

배양온도가 김치에서 분리한 젖산균의 증식속도에 미치는 영향

소 명 환 · 이 영 숙*

부천전문대학 식품영양과, *동국대학교 식품공학과

Influences of Cultural Temperature on Growth Rates of Lactic Acid Bacteria Isolated from Kimchi

Myung-Hwan So and Young-Sook Lee*

Department of Food and Nutrition, Bucheon Junior College

*Department of Food Technology, Dongguk University

Abstract

Growth curves of seven strains of lactic acid bacteria isolated from Kimchi were graphed during cultivation at 10°C, 20°C, 30°C and 40°C in filter sterilized Chinese cabbage juice, and then lag time and generation time at each conditions were calculated. At 30°C, the lag time of *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* was 168 min(minutes), *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 204 min, *Leu. paramesenteroides* 612 min, *Lac. bavaricus* 258 min, *Lac. homohiochii* 228 min, *Lac. plantarum* 270 min and *Lac. brevis* 264 min. And at this temperature, the generation times of *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* and *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* were all 36 min, *Lac. bavaricus* 33 min, *Lac. homohiochii* 39 min, *Lac. plantarum* 66 min, *Lac. brevis* 42 min and *Leu. paramesenteroides* 162 min. As cultural temperature was lowered from 30°C to 10°C, all strains showed remarkable prolongations in lag time and in generation time, and the prolongations were most conspicuous in *Lac. plantarum*. At 10°C, 20°C and 30°C, both the lag time and the generation time of *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* were shorter than those of *Lac. plantarum*. But at 40°C, this pattern was completely inverted. As a whole lower temperatures were more favorable for the growth of *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, while higher temperatures were for *Lac. plantarum*.

Key words : Kimchi, lactic acid bacteria, cultural temperature, growth rate.

서 론

김치는 젖산균에 의하여 발효되는 대표적인 채소발효 식품이다. 그러므로 김치 젖산균들의 종류와 김치발효 계 내에서의 소장을 정확히 파악하는 것은 품질관리상 대단히 중요하다. 김치 발효에서 중요한 조건은 소금농도와 발효온도이다. 일반적으로 소금농도가 높을수록¹⁾, 또 발효온도가 30°C에서 떨어질수록^{1,3,5)} 숙성이 지연되는데 이것은 이러한 환경조건이 젖산균의 증식과 산생산을 지연시키기 때문이다^{6,7)}. 또 김치는 2~3%의 소금농도에서, 그리고 14°C 이하의 저온에서 숙성시킬 때 품질이 좋은 것으로 알려지고 있는데^{1,3,8~11)}, 이것도 역시 이 조건에서 상대적으로 잘 증식하는 젖산균들이 김치 품질에 더 좋은 영향을 미치기 때문일 것이다.

외국의 pickle 발효에 대한 연구에서 소금농도에 따라 젖산균의 주균종이 달라지며, 발효온도에 따라서도

주균종이 달라짐이 오래전에 밝혀져 있다¹²⁾. 양배추 발효식품인 sauerkraut는 2.25%의 소금농도에서, 그리고 18°C의 온도에서 발효하는 것이 최적이며, 이것은 이 조건이 발효에 바람직한 젖산균들의 군집형성에 유리하기 때문임이 밝혀져 있다¹³⁾.

우리나라의 김치도 저온에서 발효할 경우와 중온에서 발효할 경우에 젖산균의 주균종이 서로 다름이 최근의 연구에 의하여 밝혀지고 있으며^{14~16)}, 소금농도에 따라서도 차이가 있을 것으로 생각하고 있다¹⁾.

여러 젖산균들에 대한 발효계 내에서의 동태를 예측하는 데 기초가 되는 유용한 자료는 발효계와 유사한 배양환경에서 측정된 각 젖산균들의 유도시간(lag time)과 세대시간(generation time)이다. Sauerkraut 발효에 관여하는 여러 젖산균들에 대하여 Stamer 등¹⁷⁾은 양배추즙 배지에서의 세대시간과 유도시간을 측정한 바 있고, Yildiz 등¹⁸⁾은 양배추즙에서 혼합배양시의 세대

시간과 유도시간을 측정한 바 있다.

