



# 현미경 기반 3point 5score 모니터링을 활용한 산란계 농장 닭진드기 한국형 종합방제(K-IPM)의 현장 적용성 및 방제 효과 평가

유명환<sup>1\*</sup> · 강석범<sup>2\*</sup> · 김승우<sup>2</sup> · 배동렬<sup>3</sup> · 진남섭<sup>4</sup> · 유종철<sup>5†</sup>

<sup>1</sup>국립축산과학원 축산자원개발부 가금연구센터 박사후연구원, <sup>2</sup>한국방역위생센터(주) 연구원, <sup>3</sup>(주)트라코월드 종합연구소 연구소장, <sup>4</sup>(주)에이피에스 대표이사, <sup>5</sup>한국방역위생센터(주) 센터장

## Field Evaluation of a Korean-Style Integrated Pest Management Program for Poultry Red Mite Control in Commercial Layer Farms

Myunghwan Yu<sup>1\*</sup>, Seukbuem Kang<sup>2\*</sup>, Seungwoo Kim<sup>2</sup>, Dongryeoul Bae<sup>3</sup>, Namseop Jin<sup>4</sup> and Jongchul Yu<sup>5†</sup>

<sup>1</sup>Postdoctoral Researcher, Poultry Research Center, Department of Animal Resource Development, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Pyeongchang 25342, Republic of Korea

<sup>2</sup>Researcher, KBHCC. Co. Ltd., Suwon 16690, Republic of Korea

<sup>3</sup>R&D Center Director, Center for Research and Development, TracoWorld Ltd., Hwaseong 18515, Republic of Korea

<sup>4</sup>CEO, A.P.S Co. Ltd., Okcheon 29063, Republic of Korea

<sup>5</sup>Representative Director & CEO, KBHCC. Co. Ltd., Suwon 16690, Republic of Korea

**ABSTRACT** This study evaluated the field applicability and control efficacy of a Korean-style integrated pest management program (K-IPM) for poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) on commercial layer farms using a microscopic 3point 5score monitoring system. Three mite-infested layer farms (A, B, and C) were monitored after depopulation (pre-cleaning and disinfection), immediately after cleaning and disinfection, and then every 4 weeks up to 24 weeks after placement to track changes in contamination scores. At the cleaning and disinfection stage, one of three farm-specific programs was applied: (1) high-pressure water-washing + Bioocyst, (2) Bioocyst + Amorphous synthetic silica, or (3) Bioocyst + Amorphous synthetic silica + Blood-sucking repellent. Farm A showed scores ranging from 1.00 to 2.00 throughout the study, with no significant differences among time points ( $P>0.05$ ), and Farm C similarly decreased after cleaning and disinfection and remained mostly at 1.33 without significant differences ( $P>0.05$ ). In contrast, Farm B exhibited the highest pre-cleaning score (3.67), which was significantly higher than other time points ( $P<0.001$ ); the score decreased to 2.00 after cleaning and disinfection and remained within 1.33–2.33 during weeks 4–24 post-placement. These findings suggest that a monitoring-centered K-IPM approach linking cleaning and disinfection programs with post-placement complementary management may be effective for maintaining poultry red mite contamination at a low level over the long term on commercial layer farms.

(Key words: 3point 5score microscopic monitoring method, integrated pest management, laying hens, poultry red mite)

## 서 론

닭진드기(*Dermanyssus gallinae*, poultry red mite)는 전 세계 산란계 산업에 광범위하게 분포하는 대표적인 외부기생충으로(Sparagano et al., 2014; Waap et al., 2019) 산란계의 건강과 복지에 중대한 악영향을 초래한다. 닭진드기는 주로 야간에 활동하며 숙주의 혈액을 흡혈하는 과정에서 닭들에

게 빈혈, 피부 자극, 스트레스를 유발하고, 면역력 저하와 질병 감수성을 증가시켜 산란율 저하 및 폐사율 상승으로 이어진다(Kilpinen et al., 2005; Lima-Barbero et al., 2020). 실제로 유럽연합(EU)에서는 산란계 농장의 83%가 닭진드기 감염이 보고되었고, 특히 네덜란드, 독일, 벨기에와 같은 국가에서는 감염률이 최대 94%에 이르는 것으로 보고되었다(Mul, 2017). 한국의 경우에도 90.5%라는 높은 감염률이 확

\* These authors contributed equally to this work.

