

## Allium속 방향성 성분의 분석과 방향성 성분이 고자리파리 (*Delia antiqua*) 산란에 미치는 영향

조형찬\* · 김영희<sup>1</sup>우석대학교 이공대학 생명자원과학부, <sup>1</sup>한국담배인삼공사

(2001년 1월 15일 접수, 2001년 2월 9일 수리)

Allium속 작물의 방향성 성분을 분석하고 방향성 성분이 고자리파리 산란에 미치는 정도를 조사하였다. Allium속 작물의 주요 방향성 성분은 sulfide계 화합물로 이들이 차지하는 비율은 마늘(66.1%), 대파(66.1%), 쪽파(62.3%), 양파(39.2%) 및 부추(4.2%) 순으로 나타났다. 한편 지금까지 보고된 바 없는 cyclooctasulfur가 소량으로 대파, 쪽파, 풋마늘에 존재함이 확인되었다. 용매에 의한 조추출물이 고자리파리의 산란에 미치는 정도는 dichloromethane의 경우 마늘(32.1%)과 부추(7.2%)에서 최고와 최저를 나타내었으며, 증류수를 통한 조추출물은 쪽파(29.7%)와 부추(12.3%)에서 최고와 최저를 나타내었다. Allium속 방향성 성분을 회석하는데 선발할 유기용매에 대한 산란 반응은 ethyl alcohol(52.5%)과 ether(5.9%)에서 최고와 최저를 나타내었다. Diallyl disulfide(1%)를 이용하여 방향성물질의 양에 따른 산란정도는 20  $\mu$ l(26.6%)와 100  $\mu$ l(14.0%)에서 최고와 최저를 나타내었다. Sulfide계 화합물을 중심으로 한 산란선호성은 농도에 따라 다르게 나타나, allyl sulfide(17.2%)와 acethylthiophene(0.8%)에서 최고와 최저를 나타내었고, 100% 농도의 경우 ethyl alcohol이 43.3%로 많은 산란을 하였다. 방향성 성분의 농도별 산란은 sulfide 화합물의 경우 주로 1% 농도에서, ethyl alcohol은 고농도에서, 그리고 기타 성분은 각기 다른 농도에서 산란선호성을 보였다. 특히 100% 농도는 dimethyl disulfide와 ethyl alcohol를 제외하고는 수분만을 포함한 모래를 사용한 대조구보다 낮은 산란선호성을 보였다. 다양한 종류의 휘발성 물질에 대한 반응은 furfuryl mercaptan에 46.9%의 많은 산란 반응을 나타내었다.

**Key words :** Allium, cyclooctasulfur, 고자리파리(*Delia antiqua*), 산란선호성

### 서 론

Allium속과 같은 향신료 자원식물은 맛과 향기를 내는 성격이 매우 강하여 식품의 기호와 기능성 향상을 목적으로 옛부터 동서양을 막론하고 널리 이용되고 있는데, 이 중 Allium속 작물들은 독특한 방향성분, 최루성분 그리고 항생(antibiotic) 성분들을 함유하고 있다.

Allium속 작물의 휘발성 방향성분은 주로 monosulfide, disulfide, trisulfide와 같은 sulfide 화합물로, 분자구조에 따라 양파(*A. cepa*)에는 propyl기, 연교(*A. chinense*)는 methyl기와 propyl기, 부추(*A. tuberosum*)는 propyl기, 그리고 마늘(*A. sativum*)에는 allyl기가 주로 결합되어 있다고 보고하였다.<sup>1,2)</sup> 이들 휘발성 성분들은 손상되지 않고 건전한 식물에서는 비교적 냄새 강도가 약하며, 상처가 나거나 분쇄했을 때 강한 냄새가 나는데 이는 식물체 자체에 존재하는 allinase 등과 같은 효소들이 Allium속 작물들에 존재하고 있는 allin화합물을 분해하여, allicin류인 thiosulfonates, sulfenic acids, sulfoxides 등으로 분해된 중간산물들은 분자적으로 불안정하기 때문에 monosulfides, disulfides, trisulfides, thiosulfonates 등과 같은 sulfur 화합물로 비효소적 분해를 일으켜, 보다 안정한 화합물로 변환되기 때문인 것으로 알려져 있다.<sup>3,4,5,6,7)</sup> 이들 냄새 전구물질인 sulfoxides의 분해 효소들은 Allium속 작물 체내에 존재하기도 하지만 각

종 병원균에 이병되었을 때도 강한 냄새성분들이 발견되는데 *Bacillus subtilis*와 *Pseudomonas cruciviae*에서 이들과 유사한 기능을 갖는 효소들을 보고한 바 있다.<sup>8,9)</sup> 이러한 sulfide류의 휘발성 방향성분들은 각 종 병해충의 기피를 유발하지만 고자리파리의 경우는 오히려 유인되는 것으로 알려져 있다.<sup>10,11)</sup>

곤충의 공격에 대한 식물의 반응과 식물과 곤충의 상호작용은 오래 전부터 연구되어 왔는데, 식식성 곤충의 생존과 번식은 기주를 발견하여 섭식하는 등 기주와 연관된 행동에 의존하여 이루어진다.<sup>12)</sup> 곤충의 기주선택을 유도하는 여러 가지 행동은 감각생리의 문제로서 식물로부터 일으키는 시각적, 기계적, 화학적 자극에 의해 일어난다.<sup>13,14,15,16,17)</sup> 특히 화학적 자극은 기주가 가지는 2차 화학물질에 대해 특이성을 가진 곤충만이 활성을 나타낸다.<sup>11,14)</sup> 특히 고자리파리의 산란행동은 Allium속 작물 특유의 2차 화합물에서뿐만 아니라 박테리아가 접종된 양파로부터의 화학물질과 미생물에 의해 영향을 받는다고 하였다.<sup>18,19,20)</sup> 이러한 화학적 자극에 대한 반응은 후각과 미각을 인지하는 화학수용기관에 의하여 감지되어 유인, 기피 및 섭식 자극 등의 행동을 유발한다. 성충의 화학수용기관은 100 m 이상의 거리에서도 양파냄새에 반응하는데, 이는 안테나의 후각세포에 기인한다고 하였으며, 유충의 경우는 두엽(cephalic lobe) 위에 위치한 화학수용기관을 통하여 반응하는 것으로 보고되었다.<sup>7,21)</sup>

따라서 본 연구는 국내에서 재배되고 있는 Allium속 작물을 대상으로 방향성분을 체계적으로 검토하고, 그리고 이 방향성분에 대한 고자리파리의 산란선호성을 구명하여 Allium속 작물

\*연락처

Phone : 82-63-290-1484; Fax : 82-63-290-1484

E-mail : chan@core.woosuk.ac.kr

의 생산증대와 고자리파리의 효과적 관리방안을 모색하는데 목적을 두고 실시하였다.

