



ORIGINAL ARTICLES

점박이응애 야외 개체군의 acynonapyr에 대한
살비효과 변동 및 저항성 발달유기렬^{1,2} · 고건우¹ · 양은영¹ · 안울균¹ · 윤준선² · 권덕호^{1*}¹한국농수산대학교 원예학부 채소전공, ²전북대학교 농축산식품융합학과Changes in Acaricidal Efficacy and Resistance Development to
Acynonapyr in Field Populations of Two-spotted Spider Mite
(*Tetranychus urticae*) in South KoreaGi Ryeol Yu^{1,2}, Geon Woo Koh¹, Eun Young Yang¹, Yul Kyun Ahn¹,
June Sun Yoon², and Deok Ho Kwon^{1*}¹Major in Vegetable Crops, Department of Horticulture, Korea National University of Agriculture and Fisheries,
1515, Kongjipatjwi-ro, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, Republic of Korea²Department of Agricultural Convergence Technology, Jeonbuk National University, 567 Baekje-daero,
Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeonbuk-do, 54896 Republic of Korea

(Received on December 11, 2025. Revised on December 16, 2025. Accepted on December 16, 2025)

Abstract Acynonapyr, a Group 33 acaricide acting on calcium-activated potassium channels, has been used in South Korea since 2020 as an acaricide. Between 2021 and 2024, there was a significant decline in the weighted mean mortalities ($F_{3,59} = 15.286, P < 0.001$) of field populations of *Tetranychus urticae* (two-spotted spider mite) collected from strawberry fields. In particular, the 24TU030 population developed resistance (ca. 166-fold of the resistance ratio) and reduced acaricidal efficacy (ca. 122-fold of the control efficacy index). These results indicate the emergence of acynonapyr-resistant two-spotted spider mite populations in strawberry fields. Therefore, it is necessary to regularly monitor acaricidal efficacy and to employ management systems to efficiently control acynonapyr resistance.

Key words: Acynonapyr, Acaricidal efficacy, Resistance, *Tetranychus urticae* (two-spotted spider mite), Weighted mean mortality

서 론

점박이응애는 암컷 성충의 총체 길이가 약 0.5 mm인 미소 해충으로(NAPPO, 2014), 웅성단위생식을 하며 세대 기간이 짧아 다양한 기주 식물에 빠르게 적응한다(Gould, 1979). 관상용 식물, 나무, 과채류의 잎과 꽃 등을 가해하며(Fasulo and Denmark, 2003), 국내에서도 채소 및 과수 작물 뿐만 아니라 특용 작물도 가해하여 넓은 기주 범위를 가진 해충으로 알려져 있다(NCPMS, 2025). 이러한 높은 적응력으로

인해 약제에 반복적으로 노출될 경우 저항성이 빠르게 발달할 수 있으며, 점박이응애를 대상으로 한 96종의 활성 성분에 대하여 저항성 발달이 보고된 바 있다(Adesanya et al., 2021). 국내에서는 딸기, 장미, 사과 등의 재배지에서 채집한 점박이응애 야외 개체군을 대상으로 한 생물검정 및 분자생물학적 진단을 통하여 다양한 약제에 대한 저항성 개체군이 존재하는 것으로 보고되었다(Koh et al., 2009; Lee et al., 2003; Kwon et al., 2015; Koo et al., 2021).

