간장발효덧중에 생육하는 유용효모의 역활

李 澤 守
(샘표 식품공업주식회사 연구실)

The Role of useful Yeasts in the Soy Sauce mash

LEE, Taik Soo
(Lab. of Saimpyo Food Industrial company)

緖 論

在來式간장이나 改良式간장 어느 것이나 그 製造에 있어서는 微生物들의 酵素에 의하여 원료의 단백질 또는 탄수화물을 가용성으로 分解하는 것에 의한 것이다. 이러한 견지에서 가장 주된 微生物은 protease 나 amylase 를 강력하게 분비하는 것 들로서 재래식 간장에서는 주로 細菌類와 각종 곰팡이에 의한 것이고 개량식간장에 있어서는 *Asp. oryzae* 등의 황곡균에 의한 것이다. 그러나 간장의 醱酵에 있어서 또한 없어서는 안될 微生物이 酵母인 것이다. 간장을 담금후 오랜기간 동안 각종의 酵母들이 간장 덧중에 生育하게 되고 이들에 의하여 醱酵가 進行되며 간장의 風味와 香氣를 높여 준다. 그런데 간장 酵母는 소위 osmophilic yeast 로서 beer, wine, 탁주등의 타 一般釀造酵母와 區別되고 있는 것이다. 즉 간장덧은 食鹽濃度와 질소함량이 높으므로 어느정도 삼투압에 견딜수 있는 酵母만 發育할 수 있으며 기타의 一般酵母는 어느 기간이 지나면 도태되어진다. 간장국 및 담금초기의 간장덧중에 생육하는 효모는 그 大部分이 食鹽濃度 18%에서 거의 醱育이 억제되거나 거우 生存하는 程度로서 20% 이상의 食鹽濃度에서 生育하는 酵母는 극소수에 불과하나 담금기간이 경과함에 따라 이들 耐鹽性酵母數가 증가하게 되고 일반 효모는 감소한다. 그런데 간장덧의 醱酵를 효율적으로 進行하기 위하여는 이들 내염성 효모가 高濃度食鹽下에서 잘 生育하면서 알콜발효를 하여 우수한 향기를 생성하는 특성을 갖고 있지 않으면 안된다. 필자는 지금까지 보고된 간장 酵母들의 분류학적 고찰과 有用酵母의 特性 및 最近의 硏究 동향등에 대하여 고찰하고저 한다.

I. 간장 酵母의 分類

간장 酵母의 硏究는 약 60 년전부터 분류학적 연구가 행하여져 왔다. 齊藤(1906)이 일본의 銚子地方의 간장공장의 麴 및 덧으로부터 *Saccharomyces soya, Zygosaccharomyces japonicus, Pichia farinosa, Torula sp.* 등을 分離同定한 것을 시초로 하여 滿田(1910), 西村(1910), 喜多(1911), 高橋(1911), 湯川(1911), 石丸(1935) 등에 의한 간장덧중에 生育하는 酵母의 分類學的 硏究가 행하여져서 간장덧의 熟成에 關與하는 有用菌으로서 *Zygosaccharomyces major, Zygosaccharomyces soya*가 또한 유해균으로서는 *Zygosaccharomyces salsus, Zygosaccharomyces japonicus* 등이 분리명명되여 오랜기간 간장효모 분류학의 정설로 되여왔다. Lodder (1952년)는 *Zygosaccharomyces* 는 *Saccharomyces* 의 生活環의 一相에 불과하며 兩屬間의 구별이 없다고 하였고 Stelling-Deker (1931)의 분류에 있어서는 *Zygosaccharomyces* 亞屬을 *Saccharomyces* 속으로 개칭하여 상술의 간장효모 *Zygosaccharomyces major, Zygosaccharomyces soya* 를