† To whom correspondence should be addressed : hbayer@naver.com

인되며(Oh et al., 2020), 닭진드기는 가금산업의 지속가능성을 위협하는 핵심 요인으로 평가된다.

닭진드기 감염은 위생, 복지 문제에 그치지 않고, 생산성 저하와 방제 비용 증가를 통해 경제적 손실로 직결된다. 유럽에서는 진드기 감염으로 인한 생산 손실과 방제 비용이 연간 약 2억 3천만 유로에 달하는 것으로 추산된다(Sigognault Flochlay et al., 2017; Lima-Barbero et al., 2020). 국내에서도 2016년 기준 연간 약 1,050억 원의 피해가 보고된 바 있다(Yu et al., 2019). 이처럼 닭진드기에 따른 생산성 감소와 방제 비용 증가는 전 세계 가금산업에 막대한 경제적 부담으로 작용하고 있다. 따라서 닭진드기의 문제는 산란계 산업의 생산성 유지와 경제적 손실 최소화를 위한 핵심 방역 과제로 인식되고 있다.

이러한 닭진드기 문제를 해결하기 위해 전 세계적으로 합성 살충제, 백신, 식물유래 물질 및 생물학적 방제법 등 다양한 접근법이 개발되어 왔으나(Alimi et al., 2021; Soulié et al., 2021; Mustafa and Alsayeqh, 2025), 기존 전략은 주로 성충 및 약충 단계의 개체수 감소에 집중되어 왔다. 그러나 현재 널리 사용되는 살충제는 닭진드기 충란 단계에 대한 활성이 충분하지 않아 살충제나 소독으로 완전 제거가 어렵고, 반복 사용에 따른 내성 형성으로 방제 효과가 점차 감소하는 문제가 보고된다(Sigognault Flochlay et al., 2017). 이에 따라 내성이 적은 친환경 방제 수단에 대한 요구가 높아지고 있으며, 단일 수단 중심의 방제만으로는 한계가 뚜렷한 만큼 화학적, 물리적, 생물학적 대체제 등을 아우르는 통합적 방제 접근의 필요성이 제기되고 있다.

모니터링은 방제 조치의 적절한 시행 시점을 결정하는 데 있어 중요한 수단이다(Lima-Barbero et al., 2020). 지속적인 진드기 모니터링을 통해 감염 초기 단계에서 닭진드기 침입을 조기에 탐지할 수 있으며, 진드기 개체군의 변화 양상을 관찰하고 방제 방법의 효과를 평가할 수 있다(Meyer-Kühling, 2007). 또한, 정기적인 모니터링을 통해 감염의 진행 상황을 추적하는 것도 가능하다(Zenner et al., 2009). Rüster et al. (2023)은 골판지 카드보드 튜브 트랩(corrugated cardboard tube traps)와 육안 점수화에 기반한 정기 모니터링과 청소 소독 및 물리적 예방 수단을 결합한 닭진드기 종합방제법(integrated pest management, IPM) 적용을 통해 장기적 방제 가능성을 보고하였다. 국내에서 또한, 현미경 모니터링과 충란 제거제를 결합한 닭진드기 종합방제법을 적용하였을 때 닭진드기 감염률을 낮출 수 있다는 연구 결과를 보고하였다(Yu et al., 2023). 이에 본 연구는 한국 실정에 맞는 한국형 닭진드기 종합방제법(K-IPM)을 개발하기 위해 현미경 기반 모니터링

체계를 도입하고, 3가지의 종합방제 프로그램을 산란계 농장 현장에 적용하여, 각 관리 전략의 현장 적용성 및 방제 효과를 평가하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 선정농가 및 실험 설계

