

乳酸菌의 生育促進현상

성균관대학교 농과대학 낙농학과 **강 국 희**

미생물에는 수많은 종류가 있지만, 이들 중에는 인류에게 유익한 것이 있는가하면, 해로운 것도 있다. 해로운 미생물로서는 전염병을 일으키는 원인균, 각종 질병의 병원균과 비루스, 식품부패균, 腸內유해세균 등이며, 유익한 미생물중에서 그 으뜸이 되는 것이 유산균이고, 그외에도 누룩곰팡이, 치즈용곰팡이, 탁주효모, 질소고정균, 각종 항생물질 생산균, 토양미생물, 水中미생물, 식초용세균 등 여러가지가 있다.

유산균은 발효식품에 반드시 관계하며, 그 특유한 乳酸生成의 힘으로 발효식품의 품질을 조절하고 있다. 뿐만 아니라 유산균은 우리들의 소화기관에서도 많은 종류의 유해세균을 억제하여 우리의 건강을 조절하고 있다. 유산균이 이와같이 귀중한 역할을 감당할 수 있는 생명력은 왕성한 증식과 酸生成에 있으며, 이러한 능력이 감퇴하면 유산균으로서의 생명력은 소멸되는 것이다.

그래서, 유산균의 生育을 촉진시키기 위하여, 많은 연구가 이루어지고 있다. 이러한 연구의 내용을 차례로 정리하여 본다.

1. 乳酸菌의 상호작용에 의한 생육촉진

자연계에 존재하는 미생물은 공존하는 다른 종류의 미생물과 상호작용을 하면서 생존을 유지하고 있다. 미생물의 상호작용에는 서로의 생육을 촉진하는 共生작용, 상대편의 생육을 억제하는 拮抗작용이 있다.

미생물공업이나 식품산업에 있어서 미생물의 상호작용은 주로 共生작용이 관심의 대상이 되며, 이 작용에 의하여, 生産능력을 향상시킬 수 있는 것이다.

유산균의 경우에 서로 다른 종류를 혼합배양 할 경우, 두 菌株의 상호작용에 의하여 生育이 촉진되는 현상은 오래전부터 연구되어 오고 있다.

유산균의 생육촉진현상에 대하여,

Dahiya and Speck⁸⁾ (1962), Dahiya and speck (1963)⁹⁾는 生育이 빠른 Str. cremoris와 생육이 느린 Str. lactis의 우유배지에서 상호촉진 작용이 있음을 확인하고, 촉진물질을 분석한 결과, Str. lactis가 生成한 Adenine이 Str. cremoris의 生育을 촉진하였다고 밝혔다.

Hansen¹⁶⁾ (1941)은 Str. lactis와 Str. cremoris의 초음파세포추출물이 L. casei의 생육을 촉진하며, 이러한 작용은 치즈의 숙성에 있어서 매우 중요한 것이라고, 지적하였으며, Branen and Keenan²⁾ ((1969)은 치즈스타아터용 유산균의 세포추출물을 가지고 치즈에 많이 분포하고 있는 유산간균, L. casei, L. brevis, L. plantarum의 생육에 미치는 영향을 실험한 결과, L. casei는 Str. lactis와 Str. diacetylactis의 공동에 의하여 크게 생육이 촉진되었고, L. brevis와 L. plantarum은 Str. diacetylactis에 의하여 현저하게 촉진되며, 촉진물질은 透析性이면서, 가열에 의하여 부분적으로 파괴되고, 또, 촉진작용은 10°C에서도 나타나기 때문에, 실제로 cheddar 치즈의 숙성중에 유산균의 생육을 촉진할 것이라고 하였다.

또, Branen and Keenan³⁾ (1970)은 L. casei의 생육에 촉진효과가 있는 Str. lactis의 세포추출물을 분리하여, 분석한 결과, 이물질은 분자량 4,500달톤 정도의 작은 peptide로서, 핵산이나 인, glucosamine, 그리고 탄수화물을 함유하고 있지 않다고 하였다.

합성배지에서 생육할때, 비타민 B₁₂와 pteroylglutamic acid (folic acid)를 필요로 하면서 citrovorum factor를 生産하는 L. leichmannii 313과, 반대로, 비타민 B₁₂를 生産하는 능력이 있으면서, citrovorum factor를 요구하는 Leuconostoc citrovorum 8081의 두 균종은 서로가 필요한 물질을 상대편 균의 대사 생성물로부터 공급받는 상호 共生작용을 한다고 D-octor and Couch¹⁰⁾ (1954)가 보고하였다.

