

318048-2

보안 과제(), 일반 과제(0) / 공개(), 비공개()발간등록번호(0)

발간등록번호
11-1543000-003192-01

종합방제전략(IPM) 개념을 이용한 현장방제기술 개발과 농가보급 최종보고서

2020.07.03.

주관연구기관 / 네오바이오(주)
위탁연구기관 / 건국대학교

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

종합방제전략(IPM) 개념 개발을

최종보고서

2020

농림식품기술기획평가원


<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “종합방제전략(IPM) 개념을 이용한 현장방제기술 개발과 농가보급”(개발
기간 : 2018.04.26 ~ 2019.12.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020.07.03.

| | | |
|-----------|----------------------|---|
| 주관연구기관명 : | 네오바이오(주) (대표자) 유 종 철 |  |
| 협동연구기관명 : | (대표자) | (인) |
| 참여기관명 : | (대표자) | (인) |

주관연구책임자 : 유종철
협동연구책임자 :
참여기관책임자 :

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의
합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

| | | | | | |
|------------------|--------------------|---|------------------------------|---------------|---|
| 과제고유번호 | 318048-2 | 해 당 단 계 연 구 기 간 | 2018.04.26.~ 2019.12.31 | 단 계 구 분 | (2차 년도)/ (2차 년도) |
| 연구사업명 | 단 위 사 업 | 농식품기술개발사업 | | | |
| | 사 업 명 | 가축질병대응기술개발사업 | | | |
| 연구과제명 | 대 과 제 명 | 종합방제전략(IPM) 개념을 이용한 현장방제기술 개발과 농가 보급 | | | |
| | 세 부 과 제 명 | 종합방제전략(IPM) 개념을 이용한 닭진드기 현장방제기술 개발과 농가 보급 | | | |
| 연구책임자 | 유 종 철 | 해당단계 참여연구원 수 | 총: 5 명 내부: 3 명 외부: 2 명 | 해당단계 연구개발비 | 정부: 120,000 천원 민간: 40,000 천원 계: 160,000 천원 |
| | | 총 연구기간 참여연구원 수 | 총: 9 명 내부: 5 명 외부: 4 명 | 총 연구개발비 | 정부: 210,000 천원 민간: 70,000 천원 계: 280,000 천원 |
| 연구기관명 및 소속부서명 | 네오바이오(주)한국친환경축산연구소 | | | 참여기업명 | |
| 국제공동연구 | 상대국명: | | | 상대국 연구기관명: | |
| 위탁연구 | 연구기관명: | | | 연구책임자: | |

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

| | |
|-------------------------|--|
| 연구개발성과의 보안등급 및 사유 | |
|-------------------------|--|

9대 성과 등록·기탁번호


| 구분 | 논문 | 특허 | 보고서 원문 | 연구시설 ·장비 | 기술요약 정보 | 소프트 웨어 | 화합물 | 생명자원 | | 신품종 | |
|-------------|---------------|---------------------|-----------|-------------|------------|-----------|-----|----------|----------|-----|----|
| | | | | | | | | 생명 정보 | 생물 자원 | 정보 | 실물 |
| 등록·기탁 번호 | 2287-799 1 | 10-2019- 0013681 | | | | | | | | | |

국가과학기술중합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

| 구입기관 | 연구시설· 장비명 | 규격 (모델명) | 수량 | 구입연월일 | 구입가격 (천원) | 구입처 (전화) | 비고 (설치장소) | NTIS 등록번호 |
|------|--------------|-------------|----|-------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | |
|--|---------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 닭진드기 방제용 합성비정형실리카 제품화 및 사업화 ○ 닭진드기 방제용 흡혈기피제 제품화 및 사업화 ○ 닭진드기 종합 방제 매뉴얼북 제작 ○ 닭진드기 모니터링 기법 개발 및 특허 출원:3 Point 5 Score 작성법 ○ 방역위생관리업자를 위한 표준 장비 및 방제 매뉴얼 구축 | <p>보고서 면수</p> |
|--|---------------|

<요약문>

| | | | | | |
|------------------------------------|---|----------------|---------------|---------------------|---|
| <p>연구의 목적 및 내용</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 물리적, 화학적, 생물학적 방제법을 혼합하여 기존 살충제보다 박멸 효과가 우수한 닭진드기 종합방제법을 개발하여 살충제 사용에 따른 내성유발 및 잔류농약 문제를 해결한다 ○ 살충제 사용에 따른 내성유발 및 잔류농약 문제 해결 ○ 식품으로서의 안전한 계란 (safe egg) 생산기반 조성 | | | | |
| <p>연구개발성과</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 2019년 7월 1일 시행된 방역위생관리업을 위한 표준 친환경적 닭진드기 종합방제법 개발: 농약 살충제를 대체하여 닭진드기를 물리적, 화학적으로 99.9% 죽일 수 있는 방법을 개발, 농가의 잔류농약 위험성을 줄이고 농가소득 증대 ○ 계사 형태별 방제법 개발 : A형 케이지, 직립형 케이지, 평사형 종류별 방제법 완성 ○ 빈 계사 닭진드기 방제와 입식 후 닭진드기 발생 시 방제법 개발 ○ 모니터링 기법개발 <ul style="list-style-type: none"> - 특허 출원된 마이트캐치룸과 Wifi 현미경을 이용하여 표준화된 Score를 제시 : 3 Point 5 Score 작성법  <ul style="list-style-type: none"> ○ 닭진드기 방제용 안전한 합성비정형실리카 제품화 및 사업화 ○ 닭진드기 디펜스 사료 제작용 흡혈기피 사료첨가제 제품화 및 사업화 ○ 닭진드기 종합 방제 매뉴얼북 제작 ○ 방역위생관리업자를 위한 표준 장비 및 방제 매뉴얼 구축 | | | | |
| <p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 살충제가 아닌 친환경제제 및 방법으로 닭진드기를 컨트롤이 가능하며 향후 ICT와 연결하여 닭진드기 발견 및 모니터링 장비의 개발로도 가능해 보임, 독보적인 5G 인터넷 기술력을 선점함으로써 유럽, 중국 등 수출 경쟁국에 대한 기술적 우위 확보 ○ 우수한 농약 살충제 대체제 개발을 통해 안심 계란의 생산 부분에 기여하여 식품 안전성 확보에 기여 ○ 정부가 2019년 7월 시행한 방역위생관리업에서 업자에게 표준 방제법을 제공하며 더욱 발전된 방제법을 개발할 것이다 | | | | |
| <p>국문핵심어 (5개 이내)</p> | <p>닭 진드기</p> | <p>양계</p> | <p>종합방제전략</p> | <p>살충제</p> | <p>친환경살충제</p> |
| <p>영문핵심어 (5개 이내)</p> | <p>Poultry Red mite</p> | <p>Poultry</p> | <p>IPM</p> | <p>Insecticides</p> | <p>Environment-friendly insecticide</p> |

<본문목차>

< 목 차 >

| | |
|---|----|
| 1. 연구개발과제의 개요 | 1 |
| 1-1 연구개발 목적 | 1 |
| 1-2 연구개발의 필요성 | 1 |
| 1-3 연구개발 범위 | 2 |
| 2. 연구수행 내용 및 결과 | 15 |
| 2-1 이론적, 실험적 접근 방법 | 15 |
| 2-2 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계 | 18 |
| 2-3 연구내용 및 결과 | 21 |
| 3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 | 62 |
| 3-1 목표 | 62 |
| 3-2 목표 달성여부 | 62 |
| 3-3 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등) | 63 |
| 4. 연구결과의 활용 계획 등 | 64 |
| 붙임. 참고 문헌 | 64 |
| <별첨1> 연구개발보고서 초록 | |
| <별첨2> 자체평가의견서 | |
| <별첨3> 연구성과 활용계획서 | |

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

가. 최종 목적

- 물리적, 화학적, 생물학적 방제법을 혼합하여 기존 살충제보다 박멸효과가 우수한 닭진드기 종합방제법을 개발
- 살충제 사용에 따른 내성유발 및 잔류농약 문제 해결
- 식품으로서의 안전한 (safe egg) 계란 생산기반 조성

나. 세부 목적

- 물리적, 화학적, 생물학적 방제 종류별 방제효능 비교 평가
- 각 방제방법을 혼합한 IPM방제를 이용한 방제능력 평가
- 농가에서 적용 가능한 종합방제 프로그램 개발
- 농가에 보급, 적용 가능한 방제 매뉴얼 개발

1-2. 연구개발의 필요성

- 2017년 8월 유럽발 살충제 계란 사태가 터지면서 닭 진드기 및 비펜트린, 피프로닐 등 살충제 문제가 발생함
- 특히 닭진드기 피해는 가금산업에 막대한 영향을 끼치고 있으며, 유럽에서는 치료 비용과 생산성 저하 비용을 합하여 수당 1유로 가량의 경제적 피해가 발생함
- 닭진드기 구제에 더 이상의 농약 살충제 사용은 허용되지 않으며 현재 말라치온, 칼베릴, 트리크로로폰, 디메칠에스테르제제 등이 있으며 시중에서는 와구프리, 그린티스 등 응애제와 D.D.V.P나 세빈 등이 사용되고 있음
- 최근 DDY, BHC, 파라티온 등의 합성 살충제가 사용됨에 따라, 그것에 저항성을 나타내는 돌연변이가 세계 각지에 나타나 의학, 농약 등의 방면에서 커다란 문제를 일으킴
- 닭진드기가 문제되는 농장은 근본적으로 농약으로 처치를 하여도 5주 또는 2달 후 문제가 재발하며, 최근 닭진드기들이 살충제나 구제제에 대한 내성을 가진다는 것이 증명되고 있으며, 살충제는 수질오염 등 환경오염과 친환경 인증기준 위반 등과 밀접한 관계가 있으므로 선택에 있어서 신중해야 함
- 우리나라는 최근 몇 년간의 이상 고온 현상으로 4월부터 10월 초까지 번식이 왕성한 시기가 길어져 닭진드기 문제가 심각해졌고 과거 방식의 농약성 살충제로 구제하는 방법을 고수하는 덕분에 계란의 농약 오염 문제가 발생함
- 소비자는 살충제나 농약에 오염된 계란을 먹으려고 하지 않기 때문에 계란의 안전성을 확보하지 않고는 계란산업의 미래가 없다고 할 수 있음

■ 농약 사용의 문제점

- <농약관리법>에 따르면 “농약이란 농작물(수목 및 농림산물을 포함)을 해하는 균·곤충·응애·선충·바이러스·잡초 기타 농림부령이 정하는 동·식물(이하 병충해)의 방제에 사용하는 살균제·살충제·제초제 기타 농림부령이 정하는 약제와 농작물의 생리 기능을 증진하거나 억제하는 데 사용하는 약제를 말한다.” 로 되어 있음
- 조성에 따라 분류하면 유기인계 농약, 카바메이트계 농약, 유기염소계 농약, 유황계 농약, 동계 농약, 유기비소계 농약, 항생물질계 농약, 피레스로이드계 농약, 페녹시계 농약, 트리아진계 농약, 요소계 농약, 설폰닐유레아계 농약 등임
- 오늘날 전 세계적으로 많이 소비되는 농약은 제초제·살충제·살균제인데, 이들 농약은 대개의 경우 태양광선이나 동·식물 그리고 미생물에 의해 휘발되거나 분해되지만 유기염소계 농약을 비롯한 여러 농약 중에서 잔류성이 있는 것은 살포된 곳에 오랫동안 남게 됨
- 이러한 경우 식품연쇄(food chain)를 통하여 인체에 섭취되는 수가 있어 식품위생 문제를 일으킬 수 있음
- 전형적인 예가 일본에서 유기수는 때문에 발생했던 미나마타병임
- 우리나라는 최근 몇 년간의 이상 고온 현상으로 닭 진드기 문제가 심각해지고 있음
- 더욱이 산란계 농가의 70%는 친환경인증 받은 농장인데 살충제의 관납사업으로 일부 지역의 농가들은 집단 인증 취소의 위기까지 몰릴 지경임
- 따라서 이제는 환경개선 및 모니터링을 도입하고 농장에 적합한 해법을 찾는 모든 관계자들의 노력이 요구되는 시점임
- 현장에서 ‘봄철부터 여름철’ 즉 닭 진드기 번식 시기에는 일반적인 처치로는 1달의 효과를 기대하기 힘들
- 닭진드기를 90% 죽여도 1~2주면 죽인 숫자보다 더 많이 번식할 수 있는 능력을 갖고 있기 때문임
- 더욱이 생존 개체는 농약성 살충제의 내성까지 속수무책으로 피해를 당하기 쉬움

1-3. 연구개발 범위

■ 닭진드기(Red mite) 란?

- 닭진드기(Dermanyssus gallinae, Red mite, Poultry mite)는 응애목(目), 중기문 아목(中氣門亞目) 와구모과(科)임
- 외부기생충으로 주로 밤이나 흐리고 어두운 날에 조류 체표면에 붙어 흡혈함
- 폭발적인 증식속도를 가지고 고온·고습 환경을 좋아하며 빛, 건조 환경을 싫어함
- 특히 65℃ 이상의 환경에서는 생존이 불가능함
- 일반적으로 14℃ 이하에서는 닭진드기(와구모)의 활동이 느려지는 특성을 보이는데 실제 기사에서는 따듯하며 빛이 들지 않는 후미진 곳에 몰려 있거나, 닭에게 기생하여 겨울을

남

- 온·습도가 상승하는 4월 이후부터는 겨울 동안 살아남은 닭진드기가 다시 활동을 시작하면서 계사 내 닭진드기 군집이 폭발적으로 급증함
- 숙주인 닭이 있는 상태에서만 흡혈을 통해서만 번식이나 발육이 일어남. 즉, 닭이 없으면 숫자가 늘지 않음 (선행연구로 닭진드기 흡혈기피제 특허 등록함)
- 야행성 기생체로 낮 동안에는 햇빛을 피해 숨어있고, 대부분 시간을 계사 내 틈새와 같은 좁은 공간에서 보내어 밤에만 닭의 몸에서 발견됨
- 그러나 너무 많아 한계치가 넘는 숫자가 감염된 농장은 낮에도 보임

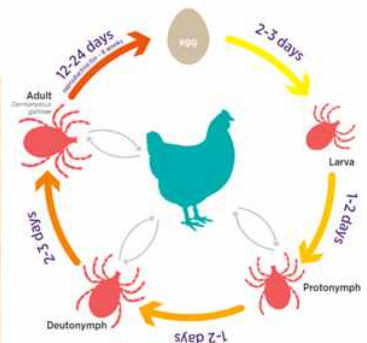
외부기생충 절지동물로 흡혈 할때만 닭 체표면 붙어 있음(흡혈시간 30~60분)

고온·고습 환경을 좋아하며 빛, 건조 환경을 싫어함:But 닭 주변에 있음

숙주 흡혈을 통해서만 번식이나 발육:군집성 기생충(집락,군소체)->암컷 페로몬의 영향

0.005°C/sec 온도 변화에 반응 닭진드기 생활사에 따라 성장하며 3번의 흡혈과 탈피를 통해 성장

| 생활사 단계 | 특징 |
|--------|---|
| 유충 | 20~25 °C, 상대습도 70~80% 산란 후 보통 2-3일 내 발생 |
| 1유충 | 1-2일 이내에 8개의 다리를 가짐 |
| 2유충 | 24시간 내에 변화 |
| 성충 | 7일을 거쳐 흡혈 후 성충으로 변화 |



(그림1) 닭진드기의 요약 특징

- 닭진드기는 생애 대부분을 뭉쳐서 생활하여 개체 수가 늘어나면 여러 겹으로 뭉치고, 이러한 성질로 인해 집락을 해체하는 것조차도 힘든 경우가 있고, 집락을 형성하고 있는 경우, 오랫동안 전혀 미동도 없이 지냄
- 닭진드기 생활사에 따라 성장하며 3번의 흡혈과 탈피를 통해 성장함
- 산란 후 보통 2~3일 이내에 유충이 깨어나게 되고 깨어난 유충은 1~2일 내에 8개의 다리를 가진 유충으로, 24시간 내에 2유충으로 각각 우화하며, 각 발육 단계별로 흡혈한 후 다음 단계로 탈피함
- 유충에서 대략 7일을 거쳐 흡혈 후 성충으로 변화함
- 감염된 케이지, 계사 전체를 구제하지 않고 새로이 계군을 입식했을 때 100% 감염계로 만듦
- 부화 후 어린 진드기는 0.4~0.5mm 정도로 3쌍의 다리를 갖고 있으며 몸은 흰색을 띠

- 투명하고 작아 잘 보이지 않지만, 흡혈을 충분히 하게 되면 1mm이상으로 커지게 되며 검붉은 외관을 나타내어 잘 보임
- 1마리당 흡혈량은 극히 미량이지만 흡혈을 충분히 하게 되면 1mm이상으로 커지게 되며 검붉은 외관을 나타내므로 이때부터 닭진드기가 쉽게 관찰됨

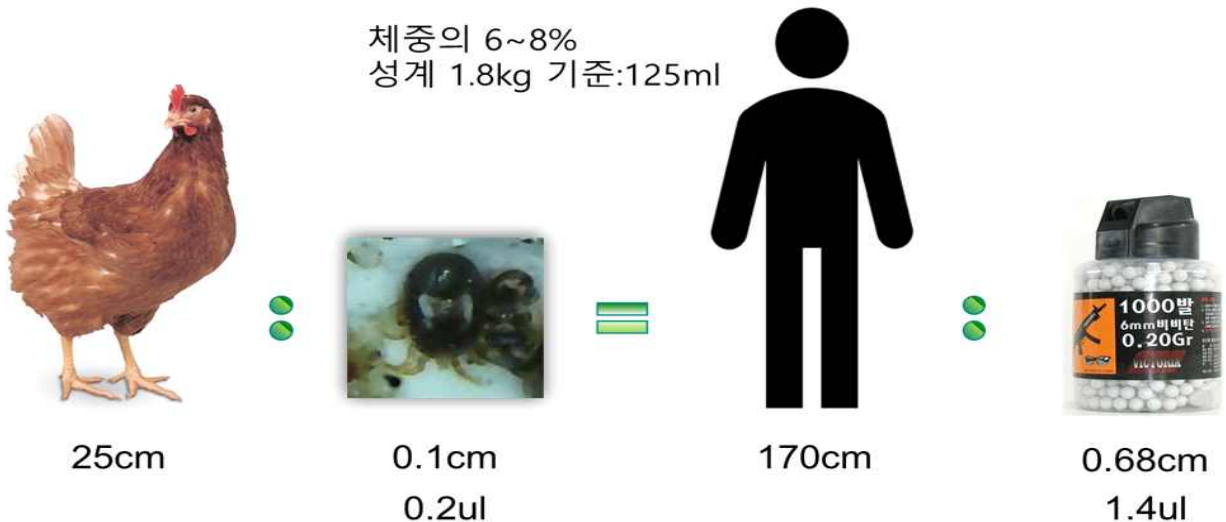


(그림2) 닭진드기의 집락사례 및 생활사

■ 닭진드기가 닭에게 미치는 피해

(1) 빈혈 / 실혈

- 닭진드기의 고농도 감염, 지속적인 흡혈 시 산란계에서는 빈혈 증상을 나타나게 되며, 폐사의 주요 원인으로 작용
- 성숙한 진드기는 약0.2 μ l의 혈액을 섭취 아래그림은 사람 체중으로 변환시 비비탄 크기



(그림3) 닭진드기 닭과 사람 체중에 따른 비례 비교

그림 3에서 닭 한 마리에 달라 붙어 있는 닭 진드기의 숫자는? 약 2.5~5만마리
 ->2만마리 감염*0.2ul=4g의 혈액량 성계 기준으로 전체 혈액량의 3% 내외
 ->5만 마리 중증 감염시 빈혈 및 폐사 유발

- 닭은 심각한 감염과 함께 매일 혈액을 6%까지 잃을 수 있음
- 정상적인 Hb 수치는 4.0 ~ 9.0dl/L이며, HCT는 25~29%의 범위를 제시하고 있음
- 일반적으로 심한 닭진드기 감염 시 5.3이하의 낮은 Hb 수치를 보이고 대체로 이 수치 이하부터 폐사가 증가하는 경향을 보임
- 실제 중증 감염 농장에서 집단 폐사로 가금티푸스 의심이 되었으나 빈혈로 인한 피해로 가금티푸스 검출이 안 되는 때도 있었음.
- 따라서 여름철 닭진드기 극 성수기에 닭진드기 피해를 우선적으로 구제를 위해서는 즉각적인 방제와 반드시 흡혈을 못 하게 하는 닭진드기 디펜스 사료(흡혈기피제)의 도입이 필요함

(2) 증체 둔화 / 쇠약

- 병아리 / 중추기에 감염되면 증체가 정상 성장곡선에 비하여 빈약한 결과를 보이기 때문에 계군의 체중/균일도 측정 등을 통해 확인할 수 있음
- 외부 기생충 감염의 첫 번째 증세이며 자주 문제가 되는 농장은 닭진드기 디펜스 사료의 적용도 고려할만 함

(3) 생산성 저하

- 일반적인 산란계 농가의 목표 산란율은 90~95% 정도를 목표로 하나 닭진드기 발생 농장은 보통 80%대 전, 후반 정도의 산란율이 보고됨
- 산란율의 변화(10~15%) 및 계란 중량(2.2%) 저하, 닭의 일령, 건강상태, 사육방법 등이 생산성에 큰 영향을 미치지만, 평균적으로 국내 마리당 산란계 농가의 평균 산란 수는 연 280~290개 정도임
- 감염농도에 따라 산란율, 피크 지속기간도 차이가 발견되고 있음
- 보통 90%에 미치지 못하는 산란 피크를 보이게 되며, 산란 지속기간도 불안정하게 유지
- 차츰 산란율이 하락하여 조기 도태를 하기도 함
- 따라서 닭을 힐링시키는 본 과제의 닭진드기 구제 프로그램은 닭 스트레스 저하, 건강상태 개선으로 인해 산란율 1% 증가, 산란 기간 1~3주 연장의 효과를 볼 수 있으며 1% 증가로 인하여 3.3개의 추가 계란 생산, 산란 기간 1~3주 연장으로 인해 최소 5.7개의 추가 계란 생산 효과를 볼 수 있어 동일 조건에서 최하 총 9개의 계란을 추가 생산할 수 있음

(4) 카니발리즘, 이상행동

- 계사의 소등시간에 주로 나타나며 심한 스트레스로 산란계는 주변 개체를 쪼는 카니발리즘 증상을 보임

- 이것은 닭은 특성상 자신이 간지러우면 상대방을 쪼는 특성이 있기 때문임
- 닭들이 예민해지고 이상행동을 함
- 갑자기 푸드득거리는 행동을 하거나 이상한 울음소리를 보이기도 함

(5) 질병의 감수성 증가(ND, AI, IB, SG, MG, MS 등)

- 닭진드기는 다양한 양계 전염성 질환 원인체를 매개하고 있음
- 계두바이러스, 전염성 기관지염, 뉴캐슬바이러스, 리스테리아는 닭에게 전파하여 질병을 일으키거나 분리된 예가 있음
- 또한, 가금티푸스 (*Salmonella gallinarum*)은 닭진드기가 전파하여 산란계에게 가장 큰 피해를 일으키는 중요한 병원균이라 할 수 있음
- 닭진드기 감염이 심할수록 가금티푸스의 증상도 빈번히 나타남
- 닭진드기로 발생하는 피해는 쉽게 드러나지는 않지만 심각한 수준으로 보고되고 있음

■ 닭진드기(Red mite) 특징에 따른 방제 포인트

- 기존 살충제 방제와 다른 이 연구과제의 가장 큰 특징인 닭진드기 특징은 숙주인 닭이 있는 상태에서만 흡혈을 통해 번식이나 발육이 일어남
- 즉, 닭이 없으면 흡혈을 못하여 번식 불능이 일어나 닭진드기 숫자가 늘지 않음
- 이는 선행 연구인 흡혈 기피제를 이용한 닭진드기 방제 시스템의 필수적인 한가지 기술임
- 닭이 없는 것처럼 흡혈을 못하게 하면 닭진드기가 성장이나 발육, 번식을 못 하게 할 수 있음
- 또한, 단순 기피제가 아니고 일부 성분은 강력하게 작용하여 닭진드기가 감염된 닭에서 진드기를 강력하게 떼어 낼 수도 있는 작용을 하게 함
- 생활사 일부 구간의 약충을 굶겨 죽이는 작용을 하게 됨
- 이 기술이 농장 내 진드기의 숫자를 줄이는데 가장 중요한 포인트임
- 처음 흡혈 기피제를 4일간 연속 투여하면 계사 바닥이나 닭 근처에 진드기의 숫자가 많이 늘어나는 것을 확인할 수 있음
- 굶은 진드기가 닭들을 공격하여 흡혈하려 하나, 기피제 성분이 방해하여 닭 주변에 많이 존재하게 되는 것임.
- 따라서 농장주는 이때를 놓치지 말고 물리적으로 제거를 하는 것도 진드기 방제에 도움이 됨
- 본 연구과제의 핵심기술로 농약 살충제 대체제를 이용하여 구제시에도 4일간 투여후 방제를 한다면 더욱 효과적인 닭진드기 구제 방법으로 사용할 수 있음

■ 닭진드기 방제 방법

- 화학적 방법(농약, 식물추출물 / 오일) : 닭진드기는 곤충이 아닌 거미과 생물이며, 살충

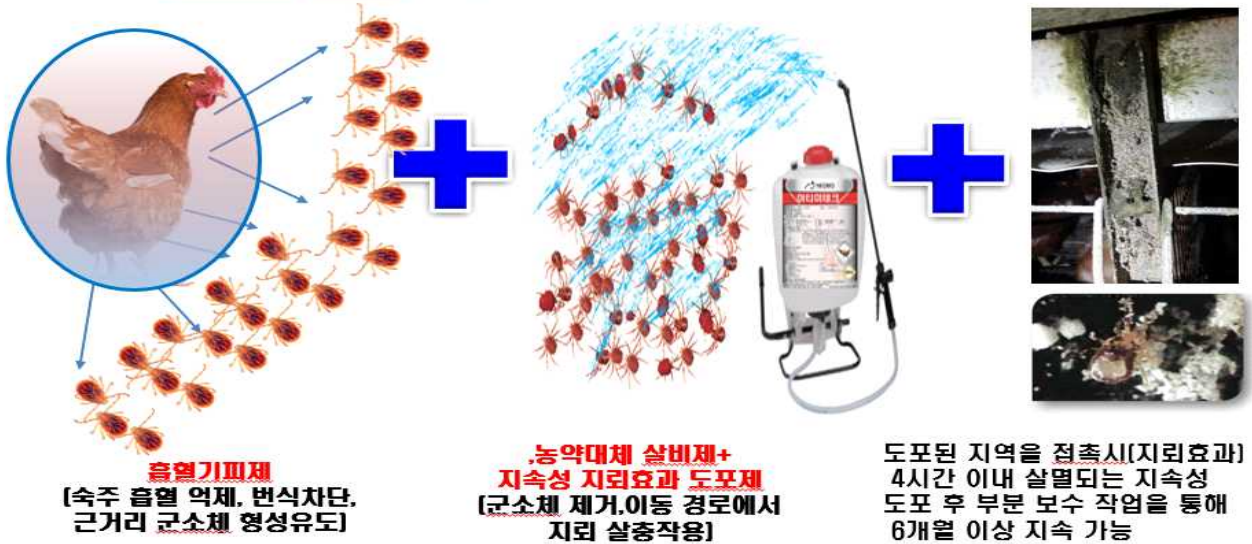
제보다는 살비제를 이용하는 것이 바람직함. 화학적 방제를 위해서는 현재 농장의 진드기가 어느 약제에 감수성이 있는지, 어떤 농도로 사용하는지를 알아야 함

- 추출물과 오일 종류는 주로 휘발성 오일로 진드기가 싫어하는 기피제이며, 고농도로 사용할 경우 진드기를 사멸시킬 수도 있음
- 물리적 방법 (1) : 간헐 점등 프로그램은 진드기의 증식속도를 늦출 수 있지만, 닭에게 스트레스가 되며 동물복지 측면에서 현실적으로 사용하기 어려운 점이 있음
- 물리적 방법 (2) : 규조토, 실리카 등의 천연 물질을 이용하여 물리적으로 진드기의 표면에 손상을 입히는 물질로 내성이 없고 친환경적임. 단, 내구성과 속효성 문제로 이 연구 과제에서는 규조토, 실리카의 독성 및 발암 물질성을 낮추고 안전하며 성능이 개선된 살/도포제 개발을 하여 시 제품을 국내 생산하고자 함.
- 생화학적 방법 : *Androlaelaps casalis*, *Hypoaspis aculeifer*, *Hypoaspis miles* 등의 육식성 진드기를 이용하여 닭진드기를 잡아먹게 함

■ 어떻게 효과적으로 닭진드기를 구제할 것인가?