저자 등¹⁹⁾은 김치에서 분리한 몇 젖산균들을 무균 배추즙에서 배양할 때에 소금농도가 젖산균들의 증식속도에 미치는 영향을 조사하여 보고한 바 있다.

본 연구는 김치에서 분리한 7종의 균주를 무균 배추즙에 접종하고 배양온도를 달리하여 배양하면서 각 조건에서의 증식곡선을 작성하고, 이를 이용하여 각 젖산균들의 유도시간과 세대시간을 구한 결과이다.

재료 및 방법

1. 젖산균

본 실험에 사용한 젖산균은 *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* A02, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* A18, *Leu. paramesenteroides* B30, *Lactobacillus bavaricus* B06, *Lac. homohiochii* B21, *Lac. plantarum* C01 및 *Lac. brevis* C29이었다. 이들은 모두 김치의 우점 젖산균으로 저자^{7,16,19)}가 직접 분리·동정한 것이며, 이들의 분리와 동정에 대한 정보는 전보^{7,16,19)}에 제시하였다.

2. 배추즙 배지의 제조

무게가 2kg 내외인 배추를 잘 씻고 겉잎을 제거한 후 녹즙기를 사용하여 착즙하였다. 이즙의 pH는 6.50이었는데 1N HCl로 pH를 4.6으로 조정하고 30분간 방치한 후 3000×g로 20분간 2회 원심분리하여 침전물을 제거하였다. 이어서 1N NaOH로 pH를 6.5로 재조정하고 membrane filter(0.45 μ m)로 여과제균하였다. 배추즙의 pH를 4.6으로 조정하고 원심분리한 이유는 이 pH에서 응집될 수 있는 단백질 등을 제거하여 배양 중 흡광도 측정을 통한 증식곡선 작성이 가능하게 하기 위해서이다.

제조된 무균 배추즙의 당도는 굴절당도계로 4.0%이었으며, 사용전에 실험용 젖산균으로 phage 검사를 실시하여 phage 오염이 없음이 확인된 후에 사용하였다.

3. 젖산균의 접종 및 배양

젖산균을 30℃의 무균 배추즙에서 *Leu. paramesenteroides* B30은 24시간, 나머지 균주들은 16시간 배양한 후 5℃의 냉장고에 12시간 보관한 것을 접종용 균액으로 사용하였다. 접종시 젖산균의 양은 600nm에서의 흡광도가 0.04로 되게 하였고, 젖산균이 접종된 배추즙은 멸균된 비색관에 3ml를 취한 후 고무마개를 하고, 항온수조에서 온도를 10℃, 20℃, 30℃ 및 40℃로 유지하며 배양하였다.

4. 증식곡선의 작성 및 유도시간과 세대시간의 측정

젖산균의 증식도는 spectrophotometer를 사용하여 600nm에서 배양액의 흡광도(OD; optical density)를 측정된 값으로 나타내었다. 측정시간 간격은 배양초기에는 0.5~1시간, 배양중기에는 1~2시간, 그리고 배양 후기에는 4~12시간으로 하였다. 배양시간을 x축으로 하고 흡광도 측정값을 y축으로 하여 증식곡선을 작성하고, 증식곡선의 지체기 구간과 대수기 구간에 각각 접선을 긋고 두 접선이 만나는 지점의 x축(배양시간)의 값, 즉 배양 개시 후 1차 변곡점까지의 소요시간을 구하여 유도시간(lag time)으로 하였으며, 대수증식기의 구간 내에서 흡광도가 2배로 증가하는 데 소요되는 시간을 구하여 세대시간(generation time)으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 증식곡선의 형태에 미치는 영향

여과제균한 배추즙에 여러 젖산균들을 접종하고 10℃, 20℃, 30℃ 및 40℃에서 배양하면서 배양시간의 경과에 따른 배양액의 흡광도 변화를 측정하여 증식곡선을 작성한 결과는 Fig. 1에 나타낸 바와 같다.

Fig. 1의 증식곡선을 보면 각 온도에서 정상기에 도달하는 소요시간과 정상기에서의 흡광도가 균주에 따라 달라 증식곡선의 모양도 각기 다르게 나타나고 있다.

