

배추를 이용한 단세포단백질의 생산

이남석 · 경규항
세종대학교 식품공학과

Single Cell Protein Production from Chinese Cabbage Juice

Nam-Seok Lee and Kyu-Hang Kyung
Department of Food Science, King Sejong University

Abstract

A possibility of utilizing Chinese cabbage, a kind of renewable resources which is frequently overproduced in Korea, for the production of single cell protein was investigated. *Saccharomyces cerevisiae* and *Candida utilis* grew well in cabbage juice producing 4.3 and 5.1 g/l of dried yeast cells, respectively. Freezing fresh cabbage prior to juice extraction did not affect the growth of yeasts and the final cell yield.

Key words: Chinese cabbage, single cell protein

서 론

농산폐자원 및 식품가공폐기물을 이용하여 단세포단백이나 알콜을 생산하고자 하는 연구는 외국에서는 물론 국내에서도 많은 연구가 있었다. 외국에는 실용성이 인정된 유청과 당밀과 같은 자원이 있으나¹⁾ 우리나라에는 아직 이러한 양질의 풍부한 자원이 없는 실정이지만 국내에서 가장 대표적으로 많은 연구가 진행되었던 분야는 벧짚이나 밀짚 등과 같이 섬유소를 주성분으로 하는 농산폐자원을 이용한 알콜²⁾ 및 단세포단백³⁾을 생산하고자 하는 연구가 있었고, 기타 주정폐액^{4,5)}, 감귤과 피압착액⁶⁾, 인삼박⁷⁾ 및 진분박⁸⁾과 같은 식품산업폐기물을 이용한 단세포단백의 생산에 관한 연구가 보고된 바 있다.

그런데 우리나라에서는 김장용 배추 등의 과잉생산으로 발미압아 판매가격이 불안정하고 인건비에 미치지 못하기 때문에 때로는 배추를 폐기하거나 직접 가축의 사료로 사용하는 일이 빈번하게 일어나고 있어 새로운 이용분야를 창출해내야 할 필요성이 인정되어 왔다. 배추에는 대부분의 당이 가수분해 등의 부수적인 처리를 하지 않고도 효모 등에 의해 이용될 수 있는 발효가능한 당(주로 포도당이며 기타 당으로 만노오스와 과당)¹²⁾의 형태로 1.6~2.6%를¹³⁾ 함유한다고 보고되고 있으나 당의 함량은 종자는 물론 재배제절에 따라 다르며 가용성고형물 함량으로 볼 때 봄배추에 1.2~3.4°Brix와 가을배추에 3.8~6.6°Brix의 범위에 있었다¹⁴⁾.

본 연구에서는 국내에서 생산될 수 있고 또 흔히 과잉생산되어 수확조차도 하지 못한 채로 폐기되는 등의 이유로 낭비되고 있는 국내 농산자원을 효율적으로 이용할 수 있는 방안을 강구하기 위하여 배추의 즙액에 효모를 배양하여 단세포단백을 생산하므로써 비전통적인 배추이용방법을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

배추의 착즙 및 처리

시장에서 임의로 구입한 배추를 반으로 쪼개어 반은 18시간 동안 동결시킨 후 그리고 나머지 반은 동결시키지 않은 채로 사용하였으며 각각을 따로 사방 4~5 cm 크기로 절단한 후 Waring blender로 마쇄하여 천으로 걸러 착즙하고 이 즙액을 10분간 끓여 식힌 후 3,500 rpm에서 10분간 원심분리한 즙액을 여과(Whatman #41)하여 맑게 만들어 사용할 때까지 냉장(-1°C)저장하였으며 일주일 이내에 사용하였다. 이와같이 준비한 맑은 배추 즙액의 가용성고형물 함량은 4.0°Brix이었다.

냉동과 비냉동배추로부터 얻은 즙액을 각각 동결배추 즙액 및 비동결배추즙액이라고 명명하였다.

사용균주 및 배양

Saccharomyces cerevisiae ATCC 4126과 *Candida utilis* ATCC 42416을 yeast extract(0.3%)-malt extract(0.3%)-peptone(0.5%)-glucose(2.0%) (YMPG) 사면배지에 계대배양하였고 이들을 YMPG 액체배지에 30°C에서 18시간 정지배양한 것을 종균으로 사용하였다.