- 농장에서 닭진드기 구제의 1원칙은 진드기 숫자를 줄이는 것이며 반드시 한계치를 가지고 있어야 한다.
- 흡혈한 진드기와 알을 밴 진드기가 일정치 이상 발견 시 방제를 계획하여야 한다.
- 그러나 기존의 농약 살충제의 한계가 보여주듯 쓸 수 있는 제제가 효과적이지 못하면 큰 효과를 보지 못함
- 기존 살충제나 개발된 대체제들이 실패를 하게 되는 원인은 닭 깃털의 특성상 내부에 숨어있는 닭진드기 숫자를 줄이는 방법이 효과적이지 못하고 지속력이 없었기 때문임
- 따라서 닭진드기를 흡혈 기피제의 도움 없이 기존의 살충제나 농약의 사용법만으로는 닭진드기를 죽이는 방식은 지속성이나 효과 면에서 유효하지 않음
- 즉, 닭 깃털의 특성상 아무리 닭에다 농약을 뿌려도 깃털 깊이 숨어있는 닭진드기는 처치가 불가능함
- 그래서 선행연구로 흡혈을 못하게 하는 흡혈 기피제가 필요했고, 또한 닭 몸에서 닭진드기를 떼어내어야 하고 대체 살충제 성분으로 죽여야 지속 효과가 좋음
- 또한, 살/도포용 살충제는 닭진드기의 특성상 오랫동안 지속성을 가지고 있어야 함

- **흡혈기피제로 번식을 위한 숙주 흡혈 억제 및 주변에 모이게하고, 친환경 살비제로 군체를 제거하고 이동경로에 지리를 심어 예방하는 방식**



(그림4) 선행 연구된 기술 및 닭 진드기 방제법 기초 모델

- 닭진드기가 습기를 좋아하므로 반드시 이동 경로나 서식지에는 살충효과가 지속적으로 나와야 한다.
- 그러나 기존 농약 살충제의 연구 방향은 속효성과 안전성이 우선되어 지속 효과는 없다고 보아야 한다
- 그래서 닭진드기 구제에는 새로운 방제기술 개발이 필요함
- 닭진드기 생활사와 특성을 이용하는 기술 즉, 흡혈 기피제와 지속성이 있는 살/도포제가 개발되었음
- 기술 개발될 국내 생산 제품인 “합성비정형 실리카 (제품 예정명 : 아티미테크)” 는 직접 닭진드기를 죽이는 살충작용을 함
- 또한, 이 개발될 제품은 가장 큰 특징은 농약 살충제가 가지고 있는 내성 발현이 없음

아티미테크는 2가지 작용을 합니다.

1. 농약 살충제처럼 와구모에 직접 뿌리면 살충작용을 합니다.
2. 건조된 "하얀 부분은 와구모가 접촉하면 4시간 이내에 죽습니다." 따라서 살포와 도포를 잘 해주셔야 합니다. 와구모 서식지나 침략은 직접 아티미테크를 살포하여, 와구모를 죽이고, 이등 경로에는 도포를 하여 지속적으로 와구모를 방제 할 수 있습니다.



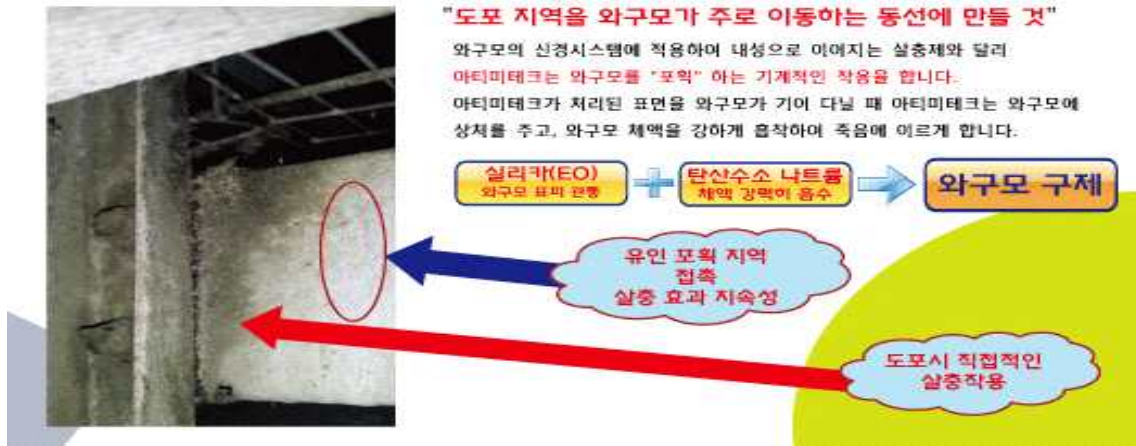
(그림5) 선행 연구된 합성 비정형 실리카 신기술 살포제의 2가지 작용

- 실리카의 비결정형 구조는 진드기의 표면에 물리적으로 작용하여, 진드기의 밀랍 보호코팅을 분해하여 탈수 및 사멸에 이르게 함
- 유기 살충제, 농약과의 차별성 (두 가지의 작용을 함)
- 1차 충격요법으로 직접적인 살충작용 : 모든 진드기는 아티미테크를 살포하는 동안에 맞으면 사멸하게 되며 살포한 희석액이 굳게 되면 하얗고 거친 표면으로 바뀌게 됨. 특히 분무부위에 진드기를 비롯한 다른 벌레들이 붙어있었다면 함께 굳으면서 엄청난 장력으로 외피가 손상되고, 결국 찢어져 죽게 됨. 진드기가 죽은 흔적은 분무부위에서 까만 사체와 녹색 반점으로 나타남. (아래그림 참조)



(그림6) 닭진드기가 죽은 흔적으로 까만 사체와 녹색 반점이 보임

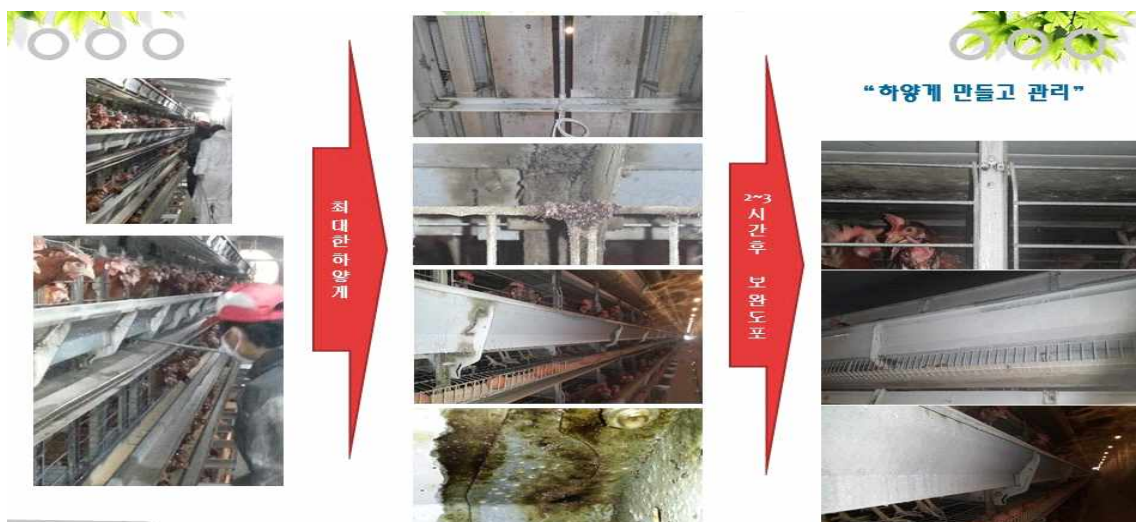
- 2차 지속성 : 처치한 모든 표면은 닭진드기에 대하여 지뢰밭이 되며, 접촉하게 되면 죽는 지역이 된다. 만일 닭진드기가 도포되어 있는 하얀 부위를 지나가게 되면 닭진드기는 최대 4시간 이내 사멸하게 되다.



(그림7) 왼쪽 까만 부분은 직접 닭진드기가 살멸된 곳이고

하얀 부분은 지속적으로 닭진드기가 접촉시 4시간 이내 죽이는 지속성을 가짐

- 처음 도포 후 2~3시간이 지난 뒤 도포지역을 확인하게 되면 순간적으로 살/도포제를 맞은 부분은 아티미테크가 작동하여 터져 죽거나 탈수시켜 죽여, 죽은 부위가 개체수의 정도에 따라 적으면 푸르게 변하거나 많으면 검게 변하게 됨
- 죽 검은 부분은 닭진드기가 많이 죽은 부위로 더 이상 도포제인 아티미테크가 작동을 하지 않는 부위가 됨
- 따라서 검은 부위 즉 균락은 반드시 추가로 떼어내고 훼손된 부분에 아티미테크를 도포하여 계속 작용하도록 추가 보완 도포를 해주어야 함
- 이후 최소 2주 간격으로 도포가 훼손되거나 벗겨진 곳은 보완 도포하여 진드기가 접촉하면 죽는 포획지역을 유지하여야 함
- 반드시 살/도포제 아티미테크가 작용하여 푸르게 변하거나 검게 변한 곳은 발견 즉시 하얗게 보완 도포를 해야 함
- 특히 처음 도포 시 2~3시간이 지나서 마르게 되면 하얀 부분이 변한 곳을 발견하게 되는데 이곳이 진드기 서식지일 가능성이 많음.



(그림8) 살포 방법과 살포 후 관리방법:최대한 닭진드기 이동 경로나 서식지에 하얗게 도포

■ 가장 합리적인 농장의 닭진드기 대처법은?

(1) 가장 효과적인 입추 준비 시 방제법

- 청소 및 소독 후 계사 정비와 훈증소독을 마치고 도포제(아티미테크)를 계사에 스프레이 도포함
- 스프레이식 도포는 진드기가 서식하기 좋은 계사의 틈과 공간을 위주로 살포하며, 집란 벨트, 사료라인, 계분벨트와 계사의 틈에 구석구석 살/도포함
- 또한, 진드기가 숨을만한 곳이나 닭에게 접근하는 모든 길목을 차단하도록 살포
- 새로운 계군이 입식 되면 닭들의 움직임 때문에 살포된 아티미테크는 분진상태가 되어 날리면서 살포되지 않은 구석구석 침투하며 계사를 분말로 코팅
- 살/도포제 분진은 남아있는 진드기의 표면에 붙어 성충과 알을 죽이는 역할을 하며 잘 도포된 아티미테크는 포획 구획 역할을 함
- 즉 숙주인 닭을 흡혈하기 위하여 이동 시 접촉하여 죽게 되는 포획지역이 됨
- 이후에 지속적으로 손상된 하얗게 관리를 하고 떨어진 부위나 손상된 부위를 보완만 해주면 가장 확실
- 진드기 극기 시기에 완성될 9주 프로그램을 응용하면 더더욱 효과적일 것임



(그림9) 흡혈 기피제 및 도포제를 이용한 표준 진드기 구제 프로그램

- 1스텝(3주간) : 닭을 질병으로부터 힐링시키면서 기피효과를 가지고 닭 체내의 진드기를 밖으로 유도. 이 기간에 닭은 에센셜오일의 체내 작용으로 건강하게 회복함. 이때 산란율과 계란의 생산품의 품질과 질병 등이 치료를 받게 됨
- 2스텝(4주차) : 직접 죽이는 제제의 살포 및 도포를 시작하며 물리적으로 죽이기 때문에 내성에도 문제가 없고 농장이 깨끗하게 보임. 주 서식지와 사료통 등 이동 경로에 포획

시키는 작용으로 도포하고 닭에 직접 뿌리지 않으며 뿌려도 무방하나 닭 속에는 진드기가 존재하지 않음

- 3스텝(5~9주) : 매주 1일씩 기피제로 진드기의 번식 생활사를 차단 유지

(2) 중증 감염 농장 응급 방제법 예시

- 살충제를 뿌리는 것으로는 농장 내 진드기의 증가를 막지 못함
- 1마리 진드기가 우리나라 늦은 봄부터 초겨울까지 1주면 8마리, 2주면 64마리, 9주면 1억 3천만 마리가 될 수 있기 때문 (즉, 죽이는 개체보다 번식하는 개체 수가 많음)
- 무조건 진드기 숫자는 낮추어야 하고 보이면 하루라도 빠르게 처치하는 것이 우선
- 진드기는 숙주인 닭이 있는 상태에서만 번식이나 발육이 일어남 (즉, 1주면 8배, 2주면 64배의 진드기 숫자가 늘어남)
- 닭이 없으면 숫자가 늘지 않으므로 진드기 숫자를 늘리지 않는 방법은 바로 흡혈 기피제를 투여하는 것임



(그림10) 흡혈 기피제의 원리

(3) 선행기술로 제품으로 상용화된 흡혈기피제 “아티마이트“의 원리

- 닭이 없는 것처럼 흡혈을 못 하게 하면 농장에서 진드기가 성장이나 발육, 번식을 못하게 할 수 있으며 또한 닭에서 떼어 낼 수도 있음
- 농약이나 살충제는 직접적으로 죽이지만 살아 있는 진드기가 숨게 됨
- 농장 구석으로 숨게 되면 근절하기 힘들고 다시 살충제 성분이 마르게 되고 효과가 사라지면 닭 쪽에 숨어들어 흡혈을 하게 되고 온도가 맞으면 번식을 시작하게 됨
- 따라서 흡혈억제, 기피제, 즉 “아티마이트“의 개발 상용화가 중요하며 또한 농약 대체제로 상용화된 합성비정형실리카 “아티미 테크”의 지뢰효과도 매우 중요함 .
- 진드기가 문제가 될 때 가장 중요한 것은 농장의 최소유지 “한계치 설정“이며, 한계치를

넘게 되면 일반적인 방제 방법은 통하지 않고 2~3일이면 농장 최고 개체수에 다다른다.

- 우선 양계장 물리적인 청소와 흡혈기피제 4일 투여 및 “아티미테크“ 긴급 도포가 필요.
- 2주일후에 서식지와 길목 확인 및 재도포, 추가 2주 후 떨어진 곳, 이동경로, 서식지 위주의 보강 도포하면 대부분 한계치에 다다른다.
- 1주일에 1회 흡혈기피제 “아티마이트“ 꾸준한 투여도 한계치 유지에 도움이 된다.
- 또는 아래의 중증 농장 9주 프로그램을 응용하는 것도 좋은 방법이다.



(그림11) 중증 닭 진드기 감염 농장의 구제 추천 프로그램

■ 진드기 한계치 정하기 및 농장 유지 전략

- 일반적으로 무리 내 숨어있거나 작은 구석, 균열이나 깔짚에 숨어있는 개체를 포함한 모든 진드기와 케이지의 뒷면, 사료통 구석 등 계사 표면에 모두 살/도포가 사실상 불가능하기 때문에 단기간을 기준으로 완전히 농장내 닭진드기를 박멸할 수는 없음
- 그러나 흡혈 방지 기피제 아티마이트, 지속성이 있는 살/도포제 아티미테크를 포함한 이 선행 특허 닭진드기 구제 기술은 3가지의 목적 아래 닭진드기를 효과적으로 억제할 수 있는 가장 좋은 방법이 될 것이다.
- 청소와 소독으로 한계치 이하로 만들고 아티미테크 살/도포 후 하얀 부분을 잘 관리한다면 생존 단계에 있는 닭진드기를 발견할 수 있지만 생존한 진드기는 비성장형으로 흡혈을 못하였으므로 다음 단계로 성장하지 못하고 일부 약충 단계는 굶어 죽게 되므로 폭발적인 개체 증가는 없게 된다.
- 살/도포제(아티미테크)가 도포된 모든 표면은 진드기에게 치명적인 환경을 만듦 : 처치 전 100% 표면에 진드기가 증식해 있다면, 처리 후에는 10~20%의 표면(예를 들면 케이지 뒷면 같은 하얗게 아티미테크가 처리되지 않은 표면) 에서 진드기가 생존하려고 할 것이며 최대한 지속적인 보만으로 하얗게 닭 주변의 진드기 이동 경로에 도포하여 지뢰와 같이 작용하게 하는 것이 중요하다.



방제를 해도 남아 있는 충란이 부화를 하고 흡혈 시 이동경로는 또 뚫린다.



(그림12) 살포제 아티미테크 도포 후 모니터링 및 유지보수 관리 해야 할 장소들

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1 이론적, 실험적 접근 방법

■ 연차별 접근방법

- 야외필드 시험은 주관이 실험실이고 평가는 건국대학교 실험실에서 실시원칙이다
- 주관기업이 중소기업으로 바우처 지급 형태의 건국대학교는 학술적인 부분이나 논문 형태의 성과 및 보고를 위한 진드기 방제제 실험실 평가(*in vitro* 실험)를 실시하고 진드기 방제법 종류별 방제 효능을 평가하며, 우수한 방제 효능을 나타내는 방제법을 선발하여 IPM 방제 조합 선정의 역할을 한다

(1) 1차년도

○ 연구개발 목표

- 주관연구기관(네오바이오) : 선행 특허기술 산업화 및 닭진드기 방제법 개발, 종류별 방제 효능 비교를 위한 농장 1차 실험 실시
- 위탁연구기관(건국대학교) : 진드기 방제법 종류별 방제 효능 비교평가를 위한 1차 실험실 평가 실시

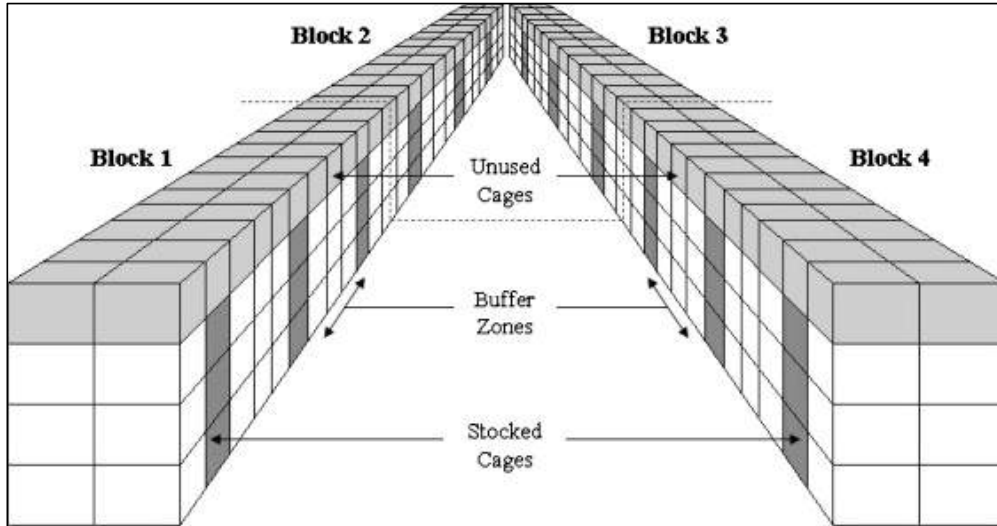
| 구분 (연도) | 세부과제명 | 세부연구목표 | 연구개발 수행내용 | 연구결과 |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| 1차 년도 (2018) | 종합방제전략(IPM) 개념을 이용한 현장방제기술 개발과 농가보급 | 선행 특허기술 산업화 및 닭진드기 방제법 개발 | 기본 조합 방제법 개발 1차 제품 샘플제작 | 흡혈기피제, 살비제, 살포제 샘플제작 및 적용법 도출 |
| | | 종류별 방제 효능 비교를 위한 농장 1차 방제 실시 | 유창계사, A형케이지, 무창계사, 직립 형태별 적용 | 농장, 유창, 무창, 직립케이지, A형 형태별, 상황별 등 방제효과 1차 검증 |
| | | 1차 실험실 평가 실시 | 흡혈기피제, 살비제, 살포제 적용제품 효능 검증 | 제품 상용화 목적 흡혈기피제, 살비제, 살포제 샘플 효능 증명됨 |

○ 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관(네오바이오) : 1. 진드기 방제제 선행 특허(2가지) 국내 대량 생산화 2. 진드기 방제제 농장 평가(*In vivo* 실험)를 실시. 방제법 종류별 방제 효능을 실험함. 처치 후 진드기 개체 수 모니터링 및 증가패턴을 예측하고 처치 시점별 방제 효과 지속기간 등 1차 분석
- 실험방법
 - ☞ 닭진드기가 오염 정도를 다른 산란계 농장을 선정하고, 방제제 처치 전 케이지별 닭진드기 균집수 조사
 - ※ 화학적 방법(친환경 살포제, 기피제), 물리적 방법(규조토, 실리카, 트랩), 생물학적 방법(곰팡이, 미생물)
 - ☞ 방제제를 산란계 케이지에 처치 후 진드기 개체 수 모니터링 및 증가패턴을 예측하고 처

치 시점별 방제 효과 지속기간 등 분석

- ☞ 닭진드기 개체 수는 케이지에 mite trap을 설치하여 주별로 회수하여 4주간 진드기 군집 수 계측
- ※ 방제제별 반복 수는 계사 내 무작위로 케이지 4개를 선정하여 진행하고, 방제제별 buffer cage를 유지하여 진행



(그림13) 산란계 농장 내 진드기 방제제 in vivo 방제효능 평가 방법

(출처: George 등 2010 Veterinary Parasitology)