10℃에서 배양할 때에는 모든 균주들이 정상기에 도달하는 데 대단히 장시간이 소요되었다. *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Leu. paramesenteroides*, *Lac. bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*는 50시간, *Lac. brevis*는 70시간, *Lac. plantarum*은 90시간 정도가 각각 소요되었다. 그리고 정상기에서의 흡광도는 *Lac. bavaricus*, *Lac. homohiochii*, *Lac. brevis* 및 *Lac. plantarum*은 높았고, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* 및 *Leu. paramesenteroides*는 낮았다.

20℃에서 배양할 때에는 정상기까지의 소요시간이 10℃에서 배양할 때보다 훨씬 단축되었다. *Lac. bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*는 14시간, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* 및 *Leu. paramesenteroides*는 18시간, *Lac. brevis*는 22시간, *Lac. plantarum*은 30시간 정도가 각각 소요되었다. 그리고 정상기에서의 흡광도는 *Lac. bavaricus*, *Lac. homohiochii*, *Lac. brevis* 및 *Lac. plantarum*은 높았고, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroid-*

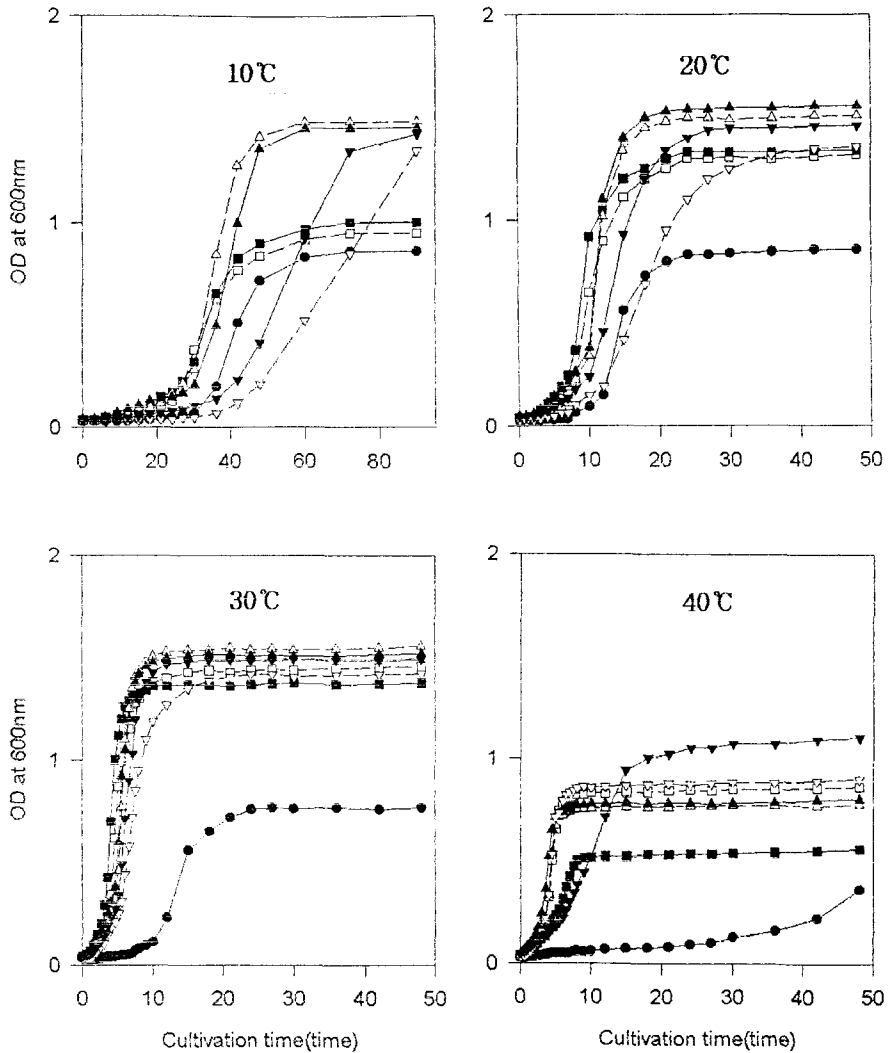


Fig. 1. Growth curves of seven strains of lactic acid bacteria isolated from Kimchi at 10°C, 20°C, 30°C and 40°C of cultural temperatures in germ free Chinese cabbage juice. *Leu. paramesenteroides*(●-●), *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*(□-□), *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*(■-■), *Lac. bavaricus*(△-△), *Lac. homohiochii*(▲-▲), *Lac. plantarum*(▽-▽), *Lac. brevis*(▼-▼).

es 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*도 비교적 높았으나, *Leu. paramesenteroides*는 낮았다.