## 재료 및 방법

**공시재료.** Allium속 작물인 마늘, 쪽파, 대파, 양파, 부추를 전북 완주지역에서 직접 채취하여 분석용 시료로 사용하였으며, 채취 후 6시간 이내에 실험에 사용하거나 -20°C 저온냉동고에 보관하면서 필요시 사용하였다. 고자리파리는 쪽파, 대파, 양파, 마늘 포장에서 번데기를 채집하여 24±1°C, RH 70±5%, LD 16:8 hrs의 환경조건하에서 우화시켜 사육하면서 사용하였으며,<sup>22)</sup> 반복 시마다 이전에 사용된 방향성 성분의 영향을 받지 않기 위하여 새로운 층을 이용하였다.

**방향성 성분 분리 및 확인.** 시료 300 g에 2의 증류수를 가하여 Waring blender (3000 rpm)로 3분간 마쇄한 후 3 l의 플라스크에 넣고 Likens-Nikerson형 SDE(simultaneous steam distillation and extraction apparatus; Normschliff, Wertheim, Germany)장치를 사용하여 휘발성 성분을 3시간 추출하였다.<sup>23)</sup> 추출용 용매로는 재 증류한 n-pentane:diethyl ether혼합액(1:1,v/v) 70 ml를 사용하였으며, 냉각수의 온도는 0°C로 유지하였다. 추출후 무수황산나트륨(Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)으로 탈수시키고 Vigreux column(250 ml, Normschliff, Wertheim, Germany)을 이용하여 45°C 이하에서 용매를 제거하였다.

**방향성 성분 분석.** SDE에 의해서 얻어진 향기성분 농축물 각 0.5 µl를 gas chromatography(GC) 및 GC-MS에 의하여 분석하였다. 이때 기기는 FID가 부착된 Hewlett-Packard사(USA) model 5880A GC와 5880A integrator를 사용하였으며 column

은 FFAP capillary column(50 m×0.25 mm)을, column 온도는 50°C에서 3분간 유지한 후 220°C까지 3°C/min 속도로 승온 후 220°C에서 40분간 유지하였다.

Injector와 detector 온도는 250°C, carrier gas는 N<sub>2</sub> gas, split mode는 split ratio(1:80)로 하였으며 GC-MS는 Hewlett Packard 5890A GC coupled with HP 5970 Quadrupole Mass Selective Detector(MSD)를 사용하였다. Interface 및 injector 온도는 250°C, ionizing voltage는 70 eV로 하였고 carrier gas는 He gas(1 ml/min), ion source 온도는 250°C, emission current는 1 mA로 하였다. Column의 온도는 50°C에서 220°C까지 3°C/min로 승온하면서 분석하였으며 기타 조건은 GC조건과 동일하였다.

**방향성 성분 확인.** GC-MS에 의해서 얻어진 total ion chromatogram 중의 각 성분은 표준품의 mass spectrum과 NBS-library에 의한 computer searching 및 문헌상의 mass spectral data와 비교하여 확인하였다.<sup>2,24,25,26,27,28,29)</sup> 각 성분의 표준품은 International Flavors and Fragrances(미국), Takasago 및 Hasegawa 향료로부터 입수한 표준품 또는 시약(Fluka, Switzerland; Tokyo Kasei, Japan)을 사용하였다.

**기주식물 조추출물에 따른 고자리파리의 산란.** 기주식물의 조추출물은 유기용매와 물을 이용한 두 가지 방법으로 추출 후 고자리파리에 대한 생물검정을 실시하였다. 유기용매는 dichloromethan(DCM)를 사용하였으며 기주 20 g에 DCM 100 ml를 혼합하여 homogenizer(IKA, T25S1, Germany)로 마쇄 후 여지로 여과시킨 여과액을 얻었다. 여과액을 증류수로 세척 후 DCM층을 분리하여 무수황산나트륨(Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)으로 탈수시키고 Vigreux column(250 ml, Normschliff, Wertheim, Germany)을

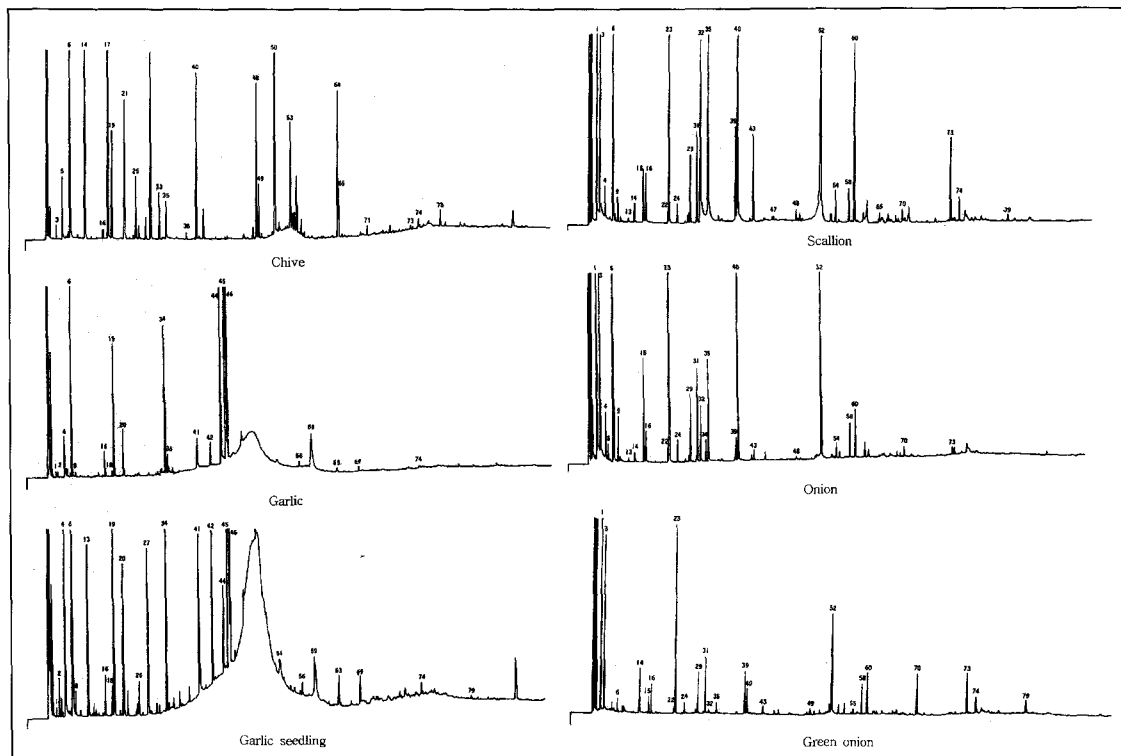


Fig. 1. Capillary gas chromatogram of volatile compounds of 6 genera Allium species.