Nurmikko²⁷⁾ (1953)는 유산균의 상호작용을 실험한 중에, Str. faecalis와 L. arabinosus가 각각 단독으로서는 생육할 수 없는 배지에 이 두 균종을 혼합배양하면 모두 생육이 촉진되며 그중에서 L. arabinosus가 Str. faecalis보다 빨리 증식하며, 또한, proline 결핍배지에서 생육할 수 없는 Leuc. mesenteroides p-60과 folic acid 결핍배지에서 생육 못하는 Str. faecalis R를 혼합배양하면 proline과 folic acid가 함유되어 있지 않은 배지에서도 생육한다고 보고하였다. 뿐만 아니라, phenylalanine 요구균주 L. arabinosus 17-5와 threonine 요구균주 Str. faecalis R도 혼합배양하면 phenylalanine과 threonine이 없는 배지에서도 생육하는데 비교적 장시간의 유도기를 나타냈다고 하였다.

발효유의 starter로 많이 쓰이는 L. bulgaricus와 Str. thermophilus의 사이에도 共生관계가 있음이 Pette and Lolkema²⁹⁾ (1950), Katrndziejew²⁰⁾ (1954) Bautista¹⁾ 등(1966)에 의하여 밝혀져 있다. 우유배양시의 L. bulgaricus와 Str. thermophilus의 酸生成 촉진 상호작용에 대하여, Pette and Lolkema는 L. bulgaricus에 의하여 생성된 Valine이 Str. thermophilus의 발육촉진인자로 작용한다고 하였으나, Bautista에 의하면, Valine이 아니라, Histidine과 Glycine의 두종류 아미노산의 共同작용에 의한 것이라고 하였다. 또한, 이 두 菌種의 발육촉진 효과에 대하여 Higashio^{18,19)} 등(1977)이 보고한 내용은 다음과 같다. 즉, L. bulgaricus가 우유단백질을 분해하여 생성한 아미노산 중에 Valine, Histidine, Methionine, Glutamic acid, Leucine의 5종류 아미노산이 Str. thermophilus의 生育을 촉진하는데, 이들 중에서도 Valine이 가장 효과가 크며, 이들 아미노산 단독으로서는 촉진효과를 나타내지 않고 혼합첨가하여야 효과가 나타나며, 또한 Str. thermophilus에 의한 L. bulgaricus의 生育촉진효과를 나타내는 물질은 Formic acid와 Pyruvic acid이며 이 두 물질은 L. bulgaricus에 대하여 상승효과를 크게 나타낸다고 하였고, 이 두 물질의 대체효과시험에서 Formic acid는 다른 유기산으로 대체할 수 없었으나, Pyruvic acid는 Oxaloacetate, Fumarate, Malate, α -Ketoglutarate로서 대체효과가 나타났으며, 특히 Oxaloacetate와 Fumarate와 Formate를 혼합 첨가하므로써, Pyruvate와 同等한 효과가 있었다고 하

였다.

Heme¹⁷⁾ 등(1981)은 L. helveticus, L. lactis, L. bulgaricus의 추출물을 우유에 첨가하여 Str. thermophilus의 生育을 시험한 결과, 酸生成이 촉진되었는데, 특히 L. helveticus의 추출물에서 효과가 크게 나타났고, 이러한 촉진효과는 추출물중에 존재하는 Aminopeptidase에 의한 것이라고 하였다.

이와같이 유산균의 상호작용에 의하여 酸生成이나 生育이 촉진되는 현상에 관여하는 물질은 아미노산, 유기산, peptide, aminopeptidase, lactase 등으로 밝혀져 있으며, 앞으로도 계속하여 이 문제에 많은 연구가 축적되어, 유산균의 利用에 도움이 될 것으로 믿는다.

2. 유산균과 효모의 共生

유산균은 효모와 공존하는 경우에 생육이 촉진되거나, 장기간 생존이 가능하다는 연구가 보고되어 있다.

유산균의 생육촉진에 대한 효모의 영향에 대하여는 다음과 같은 연구가 있다.

