel DK, Kullen MJ. 2006. Administration of *Bifidobacterium lactis* with fructo-oligosaccharide to toddlers is safe and results in transient colonization. *Int J Probiotics Prebiotics* 1:193-202
- Buriti FCA, Cardarelli HR, Filisetti TMCC, Saad SMI. 2007. Synbiotic potential of fresh cream cheese supplemented with inulin and *Lactobacillus paracasei* in co-culture with *Streptococcus thermophilus*. *Food Chem* 104:1605-1610
- Cardarelli HR, Buriti FCA, Castro IA, Saad SMI. 2008. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic *petit-suisse* cheese. *LWT-Food Sci Technol* 41:1037-1046
- Chandan RC, Shah NP. 2007. Functional foods based on dairy ingredients. In *Handbook of Food Products Manufacturing-Principles, Bakery, Beverage, Cereals, Cheese, Confectionary, Fats, Fruits, and Functional Foods*. pp.971-987. John Wiley & Sons
- Chang JH, Shim YY, Cha SK, Chee KM. 2010. Probiotic characteristics of lactic acid bacteria isolated from *kimchi*. *J Appl Microbiol* 109:220-230
- Chang JY, Chang HC. 2010. Improvements in the quality and shelf life of *kimchi* by fermentation with the induced bacteriocin-producing strains, *Leuconostoc citreum* GJ7 as a starter. *J Food Sci* 75:M103-M110
- Chen C, Rui X, Lu Z, Li W, Dong M. 2014. Enhanced shelf-life of tofu by using bacteriocinogenic *Weissella hellenica* D1501 as bioprotective cultures. *Food Control* 46:203-209
- Cho SY, Joo DS, Park Sh, Kang HJ, Jeon JK. 2000. Changes of taurine content in squid meat during squid processing and taurine content in the squid processing waste water. *Korean J Fish Aquat Sci* 33:51-54
- Choi JM, Lee SH, Park KY, Kang SA, Cho EJ. 2014. Protective effect of *kimchi* against A β ₂₅₋₃₅-induced impairment of cognition and memory. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:360-366
- Chouraqui JM, Grathwall D, Labeaune JM, Hascoet JM, Montgolfer I, de Leclaire M, Giarre M, Steenhout P. 2008. Assessment of the safety, tolerance, and protective effect against diarrhoea of infant formulas containing mixtures of probiotics or probiotics and prebiotics in a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 87:1365-1373
- Commene DM, Shortt CT, Silvi S, Cresci A, Hughes RM,

- Rowland IR. 2010. Effects of fermentation products of pro- and prebiotics on trans-epithelial electrical resistance in an *in vitro* model of the colon. *Nutr Cancer* 51:102-109
- Crittenden RG. 1999. Prebiotics, in *Probiotics: A Critical Review*. pp.141-156. Horizon Scientific Press
- Cui M, Kim HY, Lee KH, Jeong JK, Hwang JH, Yeo KY, Ryu BH, Choi JH, Park KY. 2015. Antiobesity effects of *kimchi* in diet-induced obese mice. *J Ethnic Foods* 2:137-144
- de Cruz AG, Walter EHM, Cadena RS, Faria JAF, Bolini HMA, Frantini Fileti AM. 2009. Monitoring the authenticity of low-fat yogurts by an artificial neural network. *J Dairy Sci* 92:4797-4804
- Dekker K. 2008. The science behind the success of probiotics and prebiotics. *Food Products Design* 18:76-85
- Duarte J, Vinderola G, Ritz B, Perdigon G, Matar C. 2006. Immunomodulating capacity of commercial fish protein hydrolysate for diet supplementation. *Immunol* 211:341-350
- Fisberg M, Maulen-Radovan IE, Torno R, Crassoco MT, Giner CP, Martin FA, Belinchon P, Cosat CM, Perez MP, Caro JG, Garibay EMV, Aranda JAG, Po IMA, Silva Guerra AJM, Martinez SV, McCue M, Alarcon P, Corner GM. 2002. Effect of oral nutrition supplementation with or without synbiotics on sickness and catch-up growth in preschool children. *Int Pediatr* 17:216-222
- Food and Agriculture Organization. 2006. *Probiotics in Food: Health and Nutritional Properties and Guidelines for Evaluation*. p.85
- Forchielli ML, Walker WA. 2005. The role of gut associated lymphoid tissue and mucosal defence. *Brit J Nutr* 93: S41-S48