500 ml 삼각플라스크에 냉동배추즙액 및 비냉동배추 즙액을 각각 100 ml씩 넣고 살균하여 종균 1 ml씩을 접

Corresponding author: Kyu-Hang Kyung, Department of Food Science, King Sejong University, Kunja-dong, Sungdong-gu, Seoul 133-150, Korea

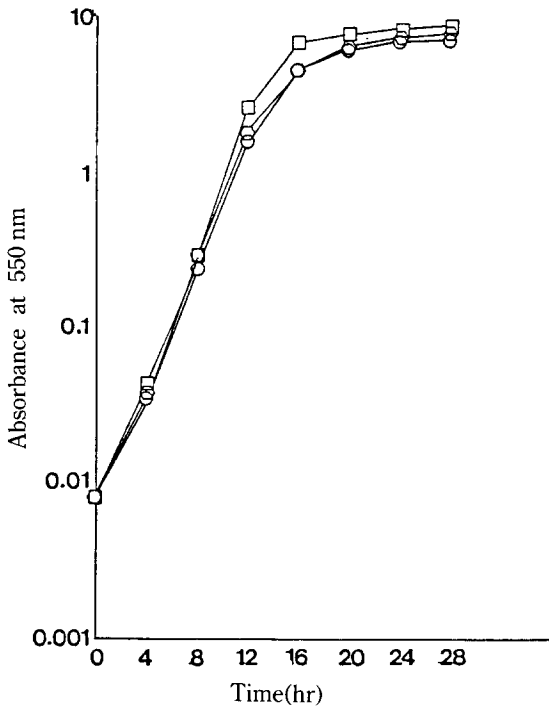


Fig. 1. Growth of *Saccharomyces cerevisiae* on Chinese cabbage juice and YMPG broth

○-○; juice from fresh cabbage, ○-○; juice from frozen cabbage, □-□; YMPG broth

종한 후 30°C에서 200 rpm으로 진탕배양하였다. 비교의 목적으로 YMPG(4%) 액체배지에도 배추즙액에서와 같이 배양하였다. 배양이 끝난 배추즙액의 가용성고형물 함량을 측정하였다.

번식의 측정

배양액을 매 4시간마다 적당량씩 취하여 필요한 경우에는 희석하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다.

건조균체의 측정

24시간 배양후 효모증식이 정지되었을 때 배양액 40 ml를 취하여 3,500 rpm에서 원심분리하고 균체를 냉각된 증류수로 세척한 후 다시 원심분리하여 미리 항량을 구한 용기에 증류수로 씻어 넣고 105°C에서 18시간 건조시켜 건조중량을 구했다.

결과 및 고찰

국내에서 풍부하게 생산될 수 있거나 여유있는 자원을 이용하여 단세포단백을 생산하고자 하는 본 연구에서는 *S. cerevisiae*와 *C. utilis*를 시험균주로 선택하였으며 배추즙액(4.0°Brix)에서의 배양결과는 Fig. 1 및 2와 같다. *S. cerevisiae*(Fig. 1)나 *C. utilis*(Fig. 2) 두 효모 공히

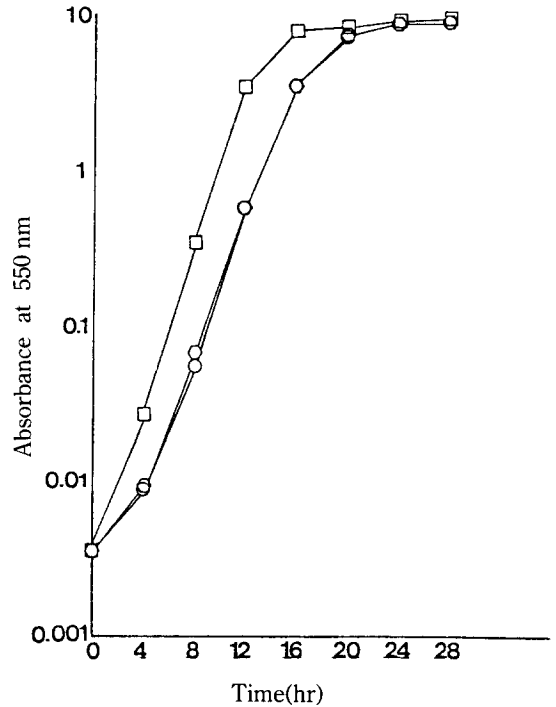


Fig. 2. Growth of *Candida utilis* on Chinese cabbage juice and YMPG broth

동결배추즙액에서나 비동결배추즙액에서의 번식속도나 최종흡광도에 차이가 없었다. *S. cerevisiae*는 비교의 목적으로 시험한 YMPG 액체배지에서나 두 가지 배추즙액에서의 배양에 있어 최고흡광도(Fig. 1) 및 건조균체량(배추즙액; 4.3 g/l, YMPGB; 4.5 g/l)에 유의할만한 차이가 없었으며 대체로 20시간만에 정상기에 도달하였다.

*C. utilis*의 경우에는 YMPG 액체배지에서는 유도기 없이 대수증식을 시작하여 16시간만에 정상기에 도달하였으나 배추즙액에서는 약 4시간에 상당하는 유도기 또는 유도기에서 대수기로의 전환시간이 필요로 되어 정상기에 도달하는데 *S. cerevisiae*와 마찬가지로 20시간이 소요되었다. 그러나 배추즙액과 YMPG 액체배지 사이에는 최고흡광도(Fig. 2) 및 건조균체량(배추즙액; 5.1 g/l, YMPGB; 5.3 g/l)에는 차이가 없었다.