Acynonapyr는 Nippon Soda Co., Ltd.에서 개발한 물질로 2020년 국내 농약 시장에 판매되었고(Hamamoto et al., 2023), 2021년 새로운 작용 기작 그룹인 33번으로 등록되었다(IRAC, 2025; KCPA, 2025). 점박이응애의 calcium-activated potassium

*Corresponding author

E-mail: dhkwon1315@gmail.com

channel(KCa) 단백질에 특이적으로 작용하여 모든 발육 단계에서 높은 활성을 나타내는 것으로 알려졌다(Hirata et al., 2024). KCa는 세포질 내의 칼슘 농도가 증가하면 활성화되어 칼륨 이온을 세포 밖으로 내보내며 세포막을 과분극시켜 신경 세포의 신호 전달 역할을 수행한다(Vergara et al., 1998). 일반적으로 KCa channel은 KCa1 (BK channel), KCa2 (SK channel), 그리고 KCa3 (IK channel)의 세 가지로 구분되는데, acynonapyr는 점박이응애의 KCa2에 작용하여 신경세포의 비정상적인 흥분을 유도하여 경련 증상을 일으켜 살비효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Takahashi et al., 2025).

본 연구는 2021년부터 2024년 까지 딸기 재배지에서 채집한 점박이응애 21개 야외 계통을 대상으로 신규 살비제 acynonapyr에 대한 연도별 약효 변동을 평가한 것이다. 생물검정 기법은 엽침지법을 기반으로 한 다배열생물검정법을 적용하여 가중평균사충율을 산출하였다. 가중평균사충율은 관찰 기간 내 사충율 변화 속도를 반영하는 특징이 있다. 또한, 가장 낮은 약효를 보인 야외 계통을 대상으로 acynonapyr에 대한 약제 저항성 수준과 방제효과지수를 산출하여 야외 개체군의 약효감소 여부를 확인하였다.

재료 및 방법

점박이응애의 사육 및 증식

본 연구에 사용한 점박이응애는 총 22개 계통으로, SL_YS 계통은 2012년 11월 서울의 잡초에서 채집하여 감수성 계통으로 사용하였고, 나머지 21개 계통은 2021년부터 2024년까지 딸기 재배지에서 채집하여 외부 해충이나 약제의 노출 없이 누대 사육하였다(Table 1). 아크릴케이지(400 × 400 × 500 mm)에서 과중 후 15–20일이 지난 강낭콩을 기주로 공급하여 온도 25 ± 2°C, 상대습도 60 ± 20%의 조건으로 누대 사육하였다. 생물검정에 사용한 점박이응애는 누대 사육한 암컷 성충의 나이를 맞추어 사용하였다. 나이를 맞춘 암컷 성충을 확보하기 위하여, breeding dish (Ø 100 mm, SPL Life Science)에 탈지면(210 × 150 mm, 동아위생재료)과 필터페이퍼(Ø 90 mm, Whatman), 그리고 물 80 mL를 넣은 후 강낭콩 엽절편(Ø 90 mm)의 뒷면이 위를 향하도록 하여 50마리의 암컷 점박이응애를 접종하였다. 접종한 성충은 28°C 조건에서 24시간동안 산란을 받은 후 모두 제거하였다. 알에서 부화한 약충 단계에서 7일이 지나면 강낭콩 포트 2개를 넣은 곤충 사육망(360 × 360 × 610 mm)으로 약충이 있는

Table 1. Strains used in this study

Strain	Collected date	Collected region	Host plant	Host plant for rearing
SL_YS	2012-11-03	Seoul Metropolitan City	Weed	Kidney bean
21TU002*	2021-03-26	Cheongju-si, Chungcheongbuk-do	Strawberry	"
21TU003*	2021-05-01	Yesan-gun, Chungcheongnam-do	"	"
21TU004*	2021-05-04	Wanju-gun, Jeonbuk State	"	"
21TU005*	2021-05-11	Iksan-si, Jeonbuk State	"	"
21TU007*	2021-06-21	Cheonan-si, Chungcheongnam-do	"	"
21TU008*	2021-06-22	Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do	"	"
22TU013	2022-01-15	Asan-si, Chungcheongnam-do	"	"
22TU016	2022-05-09	Cheongju-si, Chungcheongbuk-do	"	"
22TU018	2022-05-21	Wanju-gun, Jeonbuk State	"	"
22TU020	2022-05-23	Seocheon-gun, Chungcheongnam-do	"	"
23TU024	2023-03-16	Iksan-si, Jeonbuk State	"	"
23TU025	2023-05-11	Seocheon-gun, Chungcheongnam-do	"	"
23TU026	2023-10-14	Iksan-si, Jeonbuk State	"	"
23TU027	2023-11-16	Buan-gun, Jeonbuk State	"	"
24TU028	2024-03-26	Iksan-si, Jeonbuk State	"	"
24TU029	2024-03-29	Wanju-gun, Jeonbuk State	"	"
24TU030	2024-03-30	Nonsan-si, Chungcheongnam-do	"	"
24TU031	2024-04-21	Seongju-gun, Gyeongsangbuk-do	"	"
24TU032	2024-05-15	Yesan-gun, Chungcheongnam-do	"	"
24TU033	2024-12-26	Jeonju-si, Jeonbuk State	"	"
24TU034	2024-12-26	Jeonju-si, Jeonbuk State	"	"