- Ford AC, Quigley EM, Lacy BE, Lembo AJ, Saito YA, Schiller LR, Soffer EE, Spiegel BM, Moayyedi P. 2014. Efficacy of prebiotics, probiotics, and synbiotics in irritable bowel syndrome and chronic idiopathic constipation: Systematic review and meta-analysis. *Am J Gastroenterol* 109:1547-1561
- Furrie E, Macfarlane S, Kennedy A, Cummings JH, Walsh SV, O'Neil DA, Macfarlane GT. 2005. Synbiotic therapy (*Bifidobacterium longum*/Synergy 1) initiates resolution of inflammation in patients with active ulcerative colitis: A randomised controlled pilot trial. *Gut* 54:242-249
- Gibson GR, Roberfroid MB. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J Nutr* 125:1401-1412
- Gill HS, Cross M. 2002. Probiotics and immune function. In *Nutrition and Immune Function*. pp.251-272. CABI Publishing
- Gomes A, Rodriguez D, Freitas AC, Rocha Santos T, Goodfellow B. 2009. Synbiotic cheese: Effect of prebiotic compounds on survival of probiotic strains throughout ripening time. *New Biotechnol* 25:S94
- Guarner F. 2008. Prebiotics in inflammatory bowel disease, in *Handbook of Prebiotics*. pp.375-392. CRC Press
- Hatakka K, Ahola AJ, Yli-Knuutila H, Richardson M, Poussa T, Meurman JH, Korpela R. 2007. Probiotics reduce the prevalence of oral *Candida* in the elderly. A randomized controlled trial. *J Dent Res* 86:125-130
- Hekmat S, Reid G. 2006. Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard yogurt. *Nutr Res* 26:163-166
- Hutkins RW, Krumbeck JA, Bindels LB, Cani PD, Fahey Jr G, Goh YJ, Hamaker B, Martens EC, Mills DA, Rastal RA, Vaughan E, Sanders ME. 2016. Prebiotics: Why definition matter. *Curr Opin Biotechnol* 37:1-7
- Isolauri E, Arvola T, Sütas Y, Moilanen E, Salminen S. 2000. Probiotics in the management of atopic eczema. *Clin Exp Allergy* 30:1604-1610
- Itou K, Nagahashi R, Saitou M, Akahane Y. 2007. Antihypertensive effect of narezushi, a fermented mackerel product, on spontaneously hypertensive rats. *Fish Sci* 73:1344-1352
- Kanamori Y, Sugiyama M, Komura M, Nakahara S, Sato K, Iwanka T, Yuki N, Morotomi M, Takahashi T, Tanaka R. 2006. Synbiotic therapy: An important supportive therapy for pediatric patients with severe respiratory diseases. *Intl J Probioti Prebiot* 1:161-168
- Karimi R, Azziz MH, Ghasemlou M, Vaziri M. 2015. Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. *Carbohydrate Polymers* 119:85-100
- Kim BK. 2009. Antiaging effects and anticancer mechanisms of *kimchi* during fermentation. Ph.D. Thesis, Pusan Natl Univ. Korea
- Kim DC, Chae HJ, In MJ. 2004. Existence of stable fibrin-clotting inhibitor in salt-fermented anchovy sauce. *J Food Compos Anal* 17:113-118
- Kim EK, An SY, Lee MS, Kim TH, Lee HK, Hwang WS, Choe SJ, Kim TY, Han SJ, Kim HJ, Kim DJ, Lee KW, 2011. Fermented *kimchi* reduces body weight and improves metabolic parameters in overweight and obese patients. *Nutr Res* 31:436-443
- Kim JH, Ryu JD, Lee HG, Park JH, Moon GS, Cheigh HS, Song YO. 2002. The effect of kimchi on production of free

- radicals and antioxidative enzyme activities in the brain of SAM. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:117-123
- Kim SY, Shin S, Koo HC, Youn JH, Paik HD, Park YH. 2010. *In vitro* antimicrobial effect and *in vivo* preventive and therapeutic effects of partially purified lantibiotic lactacin NK34 against infection by *Staphylococcus* species isolated from bovine mastitis. *J Dairy Sci* 93:3610-3615
- Kim YH. 2016. Probiotics, prebiotics, synbiotics and human health. *BT News* 23:17-22
- Klaenhammer TR. 2007. Probiotics and prebiotics. In *Food Microbiology-Fundamental and Frontiers*. 3rd ed. pp.891-910. ASM Press
- Kleekayai T, Saetae D, Wattanachaiyingyong O, Tachibana S, Yasuda M, Suntornsuk W. 2015. Characterization and *in vitro* biological activities of Thai traditional fermented shrimp pastes. *J Food Sci Technol* 52:1839-1848
