

제주도 비자림에서의 세포성 점균의 분포 및 비자열매 추출액의 성장 효과에 관한 연구

최선영·장남기

서울대학교 사범대학 생물교육과

A Study on the Distribution and the Effect of *Torreya* Fruit Extract on Cellular Slime Molds in *Torreya* Forest of Cheju Island

Choi, Sun-Young and Nam-Kee Chang

Dept. of Biology Education, Seoul National University

ABSTRACT

Dictyostelid cellular slime molds were isolated from soils and barks of the subtropical forest of *Torreya nucifera* in Cheju island. The results were as follows; *Polysphondylium pallidum*, *Dictyostelium purpureum*, *D. mucoroides*, *D. aureo-stipes* var. *aureo-stipes*, *D. flavidum*, *D. minutum*, *P. violaceum*, *D. monochasioides*, *D. brefeldianum*, *D. polycephalum*, *D. areum* var. *areum*, *P. tenuissimum*, *D. fasciculatum*. In this forest, *P. pallidum* and *D. purpureum* were occurred dominantly, and *D. mucoroides* and *D. aureo-stipes* var. *aureo-stipes* were the second dominant. It was distinguished that *D. purpureum* was much more commonly found than the other forests. Cellular slime molds from the barks of the tree heights of 1, 3 and 5m were occurred 7, 3 and 2 species respectively. *Torreya* fruit extract affected on the growth of *D. aureo-stipes* var. *aureo-stipes* and *D. flavidum* but not on *D. purpureum* and *D. mucoroides*.

Key words: Cellular slime mold, *Torreya* forest, *Torreya* fruit extract.

서론

세포성 점균(cellular slime mold)은 1869년 Brefeld가 처음 *Dictyostelium mucoroides*를 발견함으로써 세상에 알려졌다. 1935년 Raper가 지금까지 세포성 점균의 대표종으로 알려져 있는 *D. discoideum*을 발표한 이후 이 종에 대한 분류, 생태 및 분자생물학적 연구가 이루어졌다. Bonner(1959, 1967), Olive(1975), Raper(1973, 1984) 및 Hagiwara(1989)에 의해 세포성 점균들은 체계적으로 종설되어 왔다.

세포성 점균의 생태학적 연구는 Singh(1947)와 Whittingham과 Raper(1957)에 의해 시작되

어 주로 세포성 점균의 생장과 분화에 영향을 미치는 환경요인이 연구되었으나, 1965년 Cavender와 Raper에 의해 토양에서 종을 정량적으로 분리할 수 있는 방법인 'Clonal Isolation Technique'가 발표된 이후, 최근까지 전 세계적으로 삼림토양에서 세포성 점균을 정량적으로 분리하여 지역적 환경과 식생에 따른 출현양상 및 분포를 조사하는 세포성 점균의 생태학적 연구가 확산되었다. 이러한 연구 결과로 현재까지 약 60여 종의 세포성 점균이 자연에 널리 퍼져있는 것으로 알려져 있으나(Raper, 1973; Olive, 1975; Cavender, 1973), 임형, 토양조건, 기후 및 온도 등 환경 요인에 따라 그 분포양상이 다르게 나타나는 것으로 보고되었다(Cavender와 Raper, 1965a, b, c).

세포성 점균의 분포와 식생과의 관계는 Cavender와 Raper(1965b, c, 1968)에 의해 처음 조사되었는데, 이들에 의하면 적도 지역에서 참나무림과 같은 약간 습기가 있는 삼림 식생에 이들이 풍부히 서식하고 있다. 그러나 그후 중미(Benson과 Mahoney, 1977; Cavender, 1980), 남미(Cavender, 1973; Cavender와 Raper, 1968), 캐나다(Cavender, 1972), 동남아시아(Cavender, 1969a, b), 동아프리카(Cavender, 1969b) 및 유럽(Cavender, 1969a, 1973)에 이어 Alaska의 삼림이나 Tundra에서도 나타나는 것으로 밝혀져(Cavender, 1977), 이 생물은 환경에 따라 특이적이긴 하지만 전 세계에 걸쳐 분포하고 있음이 알려졌다.

