



## 소석회와 식물 추출물의 닭진드기에 대한 구충 효과

홍의철<sup>1\*</sup> · 박기태<sup>2\*</sup> · 강보석<sup>3</sup> · 강환구<sup>1</sup> · 전진주<sup>1</sup> · 김현수<sup>1</sup> · 손지선<sup>1</sup> · 김지혁<sup>4†</sup>

<sup>1</sup>국립축산과학원 가금연구소 농업연구사, <sup>2</sup>경기도경제과학진흥원 바이오센터 효능평가팀 책임연구원

<sup>3</sup>국립축산과학원 가금연구소 농업연구관, <sup>4</sup>공주대학교 동물자원학화 교수

### The Acaricidal Effects of Slaked Lime and Plant Extracts on Poultry Red Mites

Eui-Chul Hong<sup>1</sup>, Ki-Tae Park<sup>2</sup>, Bo-Seok Kang<sup>3</sup>, Hwan-Ku Kang<sup>1</sup>, Jin-Joo Jeon<sup>1</sup>,  
 Hyun-Soo Kim<sup>1</sup>, Jiseon Son<sup>1</sup> and Ji-Hyuk Kim<sup>4†</sup>

<sup>1</sup>Researcher, Poultry Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25342, Republic of Korea

<sup>2</sup>Senior Researcher, Gyeonggido Business & Science Accelerator, Suwon 16229, Republic of Korea

<sup>3</sup>Senior Researcher, Poultry Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25342, Republic of Korea

<sup>4</sup>Professor, Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Republic of Korea

**ABSTRACT** This study evaluated calcium hydroxide (slaked lime) and a combination of plant extracts ('natural product'; clove, cinnamon, and saponin; 1:1:1 ratio) as acaricidal control mechanisms for poultry red mites. Red mite susceptibility was evaluated after treatments with 10% slaked lime, 20% slaked lime, and 1% natural product. The duration of the acaricidal effect was also tested at 0, 10, 30, and 60 min after treatment using 20% slaked lime, 1% natural product, or a mixture of both. In the *in vitro* experiment, the slaked lime treatments were 73.2% (10% slaked lime) and 85.1% (20% slaked lime) effective on red mites. In acaricidal effect of control materials over times, with 20% slaked lime, the acaricidal effect decreased to 50.7% after 30 min, and 12.7% after 60 min ( $P<0.05$ ). With 1% natural product, there was no acaricidal effect after 30 min ( $P<0.05$ ). With 20% slaked lime +1% natural product, all of poultry red mites died until 30 min, and 92.9% after 60 min ( $P<0.05$ ). On the farm, poultry red mites were observed that the number of poultry red mites increased 7,923 from 36 to 45 weeks, but then decreased to 483 after 20% slaked lime plus 1% natural product treatment. These results indicate that combining slaked lime and plant extracts effectively control poultry red mites.

(Key words: poultry red mite, slaked lime, natural product, control)

## 서 론

2017년 유럽에서 발생한 살충제 잔류 계란 사태는 큰 충격과 논란을 불러 일으켰다. 국내에서도 식품 안전성에 대한 우려로 산란계 농가의 계란 검사를 실시한 결과, 1,239 농장 중 52개 농장에서 살충제가 검출되어 부적합 판정을 받았는데, 이들 52개 농가 중 31농가(59.6%)는 친환경 인증을 받은 곳이었다(Ham, 2015). Ham(2015)은 살충제 잔류 계란이 산란계 농가에 퍼져 있는 닭진드기의 방제 과정에서 발생된 것이라고 보고하였다.

닭진드기는 흡혈 혹은 병원체에 대한 감염인자로서

직·간접적으로 산란계 농가에 해를 입힌다(Chauve, 1998; Moro et al., 2005, 2009; Sparagano et al., 2009; Huber et al., 2011). 닭진드기의 감염률은 상업용 계사에서 최대 94%에 이르는 것으로 추정되고 있으며(Mul, 2017), 닭진드기에 오염된 가금류의 열악한 건강 상태는 산란율 감소와 계란 품질의 저하로 막대한 경제적 손실(유럽의 경우 2억 3천만 유로/3,167억 원)을 초래한다(van Emous, 2017). 또한 닭진드기가 오염된 계사는 기생충 질병에 노출될 위험이 높아져 농장 관리자들의 건강에 부정적인 영향을 줄 수 있으며(Moro et al., 2007; Flochlay, 2017), 심한 경우에는 농장 관리자가 지속적인 피부 자극과 가려운 피부염으로 고통받는다(Chauve,

\* These authors have contributed equally to this work.

