

## 해조류바이오매스연료비파괴성분분석

김남우, 유준\*

부경대학교화학공학과

(jayliu@pknu.ac.kr\*)

## Supply Chain Management of Macroalgae Biomass

Nam-Woo Kim, Jay Liu\*

Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

(jayliu@pknu.ac.kr\*)

## 서론

본논문에서는다시마바이오매스원료에관해이루어진다. 기존의분석방법과는달리하나의분석시스템으로여러성분을동시에측정이가능한근적외선분광분석법과화학계량학(Chemometrics)을이용하여설계한분석시스템은다시마바이오매스원료의농도를정확하고신속하게예측이가능함을보였다. 화학계량학중주성분분석(Principal Component Analysis)을사용하여생산지(기장, 완도)와수확시기(3월~7월)가다른다시마바이오매스원료의중요성분함량측정을실시하였다. 본연구의결과를통해실시간품질측정값에따라제조공정중조업조건등을바꾸어공정을항상최적의상태로운전이가능하게할수있다.

## 연구내용

Biomass 공급원료조성은 biochemical 전화공정으로부터이론적수율을결정하며, 그렇게함으로써, 전화공정의경제성에상당한영향을미칠수있다.

Biomass 에대한물질분류법은중요한성분들을더높게농축시킬수있고, 젖은분리공정을대량으로감소시켜건조비용을줄일수있으며, 크고화학적으로다양한공급원료에대한운송과활용효율을향상시킨다.

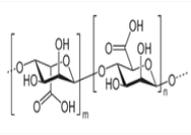
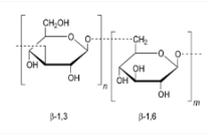
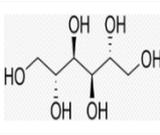
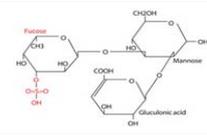
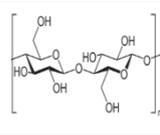
Biomass 공급원료에대한구성유동성을조절하는것을가능하도록하는것은어렵다.

하지만, 유동성을감시하는것이가능하고, 따라서공정 parameter 들을조절한다. Biomass 공급원료의화학적특징에대한현재방법들은상업적환경에서적용할수없다. 비싸고노동집약적이며, 공정제어를위한유용한기간내의분석정보를제공할수없기때문이다.

이에반해우리가사용한근적외선분광법인 NIRS(Near Infrared Spectroscopy)은흡광도가낮고에너지가중적외선보다높기때문에무파도(transmission)가높아서료의두께에큰영향을받지않고측정이가능하며, 대부분의시료를 1 분이내에분석할수있어서빠른분석이가능한장점이있다. 또한, 시료의전처리없이분석할수있어서전처리로인한오차를줄일수있고신뢰도는상승시킬수있다.

액상시료일 경우 투과도를 이용하여 근적외선 전 영역에서 사용 가능하며, 경로길이 (pathlength) 는 보통 1~20mm 정도로 사용한다. 고체시료일 경우 주로 반사도 (reflectance) 로 측정한다. 시료를 비파괴, 전처리 없이 다성분을 동시에 신속하게 분석할 수 있어서 넓은 분석영역을 가지며 근적외선은 반복재현성이 우수하고 기기가 매우 안정적이므로 일단 Chemometrics (화학계량학) 을 이용한 검량식만 완벽하게 만들면 오랜 기간 사용이 가능하며, 기기의 유지보수 노력이 크게 필요치 않다.

Table1. 다시마 성분

	<b>Alginate (Alginic acid)</b>	<b>Laminaran (β-1,3-1,6-glucan)</b>	<b>Mannitol</b>	<b>Fucoidan</b>	<b>Cellulose</b>
<b>분자식</b>	$(C_6H_8O_6)_n$	$(C_6H_{10}O_5)_n$	$C_6H_8(OH)_6$	$C_6H_{12}O_5$	$(C_6H_{10}O_5)_n$
	세포벽 다당류	저장 다당류	당알코올	세포벽 다당류	세포벽 다당류
<b>구조식</b>					
<b>structure</b>	H <sub>2</sub> O	Starch, glucose	ROH		Cellulose
<b>Vibration mode</b>	O-H str. + O-H def C=O str.	O-H str. first overtone	O-H str. first overtone		O-H str. first overtone
<b>파장 (nm)</b>	1940	1580	1410		1490

다시마는 laminaran, mannitol, alginate, cellulose, fucoidan 등 5 가지 성분으로 이루어져 있다. 또한, 다시마는 보통 여름과 가을에 바다에서 채취하여 햇볕에 말린다.

