



ORIGINAL ARTICLES

콩과 깨풀에 대한 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸 미탁제
처리에 따른 생리적 평가이현수¹ · 홍서연¹ · 전준형¹ · 윤영남¹ · 라메즈워¹ · 라헬¹ · 김재덕² · 김유진³ · 원옥재^{1*}¹농촌진흥청 국립식량과학원 발작물개발부 스마트생산기술과,²농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과,³부산대학교 생명산업융합연구원 생명환경화학과Physiological Evaluation of Soybean and *Acalypha australis* L.
Following Bentazone-sodium·Fenoxaprop-P-ethyl TreatmentHyeon Su Lee¹, Seo Yeon Hong¹, Jeon Jun Hyoung¹, Youngnam Yoon¹, Rameswor Maharjan¹,
Rahel Dinsa Guta¹, Jae Deok Kim², Yu-jin Kim³, and Ok Jae Won^{1*}¹National Institute of Crop and Food Science, Department of Upland Crop Sciences Smart
Agricultural Technology Research Division, Miryang 50424, Korea²National Institute of Agricultural Science, Department of Agro-food Safety & Crop Protection,
Toxicity and Risk Assessment Division, Jeonju 55365, Korea³Department of Life Science and Environmental Biochemistry, and Life and Industry Convergence Research Institute,
Pusan National University, Miryang, 50463, Republic of Korea

(Received on September 1, 2025. Revised on November 4, 2025. Accepted on November 11, 2025)

Abstract This study aimed to evaluate the dose-response and photosynthetic efficiency of *Acalypha australis* L., a problematic weed in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivation, following treatment with a Bentazone-sodium·Fenoxaprop-P-ethyl herbicide. The herbicide was applied at 13 rates, ranging from the recommended dose (1,550 g a.i. ha⁻¹) to 64-fold. Nonlinear regression was used to estimate GR₅₀ values. In the soybean plants, GR₅₀ values increased from 6,800 g a.i. ha⁻¹ at the first-leaf stage to 9,937 g a.i. ha⁻¹ at the four-leaf stage, indicating reduced herbicide sensitivity with plant development. *A. australis* showed lower GR₅₀ values (3,035 and 3,299 g a.i. ha⁻¹ at the first- and third-leaf stages, respectively) than soybean. However, both exceeded the recommended rate, suggesting insufficient control efficacy. Chlorophyll fluorescence (F_v/F_m) measured with PAM-2500 revealed that the soybean plants recovered to ~0.8 within five days at 1× and 2× rates, but dropped to near zero at 4×, indicating a shutdown of photosystem II (PSII). In contrast, *A. australis* maintained an F_v/F_m value of ~0.5 even at 4×, reflecting relatively weak PSII inhibition. The reference species (*Abutilon theophrasti* and *Brassica rapa* L.) exhibited complete photosynthetic inhibition within four to five days under high-dose treatment. These results suggest that the weak PSII inhibition observed in *A. australis* may contribute to its poor control by Bentazone-based herbicides.

Key words: *Acalypha australis* L., Bentazone-sodium·Fenoxaprop-p-ethyl, *Glycine max* (L.) Merr.

서 론

콩(*Glycine max* (L.) Merr.)은 단백질과 지방이 풍부하여 전통적으로 장류, 두부, 콩나물 등의 원료로 사용되었으며, 최근 건

강식품 및 대체식품 산업의 성장으로 중요성이 더욱 증가하고 있다(RDA, 2018). 우리나라에서는 논 이용률 제고 및 농업 소득 안정을 위한 정책적 노력의 일환으로 전락작물 직불제 등이 추진되었으며, 이에 따라 벼를 대체하는 작물로 콩 재배가 확대되었다. 이러한 영향으로 전체 콩 재배면적은 2018년 50,638 ha에서 2024년 74,018 ha로 확대되었다(KREI, 2018, 2024).

콩 생산에서 잡초는 결정적인 수량 감소 요인으로 간주된다.