- Lee DY, Kim SJ, Cho JH, Kim JH. 2008a. Microbial population dynamics and temperature changes during fermentation of *kimjang kimchi*. *J Microbiol* 46:590-593
- Lee MK, Lee JK, Son JA, Kang MH, Koo KH, Suh JW. 2008b. S-adenosyl-L-methionine (SAM) production by lactic acid bacteria strains isolated from different fermented *kimchi* product. *Food Sci Biotechnol* 17:857-860
- Lee SY, Song YO, Han ES, Han JS. 2012. Comparative study on dietary habits, food intakes, and serum lipid levels according to *kimchi* consumption in college students. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:351-361
- Lee YG, Lee KW, Kim JY, Kim KH, Lee HJ. 2004. Induction of apoptosis in a human lymphoma cell line by hydrophobic peptide fraction separated from anchovy sauce. *BioFactors* 21:63-67
- Lilly DM, Stillwell RH. 1965. Probiotics: Growth-promoting factors produced by microorganisms. *Science* 147:747-748
- Lim ES, Kim YM, Lee EW. 2016. Probiotic properties and safety assessment of lactic acid bacteria isolated from salt-fermented anchovy. *Korean J Food Sci Technol* 48:306-316
- Lopetcharat K, Choi YJ, Park JW, Daeschel MA. 2001. Fish sauce products and manufacturing: A review. *Food Rev Int* 17:65-88
- Martinez-Alvarez O, Lopez-Caballero ME, Gomez-Guillen MC, Montero P. 2016. Fermented seafood products and health. In *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*. pp.177-202. Academic Press
- Moon YJ, Soh JR, Yu JJ, Sohn HS, Cha YS, Oh SH. 2012. Intracellular lipid accumulation inhibitory effect of *Weissella koreensis* OK1-6 isolated from *kimchi* on differentiating adipocyte. *J Appl Microbiol* 113:652-658
- Murofushi M, Shiomi M, Aibara K. 1983. Effect of orally administered polysaccharide from kefir grain on delayed-type hypersensitivity and tumor growth in mice. *Jpn J Med Sci Biol* 36:49-53
- Nadal ES. 2008. Application of prebiotics and probiotics in meat products. In *Technological Strategies for Functional Meat Products Development*. pp.117-137. Transworld Research Network
- O'Bryan CA, Pak D, Crandall PG, Lee SO, Ricke SC. 2013. The role of prebiotics and probiotics in human health. *J Probiotics Health* 1:108
- Oh SR, Zhang CY, Kim TL, Hong SJ, Ju IS, Lee SH, Kim SH, Cho JI, Ha SD. 2014. Lactivation of *Anisakis larvae* in salt-fermented squid and pollock tripe by freezing, salting, and combined treatment with chlorine and ultrasound. *Food Cont* 40:46-49
- Oliveira RPS, Casazza AA, Aliakbarian B, Perego P, Converti A, Oliveira MN. 2013. Influence of fructooligosaccharides on the fermentation profile and viable counts in a symbiotic low fat milk. *Braz J Microbiol* 44:431-434
- O'May GA, Reynolds N, Macfarlane GT. 2005. Effect of pH on an *in vitro* model of gastric microbiota in enteral nutrition patients. *Appl Environ Microbiol* 71:4777-4783
- Ouwehand AC, Kirjavainen PV, Shortt C, Salminen S. 1999. Probiotics: Mechanisms and established effects. *Intl Dairy J* 9:43-52
- Pandey KR, Naik SR, Vakil BV. 2015. Probiotics, prebiotics and synbiotics-a review. *J Food Sci Technol* 52:7577-7587
- Park KY, Ha JO, Rhee SH. 1996. A study on the contents of dietary fibers and crude fiber in *kimchi* ingredients and *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 25:69-75
- Park KY, Kim HY, Jeong JK. 2016. *Kimchi* and its health benefits. In *Fermented Food in Health and Disease Prevention*. pp.477-502. Academic Press
- Park KY, Rhee SH. 2005. Functional foods from fermented vegetable products: *Kimchi* (Korean fermented vegetables) and functionality. In *Asian Functional Foods*. pp.341-380. CRC Press
- Petuely F. 1958. Der Bifidofaktor. *Deutsch Med Wochenschr* 82:1957-1960
- Plessas S, Bosnea L, Alexopoulos A, Bezirtzoglou E. 2012.