유산균 단독으로서는 생육할 수 없는 배지에 Saccharomyces cerevisiae를 혼합 배양하면 유산균이 생육한다고 Challinor and Rose⁵⁾ (1954)가 보고하였고, Smith³²⁾ 등(1975)도 효모추출물이 Str. lactis의 생육을 촉진하며, 촉진물질로서는 추출물중의 아미노산 소량의 peptide가 작용하는 것이라고 하였다.

효모의 이와같은 효과는 Limburger 치즈에서도 나타난다. 즉, Limburger 치즈에 존재하는 효모가 치즈의 산도를 감소시켜 주므로써 Brevibacterium linens의 생육을 증가시키고, 뿐만 아니라, 유산균의 생육에 필요한 pantothenic acid, riboflavin, niacin등을 생성한다.

효모는 유산균이 생성한 酸을 이용하기 때문에 요구르트나 치즈에 있어서 유산균의 생존을 도와 주고 있다.

Soulides³³⁾ (1955)에 의하면 요구르트에서 분리한 효모 Torulopsis는 알콜비발효성인데, 이것과 함께 Str. thermophilus와 L. bulgaricus를 우유에 배양하면, 효모가 산을 이용하므로 유산균을 5~8개월 보존할 수 있었다고 하였다.

姜과 李³⁹⁾ (1980), 姜 등³⁸⁾ (1980), 姜 등⁴⁰⁾ (1982)

에 의하면, 치즈 제조시에 Saccharomyces fragilis와 Debaryomyces hansenii를 첨가하므로서 유산균의 생존기간이 향상되었는데, 그 원인은 주로 효모의 작용으로 치즈 curd의 산도가 감소하여 이것이 유산균의 생존에 유익하게 작용한 것이라고 하였다.

3. 유산균의 생육을 촉진시키는 물질

유산간균 L. casei의 생육촉진물질에 대한 연구에 있어서, Kihara and Snell²¹⁾ (1957), 그리고 Kihara and Snell²²⁾ (1970)은 순수한 trypsin의 순수카제인 분해물 보다도 카제인의 粗酵素분해물이 L. casei의 생육을 크게 촉진하였으며, 이와같은 차이가 생기는 것은 粗酵素분해물중에 존재하는 non-peptidic substance에 기인하고, 이 촉진물질이 Spermine과 Spermidine 이었으며, 이 두 물질은 산가수분해에 안정하고 카제인의 trypsin분해물의 존재하에서 L. casei의 생육을 크게 촉진한다고 하였다.

또, sodium citrate도 액체배지 1ml에 12~18 micro moles의 농도에서 L. casei의 생육을 촉진하며, 40 micromoles이상 첨가하면 생육을 완전히 저지한다고 Branen and Keenan⁴⁾ (1970)이 보고하였다.

우유의 Co-precipitate는 카제인과 웨이단백질의 대부분을 포함하는데, 이것을 액체배지로 환원하여 L. acidophilus를 접종하면 酸生成이 나타나지 않으나, 여기에 nicotinic acid, manganese, magnesium, magnesium, citric acid와 함께 phenylalanine, tyrosine, valine, cysteine, threonine를 첨가하면 酸生成이 증가하며, Co-precipitate의 半量만큼만 탈지분유를 혼합하면, 망간(Mn)만을 보충하여도 酸生成이 촉진된다고 Keoch²⁴⁾ (1970)은 밝혔다.

Str. faecalis의 생육배지에 식염을 소량첨가하면 Folic acid의 영양요구가 촉진되며, 또, L. casei의 배지에 Mn을 첨가하면 酸生成이 촉진된다고 Corbett⁷⁾ (1954)은 보고하였다. Man and Galesloot²⁵⁾ (1962)은 Mn이 Leuconostoc의 구연산발효를 촉진한다는 것을 인정하였다. Edes and Womack¹¹⁾ ((1953)도 합성배지 10ml에 100~500마이크로 그램의 Ca과 Mn을 첨가하여 L. casei의 산생성을 촉진시켰다. 그러나, 우유와 같이 Ca함량이 많은 경우에는 오히려 이러한 무기물을 제거하는 편이 유산균의 생육에 효과가 있다. 佐佐木 등⁴⁹⁾ (1959)은 우

유에 sodium metaphosphate를 첨가하여 Ca을 제거하면 L. acidophilus나 Bifidobacterium bifidus의 생육을 촉진시킨 시험을 하였다.

