



## 음식물류폐기물의 자원화를 위한 항세균 활성 유산균의 개발

서정용, 송인근, 이대규\*, 이기영\*\*, 김영준†

가톨릭대학교 생명공학부 환경공학전, 경기특장(주)\*, 호서대학교 자연과학부 식품생물공학전공\*\*

(2006년 5월 24일 접수, 2006년 6월 20일 채택)

### From food wastes into useful probiotics: Development of Lactic acid bacteria as useful probiotics for animal feed without antibiotics using food waste

Jeong-Yong Seo, In-Geun Song, Dae-Gyu Lee\*, Ki-Young Lee\*\*, Young-Jun Kim

Division of Biotechnology, Catholic University of Korea, Kyunggi Special Equipment Co. Ltd.\*, Food Biotechnology, Hoseo University\*\*

#### ABSTRACT

For the conversion of food waste into a good recycling material such as animal feed without antibiotics, thirteen lactic acid bacteria, which can be used as good probiotics for animal feed, were isolated from the intestine and feces in pigs. All isolates showed strong tolerance to high salt (4% of NaCl), acid (pH4.0), and bile juice (0.8% of oxgall). The growth rate was best at 37°C in all strains. Among the isolates, *Lactobacillus plantarum* CJY-22, *L. brevis* CJY-42, *L. arizonensis* CJY-3, and *Pediococcus* sp. CJY-41 showed higher and broader spectrum of antimicrobial activities against six different pathogens such as *Salmonella*, *typhimurium*. *L. plantarum* CJY-22 has also grown well at 25°C, making this strain as an appropriate candidate for the fermentation of food waste at room temperature, thus conducting the fermentation process cost-effectively.

Keywords: food waste, Lactic acid bacteria, probiotics, antimicrobial activities

#### 초 록

음식물류폐기물의 무항생제 액상사료화를 통한 고급자원화를 이루기 위하여 항세균 대체용 항세균 활성 유산균주 13 종을 돼지 장관 및 분변에서 분리하였다. 분리 유산균은 모두 내염성 (NaCl 4%), 내산성 (pH 4.0) 및 내담즙성 (oxgall 0.8%)을 보였으며, 37°C에서 생장이 가장 높게 나타났다. 분리 유산균주중 *Lactobacillus plantarum* CJY-22, *Pediococcus* sp. CJY-41, *Lactobacillus brevis* CJY-42 및

† Corresponding author (yjunkim@catholic.ac.kr)

*Lactobacillus arizonensis* CJY-3 균주가 가장 높은 항세균 활성 및 광역의 항세균 활성 스펙트럼을 나타냈으며, *Lactobacillus plantarum* CJY-22 균주의 경우 25°C에서도 생장이 원활하여 음식물류폐기물에 적용시 가온없이 발효공정을 수행할 수 있는 유용 균주로 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

핵심용어 : 음식물류폐기물, 유산균, 생균사료, 항세균 활성

## 1. 서론

음식물류 폐기물의 자원화 공정은 크게 사료 화(건조, 액상), 퇴비화(호기성, 혐기성), 에너지 화(혐기성소화)등으로 나눌 수 있다. 사료화는 습식, 건식, 발효사료로 구분이 되고 있으나, 최근에 습식 사료 외에는 사료로서 기능을 못하고 있는 것으로 나타났다<sup>1)</sup>. 즉 공동주택에서 수거한 것을 건조에 의하여 사료 화하는 공정은 대부분 퇴비원료로 사용하고 있거나, 매립되고 있는 실정이다. 또한 음식물류폐기물을 자원화 하는데 있어서의 장애는 음식물중의 염분으로 인한 퇴비화의 어려움, 추가적으로 발생하는 폐수의 처리의 어려움이 있으며, 에너지 화는 후속 공정으로 정화처리를 하여야 하므로 폐수의 부하를 가중 시킨다. 또한 건식 사료화도 폐수가 발생하며, 많은 양의 에너지를 필요함으로 경제성이 떨어지는 방법이라 할 수 있다. 음식물 쓰레기는 수분함량이 높고, 분리수거가 명확히 이루어지지 않아, 주거지역 혹은 일부의 식당에서는 이물질이 혼합되어 있어, 그 처리에 많은 어려움을 가지고 있다. 또한 음식물쓰레기의 수거 관리상에 시간이 많이 소요되는 관계로 계절에 따라 부패 등이 수반함으로 사료 등의 자원화에 많은 어려움이 있다. 따라서 이와 같은 어려움을 극복하고자 음식물류폐기물의 액상 사료 화는 자원화 방법 중 에너지가 가장 적게 들며 또한 공법 및 시설이 간편하고 또한 제품으로 생산시의 이용효율도 가장 높다<sup>2)</sup>. 음식물류폐기물의 액상사료화의 보급 및 이용의 장애 요인은 가축에게 급여하였을 때의 경제성의 저하로 급여를 기피하는 현상이라 할 수 있다. 이러한 장애요인을 극복하면 음식물류폐기물을 자원화 하는데 있어서 가장 경제적이고 효과적인 방법이라 할 수 있다. 따라서 이러한 장애요

