

해충방제 체계를 달리한 차원(茶園)에서 계절초기 해충 및 천적의 개체군 동태 및 종다양성에 관한 예비 연구

서연동¹, 김지성¹, 김상철¹, 유주², 이진호², 김동순¹

¹제주대학교 생명자원과학대학 식물자원환경전공, ²장원산업 설록차연구소

A Preliminary Study for the Population dynamics and Species Diversity of Arthropod pests and their natural enemies in Early Season in Tea Farms Managed by Different Control systems

Yon Dong Seo¹, Ji Seong Kim¹, Sang Cheol Kim¹, Ju Yoo²,
Jin Ho Lee², and Dong Soon Kim¹

¹College of Applied Life Science, Cheju Natl. Univ., Jeju 690-756, Korea

²Jangwon Industry Co., Ltd, 1235-1 Seokwang-Ri, Jeju-Do, Korea

ABSTRACT

Leaf sampling and beat-tray sampling were conducted to analyse the population dynamics and species diversity of arthropod pests and their natural enemies in early season in tea farms where spray schedules of pesticides were different; conventional plots, reduced spray plots, and unsprayed plots. On leaf samples in old leaves's layer, *Tetranychus kanzawai*, rust mite sp., and Aphid spp. were frequently observed. Population density of Phytoseiid mites was higher in unsprayed plots and reduced spray plots than in conventional plots, while the reverse results were found in the abundance of *T. kanzawai*. Rust mite were observed in all the experimental plots, but the population densities were higher in unsprayed plots and

reduced spray plots than in conventional plots. On leaf samples in new leaves's layer, *Scirototrips* spp., *Polyphagotarsonemus latus*, Aphid spp., *Caloptilia theivora*, and *Pseudaulacaspis* spp. were found as well as *T. kanzawai* and rust mite sp. The occurrence trends of *T. kanzawai* showed a similar pattern with those in old leaves's layer. However, rust mite sp. and *P. latus* were abundant in reduced spray plots. Species diversity indices that were calculated using the data collected on beating tray sampling were compared among experimental plots. Sannon index (H') and Hill index (N_1) were high in conventional and reduced spray plots, and were low slightly in unsprayed plots. Index of species evenness (E_s) showed a low value of < 1.0 in all the experimental plots. Further, strategies for the conservation of species diversity in tea farms

were discussed.

Key Words : Green tea, Arthropods, Natural enemy, Population dynamics, Species diversity, IPM

서 언

우리나라 차(녹차) 산업은 1990년 후반 이후 급격히 증가하고 있다. 재배면적은 1990년 448ha에서 2003년 2,360ha로 약 5배가 증가하였으며 생산량은 같은 기간 동안 296M/T에서 2,321M/T으로 약 8배가 증가하였다. 또한 1인당 연간 차 소비량은 1990년 10g에서 2003년 80g으로 증가하였고, 같은 기간 시장규모는 년 300억원에서 4,500억원으로 15배나 증가하였다. 외국의 1인당 차 소비량(2000년)은 아일랜드가 2,690g, 영국 2,330g, 일본 1,080g으로 우리나라는 아직 낮은 수준에 있어 앞으로 거대한 잠재시장을 갖고 있다. 이러한 이유로 차는 최근 새로운 소득작목으로 부상하고 있으며 제주도 감귤의 대체작목으로 주목받고 있다. 즉 차의 표준소득은 생엽판매시 감귤의 3.2배, 사과 2.1배, 마늘의 4.6배이고 가공판매시 감귤의 9.5배, 사과의 6.3배, 마늘의 13.6배로 고소득 작물이다.

제주도 녹차산업(2002년)은 우리나라 차 재배면적의 9.7%를 차지하고 있으나, 생산량은 전국의 21.8%로 유리한 기후조건을 바탕으로 다른 지역에 비하여 높은 경쟁력을 갖추고 있다(제주도, 2003). 즉 단위생산량이 제주 2.4kg/ha, 육지 0.9kg/ha로 육지에 비해 2.7배 높다. 또한 제주도의 청정 무공해 이미지를 바탕으로 한 차 제품의 지역브랜드 창출이 가능하고, 년 450만명의 관광객에 대한 관광상품으로 개발이 용이 하는 등 지역 전략 산업으로 육성이 가능하다.