Pseudomonas fluorescens의 우유 배양액이 유산균의 생육을 촉진한다고 Claydon and Koburger⁶⁾ (1961)은 보고 하였으며, 소와 황⁵¹⁾ (1983)에 의하면, 발효유의 starter로 사용하는 L. casei가 酸生成력이 감퇴되어 제품제조에 지장을 초래하는 경우가 있는데, 이러한 경우에는 Trypsin에 의한 sodium caseinate의 분해물을 소량첨가 하면 효과가 있다고 하였다.

액상발효유의 원료유배합시에 유산균의 생육을 촉진하기 위하여 효모추출물, 클로레라추출물, KH₂PO₄, K₂HPO₄등을 첨가하면 효과가 있다고 姜 등³⁷⁾ (1983)은 지적하고 있다.

4. 유산균의 생육에 대한 향신료의 영향

유산균의 생육에 향신료가 어떠한 영향을 미치는가에 대해서도 많은 연구가 보고되어 있다. 향신료는 어느 나라에서든지 각종 식품에 첨가하고 있으며, 특히 우리나라의 경우를 보면, 김치류에 많은 종류의 향신료를 사용하고 있다. 김치가 유산발효에 의하여 숙성된다는 것을 생각할때 김치의 맛을 조절하는 유산균의 생육에 향신료가 어떻게 작용할 것인지 흥미의 대상이 아닐수 없다.

Kissinger and Zaika²³⁾ (1978)는 생강, 고추, 겨자, mace, 신나몬 이 L. plantarum과 Pediococcus cerevisiae의 酸生成을 촉진하지만, 생육을 촉진하지는 않았다고 하였다.

우리나라의 김치제조에 이용되고 있는 향신료에 대해서는 劉 등⁵²⁾ (1978)의 보고가 있다. 즉, 김치숙성에 주역이 되는 L. plantarum과 L. fermenti의 생육에 대한, 생강, 마늘, 고추의 영향을 실험한 결과, 이러한 물질들의 첨가량이 어떤 일정한 범위안에서는 첨가량이 증가할수록 유산균의 생육이 촉진되었다고 하였다.

우유발효의 종균으로 사용하는 유산간균 L. casei의 생육에 대하여, 마늘, 생강, 파, 고추 등이 어떠한 영향을 미치는가에 대하여 시험한 Park 등²⁸⁾ (1980)의 결과를 보면, 실험조건에서 마늘, 생강은 생육이 억제되었고, 고추는 변화가 거의 없었으며 (1.0% 첨가), 파에서는 1%첨가의 경우에는 약간

생육이 촉진된 것으로 나타났다.

이상의 실험은 극히 제한된 조건에서 실시한 것이므로 향신료와 유산균의 상호관계를 설명하기에는 너무나 부족한 자료이며, 미생물의 생육촉진 물질은 일반적으로 극히 낮은 농도에서 효과를 나타내는 것이기 때문에 향신료의 효과실험을 설계하는 경우에는, 첨가물질의 농도를 극히 낮은 수준부터 하여야 할 필요가 있는 것이다.

5. 비피더스균의 생육 촉진물질

母乳 영양아의 장내에 우세하게 존재하면서, 유해 세균의 증식을 억제하여, 유아의 생육과 건강에 크게 이바지 하고 있는 것이 바로 Bifidus 균이다. 이것은 유산균의 일종인데 혐기조건을 주어야 생육하는 성질이 있고 영양요구가 매우 까다롭다. 외국에서는 오래전부터 비피더스균의 배양기술이 확립되어 실제로 발효유의 종균으로, 혹은 설사방지를 위한 치료제로 개발, 이용되고 있다.⁴⁶⁻⁴⁸⁾ 우리나라에서도 이균의 이용에 많은 관심을 가지고 있으나, 아직 배양기술이 미숙하여 널리 보급되지 못하고 있다. 姜³⁵⁾ (1980)은 腸內細菌 중에서 비피더스균의 역할을 설명하였고, 또, 姜과 朴³⁶⁾ (1982)은 비피더스균의 국내보급을 위하여, 한국인의 腸內에서 Bifidus 균을 光岡⁴¹⁻⁴⁴⁾ (1970, 1972, 1974, 1976)의 방법에 준하여 분리배양 하였으며, 한국인의 장내에 존재하는 비피더스균의 종류를 同定하였다.