*Corresponding author
E-mail: ojwon@korea.kr

잡초는 빛, 물, 영양소 등을 놓고 작물과 경쟁하여 작물 생산성과 수익성을 감소시킨다. 실제로 콩 재배 시 적절한 잡초방제가 제대로 이루어지지 않을 경우 수확량이 최대 50%까지 감소할 수 있는 것으로 보고된 바 있다(Pyon and Kim, 1978). 예를 들어, 미국에서는 2007년부터 2013년까지 잡초에 의한 콩 수량 감소가 평균 52.1%에 달하며, 연간 약 166억 달러의 피해를 초래한 것으로 보고되었다(Soltani et al., 2017). 국내 콩 재배지에서는 바랭이(*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel.), 깨풀(*Acalypha australis* L.), 한련초(*Eclipta prostrata* L.) 등이 주요 우점 잡초로 알려져 있다(RDA, 2023). 이 중 깨풀은 대극과의 한해살이풀로 여름철에 주로 발생하며, 밭, 과수원, 논둑 등 우리나라 전역에 널리 분포한다. 콩밭에서 깨풀의 발생 밀도에 따라 콩 생산량이 최대 51%까지 감소하는 것으로 보고되었다(Ryu et al., 2012).

우리나라에서는 「농약관리법」의 농약등의 안전사용기준에 따라 작물별로 등록된 농약만 사용할 수 있게 되어 있다. 현재 콩에 등록되어 있는 토양처리 제초제는 주로 장쇄지방산 합성을 저해하는 제초제가 등록되어 있으며, 이 외에 미소관 조합 저해, 광계 II 저해, 테르페노이드 합성 저해제가 있다. 콩에 활용할 수 있는 경엽처리 제초제는 두 가지로 구분된다. 첫째, 화분과 잡초를 방제하는 제초제로, 주로 ACCase 저해제가 사용된다. 둘째, 화분과 및 광엽 잡초를 동시에 방제하는 제초제로, 휴간에 처리하며 글루타민 합성효소 저해제 계열의 비선택성 제초제와 광계 II 저해제 및 ACCase 저해제의 합제가 등록되어 있다(PSIS, 2025).

광엽잡초를 선택적으로 방제할 수 있는 벤타존은, 광계 II 저해제와 ACCase 저해제가 혼합된 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸의 주요 성분이다. 이는 광계 II의 D1 단백질에 결합하여 플라스토퀴논의 전자 수용을 차단함으로써 광합성 전자전달을 저해한다(Hess, 2000). 이 과정은 활성산소종의 과도한 생성을 유도하며, 세포막 지질의 과산화를 촉진하고 엽록체 기능을 저해한다(Foyer and Noctor, 2005). 결과적으로 광합성이 불가능해지며 식물은 고사하게 된다(Van Breusegem and Dat, 2006). 그러나 흰명아주, 쇠비름, 여뀌 등에는 방제 효과가 있으나 깨풀에는 방제 효과가 제한적인 것으로 보고되고 있다(Kwon et al., 2004).

본 연구에서는 콩 재배시 문제가 되고 있는 깨풀에 대한 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸 제초제의 엽기에 따른 농도별 반응 평가 및 엽록소 형광 측정을 통해 방제가 어려운 요인을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

콩과 깨풀의 생육 단계별 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸 농도반응

본 시험은 2025년 경상남도 밀양시 국립식량과학원 발작

물개밭부 유리온실에서 수행되었다. 콩(선풍)은 2월 25일부터 1주일 간격으로 총 4회에 걸쳐 지름 15 cm 원형 포트에 2립씩 파종하였다. 깨풀은 총 2회 파종하였으며, 동일한 포트에 4립씩 파종한 뒤 2개체로 주수 보정하여 1엽기, 3엽기가 되도록 조절하였다. 시험 약제는 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸(권장량: 1,550 g a.i. ha⁻¹)을 사용하였으며, 권장량의 64배인 99,220 g a.i. ha⁻¹부터 1/2로 희석하여 24.2 g a.i. ha⁻¹까지 13개의 농도로 처리하였다(99,220; 24,805; 12,403; 6,201; 3,101; 1,550; 775; 388; 194; 97; 48; 24.2 g a.i. ha⁻¹). 제초제는 손분무기를 활용하여 1000 L/ha의 살포량으로 처리하였다. 모든 처리는 5반복으로 수행하였고, 무처리구와 비교하여 생육저해 정도를 평가하였다. 약제 처리 후 3주차에 지상부를 채취하여 80°C에서 48시간 건조한 후 건물중을 측정하였다. 측정된 건물중은 [(무처리구 건물중-처리구 건물중 / 무처리구 건물중) × 100]의 식을 통해 % of untreated control을 산출하였다. 이 값을 바탕으로 sigma Plot(ver. 10.0) 소프트웨어를 활용하여 얻은 데이터를 4-parameter logistic 비선형 회귀모형(sigmoidal model)을 바탕으로 분석하였으며, 다음 식을 사용하였다.

$$y = y_0 + \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b}$$

여기서 y는 % of untreated control, x는 제초제 처리 농도, y₀은 하한값, a는 상한값과 하한값의 차이, x₀은 제초제 처리에 따른 50% 생육 저해 농도(GR₅₀, herbicide rates required to reduce plant growth 50%), b는 곡선의 기울기를 의미한다. 본 회귀식을 통해 GR₅₀을 산출하였다(Seefeldt et al., 1995).