차는 삶의 참가치(well-being)을 추구하는 기능성 상품으로 고도의 안전성이 요구되므로 해충방제시 농약사용을 절감할 수 있는 기술이 필요하다. 하지만 현재까지 국내 차해충에 대한 연구 자료가 극히 부족한 상태이고, 또한 기존자료는 제주도와 기후조건이 다른 전남지역의 자료로 제주도 현장에 적용하기 어려운 점이 있다(최, 2000). 따라서

본 연구는 제주도 생물적 환경에 적합한 차해충종합관리(IPM, Integrated Pest Management) 기술을 개발에 필요한 기초자료를 마련하고자 수행하였으며, 약제관리를 달리한 차원에서 몇 가지 해충 및 천적의 개체군 동태 및 타락법으로 조사된 절지동물의 종다양성을 분석하였다.

재료 및 방법

약제관리를 달리한 차원에서 주요 해충 및 천적 개체군 동태 분석

조사 장소 : 모든 조사는 제주도 장원산업의 서광다원에서 실시하였다. 전체 다원에서 실험구획을 정하여 관행구(A), 약제 절감구(B), 무방제구(C)로 처리하였다(각 500평 규모). 관행구는 장원산업 관행 방제체계를 적용하였으며, 약제 절감구는 방제약제를 대응적으로 살포하였으며 관행구 대비 약제를 ? 절감하였다. 무방제구는 몇 년간 농약을 전혀 사용하지 않은 구획을 이용하였다. 또한 서귀포에 위치한 제주대학교 아열대농업연구소 소내 포장에 재식된 무방제(D) 차나무에서 해충 및 천적을 조사하였다. 관행구 및 실험구는 터널형 재배 수형을 갖추고 있었으며 무방제구는 자유방입형 수형이었다. 관행구 및 약제 절감구에는 최소한의 약제를 살포하였으며, 사정상 약제살포 내역을 제시하지 않았다.

고엽층 표본조사 : 각 처리구별 고엽층 중간부분에서 잎을 채취하였다. 1 지점에서 5엽 총 10개 지점에서 50엽을 3월 하순부터 5월 하순까지 월 2회 채취하였으며, 채취한 잎은 비닐봉투에 담아서 약 4~6℃ 냉장고에 보관하면서 조사하였다. 조사시 해부현미경(10~20x)을 이용하였으며 잎별 해충 및 천적 마리수 및 종류를 기록하였다.

신엽층 표본조사 : 신엽층에서는 새잎이 2~3개 달린 신초를 채취하였으며, 표본수 및 조사방법은 고엽층과 동일하게 하였다.

약제관리에 따른 절지동물 종다양성(species diversity) 변동 분석

타락법 표본조사 : 위에서 언급한 처리구(A, B, C, D) 별 20×20cm 트레이를 이용하여 포획된 해충 및 천적 수를 기록하였다. 처리구별 10반복으로 4월부터 6월까지 월 1회 조사하였다.

자료분석 : 조사자료를 이용 종다양성지수(species diversity indices)를 계산하였다. 종풍부도(species richness)는 Menhinick(1964)가 제시한 지수를 이용하였는데, 이 지수는 표본크기에 독립적이어서 군집간 종의 많고 적음을 상호 비교할 수 있는 장점이 있다. 종다양도(species diversity)는 Shannon(1949)과 Hill(1973)이 제시한 방법으로 계산하였다. Shannon 지수(H')는 한 표본(군집집단)에서 어떠한 개체를 임의로 추출하여 그 개체가 어떤 종에 속할 것인가를 예상하는 경우에 나타나는 불확실성 정도를 표현하는 것으로, 오로지 한 종만이 있는 표본에서는 100% 예상 가능하므로 0의 지수값을 보이고 종수가 증가할수록 큰 지수값을 보이는 특성이 있다. Hill 지수(N₁)는 어떤 군집내에서 우점을 점하고 있는 종들의 수를 나타내는 것으로, 몇 종류가 쉽게 발견되는가를 표시한다. 또한 종균등도(species evenness)는 한 종의 우점도가 커질수록 0값에 접근하고, 한 군집내에서 각 종들의 개체수가 비슷할 때 최대값을 보이는 특징이 있는 Hill(1973)의 식(E₅)을 이용하여 구하였다. 각 종다양도 지수들이 계산 방법은 아래와 같다.