우리나라에서 세포성 점균에 관한 분포 조사는 홍과 장(1990, 1991), 홍 등(1992a, b)에 의해 주로 이루어져 왔다. 홍과 장은 1990년 우리나라 주요 낙엽 수림에서 6종의 미기록종을 포함한 10종의 세포성 점균을 기록하였고, 1991년에는 인천 근해 7개 도서지역의 해안 식물 군락에서 세포성 점균의 출현과 분포 연구에서 총 7종의 세포성 점균을 기록하였다. 홍 등(1992a, b)은 한라산의 식생과 고도에 따른 세포성 점균의 분포 조사를 통하여 총 21종의 세포성 점균을 분리하였으며, 홍과 장(1992a, b)은 한라산에서 *D. flavidum*과 *D. floridum*의 2신종을 발견한 바 있다.

본 연구는 제주도의 비자림에서 세포성 점균의 분포특성을 조사하고, 비자나무 높이에 따른 세포성 점균을 조사하고, 출현종에 비자 열매 추출액을 처리했을 때 성장에 미치는 효과에 대하여 알아보고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

조사지역은 濟州島 北濟州郡 舊左邑 坪垵理 山 15에 위치한 총 13만 6천평의 면적에 100~600년생의 비자나무 2,577本(암:1377, 수:1200)이 자라고 있는 비자림을 중심으로 하였다(Fig. 1). 이 곳은 천연기념물 제182-2호로 지정 보호 관리되고 있다.

비자림의 주요 구성종을 보면 喬木層(평균수고: 12~15.5m; 평균식피율: 85%)에는 비자나무가 대부분을 차지하고 있으며 팽나무, 머귀나무, 조록나무, 단풍나무, 후박나무, 비목나무, 새나무, 생달나무, 곰의 말채 등이, 灌木層(1~2.3m, 35%)에는 상산, 쥐똥나무, 작살나무, 예덕나무, 천선과나무, 무환자나무, 산초나무, 비목나무 등이, 草本層에는 송악, 자금우, 남오미자, 콩짜개덩굴, 줄방제미꽃, 주름조개풀, 십자고사리, 애기나무 등이 흔하다. 이곳 林床植物의 種組成은 다른 곳에 비해 다양한 편이다(任 등, 1991).

2. 종의 분리 및 동정

시료의 채집은 Benson과 Mahoney (1977)의 'Simple Sampling Method'에 따라 수행하였

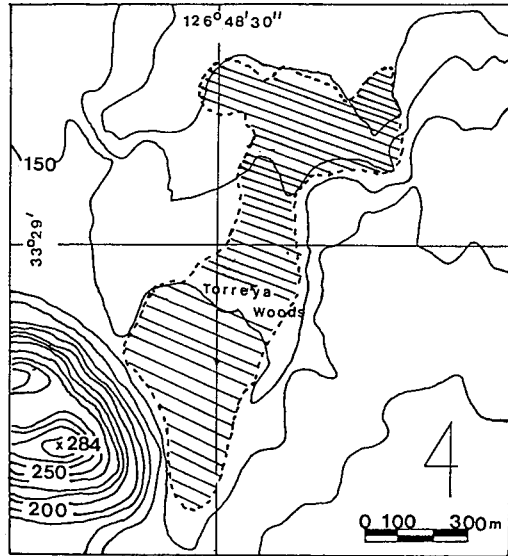


Fig. 1. Map of study area in Cheju island.

다. 비자림내에서 총 12개의 토양시료를 반쯤 썩은 낙엽이나 표층의 토양을 2m²내에서 플라스틱 스푼이나 채집용 삽으로 채집하였고, 비자나무의 1, 3 및 5m 높이에서 시료를 채집하였다. 채집된 토양은 비닐 봉지에 담아 4℃냉장고에 보관하였다.

채집된 시료로부터 세포성 점균의 분리는 Cavender와 Raper (1965a)의 방법에 따라 수행하였다. 분리된 종의 동정은 홍과 장(1990, 1991, 1992a, b), Bonner(1967), Olive(1975), Raper (1984) 및 Hagiwara(1989)의 종 기록과 분류 검색표에 근거하여 수행하였다. 토양 시료를 평판 건조배지위에 접종하여 항온기에서 5~6일 배양하면 거의 완전한 자실체를 형성하는데, 점액 아메바의 집합 형태, 이동기의 유무 및 형태, 포자 및 자실체의 모양, 크기, 색깔 등을 기록하여 이들 특징에 따라 종을 동정하였으며, 각 종의 주요 특징은 현미경으로 사진을 촬영하였다. 추가 관찰이 요구되는 종은 0.1% LP(lactose-peptone agar)에서 *E. coli*와 함께 이원 배양하여 발생 과정을 자세히 관찰하여 최종적으로 확인하였다.