† To whom correspondence should be addressed : jihyuk@kongju.ac.kr

1998; Sparagano et al., 2009; George et al., 2015).

가축의 해충 관리에 기존의 화학 제품들을 사용하는 것은 점점 더 문제가 되고 있다. 특히, 닭진드기는 carbaryl, diazinon, dichlorvos 및 permethrin 등 합성 살비제를 사용함으로써 제어되었으나, 이러한 제품의 지속적인 사용은 내성 발생, 환경 문제 및 안전성 논란이 발생하며(Kim et al., 2004; Fiddes et al., 2005), 향후 법규가 엄격해져 가용성이 더욱 감소될 수 있다. 예를 들면, 유기 인산염이나 fenitrothion은 닭진드기 관리에 사용되고 있음에도 불구하고, 산란계 농가에는 더 이상 사용할 수 없다(Fiddes et al., 2005). 이에 따라 여러 국가들은 효과적이고 친환경적인 새로운 닭진드기 방제 방법을 찾기 위한 노력을 해오고 있다.

농업에서 소석회의 사용은 오랜 역사를 가지고 있다. 가축 및 가금류 생산 업체는 계사 내 악취를 줄이기 위해 분뇨와 깔짚에 석회를 첨가했다(Watson et al., 2003). 또한, 소석회 처리가 곤충(Barata et al., 1992; Boucher et al., 1993)과 병원체(Munoz et al., 1995; Stanush et al., 2000)를 감소시키거나 격퇴시킬 수 있다는 연구들이 있다. 그러나, 백운석회암과 소석회의 단일 처리는 일본 딱정벌레의 밀도를 감소시키는데 실패하였다(Vittum, 1984). 반면, 우사에 석회 첨가시 박테리아 수가 초기에 현저히 감소되었고(Hogan et al., 1999), Watson et al.(2003)은 소석회가 외미저저리 처리에 효과가 있다고 하였다.

식물 성분을 기본으로 하는 살충제는 닭진드기를 포함하여 수의학적으로 중요한 해충에 대해 이미 사용되고 있다(George et al., 2008). 시판되고 있는 님(neem) 기반 추출물

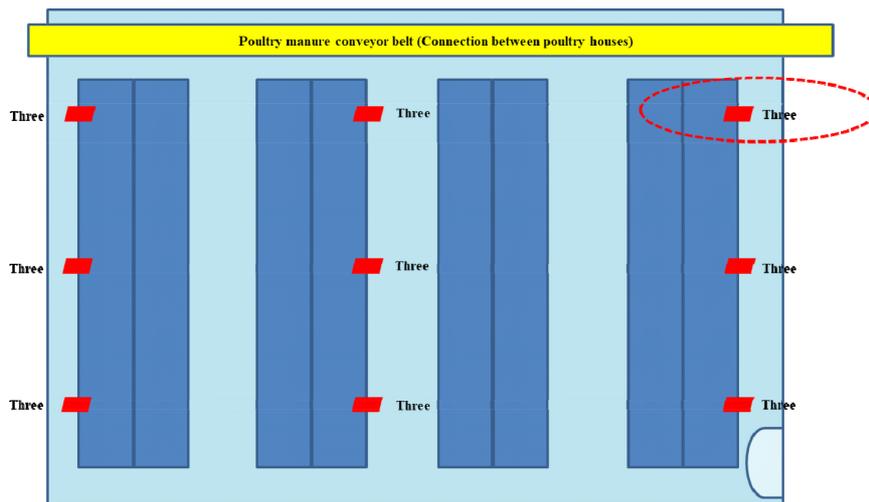
(MiteStop, Felema, Switzerland)은 닭진드기 구충 효과를 나타내었다. 닭진드기와 식물 에센스 오일이 관련된 이전의 연구들에서도 구충 효과를 보여주고 있다(Kim et al., 2004, 2007; Maurer et al., 2009; George et al., 2010; Na et al., 2011). 닭진드기 제어에서 식물 기반 제품의 사용의 가장 큰 제약은 상대적으로 표준화가 부족하고, 결과적으로 효과에 대한 일관성이 없다는 점이다(Isman, 2006; George et al., 2009; Mul et al., 2009). 겉보기에 유사한 식물추출물이 환경 조건, 수확 요법 및 추출 프로토콜을 포함한 여러 가지 요인의 변화로 인해 화학적 차이가 발생하기 때문에(Isman, 2006; George et al., 2009), 식물성 제품에서 활성 성분을 분리하고 구충제로 활용할 수 있도록 개발하여 사용할 수 있다; 예를 들면, geraniol과 여러 형태의 cinnamaldehyde는 닭진드기에 독성이 있다(George et al., 2009; Na et al., 2011).