* Asterisks denote the previously used strains (Kwon et al., 2022).

엽절편을 옮겨 발육시켰고, 산란 후 10일차에 도달한 점박이응애 암컷 성충을 실험에 사용하였다.

야외 채집 계통의 생물검정

약효 평가는 acynonapyr 액상수화제(유효성분함량 20%) 제품을 추천농도인 100 ppm로 희석하여 다배열생물검정방법을 기반으로 수행하였다(Kwon et al., 2022). 플라스틱 트레이(440 × 150 × 400 mm, 청운에 탈지면(410 × 150 mm, 동아위생재료)을 올려 물 200 mL로 적신 후 필터페이퍼(195 × 145 mm, 아리랑과학) 2매를 나란히 올려 준비하였다. 그리고 강남콩 엽절편(Ø 30 mm)을 희석한 약제에 10초간 침지 후 후드 안에서 30분간 음건하였다. 준비한 트레이에 엽절편을 8 × 3의 배열로 치상한 후, 점박이응애 암컷 성충을 흡충기로 포집하여 계통 별 15마리씩 3반복으로 접종하였다. 사충 판별 기준은 세필봇(0.8 mm, 5/0호, BABARA)으로 자극하였을 때 총체 길이만큼 이동하지 못하면 죽은 개체로 간주하여 3일동안 24시간 간격으로 사충수를 관찰하였다.

가중평균사충율을 이용한 약효 평가

21개 야외 계통에 대한 acynonapyr의 약효 평가에는 가중평균사충율을 적용하였다(Kwon et al., 2022). 24시간 간격으로 3일간 사충율을 산출하여 일자 별 사충율의 차이값을 가중치(w_i)로 하고 해당 일자의 사충율(x_i)과 곱하였다. 이후 곱한 값의 합계를 가중치의 합계로 나누어 3일 동안의 사충속도가 반영된 가중평균사충율(\bar{x})을 산출하였다.

$$\bar{x} = (\sum (w_i \cdot x_i)) / (\sum w_i)$$

– x_i : 해당 시간 사충율

– w_i : 각 시간대 별 사충율 값의 차이

야외 계통의 저항성 발달 수준 평가

점박이응애 야외 개체군의 acynonapyr 약제에 대한 저항성 발달 수준을 평가하기 위하여, SL_YS 계통과 약효가 가장 낮았던 24TU030 계통을 대상으로 실험을 진행하였다. 생물검정방법은 상기 약효 평가와 동일한 다배열생물검정방법으로, SL_YS와 24TU030 계통 각각 3.125-50 ppm, 625-10,000 ppm의 5개 농도 구간을 2배 간격으로 연속 희석하여 15마리씩 3반복으로 처리하였다. 농도 별 24시간차 평균 사충율을 Abbott (1925)의 공식에 따라 무처리구 사충율을 이용하여 보정한 뒤, 이를 SPSS 13.0 (IBM, 미국)의 프로빗 분석 (Finney, 1971)을 통하여 반수치사농도(LC₅₀)를 산출하였다. 저항성비는 24TU030 계통의 LC₅₀을 SL_YS의 LC₅₀으로 나누었으며, 두 계통의 방제효과지수(control efficacy index, CEI)는 계통 별 LC₉₀을 제조사 추천농도(100 ppm)로 나누어 계산하였다(Kang et al., 2023; Lee et al., 2023; Kim et al., 2024).