○ 종풍부도(R₂)

$$R_2 = S/\sqrt{n}; S \text{ 총 종수, } n \text{ 총 개체수}$$

○ 종다양도

$$\text{Shannon 지수}(H') \quad H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i;$$

S총 종수, P_i 전체 개체수 중 i 번째 종의 비율

$$\text{Hill 지수}(N_1) \quad N_1 = e^{H'}; H' \text{ Shannon 지수}$$

○ 종균등도(E₅)

$$E_5 = [(1/\lambda) - 1]/(e^{H'} - 1);$$

$$H' \text{ Shannon 지수, } \lambda = \sum_{i=1}^S P_i^2$$

결과 및 고찰

주요 해충 및 천적 개체군 동태 분석

각 처리구별 고엽층(old leaves's layer) 및 신엽층(new leaves's layer)에서 조사된 해충 및 천적 발생정도는 표 1과 2와 같았다. 고엽층에서 주로 발견된 해충은 차응애(*Tetranychus kanzawai*), 녹응애류(rust mite), 진딧물류(Aphid) 등이었고 다른 해충은 발견되지 않았다. 차응애는 5월 중순까지 발생밀도가 낮았으나 5월 하순에는 급격히 증가하는 경향을 보였다. 이것은 차응애가 성충으로 월동하여 봄철 산란을 시작하므로 이 때 산란한 알이 5월 하순에는 약충이나 성충으로 되기 때문으로 보인다. 관행구에서는 5월 하순 일당 3.7마리로 경험적으로 경제적 피해 수준으로 정하고 있는 일당 1~2마리를 훨씬 초과하였지만, 약제 절감구는 그 보다 많이 낮았으며 특히 무방제구에서는 발생이 매우 낮아서 거의 문제되지 않았다. 이것은 이리응애 천적(Phytoseiidae)이 무방제구 및 약제 절감구에서는 발견되는 것과 깊은 관계가 있는 것으로 생각된다. 즉 서광의 무방제구에서는 이리응애 발생빈도수가 많았고 약제 절감구에서도 발생이 확인되었으나, 관행구에서는 전혀 발견되지 않았다. 이와 같이 약제를 살포하지 않거나 절감하는 경우 이리응애 천적에 의하여 응애류 발생이 오히려 감소하는 현상은 사과 및 감귤 과원에서 보고되었으며(김, 2005; 김과 이, 2005), 차원에서 응애의 밀도 조절도 앞의 다른 과수에서와 같은 기작으로 이루어지는 것으로 생각된다. 차응애는 차재배시 가장 문제되는 해충으로 알려져 있으며(최, 2000), 이리응애를 이용한 생물적 방제 가능성이 검토된 바 있다(김 등, 2001). 앞으로 이리응애를 이용한 생물적 방제 체계를 접목시키고, 이들 이리응애류를 효과적으로 관리하기 위한 약제 및 재배환경 관리 지침이 마련되어야 할 것으로 판단된다. 고엽층에서 많이 발생한 해충은 녹응애류 해충(표 1)이었다. 관행구와 약제 절감구에서는 계절초기에 밀도가 낮았으나 시간이 지날수록 증가하는 경향을 보였다. 반면 무방제구에서는 초기 발생밀도가 높다가 후

Table 1. Abundant of major arthropod pests (no. of individuals/10 leaves) on old leaves's layer in the surveyed tea farms

Pests	Plots ¹	Sampling date (month/day)				
		3/30	4/16	4/29	5/14	5/27
<i>Tetranychus kanzawai</i>	A	0.4	0.0	12.8	1.0	37.4
	B	0.0	0.0	0.0	1.0	5.4
	C	0.0	0.6	0.2	0.6	2.6
	D	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4
Rust mite spp.	A	9.0	5.1	85.6	27.6	34.8
	B	0.0	11.4	130.4	140.2	61.2
	C	145.6	10.0	38.8	30.8	0.0
	D	20.8	0.0	12.6	29.0	0.6
Phytoseiid mite spp.	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
	C	0.6	0.2	0.0	0.0	0.2
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aphid spp.	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

¹A, Conventional plots (Seogang); B, Reduced spray plots (Seogang); C, Unsprayed plots (Seogang); D, Unsprayed plots (Seogwipo).

