

몇가지 미세조류배양에 미치는 닭배설물의 영향

윤철진, 최충진, 김금성

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《환경보호사업은 조국산천을 더욱 아름답게 만들며 사람들의 건강을 보호증진시키고 그들에게 보다 문명한 생활조건을 마련해주기 위한 중요하고도 책임적인 사업입니다.》

(《김정일선집》 증보판 제22권 309페이지)

집집승배설물을 비롯한 여러가지 오수속에는 C, N, P를 포함하여 많은 다량 및 미량 원소들이 들어있으며 이러한 영양원소들을 제때에 정확히 관리하지 못하면 담수자원의 부영양화를 촉진하여 물자원부족과 심각한 생태환경파괴를 일으키게 된다.[3, 4, 6]

최근에 여러가지 공업, 농업 및 생활오수에서 미세조류를 배양하여 집집승먹이첨가제, 화장품첨가제, 생물연료를 생산하면서 오수정화를 동시에 진행하기 위한 종합적연구[2-6]가 광범히 진행되고있다.

우리는 닭배설물의 영양학적가치를 평가하고 그것을 기름생산성이 높은 몇가지 미세조류배양에 리용하기 위한 연구를 하였다.

재료 및 방법

닭배설물의 영양학적가치평가 닭배설물(전문닭공장에서 6~7월 채집)상등액을 《Whatman 4》 러파지로 러파한 누런밤색의 러액을 수지통에 담아 4℃ 랭장고에 보관하고 분석과 조류배양에 리용하였다.

용액의 pH는 페하메터(《ATC》)로, 탄소는 크롬산체적분석법[1]으로, 질소는 알카리물작용분해법으로, 린은 린몰리브덴청비색법으로, 기타 나머지원소는 선행방법[1]에 준하여 분석하였다.

미세조류배양 미세조류종으로는 기름생산성이 높아 생물디젤유생산에 광범히 리용되고 있는 *Botryococcus braunii*와 *Chlorella vulgaris*를 리용하였다.

두가지 종류의 미세조류를 BG-11배지에서 세포밀도가 10^8 개/mL 되게 배양한 다음 각 이한 희석배수(3, 5, 10, 20, 30배)의 닭배설물이 200mL씩 들어있는 250mL 삼각플라스크에 각각 10mL씩 접종하였다. 온도 25~30℃, 빛세기 10 000lx, 교반 100r/min의 배양조건에서 8일동안 배양하였다.

대조로는 미세조류배양의 표준배지인 BG-11[2, 3]을 리용하였다.

조류의 배양특성은 *Botryococcus braunii*는 440nm 파장에서, *Chlorella vulgaris*는 680nm 파장[3]에서 배양용액의 흡광도를 일별로 측정하여 평가하였다.

조류배양액을 일정한 량 취하여 원심분리(6 000r/min)하여 침전물을 105℃에서 질량변화가 없을 때까지 말리운 다음 마른질량을 측정하여 미세조류의 생산성을 계산하였다.

모든 배양실험을 세반복으로 진행하고 결과값을 통계처리하였다.

결과 및 논의

닭배설물의 영양학적가치 우리는 먼저 닭배설물속에 들어있는 몇가지 영양원소함량을 측정하였다.

표 1에서 보는바와 같이 닭배설물에는 C, N, P, K, Si가 많은 량 들어있으며 여러가지 미량원소들도 풍부히 들어있다. 또한 용액의 pH가 7.1~7.3정도로서 조류배양에 아주 적합하다.

표 1. 닭배설물속의 주요영양원소함량

구분	함량 /(mg·L ⁻¹)	구분	함량 /(mg·L ⁻¹)
탄소(C)	4 830	규소(SiO ₂)	71.8
질소(N)	280	철(Fe ₂ O ₃)	36.2
린(P ₂ O ₅)	57	동(CuO)	27.3
칼리움(K ₂ O)	1 966.5	마그네시움(MgO)	35.6

일반적으로 닭은 먹이가 소화관에 머무르는 시간이 다른 동물에 비하여 훨씬 짧고 소화흡수율이 낮으며 짧은 시간에 배설되기때문에 닭배설물에는 소화흡수되지 못한 영양물질이 많이 포함되어있다.