Table 1. Volatile compounds isolated from *Allium* spp.

Peak No.	RT	Compound	Peak area (%)					
			Scallion	Onion	Green onion	Chive	Garlic	Garlic seedling
1	4.51	Propanethiol	13.9	15.6	15.7	-	0.1	0.0
2	4.83	Unknown	-	-	-	0.1	0.1	0.2
3	5.03	Carbon disulfide	2.3	2.6	8.2	-	-	-
4	5.85	Unknown	0.3	0.7	-	0.6	1.1	1.9
5	6.24	Unknown	-	0.2	0.5	-	0.1	-
6	7.04	Toluene	19.3	39.5	0.5	43.5	3.5	23.4
7	7.32	Unknown	0.1	-	0.4	-	-	0.0
8	7.53	Unknown	-	-	-	-	0.1	0.1
9	7.83	Unknown	0.3	0.7	-	-	-	-
10	8.06	Unknown	-	0.1	0.5	-	-	-
11	8.31	Unknown	0.1	-	-	-	-	-
12	9.42	Unknown	-	-	-	7.3	-	-
13	9.48	Propenethiol	0.1	0.1	-	-	-	0.7
14	10.36	Unknown	0.3	0.3	3.3	-	-	0.1
15	11.80	Unknown	0.7	2.0	1.1	-	-	-
16	12.15	Dimethyl disulfide	0.7	0.6	2.1	0.1	0.5	0.2
17	12.95	Unknown	-	-	-	13.3	-	-
18	13.23	2,3-Dimethyl furan	-	-	-	-	0.1	0.2
19	13.51	3-Propen-1-ol	-	-	-	1.8	2.3	2.4
20	14.98	Diallyl sulfide	-	-	-	-	1.0	0.8
21	15.52	Unknown	-	-	-	2.2	-	-
22	15.62	2,4-Dimethyl thiophene	0.2	0.3	0.4	-	-	0.1
23	15.82	2-Methyl-2-pentenal	6.8	12.8	13.8	-	-	-
24	17.15	2,5-Dimethyl thiophene	0.3	0.5	0.9	-	-	-
25	17.26	Unknown	-	-	-	1.1	0.1	-
26	17.37	<i>n</i> -Hexanol	-	-	-	-	0.1	0.2
27	18.75	Methyl allyl disulfide	-	-	-	-	0.1	0.9
28	18.88	Unknown	0.2	0.2	0.2	-	-	-
29	19.16	Methyl propyl disulfide	1.1	1.5	3.2	-	-	-
30	20.07	Unknown	0.1	0.1	0.2	3.3	-	0.1
31	20.25	1,3-Dithiane	1.5	2.1	4.5	-	0.1	-
32	20.76	Methyl cis-propenyl disulfide	4.4	1.3	0.3	-	0.1	-
33	20.92	Unknown	-	-	-	0.8	0.3	-
34	21.60	Propyl allyl disulfide	-	0.5	-	-	3.2	1.5
35	21.99	Methyl trans-propenyl disulfide	8.6	2.3	0.8	0.6	0.4	0.0
36	22.64	Unknown	-	-	-	-	0.1	0.1
37	23.62	Unknown	0.1	-	-	-	0.0	0.0
38	25.08	Unknown	-	-	-	0.1	0.0	0.1
39	26.37	Dipropyl disulfide	1.5	0.5	3.4	-	-	0.0
40	26.63	Dimethyl trisulfide	9.7	4.5	2.6	2.5	-	-
41	26.70	Diallyl disulfide	-	-	-	-	1.0	1.0
42	28.77	Unknown	-	0.1	-	-	0.5	1.2
43	29.14	Propyl cis-propenyl disulfide	1.5	0.2	0.7	-	0.0	0.0
44	30.48	Unknown	-	-	-	-	5.3	0.5
45	31.22	Diallyl trisulfide	-	-	-	-	59.1	56.9

이용하여 45°C 이하에서 용매를 제거하였다. 조추출물은 방향성을 검사할 때 사용하는 blotting paper에 충분히 적시어 모래에 약간 묻어 산란을 유도하였고, 4반복으로 실시하였다. 증류수로 추출한 조추출물의 방향성 성분은 기주 20 g에 증류수 100 ml를 혼합하여 homogenizer로 갈아 여지로 여과시킨 용액을 이용하였다. 기타 방법은 전자와 동일하게 실시하였다.

**유기용매와 방향성 물질 량에 따른 고자리파리의 산란.** 농축된 방향성 성분의 희석을 위한 효과적인 유기용매를 선발키 위

하여 ethyl alcohol, pentane, acetone, chloroform, dichloromethane 및 ethyl ether로 6가지를 사용하였다. 20 µl씩 공급하였으며 4반복으로 실시하였다. 방향성 물질의 양에 의한 영향은 diallyl disulfide(1%)를 이용하여 20, 40, 60, 80 및 100 µl씩 공급하여 조사하였고, 4반복으로 하였다.