*Saccharomyces rouxii*로 분류하였으며 더욱 지금까지 내염성효모로 알려져온 거의 모든 *Zygosaccharomyces*는 *Saccharomyces rouxii*, *Saccharomyces rouxii var. polymorphus* 및 *Saccharomyces mellis*로 包括시켰다. Lodder (1952) 등의 新分類法에 의거 小原(1954)等은 간장麴으로 부터 12종의 耐鹽性酵母를 분리하여 *Pichia mogii*, *Debaryomyces tamarii*, *Cryptococcus diffluens var. non-membranaefaciens* 등의 신종 및 신변종을 기재하고 있다. 또한 大西(1961)는 일본 전국의 균주보존 기관으로 부터 수집한 간장효모 및 각종의 간장덧 및 숙성기간을 달리한 간장덧으로 부터 효모를 분리하여 3신종, 2신변종을 포함한 5속 19종으로 분류하여 간장효모 분류학의 체계를 이룩하였다. 즉 공시균주의 大部分은 *Saccharomyces rouxii*에 속하였으며 담금초기에는 *Torulopsis*속과 *Candida*속, 醱酵期에는 *Saccharomyces* 속, 後熟期에는 *Torulopsis* 속이 간장 醱酵酵母의 主因子라고 보고하였다. 이어서 간장酵母의 全般的인 검토로는 佐佐木(1966)等이 북해도내의 각종 간장덧으로 부터 분리한 효모의 분류학을 행하여 *Debaryomyces halotolerans* sp.의 신종을 포함한 7속 23종으로 분류하고 *Saccharomyces rouxii* 및 *Torulopsis etchellsii* 등은 간장발효에 가장 有用한 酵母라고 보고한바 있다. 한편 우리나라에서 간장효모에 관한 연구로는 宋(1963)等에 의하여 간장덧 및 부패간장으로 부터 9주의 산막효모를 분리하여 *Hansenula anomala*, *Zygosaccharomyces japonicus*, *Zygosaccharomyces* group으로 동정하고 이들의 방부성 및 식염내성에 대하여 보고 하였으며 曺(1970)等은 한국 재래식 메주로 부터 *Rhodotorula flava*, *Torulopsis dattila*, 이어서 재래식 간장으로 부터 *Rhodotorula flava*, *Torulopsis dattila*, *Saccharomyces rouxii* 등의 효모를 분리 동정 하고 계수하였으며 같은해에 李(1970)等은 간장麴(국) 제조과정 중에 생육하는 효모로서 *Saccharomyces rouxii*, *Torulopsis sake* 등을 분리하여 6속 11종으로 분류하고 이어서 간장덧중에 생육하는 효모를 경시적으로 50주 임의분리하여 동정한 결과 담금초에 *Saccharomyces rouxii*, *Debaryomyces hansenii* 등, 醱酵期에 *Saccharomyces rouxii*, *Saccharomyces mellis*, 後熟期에는 *Saccharomyces rouxii*, *Torulopsis sake* 등 7속 18종으로 분류하였으며 또한 간장醱酵에 지대한 영향을 미치는 6

Table 1. 간장酵母의 分類 및 分布

製麴過程	*C. polymorpha, C. tropicalis, C. solani, C. guillermondii, C. parapsilosis, C. rugosa, C. krusei, S. rouxii, S. fermentati, S. rosei, S. bisporus, S. cerevisiae, S. chevalieri, D. tammari, D. nicotianae, D. hansenii, T. incospicua, T. famata, T. candida, T. sake, T. dattila, H. suaveolens, H. anomala, P. polymorpha, Cr. albidus, Tr. behrendii, Kl. veronae, R. rubra, Sp. roseus.*
담금초기	*C. polymorpha, C. tropicalis, C. krusei, C. rugosa, C. pelliculosa, C. diddensi, S. rouxii, S. marxianus, S. rosei, D. hansenii, D. nicotianae, T. famata T. sake, T. gropengiesseri, H. suaveolens, H. saturnus, P. polymorpha, P. farinosa Tr. behrendii, Tr. cutaneum, En. burtonii, Na. fulvescens.*
발 효 기	*S. rouxii, S. acidifaciens, S. rosei, S. fermentati, S. mellis, S. pastori, D. hansenii D. tammari, D. halotolerans, H. anomala.*
후 숙 기	*S. rouxii, S. mellis, D. hansenii, T. halophilus, T. nodaensis, T. versatilis, T. etchellsii, T. sphaerica, T. sake, T. manolia, T. mannitofaciens, T. halonitratophila, T. holmii, Kl. lactis, Na. fulvescens.*

