

## Dextranucrase 고활성 젖산균을 이용한 스타터 증편의 품질개선에 관한 연구

이아영 · 박주연 · 한영숙\*

성신여자대학교 식품영양학과

### Study on the Improvement of Quality in Jeung-pyun Prepared with Lactic Bacteria Having High Dextranucrase Activity as Starters

A-Young Lee, Ju-Yeon Park, and Young-Sook Hahn\*

Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University

**Abstract** Twenty six strains of lactic acid bacteria were isolated from Jeung-pyun batter, among which *Tetragenococcus halophilus* 1-12 showed highest dextranucrase activity at 36.95 DSU/mg, followed by *T. halophilus* 5-8 (36.87 DSU/mg protein), *T. halophilus* 2-12 (32.66 DSU/mg protein), *T. halophilus* 3-3 (31.43 DSU/mg protein), *T. halophilus* 3-1 (30.73 DSU/mg protein), *T. halophilus* 5-12 (29.43 DSU/mg protein), and *Leuconostoc mesenteroides* subsp *mesenteroides* 2-9 (28.5 DSU/mg protein). *L. mesenteroides* subsp *mesenteroides* 2-9, *T. halophilus* 1-12, and *L. mesenteroides* subsp *dextranicum* 5-13, were selected as starters (0.1, 0.5, and 1.0%) for Jeung-pyun manufacturing. Specific volume of Jeung-pyun added with 1.0% *L. mesenteroides* subsp *dextranicum* 5-13 was highest at 2.00, and 1.0% *T. halophilus* 1-12-added Jeung-pyun was lowest at 0.33. Cross-sectional observation of Jeung-pyun showed Jeung-pyun added with 0.5% *L. mesenteroides* subsp *mesenteroides* 2-9 was uniformly formed. Number of air holes of Jeung-pyun increased with increasing amount of added *T. halophilus* 1-12. Increasing addition of *L. mesenteroides* subsp *dextranicum* 5-13 resulted in more uniform air holes and volumes. Hardness, gumminess, and chewiness of Jeung-pyun added with 0.5 and 2.0% *L. mesenteroides* subsp *dextranicum* 5-13 decreased significantly in comparison to control groups. Jeung-pyun added with 0.5% *L. mesenteroides* subsp *dextranicum* 5-13 showed excellent overall sensory desirability ranking of 8.500.

**Key words:** starter, jeung-pyun, dextranucrase activity, *Leuconostoc mesenteroides* subsp *dextranicum* 5-13

## 서 론

식품관련 다당류 중 대부분은 전분과 셀룰로오스이며 미생물 다당류는 매우 작은 부분을 차지하나 미생물 다당은 천연적으로 유래하여 독성이 낮고 생분해되므로 환경적으로 안정하기 때문에 상업적인 잠재력이 높은 다당류이다(1). 미생물 다당에 관한 연구는 *Xanthomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus*속 등의 세균, *Hansenula*, *Torulopsis*의 효모 및 *Aureobasidium*, *Fusarium*속 등의 곰팡이를 대상으로 하여 각종 다당 생산에 관한 많은 기초 및 응용에 관한 연구가 수행되었다(2-4). 미생물 다당 중 dextran은 *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc dextranicum* 등에서 생산되는 주 결합이  $\alpha$ -1,6 결합인 glucose polymer이다. Extracellular enzyme인 dextranucrase( $\alpha$ -D-1, 6-glican; 6- $\alpha$ -D-glucosyl transferase, EC 2.4.1.5)는 sucrose를 기질로 하여 fructose를 유리시키고 dextran을 생성한다(5-8).

증편이 발효할 때 요구되는 산과 가스는 *Leuconostoc mesenteroi-*

*des*와 yeast의 작용에 의하여 생산된다고 보고되었다. 세균에 의하여 생성된 가스와 산은 각각 증편의 발효와 향미에 영향을 주며 더욱이 발효시에 생성된 산은 독성 물질을 생성시키는 미생물과 식품을 부패시키는 미생물의 성장을 억제한다. 또한 *Leuconostoc mesenteroides*는 내당성이어서 당도가 높은 시럽, 아이스크림믹스 등에서도 증식하고 치즈에서 번식하여 발생하는 CO<sub>2</sub>가 스로 구멍을 만들기도 한다(9,10). *Leuconostoc mesenteroides*가 생성하는 dextranucrase는 pH 5.2, 28°C에서 최대 활성을 가지고 pH 4이하에서는 대부분의 활성을 잃으며(8), 설탕으로부터 고분자 점성 물질인 dextran을 생성해 내는 특징을 가진다(6-8).

증편은 빵과 같은 망상구조를 형성하나 빵의 망상구조를 이루는 밀단백질 gluten이 증편의 재료인 쌀에 없으므로 이 구조형성에 대해서는 Lee 등(11)이 단백질, 전분 그리고 미생물 유래 dextran이 관여한다고 밝힌 바 있다. 본 연구에서는 dextran을 만드는 균주를 증편에서 분리하여 starter로 첨가하여 기존의 증편에 비해 조직감이 우수하고 관능적으로 뛰어난 제품을 제조하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 증편의 재료

증편 제조에 사용한 쌀은 농촌진흥청 작물시험장으로부터 70% 도정한 일품벼를 백미 상태로 구입하여 보관하면서 사용하였고,

\*Corresponding author: Young-Sook Hahn, Sungshin Women's University, 249-1, Dongseon-Dong 3Ga, Sungbuk-Gu, Seoul, 136-742, Korea

Tel: 82-2-920-7210

Fax: 82-2-921-3197

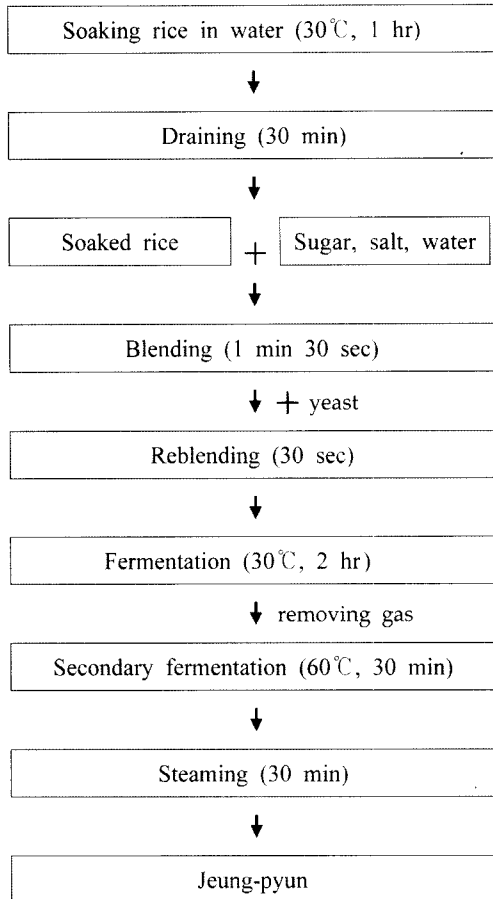
E-mail: yshan@sungshin.ac.kr

Received November 3, 2005; accepted April 6, 2006

**Table 1. Formula for Jeung-pyun preparation**

Ingredients				
Rice <sup>1)</sup> (g)	Water (mL)	Salt (g)	Sugar (g)	Yeast (g)
100	30	0.8	15	1

<sup>1)</sup>Soaked rice in water for 1 hr at 30°C.