인을 제거하기 위하여서는 액상사료의 안정성이 확보되어야 함은 물론, 경제성도 확보하기 위한 방안으로 제조공정상의 처리 공정의 기술적 방법과, 가축급여 방법의 두 가지 모두 해결 되어야할 문제점이다.

한편, 가축의 질병을 예방하고 치료하기 위하여 일반적으로 모든 가축사료에게 항생제를 투여하고 있는데, 현재, 이를 남용함으로써 오히려 가축의 면역기능 및 질병저항력을 약화시키고 있는바, 이는 결과적으로 항생제사용의 악순환을 부추길 뿐만 아니라 항생제를 과다 복용한 가축을 섭취함으로써 인간의 건강에도 심각한 위협이 되고 있으며, 이러한 가축의 분뇨에 항생물질이 존재함으로써 주변의 환경에 악영향을 주고 가축분뇨의 퇴비화를 저해하는 요인으로 등장하는 등, 심각한 부작용을 초래하고 있다 하겠다. 이에 따라, 각 축산관계자와 농림부는 항생제의 사용을 줄이기 위한 다각적인 대책을 수립, 실행하고 있으며, 그 일환으로 생균제, 면역증강물질(알부민) 등 항생제 대체물질을 개발하고 있다. 이러한 대체물질 중의 하나로 유산균 생균제(probiotics)는 매우 우수한 항생제 대체물질로서 대두되고 있다<sup>3)</sup>. 이들 유산균생균제는 유산, reuterin, bacteriocins 등의 항균성 물질을 생성하는 한편, 가축의 장내 점막을 선점하거나 침입하는 병원균등을 응집시켜 장내 병원성 미생물의 침투를 사전에 예방해 가축들을 각종 질병으로부터 보호해주는 것으로 알려져 있다<sup>4)</sup>. 이러한 유산균 및 이들이 분비하는 각종 유기산들은 식품의 부패를 방지하는 식품보존제로서의 기능뿐만 아니라 사람과 동물의 소화기관내의 올바른 세균총 확립을 통하여 사람 및 가축의 소화기관을 건강하게 유지하는데 매우 탁월한 효과가 있는 것으로 알려져 있다<sup>5)</sup>.

따라서 본 연구에서는 음식물류폐기물로부터 항생제의 사용을 억제하고 무항생제 사료를 개발하기 위한 연구의 일환으로 건강한 돼지의 장내로부터 각종 유산균들을 분리, 동정하여 유산균생균제의 개발에 관한 연구를 진행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 장내 유산균 분리

경기특장(주)에서 사육한 3월돈령의 건강한 돼지의 내장과 90일령 및 120일령 돼지 분변으로부터 유산균을 분리 하였다. 장 조직은 위, 십이지장, 소장, 대장 그리고 직장에서 각각 무작위로 10 mm×10mm 크기로 5개의 조직을 잘라낸 다음 멸균식염수에 넣고 200rpm으로 교반하여 장 조직으로부터 유산균을 이탈시켰고, 장내 물질은 멸균 주사기를 이용하여 수확 하였다. 분변은 시료 10g 을 멸균 생리식염수에 넣고 같은 방법으로 교반하여 suspension을 얻은 이후 각각의 suspension을 serial dilution 하여 MRS agar와 Luria-Bertani agar 배지에 접종하여 plating 한 후 37°C에서 48 시간 배양한 다음 콜로니의 형태를 관찰하였다.