※ *C: candida, S: saccharomyces, D: debaryomyces, T: torulopsis, H: hansenula, P: pichia Cr: cryptococcus, Tr: trichosporon, Kl: Kluyveromyces, R: rhodotorula, SP: sporobolomyces, En: endomycopsis, Na: nadsonia,*

주의 高濃度 食鹽耐性酵母인 *Saccharomyces rouxii*, *Saccharomyces cerevisiae* 등을 분리하고 식염내성, 풍미생성관계, 영양요구성에 대하여 보고한 바 있다. 지금까지 보고된 간장효모의 분류를 중심으로 제국기간 및 담금기간별 이들 효모의 분포를 체계화 하면 Table 1과 같다.

2. 有用酵母의 生理的 特性

간장 효모는 세가지 형태로 나눌 수 있다. 즉 담금초기에 간장 koji로 부터 오는 生育이나 醱酵가 불량한 비내염성효모와 숙성기에 있어서 생육이나 발효가 왕성한 *Saccharomyces rouxii* 등 주발효효모, 그리고 후숙기의 생육과 발육이 완만한 *Torulopsis versatilis*, *Torulopsis etchellsii* 등의 세 group으로 나눌 수 있는데 이중 주발효효모와 후발효효모는 간장에 있어서 필요불가결한 향기와 풍미를 형성한다. 한편 유용효모에 반하여 *Debaryomyces nicotianae*와 같이 간장발효에 하등 무익하거나 유용효모의 생육을 억제시켜 발효를 저해하고 또 완제품 간장중에 생육하면서 품질을 저해하는 호염성의 고식염내성 유해효모도 많이 생육하므로 발효과정중 유해효모의 억제에 관한 연구는 아직까지 미해결 과제로 남아 있다. 간장숙성에 있어서 가장 유용한 효모인 *Saccharomyces rouxii*와 *Torulopsis etchellsii* 및 *Torulopsis versatilis* 등의 특성을 기술하여 본다.

(1) *Saccharomyces rouxii*

*Saccharomyces rouxii*의 특징은 아래와 같다.

i) 내염성 : 一般的으로 *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces ellipsoideus*와 같은 보통 양조효모는 NaCl 10%가 생육한계 농도이나 *Saccharomyces rouxii*는 고농도 식염하에서 잘 생육하는 효모로서 생육의 한계농도는 NaCl 20~22%이나 *Saccharomyces rouxii* T9의 생육한계농도는 NaCl 28%로서 고체배지에서 보다도 같은 식염농도의 액체배지에서 내염성은 더욱 양호하며 *Saccharomyces rouxii*의 내염성은 고농도식염에 대한 적응으로서 이루어진 것으로 생각되나 어느 정도의 식염존재 하에서는 무염배지에서 보다 생육이 더 양호하고 독특한 세포기능을 나타낸다. 즉 18%의 식염존재하에서 균체내 K^+ 이온의 세포막 투과성이 증대하고 배지중에 glucose 등의 외부기질을 세포내에 취하여 활발한 대사를 하여서 생육이 가능하게 되는 것이다.

ii) 생육 *p*H : *Saccharomyces rouxii*의 생육은 배지의 *p*H와 밀접한 관계를 가지고 있으며 무염배지하에서는 *p*H 3~7에서 생육할 수 있으나 식염 18% 존재하에서는 생육이 *p*H 4~5로 제한된다. 그러므로 간장덧중에서는 먼저 *Pediococcus halophilus*가 증식하여 *p*H가 5.5~4.5로 저하한후 *Saccharomyces rouxii*의 증식이 일으나게 되는 것이다.

