



기후변화 대응 “양봉농가 월동 준비” 기초 자료 쌓는다

- 농촌진흥청, 기후변화 대응…가을철 일벌 생리 지표 조사
- 겨울벌 생산 전환 시기, 10월 중순부터 10월 말로 추정
- 미리 응애 밀도 확인하고, 여왕벌 산란 상태·벌무리 세력 점검해야

농촌진흥청(청장 이승돈)은 국립경국대학교(정철의 교수 연구팀)와 함께 가을철 일벌의 생리 변화를 조사해 겨울벌 형성 시기를 추정했다.

겨울벌은 몸속에 영양물질을 축적해 수개월 동안 오랜 기간 살아가는 일벌이다. 겨울철 벌무리를 유지하고 이듬해 봄 초기 벌무리 세력을 키우기 때문에 월동 전 건강한 겨울벌을 충분히 확보해야 다음 해에도 건강한 벌무리를 얻을 수 있다.

이에 연구진은 2025년 9월 25일부터 10월 30일까지 10개 벌무리에서 주 1회 일벌을 채집해 영양 저장과 수명에 관련된 난황형성단백질 유전자 발현량, 영양분 저장과 면역·대사·수명을 조절하는 복부 지방 축적 지표를 분석했다. 비교 기준은 2024년 12월 15일 월동 중인 3개 벌무리의 일벌이다.

조사 결과, 가을철 일벌의 생리 변화와 발육 기간 등을 고려해 겨울벌 생산 전환 시기를 10월 중순부터 10월 말로 추정했다.

난황형성단백질 유전자 발현량은 9월 25일 2.0에서 10월 16일 6.7로 증가해 월동 일벌의 평균인 6.8에 근접했으며, 10월 30일에는 11.4까지 높아졌다.

복부 지방 축적 비율은 9월 25일 39.2%에서 10월 30일 64.2%로 증가해

월동 일벌의 평균인 65.0%에 가까워졌다. 이처럼 유전자 발현은 10월 중순, 북부 지방 축적 지표는 10월 말에 월동 일벌 수준에 가까워진 점을 추정 근거로 삼았다.

이처럼 지역과 기상 조건, 벌무리 세력, 먹이 자원 등에 따라 겨울벌 생산 전환 시기가 달라질 수 있으므로 양봉농가에서는 조사 결과와 함께 지역 기상과 벌무리 상태를 참고해 월동 준비 시기를 판단하는 것이 좋다.

양봉농가는 겨울벌 생산에 앞서 응애 밀도를 확인하고 제때 방제해야 한다. 아울러 여왕벌 산란 상태와 벌무리 세력을 점검해 건강한 겨울벌이 충분히 확보되도록 화분·당액 균형 공급, 과도한 육아 확대 방지, 충분한 저장 먹이와 벌무리 세력 확보, 적절한 보온과 습기 관리 등을 준비한다.

농촌진흥청 양봉과 이경용 과장 직무대리는 “이번 연구는 가을철 일벌의 생리 지표를 조사해 겨울벌 형성 시기를 추정하고 농가 월동 준비에 필요한 기초 자료를 마련한 것”이라며, “앞으로도 기후변화에 따른 겨울벌 형성 시기를 지속해서 조사해 양봉농가의 안정적인 월동을 돕겠다.”라고 말했다.

붙임. 겨울벌 형성 시기 추정을 위한 생리 지표 조사 결과

담당 부서	국립농업과학원 양봉과	책임자	과 장 (직무대리)	이경용 (063-238-2845)
		담당자	연구사	김성국 (063-238-2848)
	국립경국대학교 식물의학과	책임자	교 수	정철의 (054-820-6191)
농촌진흥청에서 연구·개발한 농업의 모든 것  농사로				

□ 연구 배경 및 목적

- 겨울벌은 몸 속에 영양분을 저장해 겨울을 나는 일벌로서, 가을철 일벌의 체내 변화를 통해 겨울벌로 전환됨
- 가을철 일벌에서 일어나는 변화를 파악하여 양봉농가의 월동 준비에 필요한 기초 자료를 확보하고자 함

□ 실험 개요

구분	연구 내용
조사 대상	노지에 배치한 벌무리 10통의 내역 일벌 * 내역 일벌: 주로 벌통 안에서 활동하는 일벌
조사 시기	2025.9.25., 10.2., 10.9., 10.16., 10.23., 10.30.(주 1회, 총 6회)
채집 및 분석	조사일마다 벌무리당 30마리의 일벌 채집 지방 분석 15마리, 유전자 발현 분석 5마리 사용
월동 비교 기준	2024.12.15. 월동 중인 3개 벌무리에서 같은 방식으로 채집한 일벌의 생리지표

