

질석의 린분해균(*Bacillus polymyxa*)흡착특성에 대한 연구

김학문, 박혜숙

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 현실에 튼튼히 발을 붙이고 사회주의건설의 실천이 제기하는 문제들을 연구대상으로 삼고 과학연구사업을 진행하여야 하며 연구성과를 생산에 도입하는 데서 나서는 과학기술적문제들을 책임적으로 풀어야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 492페이지)

린분해균은 린회석과 규산염을 분해하는 능력이 있는것으로 하여 집짐승먹이첨가제와 유기질복합비료생산에 리용되고있다.

미생물의 생장과 증식, 대사활동은 광물과 떼여놓고 생각할수 없다. 그러므로 지난 시기 미생물담체로 천연광물을 리용하기 위한 연구[1, 2, 4]가 일정하게 진행되였다.

우리는 질석의 린분해균흡착특성을 밝히고 질석이 린분해균을 잘 흡착시키는 원인에 대하여 연구하였다.

질석시료로는 강서구역 수산리에서 나오는 질석을 700℃에서 소성한 후 74μm로 분쇄하여 리용하였다.

소성한 질석분말을 현미유리판우에 놓고 린분해균액을 한방울씩 떨어 다음 30min 지나 그 상태를 광학현미경(《Olympus optical chk 2-FGS》 확대배율 400)으로 관찰하였다. 결과 질석표면에서는 린분해균 군체들의 응집현상이 관찰되였다.

우리는 질석의 린분해균흡착특성을 정량적으로 평가하기 위하여 다음과 같은 실험을 진행하였다.

우선 대조구로서 두부순물 10mL를 준비하고 시험구로서는 두부순물 10mL에 소성한 질석분말 0.1g을 평량하여 넣었다. 112℃에서 30min동안 고압멸균한 후 출발균수가 10⁸개/mL인 린분해균액을 접종하고 24h동안 정온기에서 배양하였다. 다음 원심분리하고 상등액을 취한 다음 단안현미경(《LEICABF 200》 확대배율 600)에서 혈구계산판을 리용하여 균수를 계산하였다.(표 1)

표 1에서 보는바와 같이 대조구인 두부순물속의 균수에 비하여 질석을 첨가한 두부순물속에서 균수는 약 1/12로 감소되였다. 이로부터 두부순물속에 왕성하던 군들이 질석립자의 표면에 세게 흡착되었거나 혹은 질석이 린분해균의 증식을 억제한다는것을 알수 있다.

질석립자에 린분해균들이 흡착되었는지 아니면 질석이 린분해균의 증식을 억제하였는가를 밝히기 위하여 열무게분석(《TGA-5》)을 진행하였다.(그림)

표 1. 질석을 첨가한 두부순물에서 린분해균의 수

배지	균수/($\times 10^8$ 개·mL ⁻¹)
두부순물	16.564
두부순물+질석	1.359

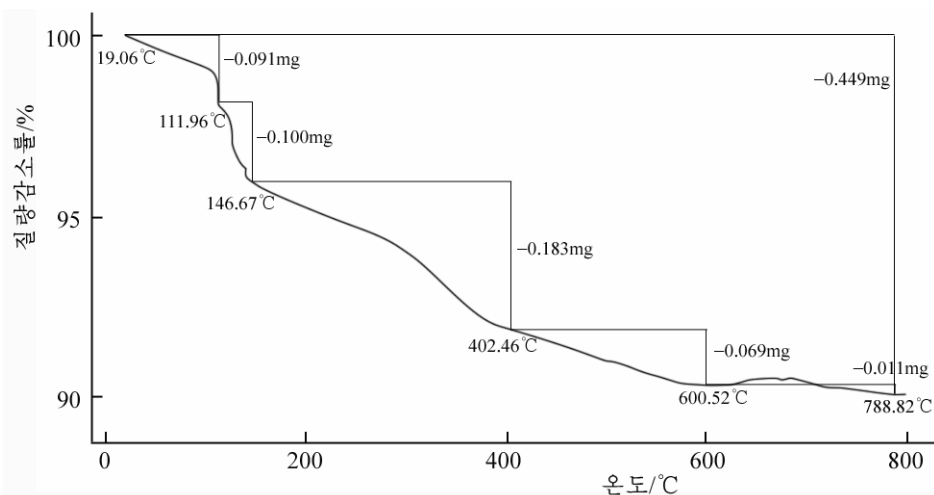


그림. 린분해균이 흡착된 질석의 TGA곡선

일반적으로 유기물은 300~500°C에서 분해되는데 그림에서 보는바와 같이 질석원광에서 나타나지 않았던 새로운 흡열점이 402.46°C(질량감소율 4.111%)에서 나타난다. 이것은 질석표면에 린분해균이 흡착되었기때문이다. 즉 두부순물속에서 질석립자들은 린분해균의 증식을 억제하는것이 아니라 표면에 린분해균들을 흡착시킨다는것을 알수 있다.