iii) 생육온도 : 무염배지에서는 40°C의 고온에서 발육되지 않으나 식염 18% 함유배지에서는 생육이 양호한데 이와같은 현상은 NaCl, 기타 무기염류 1 mol 농도 이상의 첨가에 의하여 인정되며 당류도 고농도첨가에 의하여 유효하다. 그러나 담백질의 열변성 저해제로서 알려진 각종 물질의 첨가는 무효하다. 또한 이들의 생육적온은 35°C로서 보통효모 보다도 다소 높은 점이 특징이다.

iv) 영양요구성 : 질소원으로서 무염배지의 경우는 $(NH_4)_2SO_4$ 젓산, 카제인가수분해물, peptone, $(NH_4)_2HPO_4$ 등이 식염함유배지에서는 yeast ext. 및 urea의 첨가가 가장 효과적이고 18%의 고농도식염 존재하에서는 생육 *p*H 범위가 극히 제한되므로 구연산과 구연산카리의 완충액을 첨가하지 않으면 발육상태가 불량하다. 무기염류로서는 KCl, $NaNO_3$, $MgSO_4$, $MgCl_2$, $CaCl_2$ 등의 요구성은 인정되나 LiCl은 저해적인 영향을 나타낸다. 한편 vitamin 요구성은 biotin, thiamin, pantothenate, inositol을 요구하지만 고농도식염 존재하에서는 특히 inositol, cholin의 요구성이 증대한다. 그러나 *Saccharomyces rouxii* T9과 같은 고식염내성 효모는 절대적으로 요구되는 vitamin은 없었

으며 biotin을 적응적으로 요구하였을 뿐이다. 식염농도가 높을수록 inositol 요구성은 증가된다. 간장덧중에 *Saccharomyces rouxii*가 왕성히 증식 할 수 있는 이유의 하나는 간장덧중에 풍부한 inositol이 존재하기 때문이다.

v) 내당성 : 간장효모는 보통 일반효모가 생육할 수 없는 농후당액중에서 잘 생육하는 내당성을 갖고 있는데 *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces ellipsoideus*와 같은 보통양조 효모는 glucose 50%, saccharose 60% 이상의 농도에서 대부분 생육할 수 없으나 *Saccharomyces rouxii*는 glucose 80%, saccharose 80%, maltose 80%의 고농도에서 생육할 수 있는 특징을 갖고 있다. 한편 *Saccharomyces rouxii*의 생육에 가장 효과 있는 당류로는 inulin, fructose, maltose 등이고 배지의 당농도는 일반적으로 15~30% 범위내에서 생육이 양호하다.

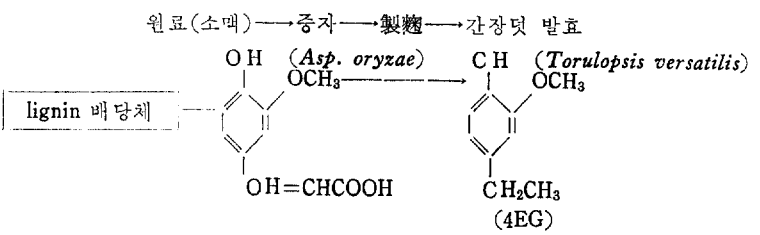
vi) 발효성의 변화 : 18%의 식염농도하에서 발효할 수 있는 당은 glucose 뿐이며 그 이하의 NaCl 농도에서는 maltose도 발효하는데 무염상태에서는 발효가 정지된다.

vii) 향기성분 : *Saccharomyces rouxii*는 알콜발효를 주로 하며 이들 alcohol은 각종의 유기산과 ester 결합을 하여 향기를 조성 한다. 또한 간장의 향기성분은 *Saccharomyces rouxii*의 대사작용으로 생성되어지는데 이의 중요한 성분은 2-phenylethanol, iso-butyl alcohol, isoamyl alcohol, ethylactetae, acetic acid, aceton, 4-ethylphenol 등의 복합적 화합물로 구성되여 있다.