본 연구는 닭진드기 발생 농장 3개 농가를 바탕으로 진행하였다. 실험에 이용된 모든 농가는 닭을 출하시키기 전 현미경 모니터링으로 score를 매긴 뒤 모든 닭을 출하시키고 나서 동일한 방역 전문 업체를 통해 청소 및 소독을 진행하였다. 청소 및 소독은 3개 농가에 대해 각각 다른 방법의 충란제거제를 결합한 IPM을 이용하였다. 첫 번째 IPM은 계사 내부에 고압 세척을 진행한 후 충란제거제인 물 50~80 L에 P-chloro-M-cresol, benzenesulfonic acid, acetic acid 그리고 2-Butoxyethanol로 이루어진 1 L의 Bioocyst(BIOLINK LIMITED, United Kingdom)를 투여 후 희석하여 계사 내부에 도포하는 방식이다. 두 번째 IPM은 물 50~80 L에 P-chloro-M-cresol, benzenesulfonic acid, acetic acid 그리고 2-Butoxyethanol로 이루어진 1 L의 Bioocyst(BIOLINK LIMITED, United Kingdom)를 투여 후 희석하여 계사 내부에 도포한 후 탄산수소나트륨과 합성 비정형 실리카가 혼합된 아티미테크(한국방역위생센터, 대한민국)를 물 50~80 L에 20 kg을 투여 후 희석하여 순차적으로 계사 내부에 도포하는 방식이다. 세 번째 IPM은 Yu et al.(2023)에서 제시한 방제 골든타임(golden time)과 충란제거제를 결합한 방식으로 물 50~80 L에 P-chloro-M-cresol, benzenesulfonic acid, acetic acid 그리고 2-Butoxyethanol로 이루어진 1 L의 Bioocyst(BIOLINK LIMITED, United Kingdom)를 투여 후 희석하여 계사 내부에 도포하는 방식과 탄산수소나트륨과 합성 비정형 실리카가 혼합된 아티미테크(한국방역위생센터, 대한민국)를 물 50~80 L에 20 kg을 투여 후 희석하여 순차적으로 계사 내부에 도포하는 방식이다. 또한, 산란계 입식 후 흡혈 기피 목적의 보완 전략으로 보르네올 레드 타임 오일(Borneol Red Thyme Oil) 기반 essential oil이 함유된 아티마이트(한국방역위생센터, 대한민국)를 음수로 체중 10,000 kg당 1 L 기준으로 실험 종료 시까지 급여하였다. 산란계 출하 후(청소 및 소독 전)와 청소 및 소독 직후에 현미경 모니터링을 실시하였고, 이후 산란계 입식 후 4주간격으로 24주까지 동일한 모니터링을 반복하여 score를 측정하였다. 실험에 이용된 농가에 대한 정보는 Table 1에 제시하였다.

**Table 1.** Experiment design for the trial

Farm	Strain	Flock size (birds)	Housing type	Pest method
A	Hyline-brown	60,000	H type cage	Bioocyst + high-pressure water-washing
B	Hyline-brown	50,000	H type cage	Bioocyst + Amorphous synthetic silica
C	Hyline-brown	15,000	A type cage	Bioocyst + Amorphous synthetic silica + Blood-sucking repellent

## 2. 현미경 모니터링법(3point 5score Red Mite Microscopic Monitoring Method)

닭진드기 모니터링은 Yu et al.(2023)이 제시한 방법에 따라 현미경을 이용하여 모니터링을 진행하였다. 본 모니터링은 현장 경험이 있는 모니터링 전문가와 농장 관리자의 협조하에 진행되었으며, 휴대용 현미경을 스마트폰과 연동하여 관찰하는 방식으로 실시하였다. 현미경과 휴대기기를 연결한 후 화면 상태와 초점을 조정하여 화면점검을 완료한 뒤 본격적인 모니터링을 수행하였다. 모니터링은 닭진드기의 주요 서식 가능 부위를 중심으로 먼저 육안 점검을 실시한 후, 진드기 발생 가능성이 높다고 판단되는 지점을 대상으로 현미경 모니터링을 실시하였다. 각 계사 내에서는 최소 3개 이상의 지점을 선정하여 집중 모니터링을 실시하였다. 모니터링 과정에서 성충, 유충 및 충란의 존재 여부와 분포 양상을 현미경으로 확인하였으며, 관찰 결과는 사진 촬영을 통해 기록하여 계사 전반의 발생 현황을 체계적으로 정리하였다. 모니터링 결과를 바탕으로 닭진드기 오염 수준은 총 5단계(5score)로 구분하여 평가하였다.

## 3. 통계분석

실험에 이용된 데이터는 SPSS 28.0(SPSS Inc., Chicago, USA)의 GLM program(general linear model, one-way ANOVA procedure, SPSS Inc., Chicago, USA)를 이용하여 분석하였다. 결과는 평균값과 표준오차로 표시하였으며, 통계 분석 시 모니터링한 한 곳의 장소(1 point)에 대한 score를 실험 단위로 수행하였다. 사후 검정은 Tukey의 다중검정을 이용하여 95%의 신뢰수준에서 평균값들의 유의성을 검정하였다.