3. 종의 밀도, 빈도, 중요값과 등급

배양후 나타난 각종의 수를 콜로니 카운터로 계산하고 Traub 등(1981a, b) 및 Cavender와 Kawabe(1989)의 방법에 따라 각 토양시료에 출현한 모든 세포성 점균의 상대밀도, 빈도 및 중요값을 결정하였다.

각 토양시료에서 특정 종이 출현하는 시료의 수를 총 시료수로 나누고 100을 곱하여 각 종의 시료 빈도 (sample frequency)를 구했으며, 각 식물 군락에서 시료 빈도의 합을 토양시료로 나누어 평균빈도 (average frequency)를 구하였다.

출현한 각 종의 상대밀도와 출현빈도를 합하여 중요값 (importance value)을 구했으며, 중요값에 따라 종의 등급을 결정하였다.

4. 비자열매 추출액

비자열매는 脂肪油를 함유하고 그 속에는 palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid의 glyceride, sterol이 있다. 또 蔞酸, 葡萄糖, 多糖類, 精類, tannin 등의 성분을 함유하고 있다. 이것은 殺蟲, 消積, 潤燥의 효능이 있고, 기생충으로 인한 복통 등을 치료하는데 쓰이고 있다(신 등, 1990). 본 연구에서는 수용성 성분을 추출하여 세포성 점균의 성장에 미치는 효과를 알아보려고 하였다. 비자열매를 60g을 막자사발로 갈고, 이것을 증류수 200ml에 넣어 중탕을 한 후 거즈로 걸러서, 그 액을 미리 준비한 순수배지용 배지인 0.1% LP plate위에 각각 2.5ml, 5ml을 넣어 균히 만든 배지위에 세포성 점균을 각각 1개체를 접종 배양한 후 콜로니의 수를 세어 평균값을 구하였다.

결과 및 논의

1. 비자림에서 세포성 점균 종의 출현 및 분포

제주도 비자림의 토양으로 부터 Cavender와 Raper (1965a)의 방법에 따라 세포성 점균의 출현과 분포를 조사하였다. 조사된 토양에서 총 *Polysphondylium pallidum*, *Dictyostelium purpureum*, *D. mucoroides*, *D. aureo-stipes* var. *aureo-stipes*, *D. flavidum*, *D. minutum*, *P. violaceum*, *D. monochasioides*, *D. brefeldianum*, *D. polycephalum*, *D. areum* var. *areum*, *P. tenuissimum*, *D. fasciculatum* 등 총 13종의 세포성 점균을 분리동정하였다.

비자림에서 세포성 점균은 *P. pallidum*, *D. purpureum*과 *D. mucoroides* 순으로 우세하게 출현하였다(Table 1). *D. mucoroides*는 우리나라의 거의 모든 삼림 토양에서 매우 우세하게 나타나며, *P. pallidum*은 우리나라 삼림 토양에서 비교적 흔하게 출현하고 있다. 그러나 *D. purpureum*

Table 1. Cellular slime molds in evergreen conifer-forest (*Torreya nucifera*) soils of Cheju island

Species	Total clones	Rel. den. (%)	Freq. (%)	Importance value
1. <i>P. pallidum</i>	417	11	83	94
2. <i>D. purpureum</i>	621	17	75	92
3. <i>D. mucoroides</i>	836	23	58	81
4. <i>D. aureo-stipes</i> var. <i>aureo-stipes</i>	525	14	58	72
5. <i>D. flavidum</i>	527	14	50	64
6. <i>D. minutum</i>	341	9	42	51
7. <i>P. violaceum</i>	99	3	42	45
8. <i>D. monochasioides</i>	103	3	16	19
9. <i>D. brefeldianum</i>	69	2	16	18
10. <i>D. polycephalum</i>	40	1	16	17
11. <i>D. areum</i> var. <i>areum</i>	48	<1	8	9
12. <i>P. tenuissimum</i>	25	<1	8	9
13. <i>D. fasciculatum</i>	13	<1	8	9
Total of clones	3,644			

은 지금까지 조사된 삼림 토양에서 낮은 중요값을 나타내고 있다(홍과 장, 1990). 한라산의 다른 삼림 토양에서 조차도 이 종은 다른 종에 비해 낮은 출현빈도를 나타내고 있다(홍 등, 1992a, b). 따라서 비자람의 세포성 점균의 분포양상에서 *D. purpureum*이 높은 출현 빈도와 중요값을 나타내고 있다는 점이 특징적이라 할 수 있다.