- Potential effects of probiotics in cheese and yogurt production: A review. *Eng Lif Sci* 12:433-440
- Pyo YH, Oh HJ. 2011. Ubiquinone contents in Korean fermented foods and average daily intakes. *J Food Compos Anal* 24:1123-1129
- Rodrigues D, Rocha-Santosa TAP, Gomes AM, Goodfellow BJ, Freitas AC. 2015. Lipolysis in probiotic and synbiotic cheese: The influence of probiotic bacteria, prebiotic compounds and ripening time on free fatty acid profiles. *Food Chemistry* 131:1414-1421
- Roller M, Clune Y, Collins K, Rechkemmer G, Watzl B. 2007. Consumption of prebiotic inulin enriched with oligofructose in combination with the probiotics *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium lactis* has minor effects on selected immune parameters in polypectomised and colon cancer. *Br J Nutr* 97:676-684
- Segawa S, Hayashi A, Nakakita Y, Kaneda H, Watari J, Yasui H. 2008. Oral administration of heat-killed *Lactobacillus brevis* SBC8803 ameliorate the development of dermatitis and inhibits immunoglobulin E production in atopic dermatitis model NC/Nga mice. *Biol Pharm Bull* 31:884-889
- Shah NP, da Cruz AGD, Faria JAF. 2010. Probiotics and Prebiotic Foods: Technology, Stability and Benefits to Human health. Nova Science Publishers, Inc
- Shin KS, Chae OW, Park IC, Hong SK, Choe TB. 1998. Antitumor effects of mice fed with cell lysate of *Lactobacillus plantarum* isolated from kimchi. *Korean J Biotechnol Bioeng* 13:357-363
- Silva AM, Barbosa FHF, Duarte R, Vieira LQ, Arantes RME, Niocli JR. 2003. Effect of *Bifidobacterium longum* ingestion on experimental salmonellosis in mice. *J Appl Microbiol* 97:29-37
- Terada A, Hara H, Katapka M, Mitsuoka T. 1992. Effect of lactulose on the composition and metabolic activity of the human faecal flora. *Micobial Ecol Health Dis* 5:43-50
- Thapa N, Pal J, Tamang JP. 2004. Microbial diversity in ngari, hentak, and tungkap, fermented fish products of North-East India. *World J Microbiol Biotechnol* 20:599-607
- Tuohy KM, Probert HM, Smejkal CW, Gibson GR. 2003. Using probiotics and prebiotics to improve gut health. *Drug Discovery Today* 8:692-700
- Van Loo J, Clune Y, Bennett M, Collins JK. 2005. The SYNCAN project: Goals, set-up, first results and settings of the human intervention study. *Br J Nutr* 93:S91-S98
- Wasilewski A, Zielińska M, Storr M, Fichna J. 2015. Beneficial effects of probiotics, prebiotics, synbiotics, and phyco-biotics in inflammatory bowel disease. *Inflamm Bowel Dis* 21:1674-1682
- Whelan K, Quigley EMM. 2013. Probiotics in the management of irritable bowel syndrome and inflammatory bowel disease. *Curr Opin Gastroenterol* 29:184-189
- World Health Organization [WHO]. 2002. Diet, Nutrition, and the Prevention of Chronic Diseases. WHO Technical Report Series No 797
- Won TJ, Kim B, Lim YT, Song DS, Park SY, Park ES, Lee DI, Hwang KW. 2011. Oral administration of *Lactobacillus* strains from kimchi inhibits atopic dermatitis in NC/Nga mice. *J Appl Microbiol* 110:1195-1202
- Wong AHK, Mine Y. 2004. Novel fibrinolytic enzyme in fermented shrimp paste, a traditional Asian fermented seasoning. *J Agric Food Chem* 52:980-986
- Wong CGT, Bottiglieri T, Snead OC. 2003. GABA, γ -hydroxybutyric acid, and neurological disease. *Ann Neurol* 54: S3-S12
- Yoon JY, Jung KO, Kim SH, Park KY. 2004. Antiobesity effect of baek-kimchi (whitish baechu kimchi) in rats fed high diet. *J Food Sci Nutr* 9:259-264
- Yoon JA, Shin KO. 2017a. Prebiotics: A review. *Korean J Food Nutr* 30:191-202
- Yoon JA, Shin KO. 2017b. Studies on the function of lactic acid bacteria and related yeasts in probiotics: A review. *Korean J Food Nutr* 30:395-404
- Zhao JR, Cheng SM, Hong WD, Wang RL, Li CH. 2014. Isolation, identification, and fermentation properties of lactic acid bacteria from air dried and fermented *Megalobrama amblycephala*. *Modern Food Sci Technol* 30:100-105

Received 30 January, 2018

Revised 10 May, 2018

Accepted 18 May, 2018