기에는 낮아지는 경향을 보였다. 일반적으로 녹용애류는 방치 과원과 같이 관리를 하지 않는 농작물에서 많이 발생하는 것으로 알려져 있으나 (Jeppson 등 1975), 관행관리 하에서도 비교적 높게 발생이 되는 것으로 보아 앞으로 차재배시 관리대책을 마련해야 할 것으로 생각된다. 무방제구에서 초기 녹용애류 발생밀도가 높다가 감소된 것은 천적의 작용으로 인한 것으로 의심되며, 앞으로 천적을 이용한 녹용애류 생물적 방제 검토가 필요할 것으로 생각된다.

고엽층은 차 수확부분과 상관이 없기 때문에 차 생산에는 직접적으로 영향을 미치지 않을 수 있다. 따라서 생산부분의 해충발생이 더 중요한 부분일 수 있다. 신엽층(표 2)에서는 다양한 해충들이 발생하였다. 많이 발생한 해충은 차용애, 녹용애류 등이었고, 문제될 가능성이 있는 해충은 총채벌레류(*Sciotothrips* spp.), 차면지용애(*Polyphagotarsonemus latus*) 이었으며 기타 진딧물

류(Aphid spp.), 동백가는나방(*Caloptilia theivora*), 뽕나무각지벌레류(*Pseudaulacaspis* spp.) 등이 소발생하였다. 차용애는 고엽층에서 발생한 것과 같은 경향으로 5월 하순에 급격히 밀도가 증가하였다. 특히 관행구에서 밀도가 매우 높았으며 심각한 피해를 주는 수준이었다. 또한 녹용애류도 5월 하순 높은 발생밀도를 보였으며, 약제 절감구에서 높은 경향을 보였다. 이렇게 신엽층에 높은 발생밀도는 차 생산에 직접적 영향을 미치므로 앞으로 안전관리 체계가 필요할 것이다. 특히 녹용애류는 크기가 아주 작아 발견하기 어려우므로 앞으로 방제 대책이 필요하다. 총채벌레와 차면지용애도 농작물에 심각한 피해를 입히는 대표적 해충으로 본 조사에서 5월 하순 비교적 높은 밀도를 보이고 있는 상태로 연간 개체군 관리가 필요할 것이다. 약제 절감구에서 밀도가 높았던 녹용애와 차면지용애는 약제살포 절감 또는 관리 소홀시 문제될 수 있으므로 친환경재배를 수행할

Table 2. Abundant of major arthropod pests (no. of individuals/10 leaves) on new leaves's layer in the surveyed tea farms

Pests	Plots ¹	Sampling date (month/day)				
		3/30	4/16	4/29	5/14	5/27
<i>Tetranychus kanzawai</i>	A	- ²	0.0	0.1	1.2	28.6
	B	-	0.0	0.0	0.2	6.6
Rust mite spp.	A	-	0.0	1.2	2.0	58.2
	B	-	0.0	2.1	5.3	95.4
<i>Scirototrips</i> spp.	A	-	0.0	0.8	0.8	1.4
	B	-	0.0	0.3	0.0	1.2
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	A	-	0.0	0.0	0.0	1.2
	B	-	0.0	0.0	0.2	4.6
Aphid spp.	A	-	0.0	0.0	0.0	2.2
	B	-	0.0	0.0	0.0	0.6
<i>Caloptilia theivora</i>	A	-	0.01	0.01	0.0	0.0
	B	-	0.20	0.0	0.0	0.0
<i>Pseudaulacaspis</i> spp.	A	-	0.00	0.00	0.00	0.00
	B	-	0.00	0.01	0.00	0.00
Phytoseiid mite spp.	A	-	0.0	0.0	0.0	1.2
	B	-	0.0	0.0	0.2	0.0

¹A, Conventional plots (Seogang); B, Reduced spray plots (Seogang).

²Not examined.

때 특히 주의해야 할 해충으로 보인다. 약제 절감구보다는 관행구에서 이리응애 천적 밀도가 높은 것은 천적의 먹이가 되는 차응애의 밀도가 관행구에서 높았기 때문으로 해석되고, 앞에서 언급했던 것처럼 이리응애를 이용한 생물적 방제 접목 기술 개발이 필요하다.