본 연구에서는 완도산과 기장산의 3월 (0.5M, 1M, 2M, 3M), 4월 (0.5M, 1M, 2M, 3M), 5월, 6월, 7월 (0.5M, 1M, 2M, 3M) 별로 다시마를 채취하여 powder로 만든 후 NIR 정성 분석을 한다. 그리고 다시마에 어떤 성분들이 존재하고 있는지 알아내고 주 성분 분석을 통해 월별로 비교하여 어떤 성분이 비교적 많은지 확인하고자 한다.

**실험 및 결과**

그래프를 통한 3월 vs 7월 완도, 기장산 다시마 성분 함유율 비교

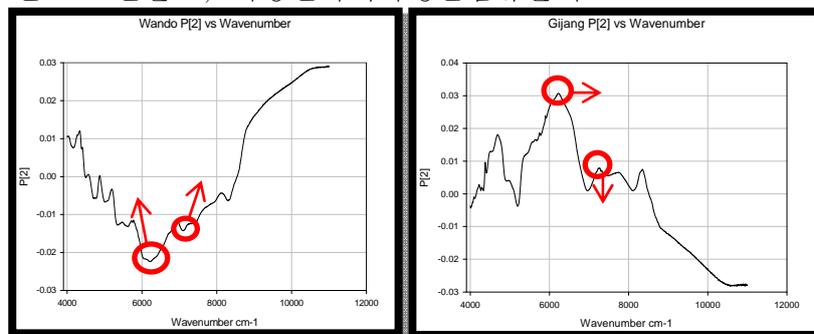


Figure1. 완도산 (왼쪽)과 기장산(오른쪽) 다시마 loadings analysis line plot  
Fig. 1은 완도산과 기장산 다시마의 loadings analysis line plot을 나타낸 것이다. Fig. 1을

통해 peak를 찾아내고 여기에 해당되는 wave number를 찾을 수 있다. 해당되는 wave number를 찾아내서 단위 변환 후 NIR 파장대를 알아내면 구하고자 하는 다시마 성분을 알 수 있다. 결과로 완도산과 기장산 다시마 모두 1580nm 영역대의 laminaran과 1410nm 영역대의 mannitol을 확인할 수 있다.

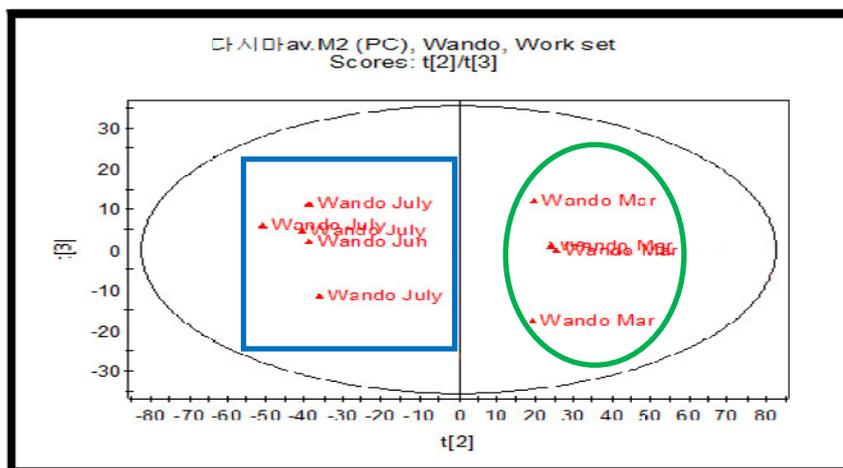


Figure 2. 완도산 다시마 scored analysis scattered plot

Fig. 2는 완도산 다시마의 scored analysis scattered plot을 나타낸 것이다. Fig. 6에서 왼쪽 사각형 부분은 7월에 해당되는 다시마 함량이다. 오른쪽의 동그라미 부분은 3월에 해당되는 다시마 함량이다. Fig. 1에서 laminaran과 mannitol은 0 이하로 peak가 뺀어 있다. Fig. 2에서 t[2]를 기준으로 왼쪽(음수) 부분에 상대적으로 많은 laminaran, mannitol 함량이 분포하고 있다는 것이다. 그렇기 때문에 laminaran과 mannitol 함유율은 3월보다는 7월에 많이 분포하고 있음을 확인할 수 있다.