30°C에서 배양할 때에는 정상기에 도달하는 시간이 20°C에서 배양할 때보다 더욱 단축되어져, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*은 8시간, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. paramesenteroides*, *Lac. bavaricus*, *Lac. homohiochii* 및 *Lac. brevis*는 10시간, *Lac. plantarum*은 14시간, *Leu. paramesenteroides*은 20시간 정도가 각각 소요되었다. 그리고 이 온도에서 정상기의 흡광도는 *Leu. paramesenteroides*는 낮았으나 나머지 균주들은 모두 높았다.

40°C에서 배양할 때에는 정상기까지의 소요시간이 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Lac. bavaricus*, *Lac. homohiochii* 및 *Lac. plantarum*은 30°C에서 배양할 때와 비슷하였으나, *Lac. brevis*는 6시간 정도가 더 소요되었고, *Leu. paramesenteroides*는 이 온도에서 거의 증식하지 못하였다. 그리고 모든 균주들이 30°C에서 배양할 때보다 훨씬 낮은 정상기의 흡광도를 나타내었다.

이상에서와 같이 배양온도의 변화에 따라 정상기의 흡광도에 도달하는 소요시간과 정상기에서의 흡광도가 균종에 따라 다른 양상으로 변하는 것은, 온도에 따른

젖산균의 증식특성이 균종에 따라 서로 다르기 때문이다.

또 20℃ 및 10℃에서 배양할 때에 40℃에서 배양할 때보다 더 높은 정상기의 흡광도를 나타낸 것은, 저온에서 배양하면 고온에서 배양할 때보다 더 많은 균수에 도달할 수 있음을 의미하는 것이며, 이러한 현상은 다른 미생물들에서도 이미 확인되어져 있다²⁰⁾.

2. 유도시간에 미치는 영향

Fig. 1의 증식곡선을 토대로 하여 배양온도별로 각각의 유도시간을 구한 결과는 Fig. 2에 나타낸 바와 같다.

배양온도 10℃일 때의 유도시간은 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*은 1,470분, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*는 1,404분, *Leu. paramesenteroides*는 2,040분, *Lac. bavaricus*는 1,632분, *Lac. hom-*

*ohiochii*는 1,812분, *Lac. plantarum*은 2,496분 그리고 *Lac. brevis*는 2,364분이었다.

배양온도가 20℃일 때는 10℃일 때보다 유도시간이 3.1배~4.2배 단축되어져, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*은 402분, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*는 420분, *Leu. paramesenteroides*는 666분, *Lac. bavaricus*는 540분, *Lac. homohiochii*는 528분, *Lac. plantarum*은 660분 그리고 *Lac. brevis*는 558분이었다.

배양온도 30℃일 때에는 20℃일 때보다 더욱 단축되어져, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*은 168분, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*는 204분, *Leu. paramesenteroides*는 612분, *Lac. bavaricus*는 258분, *Lac. homohiochii*는 228분, *Lac. plantarum*은 270분