## 결 과

현미경 기반 3point 5score 모니터링을 통해 3개 농가에서 출하 후(청소 및 소독 전), 청소 및 소독 후, 그리고 입식 후 4주 간격(4~24주)으로 측정된 score 변화를 Table 2에 제시하였다. 농장 A는 전 기간 동안 score가 1.00~2.00 범위에서 변동하였으나 구간 간의 유의적인 차이는 확인되지 않았다

**Table 2.** Effect of the integrated pest management on 3point 5score red mite microscopic monitoring method in laying farm

Item	Farm A	Farm B	Farm C
Before disinfection	1.33	3.67 <sup>b</sup>	2.67
After disinfection	1.00	2.00 <sup>a</sup>	1.33
Week 4	1.00	1.67 <sup>a</sup>	1.33
Week 8	1.33	2.33 <sup>a</sup>	1.33
Week 12	2.00	2.00 <sup>a</sup>	1.33
Week 16	1.33	2.00 <sup>a</sup>	1.33
Week 20	1.33	2.00 <sup>a</sup>	1.33
Week 24	1.00	1.33 <sup>a</sup>	1.33
SEM	0.083	0.083	0.118
<i>P</i> -value	0.125	<0.001	0.119

SEM, pooled standard error of the mean.

<sup>a,b</sup> Values in a row with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ).

( $P>0.05$ ). 농장 C 또한, 소독 전에서 소독 후로 감소한 이후 대부분 1.33 수준을 유지하였으며, 전체 구간에서 통계적 차이는 보이지 않았다( $P>0.05$ ). 반면, 농장 B는 소독 전 score가 3.67로 가장 높았고, 다른 구간들보다 유의적으로 높은 ( $P<0.001$ ) score를 보였다.

## 고 찰

본 연구는 산란계 농장 현장에서 현미경 기반 3point 5score 모니터링을 적용하여 청소·소독 전후 및 입식 이후의 닭진드기 오염 수준을 장기 추적하고, 현장 여건에서 IPM 접근의 적용 가능성을 평가했다. 닭진드기 방제에서 모니터링은 감염 수준을 객관화하여 방제 시점과 강도를 결정하고, 처리 이후 효과를 검증하는 데 필수적인 단계로 제시되어 왔다(Lima-Barbero et al., 2020; Sárkány et al., 2025). 농장 A와 C는 구간 간 통계적 유의성이 확인되지 않았으나, 이는 오염 수준이 낮은 범위에서 안정적으로 유지되었음을 시사한다. 실제로 현장

IPM 적용 사례에서는 세척·소독 이후 물리적 예방 수단을 병행하고 정기 모니터링을 수행할 경우, 닭진드기가 장기간 낮은 수준으로 유지되거나 미검출 상태가 지속될 수 있음을 보고하였다(Rüster et al., 2023). 특히, 농장 C는 소독 이후 대부분 1.33 수준이 유지된 점에서, 최소한 급격한 재증식 없이 안정적으로 관리된 상태로 볼 여지가 있다.

반면 농장 B는 소독 전 score가 3.67로 다른 측정 시점보다 유의적으로 높았으며, 소독 전 모니터링에서 충란과 약충이 확인되고 일부 성충들이 군락을 이루는 양상이 관찰되었다. 이후 IPM을 적용 후 score는 2.00으로 낮아졌고, 입식 후 4~24주 동안 1.33~2.33 범위에서 유지되었다. 이는 초기 오염도가 높았던 농가에서도 출하 후 단계에서 오염 수준을 유의적으로 저감하고, 입식 이후 지속적 관리가 수행될 경우(모니터링 기반 대응) 개체군의 재증식을 억제하여 상대적으로 낮은 score 수준에서 유지가 가능함을 시사한다. 이러한 해석은 닭진드기 방제에서 지속적인 모니터링을 통해 방제 시점을 결정하고 효과를 검증하는 과정이 중요하다는 선행 논의와 맥락을 같이한다(Meyer-Kühling, 2007; Rüster et al., 2023). 닭진드기는 계사 구조물의 틈, 연결부 등 은신처에 잔존하기 쉬워 재발이 반복될 수 있다는 점이 보고되어 왔으므로(Lima-Barbero et al., 2020; Yu et al., 2023), 닭진드기 고오염 농가에서 초기 저감과 지속적인 관리의 조합은 장기 억제에 특히 중요하다(Sparagano et al., 2014; Sárkány et al., 2025).