통계분석

본 연구의 통계분석은 R software를 활용하였다(R core team, 2025). 야외 채집 계통 간 약효 비교에 일원분산분석을 진행하였고, 사후 검정은 R 내 multcomp 패키지의 glht 함수를 이용하여 Tukey's HSD test를 실시하였다. 유의성 차이의 표시는 cld 함수를 이용하여 알파벳 소문자로 표시하였다.

결 과

연도 별 채집 계통의 약효 평가

2021년부터 2024년까지 딸기 재배지에서 채집한 21개 개체군에 대한 acynonapyr에 대한 약효를 평가하였다(Fig. 1–3).

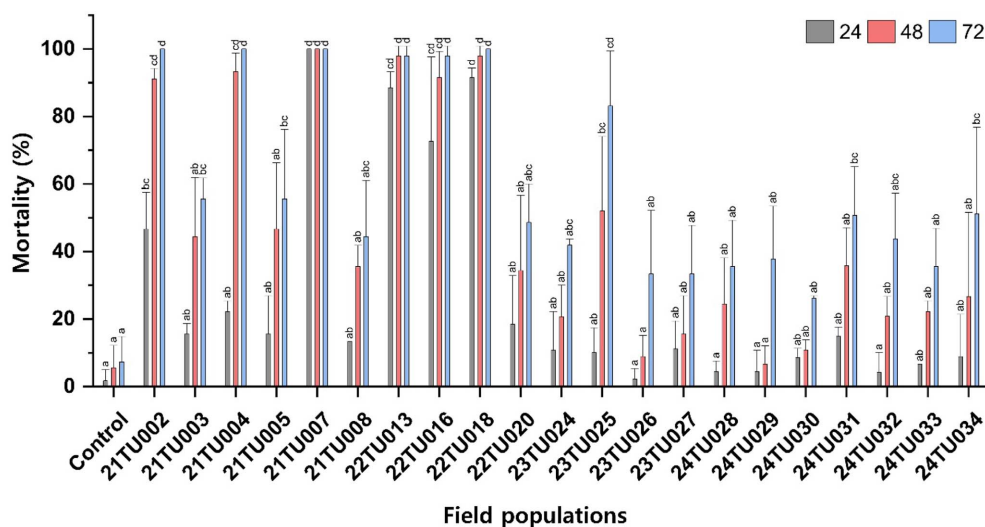


Fig. 1. Mortality from 24 to 72 hours of yearly collected *Tetranychus urticae* strains against acynonapyr. Error bars indicate the standard deviations. Small alphabetical character means the statistical difference by Tukey's HSD.

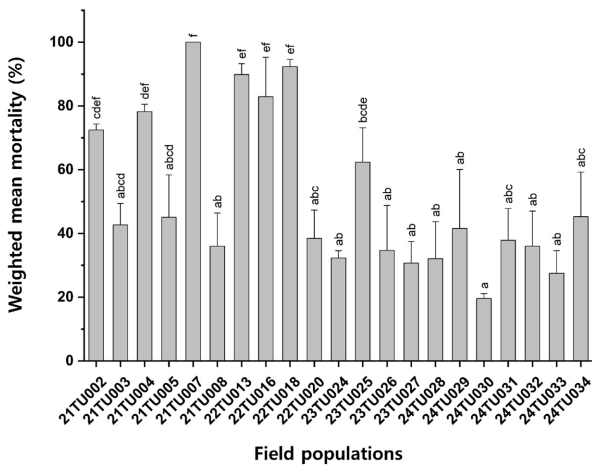


Fig. 2. Acaricidal efficacy based on the weighted mean mortality against acynonypry of yearly collected *Tetranychus urticae* strains. Error bars indicate the standard deviations. Small alphabetical character means the statistical difference by Tukey's HSD.