절지동물 종다양성(species diversity)

각 처리구별 타락법으로 조사된 해충 및 천적류 목록은 <표 3>과 같았다. 조사방법상 종 단위까지 동정하기는 어려우나, 간접적으로 차원 약제 관리에 따른 생물종 다양성을 평가하는 자료로 이용될 수 있을 것이다. 이 자료를 이용 종 다양도 지수를 계산한 결과는 <표 4>와 같았다. 종수(species)는 처리구 간 큰 차이가 없었으며 서광 무방제구에서 총 개체수가 높았다. 종풍부도는 서귀포 무방제구 > 관행구 > 약제 절감구 > 서광 무

방제구 순이었다. 일반적으로 생태적으로 교란되지 않은 생태계에서는 종풍부도가 높으므로 무방제구에서 종풍부도가 높게 나타난다. 표와 같이 서귀포 무방제원에서는 종풍부도가 높았으나 서광 무방제구에는 낮았다. 이것은 서광 무방제구의 경우 약제살포 중단이 아직 오래 되지 않은 상태로 일종의 전환기에 있는 것으로 보인다. 관행구 및 약제 절감구에서 비교적 종풍부도가 높은 것은 <표 3>의 6월 조사결과에서 보여주는 것이 천적류인 애꽃노린재(*Orius* spp.), 풀잠자리(*Chrysopa* spp.), 무당벌레(Coccinellidae), 좀벌레(Eulophidae), 진디벌레(*Aphidius* spp.) 등 발생과 관련된 것으로 보인다. 즉 관행재배에서도 다양한 천적 공존할 수 있음을 보여주는 것으로 앞으로 이들 천적 종 다양성을 어떻게 관리해야 할 것인가가 차 IPM의 핵심이 될 것으로 판단된다.

종다양도 지수인 Sannon 지수(H')와 Hill 지수(N₁)는 약제 절감구 및 관행구가 높았으며 무방제

Table 3. Total number of arthropods caught in beat trays according to systematic groups

Group	A ¹			B			C			D		
	4/16	5/14	6/10	4/16	5/14	6/10	4/16	5/14	6/10	4/16	5/14	6/10
Arachnoidae	0	0	0	0	2	1	5	4	9	0	2	9
Cicadellidae	1	3	0	2	0	3	1	0	2	0	4	5
Smythuridae	0	0	20	4	4	6	18	27	126	0	0	0
<i>Scirotothrips</i> spp.	2	6	9	10	26	6	1	0	1	0	2	2
Phytoseiidae	0	3	29	0	9	15	17	10	13	0	3	8
Aphididae	0	0	9	0	0	9	0	1	5	0	40	1
<i>Aphidius</i> spp.	0	0	0	0	1	8	0	2	0	1	0	3
<i>Chrysopa</i> spp.	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0
Eulophidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
<i>Agistemus</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0
Nitidulidae	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	2	0
Ichneumonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Geometridae	0	2	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Chrysomelidae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Tetranychus kanzawai</i>	0	0	6	0	0	16	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudaulacaspis</i> spp.	0	0	25	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Formicidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Coccinellidae	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	1	0
<i>Orius</i> spp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0

¹A, Conventional plots (Seogang); B, Reduced spray plots (Seogang); C, Unsprayed plots (Seogang); D, Unsprayed plots (Seogwipo).

Table 4. Species diversity indices of arthropods caught in bear trays (Mean±SE)¹

Sampling site ²	No. of individuals	No. of group (species)	Species abundance (R2)	Shannon index (H')	Hill index (N1)	Species evenness (E5)
A	40.333 (31.0609)	6.000 (2.3094)	1.215 (0.1502)	1.346 (0.3590)	4.297 (1.2430)	0.841 (0.0298)
B	46.000 (17.9258)	7.333 (2.6034)	1.055 (0.1757)	1.456 (0.3933)	5.042 (2.0852)	0.732 (0.0710)
C	87.333 (44.3371)	7.333 (2.3333)	0.810 (0.0476)	1.129 (0.0243)	3.093 (0.0745)	0.625 (0.1116)
D	33.667 (15.1694)	6.000 (1.5275)	1.224 (0.1580)	1.272 (0.2439)	3.799 (1.0044)	0.719 (0.1415)

¹The values are based on the pooled data of 10 beat trays on each sampling date. The means were calculated using 3 samples which were collected at different dates.