비피더스균이 유아 혹은 성인에게 있어서도 건강 유지, 노화방지, 발암물질의 억제등 중요한 기능을 발휘하고 있음이 입증되면서, 이 균의 생육을 촉진하는 물질에 대한 연구가 많이 이루어졌다.

비피더스균은 산소존재하에서 배양하면 과산화수소를 生成하기 때문에 생육할 수 없는데, 이것을 호기적 조건에서 여러번 계대하면 점차 catalase를 생성하여, 과산화수소를 분해하므로 生育가능하게 된다고 Mayer 등²⁶⁾ (1964)은 지적하였다. 비피더스균 중에는 비교적 호기적배양이 가능한 것이 있는가 하면, 그렇지 않은 것도 있다.

비피더스균의 배양이 까다롭기 때문에 이균의 배양을 용이하게 하고 생육을 촉진시키기 위하여 많은 연구가 이루어져 왔다.

Gyorgy¹³⁻¹⁵⁾ 등 (1954), Gauhe¹²⁾ 등 (1954), Rose²¹⁾ 등 (1954)은 모유중에 비피더스균의 생육인자가

존재한다고 하였으며, 그것을 bifidus factor라고 하였다. 그물질은 glucosamine을 함유하는 oligo 당으로서, α -and β -methyl -N -acetyl -D-glucosaminide라고 하였다. 이물질을 분유에 첨가하여 인공영양아에게 투여하였더니 장내균총중에 비피더스균이 최우세균으로 나타났다고 하였다.

Tomarelli 등³⁴⁾ (1954)도 비피더스균의 생육촉진인자로서 galactose-acetyl glucosaminide를 인정하였다. 田村와 矢沢⁴⁵⁾ (1978)는 비피더스균이 용이하게 이용하는 糖을 조사하였는데, 그것은 3糖인 raffinose, 4糖인 stachyose, 多糖인 inulin이었다고 지적하고, 腸內에 비피더스균의 증식을 높이기 위해서는 이러한 糖을 투여하는 것이 바람직하다고 하였다. 또, 山下⁵⁰⁾ 등 (1976)은 대장균의 대사생성물이 비피더스균의 생장을 촉진한다고 보고하였다.

이외에도 李⁵³⁾ (1981)은 비피더스인자로서 Peptide류, Co. A와 같은 물질, Pantethine, 4¹-phosphopantethine, 4¹-phosphopantetheine, 4-phosphopantetheine -S-sulfonic acid, diphospho -Co. A-S-sulfonic acid, lactulose, mucin, lysozyme등을 지적하였고, 특히 lactulose와 mucin은 상승작용이 있다고 하였다. lactulose를 첨가한 조제분유에 mucin을 첨가하면 lactulose의 상승작용으로 mucin의 活性이 높아지고, 비피더스균의 생육이 촉진되어 배변이 좋아지고 아미노산이나 지방의 흡수가 촉진되며, mucin의 유화작용으로 지방이 미세화되어 lipase의 작용을 받기 쉽게 되어, 지방의 장관흡수를 촉진한다는 것이다.

이상에서 유산균의 생육을 촉진하는 물질을 중심으로 지금까지의 연구내용을 정리하여 보았다. 유산균은 앞으로, 식품, 의약품, 동물사료첨가용, 화장품등에 광범위하게 이용될 것으로 믿으며, 각 용도에 맞는 유산균을 적절하게 배양하기 위한 연구가 체계화되어야 할 것이다.

6. 参考文献

1. Bautista, E.S., R.S. Dahiya, and M.L. Speck. 1966. J. Dairy Res. 33:299.
2. Branen, A.L. and T.W. Keenen. 1969. Growth stimulation of Lactobacillus Species by Lactic streptococci. Appl. Microbiol. 17(2):280-285.