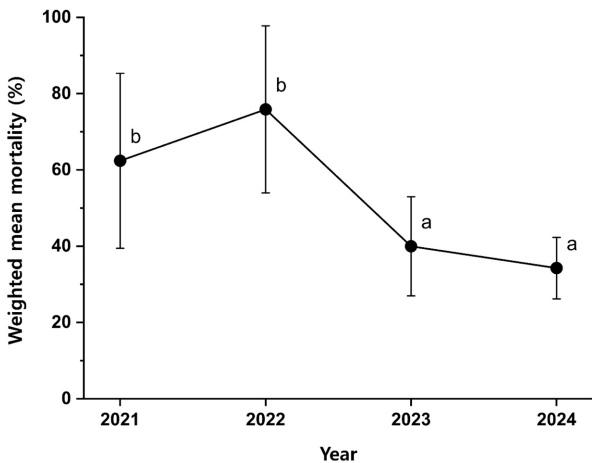


Fig. 3. Average weighted mean mortality against acynonypry of each collected year. Error bars indicate the standard deviations. Small alphabetical character means the statistical difference by Tukey's HSD.

무처리구 사충율은 24시간 간격으로 3일동안 평균 1.7%, 5.6%, 7.3%로 변동되었다. 약제 처리구에 대한 21개 계통의 평균 사충율은 24시간 간격으로 72시간동안 27.2%, 46.5%, 그리고 60.6%로 시간이 경과함에 따라 유의하게 증가하였다($F_{3,186} = 16.503, P < 0.001$)(Fig. 1). 각 계통의 시간 별 결과를 가중평균사충율로 전환하였을 때는 19.6–100%로 유의한

차이를 보였다($F_{20,42} = 14.676, P < 0.001$)(Fig. 2). 가중평균 사충율 값을 기준으로 년도별로 살펴보면(Fig. 3), 2021년 6개 계통 사충율 범위가 36–100%로서 평균 62.4% 를 보였다. 2022년 4개 계통의 경우 38.5–92.3%로서 2021년 보다 약간 높은 75.9%의 사충율을 보였다. 그러나 2023년 4개 계통의 경우는 40%(30.7–62.3%)로서 감소하기 시작하였으며, 2024년 7개 계통의 가중평균사충율 평균값은 34.4%(19.6–45.2%)로서 통계적으로 유의한 약효 감소 현상이 나타났다($F_{3,59} = 15.286, P < 0.001$)(Fig. 3). 특히, 2024년 계통 중 24TU030은 19.6%로 야외 개체군에서 약효 감소 현상이 나타난 것으로 확인되었다.

감수성 계통에 대한 저항성 발달 수준 평가

연도별 약효 평가에서 가장 낮은 사충율을 나타낸 24TU030 계통을 대상으로, acynonypry에 대한 반수치사농도 기준 저항성비와 제품의 추천농도 기준 방제효과지수를 각각 산출하였다(Table 2). 그 결과, 저항성비는 약 166배를 보였으며, 방제효과지수는 약 122배로서 해당 계통은 acynonypry에 대해 저항성을 나타냈을 뿐만 아니라 약효 감소 현상도 지니고 있는 것으로 확인되었다.