- 위탁연구기관(건국대학교) : 진드기 방제제 실험실 평가(*In vitro* 실험)를 실시하여 진드기 방제법 종류별 방제 효능을 평가하고, 우수한 방제 효능을 나타내는 방제법을 선발하여 IPM 방제 조합 선정
- 실험방법
 - ☞ 방제법 종류별 또는 조합별 *In vitro* 효능평가는 여지접촉법(filter paper contact method)을 활용하여 진행
 - ☞ 방제제를 필터페이퍼(직경 5cm)에 처리, 음건하여 petri dish에 넣고 닭진드기를 20마리씩 접종하여 처리 후 24시간 또는 48시간 후에 사충수를 확인하여 방제제의 효능을 평가
 - ☞ 실험조건은 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 습도 60~70% 조건에서 3 반복으로 진행

(2) 2차년도

○ 연구개발 목표

- 주관연구기관(네오바이오) : 농가 적용 가능한 종합방제 프로그램 개발 및 방제 매뉴얼 개발
- 위탁연구기관(건국대학교) : 종합방제제 방제능력 현장 평가

○ 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관(네오바이오) : 개발된 IPM 방제제의 방제능력 현장평가

- 실험방법 :

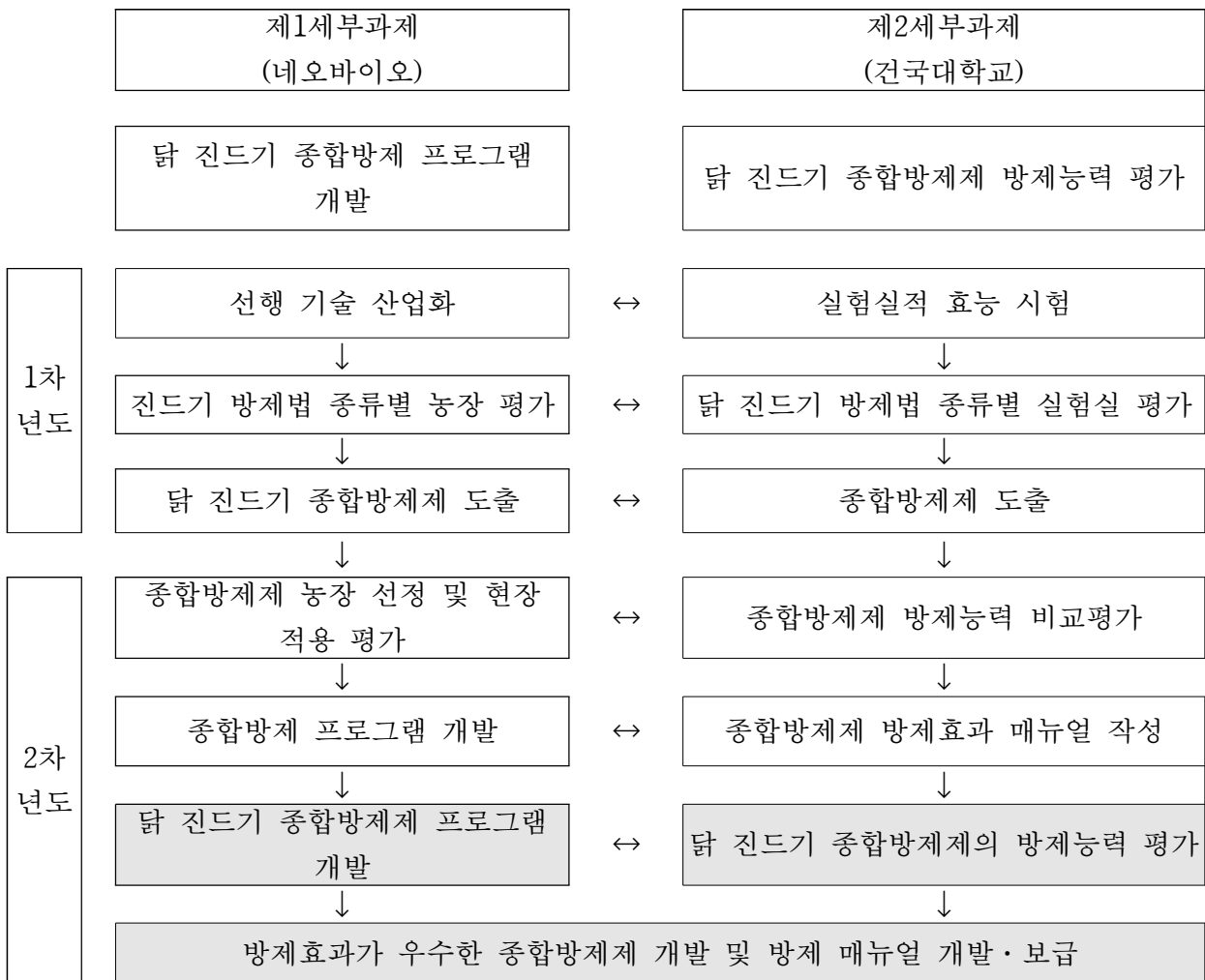
- ☞ 각 방제효능 평가결과를 기반으로 종합방제법을 도출하여 방제능력을 농장에서 진드기 방제효능을 평가
- ☞ 닭진드기 오염 정도를 사육주기 및 발생형태에 따른 종합방제법의 효능평가
- ☞ 종합방제법은 오염정도와 사육형태, 계사환경이 다른 산란계사를 선정하여 계절별로 효능을 평가
- ☞ 방제효능평가는 1차년도 *In vivo* 실험 방법과 마찬가지로 *In vivo* 방제효능평가방법에 따라 진행하며, 종합방제제 처치 후 mite trap을 주별로 회수하여 총 4주간 평가(건국대에서 협업하여 진행)
- 위탁연구기관(건국대학교) : 주관연구기관에서 실시한 농장 실험결과를 실험실 평가를 통해 비교 분석하여 최적의 종합방제프로그램 평가
 - ☞ 종합방제제의 효능평가는 건국대에서 진드기 개체 수를 측정하여 평가

2-2 연구개발의 추진전략 · 방법 및 추진체계

(1) 추진전략 및 방법

- 농가에서 적용 가능한 종합방제제 및 방제프로그램 개발
- 개발된 종합방제제의 농장 적용 · 평가할 수 있는 닭진드기 전문 수의사 주관으로 진행
- 닭진드기 방제 경험 및 산란계 농장 컨설팅이 가능한 연구팀을 구성하여 과제추진

(2) 연구개발 협력 추진 체계도



(3) 연구개발 추진체계

| 연구개발과제 | | 총 참여 연구원 |
|--------|--|------------------------|
| 과제명 | 종합방제전략(IPM) 개념을 이용한 현장방제기술 개발과 농가보급 | 주관연구책임자 (유종철)외 총 5명 |

| 기관별 참여 현황 | | |
|-----------|-------|--------|
| 구분 | 연구기관수 | 참여연구원수 |
| 대기업 | | |
| 중견기업 | | |
| 중소기업 | 1 | 5 |
| 대학 | 1 | 2 |
| 국공립(연) | | |
| 출연(연) | | |
| 기타 | | |

| |
|--|
| 제1세부과제 (네오바이오) |
| 닭 진드기 종합방제 프로그램 개발 |
| 연구책임자명 (유종철)외 5명 |
| 담당기술개발내용 |
| 닭 진드기 방제법 농가 평가 및 종합방제제 선발 종합방제제의 농가 적용가능한 종합방제 프로그램 개발 |

| |
|--------------------------|
| 위탁연구기관 (건국대학교) |
| 닭 진드기 종합방제제 방제능력 평가 |
| 위탁연구책임자명 (서건호)외 2명 |
| 담당기술개발내용 |
| 닭 진드기 실험실 효능 평가 |

(4) 연구개발 추진일정

| 1차년도 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--------------------------|-------------------|----------------|
| 일련 번호 | 연구내용 | 월별 추진 일정 | | | | | | | | | | | | 연구 개발비 (단위: 천원) | 책임자 (소속 기관) | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| 1 | 계획수립 및 자료조사 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | 유종철(네 오바이오) |
| 2 | 방제제 실험실 평가 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | 서건호(건 국대) |
| 3 | 실험농가 선정 | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | 유종철(네 오바이오) |
| 4 | 방제제 농장 평가 | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | 유종철(네 오바이오) |
| 5 | 닭 진드기 방제 효과의 실험실 평가 | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | 서건호(건 국대) |
| 6 | 종합방제제 선정 | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | 유종철(네 오바이오) |
| 2차년도 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 계획수립 및 자료조사 | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | 유종철(네 오바이오) |
| 2 | 실험농가 선정 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | 유종철(네 오바이오) |
| 3 | 종합방제제 농장 평가 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | 유종철(네 오바이오) |
| 4 | 닭 진드기 방제 효과의 실험실 평가 | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | 서건호(건 국대) |
| 5 | 종합방제 프로그램 개발 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | 유종철(네 오바이오) |
| 6 | 종합방제 매뉴얼 개발 및 보급 | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | 유종철(네 오바이오) |

2-3 연구내용 및 결과

(1) 1차년도

① 아티미테크(비정형 실리카) 도포제 살충효능 평가 연구, 아티마이트(흡혈 기피제) 효능 비교 평가 연구

○ 연구목적

- 본 실험은 합성비정형실리카 “아티미테크” 살/도포제의 닭진드기 살충 효능의 평가 및 아티마이트 흡혈기피제의 닭진드기 디펜스 효능을 평가하기 위하여 수행하였다.

가. 실험 재료 및 방법

- 실험 방법은 『Essential oils: effects of application rate and modality on potential for combating northern fowl mite infestation』을 참조하여 실행하였다. (Nechita et al. 2015)

나. 주요 재료 : 아티미테크(합성 비정형 실리카), 아티마이트(타임 등 에센셜오일)

다. 실험 설계

- 대조구(생리식염수), 처리구(200, 100, 50, 25 농도 아티미테크)
- 침지 실험 및 분무 실험 두가지 방법으로 살비 테스트

1) 침지 실험

- 필터페이퍼(Avantec filter paper No.2, ϕ 110mm)에 대조구, 처리구 용액을 침지
- 닭진드기(Red mite, *Dermanyssus gallinae*)를 해당 필터페이퍼에 접종

2) 분무 실험

- 닭진드기를 해당 필터페이퍼에 접종
- 닭진드기가 접종된 필터페이퍼 위에 준비된 대조구 및 처리구 용액 분무
- 처리 후 1시간 후 사멸을 counting
- 현미경 확인하여 생존여부 최종 확인.
- 두 차례 반복실험 진행

라. 실험 방법(예비실험)

- 400 g/L, 300 g/L, 200 g/L 농도의 아티미테크 용액 제작
- PC : 시중에 판매되는 제제(와구방), NC : Normal Saline 0.9% 사용
- 살포 실험 : Petri dish에 진드기를 20마리 접종 후 전체 면이 충분히 젖을 때 까지 분무
- 기피 실험 : Petri dish에 진드기 20마리 접종 후 아티마이트 용액을 떨어뜨린 후 진드기의 회피 능력 확인 그리고 처리 직후와 4시간 후 결과 확인.

마. 실험 방법(본 실험)

1) 아티미테크 용액 제작

- 400g/L, 200g/L, 100g/L, 50g/L, 0g/L 순차적으로 제작
- 500ml 물에 아티미테크 분말을 12.5 → 12.5 → 25 → 50 → 100g 추가하면서 아티미테크 용액 제작

2) 침지 실험 준비

- 필터 페이퍼를 준비된 아티미테크 용액에 10초간 침적처리 후 Petri dish 위에서 cap을 개봉한 채로 1시간동안 음건

3) 분무 실험 준비

- 분무기에 해당 용액을 충전.

4) 샘플 박스에 물을 얇게 담아서 준비(Red mite의 이탈 방지)

5) 침지 실험

- 면봉을 사용하여 Red mite 20여 마리를 준비된 음건된 Filter paper에 순차적으로 접종

6) 분무 실험

- red mite 20여 마리를 先접종 후 준비된 분무기로 살포

7) Parafilm으로 접종, 처리한 Petri dish를 밀봉

8) 1시간 후 육안 및 현미경으로 생존 여부 확인

9) 10시간 후 생존성 여부 추가 확인

바. 실험 결과

1) 예비실험 결과

(가) 살포 실험

- 접종 후 4시간 후 PC와 실험군은 모든 닭진드기가 사멸하였고 NC는 전수 생존하였다. 이로 인하여 당 용제에 대하여 효과가 있는 것으로 증명되나 정확한 효능을 파악하기 위하여 용제의 단계적인 희석을 실시하여 효능과 경제성을 극대화할 수 있는 지점을 찾는 실험이 수행되어야 할 것이다.

(나) 기피 실험

- 기피제의 경우 닭에게 흡입을 하게한 후 이에 대한 효과를 평가함이 바람직하나 In vitro 상태에서는 이를 확인하기 어려웠다. 또한, 직접 원액을 떨어뜨린 후의 테스트에서는 육안상으로 가운데 액상 용제로부터 멀어지려 하는 등의 결과가 나타나지 않았다. 이에 따라 당 연구팀은 해당 실험은 실시하지 않고 침지 실험을 대신 추가로 실시하기로 결정하였다.

| 실험 방법 | 소요 시간 (시간) | 생존 닭진드기 수 | | | | |
|-------|------------|-----------------|--------------|--------------|---------------|-------------------------|
| | | Agent 400g/L | Agent 300g/L | Agent 200g/L | 시중 판매 제제 (PC) | Normal Saline 0.9% (NC) |
| 살포 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 기피 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | 4 | 유의미한 결과값을 얻지 못함 | | | | |

(표 1) 예비 실험 결과 : 아티마이트 및 아티미테크 효능평가

2) 본 실험 결과

- 본 실험은 1차로 Petri Dish에 Filter paper을 침지 음건시켜 닭진드기를 접종하는 방식으로 먼저 실시하였다.
- 2차 실험 시 50g/L 이하에서는 유의미한 효능을 보여주지 못하였기 때문에 25g/L 실험은 생략하였다.

| 실험 방법 | 소요 시간 (시간) | 생존 닭진드기 수 | | | | | Normal Saline 0.9% (NC) |
|----------|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------------------|
| | | Agent 400g/L | Agent 200g/L | Agent 100g/L | Agent 50g/L | Agent 25g/L | |
| 1 차 (침지) | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 | 20 |
| 2 차 (침지) | 0 | 21 | 35 | 24 | 10 | - | 12 |
| | 10 | 0 | 8 | 12 | 10 | - | 11 |
| | 생존율(%) | 0% | 23% | 50% | 100% | - | 92% |
| 2 차 (분무) | 0 | 13 | 24 | 22 | 24 | - | 18 |
| | 10 | 13 | 13 | 9 | 23 | - | 18 |
| | 생존율(%) | 100% | 54% | 41% | 96% | - | 100% |

(표 2) 본 실험 결과 : 아티미테크 침지 및 분무 실험 효능평가



(그림2-2) Negative Control 처리된 건강한 닭진드기 현미경사진(×40)

- 1차 실험의 경우 농장에서 이송된 지 1개월이 경과한 진드기로 진행된 실험이라 흡혈한 진드기는 확인할 수 없었다.
- 용제 처리를 하지 않은 Negative Control의 닭진드기는 활발한 운동성을 보이는 것을 확인할 수 있었다.



(그림2-3) 흡혈한 닭진드기 (×40)



(그림2-4) 흡혈한 사멸한 닭진드기 (×40)



(그림2-5) 사멸한 닭진드기 성충 (×40)

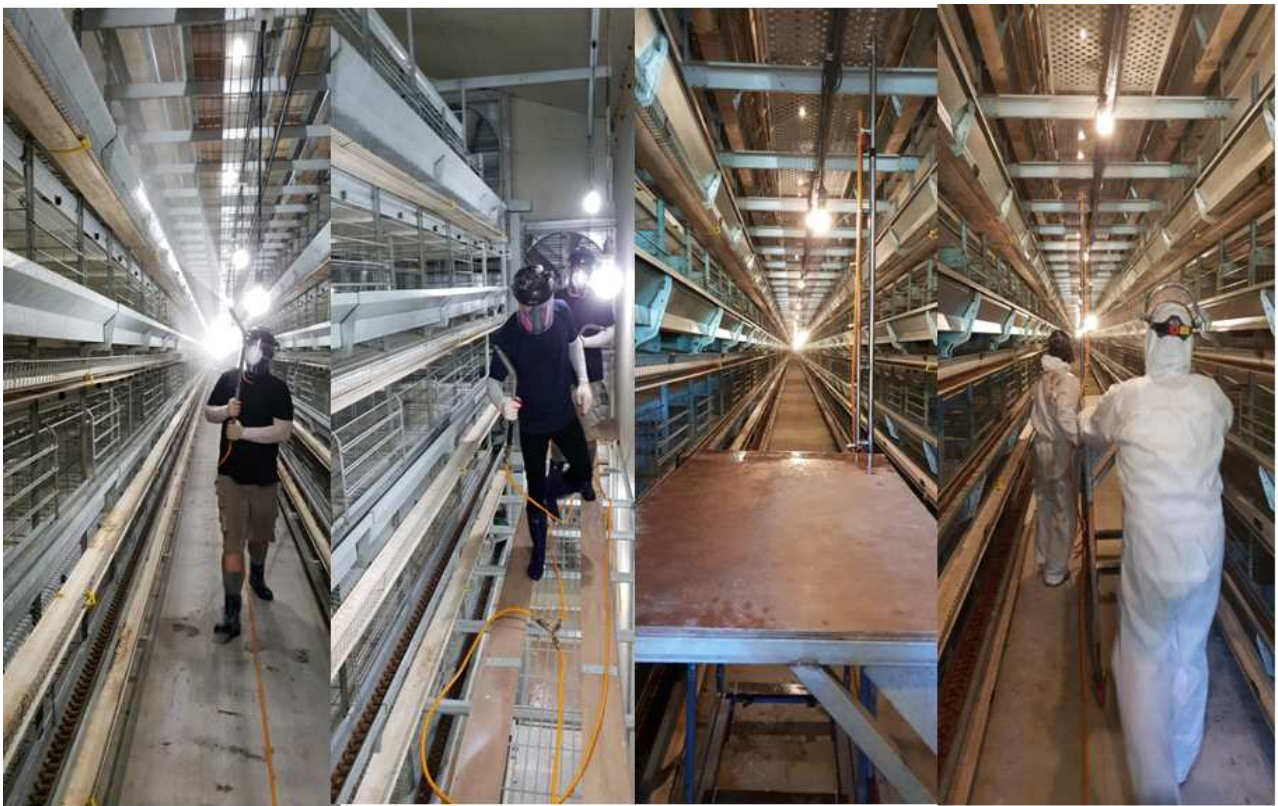
② 현장 살포 시험

○ 가장 효과적인 현장 방제법 실험

- 청소 및 소독 후 계사 정비와 훈증소독을 마치고 도포제(합성비정형실리카:아티미테크)를 계사에 스프레이 도포함
- 스프레이식 도포는 진드기가 서식하기 좋은 계사의 틈과 공간을 위주로 살포하며, 집란벨트, 사료라인, 계분벨트와 계사의 틈에 구석구석 살/도포함
- 또한, 닭 진드기가 숨을만한 곳이나 닭에게 접근하는 모든 길목을 차단하도록 살포 및 도포
- 새로운 계군이 입식 되면 닭들의 움직임 때문에 살포된 합성비정형실리카 “아티미테크”는 분진상태가 되어 날리면서 살포되지 않은 구석구석 침투하며 계사를 분말로 방어 코팅됨
- 살/도포제 분진은 남아있는 닭 진드기의 표면에 붙어 성충과 알을 죽이는 역할을 하며 잘 도포된 합성비정형실리카 “아티미테크”는 포획 구획 역할을 함
- 즉, 개체수 증가를 위한 필수 요소인 번식 및 성장 탈피를 위하여 숙주인 닭을 흡혈하기 위하여 이동 시 접촉하여 죽게 되는 지뢰를 심은 효과의 포획지역이 됨
- 이후에 지뢰가 손상되면 갈아주듯이 지속적으로 손상된 닭진드기 이동 지역을 하얗게 관리를 하고 떨어진 부위나 손상된 부위를 보완만 해주면 가장 확실한 닭진드기 예방법임.



(그림2-6) 현장 도포준비



(그림2-7) 합성비정형실리카 “아티미테크” 현장 도포 모습



(그림2-8) 닭진드기 모니터링 (마이트 캐치룸법)

(2) 2차년도

① 개발된 닭진드기 종합 방제 매뉴얼 현장평가 (농장 상황별 효능 평가)

필요 장비 선정 사용 및 표준 사용방법 매뉴얼화

○ 연구목적

- 1차 년도에 수행했던 연구 결과를 통해 개발된 닭진드기 종합 방제 매뉴얼이 실질적으로 농가에 효과적이지 알아보기 위해서 수행되었다.

가. 실험 방법

- 각 방제효능 평가 결과를 기반으로 종합방제법을 도출하여 방제능력을 농장에서 진드기 방제 효능을 평가
- 닭진드기 오염 정도를 사육주기 및 발생형태에 따른 종합방제법의 효능 평가
- 종합방제법은 오염정도와 사육형태, 계사 환경이 다른 산란계사를 선정하여 계절별로 효능 평가
- 방제효능평가는 1차년도 *In vivo* 실험 방법과 마찬가지로 *In vivo* 방제효능평가방법에 따라 진행하며, 종합방제제 처치 후 mite trap을 주별로 회수하여 총 4주간 평가 (진국대에서 협업하여 진행)

나. 주요 재료

1) 장비

(가) 저압 충전식 살포기

- 12V 충전식 배터리 이용하며 저압으로 가루를 살포할 수 있음
- 휴대가 간편하고 경제적으로 테크를 살포할 수 있음
- 1회 충전으로 2시간 사용 가능
- 그러나 장비 특성상 고장이 잘 나며 내구성이 떨어지는 단점이 있음.관리를 잘해줘야 함
- 11월~2월 진드기 존재 부위에 부분 살포용으로 이용
- 소형 군락에 살포 시 성충이 군락에서 떨어지는 작용을 하며 성충 사멸 여부는 실험실에서 확인됨



(그림 2-9) 저압 충전식 살포기

(나) 고압 동력식 살포기

- 휘발유를 이용하며 고압으로 가루 살포가 가능
- 소음이 심해 닭이 있는 상태에서는 사용 불가능
- 청소 이후 테크 도포 사이에 가루 살포를 통해 액상 도포가 불가능한 음영지역을 커버함
- 닭이 있는 상태에서 사용을 하기 위해 50m 살포 호수 보유
- 필요 시 사용 가능하나 저압 충전식 살포기와 같이 동절기에 사용 가능



(그림2-10) 고압 동력식 살포기

(다) 고압 동력 분무기

- 현장에서 80A 3마력 직결식 동력 분무기를 사용하였음
- 20bar로 대부분 작업이 가능함
- 1시간 단위로 구리스 주입 작업 및 조정링을 통해 V 패킹 조임 작업 필요
- 장시간 작업이 많아 누수가 심한 편임 - 관리에 따라 차이가 발생

※ 소모품

- 구리스 및 엔진 오일 수시 보충
- V 패킹 마모시 교체
- 오일 누유시 오일싱 교체
- 실린더 마모시 실린더 교체



(그림2-11) 고압 동력 분무기

(라) 고압 동력 분무기용 호수

- 8.5mm, 150m 고압 분무용 호수릴
- 계사 특성상 파손 위험이 있어 여분의 100m 호수를 항상 보유하고 있어야 하며 긴급 수리용 부품이 필요함
- 고압 동력 분무기 1대당 2개 호수 릴 사용



(그림 2-12) 고압 동력 분무기용 호수

(마) 일자형(대형) 분무기

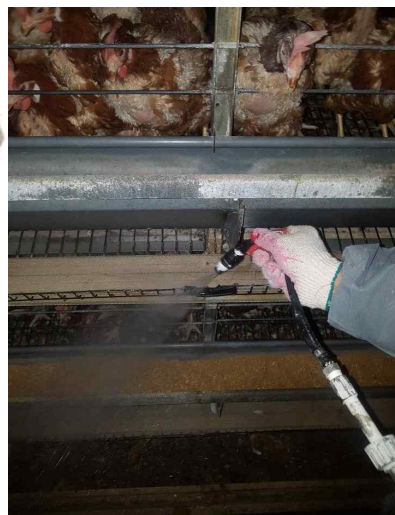
- 2구(50cm) 2ea, 7m(200cm) 2ea
- 케이지의 전체적인 면에 분무하기 적합
- 2502 VEEJET 노즐(H-W)을 이용

| 압력(bar) | 토출량(L/m) |
|---------|----------|
| 13.7 | 1.7 |
| 20 | 2 |
| 35 | 2.7 |

- 팬 속도에 따라 케이지와 간격이 중요
- 빈틈없는 분무를 위한 flexible hose 분무기 사용



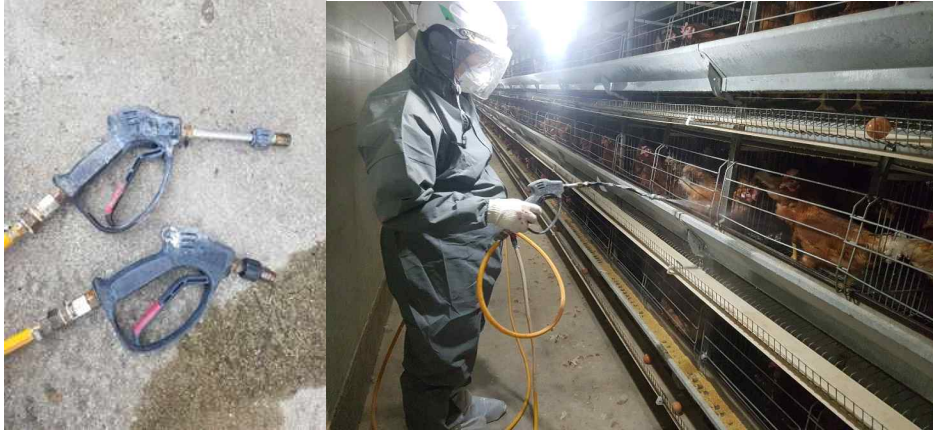
(그림 2-13) 일자형(대형) 분무기



(그림 2-14) flexible hose 분무기

(바) 총형 분무기

- 4기를 운영
- 사료받이 밑, 집란 벨트 부분 등 케이지 안쪽을 분무하기 적당함
- 2502노즐 이용
- 난간 및 사료받이 안쪽 도포를 위해 flexible hose 사용
- 노즐 결합부가 SUS가 아니어서 부식의 우려가 있음 따라서 사용 후에 반드시 WD 살포 후 보관



(그림 2-15) 총형 분무

(사) 저압 충전식 분무기

- 12V 배터리를 사용
- 저압으로 합성비정형실리카(아티미테크) 사용은 불가
- 타무트 또는 오일을 이용하고 부분 도포에 이용
- 농가에 약제 공급 후 자가 직접 관리시나 추가 보수 작업시 용의
- 농가에 대부분 보유하고 있는 장비이며 가격 저렴한 편이다.



