

## 남극 크릴새우의 고액분리 기술개발

오인환 · 장철환 · 김운걸 · 양상엽

건국대학교 자연과학대학 생물산업기계공학전공

Development of Solid/Liquid Separation Technique for Krill  
(*Eupausia superba*)

Oh, I. H., Jang, C. H., Kim, W. G. and Yang, S. Y.

Dept. of Biosystems Engineering, Konkuk University, Chungju, 380-701 Korea

## Summary

Economic development involves increase in life expectancy as well as human health care. Consequently, demand for fish meal and fish oil is rapidly growing. In particular, Krill (*Eupausia superba*) oil product is in high demand due to its rich unsaturated-fatty acid, and thus stable supplies are necessary in the krill oil market. It is required for captured krills to be immediately frozen and stored during ship transport, since proteins of the krill are quickly denatured in natural temperature condition. However, the transportation cost has been sharply increased, which encourages researchers to involve in studies for development of efficient oil extraction process. In this study, a solid/liquid separation technique on boat for the krill oil was developed through triple separation tests using only a separator or using either brush or crusher prior to the separator. The separation tests revealed that the efficiency were 46.2, 60.2 and 60.4 % by the separator, combination with brush, and combination with crusher, respectively. In addition, it was found that byproduct, extracted cake, derived from the separation process could be used as a feed stuff. These results suggest that smashing using the brush or crusher prior to the separator is more efficient than using only the separator.

**(Key words :** Krill, Crusher, Brush, Separator, Separation efficiency)

## 서 론

크릴새우는 남극에 20여종 서식하고 있는 난바다곤쟁이과에 속하는 동물성 플랑크톤이나 새우와 모양이 비슷하여 크릴새우라고 부른다. 부존자원량이 10억 톤 이상으로 추정

되는 인류 미래식량자원이다. 연간 총 어획 킬로그램은 400만 톤이나 우리나라는 약 2.5만 톤으로 주로 선상 원형동결 Block 제품으로 운반하여 수출 또는 국내에서는 대부분 낚시 미끼로 사용되고 있다. 크릴오일에는 오메가 3로 불리는 영양소가 다량 함유되어 있어 건

이 연구는 농림수산식품연구개발사업의 연구지원으로 수행되었습니다.

Corresponding author : Oh, I. H., Department of Biosystems Engineering, Konkuk University, Danwoldong 322, Chungju, Chungbuk, 380-701 Republic of Korea. Tel: +82-43-840-3553, E-mail: [ihoh@kku.ac.kr](mailto:ihoh@kku.ac.kr)

2011년 3월 1일 투고, 2011년 3월 28일 심사완료, 2010년 3월 31일 게재확정

강보조식품의 생산에 사용될 수 있다. 일부는 자숙크릴, 선상어분으로 가공하지만 선상농축액 및 건조기술은 확보되어 있지 않다. 따라서, 선상가공기술의 개발이 필요하다. 남극에서 우리나라까지 운송하는 물류비용을 절감하기 위하여, 크릴새우를 고형물과 액상으로 분리하여 고형물은 사료 등으로 사용하고 (고 등 2004), 액상물은 고부가가치의 물질로 이용하도록 한다. 그러므로 본 연구에서는 수송단계 절감을 위한 선상 고액분리 기술을 개발하고자 하였다.



Fig. 1. Defrost krill.

### 재료 및 방법

고액 분리방식에는 경사스크린, 진동체분리기, 스크류프레스, 벨트프레스, 데칸터 등이 있다 (Rexilius 1990, 오 등 1996). 이 중에서도 스크류프레스와 데칸터가 크릴새우에 적합한 것으로 사료된다. 스크류프레스는 물리적인 힘을 가하여 액체를 짜는 원리이며, 설치비나 전기에너지소비 등이 상대적으로 낮다. 그러나 유입물질의 변화에 민감하다. 데칸터는 원심력에 의한 내용물의 비중차이를 이용하여 분리하는 원리이다. 시설비, 에너지소비가 크나 고액분리효율은 약간 높다. 새우는 길이가 약 2.5 cm이며 표피가 각질층으로 되어 있어 데칸터 보다는 스크류프레스가 유리할 것으로 보인다(그림 1 참조). 스크류프레스 고액분리기는 호퍼, 스크류, 그리고 앞부분에 반대압력을 가해주는 장치 등으로 구성되어 있다. 스크류는 주위가 망으로 둘러싸여 있어 압착되어 발생하는 액체가 빠져나오도록 되어 있다. 사용된 고액분리기의 전기모터 용량은 2.2 kW이며 회전수 1720 rpm이었으며 감속기를 사용하여 회전수를 낮추어 스크류의 최종 회전수는 17.5 rpm이며, 축 뿐만 아니라 전체 통이 회전하도록 되어 있다.

포획한 크릴새우 그대로 고액분리 하기에



Fig. 2. Screw press separator.