따라서, 본 연구는 닭진드기 방제 물질로서 소석회, 친환경 방제 물질 및 이들 혼합물의 감수성과 시간 경과에 따른 지속성을 평가하기 위해 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 닭진드기 채집

닭진드기는 포획 장치를 이용하여 경기도 여주시 소재 산란계 농장에서 대량 채집하였다. 포획 장치는 시중에서 쉽게 구할 수 있는 골판지를 5 × 6 cm로 자른 것으로서 케이지의 계분벨트에 부착하였으며, 2일 후 수거하여 10일 이내 시험을 수행하였다(Fig. 1).



**Fig. 1.** Monitoring location of poultry red mites in the poultry house: 3 lines × 3 locations (front, middle, back) × 3 locations (upper, middle, low).

## 2. 시험설계 및 방법

본 시험에 사용된 친환경 방제 물질은 시중에 판매되고 있는 식물추출물 혼합물로서, 식물추출물 3종(정향, 계피, 사포닌)을 1:1:1 비율로 혼합한 것이다.

<시험 1>은 닭진드기 방제 물질에 대한 감수성 평가를 실시하였다. 처리구는 소석회 10%와 20% 수용액, 1% 친환경 방제 물질의 총 3처리구, 처리구당 3반복으로 하였다.

<시험 2>는 식물추출물 혼합물의 지속성을 평가하였다. 처리구는 20% 소석회 수용액과 1% 친환경 방제 물질을 단독 혹은 1:1로 혼합하여 처리구(처리구당 3반복)로 하였으며, 처치 후 시간 경과(0, 10, 30, 60분)에 따른 닭진드기 구충 효과를 조사하였다.

## 3. 닭진드기 구충 효과 조사

50 × 15 mm의 곤충용 페트리디쉬(Insect breeding dish, SPL Life Science, Korea)에 멸균된 여과지(Filter paper, Hyundai Micro Co., Korea)를 장착한 후 여과지에 골고루 접촉될 수 있도록 준비된 방제 물질을 분주하였다.

방제 물질의 분주 방법과 분주량, 그리고 분주 전후의 닭진드기 수를 측정하는 방법은 Hong et al.(2020)의 방법에 따라 수행하였다.

<시험 1>에서는 방제 물질 분주 직후, 작은 붓을 이용하여 페트리디쉬에 닭진드기 성충을 접종하고, 24시간 후 닭진드기 성충의 사멸 수를 측정하였으며, <시험 2>에서는 시간 경과(10분, 30분, 60분)에 따른 사멸 수를 측정하였다.

## 4. 닭진드기 방제 물질 현장 적용

### 1) 방제 물질의 사용

본 연구에 사용된 방제 물질은 <시험 2>의 20% 소석회 수용액과 1% 친환경 방제 물질의 혼합물을 이용하였으며, 방제 물질이 적용된 계사는 사육규모가 4만 5천수 정도의 산란계군(Hy-Line Brown, 18주령)이 사육되고 닭진드기가 관찰되지 않은 계사를 대상으로 하였다. 계사의 지속적인 모니터링을 실시하면서 닭진드기가 관찰되기 시작하였을 때, 방제 물질을 2~3주 간격으로 도포하고 닭진드기 수를 모니터링하였다.

### 2) 닭진드기 모니터링

계사 내 닭진드기 모니터링을 위한 트랩과 모니터링 위치는 Fig. 1에 나타내었다. 계사 내부에 총 27개의 골판지 트랩(Hong et al., 2020)을 설치하여 2일 후에 수거하였다. 수

거된 트랩은 -20℃ 냉동고에 1일 이상 저장 후 포획된 닭진드기 마리를 계수하였다.

## 5. 통계처리

본 시험에서 얻어진 모든 자료는 SAS(2012)의 GLM (General Linear Model) Program(one-way ANOVA procedure)을 이용하여 분석하였으며, 각 처리구 간의 평균값을 Duncan (Duncan, 1955)의 다중 검정을 이용하여 95% 신뢰수준에서 검정하였다.