3. Branen, A.L. and T.W. Keenen. 1970. Identification of a stimulant for Lactobacillus casei produced by Streptococcus lactis Appl. Microbiol. 20(5):757-760.
4. Branen and Keenan. 1970. Growth stimulation of Lactobacillus casei by Sodium citrate. J. Dairy Sci. 53(5):593-597.
5. Challinor, S.W. and A.H. Rose. 1954. Interrelation between a yeast and a bacterium when growing together in defined medium. Nature 174(6): 877-878.
6. Claydon, T.J. and J.A. Koburger. 1961. Stimulation of lactic starter cultures by filtrates from milk cultures of Pseudomonas fluorescens. Appl. Microbiol. 9:117-121.
7. Corbett, J.T. 1954. J. Bact., 68:299.
8. Dahiya, R.S. and M.L. Speck. 1962. Symbiosis among lactic streptococci. J. Dairy Sci. 45:607-612.
9. Dahiya, R.S. and M.L. Speck. 1963. Identification of stimulatory factor involved in symbiotic growth of Streptococcus lactis and Streptococcus cremoris. J. Bacterol. 85:585-589.
10. Doctor, V.M. and J.R. Couch. 1954. An unusual example of symbiosis in bacteria. Arch. Biochem. Biophys. 51:530-531.
11. Edes, C.H. and M. Womack 1953. J. Bact. 65: 322.
12. Gouhe, A., P. Gyorgy, J.R.E. Hoover, R. Kuhn, C.S. Rose, H.W. Ruelius, and F. Zilliken. 1954. Bifidus factor. IV. Preparations obtained from human milk. Arch Biochem. and Biophys. 48: 214-224.
13. Gyorgy, P., R.E. Norris and C.S. Rose. 1954. Bifidus factor. I. A variant of Lactobacillus bifidus requiring a special growth factor. Arch. Biochem. Biophys. 48:193-201.
14. Gyorgy, P., R. Kuhn, C.S. Rose and F. Zilliken. 1954. Bifidus factor. II. Its occurrence in milk from different species and in other natural products. Arch. Biochem. Biophys. 48:202-208.
15. Gyorgy, P., J.R.E. Hoover, R. Kuhn, and C.S. Rose 1954. Bifidus factor. III. The rate of Dialysis. Arch. Biochem. Biophys. 48:209-213.
16. Hansen, P.A. 1941. A study in cheese ripening. The influence of autolyzed cells of Streptococcus cremoris and Streptococcus lactis on the development of Lactobacillus casei. J. Dairy Sci. 24:969-976.
17. Heme, D.H., V. Schmal and J.E. Auclair. 1981. Effect of the additions of extracts of thermophilic lactobacilli on acid production by Streptococcus thermophilus in milk. J. Dairy Sci. 48: 139-148.
18. Higashio, K., Y. Yoshioka and T. Kikuchi. 1977. Isolation and Identification of growth factor of Streptococcus thermophilus produced by Lactobacillus bulgaricus. 日本農化, 51(4):203-208.
19. Higashio, K., Y. Yoshioka and T. Kikuchi. 1977. Isolation and Identification of growth factor of Lactobacillus bulgaricus produced by Streptococcus thermophilus. 日本農化, 51(4):209-215.
20. Katrndziew, K. 1954. Izv. Microbiol. Inst. Sof., 5:341.
21. Kihara, H. and E.E. Snell. 1957. Spermine and related polyamines as growth stimulants for Lactobacillus casei. Proceeding Na 43:867-871.
22. Kihara, H. and E.E. Snell. 1960. Peptides and bacterial growth. VIII. The nature of streptogenin. J. Biol. Chem. 255:1409-1413.
23. Kissinger, J.C. and L.L. Zaika. 1978. Effects of major spices in Lebanon Bologna on acid production by starter culture organisms. J. Food Protection 41:429-431.
24. Koegh, B.P. 1970. Nutritional deficiencies of coprecipitate for the growth of a strain of Lactobacillus acidophilus. J. Dairy Res. 37:461-464.
25. Man, J.C. and T.E. Galesloot. 1962. Neth. Milk Dairy J. 16:1.
26. Mayer, J.B., D. Torzewski, and J. Dittman. 1964. Z. Kinderheilk. 91:222.
27. Nurmikko, V. 1953. Factors affecting the growth of lactic acid bacteria in association. Intr. Dairy Congr. The Hague, 3:1154-1158.
28. Park, S.Y., Y.H. Yun, and H.Y. Kim. 1980. Studies on the effects of several spices on the growth