**기주의 주요 방향성 성분에 대한 고자리파리의 산란.** 기주의 주요 방향성 성분이 산란에 미치는 영향을 조사하기 위해 크게 두 가지로 구분하여 조사하였다. 첫째는 sulfide 계통을 중

Table 1. Continued

Peak No.	RT	Compound	Peak area (%)					
			Scallion	Onion	Green onion	Chive	Garlic	Garlic seedling
46	31.47	Unknown	-	-	0.5	-	17.1	3.9
47	32.24	Propyl <i>trans</i> -propenyl disulfide	0.1	-	-	-	-	0.0
48	35.84	<i>trans,trans</i> -2,4-Nonadienal	0.2	0.1	-	2.8	-	-
49	36.34	Unknown	-	-	0.7	1.0	-	-
50	38.85	Unknown	-	-	-	7.4	-	-
51	39.19	Unknown	-	-	0.6	-	-	0.3
52	39.62	Methyl propyl trisulfide	15.0	4.9	9.8	0.0	-	-
53	41.24	Unknown	0.3	-	-	2.1	-	-
54	42.01	Methyl propenyl trisulfide	0.5	0.3	-	-	-	-
55	42.54	Unknown	-	0.2	0.2	-	-	-
56	42.73	Unknown	-	-	-	-	0.2	0.1
57	42.88	Unknown	-	-	0.5	0.3	-	-
58	44.12	Tridecanone	0.6	0.8	2.6	-	-	-
59	44.64	Unknown	-	-	-	-	2.3	0.7
60	44.94	Dipropyl trisulfide	3.8	1.2	3.8	-	-	-
61	46.41	Unknown	0.2	0.4	0.3	-	-	-
62	47.00	Unknown	0.7	0.2	-	-	-	-
63	48.49	Unknown	-	-	-	-	0.1	0.2
64	48.65	Unknown	-	0.1	-	2.7	-	-
65	48.82	Propyl <i>cis</i> -propenyl trisulfide	0.1	0.0	0.4	0.8	-	-
66	49.30	Unknown	0.2	0.2	0.9	-	-	-
67	50.29	Unknown0.2	-	0.1	-	-	-	-
68	51.42	Unknown	0.1	0.2	-	-	-	-
69	51.81	Unknown	0.1	0.1	-	-	-	-
70	52.46	Propyl <i>cis</i> -propenyl tetrasulfide	0.2	0.3	3.9	-	-	-
71	53.36	Unknown	0.1	-	-	0.2	-	-
72	53.50	Unknown	0.3	-	-	-	-	-
73	59.98	2-n-Octyl-5-methyl- 2,3-dihydrofuran-3-one	1.4	0.2	4.5	0.1	-	-
74	61.30	1-Methyl thiopropyl ethyl disulfide	0.4	0.1	1.7	0.2	0.1	0.1
75	61.48	Unknown	-	-	0.4	0.1	-	0.0
75	62.16	Unknown	0.1	0.3	0.7	0.0	-	-
77	63.66	Unknown	0.1	0.1	-	-	-	0.0
78	64.66	Unknown	0.1	0.0	-	0.4	-	0.0
79	68.73	Cyclooctasulfur	0.2	-	1.8	-	-	0.0

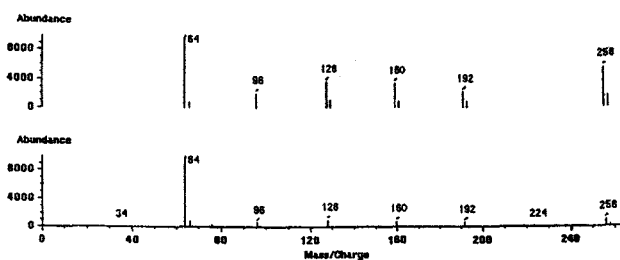


Fig. 2. Mass spectrum of cyclooctasulfur A(authentic, bottom) and B (scallion or green onion, top).

심으로 한 4가지 dimethyl disulfide, diallyl sulfide, dipropyl disulfide, diallyl disulfide에 기타 1,3-propanedithiol, acetylthiophene과 methanethiol을 합한 7가지이고, 두번째는 단백질의 부패 방향성 성분 등을 포함한 methional, horseradish, furfuryl mercaptan, dimethyl sulfide에 양파와 부추 및 마늘의 essential

oil을 포함한 7가지이다. 산란은 유리접시(직경 6.5 cm)에 수분이 있는 모래를 채우고 용기 중앙에 방향성물질을 직접 주입시켰다. 같은 농도의 방향성 성분 8가지를 하나의 cage에 넣고 최적의 방향성물질을 조사하기 위하여 100, 50, 10, 1 및 0.1% 농도로 구분하여 실시하였다. 또한 하나의 물질에 대한 산란반응의 최적 농도를 선별하기 위하여 위와 같은 농도로 구분하여 위와 같은 방법으로 조사하였다. 방향성 성분은 ethyl alcohol(Fluca Co.)을 사용하여 농도별로 희석하여 각 20  $\mu$ 씩을 사용하였으며, 4반복으로 하였다.

## 결과 및 고찰

**기주의 방향성 성분 분석.** 대파, 양파, 쪽파, 부추, 마늘 및 풋마늘의 휘발성 방향성 성분을 SDE 방법으로 추출하여 분석하여 얻은 gas chromatogram은 Fig. 1과 같고, 구성 휘발성

**Table 2. Ovipositional response of *D. antiqua* to various host plant extracts with dichloromethane<sup>Y</sup> and distilled water<sup>Z</sup>**

Host plant	Eggs oviposited(%)	
	Mean <sup>Y</sup> ±S.E. <sup>X</sup>	Mean <sup>Z</sup> ±S.E. <sup>X</sup>
Garlic	32.1±5.01 <sup>a</sup>	14.3±4.83 <sup>b</sup>
Onion	28.4±5.35 <sup>a</sup>	15.8±3.54 <sup>b</sup>
Green onion	15.7±1.92 <sup>b</sup>	29.7±7.99 <sup>a</sup>
Scallion	14.0±1.74 <sup>b</sup>	26.5±7.80 <sup>a</sup>
Chive	7.2±0.64 <sup>bc</sup>	12.3±1.98 <sup>bc</sup>
Control(moistured sand)	2.5±0.38 <sup>c</sup>	1.3±0.37 <sup>c</sup>
Mean no. eggs	743	650

<sup>X</sup>Means with the same letter are not significantly different (P=0.05), Duncan's multiple range test.