## 결 과

### 1. 닭진드기 방제 물질의 감수성 및 지속성 평가

본 시험에 사용되는 닭진드기 방제 물질의 감수성 평가 결과는 Table 1에 나타내었다. 1% 친환경 방제 물질은 100% 구충 효과가 있었으며, 10%와 20% 소석회 수용액을 처리하였을 때 각각 73.2%와 85.1%로 나타났다.

본 시험에 사용된 닭진드기 방제 물질의 시간 경과에 따른 지속성 평가 결과는 Table 2에 나타내었다. 방제 물질에 닿았을 때 닭진드기의 사멸이 육안으로 확인되었으며, 처치 후 10분까지 모든 처리구에서 구충 효과가 90% 이상을 나타내었다. 그러나 20% 소석회 수용액을 처리한 경우 구충 효과는 30분이 경과되었을 때 50.7%, 60분 경과시에는 12.7%까지 감소하였다( $P<0.05$ ). 1% 친환경 방제 물질 처리구에서는 처리 30분 후부터 닭진드기의 구충 효과가 나타나지 않았다( $P<0.05$ ).

### 2. 닭진드기 방제 물질의 현장 적용

본 시험에서 닭진드기 방제 물질의 현장 적용한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 닭진드기는 36주령에 27개 트랩에서 7마리가 관찰되기 시작하여 10주 만에 7,923마리로 증가하였으나, 46주령에 방제 물질을 처리한 이후 47주령에 438마리로 감소하였다.

**Table 1.** Acaricidal effect of control materials on poultry red mite *in vitro* experiment

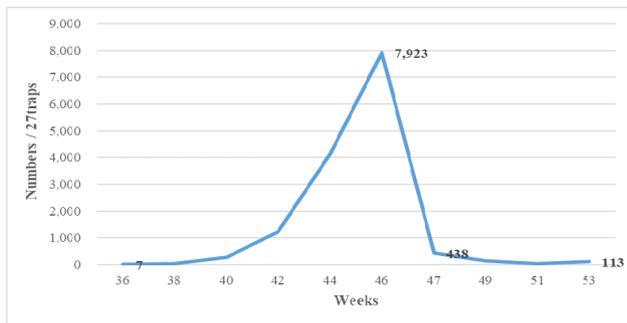
Materials	Numbers (dead/total)	Ratio (%)
10% slaked lime	30/41	73.2
20% slaked lime	40/47	85.1
1% natural product	41/41	100.0

**Table 2.** Acaricidal effect of control materials over times on poultry red mites

Treatment	Over time (min)							
	0		10		30		60	
	Numbers	Ratio (%)	Numbers	Ratio (%)	Numbers	Ratio (%)	Numbers	Ratio (%)
T1	109/112	97.3±2.01	124/130	95.3±2.91	62/123	50.4±1.45 <sup>b</sup>	16/128	12.5±2.33 <sup>b</sup>
T2	117/117	100.0±0.00	98/98	100.0±0.00	0/79	-	0/107	-
T3	114/114	100.0±0.00	111/111	100.0±0.00	106/106	100.0±0.00 <sup>a</sup>	92/99	92.9±7.33 <sup>a</sup>
<i>P</i> -Value	0.429		0.156		<0.05		<0.05	

T1, 20% slaked lime; T2, 1% natural product; T3, 20% slaked lime + 1% natural product.

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts in the same column differ significantly ( $P<0.05$ ).



**Fig. 2.** Number of poultry red mite (PRM) of traps (n=27) before and after treatment (at 46 weeks) with control materials in poultry house.

## 고 찰

소석회를 이용하여 식물의 병충해를 예방하는 연구는 오래 전부터 수행되어 왔다(Wong et al., 1993; Beresford et al., 1995; Pung et al., 1995; Wong et al., 1995; Washington et al., 1998). 뉴질랜드에서는 사과 과수원의 해충 방제에 사용되는 살충제에 대한 살충제 내성(Suckling, 1996)과 소비자의 우려(Chrisite, 1993)로 인하여, 소석회를 이용한 해충 방제법을 연구한 바 있다(Sucking et al., 1999).