*C. utilis*는 배추즙액에서 유도기가 있기는 하지만 대수기동안의 번식속도는 *S. cerevisiae*보다 빨랐고(Fig. 1, 2) 건조균체량이 *S. cerevisiae*에 비해 많았다.

결론적으로 배추즙액은 단세포단백을 생산하기에 매우 우수한 기질임이 밝혀졌고 비냉동배추는 물론 적기에 수확을 하지 못했거나 또는 적절한 저장을 하지 못하므로서 동결된 배추까지도 이용할 수 있기 때문에 국내에서 과잉생산되는 배추를 단세포단백을 생산할 목적으로 효율적으로 이용할 수 있게 될 것이다. 특히 배추의 유리한 점은 배추에 함유된 당이 주로 6탄당의 단당류⁽¹²⁾

이기 때문에 가수분해 등의 복잡한 전처리를 하지 않고도 효모배양을 위하여 이용될 수 있다는 점이다. 또한 단세포단백 생산용 효모로는 최고흡광도에 도달하는데 걸리는 시간이나 건조균체량면에서 *S. cerevisiae*보다는 *C. utilis*가 적합하였다.

한편, 효모가 정상기에 도달하고도 배추배양액의 가용성고형물의 함량이 1.8°Brix인 점으로 미루어 보아 배추즙액을 희석하거나 배양방법의 개선 또는 성분함량 등의 조정에 의해 더욱 효과적인 단세포단백 생산이 기대된다.

요 약

우리나라에서 풍부하게 생산될 수 있으면서 흔히 과잉생산되어 문제가 되는 배추를 이용한 단세포단백 생산에 관한 연구를 하였다. *Saccharomyces cerevisiae*와 *Candida utilis* 공히 배추즙액에 잘 번식하였으며 30°C에서 20시간 이내에 번식이 완결되었다. 이들 효모의 최종 건조균체량은 동결시킨 후 해동된 배추를 이용하거나 동결되지 않은 배추의 즙액을 이용하거나 차이가 없었는데 *S. cerevisiae*와 *C. utilis*는 각각 4.3 g/l 및 5.1 g/l의 건조균체를 생산하였다.

감사의 말

본 연구는 (주)미원 부설 한국음식문화연구원 지원 연구비(1991년)에 의해 이루어진 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사의 뜻을 표한다.

문 헌

1. Smith, J.E.: *Biotechnology* 2nd ed. Edward Arnold, London, p.14(1988)
2. 이정운, 김병홍, 배 무, 김성기: 농산폐자원의 미생물

- 학적 이용에 관한 연구(제 13보) Ethanol 생산을 위한 동시당화-발효조건의 검토. 한국산업미생물학회지, 9, 71(1981)
3. 배 무, 김병홍, 윤애숙: 농산폐자원의 이용에 관한 연구(제 1보) 산당화 및 당화액을 이용한 효모생산. 한국산업미생물학회지, 1, 31(1973)
4. 성낙계, 심기환, 이천수: 폐섬유자원의 발효공학적인 이용에 관한 연구(제 3보) 볏짚, 왕겨 및 전분박 당화액을 이용한 효모배양. 한국산업미생물학회지, 4, 152(1976)
5. 고영희, 이계준, 배 무: 농산폐자원의 미생물학적 이용에 관한 연구(제 8보) 섬유단세포단백 생산의 시험공장조업. 한국산업미생물학회지, 5, 119(1977)
6. Han, Y.W.: Increasing the cell density in SCP production from cellulosic substrates. *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, 7, 47(1979)
7. Oh, D.H., Yang, R. and Yu, J.H.: Studies on the utilization of alcohol distillers waste Part III. Production of single cell protein in a mixed culture of *Saccharomyces cerevisiae* and *Candida tropicalis*. *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, 4, 71(1976)
8. 이형춘, 구영조, 민병홍, 이홍근: 절간고구마원료 주정 폐액을 이용한 단세포단백질의 생산 및 폐액의 BOD 제거. 한국산업미생물학회지, 10, 95(1982)
9. 강신권, 성낙계: 감귤과피 압착액을 기질로 한 SCP 생산. 한국산업미생물학회지, 17, 556(1989)
10. 주현규, 조규성: 인삼박을 이용한 균체단백질 생산에 관한 연구. 한국산업미생물학회지, 12, 203(1984)
11. 양한철, 최용진, 성하진: 효모생산에 관한 연구(제 1보) 고구마전분박 산당화액을 이용한 효모생산. 한국산업미생물학회지, 2, 95(1974)
12. Ha, J.H., Hawer, W.D., Kim, Y.J. and Nam, Y.J.: Changes of free sugars in *kimchi* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 633(1989)
13. 농촌진흥청 영양개선연수원: 식품성분표(제 3개정판), p.34(1986)
14. 심선택, 김경제, 경규항: 배추의 가용성 고형물 함량이 김치의 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 22, 278 (1990)

(1991년 2월 5일 접수)