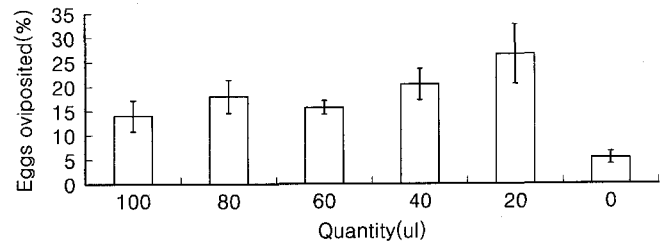
**Table 3. Effect of various organic solvents on oviposition by *D. antiqua* in the laboratory**

Organic solvent(100%)	Eggs oviposited(%)
	Mean±S.E. <sup>X</sup>
Ethyl alcohol	52.5±4.73 <sup>a</sup>
Chloroform	16.3±5.60 <sup>b</sup>
Dichloromethane	8.6±1.26 <sup>bc</sup>
Acetone	8.3±2.65 <sup>bc</sup>
Pentane	6.4±1.54 <sup>c</sup>
Ether	5.9±1.21 <sup>c</sup>
Control(Moisture sand)	2.1±0.65 <sup>c</sup>
Mean no. eggs	759

<sup>X</sup>Means with the same letter are not significantly different (P=0.05), Duncan's multiple range test.

성분들을 GC-MSD로 동정하여 그 조성을 비교 검토한 결과는 Table 1과 같다. *Allium*속 작물들의 주요 휘발성 방향성성분들은 sulfide계 화합물에 의하여 발현되고 있는데 전 휘발성 방향성분 중 sulfur 화합물이 차지하는 비율은 마늘 66.1%, 대파 66.1%, 풋마늘 63.4%, 쪽파 62.3%, 양파 39.2%, 부추 4.3%를 보여 부추를 제외하고는 비교적 많은 양을 함유하고 있음이 확인되었다.

*Allium*속 작물의 휘발성 방향성분의 조성을 살펴보면 대파에서는 methyl propyl trisulfide(15.0%), propanethiol(13.9%), dimethyl trisulfide(9.7%), methyl *trans*-propenyl disulfide(8.6%), 2-methyl-2-pentenal(6.8%), methyl *cis*-propenyl disulfide(4.4%)

**Fig. 3. Effect of quantities of volatile chemicals on oviposition by *D. antiqua* in the laboratory.**

및 dipropyl trisulfide(3.8%), 양파에서는 propanethiol(15.6%), 2-methyl-2-pentenal(12.8%), methyl propyl trisulfide(4.9%) 및 dimethyl trisulfide(4.5%), 쪽파에서는 propanethiol(15.7%), 2-methyl-2-pentenal(13.8%), methyl propyl trisulfide(9.8%), carbon disulfide(8.2%), 1,3-dithiane(4.5%) 및 2-n-octyl-5-methyl-2,3-dihydrofuran-3-one(4.5%), 부추에서는 *trans,trans*-2,4-nonadienal (2.8%)과 dimethyl trisulfide(2.5%), 그리고 마늘과 풋마늘에서는 propyl allyl disulfide(3.2, 1.5%), diallyl trisulfide (59.1, 56.9%) 등의 순으로 함유되어 있어 대부분 sulfur 화합물들이 주류를 이루고 있었다. Yu 등<sup>2)</sup>도 *Allium*속 작물들에서 독특한 방향성을 갖는 방향성성분들이 주로 monosulfide, disulfide 및 trisulfide와 같은 sulfide 화합물이라고 보고한 바 있다. *Allium*속 작물의 방향성성분 분석결과 sulfide 화합물의 양에 있어 Niegisch 등과 Carson 등의 보고<sup>30,31)</sup>와 다르게 나타났는데, 이는 품종, 식물체의 pH 및 유허의 시비량 등에 따른 차이로 생각한다.<sup>26,28,32)</sup>

한편 지금까지 *Allium*속에서 보고된 바 없는 cyclooctasulfur (MW 256)가 비록 소량이지만 대파, 쪽파, 풋마늘에서 각각 0.2, 1.8, 0.1% 존재함이 새로이 확인되었는데 이 화합물의 mass spectrum은 Fig. 2와 같다.

**용매에 의한 조추출물이 고자리파리에 대한 산란영향.** Dichloromethane과 증류수를 이용하여 방향성 물질을 추출한 조추출물에 대한 산란반응을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 전자의 경우 마늘(32.1%)과 부추(7.2%), 후자는 쪽파(29.7%)와 부추(12.3%)에서 최고와 최저의 산란율을 보였다. 부추에서 적은 산란율을 보인 것은 고자리파리의 산란 및 유인이 이 작물에 대하여는 적은 것으로 생각되어 이 해충에 대한 피해는 적

**Table 4. Effect of concentrations of various volatile chemicals on oviposition by *D. antiqua***

Volatile chemical tested	Percent of eggs oviposited(Mean±S.E. <sup>X</sup> )					Total mean(%)
	100%	50%	10%	1%	0.1%	
Dimethyl disulfide	9.8±3.43 <sup>a</sup>	6.3±1.49 <sup>ab</sup>	4.4±1.56 <sup>a</sup>	19.0±8.12 <sup>a</sup>	18.8±4.18 <sup>ab</sup>	11.7
Diallyl sulfide	22.4±4.48 <sup>b</sup>	16.7±3.08 <sup>a</sup>	13.7±4.39 <sup>ac</sup>	10.0±3.19 <sup>abc</sup>	11.9±3.32 <sup>abcd</sup>	14.9
Dipropyl disulfide	8.1±3.12 <sup>a</sup>	11.2±3.87 <sup>ab</sup>	22.8±5.82 <sup>cd</sup>	20.0±4.07 <sup>a</sup>	18.6±6.13 <sup>ab</sup>	16.1
Diallyl disulfide	3.1±1.08 <sup>a</sup>	16.7±5.37 <sup>a</sup>	30.1±4.62 <sup>d</sup>	20.4±0.54 <sup>a</sup>	15.5±2.13 <sup>abc</sup>	17.2
1,3-propanedithiol	2.3±1.47 <sup>a</sup>	5.1±2.80 <sup>ab</sup>	10.0±0.73 <sup>ab</sup>	15.6±4.96 <sup>ab</sup>	21.4±3.52 <sup>a</sup>	10.9
Acetylthiophene	1.5±1.05 <sup>a</sup>	0.2±0.09 <sup>b</sup>	0.0±0.00 <sup>b</sup>	1.5±0.87 <sup>c</sup>	0.9±0.48 <sup>d</sup>	0.8
Methanethiol	11.4±3.83 <sup>a</sup>	29.8±6.37 <sup>c</sup>	10.0±1.71 <sup>ab</sup>	10.7±2.55 <sup>abc</sup>	8.8±4.35 <sup>cd</sup>	14.1
Ethyl alcohol	41.3±6.55 <sup>c</sup>	14.1±2.55 <sup>a</sup>	9.0±2.33 <sup>ab</sup>	3.0±1.55 <sup>bc</sup>	4.2±2.03 <sup>cd</sup>	14.3
Mean no. eggs	1,039	2,049	1,613	2,079	1,550	1,666

<sup>X</sup>Means with the same letter are not significantly different (P=0.05), Duncan's multiple range test.