박테리아와 바이러스를 예방하기 위해 소석회를 이용하여 가축 사육 시설을 소독하게 된 것은 2000년대 후반부터이며(Kristula et al., 2008; EULA, 2009), Björkman et al.(2018)은 소석회 수용액이 송아지 기생충에 살균 효과가 있다고 보고 하였으나, 가축 사육에 소석회를 사용한 연구는 미비한 실정이다.

Hong et al.(2020)은 소석회와 에탄올의 닭진드기 방제 연구에서 산란계사에 적용시키기 위한 예비 시험으로 10%와

20% 소석회 수용액의 닭진드기 구충 효과를 조사한 결과, 각각 74.2%와 92.3%로 나타났으며, 본 연구의 결과와 비교하였을 때 유사하였다.

식물기반 방제 물질이 닭진드기를 포함한 곤충의 방제에 효과가 있다는 연구 결과들은 과거부터 많이 발표되어져 왔다(Kim et al., 2004, 2007; Maurer et al., 2009; George et al., 2010; Na et al., 2011). 본 연구에서는 이러한 식물추출물질 중 정향, 계피, 사포닌의 혼합물을 친환경 방제 물질로 이용하여 감수성과 시간에 따른 지속성 평가를 수행하였다. 혼합물 1% 수준에서 닭진드기는 바로 사멸되었으나, 30분 이후로는 구충 효과가 나타나지 않았다. 반면, 20% 소석회 수용액과 1% 친환경 방제 물질의 혼합물을 사용하였을 경우, 60분까지 90% 이상의 구충 효과를 나타내었다.

따라서, 효과적이고 지속적인 닭진드기의 방제를 위해서는 소석회와 친환경 방제 물질을 병행하여 사용하는 것이 유리할 것으로 판단되며, 이들의 최적 혼합 비율과 적용 방법에 대해서는 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 적 요

본 연구는 닭진드기 방제 물질로서 소석회와 소석회·식물추출물 혼합물의 감수성과 시간 경과에 따른 지속성을 평가하기 위해 수행되었다. 친환경 방제 물질은 식물추출물 3종(정향, 계피, 사포닌)을 1:1:1 비율로 혼합하여 제조된 것이다. <시험 1>은 방제 물질에 대한 감수성 평가로서, 소석회 10%와 20% 수용액, 1% 친환경 방제 물질을 각각의 처리구로 하였다. <시험 2>는 친환경 방제 물질의 지속성 평가로서, 20% 소석회 수용액과 1% 친환경 방제 물질을 단독 혹은 혼합하여 각각의 처리구로 하였으며, 처치 후 시간 경

과(0, 10, 30, 60분)에 따른 닭진드기 구충 효과를 조사하였다. 10%와 20% 소석회 수용액을 처리하였을 때 닭진드기 구충 효과는 각각 73.2%와 85.1%로 나타났다. 20% 소석회 수용액을 처리한 경우, 구충 효율은 30분이 경과되었을 때 50.7%, 60분 경과시에는 12.7%까지 감소하였다( $P<0.05$ ). 1% 친환경 방제 물질 처리구에서는 처치 30분 후부터 닭진드기의 구충 효과가 나타나지 않았다( $P<0.05$ ). 방제 물질의 농가 적용 시, 닭진드기는 36주령에 관찰되기 시작하여 10주 만에 7,923마리로 증가하였으나, 방제 물질을 처리 후 438마리로 감소하였다. 결론적으로, 닭진드기의 방제를 위해서는 소석회와 친환경 방제 물질을 병행하여 사용하는 것이 효과적일 것으로 사료된다.

(색인어: 닭진드기, 소석회, 친환경 방제 물질, 방제)

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ01345501)에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

## ORCID

Eui-Chul Hong	<a href="https://orcid.org/0000-0003-1982-2023">https://orcid.org/0000-0003-1982-2023</a>
Ki-Tae Park	<a href="https://orcid.org/0000-0002-0931-3519">https://orcid.org/0000-0002-0931-3519</a>
Bo-Seok Kang	<a href="https://orcid.org/0000-0002-3438-8379">https://orcid.org/0000-0002-3438-8379</a>
Hwan-Ku Kang	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4286-3141">https://orcid.org/0000-0002-4286-3141</a>
Jin-Joo Jeon	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7585-4746">https://orcid.org/0000-0001-7585-4746</a>
Hyun-Soo Kim	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8887-1318">https://orcid.org/0000-0001-8887-1318</a>
Jiseon Son	<a href="https://orcid.org/0000-0002-5285-8186">https://orcid.org/0000-0002-5285-8186</a>
Ji-Hyuk Kim	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6266-2160">https://orcid.org/0000-0002-6266-2160</a>