(그림 2-16) 저압 충전식 분무기

(아) 저압 수동식 분무기

- 수동으로 공기 압축 후 사용
- 휴대가 간편함
- 소형 농장 한정된 부분의 도포를 위해 사용



(그림 2-17) 저압 수동식 분무기

(자) 기타 안전 장비

- 헬멧, 마스크(3M 8822), 반코팅 장갑 및 라텍스 장갑, 방역복, 방수 안전화, 비닐 덧신, 얼음 조끼, 허리 싹 등이 있음
- 2) 종합 방제법의 효능 평가를 위한 친환경 방제 약제의 최종 선택



(그림 2-18) 종합방제법으로 3단계 관리하는 기본이다. 청소에서 시작하여 환경개선 및 디펜스 사료 이용

가장 효과적인 방제법 확인

@친환경 살충제
@열충방제
@기타 물리 화학적 방제

합성비정형실리카 도포/살포



"사료 첨가제"

닭진드기
디펜스 사료



(그림2-19) 3단계 관리를 기초한 필드 적용 종합 방제법 완성

본 연구 결과는 종합 방제법의 기본을 위 그림으로 설명할 수 있다. 필드에서 사용할 수 있는 어떤 방법도 1차 방법 이었고 결국은 알을 죽일 수 있는 합성 비정형 실리카 “아티미테크” 와 닭진드기 디펜스 사료(본 연구 개발 상용화된 아티마이트 프리믹스 첨가사료)의 첨가이다.

(가) 본 연구에서 가장 중요한 선행 특허기술로 개발 상용화된 기피제 제품의 선택: 흡혈 기피제(상품명: 아티마이트, 아티마이트 프리믹스)의 기피 및 차단작용이 1단계에서 중요하다.

닭진드기는 흡혈을 해야 알을 낳고 개체수를 늘릴 수 있다. 하지만 기존 농약 살충제로 닭진드기를 잡고자 뿌려도 닭 깃털의 특성상 안쪽으로는 약이 도달하지 못하며, 안전하게 닭의 체내에 숨어서 흡혈을 하거나, 흡혈을 하면서 성장하는 닭진드기를 죽일 수 없다.

(나) 선행특허 개발 상용화 제품: 합성비정형실리카(상품명: 아티미테크)

- 가루 살포 및 액상 살/도포 가능
- 기존 발암 물질인 규조토, 공업용 저가 실리카는 작업자에게 치명적인 진폐증이나 암을 일으킬 가능성이 있어 본 연구에서 개발된 제품은 안전성 확보 및 유기농 인증 농가에 사용 가능한 EU 규정을 통과 하였다. 아티미테크는 합성비정형실리카 20% + 탄산수소나트륨 79% + 기타 유효 성분 1%로 안전 제품화 하였음

- 가루형태로 살포는 성충을 주로 죽이는 작용을 함
- 그러나 하절기 풍속이 강할 경우에 사용 어려움
- 청소 이후 액상 도포 사이에 고압동력살포기로 이용
- 11월~2월에 가루 살포는 주로 사용하고 저압 살포기로 작은 균락지 성충 제거하고 에어덕트 안의 진드기 억제 효과가 뛰어나.
- 액상 형태로 살/도포 가능하고 지속성으로 약충 및 알의 부화 시 물리적으로 제거하는 역할
- 물 50L에 아티미테크 1포(20kg)를 녹여 동력 분무기 20Bar로 2502노즐을 이용하여 전 계사에 주로 도포함
- 액상 도포 시 진드기를 일정 구간에 가두는 효과가 있음
- 제 1약충 살멸에 효과적이며 살멸 지역에 푸른색으로 변화가 됨
- 청소 시 성충은 대부분 제거가 되지만 약충은 제거가 되지 않음
- 특히 청소 이후 알에서 부화한 약충을 효과적으로 제거하는 방법임
- 균락을 형성한 후 균락 제거에는 적합하지 않음. 제거 시 균락의 규모에 따라 많은 양이 필요함



- 결정형 실리카가 아님 (일반적 규조토나 실리카는 결정형 실리카를 4% 이상 포함 한다)
→실리카에 의한 **진폐증**이 발생 하지 않음.
- 신경작용으로 죽이는 **화학제**가 아닌 **물리적 살비제**로 내성 발현이 없다.
- 닭과 계란에 독성이 없어 **산란중**에 사용이 가능하다.
- 닭이나 계란에는 물론이고 **사람에게도 안전**하여 언제든지 작업 할 수 있다.
- **부형제인** 탄산수소나트륨은 천연 **살균, 진균제** 역할을 하고 세척이 용의 하다.
- **PH**나 습도의 변화에 안정성을 부여 한다.
- **5 가지 국제 특허**를 보유

(그림 2-20) 본 연구과정에서 개발 상용화된 안전한 합성비정형실리카 “아티미테크”

(다) 농약 대체제:대부분 친환경 식물추출액 또는 살충제 액상 대체제

- 식물을 통한 천연 추출물이 주요 성분임
- 화학적 작용을 통해 진드기를 살멸함
- 효과가 발현되는 시간은 최소 4시간에서 2일이 걸림
- 내성 문제에 대해서는 내성 발현 가능함
- 알 및 제1약충에 대해서는 효과가 없었음->합성비정형 실리카 작용이 필요
- 농약살충제처럼 대부분 대체제는 지속 효과는 없고 1회성임을 확인
- 대부분 희석 배율은 물 30L : 식물 추출물 1L임
- 대부분의 대체제들은 살포가 용이하고 농장에서 직접 추가 도포 가능하지만 내성 문제와 보관이 불편

(라) 스프레이 오일 등

- 농업용 가용성 오일이 주요 성분

- 질식사 같은 물리적 작용을 통해 진드기를 살멸함
- 효과가 발현되는 시간은 최소 2시간에서 6시간이 걸리는데 이는 건조가 되면 바로 살멸이 된다는 것을 의미함
- 내성 문제에 관해서는 내성이 없음
- 알에 대하여 알의 부화를 직접 억제하는 효과가 있음
- 희석 배율은 물 10L을 기준으로 스프레이오일을 1L 희석
- 오일 성분으로 균락에 스며들어 광범위한 살멸 효과가 있으나 계사에 오일 성분이 남음
- 지속 효과를 위해서는 합성 비정형 실리카의 도포 “아티미테크”가 필요하나 적용에 문제가 발생함

(마) 열풍방제법

- 빈계사의 방제법으로 효과가 우수하다.
- 유럽(네덜란드,독일,노르웨이)에서 성공적으로 사용중
- 내부온도 50~60℃ 24시간 유지 단 구석 구석 적용시 고온으로 플라스틱 장비의 손상을 각오해야 한다.
- 닭진드기 45℃ 이상의 온도시 건조 사멸 특성 이용한 기술이다.
- 방제후 합성 비정형 실리카 “아티미테크”의 도포 및 보수 관리를 해준다면 좋은 결과가 기대된다.
- 방제후 닭진드기 디펜스 사료(개발 상용화제품:아티마이트 프리믹스)의 적용이 닭진드기 재발 방지에 도움이 된다.
- 모니터링 및 전문 방제업체의 와이파이 현미경법에 의한 모니터링 관리 및 아티미테크 보수 보완이 닭진드기 방제 효과를 지속적으로 유지 시킬 수 있다.

농약살충제 대체제나 스프레이오일 등 방법이나 합성 비정형 실리카 “아티미테크”의 살충제 대체효과를 보기위한 살포법 등은 1차적인 효과는 당연히 있다.

또한 기존 불법 사용 농약이나 화학제, 유기인제의 경우 내성 문제가 되어 한번은 죽으나 닭진드기가 재발되는 문제의 원인은 바로 체계적인 구제법이 아니기 때문이었다. 또한 선행 특허로 개발된(제 10-1537197:가금류의 와구모 사멸용 살포제 및 가금류의 와구모 사멸방법 및 상기 가금류 와구모사멸방법으로부터 생산된 가금류 및 알,제10-1521394: 가금류의 이 구제용 기피제 조성물 및 그 제조방법) 방법을 좀더 효과적으로 닭진드기를 방제하기 위해서는 흡혈기피제의 사료첨가제 형태의 장기 투여가 중요하게 작용한다.

좀더 확실한 방제를 하기 위해서는 닭 체내에는 이런 제제가 들어가 흡혈 작용을 못하게 해야 한다.닭진드기 증가를 막는 가장 좋은 방법은 닭을 없애거나 닭에게 흡혈을 못하게 하는 방법 뿐이다.그래서 흡혈 기피제의 작용이 필요하며, 흡혈 기피제를 먹일 때 닭진드기의 산란 및 개체의 증가를 막을 수 있는 이유이다

닭 진드기의 생활사에서 ①1약충->2약충, ②2약충->성충, ③짜짓기 후, ④산란전 총 4번 흡혈을 하게 된다.

본 연구 개발된 흡혈기피제 조성물의 강력한 흡혈 기피성분으로 닭진드기가 흡혈하지 못하면

다음 단계로 성장하지 못하며, 닭진드기는 닭똥의 몸에서 떨어져 나오게 된다. 이때 농장 바닥에서는 흡혈하지 못하여 작고 하얀 상태를 보이는 개체가 많아진다

본 조성물을 프로그램대로 계속 급여하면 흡혈한 진드기보다 흡혈하지 못한 진드기의 비율이 높아지게 되고, 성장사가 차단된 진드기는 사멸하게 된다. 본 조성물 첨가제 단독으로도 닭진드기의 방제관리가 가능 하다.본 연구팀은 사료 형태의 흡혈기피제를 개발하여 경제성과 사용의 편리성을 높이고 안전한 계란 생산으로 국민의 안전 먹거리에 이바지 하고자 한다. .

본 연구 개발된 흡혈기피제 아티마이트는 식물성 오일계 혼합 활성 성분인 **보르네올 레드 타임 오일(Borneol Red Thyme Oil)**이 주성분이며

이 오일 제조방법은 타임 오일(Thyme oil)을 기본으로 하고 카바크롤 오일(carvacrol oil),보르네올 오일(borneol oil),제라니올 오일(geraniol oil) 을 혼합한다.또한 담체를 이용하여 첨가제화 한 기술 제품이 아티마이트 프리믹스이다.

유화제 및 담체를 함께 포함하는 닭 진드기 방제용 첨가제를 개발하였으며, 상기 닭 진드기 방제용 조성물은 닭 진드기의 흡혈을 통한 번식 또는 발육을 억제하여 닭 진드기 방제 효과가 있다.

본 제품의 주요 성분인 담체 세피오라이트(sepiolite)는 백색, 회백색 혹은 밝은 노란색을 띠며 사슬구조를 가진 점토 광물로서 가벼운 마그네슘 규산염광물(Mg silicate minerals)이다. 다공 물질로 다른 케리어에 비해 둥글둥글한 입자를 가지고 있으며 장벽에 대한 자극이 없고 효능이 좋아. 본 제품에서 주담체 재료로 사용하였고 양계부분의 생산성 향상에 효과가 있다고 여러 논문에서 보고된 성분이다. .단독으로도 판매되는 상품도 있을 정도 이다.단독 사용만으로도 2%의 생산성 증대 효과가 있다고 한다.

닭진드기 디펜스 사료 “아티마이트P” 흡혈기피제를 투여하게 되면 아래 그림 2-19 설명처럼 3시간이 지나면 효과가 나오기 시작한다.

- 닭이 안정적으로 변함- 덜 민감하고 깃털 빠짐이 줄어 듬
- 난각 품질 향상 (난각이 두꺼워지고, 색소 침착, 혈액 얼룩이 감소)
- 평균 1.5% 이상의 산란율 증가
- 적혈구 수치 증가 (24% 이상) → 면역력과 건강 증진
- 작업자의 작업 환경 개선 (가려움증 또는 알레르기 등)



(그림 2-21) 닭진드기 디펜스 사료 또는 흡혈기피제 경구 투여시 농장 상태 변화

○ 경구형 액상 투여 - 아티마이트 L

- 흡혈기피제로써 닭 진드기가 싫어하는 냄새로 흡혈의 욕구를 멈추게 하며 닭 깃털 사이 등 닭 몸에서 떨어내는 역할
- 닭에서 떨어진 진드기는 균소체(균락)을 형성하고 휴지기 상태로 들어가게 된다
- 닭 진드기 암컷은 흡혈을 하지 않으면 번식을 할 수 없으므로 닭 진드기 증식을 억제할 수 있음
- 사용하는 방법은 10,000수당 1L/4days/10h 이상 급여하면 된다
- 급여와 동시에 기피 효과가 눈에 띄게 나타남. 따라서 살충제 대체제 등 살포 전에 사용 시 살충 효과가 배가시키는 작용이 가능함. 일반적으로 4일 투여후 닭진드기가 닭주변에 집중적으로 모이게 하고 살충제 효과가 있는 제제를 살포하면 10배 이상의 살충 효과와 에센셜 오일 주성분의 작용으로 닭의 힐링 및 호흡기 치료 효과를 볼 수 있음
- 농장에서 급여 관리가 되지 않는 경우와 간혹 장기간 급여 시 니플 막힘이 발생하니 음수 소독이 필수

○ 아티마이트 P (닭진드기 디펜스 사료, 닭진드기 예방용 사료첨가제)

- 닭 진드기 컨트롤 보조 사료로써 닭 진드기 숫자가 한계치 이하로 초기 및 방제 성공 후 재 증식을 억제하는데 사용하면 효과적임
- 난각 개선과 산란율 증가, 클리닝에 효과가 있어 실제 농가 사용 시 추가 비용에 대한 부담이 없음
- 사용법은 최초 4주간엔 2kg/사료ton 사용하고 그 이후에는 1kg/사료ton으로 급여
- 아티마이트 L보다 보이는 효과는 적으나 지속적으로 관리 가능 그리고 편리하게 적용 및 생산성 개선 효과가 뛰어남

100,000수 적용

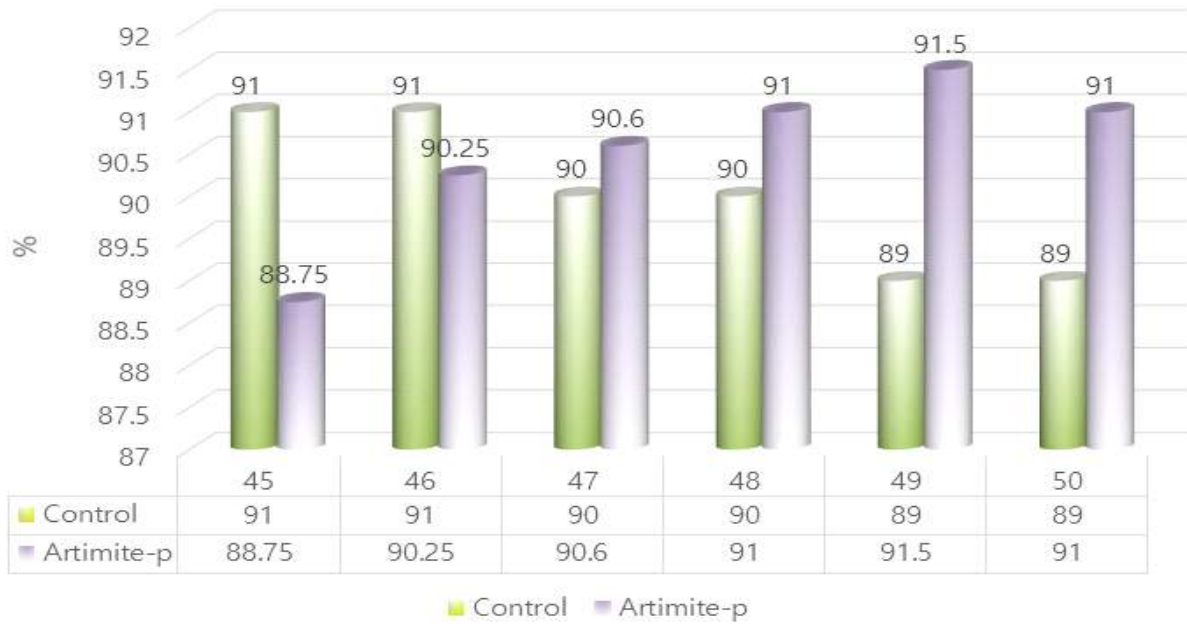
- ✓ 산란율 개선 : +1,00%
- ✓ 폐사율 개선 : -0,50%
- ✓ 등급 하락율 개선 : -0,50%

P&L을 위한 43주 프로그램 => 301일 * 100,000 * 1원 => 30,100,000원 투입

| | |
|----------------------------|----------------------|
| - 산란율 개선으로 인한 이익 | + 31,020,000원 |
| - <u>폐사율</u> 개선으로 인한 이익 | + 15,510,000원 |
| - <u>등급 하락율</u> 개선으로 인한 이익 | + 15,510,000원 |
| => 전체 개선으로 인한 이익 | + 62,040,000원 |

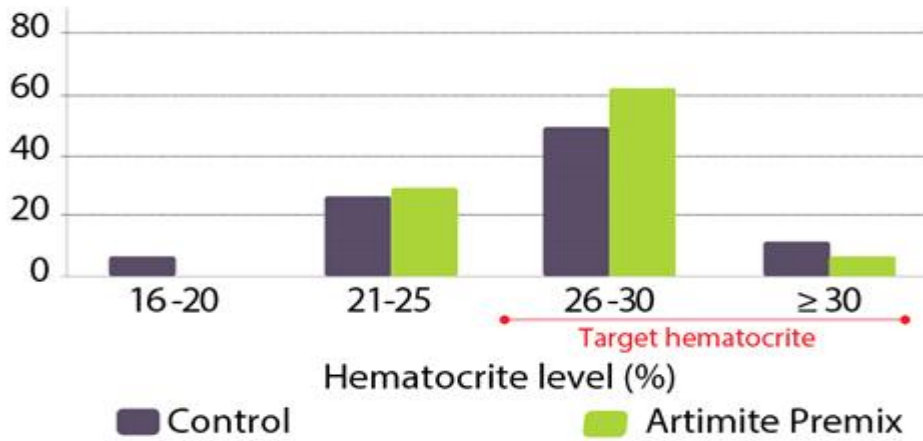
(그림 2-22) 43주 닭진드기 디펜스사료 “아티마이트P” 투여시 경제적 효과

산란율 %



(그림 2-23) 닭진드기 디펜스사료-흡혈기피 첨가제 투여 시 산란율 변화
 <사료 첨가 후 5~10일이면 빠르게 효과가 나타나 닭이나 계란의 상태가 개선됨>

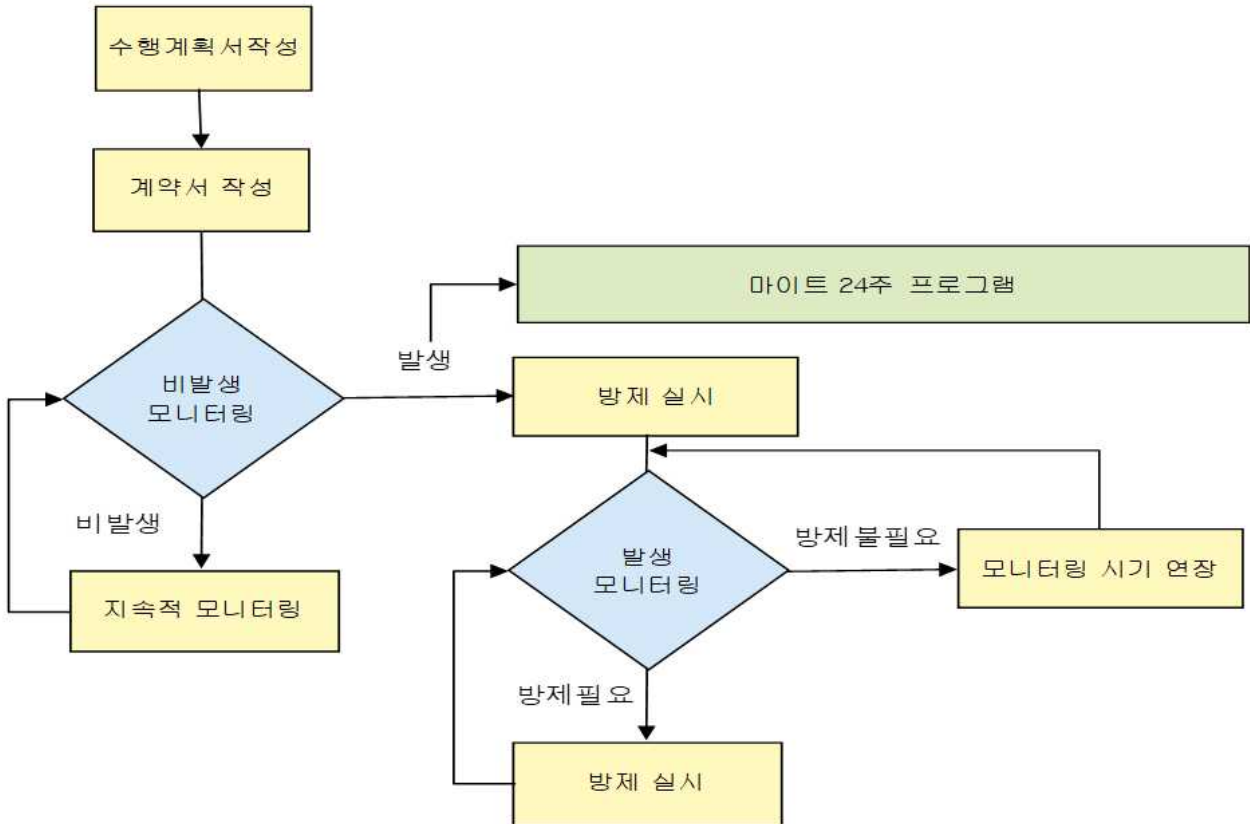
Laying hens %



(그림 2-24) 닭진드기 디펜스사료-흡혈기피 첨가제 투여후 빈혈 지수 변화

다. 실험 내용

- 각 방제효능 평가 결과를 기반으로 표준 닭 진드기 종합 방제법(IPM)은 다음과 같다



○ 진드기 비발생 시 모니터링

- 마이트 캐치룸을 이용하여 사전 점검 시 발생하기 쉬운 곳이라 판단되는 곳을 중심으로 1동당 3개 설치
- 1회/1달, 케이블 타이를 이용하여 일정한 장소에 설치
- 설치 후에 3~5일 후 반드시 확인하고 물에 적셔서 안쪽까지 확인한다
- 마이트 캐치룸 설치 및 확인 시 현미경을 이용하여 전 계사를 꼼꼼히 육안 확인
- 모니터링 이후 책임자에게 확인 및 설명
- 질병 여부 확인이 될 경우 닭 상태 점검 및 농가에게 통보

■ 모니터링 기법

▷ 목적

- 입식 계군 평가 및 진드기 감염유무를 파악 가능
- 처치시기와 방법 결정, 처치 후 평가 가능
- 차단방역의 실행 지표로 삼을 수 있음
- 농장 기본방제 전략 수립에 이용할 수 있음

▷ 종류

1) 마이트 캐치룸(특히 골판지 법)

- 10×20cm 또는 10×10cm

- 진드기 특성상 최적지인 집란벨트 아랫부분에 설치
- 진드기 최초 발생이 많은 지역, 농장 히스토리에 따라 많이 발생하는 지역에도 설치
- 설치하고 3~4일 후 관찰
- 1~5마리 발생 시 또는 진드기 발견 시 현미경 범으로 변경



(그림 2-24) 특히 출원한 닭진드기 포획 트랩 마이트 캐치룸

2) 현미경 관찰법 (Wifi 디지털현미경)

- 층간까지 간편하게 바로 확인 가능
- 알 및 제1약층, 극 초기, 청소, 소독 등 방제 작업을 하고나서도 바로 확인 가능하다
- 단 관찰자의 숙련도에 따라 모니터링 결과가 달라짐.