Table 5. Ovipositional response of *D. antiqua* to various concentrations in the laboratory

Concentration (%)	Percent of eggs oviposited(Mean±S.E. <sup>X</sup> )						
	Dimethyl disulfide	Diallyl sulfide	Dipropyl disulfide	Diallyl disulfide	1,3-propanedithiol	Acetylthiophene	Methanethiol
100	10.2 <sup>a</sup> ±3.1	2.0 <sup>a</sup> ±1.2	3.3 <sup>a</sup> ±0.6	1.0 <sup>a</sup> ±0.5	3.4 <sup>ab</sup> ±2.0	0.3 <sup>a</sup> ±0.3	9.6 <sup>a</sup> ±8.8
50	9.5 <sup>a</sup> ±0.8	19.3 <sup>ab</sup> ±8.5	7.5 <sup>ab</sup> ±1.7	5.3 <sup>a</sup> ±1.1	2.8 <sup>b</sup> ±1.9	0.7 <sup>a</sup> ±0.7	5.9 <sup>a</sup> ±1.3
10	17.8 <sup>b</sup> ±2.5	35.9 <sup>b</sup> ±9.6	14.2 <sup>b</sup> ±2.3	26.6 <sup>b</sup> ±4.6	17.4 <sup>ab</sup> ±15.0	3.8 <sup>a</sup> ±1.8	26.3 <sup>a</sup> ±11.3
1	27.3 <sup>c</sup> ±2.6	17.8 <sup>ab</sup> ±4.0	35.2 <sup>c</sup> ±0.8	39.7 <sup>c</sup> ±4.9	40.6 <sup>a</sup> ±20.9	13.2 <sup>b</sup> ±3.3	12.6 <sup>a</sup> ±5.0
0.1	26.0 <sup>c</sup> ±3.4	18.0 <sup>ab</sup> ±6.1	32.8 <sup>c</sup> ±5.0	19.8 <sup>b</sup> ±0.4	22.1 <sup>ab</sup> ±9.3	43.4 <sup>c</sup> ±3.7	24.1 <sup>a</sup> ±12.1
0	9.2 <sup>a</sup> ±1.4	6.9 <sup>a</sup> ±0.4	7.1 <sup>ab</sup> ±1.7	7.6 <sup>a</sup> ±0.8	13.7 <sup>ab</sup> ±4.9	38.5 <sup>c</sup> ±2.0	21.5 <sup>a</sup> ±13.3
Mean no. eggs	2,295	1,955	1,280	1,968	1,460	1,554	1,312

<sup>X</sup>Means with the same letter are not significantly different (P=0.05), Duncan's multiple range test.

Table 6. Effect of various volatile chemicals on oviposition by *D. antiqua*

Volatile chemical(1%)	Eggs oviposited(%)
	Mean±S.E. <sup>X</sup>
Furfuryl mercaptan	46.9±7.51 <sup>a</sup>
Methional	16.5±3.63 <sup>b</sup>
Dimethyl sulfide	12.0±4.40 <sup>bc</sup>
Leek	7.0±5.25 <sup>bc</sup>
Onion	1.7±0.67 <sup>c</sup>
Horseradish	1.1±0.84 <sup>c</sup>
Garlic	0.2±0.15 <sup>c</sup>
Control(moist sand)	14.4±1.90 <sup>b</sup>
Mean no. eggs	986

<sup>X</sup>Means with the same letter are not significantly different (P=0.05), Duncan's multiple range test.

은 것으로 판단된다.

유기용매와 방향성 성분의 양에 따른 고자리파리의 산란. 농축된 기주 방향성 성분의 희석에 사용될 효과적인 유기용매를 선별하기 위하여 산란반응을 조사한 결과는 Table 3과 같다. Ethyl alcohol과 chloroform에 52.5%와 16.3%가 산란됨으로서 가장 좋은 반응을 보인 반면, ether와 pentane에는 5.9%와 6.4%만이 산란하였다. 이는 고자리파리가 *n*-alcohols에 잘 반응하는 것과 sulfide 화합물과 박테리아가 접종된 양파에서 나오는 ethyl acetate에 잘 반응한다는 Judd 등<sup>21)</sup>의 보고와 비슷한 양상을 보였다. 방향성 성분의 효과적인 량을 결정하기 위해 diallyl disulfide(1%)를 이용하여 산란에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 산란은 20 μl(26.6%), 40 μl(20.4%), 60 μl(15.7%), 80 μl(18.0%), 100 μl(14.0%) 및 무처리(5.3%) 순으로 선호도를 나타내었다. 같은 물질이면서 농도가 같더라도 처리의 량에 따라 산란선호성의 차이를 나타낸 것은 산란에 필요한 최적량이 곤충에 따라 다를 것을 나타낸 것으로 여겨진다.

다양한 방향성 성분에 따른 농도별 고자리파리의 산란. 8가지 방향성 물질의 농도에 따른 산란효과의 결과는 Table 4와 같다. 100%의 농도에서 산란효과는 ethyl alcohol에서 41.3%로 산란선호도가 가장 높았으며, sulfide 화합물 중에서는 diallyl disulfide가 3.1%로 산란선호도가 가장 낮았다. 50%의 농도에서는 methanethiol이 29.8%로 가장 높았으며, sulfide 화합물중