고 찰

년도별 딸기 재배지에서 채집한 점박이용애 야외 개체군을 대상으로 다배열생물검정법을 기반으로 약효 평가를 수행하였다. 그 결과, 가중평균사충율의 감소 현상이 2023년부터 통계적으로 유의하게 나타나기 시작하였다(Fig. 1). 특히, 2024년 계통 중에 낮은 약효를 보이는 24TU030계통을 반수치사농도 기준으로 평가한 결과, 감수성계통 대비 166배의 저항성이 발달한 것을 확인하였다. LC₅₀ 값을 추천농도 값으로 나누어 산출하는 방제효과지수도 122배로서 야외 개체군에서 약효 감소 현상이 나타나는 것을 확인하였다(Table 1). Acynonypry를 유효성분으로 하는 제품은 2020년도부터 국내 시장에 유통되었으며, 단체 기준 유효성분의 출하량은 2024년까지 5,160 kg, 9,967 kg, 17,080 kg, 12,988 kg으로서 전반적으로 판매량이 증가하는 양상을 보이고 있다(KCPA, 2025). 야외 개체군의 약제 저항성 발달은 대상 농약의 노출 빈도와 연관성이 있을 수 있다. 본 연구에서는 acynonypry의 출하량 증가가 직접적으로 야외 개체군의 저항성 발달을 유도시킨 것으로 명확하게 연관시킬 수 없지만, 향후, 재배

Table 2. Resistance level of SL_YS and 24TU030 strains

Strain	n	df	LC ₅₀ (95% CL, ppm)	LC ₉₀ (95% CL, ppm)	RR*	CEI**
SL_YS	270	3	19 (17–22)	66 (53–88)	1	0.7
24TU030	270	3	3,156 (1,706–7,081)	12,196 (5,896–176,884)	166	122

*RR (resistant ratio) = LC₅₀ of 24TU030 / LC₅₀ of SL_YS

**CEI (control efficacy index) = LC₉₀ / Recommended concentration (100 ppm)

농가의 실제 살비제 사용량과 비교하여 사용량과 살충제 저항성 발달 시점 간의 상호 연관성을 이해하는 것이 필요하다.

포장에서 발생하는 년도별 저항성 발달 연구는 중국에서 담배가루이를 대상으로 5종의 약제(abamectin, thiamethoxam, spirotetramat, cyantraniliprole, pyriproxyfen)와 8개 지역을 대상으로 수행된 바 있다(Zheng et al., 2021). 해당 결과에서 abamectin의 경우 전반적으로 약효가 우수하지만, 지역별 저항성 차이가 다른 것으로 나타났다. Spirotetramat, cyantraniliprole 그리고 pyriproxyfen은 연간 저항성 발달이 증가추세로 나타났다. 즉, 저항성 발달 패턴이 지역과 약제별로 다른 것으로 판단된다. 약제 사용량과 저항성 발달 시점 간의 연관성을 제시하지는 않았지만, 약효 모니터링 연구는 저항성 발달 동태를 이해할 수 있어 저항성 개체군 관리 및 약제 선발에 중요한 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

Acynonapyr는 곤충의 calcium-activated potassium channel (KCa2)에 작용하며 작용기작 33번으로서 신규 작용기작을 보유한 성분으로 구분된다(Hirata et al., 2024). 최근까지 acynonapyr는 점박이용애에 높은 특이성을 가지며 약제 감수성 저하와 관련이 있는 해독 효소나 돌연변이가 보고된 바 없다(Takahashi et al., 2025). 저항성 수준의 표현형 수준, 생화학적 해독효소 활성 수준, 약제 작용점 유전자 상의 돌연변이 발생 현상 등은 해당 약제의 신속한 진단을 가능하게 하므로 저항성 개체군의 관리에 중요한 정보를 제공할 것이다. 따라서, 국내 보고된 야외 개체군을 대상으로 생화학적 및 분자생물학적 측면에서 심도 깊은 저항성 기작 연구를 수행할 필요가 있다.