2. 비자나무의 높이에 따른 세포성 점균의 분포

비자나무의 높이에 따른 세포성 점균은 1m 높이에서는 7종, 3 및 5m에서 각각 3, 2종이 출현하였다 (Table 2).

3. 비자나무 열매 추출액이 출현종의 성장에 미치는 효과

비자나무 열매의 추출액이 비자람에서 우세하게 출현한 4종의 세포성 점균의 성장에 미치는 효과를 조사하였다. 통제군과 비자열매 추출액을 처리한 처치군에서 세포성 점균의 성장 효과는 Fig. 2에서 보는 바와 같다. *D. aureo-stipes* var. *aureo-stipes*와 *D. flavidum*은 비자열매 추출액의 농도가 높을수록 높은 밀도를 나타냈으나, *D. mucoroides*와 *D. purpureum*에서는 효과가 적은 것으로 나타났다. Cavender와 Raper(1965)는 동부 북미의 토양에서 세포성 점균의 상대 빈도 연구에서 세포성 점균을 위한 서식지의 적합성은 우선적으로 토양 습도와 먹이 유효도에 의해 결정된다고 제안하였다. 또한 Singh(1946)은 *D. mucoroides*의 아메바는 습기 함량이 최소한 33% 일 때 가장 잘 흡어진다고 하였고, *D. polycephalum*은 자실체를 형성하는데 보다 정확한 습도를 요구하는데, 98%의 상대습도에서만 정상적인 포자낭을 형성하며, 100% 혹은 96%이하에서는 비정상적으로 결실을 맺는다고 보고하였다(Whittingham과 Raper, 1957). Horn (1971)은 각각의 세포성 점균은 다른 종과 경쟁하여 이길 수 있는 특정 세균을 갖고 있기 때문에, 각 종의 상대 빈도는 그들이 좋아하는 먹이의 상대비율을 반영하고 있을 것이라고 제안하였다. *P. pallidum*은 직접적인 경쟁에 직면했을 때 가장 성공하는 종이며, *P. violaceum*은 가장 빨리 성장할 수 있는 종이라서 간접적으로 다른 종을 이길 수 있으나, 직접적인 경쟁의 상황에서는 불리하기 때문에 이들 종의 공존은 중요한 먹이의 구획성에 의존한다고 보고하였다.

그러므로 본 연구 결과로 볼 때, 비자람의 세포성 점균 분포양상에서 *D. purpureum*이 우세하게 출현하는 것은 자연적 환경조건에 의한 비자열매의 간접적인 영향으로 추정된다. 이는 먹이

Table 2. Cellular slime molds in relation to the height of the trees

Species	Height (m)		
	1	3	5
<i>P. pallidum</i>	665	—	150
<i>D. purpureum</i>	500	50	—
<i>D. mucoroides</i>	580	—	—
<i>D. aureo-stipes</i> var. <i>aureo-stipes</i>	1,159	1,065	—
<i>D. flavidum</i>	280	280	—
<i>D. minutum</i>	1,265	—	—
<i>D. polycephalum</i>	215	—	265
Numbers of species	7	3	2