에서는 diallyl sulfide와 diallyl disulfide가 16.7%로 가장 높았고, dimethyl disulfide가 가장 낮은 6.3%를 나타내었다. 10%의 농도에서는 diallyl disulfide가 30.1%로서 가장 효과적이었으며, sulfide 화합물중에서는 dimethyl disulfide가 4.4%로 가장 낮은 선호도를 나타내었다. 1%의 농도에서는 diallyl disulfide가 20.4%로 산란율이 가장 높았으며, sulfide 화합물중 diallyl sulfide가 9.9%로 가장 적게 나타났다. 0.1%의 농도에서는 크게 산란하고 있는데 dimethyl disulfide가 18.8%로 가장 높았고, diallyl sulfide가 11.9%로 sulfide 화합물 중에서는 산란율이 가장 낮았다. Sulfide 화합물들의 농도에 따른 산란율을 비교해 볼때 100%에서는 diallyl sulfide, 50%에서는 diallyl sulfide와 diallyl disulfide, 10%에서는 diallyl disulfide, 1%에서는 diallyl disulfide, 그리고 0.1%에서는 dimethyl disulfide에 대한 산란선호도가 가장 높았다. Propyl disulfide가 dimethyl disulfide보다 산란선호성을 보인 것과 방향성 성분의 양이 증가함에 따라 산란선호도가 대체적으로 떨어 지는 것은 Matsumoto 등<sup>33)</sup>의 보고와 일치하였으나, ethyl alcohol이 acetone보다 높은 산란선호성을 보인 것은 다른 경향을 나타내었다. 이는 방향성 성분의 양이 최적이라도 산란선호성의 차이는 산란에 필요한 방향성 성분의 종류와 농도에 따라 다른 것을 보면 복합적 요인에 의하여 결정지어지는 것으로 사료된다.

방향성 성분 농도에 따른 고자리파리의 산란. 같은 방향성 물질에 대한 농도별 산란정도를 비교한 결과는 Table 5와 같다. Dimethyl disulfide의 경우 1%와 50%의 농도에서 27.3%와 9.5%로 최고와 최저의 산란율을 보였다. 농도가 낮아질수록 산란율이 높은 경향을 나타내었으며, 농도간 고도의 유의성을 나타내었다. Diallyl sulfide의 경우 10%의 농도에서 35.9%로 높은 산란율을 나타낸 반면, 100%의 농도에서 2.0%의 아주 낮은 산란율을 나타내었는데, 100%의 경우는 대조구보다도 낮은 산란율을 보였다. Dipropyl disulfide의 경우 1%의 농도에서 35.2%의 높은 산란율을 보인 반면, 100%의 농도에서 낮은 산란율을 보였는데, 100%의 경우는 대조구보다도 낮은 산란율을 보였다. Diallyl disulfide의 경우 1%의 농도에서 39.7%의 가장 높은 산란율을 보인 반면 100%의 농도에서 1.0%의 극히 낮은 산란율을 보였으며, 대조구의 경우는 100%와 50% 농도에서 보다 더 높은 산란율을 보였다. 1,3-propanedithiol의 경우 전체 평균 산란수는 460개로 비교적 적었다. 1%와 50%의 농도에서 40.6%와 2.8%로 최고와 최저의 산란율을 나타냈으며,

대조구의 경우 13.7%로 50%와 100%의 산란율 보다 높았다. Acetylthiophene의 경우 전체 평균 산란수는 554개로 적었다. 0.1%의 농도에서 43.3%로 가장 높은 반면 100% 농도에서는 0.34%의 낮은 산란율을 보였다. 대조구의 경우는 38.5%의 높은 산란율을 보였으나 농도가 높을 수록 기피하는 경향이였다. Methanethiol의 경우 전체 평균 산란수는 312개로 적었다. 10%와 50%의 농도에서 26.3%와 59.8%로 최고와 최저의 산란율을 나타내었으며, 대조구의 경우는 21.5%의 높은 산란율을 나타내었으며, 농도간 유의성이 없었다. 이는 여러 요인의 복합된 사슬형태에 의한 결과라 추측되며, 특히 고자리파리의 산란은 최적의 농도에서 최고의 산란선호도를 보이는 것으로 여겨진다.

**산란에 영향을 주는 주요 방향성 성분별 산란영향.** 산란에 영향을 미치는 기주의 추출물, sulfide 화합물 및 단백질의 부패 방향성 물질을 포함한 여러 종류의 방향성에 대한 산란의 차이를 조사한 결과는 Table 6과 같다. 유허화합물인 furfuryl mercaptan에 가장 많이 산란하였으나 마늘에서 추출한 물질에는 가장 적게 산란하였다. 이는 Workman<sup>16)</sup>가 전진한 양파보다 적은 양파에 현저히 많은 성충이 유인되고, 숫컷보다는 암컷이 산란을 위해 부패하는 양파를 택한다고 한 보고와 비슷한 양상을 보였다.