콩과 깨풀에 대한 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸 엽록소 형광 측정

시험 재배는 콩과 깨풀 생육 단계별 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸 농도반응과 동일한 조건으로 수행하였다. 비교 대상으로 어저귀(*Abutilon theophrasti* Medik.)와 배추(*Brassica rapa* L.)를 추가로 포함하였다. 제초제는 콩 1엽기에 맞춰 처리하였는데, 이는 벤타존을 해당 시기에 처리할 경우 콩에서는 약해 발생을 최소화하면서, 잡초에 대해서는 효과적인 방제가 가능하다고 보고된 시기이기 때문이다(Andersen et al., 1974). 시험 약제 처리를 위한 생육단계를 맞추기 위해 콩과 배추는 처리 16일 전, 깨풀은 27일 전, 어저귀는 17일 전에 파종하여 생육 단계를 조절하였다. 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸을 775, 1,550, 3,100, 6,200 g a.i. ha⁻¹의 4개의 농도로 처리하였으며, 3반복으로 처리하여 무처리구와 비교하였다. 측정 시에는 PAM-2500(Walz, Germany) 장비를 사용하여 식물체를 20분간 클립으로 압처리한 후 최소 형광(F₀)과 최대 형광(F_m)을 측정하였으며, 이를 바탕으로 F_v/F_m을 산출하여 광합성 효율을 평가하였다. 제초제 처리 당일에는 처리

후 1시간 간격으로 3회, 3시간 간격으로 3회를 측정하였으며 처리 익일부터는 12시간 간격으로 5일간 측정하였다.

결 과

콩과 깨풀에 대한 생육 단계별 벤타존소듐·페녹사프로프 피에틸 농도 반응

콩과 깨풀에 대한 생육 단계별 벤타존소듐·페녹사프로프 피에틸 농도 반응을 평가하였다(Fig. 1, Fig. 2). 생육 단계별 GR₅₀ 값은 1엽기, 2엽기, 3엽기, 4엽기에서 각각 6,800, 7,891, 8,800, 9,937 g a.i. ha⁻¹로 산출되었으며(Table 1), 생육이

진전될수록 동일 제초제에 대한 민감도가 감소하는 양상을 보였다. 이와 같은 생육 단계별 반응 경향은 Ali et al.(2021) 및 Wax et al.(1974)의 보고와도 유사하다. 두 선행 연구는 GR₅₀이 아닌 약해 증상을 기준으로 평가했으나, 공통적으로 생육이 진전될수록 벤타존에 의한 약해 정도가 감소하는 경향을 보고하였다. 한편, 깨풀은 1엽기와 3엽기에서 각각 3,035 및 3,299 g a.i. ha⁻¹의 GR₅₀ 값을 보여(Table 1), 시험약제에 대해 콩보다 더 큰 생육저해를 보였지만, 두 생육 단계 모두에서 GR₅₀값이 등록된 권장량(1,550 g a.i. ha⁻¹)을 초과하여 실질적인 방제 효과는 충분하지 않았던 것으로 판단된다. 본 시험에서 사용된 약제는 벤타존소듐과 페녹사프로프피에틸의