종합하면, 본 연구는 현미경 기반 3point 5score 모니터링을 통해 농가별 닭진드기 오염 수준의 차이를 확인하였고, 특히 초기 오염 수준이 높았던 농가에서도 청소 및 소독과 입식 후 관리의 연계를 통해 오염 수준을 1.00~2.33 범위로 유지할 수 있음을 보여주었다. 이는 닭진드기 방제가 단일 수단에 의존하기보다 (1) 출하 후 청소·소독의 표준화, (2) 계사 환경에서 물리적·예방적 수단의 병행, (3) 입식 후 보완 관리의 지속 적용, (4) 정기적인 모니터링 결과 기반의 관리 강도와 시점 조정으로 운영될 필요가 있음을 시사한다(Harrington et al., 2011; Decru et al., 2020). 특히, 국내 산란계 농가는 계사 구조, 사양·출하 주기, 방역 인력 운영, 기후 조건 등 현장 여건이 농가별로 상이하며, 이로 인해 닭진드기의 재발 양상과 관리 난이도 또한 크게 달라질 수 있다. 따라서 본 논문에서 제시한 3가지 IPM 프로그램을 단순 비교로 끝내기보다, 이를 구성요소로 표준화하여 우리나라 현장에 적용 가능한 한국형 산란계 닭진드기 종합방제(K-IPM)로 정식 모델화하고, 농가 조건에 따라 선택·조합할 수 있는 프로토콜을 마련할 필요가 있다. 결론적으로, 현미경 기반 모니터링을 중심축

으로 하고 청소·소독 단계의 핵심 조치와 입식 후 보완 관리를 연계한 K-IPM의 개발·현장 도입은 닭진드기 오염 수준을 장기적으로 낮은 범위에서 관리하고 닭진드기 방제의 지속가능성을 높이기 위한 실질적 대안이 될 수 있다.

## 적 요

본 연구는 산란계 농장 현장에서 현미경 기반 3point 5score 모니터링 체계를 적용하여 닭진드기 방제를 이한 한국형 종합방제(K-IPM)의 현장 적용성 및 방제 효과를 평가하였다. 닭진드기 발생 산란계 농장 3곳(A, B, C)을 대상으로 출하 후(청소·소독 전), 청소·소독 직후, 그리고 입식 후 4주 간격으로 24주까지 동일한 모니터링을 반복하여 오염 수준(score) 변화를 추적하였다. 청소·소독 단계는 (1) 고압 세척과 Bioocyst, (2) Bioocyst + 아티미테크, (3) 방제 골든타임 개념을 포함한 Bioocyst + 아티미테크 + 아티마이트의 3가지 프로그램을 농가별로 적용하였다. 그 결과, 농장 A는 전 기간 score가 1.00~2.00 범위에서 변동하였으나 구간 간 유의차는 확인되지 않았고( $P>0.05$ ), 농장 C 역시 청소·소독 후 감소한 뒤 대부분 1.33 수준을 유지하며 통계적 차이가 없었다( $P>0.05$ ). 반면 농장 B는 청소·소독 전 score가 3.67로 가장 높았고 다른 시점 대비 유의적으로 높았으나( $P<0.001$ ), 청소·소독 후 2.00으로 감소하고 입식 후 4~24주 동안 1.33~2.33 범위에서 유지되었다. 이에 본 연구는 현미경 기반 모니터링을 중심으로 청소·소독 프로그램과 입식 후 보완 관리를 연계한 K-IPM 접근이 산란계 농장에서 닭진드기 오염 수준을 낮은 범위로 장기 관리하는 데 유효한 전략이 될 수 있음을 시사한다.

(색인어 : 3 지점 5 단계 표시 현미경 모니터링 방법, 닭진드기 종합 방제법, 산란계, 가금류 붉은 진드기)

## 사 사

본 연구는 농림축산검역본부 연구사업 (과제번호: Z-1543084-2025-26-01)의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## ORCID

Myunghwan Yu <https://orcid.org/0000-0003-4479-4677>  
 Seukbuem Kang <https://orcid.org/0009-0008-2407-6647>  
 Seungwoo Kim <https://orcid.org/0009-0000-1655-2780>

Dongryeoul Bae <https://orcid.org/0000-0002-4754-5580>  
 Namseop Jin <https://orcid.org/0009-0001-5305-2838>  
 Jongchul Yu <https://orcid.org/0009-0008-5098-4331>

