

바다물을 리용한 스피룰리나의 배양에 대한 연구

윤용일, 박은철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《생물공학부문에서는 세포공학과 유전자공학, 미생물공학을 비롯한 현대생물학의 발전에 큰 힘을 넣으며 현대생물학의 성과를 농업과 축산업, 의학과 식료공업에 널리 받아들여 생산성이 높은 농작물과 집짐승의 새 품종을 만들어내며 질 좋은 여러가지 의약품과 식료품을 많이 생산할수 있도록 하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 487~488페이지)

람색세균에 속하는 스피룰리나(*Spirulina platensis*)는 균체내에 단백질, 비타민, 광물질을 비롯한 영양물질을 풍부하게 포함하고있는것으로 하여 영양식품, 집짐승먹이, 화장품 등에 광범히 리용되고있다. 스피룰리나를 인공배양하는데서 생산원가가 높은것이 문제로 되고 있[3]기때문에 바다물이나 공업폐수를 스피룰리나배양에 리용하기 위한 연구가 활발히 진행되고있다.[2, 4]

우리는 바다물을 리용하여 보다 낮은 원가로 스피룰리나를 대량적으로 배양하기 위한 연구를 하였다.

재료와 방법

재료로는 우리 나라의 스피룰리나배양장들에서 널리 리용하고있는 *Spirulina platensis*를 리용하였으며 바다물로는 홍남앞바다에서 채취한것을 리용하였는데 그 광물질조성은 수소탄산나트륨 1.2~3.0%, 질소 0.1~0.3%, 린 0.1~0.3%, 칼리움 0.1~0.3%이고 pH는 6.5~8.0이다.

2L들이 삼각플라스크에 바다물 500mL를 넣고 여기에 첨가제들을 넣은 다음 바다물로 1L 되게 채우고 스피룰리나를 접종한 후 선행방법[2]으로 배양하였다. 대조배지로는 표준 자루크배지[1, 3]를 리용하였다. 배지제조에 리용된 시약들은 분석순이다.

스피룰리나의 생성량은 1L당 얻어진 스피룰리나를 건조시켜 질량을 측정하여 평가하였다.

결과 및 논의

1) NaHCO_3 과 KH_2PO_4 첨가가 스피룰리나의 침전과 생성량에 미치는 영향

스피룰리나의 배양에 요구되는 무기염들을 다량으로 첨가할 때 스피룰리나가 솜모양으로 뭉치면서 가라앉는다는데로부터 침전이 생기지 않는 적합한 무기염농도를 확정하기 위하여 NaHCO_3 과 KH_2PO_4 를 각이한 농도로 첨가하면서 침전상태와 스피룰리나생성량을 보았다.(표 1)

표 1에서 보는바와 같이 NaHCO_3 과 KH_2PO_4 의 농도가 증가함에 따라 스피룰리나의 생성량은 무기염을 전혀 첨가하지 않은 바다물에서 배양한 경우보다 증가하였으나 NaHCO_3 의 농도가 1.0g/L이상, KH_2PO_4 의 농도가 40mg/L이상때부터 침전되고 생성량이 감소하였다. 이로부터 바다물에서 스피룰리나를 배양할 때의 합리적인 NaHCO_3 , KH_2PO_4 농도를 각각

표 1. NaHCO_3 , KH_2PO_4 의 농도에 따르는 스피룰리나의 생성량(g/L)과 침전상태

$\text{NaHCO}_3/(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	$\text{KH}_2\text{PO}_4/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$			
	0	20	40	80
0	2.1 ± 0.2 , —	2.3 ± 0.1 , —	2.7 ± 0.3 , —	2.6 ± 0.1 , +
1	2.5 ± 0.2 , —	2.8 ± 0.2 , —	3.2 ± 0.2 , —	2.5 ± 0.2 , +
2	2.0 ± 0.2 , +	2.3 ± 0.2 , +	2.1 ± 0.4 , +	2.4 ± 0.1 , +
4	1.6 ± 0.1 , +	1.3 ± 0.2 , +	1.5 ± 0.3 , +	1.1 ± 0.2 , +

+ 침전됨, — 침전되지 않음; 배양온도 30°C , 배양시간 25d, 비침도 5 000lx, pH 8.0; $p<0.05$

1.0g/L, 40mg/L로 정하였다.

2) 몇가지 질소원의 첨가가 스피룰리나의 생성량에 미치는 영향

바다물에 질소원으로 질산나트륨(NaNO_3), 질산암모니움(NH_4NO_3), 뇨소($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)를 각이한 농도로 첨가하고 배양하면서 스피룰리나의 생성량을 보았다. 질소원들의 종류와 농도에 따르는 스피룰리나의 생성량은 표 2와 같다.

표 2. 질소원들의 종류와 농도에 따르는 스피룰리나의 생성량(g/L)

질소원종류	농도/(\text{g}\cdot\text{L}^{-1})			
	0	0.1	0.2	0.3
NaNO_3	1.28 ± 0.26	2.09 ± 0.36	2.43 ± 0.27	2.85 ± 0.38
NH_4NO_3	1.01 ± 0.11	2.16 ± 0.21	2.61 ± 0.21	2.87 ± 0.42
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	1.31 ± 0.12	2.23 ± 0.32	2.86 ± 0.21	2.96 ± 0.23

배양온도 30°C , 배양시간 25d, 비침도 15 000lx, pH 9.0; $p<0.05$

표 2에서 보는바와 같이 질소원들의 농도가 증가함에 따라 스피룰리나의 생성량은 질소원을 전혀 첨가하지 않은 바다물에서 배양한 경우보다 많았는데 특히 뇨소를 첨가한 시험구에서 0.2~0.3g/L일 때 다른 질소원인 경우에 비하여 스피룰리나생성량이 가장 많았다.