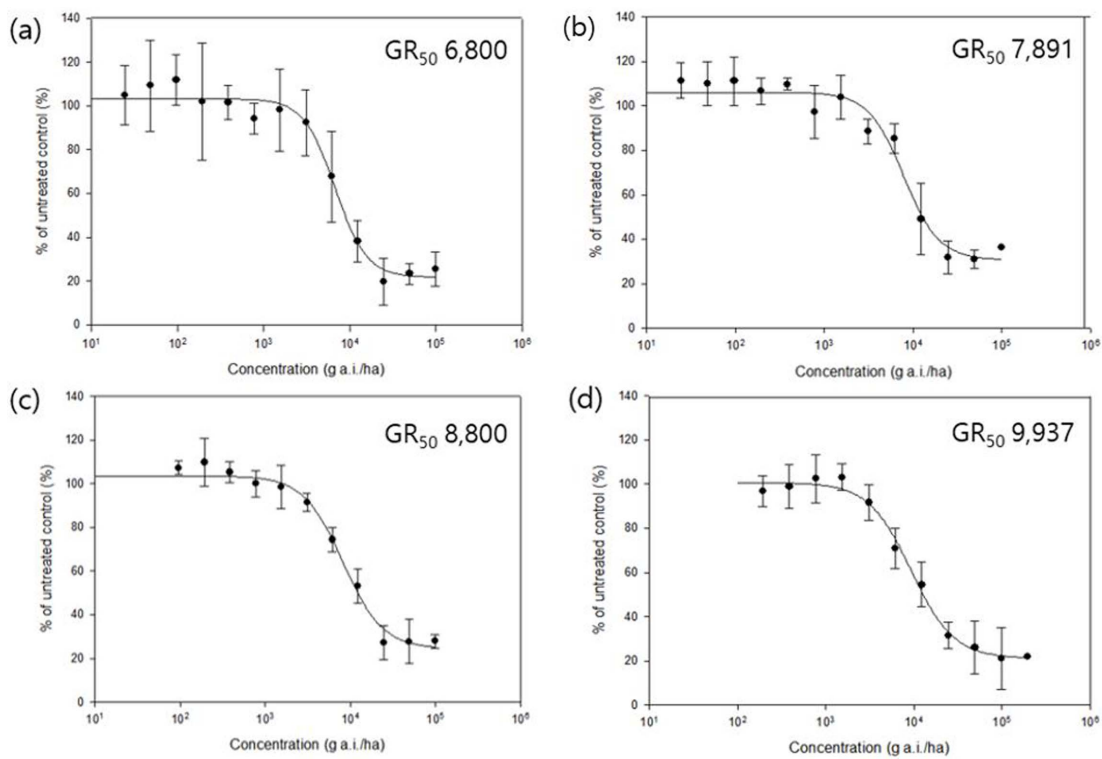


Fig. 1. Dose-response evaluation of soybean to Bentazone-sodium·Fenoxaprop-P-ethyl at four growth stage: (a) first trifoliolate stage (V1) (b) second trifoliolate stage (V2) (c) third trifoliolate stage (V3) (d) fourth trifoliolate stage (V4).

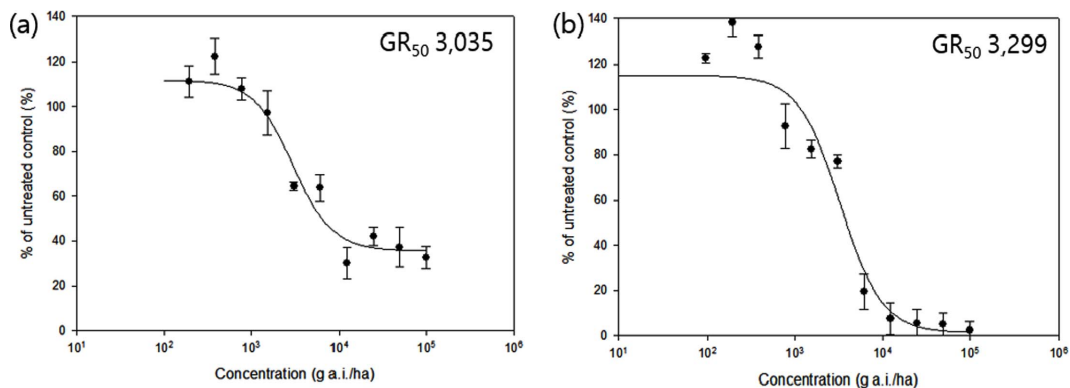


Fig. 2. Dose-response evaluation of *Acalypha australis* L. to Bentazone-sodium·Fenoxaprop-P-ethyl at two growth stage: (a) one-leaf stage (b) third leaf stage.

Table 1. GR₅₀^{a)} values (g a.i. ha⁻¹) of soybean and *Acalypha australis* L. following Bentazone-sodium·Fenoxaprop-P-ethyl treatment^{b)}

Plant	Growing season	GR ₅₀ (g a.i. ha ⁻¹ ± SD)	95% CI
Soybean	V1	6,800 ± 681.8	5,900 – 7,700
	V2	7,891 ± 1,131	6,950 – 8,920
	V3	8,800 ± 879.1	7,950 – 9,650
	V4	9,937 ± 732.3	9,100 – 10,750
<i>Acalypha australis</i> L.	22 days	3,035 ± 708.5	2,300 – 3,900
	36 days	3,299 ± 817.0	2,500 – 4,300

^{a)}GR₅₀: Herbicide rates required to reduce plant growth by 50%.