**Fig. 1. Preparation process of Jeung-pyun.**

정백설탕(제일제당, 원당 100%), 정제염(해표꽃소금, NaCl 88% 이상)는 가까운 마트에서 구입하여 사용하였다. 생이스트(오투기 생이스트, *Saccharomyces cerevisiae* 99%)는 방산시장에서 구입하여 -4°C에서 냉장보관하면서 사용하였다. 물은 1차 증류수를 이용하였다.

**재료의 전처리 및 배합비**

증편 제조시 첨가하는 재료와 그 비율은 선행연구와 예비 실험을 통해 Table 1과 같이 결정하였다. 쌀은 1차 증류수로 3회 수세한 후 수분증발을 위해 알루미늄 호일로 덮어 30°C 항온기에서 1시간동안 불려서 사용하였다.

**증편의 제조**

30°C에서 1시간동안 불린 쌀은 체에 받쳐 물기를 제거하고, 설탕, 소금, 물과 함께 믹서기(한일전기(주), HMF-370)에 넣고 약 1분 30초간 갈았다. 쌀이 적당히 갈린 상태에서 이스트를 넣어 약 30초간 분쇄하여 반죽을 제조하였다. 반죽은 30°C 항온기에서 2시간동안 1차 발효를 시킨 후 gas를 제거하여 60°C에서 30분간

**Table 2. Selected isolates for dextransucrase activity measurement**

Sample No.	Species ID
1-1	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp mesenteroides
1-3	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp mesenteroides
1-4	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp mesenteroides
1-6	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp mesenteroides
1-9	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
1-12	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
2-8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp mesenteroides
2-9	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp mesenteroides
2-12	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
2-13	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp mesenteroides
3-1	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
3-3	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
3-4	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
3-8	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
3-11	<i>Pediococcus pentosaceus</i>
5-1	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
5-2	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp mesenteroides
5-4	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
5-6	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
5-8	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
5-11	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
5-12	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
5-13	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp dextransucrum
7-2	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
7-4	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
7-7	<i>Tetragenococcus halophilus</i>

2차 발효를 진행시켰다. 강한 불에서 30분간 쪄 후 뚜껑을 열어 30분간 방냉 후 시료로 이용하였다(Fig. 1).

**Dextransucrase 활성 측정**

**균주의 선발 및 동정:** 선행연구에서 증편 반죽에서 분리, 동정하여 PES 배지(1)에서 배양한 균 중 특이적으로 물방울을 크게 형성하거나 colony가 크게 형성된 다음 균주를 dextransucrase 활성 측정을 위해 선발하였다(Table 2).

이때, 젓산균 동정은 BUG agar(Biolog universal yeast agar) 95%에 sheep blood 5%를 첨가하여 배지를 만들어 순수분리된 젓산균을 35%에서 48시간 배양하여, GN/GP fluid에 탁도를 맞추고 GP plate에 분주하여 35°C에서 24시간 배양한 후 MicroLog System(BioLog Inc, USA)으로 동정하였다.

효모는 젓산균과 같은 방법으로 증편 반죽에서 PDA(potato dextrose agar) 배지에서 30°C 24시간 순수 분리된 효모를 BUY agar(Biolog universal growth agar)배지에서 30°C 24시간 배양하여 멸균증류수에 탁도를 맞추고 YP plate에 분주하여 24시간 배양한 후 MicroLog System(BioLog Inc., USA)으로 동정하였다.

**배양:** 1차종배양은 test tube에 1차 종배양 배지 5 mL에 균주 1 colony를 접종한 후 25°C에서 24시간 동안 1,000×g로 사면배양 하였다. 2차종배양은 2차 종배양 배지가 5 mL 들어있는 test tube에 24시간 배양시킨 1차 종배양액 50 µL를 넣고 25°C에서 24시간 200 rpm으로 배양하였다. 본배양은 본배양 배지 5 mL에 24시간 배양한 2차 종배양액 50 µL를 접종한 후 25°C에서 18시간 동안 1,000×g로 배양하였다.

**Enzyme assay:** 본 배양액을 8,000×g에서 10분간 원심분리하여 상정액을 조효소액으로 사용하였다. 3 M acetate buffer(pH 5.4)와 sucrose 60 g을 증류수에 넣어 100 mL로 정용한 기질액 2.5 mL과 조효소액 500 µL을 30°C에서 1시간 반응시켰다. 반응을 정지시키고 단백질을 침전시키기 위해 0.04 N NaOH을 첨가하였다.

**환원당(DNS method) 및 단백질(Bradford method) 정량:** DNS method에 따라 DNS시약 150 µL와 sample 50 µL를 즉시 vortex하고 80°C water bath에 3분간 방치하였다. 2분간 ice-hold를 하고 D.W. 800 µL을 첨가하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 fructose standard curve로부터 환원당을 정량하였다. 1 DSU는 30°C에서 1시간 반응시킬 때 sucrose 1 mg을 dextran으로 전환시키는 효소의 양으로써 반응 중에 생성되는 fructose 0.52 mg에 해당된다.

단백질은 Bradford method에 의해 sample 800 µL에 염료시약 direagent concentrate(Bio-rad, USA)을 200 µL 첨가하여 vortex한 후 5분간 실온에 방치하고 590 nm에서 흡광도를 측정하여 bovine serum albumin standard curve로부터 정량하였다.

#### 젖산균 starter의 적정 첨가량 결정

Dextranucrase 활성이 높은 균주를 위주로 선발된 젖산균은 MRS broth(Difco, MD) 배지에서 shaking incubator(JISICO, J-SIL-R)로 25°C에서 18시간을 배양하였다. 배양된 균주는 즉시 4°C, 6.5 rev/min×1,000(6,871 g)로 refrigerated superspeed centrifuge (Sorvall®, RC-5B)로 원심분리하여 사용하였다.