는 한계가 있어 파쇄한 후 고액분리를 하면 분리 효율이 더 향상 될 것으로 판단된다. 고액분리기 전에 분쇄를 하기 위하여 두 종류의 분쇄기를 개발하여 시험을 수행하였다. 분쇄기로는 날분쇄기와 솔 (Brush) 분쇄기를 설계, 제작하여 실험에 적용하였다. 날분쇄기는 날을 축에 이중으로 장착하여 회전수 1135 rpm으로 회전하며 호퍼를 통해 투입된 새우는 회전하는 날을 통과하는 과정에서 분쇄되어 아래쪽으로 떨어지는 구조로 되어 있다(그림 3, 4). 전기모터의 용량은



Fig. 3. Blade of the crusher.



Fig. 4. Blade crusher.

1.5 kW이다.

솔분쇄기는 축에 부러쉬가 이중으로 장착되어 있으며 주위는 2 mm의 구멍이 뚫려 있는 망이 둘러싸고 있어 그 사이를 통과하여 외벽사이로 배출되도록 되어 있다(그림 5, 6). 모터 성능 0.75 kW, 회전수 1690 rpm이나 감속기를 사용하여 축의 최종 회전수는 60 rpm로 하였다. 투입될 때 중앙부분에 분쇄되지 않고 그대로 통과되는 것을 방지하기 위하여 추가로 갓을 만들어 장착하였고, 외통과 망 사이에 쌓인 것을 청소하기 위하여 모터와 축을 들어 올리는 구조로 개선하였다.



Sp: Separator, Br+Sp: Brush+Separator,  
Fig. 5. Brush of the strainer.  
Bl+Sp: Blade+Separator.

Table 1. Specification of the equipment used in the experiment

	Screw separator	Brush strainer	Blade crusher
Electric motor capacity (kW)	2.2	0.75	1.5
Motor rotation (rpm)	1720	1690	1135
Working rotation (rpm)	17.5	60	1135



Fig. 6. Brush strainer.

### 결과 및 고찰

고액분리기의 효율은 다음의 식을 이용하여 계산하였다(Burns and Moody 2002). 분리되어서 나오는 액체에 기준을 두었다.

$$\eta = \frac{\text{투입량(수분함량\%)} - \text{분리고형물(수분함량\%)}}{\text{투입량(수분함량\%)}} \times 100$$

#### 1. 1차 고액분리 시험

동결된 크릴새우가 해빙된 후 수분함량은 77.7%를 나타내었다. 전년도에 잡아온 새우

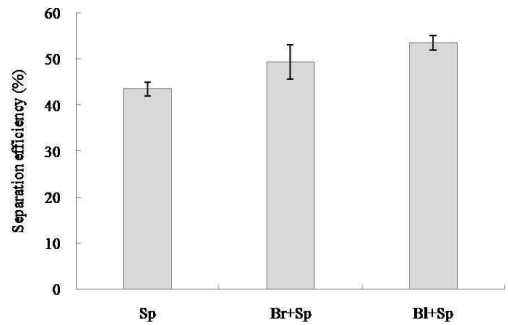


Fig. 8. Comparison of separation efficiency (%) depending on the separation methods in the second separation test.

를 마대로 포장하여 동결하였기 때문에 약간 건조되어 있는 상태였다. 액체의 고형물 함량은 고액분리기만 가동하였을 때 20.4%, 술분쇄기와 고액분리기의 조합에서는 20.9%, 그리고 날분쇄기와 고액분리기의 조합에서는 21.1%를 나타내었으며 분쇄를 한 관계로 미세고형물이 액체 내에 포함된 것으로 사료된다.

1차 실험결과 액체의 분리효율은 단순 고액분리기 23.5%, 술분쇄기와 고액분리기의 조합에서 28.0%, 그리고 날분쇄기와 고액분리기의 조합에서 27.9%로 고액분리기 한가지만을 사용했을 경우보다 술 또는 날분쇄기와 고액분리기의 조합에서 높은 분리효율을 보여주고 있다. 표 2와 그림 7에는 결과와 표준편차를 나타내었다. 처리용량은 3.9 kg/min을 나타내었다. 분리된 액체의 pH는 7.2 - 7.6 사이였다.

#### 2. 2차 고액분리 시험

Table 2. Results of 1st separation test

	Separator	Brush strainer + Separator	Blade crusher + Separator
Separation efficiency $\eta$ (%)	23.5±0.28	28.0±0.42	27.9±0.64
Solid contents of liquid (%)	20.4	20.9	21.1

크릴새우로 두 번째 실험을 수행하였다. 새우는 포장이 비닐로 되어 있었으며 수분함량은 약 80.7%로 1차 시험 때보다 다소 높았다. 분리 효율은 고액 분리기만 사용하였을 경우에 43.5%, 부러쉬와 고액분리기의 조합에서는 49.4% 그리고 날분쇄기와 고액분리기

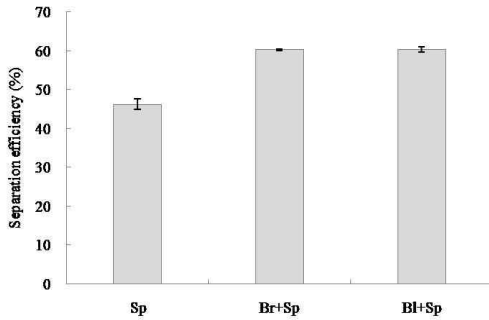


Fig. 9. Comparison of separation efficiency (%) depending on the separation methods in the third separation test.