## REFERENCES

- Barata JMS, Santos JLF, Da Rosa JA, Comes RD 1992 Evaluation of tryptamine behavior under the effect of contact with calcium hydroxide  $\text{CaOH}_2$ : mortality rates of *Triatoma infestans* and *Rhodnius neglectus* (Hemiptera, Reduviidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 21(2):169-177.
- Beresford RM, Wearing CH, Walker JTS, Spink M, Marshall RR, White V 1995 Copper and slaked lime for the control of black spot and powdery mildew in apples. In: Proceeding of the 48th New Zealand Plant Protection Society Inc.
- Björkman C, von Brömssen C, Troell K, Svensson C 2018 Disinfection with hydrated lime may help manage cryptosporidiosis in calves. *Vet Parasitol* 264:58-63.
- Boucher J, Adams R 1993 Hydrated lime as an insect repellent, 1991. *Insect and Acar Tests* 18(1):167-168.
- Chauve C 1998 The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (de Geer, 1778): current situation and future prospects for control. *Vet Parasitol* 79(3):239-245.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.
- EULA 2009 Practical Guidelines on the Use of Lime for the Prevention and Control of Avian Influenza, Foot and Mouth Disease and Other Infectious Disease. In: PRACTICAL GUIDELINES for disinfection with lime. Version 3, 1-8, Jan, 2009. European Lime Association.
- Fiddes MD, Le Gresley S, Parsons DG, Epe C, Coles GC, Stafford KA 2005 Prevalence of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) in England. *Vet Record* 157(8): 233-235.
- Flochlay AS, Thomas E, Sparagano O 2017 Poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation: a broad impact parasitological disease that still remains a significant challenge for the egg-laying industry in Europe. *Parasit Vectors* 10:357(1-6).
- George DR, Guy JH, Arkle S, Harrington D, De Luna C, Okello EJ, Shiel RS, Port G, Sparagano OAE 2008 Use of plant-derived products to control arthropods of veterinary importance: a review. *Ann NY Acad Sci* 1149(1): 23-26.
- George DR, Sparagano OA, Port G, Okello E, Shiel RS, Guy JH 2009 Repellence of plant essential oils to *Dermanyssus gallinae* and toxicity to the non-target invertebrate *Tenbrio molitor*. *Vet Parasitol* 162(1-2):129-134.
- George DR, Sparagano OA, Port G, Okello E, Shiel RS, Guy JH 2010 Environmental interactions with the toxicity of plant essential oils to the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Med Vet Entomol* 24:1-8.
- George DR, Finn RD, Graham KM, Mul MF, Maurer V, Moro CV, Sparagano OA 2015 Should the poultry red mite