(2) *Torulopsis* 속

주된 효모는 *Torulopsis versatilis*, *Torulopsis etchellsii* 등이며 간장덧의 후숙효모로서 담금 3개월 이후 간장덧중에 존재한다. 이들 효모는 간장향의 특징인 4-ethylguaiacol의 생성능을 가지고 있으며 *Saccharomyces rouxii* 보다는 세포가 소형이나 호염적성격을 가지고 있으므로 후숙기의 간장덧에서 그 영향을 서서히 나타낸다. 이들 양호모는 간장덧 중에 생육하는 분포도 많으며 양호한 풍미를 부여하는 효모로 중요시 된다. 또 *Torulopsis* 속의 발효성은 고농도식염 존재하에서 극히 완만하나 당발효를 계속할 수 있는 호염성으로서 *Saccharomyces rouxii* 보다도 식염내성이 강한 것이 특징이다. 즉 식염 5~8% 존재하에서 증식이 가장양호하며 24%의 식염농도하에서도 증식할 수 있다. *Saccharomyces rouxii*에 비하여 식염에 대한 저해도는 근소하며 20% 이상의 농도에서도 *Torulopsis etchellsii*에 대한 저해도는 극히 근소하다. 간장향의 특징인 4-ethylguaiacol (4EG)가 간장양조 과정에서 *Torulopsis versatilis*에 의하여 생성되어 지는 과정은 Fig. 1과 같다.

Fig. 1. 간장양조 과정중의 4EG의 생성경과도



즉 원료소맥의 lignin 배당체가 *Asp. oryzae*에 의하여 분해되여 훼루라산으로 되며 간장덧중에서 *Torulopsis versatilis* 효모가 훼루라산에 작용하여 생성되어 진다. 그러나 *Saccharomyces rouxii*에는 4EG의 생성능이 없다. 4EG가 간장중에 0.5~1.5ppm 정도 함유되면 간장의 품질을 향상시킬 수 있으나 오히려 다량 존재하면 품질은 악화된다.

3. Yeast를 이용한 간장의 양조시험

간장의 양조에 *Saccharomyces rouxii*, *Torulopsis versatilis* 등의 유용효모를 다량증식 배양하여 간장덧에 첨가 하므로서 간장에 우수한 향기를 부여하고 동시에 발효를 효율적으로 관리하여 발효기간을 단축할 수 있

Table 2. 간장덧중의 효모의 동태 (unit 10^8)

효모종류	담금구분 / 숙성일수 / 시료	A 10	A 30	A 60	B 30	B 60	B 90	B 120
일반효모	효모첨가구	11	1,400	380	480	968	2,032	2,023
	무첨가구	15	1,400	25	185	537	655	750
내염성효모	효모첨가구	1.2	91	240	300	672	1,013	1,338
	무첨가구	4.6	37	1.4	98	284	451	394

Table 3. 효모를 이용한 간장의 양조시험

성분 \ 숙성일수 / 담금구분	1—M Y	1—M N	2—M Y	2—M N	3—M Y	3—M N	4—M Y	4—M N	5—M Y	5—M N
Be'	22.88	22.92	24.91	24.57	24.48	24.32	25.04	25.0	25.4	25.2
NaCl (%)	18.89	18.84	18.29	18.42	18.50	18.75	18.57	18.79	18.84	18.89
Total nitrogen (%)	1.30	1.31	1.35	1.36	1.40	1.40	1.47	1.47	1.55	1.54
Pure extract (%)	19.70	19.32	20.11	20.05	20.86	21.03	21.69	21.37	21.96	21.75
Reducing sugar (%)	6.9	7.3	5.7	6.5	3.8	5.6	4.2	5.0	2.9	3.2
*p*H	4.6	4.7	4.7	4.8	4.9	4.8	4.8	4.9	4.8	4.8
Buffer action	0.88	0.81	1.0	1.20	1.20	1.3	1.1	1.2	1.0	1.0
Alcohol (g/100ml)	0.88	0.52	1.50	0.92	2.72	1.62	2.12	1.40	1.37	2.3
Colour (O.D)	2.2	1.95	3.4	3.0	4.3	3.9	6.7	6.2	7.2	8.0