물론 닭의 종류와 나이, 먹이조성과 주는 량, 계절에 따라 닭배설물조성에서 일정한 변화는 있지만 총체적으로 높은 영양학적가치를 가지며 미세조류표준배양액성분이 다 들어있어 미세조류배양원으로 충분히 리용할수 있다.

닭배설물에서 미세조류배양특성과 생산성 먼저 닭배설물에서 미세조류의 배양특성을 보았다.

미세조류는 빛합성하등식물이므로 배양액의 영양성분뿐만아니라 배양액의 투명도도 미세조류배양에 영향을 미친다. 따라서 닭배설물을 각이한 비율로 희석한 배양액에서 *Botryococcus braunii*와 *Chlorella vulgaris*의 배양특성을 관찰하였다.(그림 1, 2)

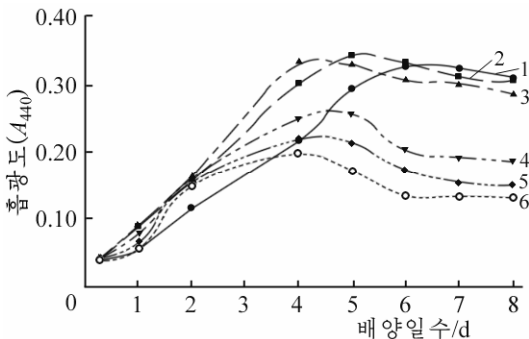


그림 1. 닭배설물에서 *Botryococcus braunii*의 성장특성

1-대조, 2-6은 희석배수가 각각 3, 5, 10, 20, 30배일 때

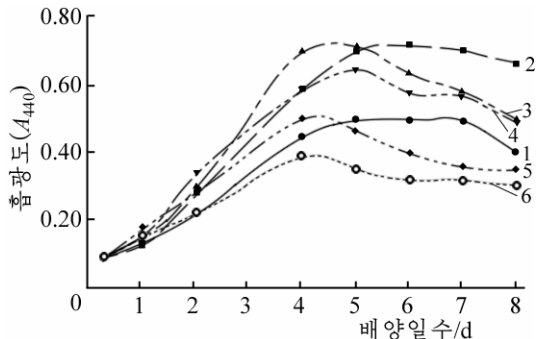


그림 2. 닭배설물에서 *Chlorella vulgaris*의 성장특성

1-대조, 2-6은 희석배수가 각각 3, 5, 10, 20, 30배일 때

그림 1과 2에서 보는바와 같이 두가지 종류의 조류는 서로 유사한 성장특성을 보여주었다. 다같이 배양 5일후에는 조류생물량을 반영하는 흡광도값이 최대로 되었으며 초기생육(1~3일)단계에서 대조인 BG-11배지에서보다 높았다. 그중에서도 3, 5배 희석한 배양액에서 생물량이 최대로 되었으며 두가지 배양액에서 날자의 차이는 있으나 생물량을 반영하는 흡광도값이 거의 비슷하였다. 또한 3배 희석액에서 미세조류의 초기생육이 저해되는데 이것은 배양액이 검은색을 띠므로 빛투과율이 낮아 미세조류의 빛합성이 약하게 진행되

는것과 관련된다. 따라서 닭배설물을 리용하여 조류를 배양할 때 3배 희석액으로 할수 있으나 영양물질리용률의 견지에서 볼 때 5배 희석액을 리용하는것이 가장 좋다고 본다.

우리는 조류생장이 최대로 되는 배양 5일후의 조류생물량을 측정하였다.(표 2)

표 2. 닭배설물의 각이한 희석배수에서
배양 5일후의 조류생물량

희석배수 /배	<i>Botryococcus braunii</i>		<i>Chlorella vulgaris</i>	
	마른질량 /(mg·L ⁻¹)	비율/%	마른질량 /(mg·L ⁻¹)	비율/%
대조	21.2	100.0	30.1	100.0
3	23.5	110.8	37.2	123.6
5	23.2	109.4	38.2	126.9
10	19.4	91.5	35.4	117.6
20	16.6	78.3	27.4	91.0

표 2에서 보는바와 같이 닭배설물을 3~10배 희석한 수용액속에서 두가지 조류를 5일간 배양하였을 때 마른질량이 대조보다 높았으며 20배 희석액에서는 낮았다. 이것은 닭배설물을 너무 희석하면 영양원이 부족하여 미세조류의 성장이 억제되기때문이다. 또한 3배 희석액에서 마른질량이 5배 희석액에서보다 적어진것은 배양액의 색이 보다 검은색을 띠므로 미세조류의 초기생육이 억제되기때문이다.