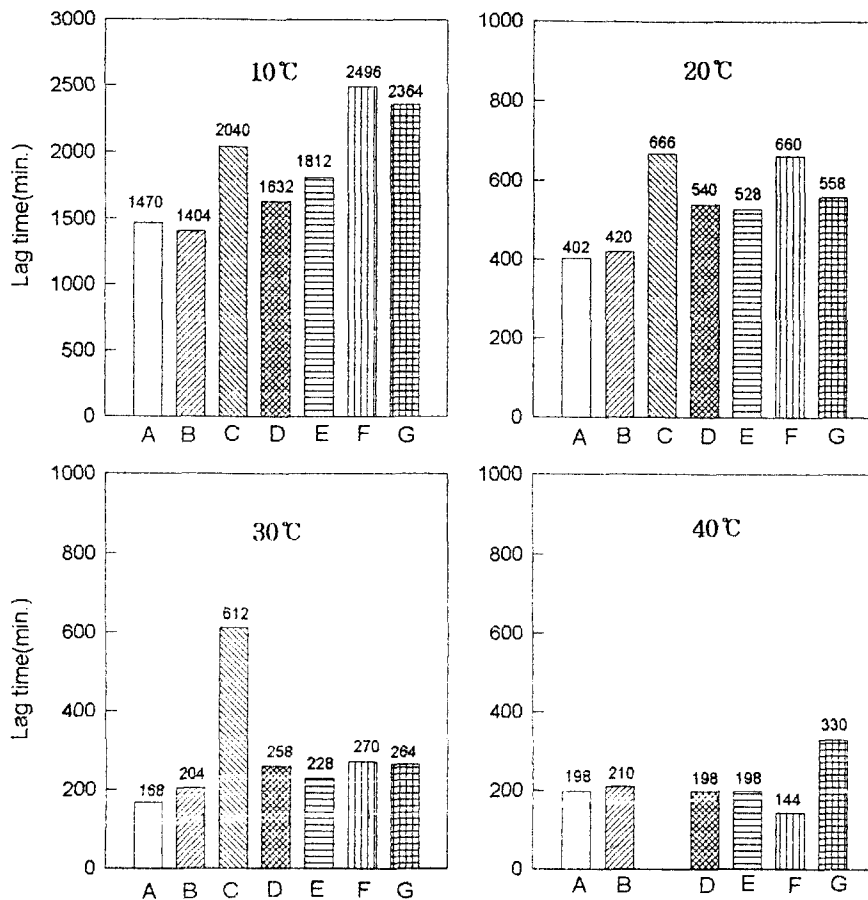


Fig. 2. Lag times of seven strains of lactic acid bacteria isolated from Kimchi at 10℃, 20℃, 30℃ and 40℃ of cultural temperatures in germ free Chinese cabbage juice. A: *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, B: *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, C: *Leu. paramesenteroides*, D: *Lac. bavaricus*, E: *Lac. homohiochii*, F: *Lac. plantarum*, G: *Lac. brevis*.

분 그리고 *Lac. brevis*는 264분이었다.

배양온도 40℃일 때에는 *Lac. plantarum*은 144분, *Lac. bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*는 198분으로 30℃일 때보다 상당히 단축되었고, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*는 210분, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*은 198분으로 30℃일 때와 거의 비슷하였으며, *Lac. brevis*는 330분으로 30℃일 때보다 훨씬 연장되었고, *Leu. paramesenteroides*는 이 온도에서 거의 증식하지 않았다.

각 균주들을 유도시간이 긴 것부터 순서대로 나열하면, 배양온도가 10℃일 때에는 *Lac. plantarum*, *Lac. brevis*, *Leu. paramesenteroides*, *Lac. homohiochii*, *Lac. bavaricus*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*이었으나, 배

양온도가 30℃일 때에는 *Leu. paramesenteroides*, *Lac. plantarum*, *Lac. brevis*, *Lac. bavaricus*, *Lac. homohiochii*, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 그 순서가 다소 바뀌어졌다.

또 10℃, 20℃ 및 30℃에서 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*의 유도시간이 *Lac. bavaricus*, *Lac. homohiochii*, *Lac. plantarum* 및 *Lac. brevis*의 그것보다 짧았으며, 이점은 실제적인 김치발효에서도 모든 온도에서 *Leuconostoc*속의 젖산균들이 *Lactobacillus*속의 젖산균들보다 먼저 증식을 개시할 것임을 암시한다.

김치발효에서 대표적인 젖산균으로 간주되는¹⁾ *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*와 *Lac. plantarum*