첨가량은 예비실험과 참고문헌(12)을 참고로 결정하였다(Table 3).

#### 물성 변화 측정

**증편 반죽의 점도 측정:** 점도는 1차 발효 중 0, 1, 2, 3, 5, 7 시간에 반죽을 채취하여 viscometer(BROOKFIELD, LVDV -1+)을 이용하여 측정하였다.

**증편 반죽의 pH 측정:** pH는 Mathason의 방법을 수정, 보완하여 측정하였다. 발효 0, 1, 2, 3, 5, 7 시간에 반죽을 5 g 채취하여 증류수 25 mL을 가하여 stirrer를 이용하여 균질화시켰다. 이것을 pH meter(Mettler Toledo 345 pH meter, Mettler Toledo, UK)로 측정하였다.

**증편시료의 부피와 비체적 측정:** 증편을 조건대로 제조한 후

물치환법을 이용하여 측정하였고, 비체적(mL/g)은 증편의 중량에 대한 부피비로 산출하였다(12,13).

#### 팽화도 관찰

증편을 제조하여 -80°C에서 동결한 후 가운데를 칼로 잘라 단면을 스캔하여 scanner(Scanjet 5300C, HP)로 스캔하여 Adobe photoshop 6.0으로 보정 출력하였다.

#### Texture 분석

Texture analyzer(TAXT2i, Stable Micro System, England)를 이용하여 증편의 가운데 부분을 1×1×1 cm의 정육면체 모양으로 자른 시료를 직경이 1 cm에 달하는 probe를 사용하여 증편의 견고성(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)를 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 이 때 graph type은 force & time이고, option은 T.P.A(texture profile analysis)로 지정하여 pre-test speed 5.00 mm/sec, test speed 3.00 mm/sec, post-test speed 5.00 mm/sec, distance 5.0 mm, force 60 g, time 3.00 sec로 하였다.

측정한 값은 SAS package를 통해 분산분석(analysis of variance)에 의해 유의성을 검정하였고, Duncan의 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 유의적인 차이를  $p < 0.05$ 의 수준으로 하여 비교하여 나타내었다.

#### 관능평가

관능검사 요원은 성신여자대학교 식품영양학과 대학원생 중 8명을 선발한 후 예비 실험을 통해 품질 평가에 적합한 관능 검사 관련 용어를 선정하였고, 훈련시킨 후 관능검사를 실시하였다. Polyethylene film으로 포장하여 하루 동안 저장한 시료를 부채꼴 모양으로 일정하게 8등분하고, 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 시료번호를 지정하여 흰 접시에 담아 제공하였다. 기포의 균일한 정도(cell uniformity), 신맛(sourness), 단맛(sweetness), 촉촉한 정도(moistness), 이에 붙는 정도(toothpacking), 바람직한 정도(overall desirability)를 9점 척도로 평가하였고, 각 항목에 대한 점수를 마크한 후 묘사한 수 면적크기로 품질을 분석(질량묘사분석법, quantitative descriptive analysis)하였다(9).

관능 검사 평가 결과는 SAS를 이용하여 분산분석(analysis of variance)에 의해 유의성을 검정하였고, Duncan의 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 유의적인 차이를

Table 3. Formula for Jeung-pyun prepared with starters

Sample No.	Ingredients (g)							
	Rice <sup>1)</sup>	Water	Salt	Sugar	Yeast	2-9 <sup>2)</sup>	1-12 <sup>3)</sup>	5-13 <sup>4)</sup>
P1	100	30	0.8	15	1	0.1	-	-
P2	100	30	0.8	15	1	0.5	-	-
P3	100	30	0.8	15	1	1.0	--	-
Q1	100	30	0.8	15	1	-	0.1	-
Q2	100	30	0.8	15	1	-	0.5	-
Q3	100	30	0.8	15	1	-	1.0	-
R1	100	30	0.8	15	1	-	-	0.1
R2	100	30	0.8	15	1	-	-	0.5
R3	100	30	0.8	15	1	-	-	1.0

<sup>1)</sup>Soaked rice in water for 1 hr at 30°C.

<sup>2)</sup>*Leuconostoc mesenteroides* subsp *mesenteroides*.

<sup>3)</sup>*Tetragenococcus halophilus*.

<sup>4)</sup>*Leuconostoc mesenteroides* subsp *dextranicum*.

**Table 4. Dextranucrase specific activities of selected isolates**

Sample No.	Enzyme activity (DSU)	Protein (mg)	Specific activity (DSU/mg protein)
1-1	0.54	0.040	13.50
1-3	0.55	0.061	9.17
1-4	0.55	0.040	13.75
1-6	0.57	0.062	9.50
1-9	0.41	0.013	31.52
1-12	0.45	0.012	36.95
2-8	0.53	0.050	10.60
2-9	0.57	0.021	28.50
2-12	0.46	0.014	32.66
2-13	0.55	0.040	13.75
3-1	0.40	0.013	30.73
3-3	0.42	0.013	31.43
3-4	0.40	0.015	26.51
3-8	0.39	0.015	26.58
3-11	0.54	0.050	10.80
5-1	0.38	0.016	24.29
5-2	0.57	0.060	9.50
5-4	0.56	0.070	8.00
5-6	0.54	0.040	13.50
5-8	0.49	0.013	36.87
5-11	0.39	0.016	24.58
5-12	0.40	0.014	29.43
5-13	0.87	0.060	14.50
7-2	0.54	0.020	27.00
7-4	0.37	0.014	26.24
7-7	0.41	0.016	25.90

$p < 0.05$ 의 수준으로 하여 비교하였다. Pearson의 상관관계분석법 (Pearson's correlation analysis)를 이용하여 상관관계를 나타내었다.