- Dermanyssus gallinae* be of wider concern for veterinary and medical science? Parasit Vectors 8:178(1-10).
- Ham TS 2018 A legal study on risk management of farmed animal. Environ Raw Review 40(1):221-254.
- Hogan JS, Bogacz VL, Thompson LM, Romig S, Schoenberger PS, Weiss WP, Smith KL 1999 Bacterial counts associated with sawdust and recycled manure bedding treated with commercial conditioners. J Dairy Sci 82(8): 1690-1695.
- Hong EC, Park KT, Kang BS, Kang HK, Jeon JJ, Kim HS, Son J, Kim CH 2020 Acaricidal effect of mixtures of hydrated lime and ethanol on poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*). Kor J Poult Sci 47(1):21-27.
- Huber K, Zenner L, Bicout DJ 2011 Modelling population dynamics and response to management options in the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). Vet Parasitol 176(1):65-73.
- Isman MB 2006 Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annu Rev Entomol 51:45-66.
- Kim SI, Yi JH, Tak JH, Ahn YJ 2004 Acaricidal activity of plant essential oils against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). Vet Parasitol 120(4):297-304.
- Kim SI, Na YE, Yi JH, Kim BS, Ahn YJ 2007 Contact and fumigant toxicity of Oriental medicinal plant extracts against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). Vet Parasitol 145(3-4):377-382.
- Kristula MA, Dou Z, Toth JD, Smith BI, Harvey N, Sabo M 2008 Evaluation of free-stall mattress treatments to reduce mastitis bacterial growth. J Dairy Sci 91(5):1885-1892.
- Maurer V, Perler E, Heckendorn F 2009 *In vitro* effects of oils, silicas and plant preparations against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. Exp Appl Acarol 48(1-2): 31-41.
- Moro CV, Chauve C, Zenner L 2005 Vectorial role of some dermanyssoid mites (Acari, Mesostigmata, Dermanyssidae). Parasite 12(2):99-109.
- Moro CV, Chauve C, Zenner L 2007 Experimental infection of *Salmonella enteritidis* by the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. Vet Parasitol 146(3-4):329-336.
- Moro CV, De Luna CJ, Tod A, Guy JH, Sparagano OA, Zenner L 2009 The poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*): a potential vector of pathogenic agents. Exp Appl Acarol 48(1-2):93-104.
- Mul M, van Niekerk T, Chirico J, Maurer V, Kilpinen O, Sparagano O, Thind B, Joons J, Moore D, Bell B, Gjevrev AG, Chauve C 2009 Control methods for *Dermanyssus gallinae* in systems for laying hens: results of an international seminar. World's Poult Sci J 65(4):589-599.
- Mul M 2017 The poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (de Geer, 1778) - a small pest that packs a big punch. 2013. [http://www.researchgate.net/publication/258553789\\_Fact\\_sheet\\_Poultry\\_Red\\_Mite\\_in\\_Europe](http://www.researchgate.net/publication/258553789_Fact_sheet_Poultry_Red_Mite_in_Europe). Accessed on February 17, 2017.
- Munoz RC, Collazo PA, Alvarado FJ 1995 Bactericidal effect of hydrated lime in aqueous solution. Boletin de la Oficina Sanitaria Panamericana 118(4):302-306.
- Na YE, Kim SI, Bang HS, Kim BS, Ahn YJ 2011 Fumigant toxicity of cassia and cinnamon oils and cinnamaldehyde and structurally related compounds to *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). Vet Parasitol 178(3-4): 324-329.
- Pung SH, Wong JAL, Say M, Williams WG 1995 Effect of high pH on germination and infection hypha formation of conidia of *Venturia inaequalis*. Pages 100 In: Proceeding of the 10th biennial Conf of the Australasian Plant Path Soc 28-30th August 1995, Lincoln University, New Zealand Abstract Vol 228.
- SAS 2012 SAS/STAT Software for PC. Release 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sparagano O, Pavlicevic A, Murano T, Camarda A, Sahibi H, Kilpinen O, Mul M, van Emous R, Bouquin SI, Hoel K, Cafiero MA 2009 Prevalence and key figures for the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* infections in poultry farm systems. Exp Appl Acarol 48(1-2):3-10.
- Stanush DD, Beltran R, Corsiglia CM, Caldwell DJ, Hargis BM 2000 Effect of hydrated lime on selected litter microflora and poult growth performance. Abstract: poultry Science Association. August 18-20. Montreal Quebec Canada.
- Van Emous R 2017 Verwachte schade bloedluis 21 miljoen euro. Pluimveeweb.nl. 2017. <https://www.pluimveeweb.nl/>

- artikelen/2017/01/schade-bloedluis-21-miljoen-euro/. Accessed on February 17, 2017.
- Vittum PJ 1984 Effect of lime applications on Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) grub populations in Massachusetts soils. *J Econ Entomol* 77(3):687-690.
- Washington WS, Villalta O, Appleby M 1998 Control of pear scab with hydrated lime alone or in schedules with other fungicide sprays. *Crop Protection* 17(7):569-580.
- Watson DW, Denning SS, Zurek L, Stringham SM, Elliott J 2003 Effects of lime hydrate on the growth and development of darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Int J Poult Sci* 2(2):91-96.
- Wong JAL, O'Loughlin J, Schupp JK, Williams W 1993 High pH on leaf and fruit surfaces as a control strategy for apple scab. Abstract 122, Page 58 In: Proceeding of the 9th Biennial Conf of the Australasian Plant Path Soc, 4-8th July 1993, Hobart, Australia, Conference Design Pty Ltd Hobart Tasmania.
- Wong JAL, Archer C, Schupp P, Williams WG, O'Loughlin J 1995 Commercial adoption of hydrated lime for apple scab control in Australia. Abstract 77, Page 55 In: Proceeding of the 10th Biennial Conf of the Australasian Plant Path Soc 28-30th August 1995, Lincoln University.
- 
- Received Oct. 6, 2020, Revised Nov. 5, 2020, Accepted Nov. 16, 2020