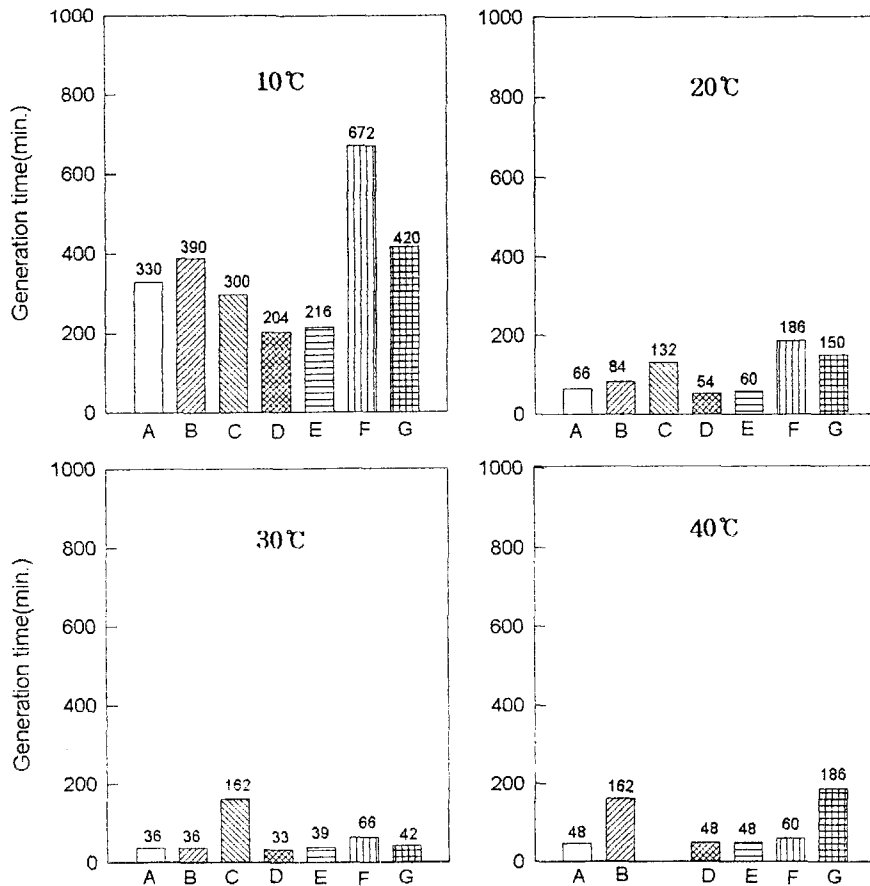


Fig. 3. Generation times of seven strains of lactic acid bacteria isolated from Kimcki at 10℃, 20℃, 30℃ and 40℃ of cultural temperatures in germ free Chinese cabbage juice. A: *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, B: *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, C: *Leu. paramesenteroides*, D: *Lac. bavaricus*, E: *Lac. homohiochii*, F: *Lac. plantarum*, G: *Lac. brevis*.

과의 유도시간을 비교해 보면, 10℃에서는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*보다 *Lac. plantarum* 쪽이 1.7배, 20℃에서는 1.6배, 30℃에서는 1.3배 더 길며, 40℃에서는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 쪽이 오히려 1.4배 정도 더 길다. 따라서 온도가 낮을수록 상대적으로 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*의 증식개시에 더 유리해지고, 온도가 높을수록 *Lac. plantarum*의 증식개시에 더 유리해질 것임을 알 수 있다.

한편, Stamer 등¹⁷⁾은 sauerkraut의 발효에 관여하는 젖산균들을 30℃에서 배양할 때 유도시간이 *Leu. mesenteroides*는 180분, *Lac. plantarum*은 330분, *Lac. brevis*는 215분인 것으로 보고하고 있어, 본 연구에서의 결과와 크게 다르지 않다.

3. 세대시간에 미치는 영향

Fig. 1의 증식곡선을 토대로하여 배양온도별로 각각의 세대시간을 구한 결과는 Fig. 3에 나타낸 바와 같다.

배양온도 10℃일 때의 세대시간은 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*은 330분, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*는 390분, *Leu. paramesenteroides*는 300분, *Lac. bavaricus*는 204분, *Lac. homohiochii*는 216분, *Lac. plantarum*은 672분 그리고 *Lac. brevis*는 420분이었다.

배양온도가 20℃일 때는 10℃일 때보다 세대시간이 2.3배~5.0배 단축되어져, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*은 66분, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*는 84분, *Leu. paramesenteroides*는 132분, *Lac. bavaricus*는 54분, *Lac. homohiochii*는 60분, *Lac. plantarum*은 186분 그리고 *Lac. brevis*는 150분이었다.

배양온도 30℃일 때의 세대시간은 20℃일 때보다 더욱 단축되어져, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*는 36분, *Lac. bavaricus*는 33분, *Lac. homohiochii*는 39분, *Lac. plantarum*은 66분 그리고 *Lac. brevis*는 42분이었으나, *Leu. paramesenteroides*는 162분으로 20℃일 때보다 오히려 연장되었다.