### 2.2 분리 유산균의 항 산성, 항 담즙 성 및 항 염성 특성

순수 분리된 유산균을 대상으로 가축의 장내에서 생존할 수 있는 필요조건인 위액의 강산과 담즙에 저항성을 확인하기 위하여 각각 pH 5.0으로 조정된 MRS agar 배지와 1% oxgall이 함유된 MRS agar 배지에 접종하여 집락형성을 관찰하여 그 생존율을 확인하였고, 음식물 사료에서 생존 가능한 항 염성 균주를 선별하기 위하여 4%의 NaCl이 함유된 MRS agar배지에서의 생장을 확인하였다. 또한 강산성에 대한 저항성 여부를 확인하기 위하여 pH 2로 조정된 MRS broth 배지에서의 생장 여부를 확인 하였다.

### 2.3 분리 유산균의 병원성 장내세균에 대한 항 세균 활성 및 스펙트럼

장내 병원성 세균에 대한 분리 유산균의 항 세균

활성 여부를 판단하기 위하여 돼지 장내의 *Salmonella typhimurium*에 대한 항 세균 활성 시험을 실시하였다. 전 배양된 *S. typhimurium* 균주를 65°C의 1% MRS agar 배지에 pouring method로 접종하여 배지를 균한 후, 투명대 존재 유무로 길항여부를 판단하였다. *S. typhimurium*에 길항 능을 갖는 유산균을 대상으로 *S. typhimurium*을 포함하여 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* 및 *E. coli*의 4종의 병원균에 대한 항 세균 spectrum을 측정하였다. 항 세균 활성 능에 대한 비교 실험을 위하여 대조 균주로 기존에 항 세균 활성을 갖는 것으로 보고된 *Lactobacillus delbruekii subsp.delbruekii* ATCC 10557, *Lactobacillus plantarum* ATCC 10771, *Pentococcus dextrinicus* ATCC 10251, *Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides* ATCC 10770을 사용하였다.

### 2.4 항 세균 활성 유산균의 동정

항 세균 활성을 갖는 분리 균주의 동정을 위해 먼저 그람 염색과 Catalase test를 실시 하였으며, 모두 유산균의 특성인 그람양성과 catalase 음성 결과를 나타내었다. 생화학적 특성 분석 및 균주 동정을 위한 실험으로 API50CHL kit를 이용하여 API test를 실시하였고, 실험 방법은 제조사의 실험과정 manual에 의거하여 실시 하였다.

분자생물학적 동정을 위해 16s rDNA를 추출하기 위해 Proteinase K/CTAB Method를 이용하여 세균의 Chromosomal DNA를 순수 분리한 후, 계통분류학적으로 고유한 특성을 갖는 16s rDNA를 PCR을 이용하여 증폭 하였다. 세균에 특이적으로 이용되는 primer인 9F와 1452R(Yoon et al.,1998)을 사용하였다(Table 1). PCR(Polymerase chain reaction)

반응조성은 10× buffer(20mM Tris-HCl, 100mM KCl, 0.1mM EDTA, 1mM DTT, 0.5% Tween 20, 0.5% Nonidet P-40<sup>Ⓢ</sup>), 50% Glycerol), 25mM MgCl<sub>2</sub>, 2.5 mM dNTP Mixture, 50 pmole primer이며, DNA template (60~80 ng/μl)와 5 units/μl Ex TaqTM

[Table 1] Amino acid sequence of universal primers by 16s rDNA

primers	Aminoacid sequence(5'→3')
Primer 9F	GAGTTTGATCCTGGCTCAG
Primer 1542R	AGAAAGGAGGTGATCCAGCC