(그림 2-25) 편리하고 정확한 Wifi 디지털현미경 관찰법

○ 진드기 발생 시 모니터링

- 육안 및 현미경 관찰로 군락지 파악
- 진드기 및 충란 수량 및 비율 파악
- 방제 방법 및 횟수 결정
- 각 방제 시마다 방제 후 반드시 현미경으로 진드기 Grade 파악하고 방제 전, 후, 비교용으로 케이블 타이를 이용하여 일정한 곳에 실시
- 한계치 이하로 방제 성공 시 최초 1회/1주 현미경 모니터링 실시 및 진드기 증가가 없으면 1회/2주, 1회/3주, 1회/4주로 순차적으로 실시
- 모니터링 시 반드시 농장 책임자에게 아래 5단계 색깔로 현 상태에 대해 설명하고 추후 작업과 예후에 대해 설명



- 모니터링 기법 개발 : 특히 출원된 마이트 캐치룸과 Wifi 현미경을 이용하여 표준화된 Score(0~4를 5색으로 표시)를 제시



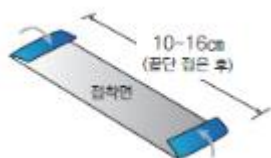

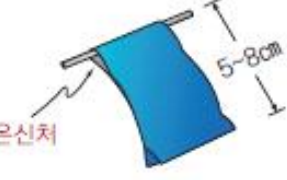

(그림 2-26) Wifi 디지털현미경으로 발견한 성충과 충란들

3) 기존 닭 진드기 모니터링 방법과 새로 개발된 모니터링 기법

□ 나무막대기법

| 구분 | 내용 | |
|------|--|---|
| 방법 |  | <p>1. 12cm 길이의 PVC파이프와 파이프 직경보다 가는 10cm 길이의 등근 나무막대기를 준비하고 나무막대기 중간에 작은 나사를 박습니다.(나사는 나무막대기가 파이프 속에서 움직이지 않도록 고정하기 위한 목적)</p> |
| |  | <p>2. 나사를 박은 나무막대기를 파이프 속으로 밀어 넣습니다.</p> |
| |  | <p>3. 접근하기 쉬운 장소에 10~12개의 완성된 나무막대기를 계사 구석구석 고르게 분배해 부착합니다.</p> |
| |  | <p>4. 1주일 후 나무젓가락 같은 것을 이용, 나무막대기를 밀어내 진드기 개체수를 확인합니다. 아래 사진과 비교, 점수를 측정해 기록합니다.</p> |
| 판정기준 |  | ○ 점수 1: 닭진드기가 거의 보이지 않음 |
| |  | ○ 점수 2: 닭진드기가 약간 보임 |
| |  | ○ 점수 3: 닭진드기가 많이 보임 |
| |  | ○ 점수 4: 닭진드기가 매우 많이 보임 |
| 방제실시 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 평균 점수가 1.5보다 높을 때 ○ 한 위치에서 점수가 3일 경우 ○ 계란 또는 폐사축에서 핏자국이 발견될 경우 | |




□ 테이프법

| 구분 | 내용 | |
|------|---|---|
| 방법 |  | 1. 너비 3cm 정도의 테이프를 준비해 12~18cm 길이로 잘라냅니다. 나중에 테이프를 제거하기 쉽게 양 끝단을 1cm 정도씩 접어서 마주 붙입니다.(사용하게 될 길이는 설치 기준, 5~8cm 정도) |
| |  | 2. 케이지 살에 테이프를 걸어 두릅니다. |
| |  | 3. 케이지 살과 사이에 약간의 공간이 생기도록 유의하면서 테이프를 밑에서 위로 눌러가며 마주 붙인 후 늘어뜨립니다. 계사 내에 고르게 분배, 접근하기 쉬운 장소에 10~12개의 테이프를 부착합니다.(빈 공간이 진드기의 은신처로 기능) |
| |  | 4. 1주일 후 테이프를 떼어내 확인, 아래 판정기준에 따라 점수를 측정해 기록합니다. 5. 기록 후 새로운 테이프를 재설치합니다., 매주 테이프를 확인해 방제 필요 여부를 판단합니다. |
| 판정기준 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 점수 1: 진드기가 없음 ○ 점수 2: 1~9마리의 진드기가 보임 ○ 점수 3: 10마리 이상의 진드기 보임 ○ 점수 4: 테이프 안팎에 진드기가 떼 지어 모여 있음 | |
| 방제실시 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 평균 점수가 1.5보다 높을 때 ○ 한 위치에서 점수가 3일 경우 ○ 계란 또는 폐사축에서 핏자국이 발견될 경우 | |


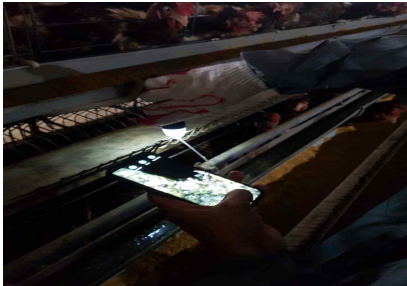


□ 먼지관찰법

| 구분 | 내용 |
|------|---|
| 방법 | ○ 계사 바닥에 있는 먼지를 쓸어서 먼지 높이가 10cm 이상 되도록 한 후 따뜻한 곳에 두고 흰종이(A4용지)를 덮어서 1시간 후에 관찰 |
| 판정기준 | ○ 흰 종이 위의 진드기 수 확인 |
| 방제실시 | ○ 500마리 내외가 되기 전에 처치 권장 |

☐ 골판지법

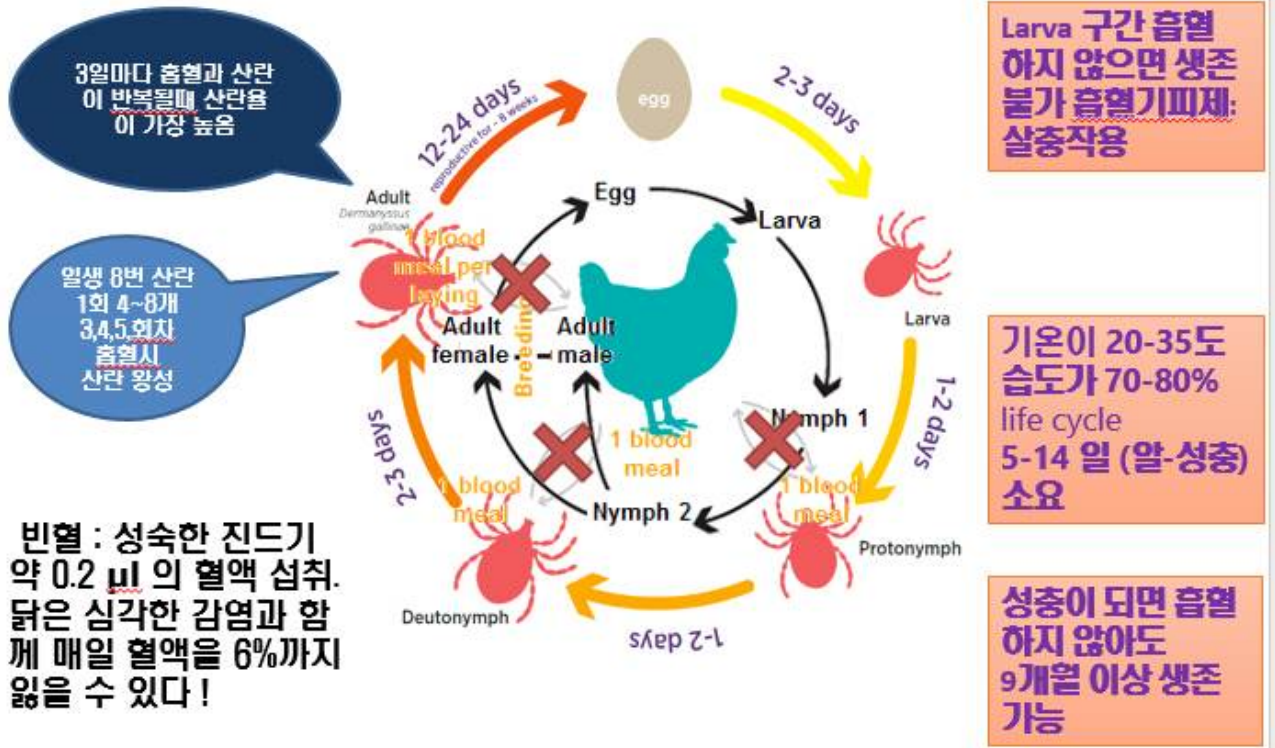
| 구분 | 내용 | |
|--------------------|--|--|
| 방법 |  | 1. 너비 7cm, 길이 10cm, 높이 2.5mm(B골)의 골판지를 준비한다. |
| |  | 2. 접근하기 쉬운 장소에 12개의 골판지를 테이프를 이용하여 계사 구석구석 고르게 분배하여 부착한다. |
| |  | 3. 설치 2일 후 골판지를 제거하여 닭진드기 개체수를 확인합니다. 닭진드기의 개체수를 아래의 판정기준과 비교하여 점수를 측정합니다. |
| 판정기준 (축산과학원 제공) | ○ 점수 1: 닭진드기가 없음 | |
| | ○ 점수 2: 1~150마리의 닭진드기가 보임 | |
| | ○ 점수 3: 151~500마리의 닭진드기 보임 | |
| | ○ 점수 4: 501마리 이상의 닭진드기 보임 | |
| 방제실시 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 평균 점수가 1.5보다 높을 때 ○ 한 위치에서 점수가 3일 경우 ○ 계란 또는 폐사축에서 핏자국이 발견될 경우 | |

□ 본 연구개발 모니터링 기법 마이트 캐치룸과 Wifi 현미경을 이용

| 구분 | 내용 |
|----------------------|--|
| 방법 |  <ul style="list-style-type: none"> 1. 10×20cm 또는 10×10cm - 진드기 최적지인 집란벨트 아랫부분에 설치 - 진드기 최초 발생이 많은 지역, 농장 히스토리에 따라 많이 발생하는 지역에도 설치 - 설치하고 3~4일 후 관찰 - 1~5마리 발생 시 또는 진드기 발견 시 현미경 방법으로 변경 |
| |  <ul style="list-style-type: none"> 1. 현미경 관찰법 (Wifi 디지털현미경) - 간편하게 바로 확인 가능 - 알 및 제1약층, 극 초기, 방제 작업을 하고나서도 바로 확인 가능 - 단점: 관찰자의 숙련도에 따라 모니터링 결과가 달라짐 |
| |  <ul style="list-style-type: none"> - 육안 및 현미경 관찰로 군락지 파악 - 진드기 수량 파악 - 방제 방법 및 횟수 결정 - 각 방제 시마다 방제 후 반드시 현미경으로 진드기 Grade 파악하고 방제 전, 후, 비교용으로 케이블 타이클 이용하여 일정한 곳에 실시 - 한계치 이하로 방제 성공 시 최초 1회/1주 현미경 모니터링 실시 및 진드기 증가가 없으면 1회/2주, 1회/3주, 1회/4주로 순차적으로 실시 - 모니터링 시 반드시 농장 책임자에게 현 상태에 대해 설명하고 추후 작업과 예후에 대해 설명  |
| 관정기준 (축산과학원 제공+@) | <ul style="list-style-type: none"> ○ 그린색 0: 닭진드기가 없음 ○ 연두색 1: 1~150마리의 닭진드기가 보임 ○ 노랑색 3: 151~500마리의 닭진드기 보임 ○ 자주색 4: 501마리 이상의 닭진드기 보임 ○ 빨간색 5: 컨트롤 불능 |
| 방제 실시 | <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>마이트 캐치룸과 Wifi 현미경을 이용 닭진드기 발견시</u> ○ 평균 점수가 1.5보다 높을 때 ○ 한 위치에서 점수가 3일 경우 ○ 계란 또는 폐사축에서 핏자국이 발견될 경우 |

■ 종합 방제법에서 가장 중요한 점은 각 단계에서의 방제 시기별 방제 간격이다

- 4~5월 : 5~7일 간격 방제
- 6~9월 : 3~5일 간격 방제(현미경법 모니터링시 총란 비율 50%이상 극성수기 2~3일)
- 10~12월 : 5~7일 간격 방제
- 1~3월 : 7일 이상 무방함



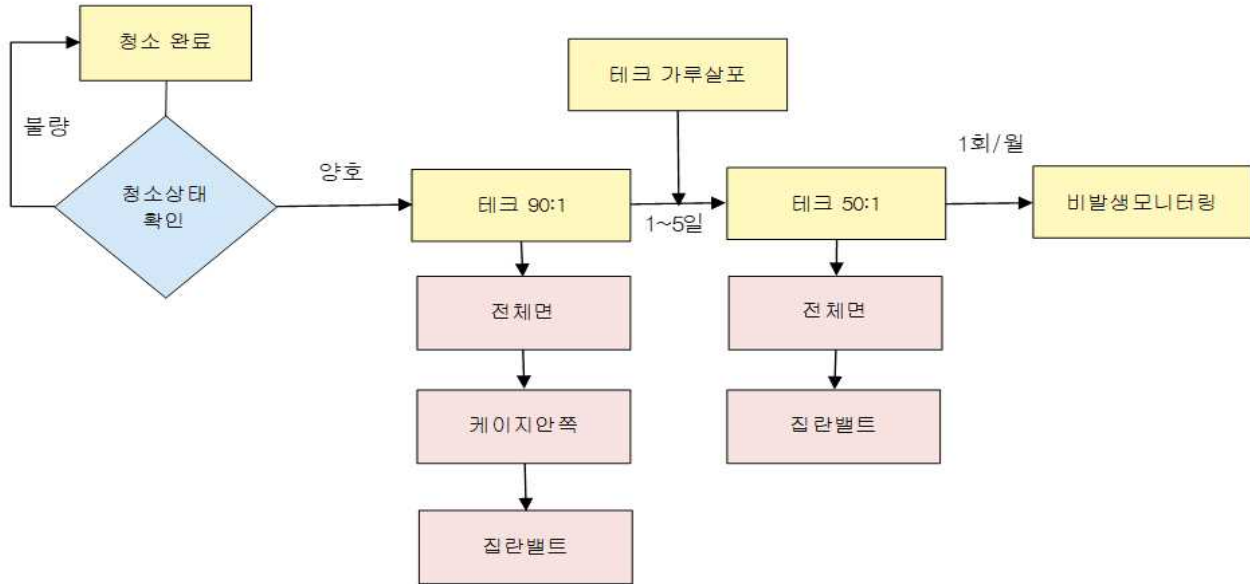
(그림 2-27) 닭진드기 생활사를 고려한 방제 간격 고려해야함

■ 완성된 종합 방제법

- 빈계사 계사 형태에 따른 닭 진드기 최초(기본) 방제법
- 닭이 있을 때:계사 형태에 따른 닭이 입식 후, 닭 진드기 발생 시 방제법
- 닭이 있고 닭진드기 한계치 이상:
 - 계사 형태에 따른 닭이 입식 후, 닭 진드기 군락 발생 시 방제법
 아래는 각 방제법에 대한 설명이다,

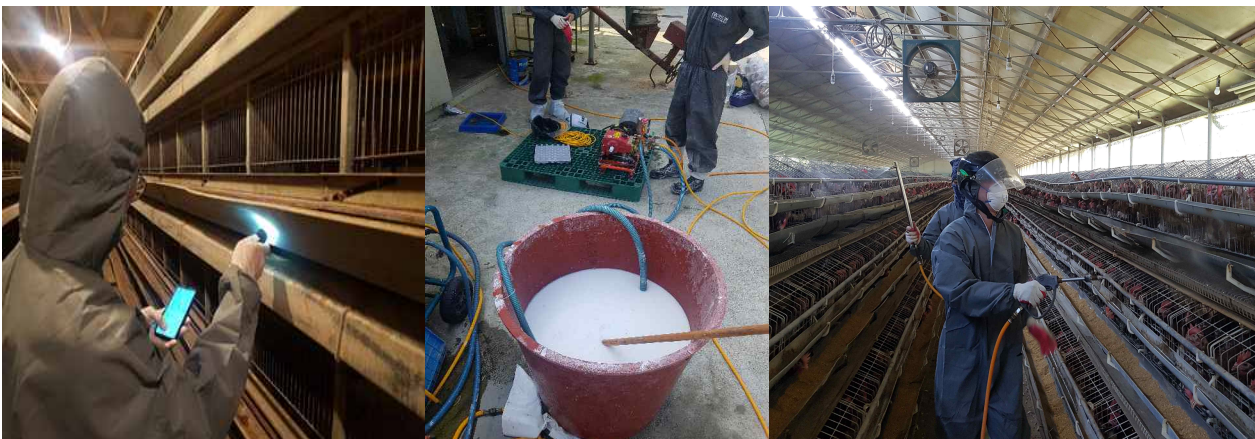
A. 빈계사 계사 형태에 따른 닭 진드기 최초(기본) 방제법

- 기본적으로 닭이 입식하기 전에 계사 안을 청소를 하고 나서 방제를 하는 방식이다



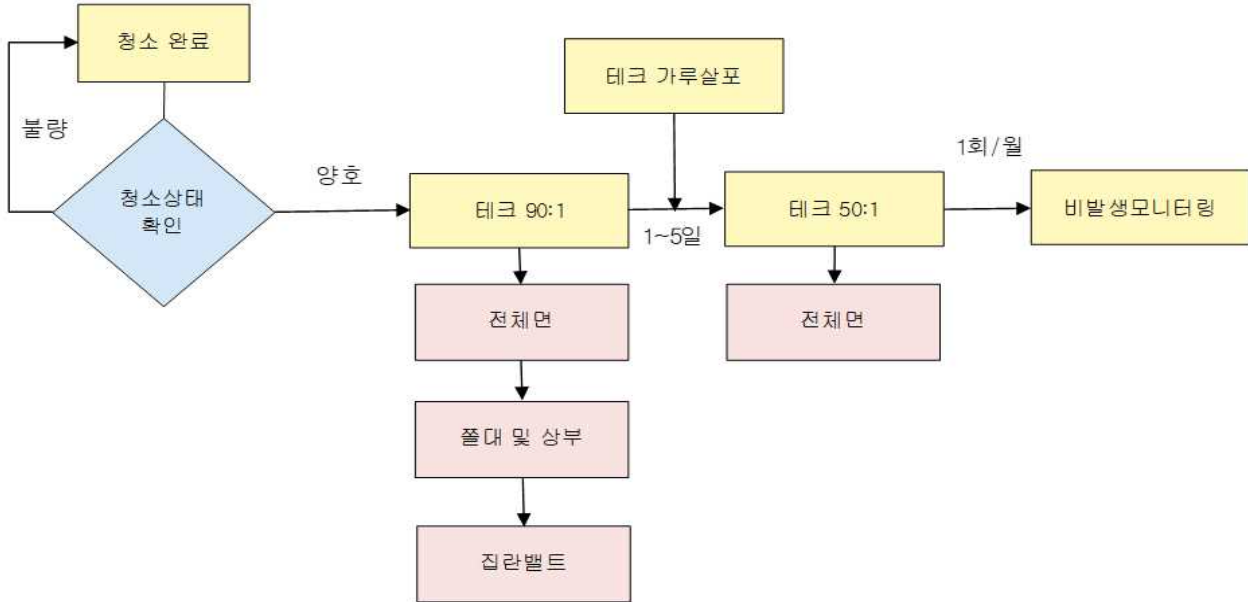
1) 직립 케이지 표준 방제 흐름도

- 청소 상태 확인 : 청소 종료 시 반드시 방문하여 청소 상태 확인 및 책임자와 상담하고 Wifi현미경을 이용하여 진드기 상태를 확인시켜주고 청소 소독 후 완전 건조시킨 다음 방제를 실시한다
- 테크 90:1 : 물 90L에 아티미테크 20kg 희석 후에 도포를 하는 방식으로 1만수 당 2포 소요되고 전용 노즐을 사용하여 전체면, 케이지 안쪽 그리고 집란벨트 순차적으로 도포한다
- 테크 가루 살포 : 환기팬을 정지시키고 계사 밀폐 후에 동력가루 살포기를 이용하여 살포하는 방식으로 테크 도포 사이에 실시하며 1차 도포 후에 바로 살포하는 것이 최적이다. 1만 수당 4kg이 보통 소요된다
- 테크 50:1 : 물 50L에 아티미테크 20kg을 희석 후에 도포를 하는 방식으로 1만수 당 2.5포 소요되고 전용 노즐을 사용하여 전체면, 집란벨트에 도포한다
- 닭진드기 감염 위험 농장은 입식 후 닭진드기 디펜스 사료(아티마이트P)를 3달 이상 급여하면 닭진드기 예방 및 생산성 향상 특히 높은 산란율 피크와 질병 예방에 도움을 준다.



(그림 2-28) 기본 방제 과정

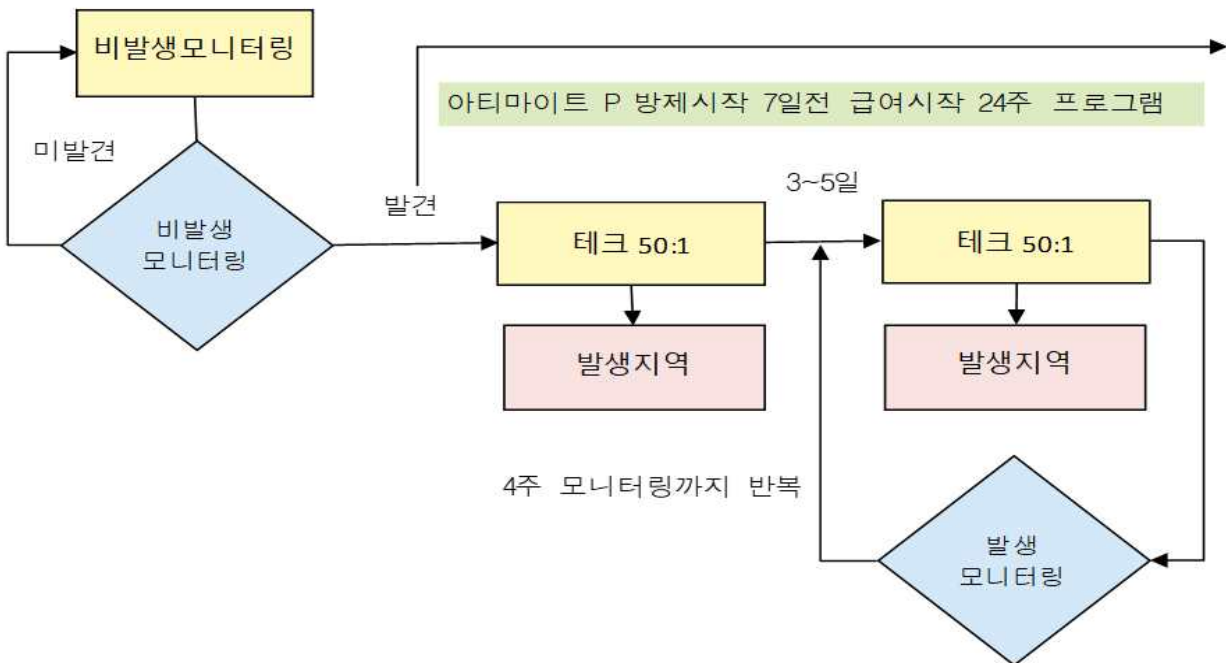
2) A형 케이지 표준 방제 흐름도



- 테크 90:1 : 물 90L에 아티미테크 20kg을 희석한 후 도포하는 방식으로 1만 수당 2~3포가 소요되며 전용 노즐을 이용하여 전체면, 풀대 및 상부 그리고 집란벨트 순으로 도포를 한다
- 청소 상태 확인, 테크 50:1 및 테크 가루 살포는 직립 케이지와 동일하다
- 닭진드기 감염 위험 농장은 입식 후 닭진드기 디펜스 사료(아티마이트P)를 3달 이상 급여하면 닭 진드기 예방 및 생산성 향상 특히 높은 산란율 피크와 질병 예방에 도움을 준다.