배양온도 40℃일 때의 세대시간은 *Lac. plantarum*은 60분으로 30℃일 때보다 약간 단축되었으나, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Lac. bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*는 48분으로 30℃일 때보다 약간 연장되었으며, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*는 162분, *Lac. brevis*는 186분으로 현저히 연장되었다. 그리고 *Leu. paramesenteroides*는 40℃에서 거의 증식하지 않아서 세대시간을 측정할 수 없었다.

각 균주들을 세대시간이 긴 것부터 순서대로 나열하면, 배양온도가 10℃일 때에는 *Lac. plantarum*, *Lac. brevis*, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Leu. paramesenteroides*, *Lac. homohiochii*, *Lac. bavaricus*이지만, 배양온도가 30℃일 때에는 *Leu. paramesenteroides*, *Lac. plantarum*, *Lac. brevis*, *Lac. homohiochii*, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Lac. bavaricus*로 순서가 상당히 바뀌어졌다. 이와 같은 결과는 실제의 김치발효에서도 발효온도가 달라짐에 따라 우점 젖산균의 균종이 서로 다르게 나타날 수 있음을 암시해 주는 것이 된다.

김치발효에서 대표적인 젖산균으로 간주되는¹⁾ *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*와 *Lac. plantarum*과의 세대시간을 비교해 보면, 10℃에서는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*보다 *Lac. plantarum* 쪽이 1.7배, 20℃에서는 2.2배, 30℃에서는 1.8배 더 길며, 40℃에서는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 쪽이 오히려 2.7배 정도 더 길다.

종합적으로 유도시간과 세대시간을 동시에 고려하여 비교해 보면, 배양온도가 10℃, 20℃ 및 30℃일 때에는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*의 유도시간과 세대시간이 *Lac. plantarum*의 그것보다 짧지만, 40℃일 때에는 *Lac. plantarum* 쪽이 더 짧다. 따라서 온도가 30℃ 이하일 때는 상대적으로 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*의 증식에 더 유리해지고, 온도가 40℃ 정도로 높아졌을 때에는 상대적으로 *Lac. plantarum*의 증식에 더 유리해짐을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 실제의 김치발효에서(발효온도는 30℃ 이하) *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*가 *Lac. plantarum*보다 항상 먼저 우점 미생물이 되는¹⁾ 이유를 설명해 주는 좋은 자료가 될 수 있다. 또 본 연구에서 배양온도가 10℃일 때 *Lac. plantarum*의 유도시간과 세대시간이 타 균주들보다 훨씬 긴 것은 김치를 10℃ 이하의 저온에서 발효할 때 *Lac. plantarum*이 잘 검출되지 않는다는 선 연구자들^{1,14,15)}의 보고를 뒷받침해 주는 좋은 자료가 된다.

유도시간과 세대시간으로 김치발효계 내에서 각 균주들의 동태를 예측해 보면, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Lac. bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*도 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 못지 않게 잘 증식할 것으로 생각되며, *Leu. paramesenteroides*는 어느 온도에서도 우점 미생물이 되기는 어려울 것으로 생각된다. 또 20℃ 및 30℃에서는 *Lac. brevis*가 *Lac. plantarum*보다 더 빨리 증식할 것으로 생각되는데 이점

은 Stamer 등¹⁷⁾이 sauerkraut 발효에 관여하는 젖산균들로서 실험한 결과와 그 경향이 다르다. Stamer 등¹⁷⁾은 30℃에서 배양할 때에 젖산균들의 세대시간이 *Leu. mesenteroides*는 40분, *Lac. plantarum*은 43분, *Lac. brevis*는 83분이라고 하였고, 양배추즙에서 배양할 때에 *Lac. plantarum*이 *Lac. brevis*보다 먼저 정상기에 도달한다고 하였다.