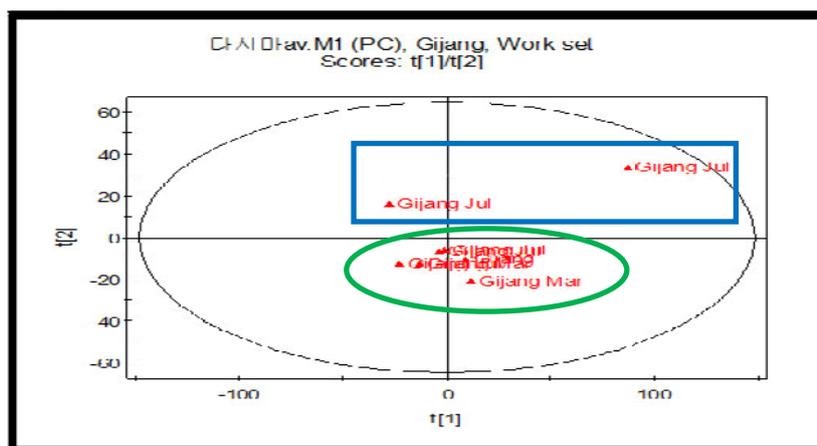


Figure 3. 기장산 다시마 scored analysis scattered plot

Fig. 3은 다시마 기장산의 scored analysis scattered plot을 나타낸 것이다. Fig.

3에서 위쪽사각형부분은 7월에 해당되는 다시마 함량이다. 아래쪽의 동그라미부분은 3월에 해당되는 다시마 함량이다. 기장산 다시마 또한 laminaran과 mannitol 함량은 3월보다는 7월에 많이 분포하고 있음을 확인 할 수 있다.

## 결론

이 연구 결과를 토대로 laminaran과 mannitol은 일조량이 적은 1~3월에는 거의 없고, 일조량이 많아지는 여름때 짙가장 많은 함량을 지니게 됨을 확인 할 수 있다. 즉, 3월보다는 7월에 완도산과 기장산 다시마의 laminaran과 mannitol 성분이 많은 것을 완도산, 기장산 다시마 NIR 정성분석 연구 결과를 통해 확인 할 수 있다.

## 참고문헌

- [1] Jeong-Jun Yoon, 11 년도 바이오에너지 핵심기술연구센터 제 7 차 기술교육자료, “조류 바이오매스 생산 및 에너지 전환 기술”, KITECH.
- [2] Matt A. Sanderson, Foster Agblevor, Michael Collins, and David K Johnson, COMPOSITIONAL ANALYSIS OF BIOMASS FEEDSTOCKS BY NEAR INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY (1996), Biomass and Bioenergy Vol. 11, No. 5, pp. 365-370
- [3] X.Philip Ye, Lu Liu, Douglas Hayes, Alvin Womac, Kunlun Hong, ShahabSokhansanj, 2007, Fast classification and compositional analysis of cornstover fractions using Fourier transform near-infrared techniques.
- [4] Chung, H. C. and Kim, H. J., “Near-Infrared Spectroscopy: Principles”, Analytical Science & Technology, 13(1), 138-151, (2000)
- [5] Nir applications by Bruker optics
- [6] Yoon-Soo Kim, Chang-Oh Kang, Mi-Hye Kim, Wol-Suk Cha, and Hyun-Jae Shin, 「다시마 열수추출물의 성분 및 항산화 활성 측정」, Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal 26 (2011), pp. 112-118
- [7] J.M.M. Adams, A.B. Ross, K. Anastasakis, E.M. Hodgson, J.A. Gallagher, J.M. Jones, I.S. Donnison, 2011, Seasonal variation in the chemical composition of the bioenergy feedstock Laminaria digitata for thermochemical conversion, Bioresource Technology 102, 226-234
- [8] Pérez, R. et al, 1997. Césalgues qui nous entourent. Conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisations, culture. Editions Ifremer. ISBN 2-905434-75-9