의 조합에서 53.6%를 나타내었다. 가장 좋은 효율은 고액분리기만 사용하였을 경우 10.1%나 높게 나타났다. 원재료의 수분함량이 높을 경우에는 효율이 높게 나타나는 것으로 사료된다. 액체의 고형물 함량은 고액분리기만 사용하였을 경우에 15.2%, 부러쉬와 고액분리기의 조합에서는 17.8%, 날분쇄기와 고액분리기의 조합에서는 18.1%로 되었으며 분쇄로 인하여 액체의 고형물 함량이 약간 증가하였다. 표 3과 그림 8에는 결과와 표준오차를 나타내었다. 처리 용량은 4.1 kg/min을

나타내었다.

### 3. 3차 고액분리 시험

크릴새우로 3차 시험을 수행하였다. 크릴새우의 수분 함량은 80%로 2차의 경우와 비슷하였다. 고액분리기로만 사용하였을 때 분리 효율은 46.2%, 부러쉬와 고액분리기의 조합에서는 60.2% 그리고 날분쇄기와 고액분리기의 조합에서는 60.4%로 나타났다. 고액분리 전에 분쇄기를 사용함으로써 최대 14.2%의 증가를 나타내었다. 분리 액체의 고형물 함량은 단순 고액분리기에서 17.0%, 부러쉬 분쇄와 고액분리 후의 액체의 고형물함량은 17.7%, 그리고 날분쇄기와 고액분리 후의 액체의 고형물 함량은 17.5%를 나타내었다. 분쇄 후의 액상물에서 건물함량이 약간은 증가했으나 증가폭이 2차 시험과 같이 크지는 않았다. 표 4와 그림 9에는 결과와 표준오차를 나타내었다. 분쇄를 한 후에 고액분리를 하는 것이 효과적이었고, 분쇄기에 따른 차이는 나타나지 않았다. 그러나 사용면에서는 날분쇄기가 편리하였다. 처리용량은 4.2kg/min을 나타내었다. 고액분리 전에 날분쇄기로 크릴새우를 분쇄한 후 고액분리기로 분리하는 것이 이상적이라 판단된다. 크릴새우를 분쇄하면 성상이 달라지므로 추후에는 분쇄기와 데칸터의 조합으로 실험을 할 필요가 있다.

### 적 요

Table 3. Results of 2nd separation test

	Separator	Brush strainer + Separator	Blade crusher + Separator
Separation efficiency $\eta$ (%)	43.5±1.45	49.4±3.76	53.6±1.60
Solid contents of liquid (%)	15.2	17.8	18.1

Table 4. Results of 3rd separation test

	Separator	Brush strainer + Separator	Blade crusher + Separator
Separation efficiency $\eta$ (%)	46.2±1.38	60.2±0.18	60.4±0.69
Solid contents of liquid (%)	17.0	17.7	17.5

크릴새우의 고액분리효율을 규명하기 위하여 크릴새우를 해빙시킨 다음 고액분리기만 사용하였을 경우, 솔 (Brush) 분쇄기 또는 날 분쇄기로 크릴새우를 분쇄한 후 고액분리기를 사용하여 효율을 측정하였을 경우로 나누어 수행하였다. 고액분리기만으로 분리한 경우와 솔분쇄기와 날분쇄기로 분쇄한 후 고액분리기를 적용한 결과 3차 시험에서 분리효율은 각각 46.2%, 60.2%, 60.4%를 나타내었다. 고액분리기만을 사용하였을 경우보다 날 분쇄기와의 조합에서 분리효율의 증가는 2차 시험에서 10.1%, 3차 시험에서 14.2%로 각각 나타났고, 처리용량은 4.2kg/min으로 되었다. 고액분리 전에 날분쇄기로 분쇄한 후 고액분리기로 분리하는 것이 이상적이라 판단된다.

### 인 용 문 헌

1. Burns, Robert T. and Lara B. Moody, 2002. VINCENT KP-6L SOLIDS SEPARATOR

PERFORMANCE TEST RESULTS USING THE UNIVERSITY OF TENNESSEE TESTING PROTOCOL. AWM-01-02.

2. Oh, I. h., R. T. Burns, L. B. Moody and J. Lee, 2004. Optimization of Phosphorus Partitioning in Dairy Manure using Chemical Additives with a Mechanical Solids Separator. Transactions of the ASAE Vol. 48(3):1235-1240.

3. Rexilius, R. 1990. Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Feststoffabtrennung aus Flüssigmist und zur Feststoffkompostierung. MEG 185.

4. 고태송, 임진택, 박인경, 김재환. 2004. 급성기 반응중인 육계병아리의 생산성에 미치는 사료 중 크릴 밀의 영향. 동물자원지 46(2):173-182.

5. 오인환, 박정현, 장동일. 1996. 축사뇨오수의 물리적 고액분리기 기술 개발. 한국축산시설환경학회지 2(1):79-86.