※ Y: 효모첨가구, N: 효모무첨가구, M: month

다. yeast를 이용한 간장의 양조시험 보고로는 篠田(1962), 芳賀(1965), 渡邊(1970), 永瀨(1970), 李(1971)等의 보고가 있다. 최근 발표된 yeast를 이용한 간장의 양조시험 보고를 소개하면 Table 2과 같다.

표2에서 보는 바와 같이 A군과 B군의 결과 모두 담금초에는 yeast 첨가구나 무첨가구간의 효모의 균수는 큰 차이가 없었으나 발효기간의 경과에 의해 yeast 구는 무첨가구에 비하여 월등히 많은 효모가 존재 하였다. 즉 *Saccharomyces rouxii* 나 *Torulopsis versatilis* 등의 유용효모를 다량배양하여 간장의 숙성중에 첨가 하므로서 효모의 증식을 현저히 증가시켜 발효숙성을 효율적으로 관리할 수 있는 것이다.

표3에서 보는 바와 같이 간장덧 즙액중의 총질소, *p*H, BA, 고형물 등은 효모첨가 구와 무첨가구간의 큰 차이가 없으나 alcohol과 색도는 효모구가 월등히 높으며 유리 환원당의 함량은 효모무첨가구에서 높은 것을 알 수 있다. 또한 제품의 관능검사결과 일반적으로 맛의 양부차는 없으나 외관 및 향기면에서 효모첨가구가 월등히 우수하였으므로 실제 간장숙성에 효모가 관여하는 역활은 지대한 것이다. 참고로 주발효 효모와 후숙형효모의 발효경과 과정은 Fig.2와 같다.

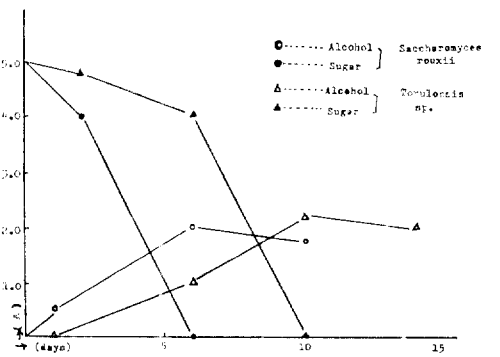


Fig. 2. *Saccharomyces rouxii* 와 *Torulopsis* sp. 의 발효경과표

4. 최근의 연구동향

최근의 간장효모의 연구동향은 大西(1972)는 간장양조에 유용한 효모를 얻는 방법의 하나로서 *Saccharomyces rouxii*의 heterothallism에 기인하는 다른 mating type의 haploid의 교잡에 의해 diploid *Saccharomyces rouxii*를 육성하는 효모의 육종에 대하여 시사하였고, 佐佐木(1966)는 후숙효모인 fructose 동화성의 *Torulopsis etchellsii*로 부터 UV 조사에 의해 fructose 동화성이 없는주를 얻어 fructose 비동화성의 변이주를 얻을 수 있는 가능성을 지적하였고, 茂木은 간장향기 성분의 하나인 methionol이 효모에 의해 생성하는 것을 검토하였다. 간장양조에 있어서 주발효 및 후 숙과정에 중요한 역활을 하는 효모를 질소원으로서 methionine 함유 배지에 배양할 때 methionol를 현저히 생성하는 것을 인정하고 methionol 생성에 미치는 통기효과 당의 종류와 당농도, 질소원농도 등의 영향을 검토 하였으며 森(1971)은 *Saccharomyces rouxii*의 영양요구 변이주를 N-methyl-N'-nitro-N'-nitrosoguanidine 처리에 의해 유도하는 경우 포자를 써서 양호한 결과를 얻었고 또 간장 효모의 동태와 육종 개량에 대하여 시사하고 있다.