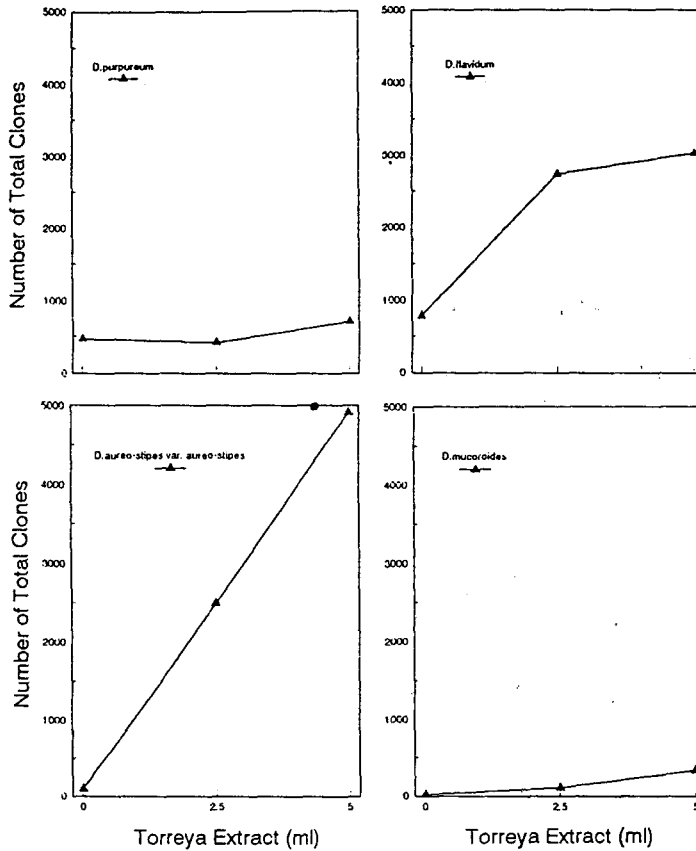


Fig. 2. Absolute density of selected cellular slime molds in relation to the concentration of *Torreyia* fruit extract.

로써 비자람에 특이하게 서식하는 박테리아나 물리적 환경조건에 의한 것으로 해석할 수 있다. 즉, 이 지역의 먹이, 습도, pH 및 온도 등이 *D. purpureum*의 최적 서식환경을 제공하는 것으로 생각된다.

적 요

제주도 비자람에서 세포성 점균의 출현과 분포를 조사하였다. 그 결과 *Polysphondylium pallidum*, *Dictyostelium purpureum*, *D. mucoroides*, *D. aureo-stipes var. aureo-stipes*, *D. flavidum*, *D. minutum*, *P. violaceum*, *D. monochasioides*, *D. brefeldianum*, *D. polycephalum*, *D. areum var. areum*, *P. tenuissimum*, *D. fasciculatum* 등 총 13종의 세포성 점균을 분리동정하였다. 조사지역에서 *P. pallidum*과 *D. purpureum*이 가장 우세하게 출현하였고, 그 다음으로 *D. mucoroides*와 *D. aureo-stipes var. aureo-stipes*가 우세한 중요값을 나타내었다. 비자람에서 세포성 점균의 분포는 다른 임형의 토양에 비해 *D. purpureum*이 매우 우세하게 출현한 것이 특징이다. 비자나무 높이에 따른 세포성 점균을 조사한 결과, 1, 3 및 5m의 높이에서 각각 7, 3 그리고 2종이 출현하였다.

비자람에서 우세하게 출현한 4종의 세포성 점균의 성장에 미치는 비자열매의 효과를 조사한 결과, *D. aureo-stipes* var. *aureo-stipes*와 *D. flavidum*은 성장을 촉진시키나 *D. purpureum*과 *D. mucoroides*는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러므로 비자람에서 *D. purpureum*이 우세하게 출현하는 것은 비자열매의 성분이 간접적인 영향을 미치는 것으로 추정된다.

인용문헌

1. 辛民教, 鄭普燮. 1990. 도해 향약 (생약) 대사전 (식물편). 서울: 영림사. 112-115.
2. 任良宰, 白光洙, 李南周. 1991. 한라산의 식생. 중앙대학교.
3. 홍정수, 장남기. 1990. 한국의 주요 낙엽수림에서 세포성 점균의 출현과 분포. 한국식물학회지. 33(3):159-168.
4. 홍정수, 장남기. 1991. 인천근해 도서지역의 해안식물군락에 따른 세포성 점균의 출현과 분포. 한국생태학회지. 14(4):457-467.
5. 홍정수, 장남기. 1992a. 세포성 점균의 1신종, *Dictyostelium flavidum* sp.nov. 한국식물학회지. 35(3):197-203.
6. 홍정수, 장남기. 1992b. 세포성 점균의 1신종, *Dictyostelium floridum* sp.nov. 한국식물학회지(인쇄중).
7. 홍정수, 권혜련, 장남기. 1992a. 한라산의 세포성 점균(I).-해발 900m 이상의 삼림에서의 출현 분포. 한국생태학회지. 15(2):181-189.
8. 홍정수, 권혜련, 장남기. 1992b. 한라산의 세포성 점균(II).-난온대 지역에서의 출현과 분포. 한국생태학회지. 15(2):191-200.
9. Benson, M. R. and D. P. Mahoney. 1977. The distribution of Dictyostelid cellular slime molds in southern California with taxonomic notes on selected species. Amer. J. Bot. 64(5): 496-503.
10. Bonner. 1959. The cellular slime molds. Princeton Univ. Press, Princeton.
11. Bonner. 1967. The cellular slime molds. Princeton Univ. Press, Pinceton.
12. Brefeld, O. 1869. *Dictyostelium mucoroides*. Ein neuer Organismus und der Verwandtschaft der Myxomyceten, Abh. Seckenberg, Naturforsch. Ges. 7:85-107.
13. Cavender, J. C. 1969a. The occurrence and distribution of Acrasieae in forest soils. I. Europe. Amer. J. Bot. 56(9): 989-992
14. Cavender, J. C. 1969b. The occurrence and distribution of Acrasieae in forest soils. II. East Africa. Amer. J. Bot. 56(9): 993-998.
15. Cavender, J. C. 1972. Cellular slime molds in forest soils of eastern Canada. Can. J. Bot. 50:1497-1501.
16. Cavender, J. C. 1973. Geographical distribution of Acrasieae. Mycologia 65: 1044-1054.
17. Cavender, J. C. 1976a. Cellular slime molds of Southeast Asia. I. Description of new species. Amer. J. Bot. 63(1): 60-70.
18. Cavender, J. C. 1976b. Cellular slime molds of Southeast Asia. II. Occurrence and distribution. Amer. J. Bot. 63(1): 71-73.
19. Cavender, J. C. 1977. Cellular slime molds in tundra and forest soils of Alaska including