Polymerase (TAKARA-Korea Biomedicals Inc.)를 첨가하여 총 100 $\mu$ l의 혼합물을 준비한 후 Thermocycler T1(Biometra Inc.)을 이용하여 PCR을 수행하였다. PCR 반응조건은 99 $^{\circ}$ C에서 5분간 초기 변성(Pre-denaturation)시킨 후, 94 $^{\circ}$ C, 30초간 해리작용(Denaturation Step), 55 $^{\circ}$ C, 1분간 혼성과정(Annealing Step), 72 $^{\circ}$ C, 1분간 중합반응과정(Polymerization Step)을 35cycle 반복시켰다. 이후 PCR 과정의 마지막 중합과정(Post-polymerization Step)을 72 $^{\circ}$ C, 10분간 수행하여 반응을 완료하고 4 $^{\circ}$ C에서 보관하였다. PCR 산물은 0.8% agarose gel에서 전기 영동하여 확인하였다. 분리 정제한 16S rDNA는 주솔젯트의 DNA Sequencing Laboratory에 의뢰하여 16S rDNA의 염기서열을 분석하였다. 유전자의 염기 서열의 중간 비교를 위해서 NCBI(National Center for Biotechnology Information)의 BLAST를 이용하여 기존에 밝혀진 DNA 염기서열과 비교, 분석하여 염기의 유사성을 비교하였다.

### 2.5 *L. plantarum* CJY-22 분리 유산균을 이용한 항담즙성, 항염성, 항산성에 대한 성장 곡선

일반적으로 생균제로 사용되는 유산균의 특성 또는 요구되는 인자인 항담즙성, 항염성, 항산성에 대한 *L. plantarum* CJY-22의 성장 곡선이다. 유산균이 생균제로 사용될 경우 위 장관을 통과하여 최종 목적지인 장내에서의 기능성을 발휘하기 위하여는 위에서 분비되는 산 및 담즙산에 대한 내성을 필요로 한다. 또한 식물 폐기물내의 염 농도에 대한 저항성 또한 검토하여 식물폐기물의 유산균 생균제 배양 배지로서의 적합한 염 농도에 대해서도 실험하였다.

### 2.6 식물폐기물을 배양배지로 이용한 분리 유산균의 최적 배양

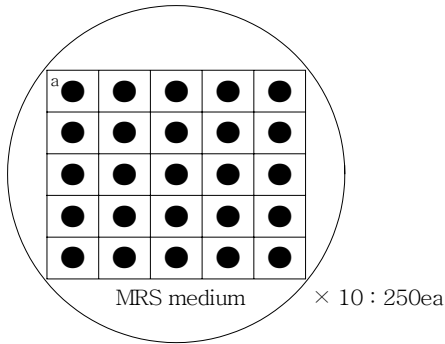
음식물사료를 유산균의 대량배양을 위한 배지로 사용하기 위하여 경기특장(주)에서 멸균 전 처리된 식물폐기물을 1회 시험량으로 각각 분주하여 냉동고에 저장하였고, 실험시 해동하여 실험에 사용하였다. 음식물사료 1L를 플라스크에 넣고 전배양된 유산균을 2ml( $9.58 \times 10^{12}$  cells/ml)로 접종한 후, 식물폐기물사료가 플라스크 바닥에 가라앉지 않을 정도로 느린 속도로 shaking incubator에서 37 $^{\circ}$ C로 배양하여 2시간 간격으로 시료를 채취하여 serial dilution 한 후, MRS agar 배지에 접종하여 37 $^{\circ}$ C에서 48시간 배양 후, MRS agar 배양 후 CFU를 계수하였다. 그리고 장기간 보관되었을 뿐만 아니라 수거과정에서 예상되는 식물폐기물내 유산균 성장 저해물질의 존재 유무에 따른 유산균의 성장 저해로 인한 실험상의 오차를 보정하기 위해 가톨릭대학교 구내 학교식당에서 신선한 음식물쓰레기를 수거하여 commercial Blender, U.S.A로 갈아서 수분함량 80% 그리고 고형물 함량 20%로 맞추어 총 부피 1L의 식물 폐기물을 이용한 배양 배지를 만들었으며 여기에 37 $^{\circ}$ C로 전배양한 20ml의 유산균  $4.3 \times 10^5$ 을 접종하였다. 비교 균으로는 MRS broth 배지 1L에 역시 전배양한 20ml의 유산균  $4.2 \times 10^5$ 을 접종하였다. 접종된 식물폐기물 배지는 2L 반응조에 투입되고 Lab-stirrer, POONGLIM.CO를 이용하여 Water bath 37 $^{\circ}$ C에서 임펠러로 천천히 교반하였다.