- of *Lactobacillus casei* YIT9018. Korean J. Anim. Sci. 22(4):301-309.
29. Pette, J.W. and H. Lolkema. 1950. Neth. Milk and Dairy J. 4:209.
 30. Purko, M., W.O. Nelson and W.A. Wood. 1951. The associative action between certain yeasts and *Bacterium linens*. J. Dairy. Sci. 34:699-705.
 31. Rose, C.W., R. Kuhn, F. Zilliken, and P. György. 1954. Bifidus factor. V. The activity of α and β -methyl-N-acetyl-D-glucosaminides. Arch. Biochem. Biophys. 49:123-129.
 32. Smith, J.S., A.J. Hillier, G.J. Less, and G.R. Jago. 1975. The nature of the stimulation of the growth of *Streptococcus lactis* by yeast extract. J. Dairy Res. 42:123-138.
 33. Soulides, D.A. 1955. A synergism between yoghurt bacteria and yeasts and the effect of their association upon the viability of the bacteria. Appl. Microbiol. 3:129-131.
 34. Tomarelli, R.M., J.B. Hassimen, E.R. Eckhardt, R.H. Clark, and F.W. Bernhart. 1954. The isolation of a crystalline growth factor for a strain of *Lactobacillus bifidus*. Arch. Biochem. Biophys. 48:225-232.
 35. 姜國熙 · 1980, 腸内細菌의 이야기.
 36. 姜國熙 · 朴勇河. 1982. 腸内細菌의 分離培養. 한국산업미생물학회 제20차 秋季學術大會 강연집 p. 14
 37. 姜國熙 · 柳濟炫 · 鄭忠一 · 1983. 乳加工実務 p. 83. 柳韓文化社.
 38. 姜國熙 · 李京和 · 崔允珠 · 李載英 · 1980. 酵母치이즈 製造에 관한 研究. 韓畜誌 22(2): 101-107.
 39. 姜國熙 · 李載英 · 1980. 醱酵乳製品에 있어서 酵母와 乳酸菌의 相互作用. 成大科學技術研究 8 : 87-93.
 40. 姜國熙 · 劉溢濟 · 李京和 · 朴基文 · 朴勇河 · 李載英 · 1982. 효모치이즈에 관한 연구. 成大科學技術研究 10 : 147-155.
 41. 光岡知足 (1976). 腸内菌叢とその意義. 臨床と細菌 2(3): 55-81.
 42. 光岡知足 · 1972. 腸内 菌叢에 檢索手技, 感染症學會雜誌 49(9): 406-419.
 43. 光岡知足 · 1974. 腸内菌叢의 研究にすける最近の進歩. 日本 細菌學雜誌 29(6): 773-788.
 44. 光岡知足 · 1970. 腸内フローラとその 分離法. Modern Media 16 : 171-185.
 45. 田村善藏 · 矢沢辛平 · 1978. ビフィズス菌の 生育因子. 最新醫學 33(10) : 2014-2016.
 46. 島村誠一 · 1982. 8 ビフィズス菌利用の 乳製品. 乳技協資料 32(1) : 2-15.
 47. 務台方彦 · 1978. ビフィズス菌利用はっ 酵乳ミルミルの特性. New Food Industry 20(8) : 17-23.
 48. 本間道 · 光岡知足 · 1978. ヒフィズス菌. 株式會社 ヤワルト本社.
 49. 佐佐木林治郎 · 津郷友吉 · 中江利孝 · 1959. 乳酸菌の發育促進物質に於て. 日畜會報 30(4) : 207-211.
 50. 山下昌文 · 佐口木正己 · 浜田小弥太 · 上野逸夫. 1976. 大腸菌の 代謝産物と ビフィズス菌の 成長促進. 農化 50(10) : 481-487.
 51. 소명환 · 황인규 · 1983. 발효유제조시 *L. casei* 의 생육지연 현상과 그 개선에 관한 연구. 한국산업미생물학회 제21차 학술대회강연집 p. 12.
 52. 劉鎮永 · 閔丙容 · 徐奇奉 · 河德模 · 1978. 香辛料가 乳酸菌의 增殖에 미치는 影響. 한국식품과학회지 10(2) : 124-135.
 53. 李載英 · 柳濟炫 · 姜國熙 · 1981. 乳加工學 p. 126, p. 268-269. 郷文社.