### 결과 및 고찰

#### Starter 균주들의 dextranucrase 활성

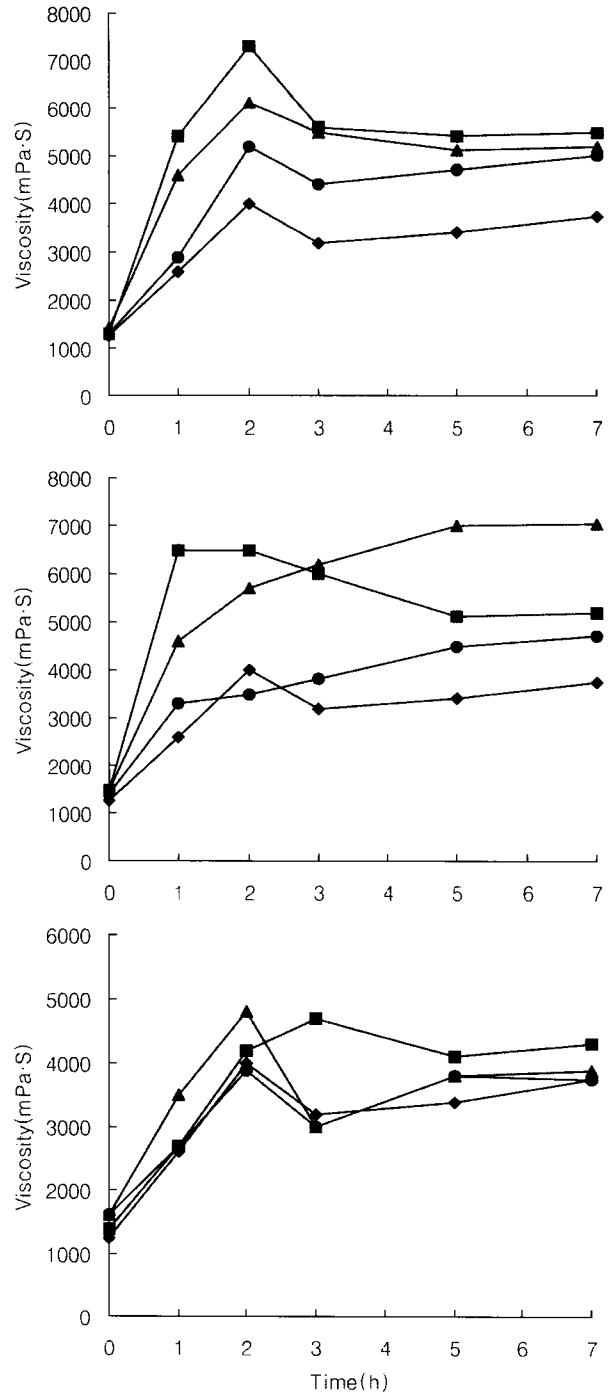
증편 반죽에서 젖산균을 분리하여 dextranucrase 활성을 측정하여 Table 4에 제시하였다.

선택된 26균주의 dextranucrase의 활성(specific activity)은 *Tetragenococcus halophilus* 1-12이 36.95 DSU/mg protein이 가장 높았다. 이 밖에도 *T. halophilus* 5-8(36.87 DSU/mg protein), *T. halophilus* 2-12(32.66 DSU/mg protein), *T. halophilus* 3-3(31.43 DSU/mg protein), *T. halophilus* 3-1(30.73 DSU/mg protein), *T. halophilus* 5-12(29.43 DSU/mg protein), *Leuconostoc mesenteroides* subsp mesenteroides 2-9(28.5 DSU/mg protein), *Leu. mesenteroides* subsp dextranicum 5-13(14.50 DSU/mg protein)이 높은 활성을 보였다.

이 중 dextranucrase 활성이 높았으며 균종이 다른 *Leu. mesenteroides* subsp mesenteroides 2-9, *T. halophilus* 1-12, *Leu. mesenteroides* subsp dextranicum 5-13을 각각 선별하여 증편제조시 starter로 이용하였다.

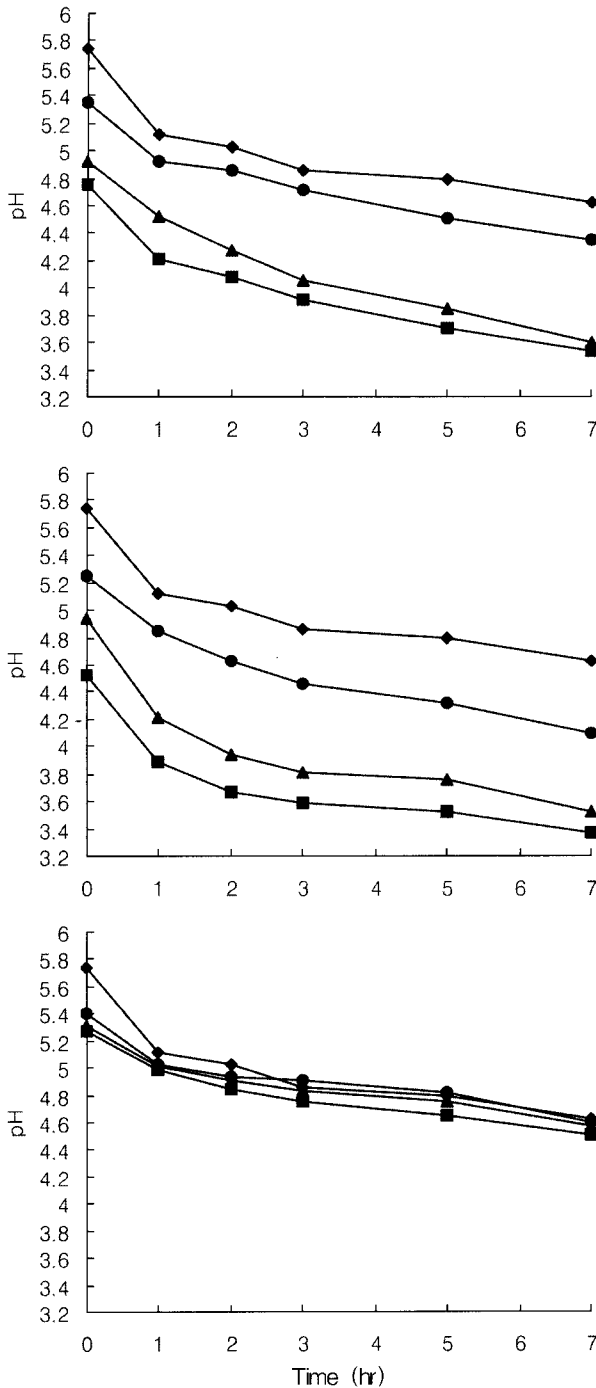
#### 점도의 변화

Fig. 2에서 나타났듯이 *Leu. mesenteroides* subsp mesenteroides 2-9를 첨가량을 달리하였을 때 발효 0시간에는 첨가량에 따라 점



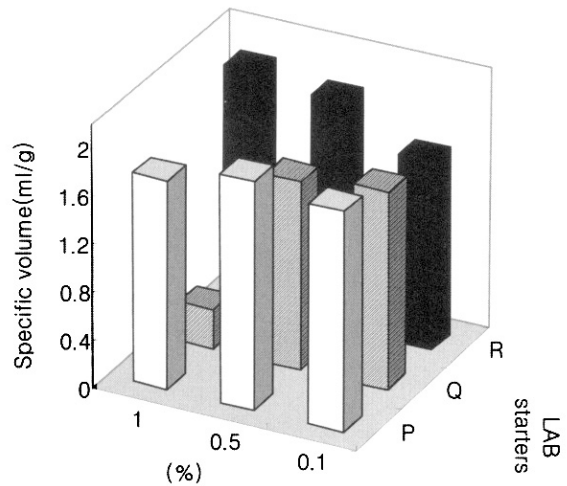
**Fig. 2 Changes in viscosity of Jeung-pyun batter added starters.** (A) *Leuconostoc mesenteroides* subsp mesenteroides 2-9. (B) *Tetragenococcus halophilus* 1-12. (C) *Leuconostoc mesenteroides* subsp dextranicum 5-13. ◆: control, ●: 0.1%, ▲: 0.5%, ■: 1.0%.