²A, Conventional plots (Seogang); B, Reduced spray plots (Seogang); C, Unsprayed plots (Seogang); D, Unsprayed plots (Seogwipo).

구는 약간 낮았다. 이 지수는 상대적으로 종수가 증가할수록 큰 값을 보이는 특성을 갖고 있다. 즉 무방제구 보다도 관행구에서 상대적 종수가 높다는 것은 종다양성을 유지하면서 해충관리가 가능하다는 것을 보여주는 것으로 생각된다. 즉 보다 저독성 약제관리를 통하여 충분히 친환경적 관리가 가능하다는 것이다. 종균동도(E_s)는 어떤 생태계 내에서 우점을 점하고 있는 종들의 수를 나타내는 것으로, 몇 종류가 쉽게 발견되는가를 표시한다. 모든 처리구에서 1.0이하 낮은 값을 보였다. 즉 한 종에 의하여 우점하고 있는 특징을 보였다. 표에 제시한 값은 4월부터 6월까지 평균값으로 보다 정확한 분석을 위해서는 향후 각 월별로 나누어 분석할 필요가 있을 것이다.

사 사

이 논문은 제주대학교 아열대생물산업 및 친환경농업생명산업 인력양성 사업단의 지원에 의하여 연구되었음.

적 요

해충방제 방법을 달리한 차원(관행구, 약제 절감구, 무살포구)에서 계절초기 해충 및 천적(절지동물)의 개체군 동태 및 종다양성을 분석하고자 잎표본조사 및 타락법 조사를 수행하였다. 고엽층 잎표본조사에서 주로 발견된 해충은 차응애(*Tetranychus kanzawai*), 녹응애류(rust mite), 진딧물류(Aphid) 등이었다. 무방제구 및 약제 절감구에서 이리응애 발생빈도수가 높았으며, 해충인 차응애 발생은 약제를 살포한 관행구에 비하여 낮았다. 녹응애류는 모든 실험구에서 발견되었으며 관행구 보다도 무방제구 및 약제 절감구에서 높았다. 신엽층 잎표본에서는 차응애, 녹응애류를 포함하여 총채벌레류(*Scirotothrips* spp.), 차면지응애(*Polyphagotarsonemus latus*), 진딧물류(Aphid spp.), 동백가는나방(*Caloptilia theivora*), 뽕나무각지벌레류(*Pseudaulacaspis* spp.) 등이 발견되었다. 각 실험구별 차응애 발생은 고엽층에서

와 같은 경향을 보였다. 녹응애와 차면지응애는 약제 절감구에서 높은 발생 경향을 보였다. 타락법으로 조사된 해충 및 천적 자료를 이용 종다양도 지수를 분석한 결과, 종다양도 지수인 Sannon 지수(H')와 Hill 지수(N_1)는 약제 절감구 및 관행구에서 높았으며 무방제구는 약간 낮았다. 종균동도(E_s)는 모든 실험구에서 1.0이하 낮은 값을 보였다. 기타 차원에서 절지동물 종다양도 관리방안에 대하여 고찰하였다.

검색어 : 녹차, 절지동물, 천적, 개체군 동태, 종다양도, 해충종합관리

인용문헌

- Hill, M.O. 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427-432.
- Jeppson, L.R., Keifer H.H. and Baker E.W. 1975. Mites injurious to economic plants. 614pp. University of California Press, Berkeley, CA
- Menhinick, E.F. 1964. A comparison of some species individuals diversity applied to samples of field insects. *ecology* 45: 859-861.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana, IL.
- 김동순. 2005. 방입 과원 및 약제 살포 감귤원에서 포식성 응애류에 의한 곁응애 밀도억제 비교. *아농생지* 21: 21-27.
- 김동순, 이준호, 2005. 수원 지역 사과원에서 사과응애와 점박이응애 개체군의 역사적 변천과정 및 해석. *한농근지* 44: 115-123.
- 김상수, 백채훈, 조영식, 이건휘. 2001. 차응애와 차면지응애에 대한 이리응애 5 종의 포식. *한국차학회지* 7: 37-44.
- 제주도. 2003. 제주통계연보. 제주도 (<http://www.jeju.go.kr>).
- 최형국(대표저자). 2000. 차 재배와 가공기술. 전남농업기술원, 차시험장. 215p.