## 3. 결과

### 3.1 장내 유산균 분리

유산균 생장배지인 MRS 배지와 Luria-Bertani 배지를 이용하여 각 조직으로부터 유산균을 분리

한 결과, 분변 및 장내 fluid에서는  $10^5$  cell/ml의 세균이 분포하였으나 위를 포함한 각 소화기관 조직에서는 균체수가 미미하였다. plate에서 콜로니의 형태를 기준으로 무작위적으로 유산균으로 추정되는 세균 250균주를 순수 분리 하였다.



[Fig. 1] Pure culture with MRS medium of isolated strains from Pig's each intestines

<sup>a</sup>. Isolated strains from Pig's each intestines

### 3.2 분리 유산균의 항염성, 항산성 그리고 항담즙성

250개 분리 균주를 이용하여 1차적으로 항염성 (NaCl 4%), 항산성 (pH5), 항담즙성 (Oxgall 0.6%)에서 생존하는 96개의 균주를 선별하였다 [Table 2], [Table 3].

1차 screening실험 이후에 생존한 선별균주 96

개를 가지고 2차 screening 실험인 강산성 저항성 인자를 갖는 유산균 50균주를 선별하였다.

### 3.3 분리 유산균의 병원성 장내세균에 대한 항 세균 활성 및 스펙트럼

먼저 *Salmonella typhimurium*을 포함한 4종의 병원성 장내세균에 대한 13종의 분리 유산균주 및 대조균주의 항 세균 활성 및 스펙트럼을 분석한 결과 13종의 항세균 활성 유산균주를 선별 하였으며, 대조균주인 *L. delbruekii subsp. delbruekii* ATCC10557균주의 항세균 활성 및 스펙트럼과 비교분석한 결과 *L. plantarum* CJY-22, *Pediococcus sp.* CJY-41, *Lactobacillus brevis* CJY-42 및 *Lactobacillus arizonensis* CJY-3 분리 유산균이 항 세균 활성 및 스펙트럼에서 대조균주에 비해 항 세균 활성능이 유사하거나 우수하였으며 그 중에서도 *L. plantarum* CJY-22 활성 스펙트럼이 가장 우수한 결과를 보여 주었다[Table 4].

### 3.4 항 세균 활성 유산균주의 동정

16s rDNA 분석과 그람 염색 결과 항 세균 활성을 갖는 CJY-22분리 유산균주는 *L. plantarum*으로써 그람양성 간균으로 나타났다[Table 5].

### 3.5 *L. plantarum* CJY-22 분리 유산균을 이용한 항담즙성, 항염성, 항산성에 대한 성장 곡선

[Table2] Fatal Factors in Intestines and Isolated Bacteria Against Salt

채취원	소장·위	십이지장 위	소장fluid	분변 (90일월령)	분변 (120일령)	자돈
선별균주	20	8	22	2	0	44

[Table3] Selected Bacteria Against Strong Acids (pH2.5) and Extraction Original

채취원	소장, 위	십이지장·대장	소장fluid
선별균주	20	8	22

[Table 4] Antimicrobial Activity and Spectrum of Isolated Lactobacillus Against Pathogenic Bacteria