도의 차이가 없었으나 발효 2시간에는 control에 비해 0.1% 첨가 시에는 5,200 mPa·S (P1), 0.5% 첨가 시에는 6,000 mPa·S (P2)이었으며 1.0%를 첨가했을 때는 약 7,300 mPa·S (P3)로 점도가 크게 증가하였으나 3시간 이후 점도가 감소하였다가 점차 증가하는 발효패틴에는 차이가 없었다. 하지만 *T. halophilus* 1-12를 0.1%(Q1), 0.5%(Q2), 1.0%(Q3)로 첨가량을 달리한 증편 반죽에서는 발효 1시간에는 첨가량이 많을수록 점도가 증가하는 것을 볼 수 있었으나 그 일정한 발효패틴을 볼 수 없었다. 또한 *Leu.*



**Fig. 3** Changes in pH of Jeung-pyun batter added starters. [A] *Leuconostoc mesenteroides* subsp *mesenteroides* 2-9. [B] *Tetragenococcus halophilus* 1-12. [C] *Leuconostoc mesenteroides* subsp *dextranicum* 5-13. ◆: control, ●: 0.1%, ▲: 0.5%, ■: 1.0%.

*mesenteroides* subsp *dextranicum* 5-13을 첨가한 증편반죽의 발효 0시간째 점도는 첨가량에 따라 차이가 나지 않았으며 최대 발효 시간인 2시간째에서도 0.5%를 첨가한 R2가 가장 점도가 높았지만 다른 시료들은 큰 차이가 없었다. 그러나 1.0%를 첨가한 R3의 경우는 3시간째에 가장 점도가 높아졌다가 그 이후로 감소되는 패턴을 보였다.



**Fig. 4** Specific volume of Jeung-pyun prepared with starters. □: *Leuconostoc mesenteroides* subsp *mesenteroides*, ▨: *Tetragenococcus halophilus*, ■: *Leuconostoc mesenteroides* subsp *dextranicum*.

**pH의 변화**

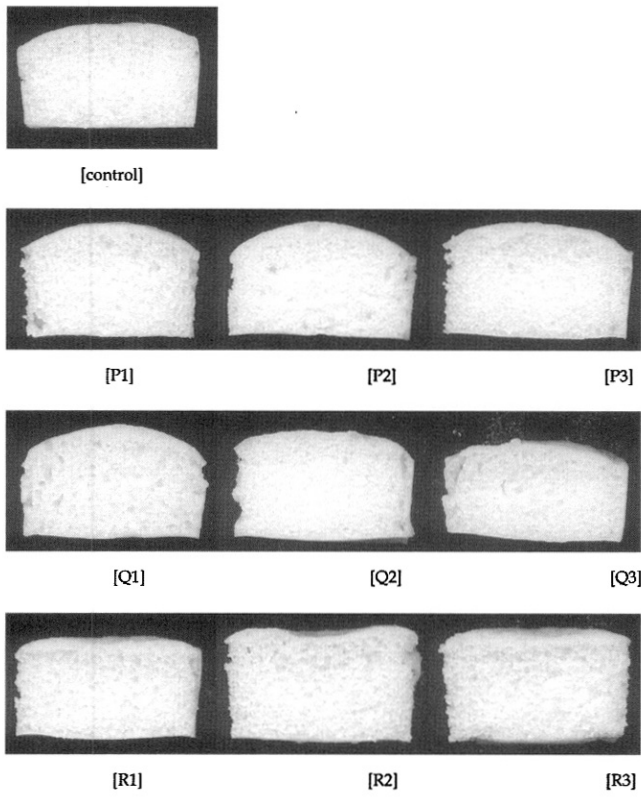
Fig. 3의 경우 control(5.8)에 비해 *Leu. mesenteroides* subsp *mesenteroides* 2-9의 첨가량이 증가할수록 P1(0.1%)은 5.4, P2(0.5%)는 4.9, P3(1.0%)는 4.8로 초기 pH부터 감소하는 것을 볼 수 있었으며 발효가 진행되면서 pH가 계속 감소하는 경향을 보였다. *T. halophilus* 1-12를 0.1%(Q1), 0.5%(Q2), 1.0%(Q3)로 첨가량을 달리하여 pH를 측정된 결과도 첨가량이 증가할수록 초기 발효부터 pH가 감소하였으며 *Leu. mesenteroides* subsp *mesenteroides* 2-9를 첨가한 증편반죽에 비해 pH가 더욱 감소하였다. 하지만 *Leu. mesenteroides* subsp *dextranicum* 5-13을 첨가한 증편 반죽은 초기 pH만 첨가량에 따라 약간 낮아졌지만 발효가 진행되면서 R1(0.1%), R2(0.5%), R3(1.0%)와 control과 차이가 없었다.

**증편의 비체적**

증편의 비체적을 나타낸 결과(Fig. 4), *Leu. mesenteroides* subsp *mesenteroides* 2-9를 0.5% 첨가한 것(P2)이 1.91으로 가장 좋았고, *T. halophilus* 1-12를 첨가한 실험군(Q1, Q2, Q3)은 첨가할수록 부피가 감소한 것을 볼 수 있다. 특히 1.0%를 첨가한 Q3의 경우 비체적이 0.33으로 다른 시료에 비해 현저하게 낮은 것을 볼 수 있다. 이것은 증편 발효 중의 pH가 현저하게 낮아 발효에 악영향을 끼친 것으로 추측된다. 반면 *Leu. mesenteroides* subsp *dextranicum* 5-13을 첨가한 실험군은 R1(0.1%)은 1.58, R2(0.5%)는 1.91, R3(1.0%)은 2.00으로 첨가량이 많아질수록 비체적 증가되는 것을 알 수 있었다.