- new species, *Dictyostelium septentrionalis*. Can. J. Bot. 56: 1326-1332.
20. Cavender, J. C. 1980. Cellular slime molds of the southern Appalachians. *Mycologia* 72: 55-63.
 21. Cavender, J. C. and K. Kawabe. 1989. Cellular slime molds of Japan. I. Distribution and Biogeographical Considerations. *Mycologia*, 81(5): 683-691.
 22. Cavender, J. C. and K. B. Raper. 1965a. The Acrasieae in nature. I. Isolation. *Amer. J. Bot.* 52(3): 294-296.
 23. Cavender, J. C. and K. B. Raper. 1965b. The Acrasieae in nature. II. Forest soil as a primary habitat. *Amer. J. Bot.* 52(3): 294-302.
 24. Cavender, J. C. and K. B. Raper. 1965c. The Acrasieae in nature. III. Occurrence and distribution in forests of eastern north America. *Amer. J. Bot.* 52(3): 302-308.
 25. Cavender, J. C. and K. B. Raper. 1968. The Occurrence and distribution of Acrasieae in forests of subtropical and tropical America. *Amer. J. Bot.* 55(4): 504-513.
 26. Horn, E. G. 1971. Food competition among the cellular slime molds. *Ecology*. 52: 475-484.
 27. Hagiwara, H. 1989. The taxonomic study of Japanese Dictyostelid cellular slime molds. Nationl Science Museum, Tokyo.
 28. Olive, L. S. 1975. The mycetozoa: A revised classification. *The. Bot. Rev.* 59-89.
 29. Raper, K. B. 1935. *Dictyostelium discoideum*, a new species of slime molds from decaying forest leaves. *J. Agric. Res.* 50: 135-147.
 30. Raper, K. B. 1973. Class Acrasiomycetes. *The Fungi*, Vol. IV B: 9-36.
 31. Raper, K. B. 1984. *The Dictyostelids*. Princeton Univ. Press, Princeton.
 32. Singh, B. N. 1946. Soil Acrasieae and their bacterial food supply. *Nature*. 157: 133-134.
 33. Singh, B. N. 1947. A method of estimating the number of soil protozoa, especially ameoba, based on their differential feeding on bacteria. *Ann. Appl. Biol.* 33: 112-119.
 34. Smith, K. L and R. P. Keeling. 1968. Distribution of Acrasieae in Kansas Grassland. *Mycologia*, 60: 711-713.
 35. Traub, F., H. R. Hohl and J. C. Cavender. 1981a. Cellular slime molds of Switzerland. I. Description of new species. *Amer. J. Bot.* 68(2): 162-172.
 36. Traub, F., H. R. Hohl and J. C. Cavender. 1981b. Cellular slime molds of Switzerland. II. Description of new species. *Amer. J. Bot.* 68(2): 173-182.
 37. Wittingham, W. F. and K. B. Raper. 1957. Environmental factors influencing the growth and fruitification of *Dictyostelium polycephalum*. *Amer. J. Bot.* 44: 619-627.