## REFERENCES

- Alimi D, Hajri A, Jallouli S, Sebai H 2021 *In vitro* acaricidal activity of essential oil and crude extracts of *Laurus nobilis* (Lauraceae) grown in Tunisia, against arthropod ectoparasites of livestock and poultry: hyalomma scupense and *Dermanyssus gallinae*. *Vet Parasitol* 298:109507.
- Decru E, Mul M, Nisbet AJ, Vargas Navarro AH, Chiron G, Walton J, Norton T, Roy L, Sleenckx N 2020 Possibilities for IPM strategies in European laying hen farms for improved control of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*): details and state of affairs. *Front Vet Sci* 7:565866.
- Harrington D, George D, Guy J, Sparagano O 2011 Opportunities for integrated pest management to control the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Worlds Poult Sci J* 67(1):83-94.
- Kilpinen O, Roepstorff A, Permin A, Nørgaard-Nielsen G, Lawson L, Simonsen H 2005 Influence of *Dermanyssus gallinae* and *Ascaridia galli* infections on behaviour and health of laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Br Poult Sci* 46(1):26-34.
- Lima-Barbero JF, Villar M, Höfle U, de la Fuente J 2020 Challenges for the control of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*). In: *Parasitology and Microbiology Research*. Bastidas Gilberto, London, UK.
- Meyer-Kühling B 2007 Untersuchungen zur Wirksamkeit von Phoxim gegen *Dermanyssus gallinae* in der Legehennenhaltung bei verschiedenen Haltungssystemen. In: *Imu*.
- Mul M 2017 The Poultry Red Mite, *Dermanyssus gallinae* (de Geer, 1778): a Small Pest that Packs a Big Punch. [https://www.researchgate.net/publication/258553789\\_Fact\\_sheet\\_Poultry\\_Red\\_Mite\\_in\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/258553789_Fact_sheet_Poultry_Red_Mite_in_Europe). Accessed on February 17, 2017.
- Mustafa S, Alsayeqh AF 2025 Role of plant phytochemicals/extracts for the control of *Dermanyssus gallinae* in poultry and its zoonotic importance. *Poult Sci* 104(4):104899.
- Oh SI, Do YJ, Kim E, Yi SW, Yoo JG 2020 Prevalence of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) in Korean layer farms and the presence of avian pathogens in the mite. *Exp Appl Acarol* 81(2):223-238.
- Rüster V, Lückemann AK, Wittmann M, Strube C, Bartels T 2023 Successful long-term control of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestations in floor-kept laying hens via integrated pest management: a case report. *Parasitol Res* 122(11):2549-2555.
- Sárkány P, Bagi Z, Süli Á, Kusza S 2025 Challenges of *Dermanyssus gallinae* in poultry: biological insights, economic impact and management strategies. *Insects* 16(1):89.
- Sigognault Flochlay A, 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. *Parasites Vectors* 10(1):357.
- Soulié A, Sleenckx N, Roy L 2021 Repellent properties of natural substances against *Dermanyssus gallinae*: review of knowledge and prospects for Integrated Pest Management. *Acarologia* 61(1):3-19.
- Sparagano O, George D, Harrington D, Giangaspero A 2014 Significance and control of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Annu Rev Entomol* 59:447-466.
- Waap H, Nunes T, Mul M, Gomes J, Bartley K 2019 Survey on the prevalence of *Dermanyssus gallinae* in commercial laying farms in Portugal. *Avian pathol* 48(sup1):S2-S9.
- Yu J, Shi J, Choi S, Lee K, Seo K, Kim J 2019 Development of integrated pest management (IPM) based field control strategies for poultry red mite and dissemination of standardized control manuals. Page 14 In: *Proceeding Korean Journal of Poultry Science conference, Korean Society of Poultry Science, Jinju, Korea*.
- Yu M, Kang S, Do K, Kim M, Yu J 2023 Effect of integrated pest management with 3point 5score microscopic monitoring method for laying farms Infected with poultry red mite. *Korean J Poult Sci* 50(4):267-272.
- Zenner L, Bon G, Chauve C, Nemoz C, Lubac S 2009 Monitoring of *Dermanyssus gallinae* in free-range poultry farms. *Exp Appl Acarol* 48(1):157-166.

---

Received Jan. 21, 2026, Revised Feb. 6, 2026, Accepted Mar. 2, 2026