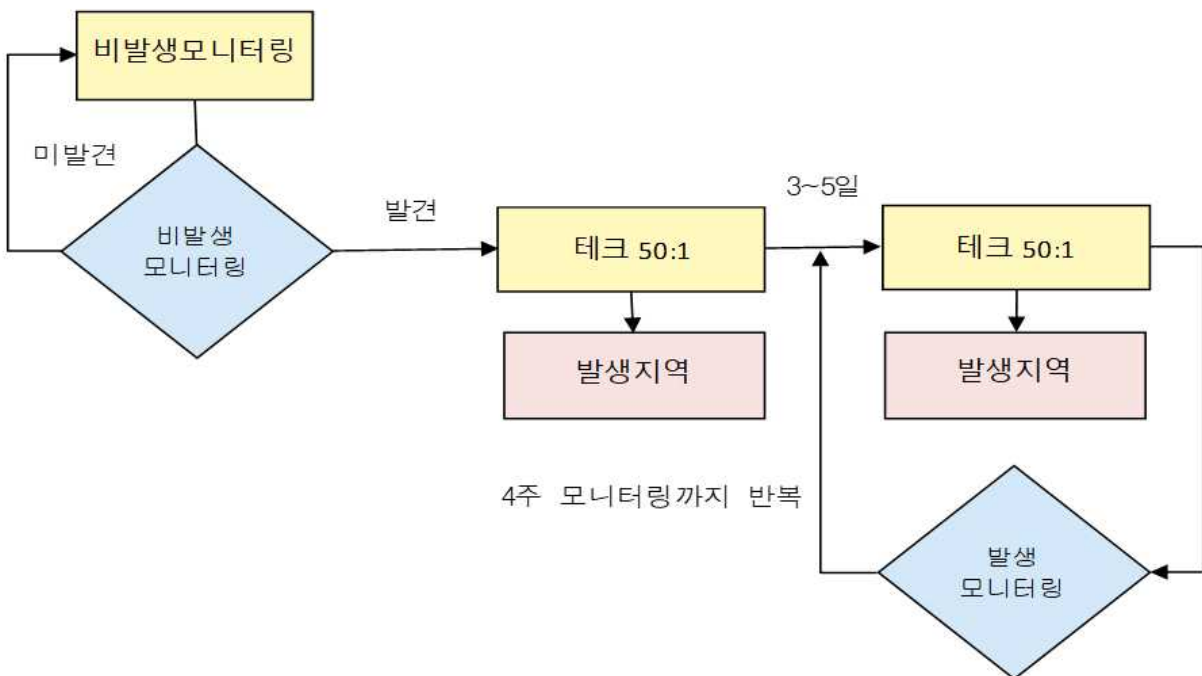
B. 닭이 있을 때:계사 형태에 따른 닭이 입식 후, 닭 진드기 발생 시 방제법

1) 직립 케이지 흐름도



- 아티마이트 P 급여 : 진드기 발견과 동시에 최대한 빨리 아티마이트 P 프로그램을 실시한다. 최대 24 주 급여 프로그램 운영하고 최초 4주는 2kg/ton 그 이후에는 1kg/ton을 급여한다
- 테크 50:1 도포 : 물 50L에 테크 20kg을 희석한 후 도포하는 방식으로 1만수 당 1.5포 소요된다. 전용 노즐을 이용하여 발생지역에 도포한다
- 최초 방제 작업 후 3~5일 안에 2차 작업을 실시하고 2차 방제하고 1주일 후 발생 모니터링을 통해 추가 방제를 결정한다. 방제 모니터링이 4주 간격으로 안정화가 될 때까지 상기 작업을 반복한다
- 기본 프로그램 : 진드기 발생 이후 17회 모니터링 및 10회 방제

2) A형 케이지 흐름도

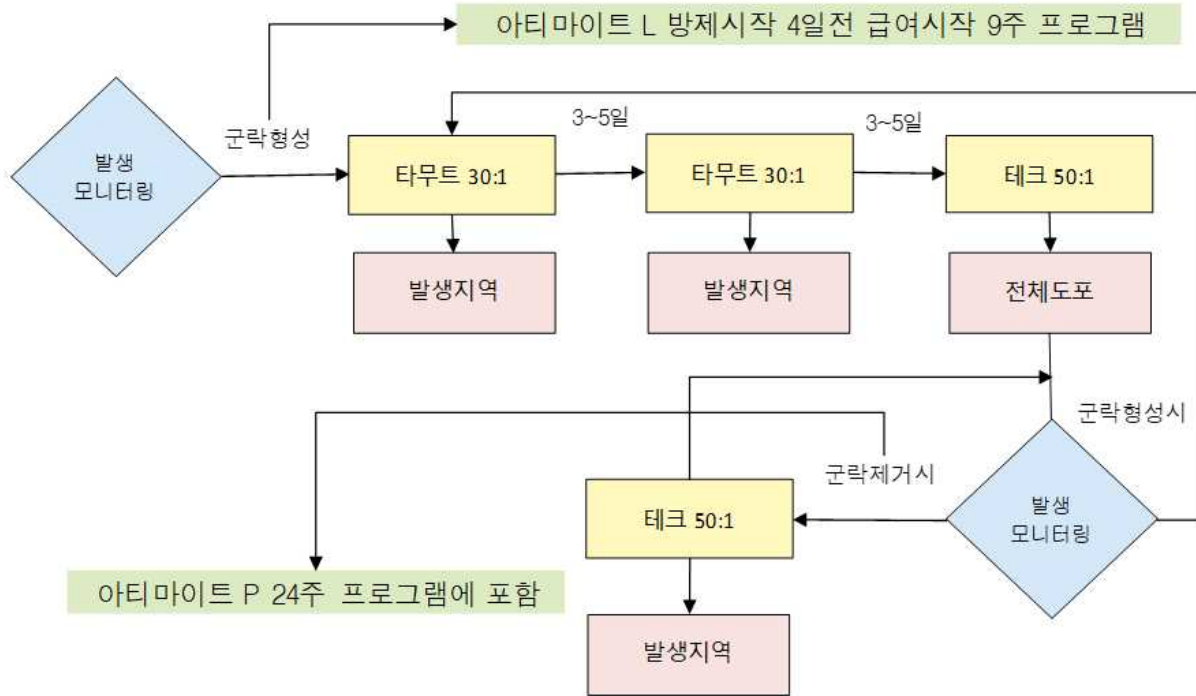


- 테크 50:1 도포 : 물 50에 아티미테크 20kg을 희석한 후 도포하는 방식으로 1만수 당 2포 소요된다. 전용 노즐을 이용하여 발생지역에 도포하고 3~5일 간격으로 2회 작업 이후 발생 모니터링 실시한다
- 닭진드기 감염 위험 농장은 입식 후 닭진드기 디펜스 사료(아티마이트P)를 3달 이상 급여하면 닭진드기 예방 및 생산성 향상 및 질병 예방에 도움을 준다.

C. 닭이 있고 닭진드기 한계치 이상:

계사 형태에 따른 닭이 입식 후, 닭 진드기 군락 발생 시 방제법

1) 직립 케이지 흐름도

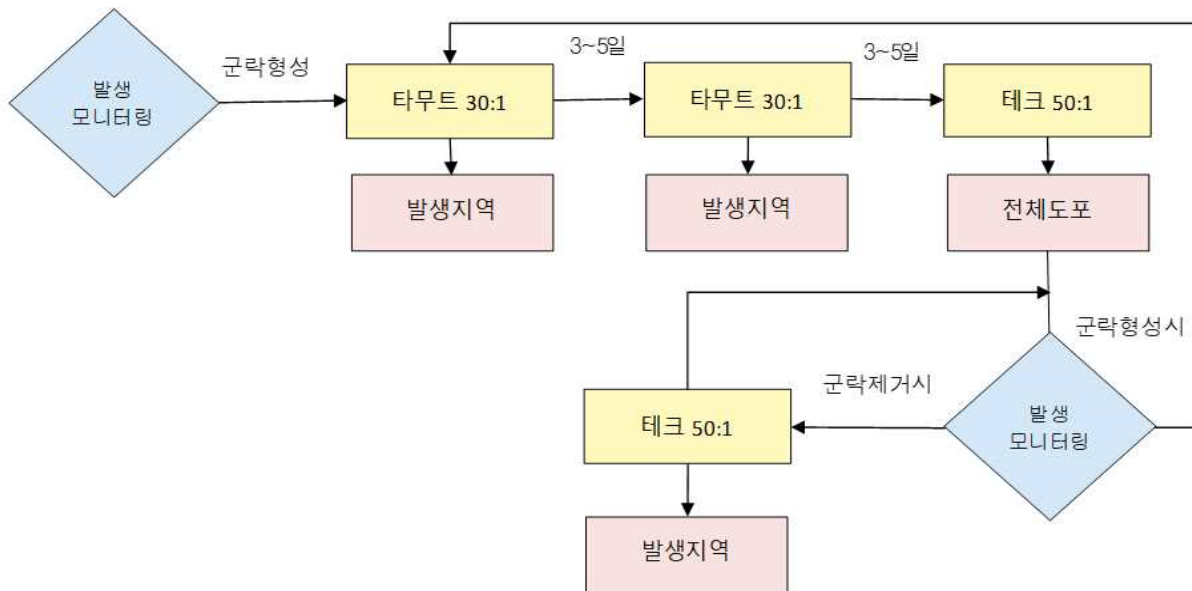


- 긴급 아티마이트 L 급여 : 진드기 군락 형성과 동시에 최대한 빨리 아티마이트 L 프로그램을 실시한다. 이는 1L/1만수/1일(10시간 이상) 4일 연속 투여, 3일 휴식 프로그램으로 4주간 연속 실시한다. 5~9주는 2회/1주 투여 프로그램을 실시하며 9주 이후 진드기가 안정화가 되었을 때 닭진드기 디펜스사료 “아티마이트 P 프로그램(2kg/ton 연속 급여)” 를 적용 한다
- 타무트 또는 전용 액상제제 30:1 살포 : 물 30L에 타무트 1kg을 희석한 후 살포하는 방식으로 1만수 당 4kg가 소요된다. 또는 물 10L에 스프레이 오일 1L을 희석한 후 살포하는 방식을 이용해도 된다. 이는 1만수 당 10L가 소요된다. 전용 노즐을 이용하여 군란 형성 지역에 살포하면 되고 최초 방제 작업 후 3~5일 안에 2차 작업을 실시하며 타무트 2차 작업 후 3~5일 안에 아티미테크 50:1 전면 도포를 실시한다
- 테크 50:1 도포 : 물 50L에 테크 20kg 희석 후 도포하는 방식으로 1만수 당 2포 소요된다. 전용 노즐을 이용하여 전체 면을 일괄 도포하는 방식이다
- 3차 방제 이후 발생 모니터링 : 3차 방제 1주일 후 발생 모니터링을 통해 추가 방제 결정을 하며 모니터링으로 군락 제거가 되지 않으면 군락이 제거될 때까지 타무트 작업을 반복한다. 군락 제거 혹은 안정 시 발생모니터링 및 4주 안정화 작업(합성 비정형 실리카:아티미테크 발생 부위 도포)을 반복 실시한다
- 일반적 작업 : 대부분 2회 작업으로 안정화 가능하다



(그림 2-29) 닭진드기의 군락 형성

2) A형 케이지 흐름도



- 타무트 또는 전용액상제제 30:1 살포 : 물 30L에 타무트 1kg 희석 후 살포하는 방식으로 1만수 당 5kg 소요된다. 또는 물 10L에 스프레이 오일 1L 희석 후 살포하는 방식을 이용해도 된다. 이는 1만수 당 13L가 소요되고 전용 노즐을 이용하여 군락 형성 지역에 살포한다
- 일반적 작업 : 대부분 2회 작업으로 안정화 가능
- 닭진드기 감염 위험 농장은 닭진드기 디펜스 사료(아티마이트P)를 3달 이상 급여하면 닭진드기 예방 및 생산성 향상 및 질병 예방에 도움을 준다.

■ 군락이 발생한 한계치 이상 농장의 방제법은?

- 군란 제거 방제 방법에 준해서 작업
- 최초 먼지가 많이 존재할 때는 타무트 또는 액상전용제제 2회, 테크 1회 방제 방법을 이용
- 추가 방제 시 오일 2회, 테크 1회 방제 방법을 이용하여 군락 제거 시까지 순환 방제를 실

시

- 타무트 또는 액상전용제제 방제 1회, 오일 방제 2회로 군락 제거 가능하고 이후 안정기가 될 때까지 합성비정형 실리카 “아티미테크” 방제를 실시
- 흡혈 기피제 “아티마이트 L” 9주 프로그램 이후 닭진드기 디펜스사료 “아티마이트 P” 15주 프로그램을 실시한다



(그림 2-30) 한계치 이상 농장의 마이트캐치룸



(그림 2-31) 타무트 용액

라. 실제 방제 적용 현장의 실험 결과

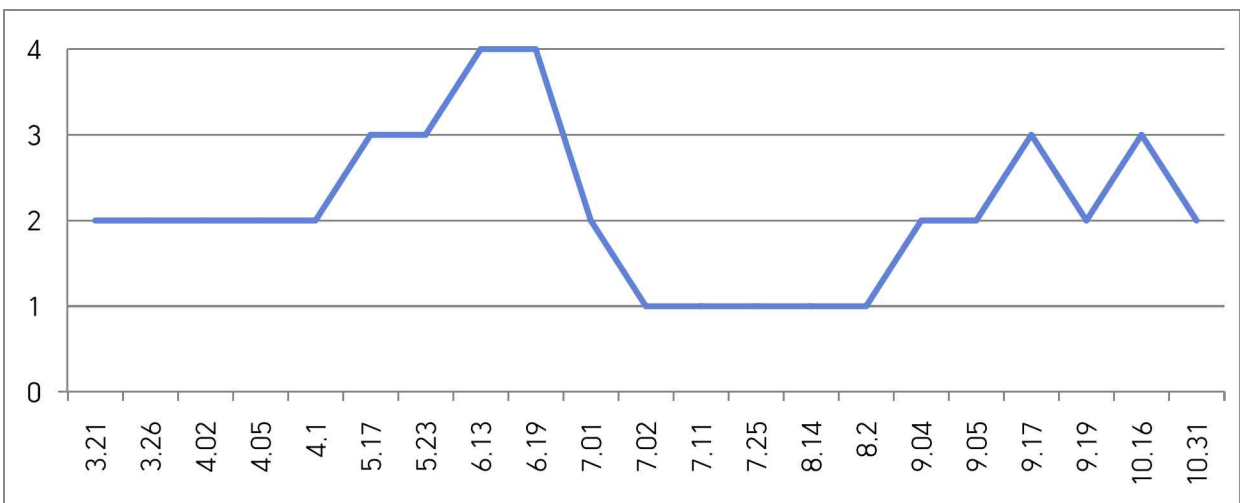
- 농가에 매번 방문할 때마다 모니터링을 실시하였고 매뉴얼에 따라 수행하였다

1) 직립 케이지

- 농가는 총 5개의 농가였으나 비슷한 결과가 나와 대표적으로 2가지만 나타내었다

(가) 사육규모 170,000수 정도인 강원도 W주에 위치한 농가

- 3 Point 5 Score에 따른 모니터링 결과는 다음과 같다



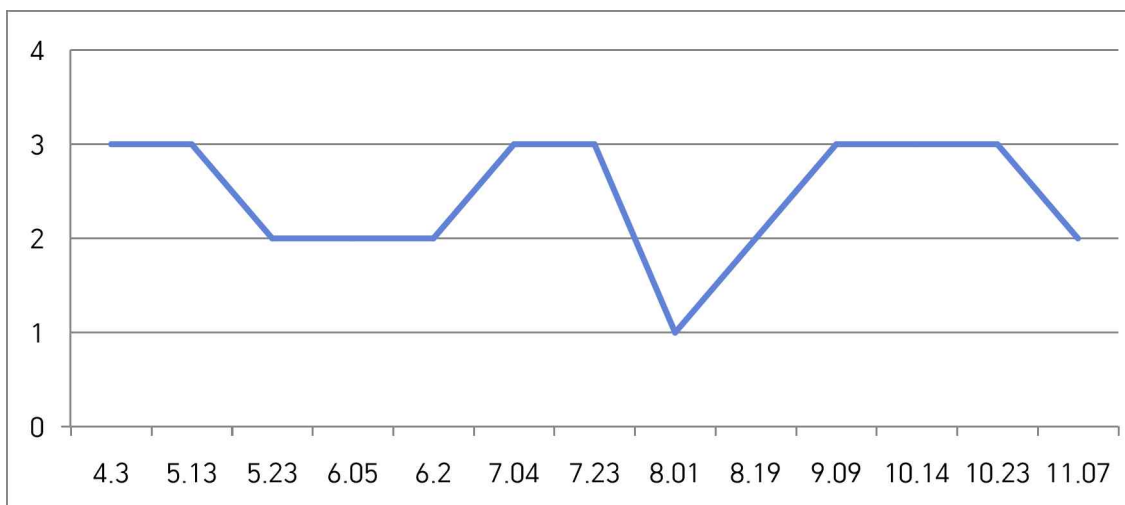
(도표 1)

○ 특이사항

- 주기적인 방제를 실시한 농가로 진드기 수가 양호한 상태였다
- 초기 방문 때 1동인 경우 0단계였고 2동은 2단계인 상태이고 집락이 형성되고 있어 조속한 방제가 필요한 상태였다
- 이 농가는 21번의 모니터링을 하였고 3차 방제까지 실시하였으며 추가적으로 9번의 추가방제를 하였다
- 방제로 인한 닭진드기 살멸 효과가 있었으며 진드기 한계치 관리는 어느 정도 잘 관리가 되었다고 볼 수 있었다
- 5월 17일에 갑자기 증가한 이유로는 계사 내 온도 상승으로 인해 진드기의 밀도가 증가했다고 판단하였다
- 그 이후 진드기의 증가로 한계치 이상이 되어 아티미테크 및 전용액상제제 연속 방제로 인해 다시 컨트롤이 성공적이었다

(나) 사육규모 80000수 정도인 충남 A시에 위치한 농가

- 3 Point 5 Score에 따른 모니터링 결과는 다음과 같다



(도표 2)

○ 특이사항

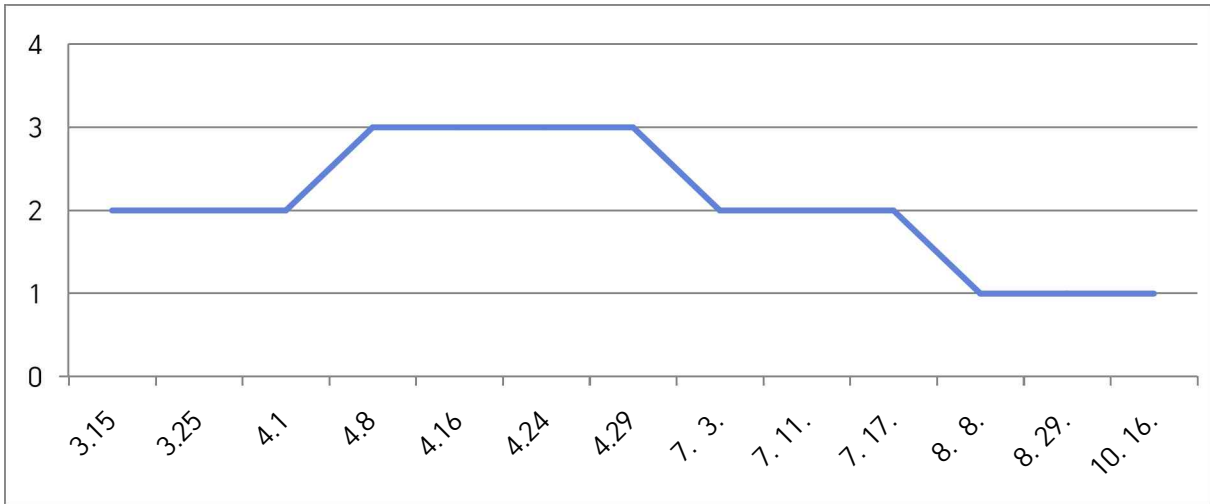
- 초기 방문 때부터 전체적으로 집락이 형성된 상태로 빠른 방제가 필요한 상태였음
- 주기적인 모니터링과 방제 실시로 진드기 증가를 막았고 한계치 이하로 관리가 됨
- 진드기 서식 가능 공간이 다양하고 주 서식지가 날씨에 따라 이동하기 때문에 효과적인 방제가 어려운 케이스였음->한계치 이상 농장의 방제케이스
- 총 13번의 모니터링을 하였고 3차 방제까지하고 추가적으로 7번의 방제를 하였다
- 주로 아티미테크로 방제를 하였고 필요한 경우에 추가로 전용액상제제를 사용하였다

2) A형 케이지

- 총 5개의 농가였으나 마찬가지로 비슷한 결과가 나와 대표적인 사례만 나타내었다
- 케이지의 특성상 닭진드기의 은신처가 될 수 있는 지점이 많아 지속적인 모니터링 및 방제를 실시하여 개체수 관리에 집중하였다

(가) 사육규모 40000수 정도인 전라북도 G군에 위치한 농가

- 3 Point 5 Score에 따른 모니터링 결과는 다음과 같다



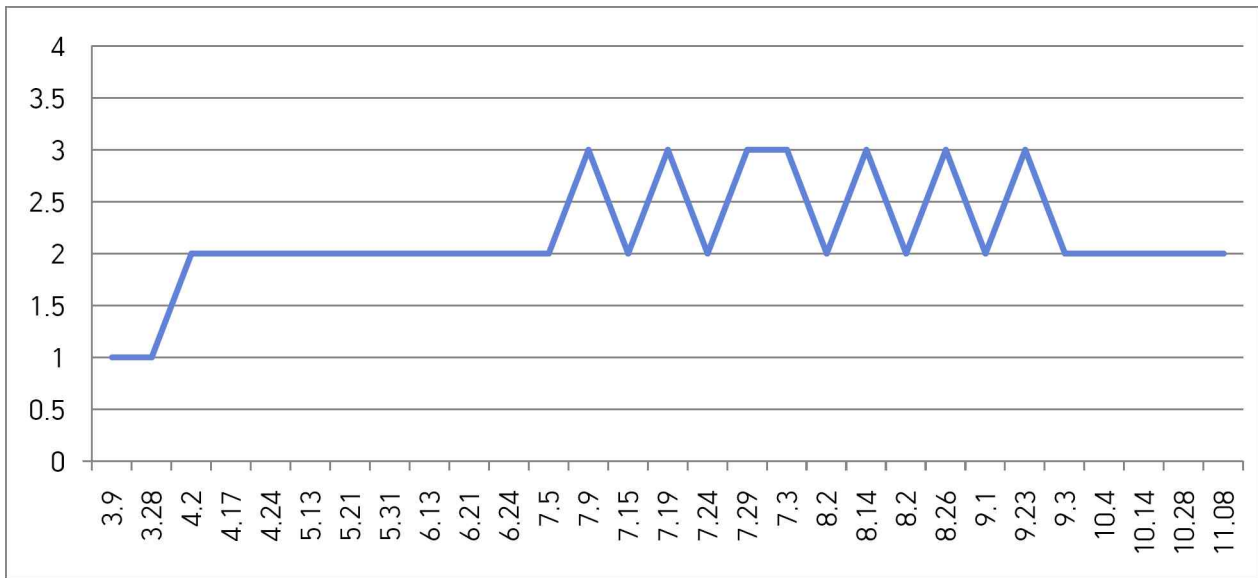
(도표 3)

○ 특이사항

- 총 7개의 동으로 이루어진 농가였는데 첫 방문 때 농가의 상태는 7동을 제외하고 군락이 형성된 상태로 즉시 방제가 필요하였다
- 7동 같은 경우 진드기가 없었는데 4월 24일에 닭 진드기 초기 발생 확인함으로써 다른 동으로부터 이동되었음을 확인할 수 있었다
- 초기 방제에서 닭진드기 증식 억제 및 개체수 감소를 확인하였으나, 기온 상승에 따른 닭진드기의 폭발적 증식으로 방제 효과 감소가 나타났다
- 이에 따라 아티마이트 P를 추가로 적용하였는데 효과적이었음. 여름철 **“닭진드기 디펜스 사료” 기피제 프리믹스 효능 검증됨**
- 케이지의 특성상 물받이 고리, 사료받이, 쫓대, 사료받이 이음새, A형 다리, 집란 벨트 사이에 주로 군락이 발생함을 눈으로 확인하였다
- 또한, 일정 기간 한계치 관리가 잘 되어 지속 효과를 높이기 위해 60 : 1 아티미테크와 천연액상제제를 살포하였는데 효과가 뚜렷하게 보였다
- 이로써 아티미테크와 천연 액상제제 용액이 진드기의 밀도를 감소시키고 상태 유지의 지속성을 높여준다는 것을 파악할 수 있다
- 총 13번의 모니터링을 하였고 3차 방제 이후 3번의 추가 방제를 하였으며 아티미테크만 도포하였다

(나) 사육규모 2만수 정도인 충청남도 D시에 위치한 농가

- 3 Point 5 Score에 따른 모니터링 결과는 다음과 같다



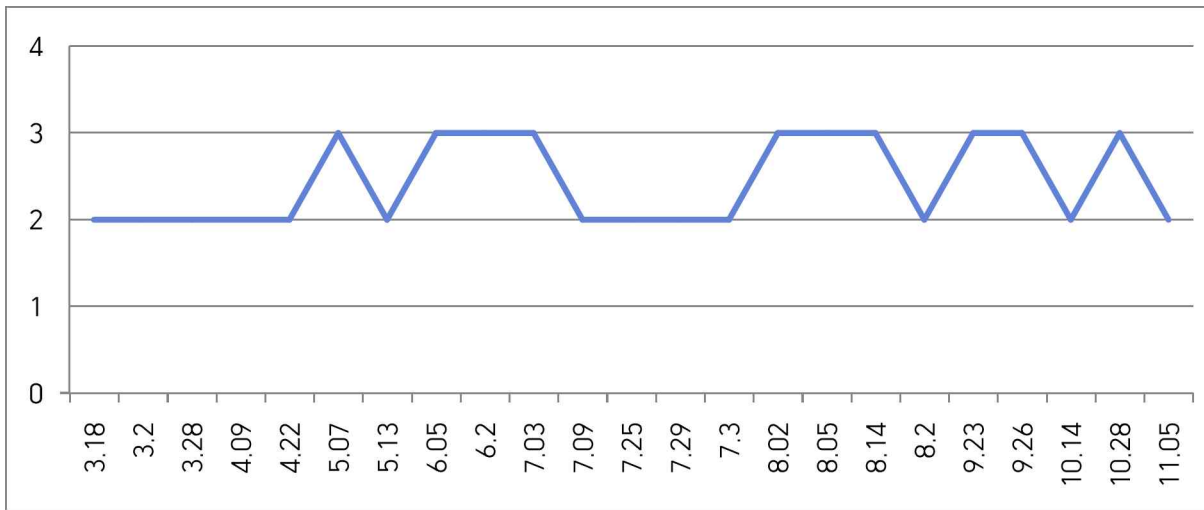
(도표 4)