요약

여과제균한 배추즙에 김치에서 분리한 7주의 젖산균을 단독 접종하고 10℃, 20℃, 30℃ 및 40℃에서 배양하면서 각각의 증식곡선을 작성하고, 이를 이용하여 각 배양온도에서의 유도시간과 세대시간을 구하였다. 30℃에서 배양할 때의 유도시간은 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*은 168분, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*는 204분, *Leu. paramesenteroides*는 612분, *Lac. bavaricus*는 258분, *Lac. homohiochii*는 228분, *Lac. plantarum*은 270분 그리고 *Lac. brevis*는 264분이었고, 세대시간은 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*는 36분, *Lac. bavaricus*는 33분, *Lac. homohiochii*는 39분, *Lac. plantarum*은 66분, *Lac. brevis*는 42분 그리고 *Leu. paramesenteroides*는 162분이었다. 배양온도를 30℃에서 10℃로 낮출 때 모든 균주들의 유도시간과 세대시간이 크게 연장되었는데, 이러한 연장은 *Lac. plantarum*에서 더욱 현저하게 나타났다. 10℃, 20℃ 및 30℃에서는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*의 유도시간과 세대시간이 *Lac. plantarum*의 그것보다 더 짧았다. 그러나 40℃에서는 이러한 양상이 완전히 진도되었다. 전반적으로 보아 배양온도가 낮아질수록 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*의 증식에 상대적으로 더 유리하였고, 배양온도가 높아질수록 *Lac. plantarum*의 증식에 상대적으로 더 유리하였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술처에서 시행한 특정연구 개발사업 과제(전통발효식품의 과학화 연구)로 수행된 연구결과의 일부이며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- Mheen, T. I. and Kwon, T. W. : Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16, 443(1984).
- 박우포, 김재욱 : 소금농도가 김치발효에 미치는 영향. *한국농화학회지*, 34, 296(1991).
- 최신양, 김영봉, 유진영, 이인선, 정건섭, 구영조 : 김치제조시 온도 및 염농도에 따른 저장효과. *한국식품과학회지*, 22, 707(1990).
- 분성원, 조동욱, 박완수, 장병숙 : 동치미의 발효속성에 미치는 소금농도의 영향. *한국식품과학회지*, 27, 11(1995).
- 이승교, 전승규 : 김치의 숙성에 미치는 온도의 영향. *한국영양과학회지*, 11, 63(1982).
- 안숙자 : 김치에서 분리한 유산균의 생육에 미치는 식료와 식품보존료의 영향. *한국조리과학회지*, 4(2), 39(1988).
- 소명환, 김영배 : 김치에서 분리한 저온성 젖산균의 배양특성. *한국식품과학회지*, 27, 506(1995).
- 김현옥, 이혜수 : 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 7, 74(1975).
- 천종희, 이혜수 : 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 8, 90 (1976).
- 조영, 이혜수 : 젖산균과 온도가 김치발효에 미치는 영향 (I). *한국조리과학회지*, 7, 15 (1991).
- 조영, 이혜수 : 젖산균과 발효온도가 김치발효에 미치는 영향 (II). *한국조리과학회지*, 7, 89 (1991).
- Etchells, J. L., Fleming, H. P. and Bell, T. A. : Factors influencing the growth of lactic acid bacteria during fermentation of brined cucumbers. *Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food*, Academic Press, New York, p. 281~305(1975).
- Stamer, J. R. : Recent developments in the fermentation of sauerkraut. *Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food*, Academic Press, New York, p. 276~280 (1975).
- 임종락, 박현근, 한홍의 : 김치에 서식하는 Gram 양성세균의 분리 및 동정의 재평가. *미생물학회지*, 27, 404(1988).
- 박현근, 임종락, 한홍의 : 각 온도에서 김치발효중 미생물의 천이과정. 인하대학교 기초과학연구소 논문집, 11, 161(1990).
- 소명환, 김영배 : 김치에서 분리한 저온성 젖산균의 동정. *한국식품과학회지*, 27, 495(1995).
- Stamer, J. R., Stoyla, B. O. and Dunkel, B. A. : Growth rates and fermentation patterns of lactic acid bacteria associated with the sauerkraut fermentation. *J. Milk Food Technol.*, 34, 521(1971).
- Yildiz, F. and Westhoff, D. : Associative growth of lactic acid bacteria in cabbage juice. *J. Food Sci.*, 46, 962(1981).
- 소명환, 이영숙, 김현숙, 조은지, 여명재 : 소금농도가 김치에서 분리한 젖산균의 증식 속도에 미치는 영향. *한국식품영양학회지*, 9, 341(1996).
- 유태중, 홍재훈, 김영배, 이호, 김영애, 황한준, 소명환, 이효구 : 최신식품미생물학, 문운당, 서울, p. 131(1996).