본 연구는 신규 약제가 현장에 도입이 되었을 경우 초기 약제 저항성 발달 시점을 규명할 수 있는 근거를 제시한 연구이다. 향후, 다양한 작물을 대상으로 작물 별, 재배 방식 별, 대상 해충 별, 그리고 약제 별로 체계화하여 약효 감소 현상을 표현형 수준에서 이해하여 효과적인 약제 선발을 통해 농가에서 방제의 효율성을 증대시키는 연구가 필요할 것이다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 핵심농자재 국산화기술개발사업(321054-05)의 지원을 받아 수행되었음.

Author Information and Contributions

Gi Ryeol Yu: Rearing, Bioassay, Data analysis, Writing, <https://orcid.org/0009-0008-6423-6019>

Geon Woo Koh: Rearing, Bioassay

Yul Gyun Ahn: Draft review, Information collection, Writing

Eun Young Yang: Draft review, Information collection, Writing

June Sun Yoon: Draft review, Information collection, Writing

Deok Ho Kwon: Experiment design, Data analysis, Draft review & editing, <https://orcid.org/0000-0003-2162-4771>

이해상충관계

저자는 이해상충관계가 없음을 선언합니다.

Literature Cited

- Abbott WS, 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18(2): 265-267.
- Adesanya AW, Adekunle W, Lavine MD, Moural TW, Lavine LC, et al., 2021. Mechanisms and management of acaricide resistance for *Tetranychus urticae* in agroecosystems. *J. of Pest Sci.* 94(3): 639-663. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01342-x>
- Fasulo TR, Denmark HA, 2003. Twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae): EDIS 15: 1-4. <https://doi.org/10.32473/edis-in307-2000>.
- Finney DJ, 1971. Probit analysis, 3rd ed. Cambridge University Press. *J. Pharm. Sci.* 60: 1432-1432.
- Gould F, 1979. Rapid host range evolution in a population of the phytophagous mite *Tetranychus urticae* Koch. *Evolution* 33(3): 791-802.
- Hamamoto I, Kawaguchi M, Nakamura T, Yano M, Koizumi K, Takahashi J, 2023. Discovery of a novel acaricide, acynonapyr. *J. Pestic. Sci.* 48(4): 202-210. <https://doi.org/10.1584/jpestics.D23-028>.
- Hirata K, Kudo K, Amano T, Kawaguchi M, 2024. Effects of the novel acaricide acynonapyr on the calcium-activated potassium channel. *Pestic. Biochem. Physiol.* 204: 106074. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2024.106074>.
- Insecticide Resistance Action Committee, IRAC, 2025. Retrieved from <https://irac-online.org/mode-of-action/classification-online/>
- Kang DH, Lee YO, Kim SE, Moon HH, Kim SY, et al., 2023. Susceptibility assessment of cotton aphid, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) field populations in Korea to 11 insecticides. *The Korean J. of Pestic. Sci.* 27(3): 259-271. <https://doi.org/10.7585/kjps.2023.27.3.259>. (In Korean)
- Kim MH, Kwon TY, Shin SM, Lee HS, Choi EY, et al., 2024. Evaluation of resistance to 8 insecticides of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) collected from cucumber greenhouses in Korea. *The Korean J. of Pestic. Sci.* 28(4): 395-409. <https://doi.org/10.7585/kjps.2024.28.4.395>. (In Korean)
- Koh SH, Ahn JJ, Im JS, Jung CE, Lee SH, et al., 2009. Monitoring of acaricide resistance of *Tetranychus urticae*