이로부터 바다물에서 스피룰리나를 배양할 때의 합리적인 뇨소농도를 0.2g/L로 정하였다.

3) 몇가지 증식촉진제들의 첨가가 스피룰리나의 생성량에 미치는 영향

증식촉진제들로서 인돌초산과 $\text{SnFClO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 를 여러가지 농도로 첨가하고 배양하면서 스피룰리나의 생성량을 보았다. 증식촉진제들의 종류와 농도에 따르는 스피룰리나의 생성량은 표 3과 같다.

표 3. 증식촉진제들의 종류와 농도에 따르는 스피룰리나의 생성량(g/L)

인돌초산/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})	$\text{SnFClO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$			
	0	5	10	20
0	1.21 ± 0.22	1.79 ± 0.26	2.43 ± 0.37	2.75 ± 0.38
1.0	1.41 ± 0.11	2.16 ± 0.61	2.67 ± 0.61	2.87 ± 0.42
2.0	1.53 ± 0.22	2.23 ± 0.32	2.96 ± 0.61	3.00 ± 0.27
4.0	1.72 ± 0.25	2.21 ± 0.32	2.66 ± 0.43	2.54 ± 0.41

배양온도 30°C , 배양시간 25d, 비침도 15 000lx, pH 9.0; $p<0.05$

표 3에서 보는바와 같이 인돌초산과 $\text{SnFClO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 의 농도가 증가함에 따라 스피룰리나의 생성량은 증식촉진제들을 첨가하지 않은 바다물에서 배양한 경우보다 많았으며 인돌초산의 농도가 2.0mg/L, $\text{SnFClO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 의 농도가 10mg/L일 때 스피룰리나의 생성량이 가장 많았다.

4) 민물배지와 바다물배지에서 스피룰리나를 배양할 때의 생성량비교

스피룰리나배양에 일반적으로 적용되는 표준자루크배지와 우리가 확정한 바다물배지 (표 4)에서 스피룰리나를 배양할 때 배양시간에 따르는 스피룰리나생성량은 그림과 같다.

표 4. 스피룰리나배양에 적용되는 배지들의 조성

성분	단위	배지 1L당 소요량	
		표준자루크배지	바다물배지
수소탄산나트륨(NaHCO_3)	g	16.8	10.0
수소린산나트륨(Na_2HPO_4)	mg	100	40
질산나트륨(NaNO_3)	g	2.5	0.2(노소)
류산칼리움(K_2SO_4)	g	1.0	—
염화나트륨(NaCl)	g	1.0	—
류산마그네시움($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	g	0.2	—
염화칼슘($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	g	0.02	—
류산철($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	g	0.01	0.01
에틸렌디아민테트라초산디나트륨($\text{EDTA} \cdot \text{Na}_2$)	g	0.08	0.05
인돌초산	mg	5.0	2.0
$\text{SnFCIO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	mg	15.0	10.0

그림에서 보는바와 같이 25일동안 배양하였을 때 스피룰리나의 생성량은 자루크배지에서 3.4g/L, 바다물배지에서 3.1g/L인데 탄산염, 무기염, 질소원, 증식촉진제들의 첨가량이 표준자루크배지의 1/2~1/3이하인 바다물배지조건에서도 보다 높지는 못하지만 거의 비슷한 생성량에 도달할수 있다는것을 알수 있다.

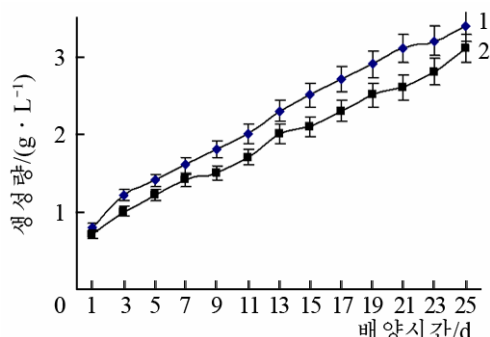


그림. 배양시간에 따르는 스피룰리나생성량
1—표준자루크배지, 2—바다물배지;
배양온도 30℃, 비침도 15 000lx, pH 9.0

맺 는 말

바다물을 리용하여 스피룰리나를 배양할 때 합리적인 첨가제들의 량은 NaHCO_3 1.0g/L, KH_2PO_4 40mg/L, 노소 0.2g/L, 인돌초산 2.0mg/L, $\text{SnFCIO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 10mg/L이며 이때 스피룰리나의 생성량은 배양 25일만에 3.1g/L이다.

참 고 문 헌

- [1] 리경숙 등; 경공업과학, 3, 19, 주제100(2011).
- [2] J. T. M. Leema et al.; Bioresource Technology, 101, 9221, 2010.
- [3] R. A. Soni et al.; Energy Report, 5, 327, 2019.
- [4] Chang Liu at al.; Biotechnol. Lett., 38, 1089, 2016.

주제110(2021)년 4월 5일 원고접수

Culture of *Spirulina platensis* Using Sea Water

Yun Yong Il, Pak Un Chol

In culture of *Spirulina platensis* using sea water, the suitable additive amounts are as follows: NaHCO_3 1.0g/L, KH_2PO_4 40mg/L, urea 0.2g/L, indoleacetic acid 2.0mg/L, $\text{SnFClO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 10mg/L, and its biomass concentration is 3.1g/L during 25 days of cultivation.

Keywords: *Spirulina*, sea water, culture