**팽화도**

증편시료의 단면을 스캔한 결과는 비체적과 같은 경향을 볼 수 있었다(Fig. 5). *Leu. mesenteroides* subsp *mesenteroides* 2-9를 0.5% 첨가한 P2의 경우 가장 안정적으로 부풀 것을 볼 수 있고, *T. halophilus* 1-12를 0.1, 0.5, 1.0%를 첨가한 Q1, Q2, Q3는 점점 부피가 줄어들고 제대로 부풀지 못해 기공도 키고 성긴 것을 볼 수 있었다. *Leu. mesenteroides* subsp *dextranicum* 5-13을 0.1,



**Fig. 5** Crossover-sectional view of Jeung-pyun prepared with starters. P1: *Leu. mesenteroides* subsp mesenteroides 0.1%, P2: *Leu. mesenteroides* subsp mesenteroides 0.5%, P3: *Leu. mesenteroides* subsp mesenteroides 1.0%, Q1: *Tetragenococcus halpphilus* 0.1%, Q2: *Tetragenococcus halpphilus* 0.5%, Q3: *Tetragenococcus halpphilus* 1.0%, R1: *Leu. mesenteroides* subsp dextranicum 0.1%, R2: *Leu. mesenteroides* subsp dextranicum 0.5%, R3: *Leu. mesenteroides* subsp dextranicum 1.0%.

0.5, 1.0% 첨가한 R1, R2, R3는 부피가 증가하고 기공이 균일한 것을 볼 수 있었다.

**Texture**

Hardnesubsp의 경우 *Leu. mesenteroides* subsp dextranicum 5-13을 0.5, 1.0% 첨가한 R2와 R3가 각각 86.50, 56.77으로 control

**Table 6. Pearson's correlation of texture characteristics for Jeung-pyun according to the amount of adding starters**

	Hardne subsp	Springne subsp	Cohesivene subsp	Gummine subsp
Springne subsp	-0.449			
Cohesivene subsp	0.216	-0.794**		
Gummine subsp	0.965**	-0.645*	0.396	
Chewine subsp	0.615	0.416	-0.441	0.417

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .

(262.92)에 비해 매우 유의적으로 낮아져 매우 부드러운 것을 볼 수 있었다. *Leu. mesenteroides* subsp dextranicum 5-13을 첨가한 R1, R2, R3의 springnesubsp는 control에 비해 유의적으로 증가한 것을 볼 수 있으며 그 첨가량에 대한 차이는 없는 것으로 나타났다. Cohesivenesubsp는 starter의 종류나 첨가량에 따라 차이가 있으나 유의적이지 않은 것으로 나왔으며 대체적으로 0.692에서 0.820의 분포를 보였다. Control(213.49)에 비해 gummine-subsp가 높은 것은 *Leu. mesenteroides* subsp mesenteroides 2-9를 0.1% 첨가한 P1으로 251.40이었고, R2(64.79)와 R3(59.53)은 control에 비해 유의적으로 현저히 낮은 값을 보였다. chewinesubsp의 경우도 R2(62.46)과 R3(59.53)이 control(120.60)에 비해 유의적으로 낮았다(Table 5). 이 특성들 간의 상관관계를 살펴본 결과 haednesubsp가 높을수록 gumminesubsp는 유의적으로 높았고 springnesubsp가 높을수록 cohesivenesubsp와 gumminesubsp에 음의 상관관계가 있다는 것을 알 수 있었다(Table 6).

**관능평가**

*Leu. mesenteroides* subsp mesenteroides 2-9을 0.1%, 0.5%, 1.0%를 첨가하여 평가한 Q.D.A.는 Fig. 6의 [A]와 같다. P1 (0.1%), P2(0.5%), P3(1.0%) 모두 control에 비해 기호도가 높지 않았고, 첨가량이 증가할수록 기호도는 낮았다. *Leu. mesenteroides* subsp mesenteroides 2-9를 첨가한 증편에서의 같이 *T. halophilus* 1-12를 첨가한 Q1(0.1%), Q2(0.5%), Q3(1.0%)는 control에 비해 기호도가 매우 낮았고, 특히 Q3는 전반적인 기호도, soumesubsp와 sweetnesubsp에 대해 아주 낮은 점수를 받았다(Fig. 6 [B]). *Leu. mesenteroides* subsp dextranicum 5-13을 첨가량을 달리하여 제조한 증편은 다른 균주를 넣은 증편에 비해 대체적으로 7~8점 대의 좋은 점수를 받은 것을 알 수 있다. 전반적인 기호도에서

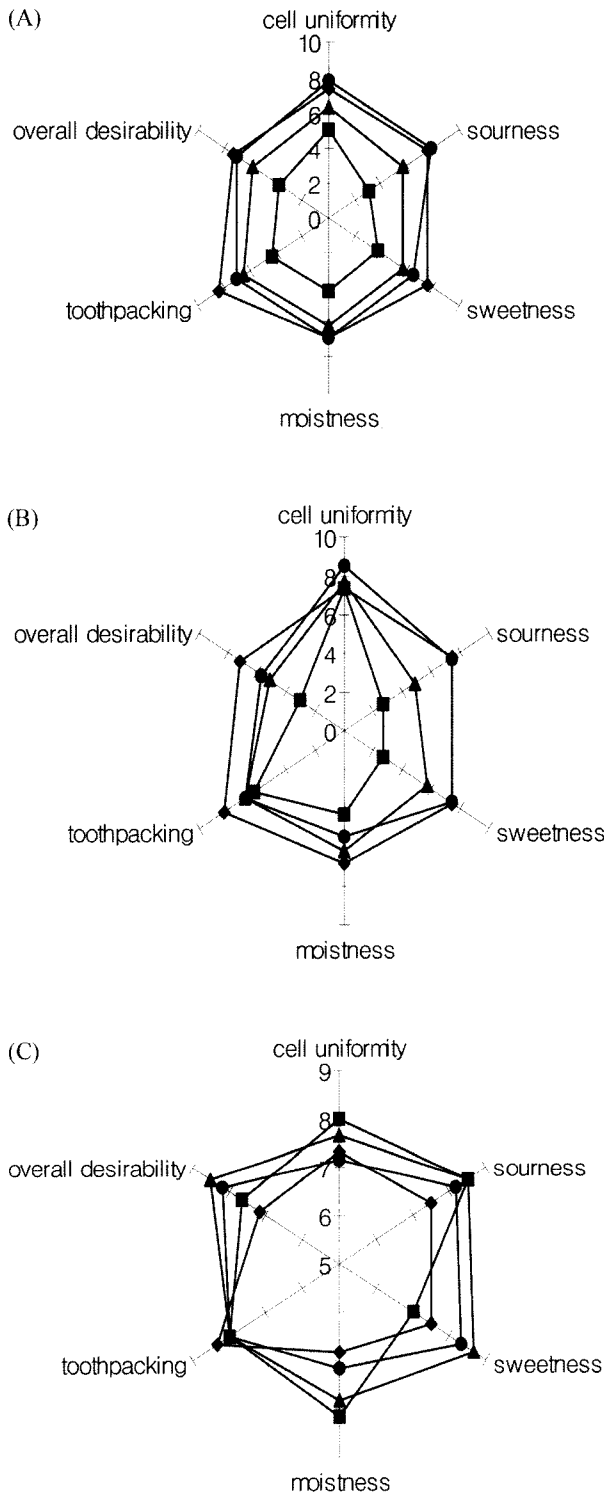
**Table 5. Texture value of Jeung-pyun prepared with starters**