## 참고문헌

- Amano, A. (1985) Sulfur containing aroma compounds in natural product. *Koryo* **146**, 37-45.
- Yu, T. H., Wu, C. M. and Liou, Y. C. (1989) Volatile compounds from garlic. *J. Agr. Food Chem.* **37**, 725-730.
- Kupiecki, F. P. and Virtanen, A. I. (1960) Cleavage of alkyl cysteine sulfoxides by an enzyme in onion (*Allium cepa* L.). *Acta Chem. Scand.* **14**, 4-9.
- Schwimmer, S. (1971) Enzymatic conversion of  $\gamma$ -L-glutamyl cysteine peptides to pyruvic acid, a coupled reaction for enhancement of onion flavour. *J. Agr. Food Chem.* **19**, 980-983.
- Spare, G. G. and Virtanen, A. I. (1963) On the lachrymatory factor in onion (*Allium cepa*) vapors and its precursor. *Acta Chem. Scand.* **17**, 641-650.
- Tewari, G. M. and Bandyopadhyay, C. (1975) Quantitative evaluation of lachrymatory factor in onion by thin-layer chromatography. *J. Agr. Food Chem.* **23**, 645-647.
- Yagami, M., Kawakishi, S. and Namiki, M. (1980) Identification of intermediates in the formation of onion flavour. *Agr. Biol. Chem.* **44**, 2533-2538.
- Murakami, F. (1960) The nutritional value of *Allium* plants. XXXXVI. Decomposition of alliin homologs by microorganisms and formation of substance with thiamide-masking activity. *Bitamin* **20**, 126-131.
- Nomura, J., Nishizuka, Y. and Hayaishi, O. (1963) S-alkyl cysteinase; enzymic cleavage of S-methyl-L-cysteine and its sulfoxide. *J. Biol. Chem.* **238**, 1441-1446.
- Yamada, Y., Ishikawa, Y., Ikeshoji, T. and Matsumoto, Y. (1981) Cephalic sensory organs of the onion fly larvae, *Hylemya antiqua* Meigen (Diptera: Anthomyiidae) responsible for host-plant finding. *Appl. Ent. Zool.* **16**, 121-128.
- Matsumoto, Y. (1970) Volatile organic sulfur compounds as insect attractants with special reference to host selection. In Wood, Silverstein, R. M. and Nakijima, M. [eds.], Control of insect behavior by natural products. pp. 133-160. Academic Press. Inc., New York.
- Wickson, E. J. (1986) Hessian fly and resistant grain. *Calif. Agr. Expt. Sta. Bul.* **58**, 1.
- Laska, P., Zelenkova, I. and Bicik, V. (1986) Color attraction in species of genera *Delia* (Diptera: Anthomyiidae), *Ceutorhynchus*, *Meligethes*, and *phyllostreta* (Coleoptera: Curculionidae, Nitidulidae, Chrysomelidae). *Acta Entomol. Bohemoslov.* **83**, 418-424.
- Loosjes, M. (1976) In *Ecology and genetic control of the onion fly, Delia antiqua* (Meig.). Agric. Res. Rep. No. 857, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands.
- Kendall, E. W. (1932) Notes on the onion maggot. *Hylemya antiqua* (Meigen). *Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario* **62**, 82-84.
- Workman, R. B. (1958) The biology of the onion maggot (*Hylemya antiqua* Meig.) under field and greenhouse conditions. Ph.D. Thesis. Oregon State College.
- Perron, J. P. (1972) Effects of some ecological factors on populations of the onion maggot, *Hylemya antiqua* (Meig), under field conditions in southwestern Quebec. *Ann. Ent. Soc. Quebec* **17**, 29-45.
- Hough, J. A., Harman, G. E. and Eckenrode, C. J. (1981) Microbial stimulation of onion maggot oviposition. *Environ. Entomol.* **10**, 206-210.
- Ikeshoji, T., Ishikawa, Y. and Matsumoto, Y. (1980) Attractants against the onion maggots and flies, *Hylemya antiqua*, in onions inoculated with bacteria. *J. Pesticide Sci.* **5**, 343-350.
- Ishikawa, Y., Ikeshoji, T. and Matsumoto, Y. (1978) A propylthio moiety essential to the oviposition attractant and stimulant of the onion fly, *Hylemya antiqua* Meigen. *Appl. Entomol. Zool.* **13**, 115-122.
- Judd, G. J. R. and Borden, J. H. (1988) Long-range host-finding behavior of the onion fly (Diptera: Anthomyiidae): ecological and physiological constraints. *J. Appl. Ecol.* **25**, 829-845.
- Brooks, A. R. (1949) The identification of the commoner root maggots of garden crops in Canada. *Can. Dep. Agric. Mimeo.* 19.
- Schultz, T. H., Flath, R. A., Mon, T. R., Enggling, S. B. and Teranishi, R. (1977) Isolation of volatile components from a model system. *J. Agr. Food Chem.* **25**, 446.
- EPA/NIH. (1978) In *EPA/NIH mass spectral data base*. U.S. Department of Commerce, Washington D.C.
- Heikki, K. and Lea, S. (1990) Comparison of onion varieties by headspace gas chromatography-mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* **38**, 1560-1564.
- Hwang, J. Y. (1988) A study of sulfur nutrition on the flavour components of garlic (*Allium sativum* L.). MS Thesis, Chungnam Nat. Univ.
- Kameoka, H., Demizu, Y., Iwase, Y. and Kamimura, Y. (1981) Constituents of neutral fraction of steam volatile oil from *Allium fistulosum* Linn. var. *caespitosum* Makino. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* **55**, 315-318.

28. Kameoka, H., Iida, H., Hashimoto, S. and Miyazawa, M. (1984) Sulfides and furanones from steam volatile oils of *Allium fistulosum* and *Allium chinense*. *Phytochem.* **23**, 155-158.
29. Wu, J. L., Chou, C. C., Chen, M. H. and Wu, C. M. (1982) Volatile flavor compound from shallot. *J. Food Sci.* **47**, 606-608.
30. Carson, J. F. and Wong, F. F. (1961) The volatile flavor components of onions. *Agric. Food Chem.* **9**, 140-143.
31. Niegish, W. D. and Stahl, W. H. (1956) The onion: gaseous emanation products. *Food Res.* **21**, 657-665.
32. Yu, T. H., Wu, C. M. and Chen, S. Y. (1989) Effects of pH adjustment and heat treatment on the stability and the formation of volatile compounds of garlic. *J. Agr. Food Chem.* **37**, 730-734.
33. Matsumoto, Y. and Thorsteinson, A. J. (1968) Olfactory response of larvae of the onion maggot, *Hylemya antiqua* Meigen (Diptera: Anthomyiidae) to organic sulfur compounds. *Appl. Ent. Zool.* **3**, 107-111.

---

#### Analyses of Volatile Compounds from *Allium* spp. and Ovipositional Response of *Delia antiqua* to Various Volatile Chemicals

Hyeong-Chan Jo\* and Young-Hoi Kim<sup>1</sup>(*Life Resource Science, Woosuk University, Chonbuk 565-701, Korea;*  
<sup>1</sup>*Tobacco & Ginseng Corporation, Daejeon 306-712, Korea*)

**Abstract:** The major volatiles from *Allium* species were found to be sulfide compounds and the ratio of sulfide to volatiles was 66.1% in garlic, 66.1% in scallion, 62.3% in green onion, 39.2% in onion, and 4.2% in chive. Trace of cyclooctasulfur was found to be present among the volatiles. The most oviposition of 17.2% occurred at diallyl sulfide and the least of 0.8% at acetylthiophene whereas the most oviposition of 43.3% occurred at ethyl alcohol if concentration was 100%. Among the organic solvents used for dilution, ethyl alcohol received the highest 52.5% of oviposition and ether the lowest of 5.9%. Furfuryl mercaptan which is also one of the volatiles, received 46.9% of oviposition. For oviposition site, *D. antiqua* preferred sulfides at near 1%, ethyl alcohol at high, and other volatiles at various concentrations. At 100% concentration, most volatiles except dimethyl disulfide and ethyl alcohol received less oviposition than the control which was watered sand with no volatiles added.

---

Key words: *Allium*, cyclooctasulfur, *Delia antiqua*, oviposition preference

\*Corresponding author