□ 주요 조사 방법

- 영양 저장·수명과 관련된 난황형성단백질 유전자 상대 발현량 측정
 - 복부에서 추출한 난황형성단백질의 유전자 발현을 실시간 정량 중합효소연쇄반응(qPCR)으로 분석(단백질 직접 측정은 아님)
 - 상대적인 발현 분석의 기준이 되는 액틴 유전자로 정규화하여 벌무리 내의 난황형성단백질 상대 발현량 산출
- 영양 축적과 면역·대사·수명과 관련된 복부 지방 추출 비율
 - 상온에서 3일 간 복부를 건조하여 무게를 측정한 후, 순수 지방 중량 측정을 위해 디에틸 에테르에 24시간 침지했다. 이를 다시 3일간 건조하여 추출 전후의 건조중량 차이로 비율을 산출했다.

$$\text{비율(\%)} = [(\text{추출 전 건조중량} - \text{추출 후 건조중량}) \div \text{추출 전 건조중량}] \times 100$$

※ 원문의 '복부 내 지방체 비율'에 해당한다. 지방 추출에 따른 건조중량 감소 비율로, 지방체 조직의 부피 비율과는 구분된다.

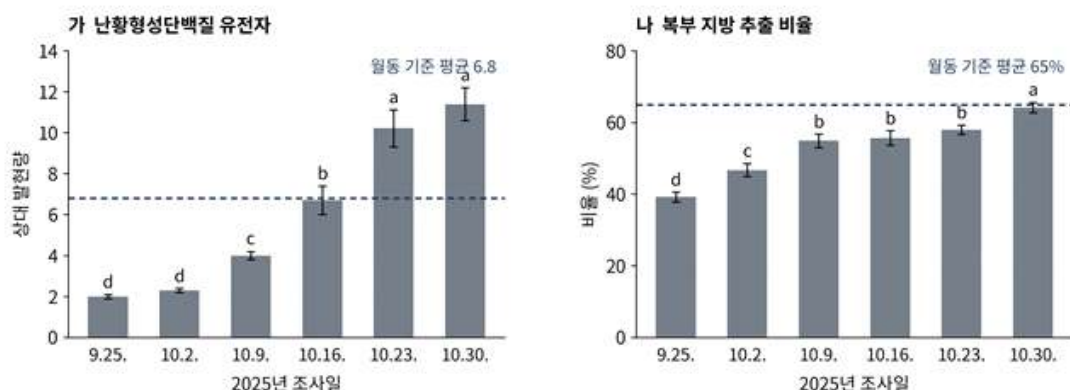
○ 통계 분석

- 벌무리별·조사일별 평균값으로 선형 혼합효과 모형의 날짜 효과를 분석했다. 결과는 평균 ± 표준오차(SE)로 표시했다.

□ 시기별 생리 지표 변화

조사일	난황형성단백질 유전자 상대 발현량	복부 지방 추출 비율(%)
2025. 9. 25.	2.0±0.1	39.2±1.4
2025. 10. 2.	2.3±0.1	46.7±1.8
2025. 10. 9.	4.0±0.2	54.9±1.9
2025. 10. 16.	6.7±0.7	55.7±2.0
2025. 10. 23.	10.22±0.9	58.0±1.3
2025. 10. 30.	11.4±0.8	64.2±1.4
월동기준(2024. 12. 15.)	6.8±1.9	65.0±3.0

주: 평균 ± 표준오차(SE). 가을 조사 10개 봉군, 월동 비교 기준 3개 봉군.



오차막대는 표준오차, 점선은 월동 기준 평균이다. 서로 다른 소문자는 조사일 간 유의한 차이를 뜻한다($p < 0.05$). 지방 추출 비율의 사후 비교에는 Holm 보정을 적용했다.

□ 주요 결과 및 활용

- 영양 저장 관련 유전자 활동은 10월 중순에 월동 일별 수준에 가까워짐
 - 유전자 활동을 비교한 값은 9월 25일 2.0에서 10월 16일 6.7로 높아져, 월동 일별의 평균인 6.8과 비슷해짐
- 복부 지방 축적 정도는 10월 말에 월동 일별 수준에 가까워짐
 - 지방을 추출해 계산한 비율은 9월 25일 39.2%에서 10월 30일 64.2%로 높아져, 월동 일별의 평균인 65.0%에 가까워짐
- (결론) 10월 중순 이후부터 10월 말에 월동 기준 평균에 도달함
- 농가에서는 지역 기상과 벌무리 상태를 고려해 응애 관리, 여왕벌 점검과 벌무리 세력 조정을 실시한다. 월동 생존율과 겨울벌 생산량은 이번 조사에서 직접 검증하지 않았다.

겨울벌의 생리 변화와 월동 준비

가을철 일벌의 변화로 살펴보는 겨울나기 준비



이번 조사에서 확인한 변화

10월 중순

난황형성단백질 유전자 발현
월동 일벌 수준에 근접



10월 말

복부 지방 축적 지표
월동 일벌 수준에 근접



겨울벌이란?

영양물질을 축적해 수개월간 생존하며
월동과 이듬해 봄 벌무리 발달을 돕는 일벌



생리 변화가 확인된 시점입니다.

겨울벌의 산란·우화 시작일을 뜻하지 않습니다.

건강한 겨울벌을 위해 미리 점검하세요



응애 밀도와
필요한 방제



여왕벌의
산란 상태



벌무리 세력



지역 기상과
먹이 자원

※ AI 생성 이미지