Sample No. <sup>3)</sup>	Hardne subsp	Springne subsp	Cohesivene subsp	Gummine subsp	Chewine subsp
Control	262.92 <sup>1)ab2)</sup>	0.574 <sup>c</sup>	0.795 <sup>ab</sup>	213.49 <sup>ab</sup>	120.60 <sup>b</sup>
P1	297.92 <sup>a</sup>	0.229 <sup>d</sup>	0.820 <sup>a</sup>	251.40 <sup>a</sup>	55.76 <sup>c</sup>
P2	265.39 <sup>ab</sup>	0.655 <sup>c</sup>	0.751 <sup>ab</sup>	196.01 <sup>bc</sup>	125.75 <sup>b</sup>
P3	215.55 <sup>b</sup>	0.698 <sup>bc</sup>	0.764 <sup>ab</sup>	163.87 <sup>c</sup>	116.58 <sup>b</sup>
Q1	247.44 <sup>ab</sup>	0.809 <sup>ab</sup>	0.789 <sup>ab</sup>	172.99 <sup>bc</sup>	140.37 <sup>b</sup>
Q2	247.22 <sup>ab</sup>	0.828 <sup>a</sup>	0.697 <sup>b</sup>	166.46 <sup>c</sup>	138.57 <sup>b</sup>
Q3	295.42 <sup>a</sup>	0.903 <sup>a</sup>	0.692 <sup>b</sup>	202.87 <sup>bc</sup>	188.69 <sup>a</sup>
R1	253.92 <sup>ab</sup>	0.938 <sup>a</sup>	0.723 <sup>ab</sup>	176.60 <sup>bc</sup>	170.50 <sup>a</sup>
R2	86.50 <sup>c</sup>	0.858 <sup>a</sup>	0.751 <sup>ab</sup>	64.79 <sup>d</sup>	62.46 <sup>c</sup>
R3	56.77 <sup>c</sup>	0.924 <sup>d</sup>	0.717 <sup>ab</sup>	59.53 <sup>d</sup>	55.08 <sup>c</sup>
<i>p</i> -value	<0.0001	<0.0001	0.1460	<0.0001	<0.0001

<sup>1)</sup>Each value is mean.

<sup>2)</sup>Mean with different letters within a column are significantly from each other at  $\alpha = 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup>See the legend of Table.



**Fig. 6. Q.D.A. profiles of Jeung-pyun prepared with starters.** [A] *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 2-9, [B] *Tetragenococcus halophilus* 1-12, [C] *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextransucrum* 5-13. ◆: control, ●: 0.1%, ▲: 0.5%, ■: 1.0%.

control에 비해 좋은 점수를 받았고, 특히 R2(0.5%)는 8.5로 가장 높은 점수를 받아 가장 기호도 좋은 시료였다(Fig. 6 [C]).

관능검사를 실시한 결과를 평균값과 유의성을 분석한 결과는 Table 7에 나타내었다. 기공이 잘 형성된 것은 8.5를 받은 Q1이었고 신맛에 의해 낮은 평가를 받은 것은 Q2(4.833), Q3(2.666)이

었다. 이것은 *T. halophilus* 1-12의 첨가량이 많을수록 pH가 낮았던 결과와 일치하였고, 특히 신맛에 거부감을 가질수록 단맛에 대한 민감도도 떨어지는 것을 알 수 있었다(2.677). 이것은 젖산균 스타터를 많이 첨가시킨 군(P3, Q3)의 기호도가 control에 비해 유의적으로 낮았던 결과와 일치하였다. 하지만 첨가량에 따른 증편반죽의 pH가 차이가 나지 않았던 R1, R2, R3의 경우 기공의 크기가 대체적으로 좋았으나 유의적이지는 않았고 신맛에 대한 거부감도 없었으며, 단맛, 촉촉함에서 좋은 점수를 받았고, 전반적인 기호도에서 R2가 8.5를 얻어 가장 좋은 것으로 나타났다. 이 결과를 보아 증편의 전반적인 기호도에 신맛, 그리고 신맛과 역의 관계가 있는 단맛이 크게 영향을 미칠 것이라고 추측된다.

증편의 기호도에 영향을 끼치는 특성을 알아보기 위해 Pearson 상관관계를 본 결과는 다음과 같다(Table 8). 관능검사에서 예측한 것과 같이 신맛에 대한 거부감이 적을수록, 즉 관능검사 점수에서 높은 점수를 받은 것이 0.956(<0.01)으로 기호도에 가장 많은 영향을 받았고, 촉촉함(0.945), 단맛의 강도(0.941)도 유의적으로 영향을 끼쳤다.