○ 특이사항

- 입식하기 전 방제를 시작한 농가임
- 초기 모니터링 시 진드기가 없는 상태에서 시작하여 후기에 진드기가 발생한 케이스이며 방제를 실시함에 따라 관리가 잘 된 농장임
- 주기적인 모니터링과 방제 실시로 진드기 증가를 막고 한계치 이하로 관리된 케이스이며 집란벨트 난간에 군락지가 형성이 되었으나 지속적인 방제를 통해 개선이 되었음
- 총 2동을 방제를 하였으며 2동에 비해 1동의 진드기 개체 관리가 어려움이 있었고 A형 케이지 특성상 여름철 진드기의 폭발적인 증가로 인해 방제의 어려움이 있었음
- 또한, 방제 시범사업으로 책정된 사업비로는 충분한 방제를 실시하기 어려움이 있음
- 총 29번의 모니터링을 하였고 3차 방제까지하고 17번의 추가 방제를 하였으며 기본적으로 아티미테크로 도포하였고 추가적으로 군락에는 천연제제를 살포하였음

(다) 사육규모 15,000수 정도인 충청남도 A시에 위치한 농가

- 3 Point 5 Score에 따른 모니터링 결과는 다음과 같다



(도표5)

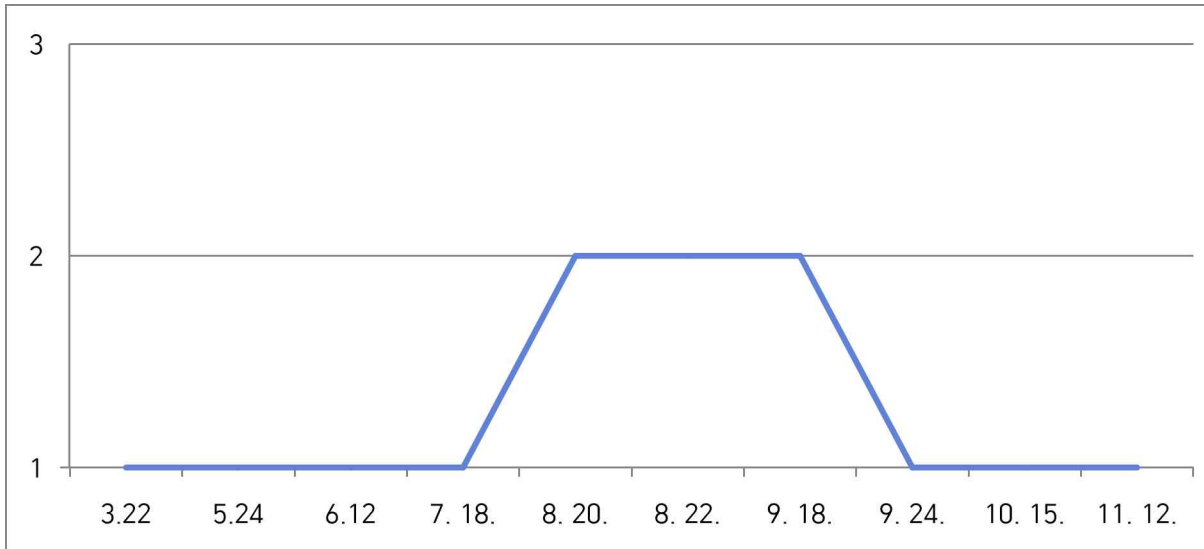
○ 특이사항

- 초기 모니터링 시 1동같은 경우는 진드기 군락이 형성된 상태로 개체수 관리가 필요해 보였고 2동같은 경우는 입식 준비 중인 계사로 예방적 방제를 실시하기로 계획을 하였다
- 비정형합성실리카 도포와 기피제의 지속적 급여로 집락 수는 감소하였고 한계치 이하로 지속적으로 관리가 되었다
- 그러나 1동에서 2동으로 진드기 전염 가능성이 매우 높은 구조로 농장 관리자의 주의가 필요하였다
- 최종적으로 주기적인 모니터링과 아티미테크 및 타무트엑을 이용하여 진드기 증가를 막고 한계치 이하로 관리가 잘 되었다
- A형 케이지 특성상 방제 사각지대가 많고 계분처리 형식이 스크레퍼로 되어있어 계분이 항상 남아있는 형태이기 때문에 진드기가 상재할 수 있어 농장의 협조 없이는 효과적인 방제가 어려움
- 중간에 계속 3단계로 올라가는 것은 계사의 온도가 높아짐에 따라 진드기 증가속도가 빨라졌기 때문
- 총 23번의 모니터링을 하였고 2차 방제 후 추가적으로 12번의 방제를 하였으며 아티미테크와 천연제제를 사용하였다

3) 평사

■ 사육규모 7,000수 정도인 강원도 H군에 위치한 농가

- 계사 구조상 마이트 캐취룸(골판지법)을 설치할 수가 없어 모니터링을 Wifi 현미경법으로 초기, 중기, 말기 3단계로 구분하였다
- 그래프 상으로 초기는 1, 중기는 2, 말기는 3으로 표시하였다



(도표6)

○ 특이사항

- 평사 4동 유정란 농장으로 농장 특성상 헛대, 난상 위주로 진드기가 분포하고 있음
- 진드기 기피제(아티마이트 P)를 사료에 투여하여 흡혈을 방지함으로써 진드기 한계치 이하 관리가 된 케이스임
- 농장의 규모가 적을수록 시범사업 시 방제 비용이 부족하다는 것을 알게된 케이스임
- 서식지에 집중적으로 타무트액 60:1 비율로 방제함으로써 진드기 밀도를 감소시켰음
- 총 10번의 모니터링과 2차 방제를 끝으로 방제를 마쳤음
- 계사의 특성상 그리고 흡혈기피제의 효과로 인해 닭진드기의 번식을 못함을 확인

② 건국대 현장방제법 종류별 효능 평가

○ 연구목적

- 현장에서 실시한 농장 실험결과를 실험실 평가를 통해 비교 분석하여 최적의 종합방제프로그램 평가
- 종합방제제의 효능평가는 건국대에서 진드기 개체수를 측정하여 평가

가. 실험 재료 및 방법

○ 샘플 수집

- 닭 진드기 샘플은 4개의 농장과 23개의 구역에서 무작위로 추출되었다
- 닭진드기는 일반적으로 발견되는 케이지 모서리에 배치된 마이트 캐취룸을 사용하여 수집하였고 각각의 트랩은 1~2일 동안 방치된 후 지퍼백에 밀봉하여 실험실로 운반하였다
- 20개의 닭진드기 각각 무작위로 수집하여 각 실험에 수행하였다

○ 약품

- 합성비정형실리카제제는 400, 300, 200, 100, 50 g/L의 농도를 생성하기 위해 점차적으로 희석하여 제조되었다
- 생균제, 마늘 추출물, 정향 추출물의 용액들은 제조업체의 지침에 따라 준비되었다
- 상업용 살충제인 클로로피리포스 메틸과 클로로페네라피르를 결합하여 양성 대조군으로 사용하였고, 증류수를 음성 대조군으로 사용되었다 (Table 1)

Table 1. Anti-PRM agents used in the experiment

| Classification | Agents | Main ingredient | Content (/kg) |
|------------------------------|----------------|----------------------------|-------------------|
| Environmentally friendly | A | Amorphous Synthetic Silica | 10-300 g |
| | B | Probiotic solution | (1.0×100,000 CFU) |
| | C | Clove Extracts | 800 g |
| | D | Garlic Extracts | 993 g |
| Not environmentally friendly | E ^a | Chlorpyrifos methyl | 75 g |
| | | Chlofenapyr | 50 g |
| | F ^b | Distilled Water | - |

^a as positive control

^b as negative control

Table 2. Motility Score Index of PRM (MSIP)

| Grade | Status |
|-------|---------------------------------------|
| 3 | Normal, active movement |
| 2 | Can move but low motility than normal |
| 1 | No motility but moving PRM's legs |
| 0 | Dead |

○ 닭 진드기 생존 테스트

- 페트리 디쉬 (90×15mm)는 각 약품(A-F)를 준비한 후 각각 20개의 닭진드기를 넣었고, 그 다음 닭 진드기들이 나오는 것을 막기 위해 파라핀필름으로 밀봉했다

1) 합성 비정형 실리카의 적정 투여량 살충 효과 실험

○ 현장에서 적용하는 도포법

- 페트리 디쉬(위와 같이)는 이전에 준비된 용액에 담근 여과지 조각(Avantec No. 2, ϕ 110 mm)을 추가하여 준비했다
- 실험에 사용된 용액은 합성 비정형 실리카, 정향 추출물, 생균제 추출물, 마늘 추출물이다
- 준비된 각 디쉬에는 20개의 닭진드기를 투입한다
- 2, 4 그리고 10시간 후 각각 디쉬에는 광학 현미경(CX 21 LED, Olympus Corporation, Japan)에 의해 \times 400에서 관찰되어 닭진드기 사망률을 측정하였다
- 닭 진드기가 살아 있으면 다리 움직임이 여전히 감지될 수 있어 면봉을 사용하였다
- 만약 즉시 움직임이 없으면 죽은 것으로 간주되지만 다리 움직임이 보이면 운동성으로 간주되었다

- 각 닭진드기는 죽은 것은 0점, 죽진 않았으나 몇몇의 다리 움직임이 있는 경우 1점, 정상적인 운동성보다 적은 경우 2점, 정상적인 움직임인 경우는 3점으로 기록하였다
- 닭진드기의 형태학은 위와 같이 육안 관찰과 광학 현미경으로 결정하였다

2) 살포법

- 이 실험은 도포법과 동일한 장비와 용액을 사용하여 수행하였다
- 그러나 이 수행에서는 각각 닭 진드기들을 깨끗한 여과지가 포함된 페트리 디쉬에 투여하였고, 그 후 준비된 농도의 용액이 종이와 닭진드기 모두에 살포했다
- 유효성 평가는 죽은 닭진드기와 살아 있는 닭진드기를 세어 위와 같이 동일하게 실시했다

○ 통계학적 분석

- 생존율은 분산 분석을 위한 ANOVA를 이용하였고 Tukey's HSD test는 각 처리구 (GraphPad Prism 5.0) 사이의 유의한 차이를 감지하기 위해 수행되었다
- 사용된 통계적 유의 수준은 $p < 0.05$ 이었다. 모든 실험의 계획은 아래에 설명되어 있다 (Fig. 1)

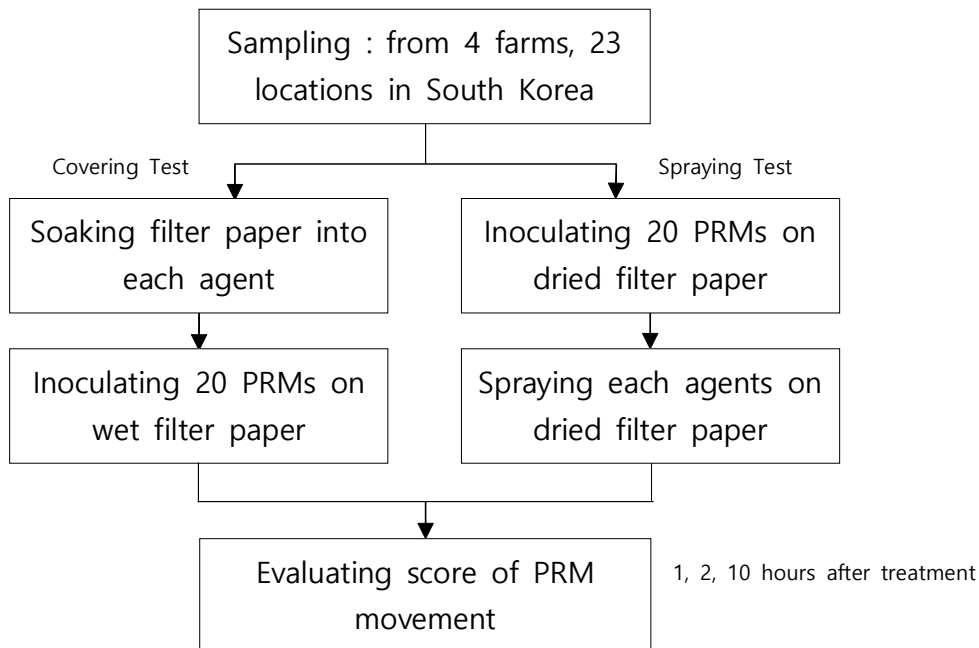


Fig. 1. Scheme of all experiment

Table 3. PRM survival rates by concentration and test method

| Concentration (g/L) | Survival rate (%) | |
|---------------------|-------------------|-----------------|
| | Covering Method | Spraying Method |
| 0 | 97% | 100% |
| 50 | 93% | 97% |
| 100 | 49% | 53% |
| 200 | 20% | 28% |
| 300 | 0% | 0% |
| 400 | 0% | 0% |
| P value | 0.9045 | |

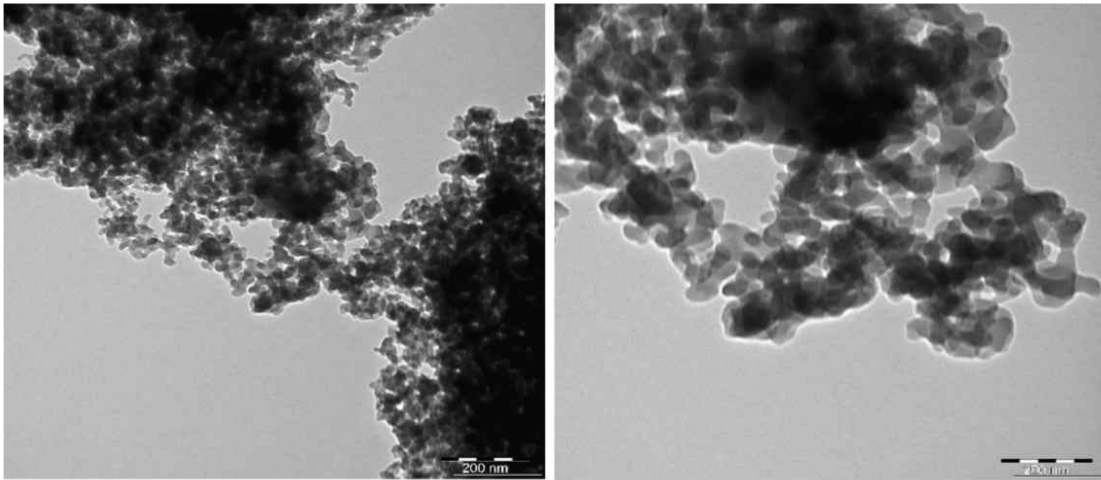


Fig 2. Amorphous Synthetic Silica (Transmission Electron Microscopy, Jeol / JEM-1010, ×120,000)

나. 실험 결과

- 닭 진드기의 생존율은 합성 비정형 실리카제제의 농도에 크게 반비례하였다 (Fig. 3)
- 도포법과 살포법 사이에서의 실험에서는 큰 차이가 없었다
- 닭진드기의 완벽한 컨트롤은 합성 비정형 실리카제제의 300g/L 농도에서 이루어졌다. 이 제제 처리에 의해 죽은 일부 닭 진드기는 다리 길이가 짧아지고 녹색의 체액이 누출되었다 (Fig. 5)
- 다른 약품과 비교했을 때 합성 비정형 실리카와 양성 대조군 사이에는 유의미한 차이가 없었다; 정향 추출물은 음성 대조군과 비교했을 때 상당한 효과를 보였다 ($p < 0.05$)
- 마늘 추출물과 생균제제의 효과는 미미했고 10시간 후 농도 그리고 시험 방법에 의한 닭 진드기의 생존율은 Table 3 과 Fig. 3.에 제시되어 있다. 10시간의 처리 후 닭진드기의 생존율과 다른 처리구 간의 비교는 Fig. 4.와 같다
- 특히 닭진드기가 화학 살충제로 처리가 되었을 때 2시간 안에 죽었지만 다른 대체제의 살충 효과는 약하여 운동성을 감소시키는 경향이 있었다 (Fig. 6)
- 닭 진드기 운동성 점수 지표를 보면 합성 비정형 실리카제제 및 화학 물질은 동일한 점수를 보였지만 화학 용액로 처리된 진드기들은 몇 분 내에 소멸되었다. 반면에 실리카 제제로 처리된 닭진드기들은 2시간 이내에 죽었다
- 합성 비정형 실리카제는 MSIP 아래 화학적 살비제들 (양성 대조군) 만큼 살충 효과가 있었으며, 정향 추출물도 또한 효과가 있었다

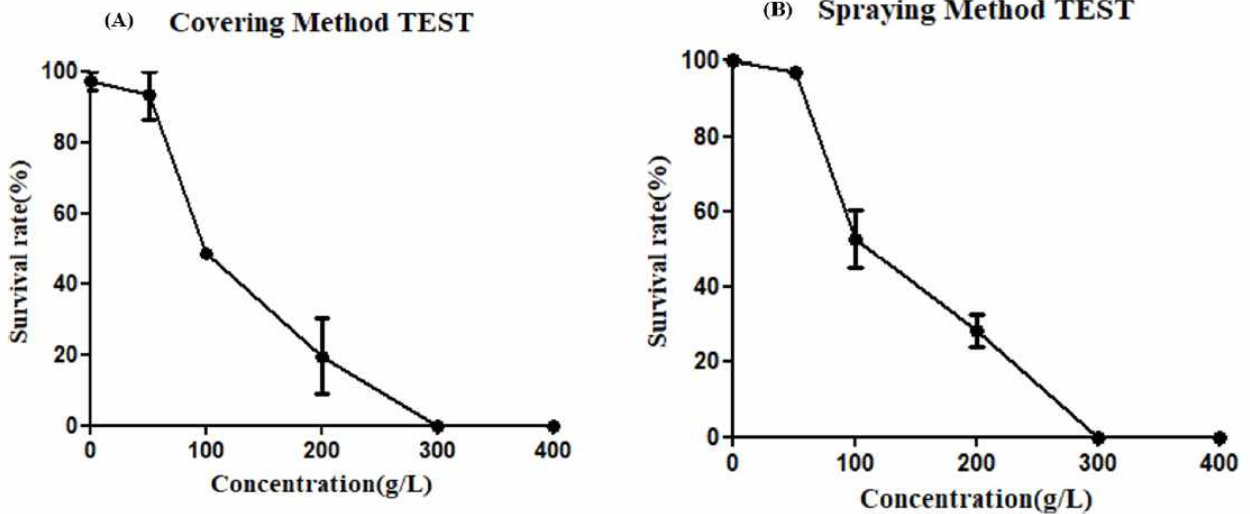


Fig. 3. PRM survival rates following ten hours' exposure to synthetic amorphous silica by concentration and test method. A: spraying method; B: covering method.

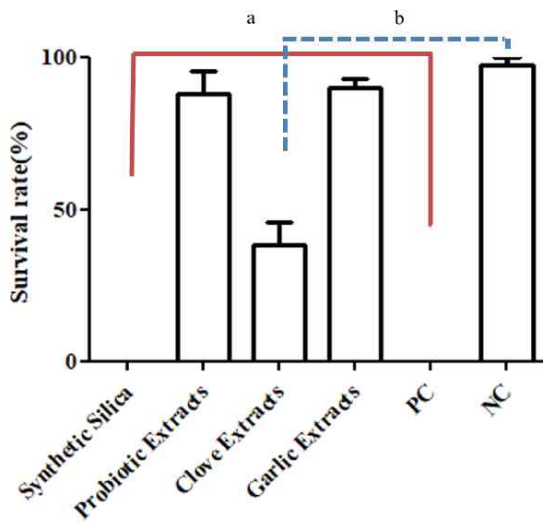


Fig. 4. PRM survival rates following ten hours' exposure to the specified treatment agents. PC: positive control (chlorpyrifos methyl and chlorfenapyr combination); NC: negative control (distilled water). a : no significant difference, b : significant difference

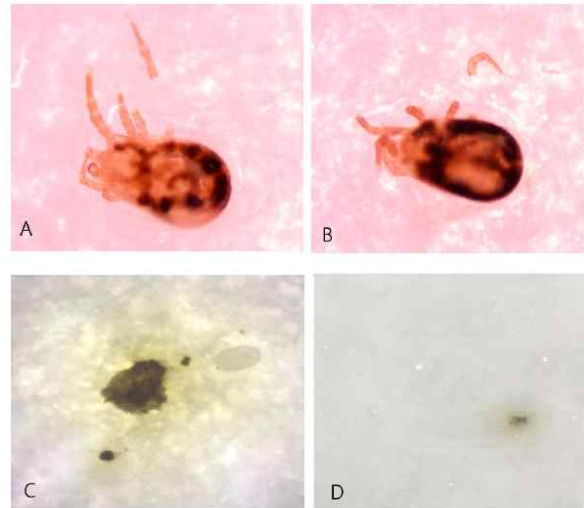


Fig. 5. Optical micrographs of PRM following silica treatment. A, B: leg shortening (x400); C: leakage of greenish body fluid (x400); D: macroscopic view of body fluid leakage.

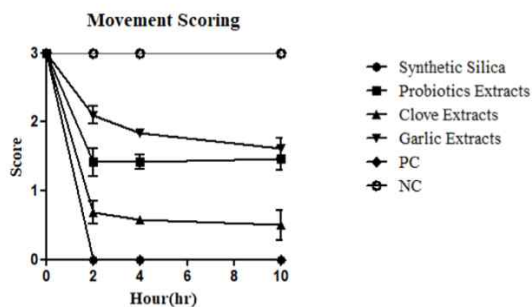


Fig. 6. PRM motility following treatment with acaricidal agents as indicated. Score 0: dead; 1: no motility but some leg movement; 2: reduced motility; 3: normal motility.



Fig. 7. Poultry Red Mites in farm (A: PRM feeding blood, B: PRM and eggs of PRM in a crevice of cage)

다. 결론

합성 비정형 실리카와 정향 추출물은 이러한 처리구들, 마늘 추출물, 그리고 생균제제를 포함한 비교 평가를 따랐을 때 살충 효과가 있는 것으로 나타났다. 합성 비정형 실리카 용액은 400 g/L의 농도로 닭진드기를 완전히 소멸시켰다. 그 성능은 기존 화학 살충제와 비슷했다. 다른 친환경적인 처리구들 또한 상당한 살충 효과를 보여주었고, 화학적 닭진드기 살비제의 훌륭한 대안으로 잠재력을 증명했다

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

- 물리적, 화학적, 생물학적 방제법을 혼합하여 기존 살충제보다 박멸 효과가 우수한 닭진드기 종합방제법(IPM)을 개발 및 농가 보급
- 살충제 사용에 따른 내성유발 및 잔류농약 문제 해결
- 식품으로서의 안전한 (safe egg) 계란 생산기반 조성

3-2. 목표 달성여부

- 물리적, 화학적, 생물학적 방제 종류별 방제효능 비교 평가 완료
- 각 방제 방법을 혼합한 IPM 방제를 이용한 방제능력 평가 완료
- 농가에서 적용 가능한 안전하고 친환경적인 종합방제 프로그램 개발 및 보급
- 농가에 보급, 적용 가능한 방제 매뉴얼 개발 완료

| | |
|-----------|--|
| 원재료 효능 분석 | <ul style="list-style-type: none"> • 합성 실리카 및 천연추출물 성분, 닭진드기 살멸 효능 테스트 완료 • 데이터 분석에 따른 신소재 DB 구축 완료 |
| 현장 테스트 | <ul style="list-style-type: none"> • 전국 산란계 농가를 대상으로 현장 테스트 진행 완료 • In vitro / In vivo 실시 • 사육 형태별, 입식 전 입식 후, 한계치 이상 발생 시 등 방제 메커니즘 분석 |
| 신제품 2종 개발 | <ul style="list-style-type: none"> • 제품 사용법 구체화 • 살/도포제 아티미테크 현 보조사료 형태에서 향후 동물 약품화 가능성 있음 • 제품 보완 및 최적화(경구용 액상 기피제와 사료첨가제 개발) |

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 살충제가 아닌 친환경경제 및 방법으로 닭진드기를 컨트롤이 가능하며 향후 ICT와 연결하여 닭진드기 발견 및 모니터링 장비의 개발로도 가능해 보임, 독보적인 5G 인터넷 기술력을 선점함으로써 유럽, 중국 등 수출 경쟁국에 대한 기술적 우위 확보가 필요하며 장비 개발이 더더욱 요구됨

- 본 연구에서 개발된 합성 비정형 실리카 제품인 “아티미테크”는 기존의 구조토나 공업용 실리카의 발암성이나 진폐증 위험을 줄인 안전성이 확보된 제품으로 물리적인 살충 효과와 지뢰효과와 같은 지속성과 가루 살포의 효능 등 효능은 검증되었으나 동물용의약외품으로의 제품화는 아직 못한 상태이다. 농림축산 검역본부의 협조로 동물용의약외품 등록이 필요한 사항이며, 조달청 등록을 할 수 있게 하여 농민들이 편리하게 구매할 수 있어야 하겠다
현재는 합성비정형실리카는 보조 사료 등 편법 등록으로 방제업체나 판매업체 등이 광고나 효능 홍보 시 약사법 위반 등 행정 처분의 대상이 될 수 있는 위험이 있다

- 본 연구에서도 효과가 나왔던 닭진드기 방제용 흡혈기피제 사료첨가제에 대한 상용화부분도 시급하며 조달 등록과 향후 효능 면에서도 좀더 효능 개선에 대한 연구가 더더욱 필요하다. 대형화된 현 농장의 구조상 기본적으로 닭진드기 예방 등 기능성 사료첨가제에 대한 수요는 늘 것이다

- 본 과제에서 완성된 종합방제법(IPM) 결과물은 조속하게 정부가 2019년 7월에 시행한 방역 위생관리업에서 사업자에게 표준 방제법으로 제공되어야 하고 표준 방제법으로 법제화해야 하며 지속적인 현장의 연구개발 결과를 반영하여 보안 발전시켜야 한다. 2017년 유럽발 살충제 사건은 유럽에서 방역업체가 살충 및 방제 효능을 개선할 목적으로 피프로닐 등 살충제 성분을 사용하여 닭진드기 방제를 한 이유로 발생 되었다. 우리나라도 이런 심각한 문제가 발생하지 않게 하기 위해서는 표준 방제 매뉴얼을 제공하고 방제업체의 사용약제의 관리 감독이 필요하다

4. 연구결과의 활용 계획 등

- 완성된 닭진드기 종합방제법(IPM) 매뉴얼은 조속하게 정부가 2019년 7월에 시행한 방역위생 관리업에서 사업자에게 표준 방제법으로 제공되어야 하고 표준 방제법으로 법제화해야 한다. 2017년 유럽발 살충제 사건은 유럽에서 방역업체가 살충 및 방제 효능을 개선할 목적으로 피프로닐 등 살충제 성분을 사용하여 닭진드기 방제를 한 이유로 발생 되었다. 우리나라도 이런 심각한 문제가 발생하지 않게 하기 위해서는 법적인 표준 방제 매뉴얼을 제공하고 방제업체의 사용약제의 관리 감독 및 전문인력, 장비 등 합리적인 관리 감독이 필요하다.