結 論

인류가 미생물에 의한 발효식품을 제조하여 이용하게 된 것은 오랜 옛적부터인 것이다. 그러나 이러한 미생물의 이용은 어디까지나 경험에 의한 반복에 불과 하였으며 이들 미생물의 역활에 대하여 과학적인 연구가 진행된 것은 그다지 오래지 않은 것이다. 특히 간장의 발효에 있어서 중요한 역활을 하는 효모에 관한 연구도 불과 60 여년 전부터 일본에서 시작되여 유용효모의 종류와 역활등 매우 많은 연구가 진행되여 왔으며 최근에는 유용효모의 육종에 대한 연구가 진행되고 있는 것이다. 우리 나라에서도 간장제조 공업이 날로 발전되고 있는 차제에 유용효모의 개발 및 이들의 이용에 대한 연구가 절실히 요망되고 있는 것이다. 간장효모에 대하여 지금까지 국내외에서 연구보고 된 것을 대략적으로 소개 하였으므로 금후 이에 대한 연구를 하는데 다소라도 도움이 될 수 있다면 다행으로 생각하는 바이다.

引 用 文 獻

1. Lodder and N.J.W. Kreger-van Rij, 1952. The yeasts, a taxonomic study.
2. 小原巖, 野野村英夫, 1954. 溜醬味 및 麴으로부터 分離한 酵母, 日農化誌, **28**, 122, 160, 717, 721, 836, 837
3. 大西博, 1961. 抗滲透壓性酵母의 硏究, 野田醬油硏究報告第二輯
4. 佐佐木酉二, 吉田忠, 1966. 北海道內醬油醬味酵母에 關한 硏究, 日醸工誌, **44**, 61, 158.
5. 宋錫勳, 金鍾協, 李啓瑚, 鄭允秀, 張健型, 1963. 간장의 방부에 관한 연구, 陸技硏報, 第二輯 32
6. 曺憲鉉, 李宇鎭, 1970~1971. 한국 재래식간장의 발효미생물에 관한 연구 (제1보~제2보), 韓國農化誌, **13**, 35, **14**, 137
7. 李澤守, 李錫健, 1970~1971. 간장발효에 관여하는 효모에 관한 연구 (제1보~제7보), 韓國農化誌, **13**, 97, 171, 187, 193, **14**, 99, 117, 121
8. 篠田淸, 越田淸彦, 寺井悌三, 1962. 正油諸味의 微生物에 關한 硏究, 日調味科學誌, **10**, 21
9. 芳賀宏, 菅原孝志, 佐佐木重夫, 1965. 低溫型短期醬油諸味釀造法, 日調味科學誌, **12**, 14
10. 渡邊泰男, 石井守, 田崎一龍, 1970. 諸味管理에 대하여 日調味科學誌 **17**, 35
11. 永瀨一郎, 小原武夫, 吉田周一, 1971. 간장釀造에 있어서 醱酵微生物添加의 効果, 日調味科學誌, **18**, 24
12. 森治彦, 1971. 간장의효모 (그 동태와 육종) 日釀造協會誌, **69**, 303
13. 大西博, 1971. 昭和45年度의 醬油, 味噌의 硏究業績, 日釀協誌, **66**, 351
14. 好井久雄, 1971. 熟成에 關한 微生物에 대하여 日釀協誌, **66**, 675
15. 橘谷讓孝, 1967. 酵母學, p.659. 岩波書店編
16. 大西博, 1972. 昭和46年度의 醬油, 味噌의 硏究業績, 日釀協誌, **67**, 334