### 요 약

26균주의 젖산균을 증편 반죽에서 분리하여 dextransucrase 활성을 측정할 결과 *T. halophilus* 1-12가 36.95 DSU/mg으로 가장 높았다. 이 중 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 2-9, *T. halophilus* 1-12, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextransucrum* 5-13을 선별하여 starter로 이용하였다. 증편의 점도변화를 관찰한 결과 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 2-9를 첨가한 증편은 발효 적기인 2시간째에 첨가량이 많을수록 점도가 높아졌고 *T. halophilus* 1-12를 첨가한 증편의 경우는 첨가량에 따라 차이 없이 증편의 점도가 증가하였다. *Leu. mesenteroides* subsp. *dextransucrum* 5-13를 첨가한 증편 반죽의 경우에는 첨가량에 차이 없이 starter 균을 첨가하지 않은 증편 반죽의 발효패턴과 같은 점도 변화를 보였다. 증편반죽의 pH는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 2-9와 *T. halophilus* 1-12를 첨가한 경우 첨가량이 증가할수록 초기 pH도 낮았으며 발효가 진행되면서 계속 감소되는 경향을 보였다. 그러나 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextransucrum* 5-13의 경우에는 첨가량에 따른 유의적인 차이가 없이 발효가 진행되면서 감소하는 패턴을 보였다. 증편의 비체적은 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextransucrum* 5-13 1.0% 첨가한 군이 2.00으로 가장 높았고, *T. halophilus* 1-12를 1.0% 첨가한 군이 0.33으로 가장 낮았다. 증편의 단면을 관찰한 결과 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 2-9를 0.5% 첨가한 것이 균일하였고, *T. halophilus* 1-12는 첨가량이 많을수록 기공이 거칠고 불규칙하였다. 반면 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextransucrum* 5-13를 첨가한 군은 첨가량이 많을수록 기공이 균일하고 부피가 증가한 것을 볼 수 있었다. Texture는 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextransucrum* 5-13를 0.5%, 1.0% 첨가한 증편이 hardnesubsp과 gumminesubsp, chewinesubsp가 대조군에 비해 매우 유의적으로 감소하였다. 관능검사를 실시한 결과 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextransucrum* 5-13 0.5%를 첨가한 시료가 전체적인 기호도에서 8.500을 받아 매우 우수한 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R04-2001-000002800) 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

**Table 7. Sensory evaluation value of Jeung-pyun prepared with starters**

Sample No. <sup>3)</sup>	Cell uniformity	Sourne subsp	Sweetne subsp	Moistne subsp	Tooth packing	Overall desirability
Control	7.333 <sup>a</sup>	7.500 <sup>a</sup>	7.500 <sup>ah</sup>	6.833 <sup>a</sup>	8.333 <sup>a</sup>	7.167 <sup>ab</sup>
P1	7.833 <sup>a</sup>	7.833 <sup>a</sup>	6.500 <sup>ab</sup>	6.833 <sup>ab</sup>	7.000 <sup>ab</sup>	7.000 <sup>ab</sup>
P2	6.333 <sup>ab</sup>	5.6667 <sup>bc</sup>	5.667 <sup>bc</sup>	6.1667 <sup>abc</sup>	6.500 <sup>ab</sup>	5.833 <sup>bc</sup>
P3	5.000 <sup>b</sup>	3.000 <sup>d</sup>	3.667 <sup>cd</sup>	4.1667 <sup>c</sup>	4.333 <sup>c</sup>	3.667 <sup>dc</sup>
Q1	8.500 <sup>a</sup>	7.333 <sup>ah</sup>	7.333 <sup>ah</sup>	5.500 <sup>b</sup>	6.833 <sup>ab</sup>	5.667 <sup>bc</sup>
Q2	7.667 <sup>b</sup>	4.833 <sup>c</sup>	5.667 <sup>bc</sup>	6.166 <sup>abc</sup>	6.833 <sup>ab</sup>	5.167 <sup>dc</sup>
Q3	6.333 <sup>ab</sup>	2.666 <sup>d</sup>	2.667 <sup>d</sup>	4.333 <sup>c</sup>	6.167 <sup>b</sup>	3.000 <sup>c</sup>
R1	7.167 <sup>ab</sup>	8.167 <sup>a</sup>	8.333 <sup>a</sup>	7.167 <sup>ab</sup>	8.000 <sup>ab</sup>	8.167 <sup>a</sup>
R2	7.667 <sup>a</sup>	8.500 <sup>a</sup>	8.667 <sup>a</sup>	7.833 <sup>a</sup>	8.000 <sup>ab</sup>	8.500 <sup>a</sup>
R3	8.000 <sup>a</sup>	8.500 <sup>a</sup>	7.000 <sup>ab</sup>	8.167 <sup>a</sup>	8.000 <sup>ab</sup>	7.667 <sup>a</sup>
<i>p</i> -value	0.0621	<0.0001	<0.0001	0.0004	0.0018	<0.0001

<sup>1)</sup>Each value is mean.

<sup>2)</sup>Mean with different letters within a column are significantly from each other at  $\alpha = 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup>See the legend of Table.

**Table 8. Pearson's correlation of sensory characteristics for Jeung-pyun prepared with starters**

	Cell uniformity	Sourne subsp	Sweetne subsp	Moistne subsp	Tooth packing
Smell	0.596				
Sweetne subsp	0.513	0.944**			
Moistne subsp	0.506	0.899**	0.835**		
Tooth packing	0.689*	0.838**	0.816**	0.866**	
Overall desirability	0.433	0.956**	0.941**	0.945**	0.845**

\* $p < 0.05$ . \*\* $p < 0.01$ .

## 문 헌

- Hahn YS, Oh JY. 1999. Dextranucrase activity of *Leuconostoc* sp. strains isolated from Kimchi. Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 27: 86-89
- Bucke CL, Deavin CJ, Lawson, Pindar DF. The production of industrially important bacterial polysaccharides. Biochem. Soc. Trans. 3: 844-847 (1975)
- Catley BJ. The extracellular polysaccharide, pullulan, produced by *Aureobasidium pullulans*: A relationship between elaboration rate and morphology. J. Gen. Microbiol. 120: 265-268 (1980)
- Cotrell IW. Industrial potential of fungal and bacterial polysaccharides. ACS Symp. Ser. 126: 251-270 (1980)
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the folin phenol reagent. Biol. Chem. 193: 265-275 (1951)
- Yoon MH, Koo YM. Mechanism of dextran synthesis by dextranucrase. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 9: 1-7 (1994)
- Jeanes A. Dextran. Encycl. Polym. Sci. Technol. 4: 805-824 (1966)
- Eom HJ, Seo DM, Yoon HS, Lee HB, Han NS. Strain selection of psychrotrophic *Leuconostoc mesenteroides* producing a highly active dextranucrase from Kimchi. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 1085-1090 (2002)
- An S, Lee KA, Kim KJ. Quality characteristics of Jeung-pyun according to the leavening agents. Korean J. Human Ecol. 5: 48-61 (2002)
- Shin KS, Woo KJ. Study on the dextran and the inside structure of Jeung-pyun of adding soybean. J. East Asian Soc. Diet. Life 11: 121-130 (2001)
- Lee HE. Study on the structure of Jeung-pyun (rice cake) and microbial dextranucrase activities. MS thesis. Sungshin Women's Univ. Seoul, Korea (2004)
- Moon HJ, Chang HG, Mok CK. 1999. Selection of lactic starter for the improvement of Jeungpyun manufacturing process. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1241-1246
- Lee EA, Woo KJ. Study on the dextran and the inner structure of Jeung-Pyun (Korean rice cake) on adding oligosaccharide. J. East Asian Soc. Diet. Life 12: 38-46 (2002)