Pathogenic bacteria Antimicrobial microbes	Inhibition distance (mm)			
	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	<i>E. coli</i> ATCC 8730	<i>Bacillus subtilis</i> ATCC6633
Isolated strains				
<i>L. plantarum</i> CJY-22	1.85	1.25	2.13	1.20
Type strain				
<i>L. delbruekii subsp. delbruekii</i> ATCC10557	1.88	1.20	2.03	1.13
<i>L. plantarum</i> ATCC 10771	1.85	1.18	1.85	1.15
<i>Pentococcus dextrinicus</i> ATCC 10557	-	-	1.85	1.40
<i>Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteriodes</i> ATCC 10770	1.85	1.28	1.85	1.23

[Table5] Identification of Isolated Lactobacillus by 16s rDNA

Identificaton result	Similarity (%)
<i>Lactobacillus plantarum</i>	98%

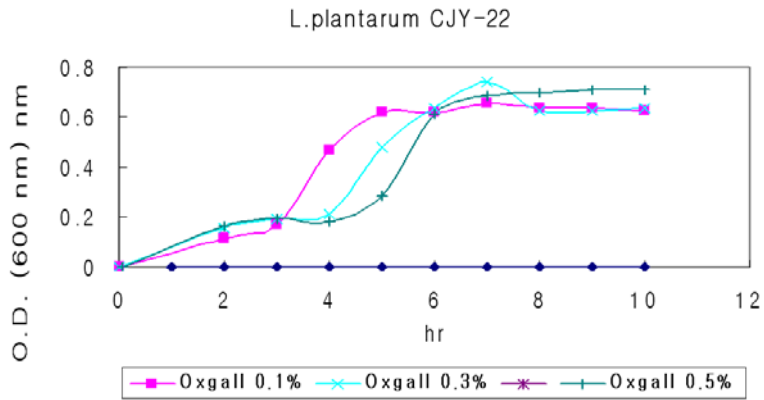
*L. plantarum* CJY-22 분리 유산균주는 온도 생장 실험 결과 37°C온도에서 생장률이 가장 좋았다. 25°C와 30°C에서 정체가 37°C에 비해 약 4 시간이 더 소요되었으나 이후 빠른 성장을 보였다. pH 조건에서는 pH4 이상에서 생장률이 좋았으며, 정체는 일반적인 배양조건에 비해 2시간 정도 길었다. 이에 반해 pH3 이하에서는 생장하지 못하였으며 최소 생장가능 pH는 3.5정도 인 것으로 나타났다. 인공 담즙인 Oxgall 농도 0.1 - 0.5%에서의 균주 의 생장은 큰 차이가 나타나지 않았다. 실험에 적용된 분리 균주 *L. plantarum* CJY-22는 0.8%의 oxgall 첨가 고체 배지에서 내성을 보인균 주로 0.5% 이상의 oxgall에서 생장이 원활할 것으로 추정된다[Fig. 1]~[Fig. 3].

### 3.6 신선한 음식물류폐기물을 이용한 유산균의 배양

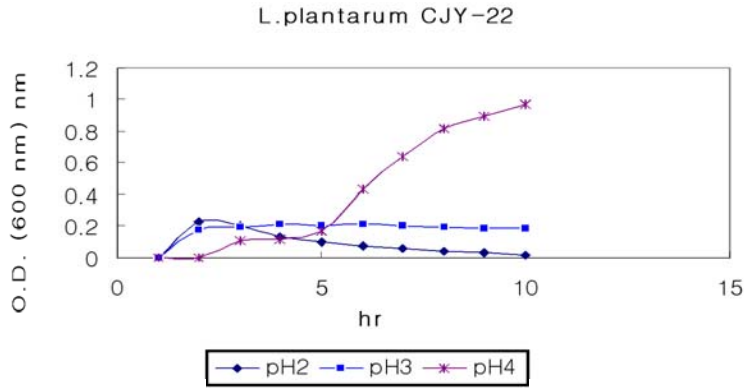
음식물의 수거과정에서 나타날 수 있는 미생물 기원의 toxin에 의한 생장저해 가능성을 대비하여 식사시간 후에 바로 채집한 음식물에 각각 멸균수, 우유 및 쌀뜨물의 3종류 첨가물을 음식물류폐기물과 동량으로 첨가하여 유산균을 37°C에서 24시간 배양한 결과, 멸균수와 우유를 첨가한 실험 군에서 원활한 생장이 이루어졌으며 쌀뜨물 첨가 실험군에서는 생장은 이루어졌으나 유의한 결과는 보이지 않았다[Table 6].