○ 기술적 측면

- 닭진드기 종합 방제법(IPM)의 효능을 증진시킬 수 있는 신소재를 계속 선택하여 차별화함
- 닭진드기 번식 억제용 흡혈기피제의 효능 개선 및 가축(호흡기, 소화기성) 질병에 대한 탁월한 억제 효과를 제품 차별화 전략으로 수립하여 제품화함
- 가축 면역력 증진을 통하여 질병을 예방할 수 있는 다기능성 천연물질을 차별화 전략으로 수립함
- 개발된 닭진드기 종합 방제법은 친환경적인 방제 방법으로 독보적인 기술력 확보 및 상황별 방제법을 개발함

○ 경제적, 산업적 측면

- 수입 농약성분 함유 살충제 대체제 개발을 통한 수입대체 효과
- 친환경적인 닭진드기 방제를 통한 산란계의 폐사율 저감 등 경제적인 손실 보전 기대
- 닭진드기 종합 방제법은 저비용 고부가가치로 효과적인 산란계 사양이 가능한 새로운 산란계 입식 순서로 이용

○ 산업화를 통한 기대효과

- 신개념의 닭진드기 종합방제법의 이용 가능성 및 농약 대체제 개발로 매출 증대
- 닭진드기 종합 방제법 및 개발제품의 국외로의 수출을 통한 국가 경쟁력 확보
- 닭진드기 종합 방제법은 17년 살충제 계란 사태 후 식품안전 종합대책으로 19년 7월 1일 시행된 방역위생관리업의 표준 매뉴얼로 제공 및 전문인력양성
- 산란계 산업구조개선, 안전한 계란 생산, 한국 산란계 사양 기술 홍보
- 우수한 농약 살충제 대체제 개발을 통해 안심 계란의 생산부분에 기여하여 식품 안전성 확보에 기여한다

붙임. 참고문헌

Carmarda A, pugliese N, Bevilacqua A, Circella E, Gradoni L, George D, Sparagano O, Giangaspero A. 2018. Efficacy of a novel neem oil formulation (RP03TM) to control the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*.

Nechita IS, Poirel MT, Cozma V, Zenner L. 2015. The repellent and persistent toxic effects of essential oils against the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*.

Thomas E, Chiquet M, Sander B, Zschiesche E, Flochlay AS. 2017. Field efficacy and safety of fluralaner solution for administration in drinking water for the treatment of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestations in commercial flocks in Europe.

연구개발보고서 초록

| | | | | | |
|------------------------|--|---------|------------------|----------------------------------|----|
| 과 제 명 | (국문) 종합방제전략(IPM) 개념을 이용한 현장방제기술 개발과 농가 보급 | | | | |
| | (영문) Development of on site control technology using integrated control strategy | | | | |
| 주관연구기관 | 네오바이오(주) | | 주 관 연 구 | (소속) 네오바이오(주) | |
| 참 여 기 업 | 상동 | | 책 임 자 | (성명) 유종철 | |
| 총연구개발비 (280,000천원) | 계 | 280,000 | 총 연 구 기 간 | 2018.04.26.~2019.12.31. (1년 9개월) | |
| | 정부출연 연구개발비 | 210,000 | 총 참 여 연 구 원 수 | 총 인 원 | 10 |
| | 기업부담금 | 70,000 | | 내부인원 | 7 |
| | 연구기관부담금 | | | 외부인원 | 3 |

○ 연구개발 목표 및 성과

■ 목표

- 물리적, 화학적, 생물학적 방제법을 혼합하여 기존 살충제보다 발멸 효과가 우수한 종합방제법(IPM)을 개발 및 농가 보급
- 살충제 사용에 따른 내성 유발 및 잔류농약 문제 해결

■ 성과

- 2019년 7월 1일 시행된 방역위생관리업 표준 친환경적 닭진드기 종합방제법 개발: 농약 살충제를 대체하여 닭진드기를 물리적, 화학적으로 99.9% 죽일 수 있는 방법을 개발 농가의 잔류농약 위험성을 줄이고 농가소득 증대
- 계사 형태별 방제법 개발 : A형 케이지, 직립형 케이지, 평사형 종류별 방제법 완성
- 빈 계사 닭진드기 방제와 입식 후 닭진드기 발생 시 방제법 개발
- 모니터링 기법 개발: 특허 출원된 마이트캐치룸과 Wifi 현미경을 이용하여 표준화된 Score를 제시



3 Point 5 Score 작성

○ 연구내용 및 결과

- 합성비정형실리카 제품화 및 사업화
- 친환경 흡혈기피제 제품화 및 사업화
- 닭진드기 종합 방제 매뉴얼북 완성
- 닭진드기 모니터링 기법 개발 및 특허 출원: 3 Point 5 Score 작성법
- 방역위생관리업자를 위한 표준 장비 및 방제 매뉴얼 구축

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 새로 시행된 정부의 전문방제업체를 활용한 산란계 농장의 닭진드기 등 해충 방제를 통해 가축질병 예방과 계란 등 축산물 안전 향상에 기여하기 위한 방역위생 관리업에 활용
- 2019년 닭진드기 공동방제 지원 시범사업에 적용
- 2020년도 닭진드기 공동방제 지원 시범사업에 적극적인 홍보 및 적용 예정

자체평가의견서

1. 과제현황

| | | | | | |
|---------------------|--|-------------------|-------------|------------|-------------|
| | | 과제번호 | 318048-2 | | |
| 사업구분 | 가축질병대응기술사업 | | | | |
| 연구분야 | 살충제 대체제 개발, 방역위생관리, 닭진드기 방제 | | 과제구분 | 단위 | |
| 사업명 | 가축질병대응기술개발사업 | | | 주관 | |
| 총괄과제 | 기재하지 않음 | | 총괄책임자 | 기재하지 않음 | |
| 과제명 | 종합방제전략(IPM) 개념을 이용한 현장방제기술 개발과 농가보급 | | 과제유형 | 개발 | |
| 연구기관 | 네오바이오(주) | | 연구책임자 | 유종철 | |
| 연구기간 연구비 (천원) | 연차 | 기간 | 정부 | 민간 | 계 |
| | 1차연도 | 18.04.26~18.12.31 | 90,000,000 | 30,000,000 | 120,000,000 |
| | 2차연도 | 19.01.01~19.12.31 | 120,000,000 | 40,000,000 | 160,000,000 |
| | 3차연도 | | | | |
| | 4차연도 | | | | |
| | 5차연도 | | | | |
| | 계 | | 210,000,000 | 70,000,000 | 280,000,000 |
| 참여기업 | | | | | |
| 상대국 | 상대국연구기관 | | | | |

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.02.06

3. 평가자(연구책임자) :

| | | |
|----------|------|-----|
| 소속 | 직위 | 성명 |
| 네오바이오(주) | 연구소장 | 유종철 |

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

| | |
|-----------|------------|
| 확약 | 유종철 |
|-----------|------------|

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

- 2019년 7월 1일 시행된 방역위생관리업이 있으나 청소나 소독업에 준하는 법률적인 정의만 되어 있음
- 시설장비나 표준 친환경적 닭진드기 종합방제법으로 법적 의무사항으로 필요
- 농약 살충제를 대체하여 닭진드기를 물리적, 화학적으로 99.9% 죽일 수 있는 방법을 개발하였고 농가의 잔류농약 위험성을 줄이고 농가소득 증대가 예상됨

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

- 살충제가 아닌 친환경제제 및 방법으로 닭진드기를 컨트롤이 가능하며 향후 ICT와 연결하여 닭진드기 발견 및 모니터링 장비의 개발로도 가능해 보임, 독보적인 5G 인터넷 기술력을 선점함으로써 유럽, 중국 등 수출 경쟁국에 대한 기술적 우위 확보
- 우수한 농약 살충제 대체제 개발을 통해 안심 계란의 생산 부분에 기여하여 식품 안전성 확보에 기여
- 정부 2019년 7월 시행한 방역위생관리업에서 업자에게 표준 방제법을 제공하며 더욱 발전된 방제법 개발 필요

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

- 안전한 친환경적인 합성비정형실리카 제품화:제품명 아티미테크 및 사업화
- 친환경 흡혈기피제 제품화:제품명 아티마이트 및 사업화
- 닭진드기 종합 방제 매뉴얼북 제작
- 닭진드기 모니터링 기법 개발 및 특허 출원: 3 Point 5 Score 작성법 완성
- 방역위생관리업자를 위한 표준 장비 선정 및 방제 매뉴얼 구축

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

- 2019년 7월 1일 시행된 방역위생관리업 표준 친환경적 닭진드기 종합방제법 개발: 농약 살충제를 대체하여 닭진드기를 물리적, 화학적으로 99.9% 죽일 수 있는 방법을 개발 농가의 잔류농약 위험성을 줄이고 농가소득 증대를 위한
- 직접 살도포하여 계사 형태별 방제법 확인 개발: A형 케이지, 직립형 케이지, 평사형 종류별 방제법 완성
- 빈 계사 닭진드기 방제와 입식 후 닭진드기 발생 시 방제법 개발
- 모니터링 기법 개발: 특허 출원된 마이트 캐치룸과 Wifi 현미경을 이용하여 표준화된 Score를 제시
- 여름에 방역복과 안전모 헬멧이 너무 더워 34℃의 야외에서 작업 후 옷만 벗어도 피서갈 이유가 없었던 신정수 연구원의 한여름 피서법 등 이론과 현장에서 모두 성실히 연구를 수행하였다.

5. 공개 발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (우수)

1. 축산관련종사자 교육사업: 종합적 병해충 관리(IPM: Integrated Pest Management)
2. 수의사 직무능력 향상: 2017년 살충제 계란 파동 후 최근 환경시료 검사 문제와 가금 질병의 이해와 대처방안
 - 1) 농축협 수의사들에게 닭진드기 종합 방제 시스템의 필요성 인지 및 현장 적용법
 - 2) 닭 진드기 종합 방제법 소개 및 환경 시료 검사
 - 3) 닭진드기 구제 시 주의점 등
3. 2019년 닭진드기 종합방제법: 닭진드기 방제 매뉴얼
4. 한국가금수의사회 총회 및 한국가금질병연구회 공동학술 세미나
5. 단행본 발간
6. Control of Poultry Red Mite (*Dermanyssus gallinae*) by Synthetic Silica and Cloves compared to Conventional Chemical Agents(한국예방수의학회지 논문 발표)
7. 학술전문지발표
 - 1) 월간잡지 현대양계종합적 병해충 관리(IPM, Integrated pest m... 2018-07-02
 - 2) 중앙전문지 양계연구 닭진드기 종합방제를 위한 매뉴얼 2019-06-01
 - 3) 월간잡지 양계연구 닭진드기 종합방제를 위한 매뉴얼 2019-06-01
 - 4) 월간잡지 현대양계 와구모 퇴치제 2019-07-01 승인요청
 - 5) 중앙전문지 월간폴트리 효과적인 종합방제(IPM)를 위한 닭진드기 컨... 2019-07-01

II. 연구목표 달성도

| 세부연구목표 (연구계획서상의 목표) | 비중 (%) | 달성도 (%) | 자체평가 |
|--|-----------|------------|---------------------------------|
| 농가에 보급, 적용가능한 종합방제 매뉴얼 개발 | 50 | 100 | 매뉴얼을 개발하여 보급 중 |
| 농가에서 적용가능한 종합방제 프로그램 개발 | 30 | 100 | 현장에서 각 상황별 프로그램 검증 |
| 각 방제방법을 혼합한 IPM방제(Integrated pest management)를 이용한 방제능력 평가 | 15 | 100 | 물리적, 화학적, 생물학적 방법을 이용한 지속 효과 검증 |
| 물리적, 화학적, 생물학적 방제 종류별 방제효능 비교 평가 | 5 | 100 | 물리적, 화학적, 생물학적 방제 종류별 효능 검증 |
| 합계 | 100점 | 100 | |

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 이론적인 부분보다는 2차년도에는 9농가 이상 직접 살도포하여 계사 형태별 방제법 확인하고 IPM을 보완하였다. 특히 현재 사육되는 대표형태인 A형 케이지, 직립형 케이지, 평사형 종류별 방제법을 완성하였다
 - 가장 효과가 좋은 빈 계사 닭진드기 방제법과 입식 후 닭진드기 발생시 응급적인 체계적인 방제법을 개발하였다
 - 효과적인 모니터링 기법 개발: 특허 출원된 마이트캐치룸과 Wifi 현미경을 이용하여 표준화된 Score를 제시하는 3 Point 5 Score 작성법을 확립하였다
- ∴ 종합방제법을 완성하고 나아가 모니터링 방법 또한 개발하여 본 연구는 성공적이라고 판단된다.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

현재 종합방제전략(IPM) 개념을 이용한 닭진드기 현장방제기술 개발에서 개발된 제품 중 합성 비정형실리카, 흡혈기피제인 아티마이트 L와 아티마이트 P 등이 조달청에 품목 등록이 되어 관납으로 농가에 제공될 수 있게 정부의 품목 허가에 대한 지원이 필요함

- 본 연구에서 개발된 합성 비정형 실리카 제품인 “아티미테크”는 물리적인 살충 효과와 지뢰효과와 같은 지속성과 가루 살포의 효능 등 효능은 검증되었으나 동물용의약외품으로의 제품화는 아직 못한 상태이다. 농림축산 검역본부의 협조로 동물용의약외품 등록이 필요한 사항이며, 조달청 등록을 할 수 있게 하여 농민들이 편리하게 구매할 수 있어야 하겠다. 현재는 합성비정형실리카는 보조사료 등 편법 등록으로 방제업체나 판매업체 등이 광고나 효능 홍보 시 약사법 위반 등 행정 처분의 대상이 될 수 있는 위험이 있다
- 본 연구에서도 효과가 나왔던 닭진드기 방제용 흡혈기피제 사료첨가제에 대한 상용화부분도 시급하며 효능면에서도 좀더 효능 개선에 대한 연구가 더더욱 필요하다. 대형화된 현 농장의 구조상 기본적으로 닭진드기 예방 등 기능성 사료첨가제에 대한 수요는 늘 것이다

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 완성된 닭진드기 종합방제법(IPM) 매뉴얼은 조속하게 정부가 2019년 7월에 시행한 방역위생 관리업에서 사업자에게 표준 방제법으로 제공되어야하고 표준 방제법으로 법제화 해야한다. 2017년 유럽발 살충제 사건은 유럽에서 방역업체가 살충 및 방제 효능을 개선할 목적으로 피프로닐 등 살충제 성분을 사용하여 닭진드기 방제를 한 이유로 발생 되었다. 우리나라도 이런 심각한 문제가 발생하지 않게 하기 위해서는 법적인 표준 방제 매뉴얼을 제공하고 방제업체의 사용약제의 관리 감독 및 전문인력, 장비 등 합리적인 관리 감독이 필요하다
- 2019년 7월 1일 시행된 방역위생관리업의 성공적인 안착을 위해서 본 연구 성과를 활용해야 한다. 아직도 대부분의 농가들은 농약 대체 화학제제나 식물 추출물들을 이용하고 있다
- 연구 결과 단순 농약 대체제 및 기존 한 두가지 방법으로는 닭진드기 방제는 실패한다
- 또한, 닭진드기 발생 후 한계치 이상 발생 농장의 방제시에는 현재 닭진드기 공동방제사업비의 산출단가인 마리당 360원은 의미가 없으며 1,000원/마리 정도의 금액으로 매월1~2회 닭진드기 숫자를 낮추는 방법이 최선의 방법이었다
- 따라서 다양한 농장 형태와 상황별 닭진드기 방제법 본 연구 결과물을 표준 친환경적 닭진드기 종합방제법으로 참고하여 활용하는 것이 필요하다

IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

| |
|--|
| |
|--|

2. 연구기관 자체의 검토결과

| |
|--|
| |
|--|

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

| | | | |
|--------|---|------------|-------------|
| 사업추진형태 | <input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제 | 분 야 | 침단가축질병대응기술 |
| 연구과제명 | 종합방제전략(IPM) 개념을 이용한 현장방제기술 개발과 농가보급 | | |
| 주관연구기관 | 네오바이오(주) | 주관연구책임자 | 유종철 |
| 연구개발비 | 정부출연 연구개발비 | 기업부담금 | 연구기관부담금 |
| | 210,000,000 | 70,000,000 | 280,000,000 |
| 연구개발기간 | 2018.04.26.~2019.12.31.(21개월) | | |
| 주요활용유형 | <input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:) | | |

2. 연구목표 대비 결과

| 당초목표 | 당초연구목표 대비 연구결과 |
|--|------------------------------------|
| ① 농가에 보급, 적용가능한 종합방제 매뉴얼 개발 | 완료하여 매뉴얼을 개발하여 보급 중 |
| ② 농가에서 적용가능한 종합방제 프로그램 개발 | 현장에서 각 상황별 프로그램 검증 완료 |
| ③ 각 방제방법을 혼합한 IPM방제(Integrated Pest Management)를 이용한 방제능력 평가 | 물리적, 화학적, 생물학적 방법을 이용한 지속 효과 검증 완료 |
| ④ 물리적, 화학적, 생물학적 방제 종류별 방제효능 비교 평가 | 방제 종류별 효능 검증 완료 |

3. 연구목표 대비 성과

| 성과 목표 | 사업화지표 | | | | | | | | | | 연구기반지표 | | | | | | | | | |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|----------|---------|--------------|------------------------|------------------|----------|----------|------------------|------------------|----------------------------|
| | 지식 재산권 | | | 기술 실시 (이전) | | 사업화 | | | | | 기술 인증 | 학술성과 | | | | 교육 지도 | 인력 양성 | 정책 활용·홍보 | | 기타 (타 연구 활용 등) |
| | 특 허 출 원 | 특 허 등 록 | 품 종 등 록 | 건 수 | 기 술 료 | 제 품 화 | 매 출 액 | 수 출 액 | 고 용 창 출 | 투 자 유 치 | | 논문 | | 논 문 평 균 IF | 학 술 발 표 | | | 정 책 활 용 | 홍 보 전 시 | |
| | | | | | | | | | | | | SC I | 비 SC I | | | | | | | |
| 단위 | 건 | 건 | 건 | 건 | 백 만 원 | 백 만 원 | 백 만 원 | 백 만 원 | 명 | 백 만 원 | 건 | 건 | 건 | 건 | 명 | 건 | 건 | | | |
| 가중치 | 10 | | | | | 60 | 15 | | 5 | | | | | 5 | 5 | | | | | |
| 최종목표 | 1 | | | | | 2 | 2 | | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | 0 | | | | |
| 연구기간내 달성실적 | 1 | | | | | 2 | 1.4 4 | | 3 | | | 1 | | 2 | 4 | 1 | | 5 | | |
| 달성율(%) | 10 0 | | | | | 10 0 | 72 | | 30 0 | | | 10 0 | | 20 0 | 40 0 | | | | | |

4. 핵심기술

| 구분 | 핵심기술명 |
|----|--|
| ① | 안전하고 친환경적인 합성비정형실리카 상용 제품화 및 사업화 |
| ② | 친환경 흡혈기피제 제품화 및 사업화 |
| ③ | 마이트 캐치룸,와이파이 현미경법 등 핵심 닭진드기 모니터링 기구 개발 |
| ④ | 닭진드기 모니터링 기법 개발 및 특허 출원: 3 Point 5 Score 작성법 |

5. 연구결과별 기술적 수준

| 구분 | 핵심기술 수준 | | | | | 기술의 활용유형(복수표기 가능) | | | | | | |
|-------|----------|----------|-----------|-----------|---------------|-------------------|----------|----------------|-----------|---|----------|----|
| | 세계 최초 | 국내 최초 | 외국기술 복 | 외국기술 제 | 외국기술 소화·흡수 | 외국기술 개선·개량 | 특허 출원 | 산업체이전 (상품화) | 현장애로 해 | 결 | 정책 자료 | 기타 |
| ①의 기술 | | | | | v | | | v | v | | | |
| ②의 기술 | | | | | v | | | v | v | | | |
| ③의 기술 | v | | | | | | v | | v | | | |
| ④의 기술 | v | | | | | | | | v | | | |

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

| 핵심기술명 | 핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과 |
|-------|--|
| ①의 기술 | 2019년 7월1일 시행된 방역위생관리업의 표준 친환경 방제 매뉴얼 방제법으로 적용 |
| ②의 기술 | 2019년 7월 1일 시행된 방역 위생 관리업 표준 친환경적 닭진드기 종합방제법에 활용계획 및 관남 상품화 사업화 추진 |
| ③의 기술 | 2019년 7월 1일 시행된 방역 위생 관리업 표준 친환경적 닭진드기 종합방제법에 활용계획 및 기술 보급 |
| ④의 기술 | ICT와 연결하여 닭진드기 발견 및 모니터링 장비의 개발,방역위생관리업자를 위한 표준 장비 및 방제 매뉴얼 구축에 활용 |

7. 연구종료 후 성과창출 계획

| 성과목표 | 사업화지표 | | | | | | | | | | 연구기반지표 | | | | | | | | |
|---------------|--------|------|------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|--------|------|--------|------|------|------|----------|------|-------------|
| | 지식 재산권 | | | 기술실시 (이전) | | 사업화 | | | | | 기술인증 | 학술성과 | | | 교육지도 | 인력양성 | 정책 활용-홍보 | | 기타 (타연구활용등) |
| | 특허출원 | 특허등록 | 품종등록 | 건수 | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용창출 | 투자유치 | | 논문 | | 학술발표 | | | 정책활용 | 홍보전시 | |
| | | | | | | | | | | | SCI | 비SCI | 논문평균IF | | | | | | |
| 단위 | 건 | 건 | 건 | 건 | 백만원 | 건 | 백만원 | 백만원 | 명 | 백만원 | 건 | 건 | 건 | 건 | 명 | | | | |
| 가중치 | | | | | | | 50 | | | | | | | 30 | | 20 | | | |
| 최종목표 | | | | | | | | | | | | | | 7 | | 1 | | | |
| 연구기간내 달성실적 | | | | | | | 1.4 | | | | | | | 4 | | | | | |
| 연구종료후 성과창출 계획 | | | | | | | 2.0 | 00 | | | | | | 3 | | 1 | | | |

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

| | | | |
|--------------------------|--|-----------------------|----|
| 핵심기술명 ¹⁾ | | | |
| 이전형태 | <input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상 | 기술료 예정액 | 천원 |
| 이전방식 ²⁾ | <input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타() | | |
| 이전소요기간 | | 실용화예상시기 ³⁾ | |
| 기술이전시 선행조건 ⁴⁾ | | | |

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술개발 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술 개발 사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.