미세조류배양때 닭배설물의 주요영양원소함량변화 닭배설물에서 미세조류를 배양하면 담수자원의 부영양화를 일으키는 닭배설물속의 여러가지 영양원소를 제거할수 있으므로 미세조류배양 5일후 배양액속의 영양원소함량변화를 보았다.(표 3)

표 3. *Botryococcus braunii*배양때 주요영양원소함량변화

희석배수 /배	총탄소			총질소			총린		
	질량변화/mg		제거률 /%	질량변화/mg		제거률 /%	질량변화/mg		제거률 /%
	초기	5d후		초기	5d후		초기	5d후	
3	96.6	18.6	80.7	5.6	0.99	82.4	1.14	0.200	82.5
5	57.96	8.87	84.7	3.36	0.52	84.6	0.684	0.12	83.0
10	28.98	3.88	86.6	1.68	0.25	85.3	0.342	0.05	84.7
20	14.49	1.49	89.7	0.84	0.11	86.5	0.171	0.02	86.8
30	9.66	0.93	90.4	0.56	0.06	88.7	0.114	0.01	87.9

표 3에서 보는바와 같이 닭배설물희석액에서 *Botryococcus braunii*를 5일간 배양한 결과 탄소, 질소, 린과 같은 주요영양원소들이 80%이상 소비되었다.

*Chlorella vulgaris*를 배양하였을 때에도 희석배수에 따라서 차이는 있으나 주요영양원소들이 거의 80%이상 소비되었다.(표 4)

표 4. *Chlorella vulgaris*배양때 주요영양원소함량변화

희석배수 /배	총탄소			총질소			총린		
	질량변화/mg		제거률 /%	질량변화/mg		제거률 /%	질량변화/mg		제거률 /%
	초기	5d후		초기	5d후		초기	5d후	
3	96.6	15.7	83.7	5.6	0.95	83.1	1.14	0.19	83.5
5	57.96	8.98	84.5	3.36	0.51	84.7	0.684	0.10	84.7
10	28.98	3.85	86.7	1.68	0.24	85.7	0.342	0.05	85.6
20	14.49	1.67	88.5	0.84	0.11	86.4	0.171	0.02	86.4
30	9.66	1.02	89.4	0.56	0.07	87.8	0.114	0.01	89.7

닭배설물에서 미세조류를 배양하면 담수자원의 부영양화를 일으키는 기본원소인 N, P를 80%이상 제거할수 있으므로 미세조류배양을 오수정화나 배설물처리에 리용하면 영양물질을 전혀 쓰지 않으면서 먹이첨가제, 생물연료생산과 생태환경보호를 동시에 진행하는 지속적인 고리형순환생산체계를 세울수 있다.

맺 는 말

1) *Botryococcus braunii*와 *Chlorella vulgaris*를 5배 희석한 닭배설물에서 배양하면 표준 배지(BG-11)에서 배양할 때보다 생물질생산량이 각각 109, 127% 높아진다.

2) 닭배설물에서 미세조류를 배양하면 오수속의 N, P를 80%이상 제거하여 강하천오염을 방지할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Colin Asher et al.; How to Unravel and Solve Soil Fertility Problems, ACIAR, 127~132, 2002.
- [2] Yecong Li et al.; Bioresource Technology, 102, 5138, 2011.
- [3] Liang Wang et al.; Bioresource Technology, 101, 2623, 2010.
- [4] Attlia Bai et al.; Agron.Sustain. Dev., 32, 611, 2012.
- [5] P. J. He et al.; Bioresource Technology, 129, 177, 2013.
- [6] Ashish Bhatnagar et al.; Applied Energy, 88, 3425, 2011.

주체105(2016)년 4월 5일 원고접수

Effect of Poultry Litter Effluent(PLE) on Several Microalga Cultivation

Yun Chol Jin, Choe Chung Jin and Kim Kum Song

The potential of mixotrophic microalgae to utilize PLE as nutritional growth medium was evaluated.

Two algal strains viz. *Chlorella vulgaris* and *Botryococcus braunii* showed significant biomass productivity in PLE diluted by 5 times with fresh water.

Key words: microalgae, *Chlorella vulgaris*, *Botryococcus braunii*, biofuel, biorefining