## 4. 고찰

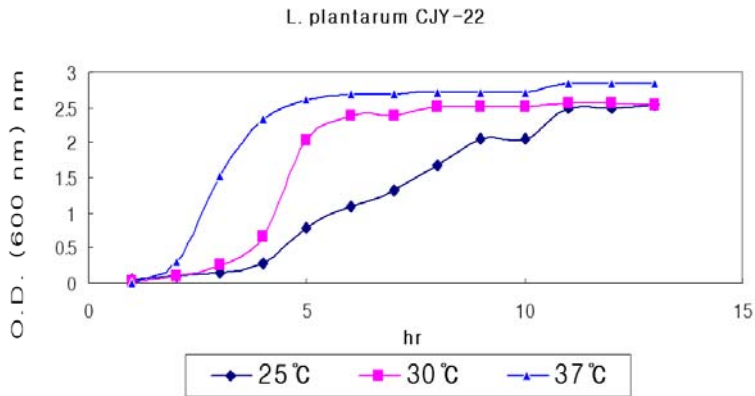
음식물류폐기물은 탄수화물, 단백질, 지방, 무기질 등이 풍부한 훌륭한 영양자원임에도 불구하고 함유량이 높아 쉽게 부패한다는 단점으로 인해 이의 재활용이 쉽지 않은 현실이다. 하지만 함유량이 높아 미생물이 잘 자란다는 점을 역이용하여 발효



[Fig.2] Antioxgall of L. plantarum CJY-22



[Fig.3] Antiacid of L. plantarum CJY-22



[Fig.4] Optimal temperature of L. plantarum CJY-22

[Table6] CFU Rate of Three Samples Mixed With Food Waste Following Time

An addition	Time		
	0hr	17hr	24hr
Distilled water	$6.31 \times 10^6$	$2.26 \times 10^7$	$1.25 \times 10^9$
Commercial milk	$6.20 \times 10^6$	$8.25 \times 10^7$	$7.42 \times 10^8$
Rice water	$1.46 \times 10^6$	$9.20 \times 10^7$	$1.03 \times 10^9$

미생물로 발효과정을 진행시키면 훌륭한 발효 사료로 전환이 가능하다. 발효 과정 중 미생물이 유기산을 생성하는데 대부분의 유기산은 항균효과를 가지고 있음이 밝혀졌고 동시에 음식물의 pH를 떨어뜨려 부패 미생물의 생육억제가 가능하다. 또한 미생물의 대사산물이 항생제로 개발, 사용되고 있음을 감안하면 적절한미생물의 선택, 배양은 항생물질의 생산까지 가능하리라 기대되고 있다. 이 경우 사료에 첨가되는 항생제 사용의 감소가 가능하다<sup>6)</sup>. 따라서 음식물류 폐기물을 이용한 자원화 시설에서의 양돈용 액상사료 제조 시 무 항생제 사료로의 고부가가치 사료를 생산하기 위한 유산균 생균제의 개발 및 최적발효조건의 확립을 목표로 하여 음식물류 폐기물사료에 접종 증식을 할 유산균 생균 제를 돼지의 장내에서 분리·동정하여 생물학적 특성을 분석하고 음식물류 폐기물의 배양 배지 적용을 위한 최적 발효 조건 확립과 또한 생균제를 이용한 항생제 대용 효과를 확인하며 최종적으로 음식물류 폐기물의 최적 사료 화를 위한 사료 내 유산균 이용 발효 변수를 도출하여 유산균을 음식물류 폐기물의 무 항생제 사료로의 활용을 위한 기초를 제공하는 것이 이번 연구의 목표이다. 따라서 이에 대한 검증은 위해 온도, 교반 속도, 항 pH, 항 염, 항 담즙, 생균수 등을 측정하였으며 장내에서 무 항생제의 역할을 위해 4가지 병원성 세균 (*Salmonella typhimurium*, *E. coli* ATCC 8730, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538)의 활성 억제에 대한 실험이 이루어졌다. 실험 결과 위의 4가지 병원성 세균에 대한 항균력은 공시균주에 비해 비슷하거나 보다 더 나은 결과를 얻었다. 하지만 음식물 폐기물의 배양 배지로서의 적합성 실험