- (Acari: Tetranychidae) from Korean apple orchards. J. of Asia-Pac. Entomol. 12(1): 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2008.10.004>
- Koo HN, Choi JH, Shin EG, Kang WJ, Cho SR, et al., 2021. Susceptibility to acaricides and the frequencies of point mutations in etoxazole- and pyridaben-resistant strains and field populations of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Insects 12(7): 660 <https://doi.org/10.3390/insects12070660>.
- Korea Crop Protection Association, KCPA, 2025. Annual agricultural pesticide.
- Kwon DH, Clark JM, Lee SH, 2015. Toxicodynamic mechanisms and monitoring of acaricide resistance in the two-spotted spider mite. Pestic. Biochem. Physiol. 121: 97-101. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.12.011>.
- Kwon DH, Gwak GY, Kim IH, Ahn YG, Hong KH, 2022. Selection techniques of agrochemical materials by multi array leaf dipping bioassay method for the precision management of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in fruit vegetables. The Korean J. of Pestic. Sci. 26(4): 258-272. <https://doi.org/10.7585/kjps.2022.26.4.258>. (In Korean)
- Lee HW, Choi JH, Lee JW, Kim YS, Yu HB, et al., 2023. Response of 5 insecticides to *Frankliniella occidentalis* occurring on tomato cultivation at the greenhouse in Gyeongsang area. The Korean J. of Pestic. Sci. 27(4): 352-360. <https://doi.org/10.7585/kjps.2023.27.4.352>. (In Korean)
- Lee YS, Song MH, Ahn KS, Lee KY, Kim JW et al., 2003. Monitoring of acaricide resistance in two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) populations from rose greenhouses in Korea. J. of Asia-Pac. Entomol. 6(1): 91-96. [https://doi.org/10.1016/S1226-8615\(08\)60173-9](https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60173-9).
- National Crop Pest Management System, NCPMS, 2025. Retrieved from <https://NCPMS.rda.go.kr/>
- North American Plant Protection Organization, NAPPO, 2014. Dp 03: Morphological identification of spider mites (Tetranychidae) affecting imported fruits. Retrieved from <https://www.nappo.org/>
- R Core Team, 2025. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.R-project.org/>
- Takahashi J, Kawaguchi M, Hirata K, Koizumi K, 2025. Development of a novel acaricide, acynonapyr. J. Pestic. Sci. 50(3): 102-104. <https://doi.org/10.1584/jpestics.J25-04>.
- Vergara C, Latorre R, Marrion NV, Adelman JP, 1998. Calcium-activated potassium channels. Curr. Opin. Neurobiol. 8: 321-329. <https://doi.org/http://biomednet.com/elecref/0959438800800321>
- Zheng H, Xie W, Fu B, Xiao S, Tan X, et al., 2021. Annual analysis of field-evolved insecticide resistance in *Bemisia tabaci* across China, Pest Manag. Sci., 77(6): 2990-3001.

점박이응애 야외 개체군의 acynonapyr에 대한 살비효과 변동 및 저항성 발달

유기렬^{1,2} · 고건우¹ · 양은영¹ · 안율균¹ · 윤준선² · 권덕호^{1*}

¹한국농수산대학교 원예학부 채소전공, ²전북대학교 농축산식품융합학과

요약 Acynonapyr는 calcium-activated potassium channel에 작용하며 작용기작 그룹 33번에 해당하는 신규 살비 물질로서, 국내에서는 2020년부터 등록되어 사용되고 있다. 2021년부터 2024년까지 딸기재배지에서 채집한 점박이 응애 야외 개체군을 대상으로 가중평균사충율의 평균값을 비교한 결과, 년도별로 62.4%, 75.9%, 40% 그리고 34.4% 로서 약효 감소현상을 확인하였다($F_{3,59} = 15.286, P < 0.001$). 특히, 가장 낮은 약효를 지닌 24TU030 계통을 대상으로 분석 결과, 저항성비는 감수성계통 대비 약166배를 보였으며, 추천농도 대비 약효 감소 현상(방제효과지수: 약 122배)를 보였다. 즉, 국내 딸기 재배지 점박이응애 야외 개체군에서 acynonapyr 저항성 개체군이 출현된 것으로 판단된다. 따라서, 정기적인 약효 모니터링과 관리 시스템 도입을 통해 저항성 개체군의 확산을 이해하고 방제 효율을 증대시킬 필요가 있다.

색인어: Acynonapyr, 점박이응애, 저항성, 살비효과, 가중평균사충율