질석표면에 린분해균이 잘 흡착될수 있는것은 우선 질석의 결정구조적특성과 관련된다.

질석결정에서 구조단위의 양이온들은 그것들의 놓임자리와 결합상태, 이동능력에 따라 3개 부류 즉 4면체층의 양이온과 8면체층의 양이온, 층간에 들어있는 양이온들로 구분할수 있다. 4면체층의 중심이온들은 Si^{4+} , Al^{3+} 이고 8면체층의 6배위중심이온들은 Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} 이며 층간에 들어있는 6배위 또는 8배위이온들은 Ca^{2+} , K^{+} , Na^{+} , Mg^{2+} 이다.[3]

질석결정에서 구조단위를 이루는 이온들의 결합세기를 보면 4면체층에서 중심이온들과 배위자(O^{2-})들사이의 결합이 가장 세고 다음으로 8면체층에서 중심이온들과 배위자들(O^{2-} , OH^{-})의 결합이며 층간에 있는 양이온들과 배위자들(O^{2-} , OH^{-})사이의 결합은 가장 약하다. 그것은 4면체중심이온과 배위자들사이의 결합은 결합길이가 짧고 배위다면체의 대칭성이 높기때문이며 8면체중심이온들과 배위자들사이의 결합은 결합길이가 길고 배위다면체의 대칭성이 낮기때문이다. 그리고 층간에 들어있는 이온들은 수화막으로 둘러싸인 상태에서 배위자들과 약한 정전기적결합을 이루고있기때문이다.

이러한 결정구조적특성으로 하여 질석은 열을 받으면 층간수가 빠져나가면서 4면체-8면체-4면체의 단위구조로 쉽게 분리되어 팽창된다. 질석이 팽창되면 비표면적이 커지므로 린분해균이 잘 흡착될수 있다.

다음으로 질석표면에 린분해균이 잘 흡착되는것은 질석에 미생물의 증식에 유리한 원소들이 많이 포함되어있기때문이다. 실제로 Fe^{2+} 이 산화되어 생성된 Fe^{3+} 은 이온반경이 작기때문에 세포막을 쉽게 통과하며 삼투압을 조절한다.

이밖에도 질석에는 각종 효소들의 합성과 활성화에 영향을 미치는 Mn^{2+} 과 Cu^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , B^{3+} 등이 포함되어있다.(표 2)

표 2. 질석에 포함되어있는 가동성영양성분

영양성분	함량/(mg·10 ⁻² g ⁻¹)	영양성분	함량/(mg·kg ⁻¹)
P ₂ O ₅	25.3	Mn	88.1
K ₂ O	12.6	Co	0.182
SiO ₂	75.8	Zn	22.7
MgO	0.514	Cu	0.41
Fe ₂ O ₃	0.036	B	0.01

또한 질석은 미생물생장에 대하여 독작용을 하는 Al³⁺을 4면체구조단위에 고착시켜 업페시킴에 열전도성($\lambda=0.17\sim0.21\text{kJ}/(\text{mol}\cdot\text{h})$)이 매우 낮으므로 미생물생장에 필요한 단열기능도 수행한다.

맺는 말

부풀음질석은 비표면적이 크고 여러가지 영양원소들을 많이 포함하고있으며 열전도성이 낮은것으로 하여 좋은 미생물담체로 된다.

참고 문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 55, 7, 162, 주체98(2009).
- [2] 김일성종합대학창립 65돛기념 국제학술토론회 논문집(생명과학), 김일성종합대학출판사, 15~18, 주체100(2011).
- [3] S. Hillier et al.; Clay Minerals, 48, 563, 2013.
- [4] 商平 等, 环境矿物材料, 化学工业出版社, 258~266, 2008.

주체106(2017)년 2월 5일 원고접수

Study on the *Bacillus polymyxa* Adsorption Characteristics of the Vermiculite

Kim Hak Mun, Pak Hye Suk

The expanded vermiculite can be a good microbe carrier because it has a large specific area, various kinds of nutrient elements and a low thermal conductivity.

Key words: vermiculite, *Bacillus polymyxa*