에서 *L. plantarum* CJY-22는 대조군인 MRS broth 배지에서의 생장이 음식물류 폐기물 배지에서 보다 월등히 잘 자라는 것을 알 수 있었다. 이는 음식물류 폐기물 자체만으로는 유산균의 증식을 위해서 불충분하다는 것을 말해주는 결과 이고 유산균의 배양 배지로서 적합성을 갖기 위해서는 음식물의 성상에 대한 좀 더 많은 연구가 필요할 것이다. 이렇게 우리는 위의 실험을 통해 음식물류 폐기물자체의 probiotics feed를 위한 배양 배지로서의 적합성을 알아보았고 또한 우수한 사료로서 갖추어야 할 영양적 우수성 또한 보완 하였다. 우리가 분리한 항균력 이 우수한 *L. plantarum* CJY-22 의 경우에 병원성 세균 활성에 대한 억제 기작을 나타내고 있다. 이는 유기산이나 과산화수소 분비에 의한 영향일수도 있고 박테리오파지와 같은 단백질성의 물질일 가능성 또한 배제 할 수 없을 것이다<sup>7)</sup>. 이 부분에 대한 연구는 앞으로 진행 될 예정이다. 또한 일반적으로 통성 혐기성인 유산균과 호기성인 효모를 효과적으로 혼합발효를 시도하고 이를 위해 교반속도, 공기 주입량 등 적정 aeration 조건을 찾는 것 또한 우수한 음식물 폐기물의 배양 배지로서의 최적 조건을 도출하기 위해 필요한 과정이라 생각이 든다. 장내에서 효모는 산소와 강력한 친화력을 가지고 있어 장내 산소를 제거하여 혐기상태를 만들어 혐기성 세균의 증식을 도모함을 미루어 적절한 aeration 조건에서 유산균과 효모의 증식을 함께 극대화를 동시에 기대할 수 있으리라 생각된다<sup>8)</sup>. 따라서 *L. plantarum* CJY-22 의 무 항생제로써의 음식물류 폐기물에 첨가와 이런 음식물류 폐기물의 유산균 배양 배지로서의 적합성에 대한 연구는 앞으로 효과 적인 자원화와 동시에 고부가가치의 돈육 액상사료로서의



가치를 기대할 수 있을 것이다.

### 참고 문헌

1. 정승헌, "음식물류 폐기물 사료화 시설의 운영 현황과 발전방안"
2. 장기운 외 2인, "음식물쓰레기 관리와 자원화 기술", pp. 105~106 (2002).
3. "항생제 등 항균물질 사용절감 대책", 농림부(축산), (2005).
4. 김인철, "김치 유산균의 기능성 탐색 및 발효", 식품 저장과 가공산업, June (2005).
5. 문기혁 외 2인, "폐지분변으로부터 분리한 유산균주들의 헬리코박터 저해력과 항균활성 및 배양 특성", 한국생물공학회지 제20권 제2호 vol.20, No. 2, pp. 76~83 (2005).
6. Young-Hyo Chang<sup>1,2</sup>, \* 외 5인, "Selection of a potential probiotic Lactobacillus strain and subsequent in vivo studies", *Antonie van Leeuwenhoek* 80: 193-199, (2001).
7. D. Hernandez., et al., "Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from Tenerife cheese: initial characterization of plantaricin TF711, a bacteriocin-like substance produced by Lactobacillus plantarum TF711, *Journal of Applied Microbiology* 99, pp. 77~84 (2005).
8. 이기영 외 4인, "이용한 남은 음식물의 생균 사료화에 대한 공기주입의 영향", 폐기물 자원화, 제 11권, 제4호, (2003). 