^{b)}n = 5.

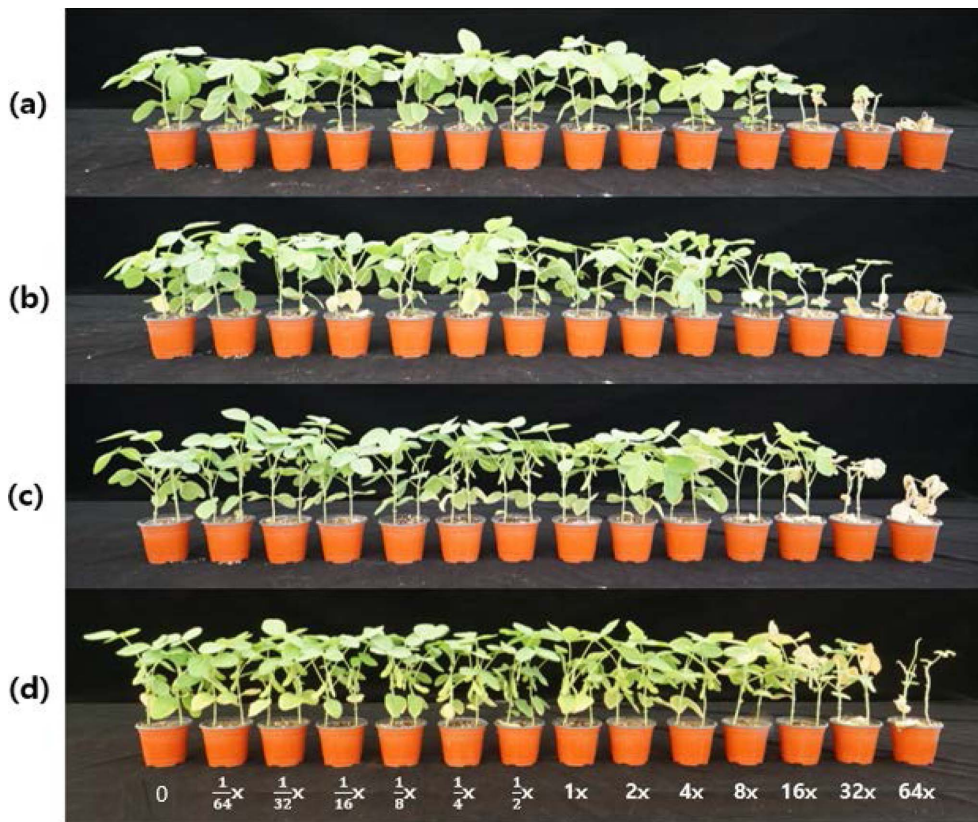


Fig. 3. Growth response of soybean to different concentrations of Bentazone-sodium·Fenoxaprop-P-ethyl at fourth growth stages: (a) first trifoliate stage (V1) (b) second trifoliate stage (V2) (c) third trifoliate stage (V3) (d) fourth trifoliate stage (V4).

합제로, 각 성분의 작용을 고려할 필요가 있다. 페녹사프로프피에틸은 ACCase 저해제로서 화분과 잡초에 대해서는 방제효과가 뛰어나나, 광엽작물에 대한 선택성이 보고된 바 있다. Lee et al.(2025)의 연구에서는 ACCase 저해제 계열 제초제들은 콩에서 작물 선택성을 보였으며, Pradhan et al. (2010)의 연구에서는 합제와 벤타존 단독 처리 간 콩의 수량성 차이는 크지 않았다고 보고하였다. 따라서 본 연구의 벤타존과 페녹사프로프피에틸의 합제 실험 결과는 페녹사프로프피에틸의 영향이 제한적이었으며, 벤타존의 효과가 주로 반영한 것으로 해석된다.

콩과 깨풀에 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸 처리 후 엽록소 형광 측정

본 시험에서는 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸이 콩, 깨풀, 어저귀, 배추의 광합성 효율에 미치는 영향을 권장량, 배량, 4배량으로 나누어 평가하였다. 무처리인 경우, 모든 작물과 잡초에서 시간 경과에 따라 약 0.8 수준의 안정적인 엽록소 형광 값을 유지하는 것으로 나타났다. 일반적으로 건강한 식물은 약 0.83 내외의 엽록소 형광 값을 유지하며, 이보다 낮은 수치는 광합성 효율 저하 또는 스트레스 상태를 나타낸다(Maxwell and Johnson, 2000; Baker, 2008). 콩은 권장량과

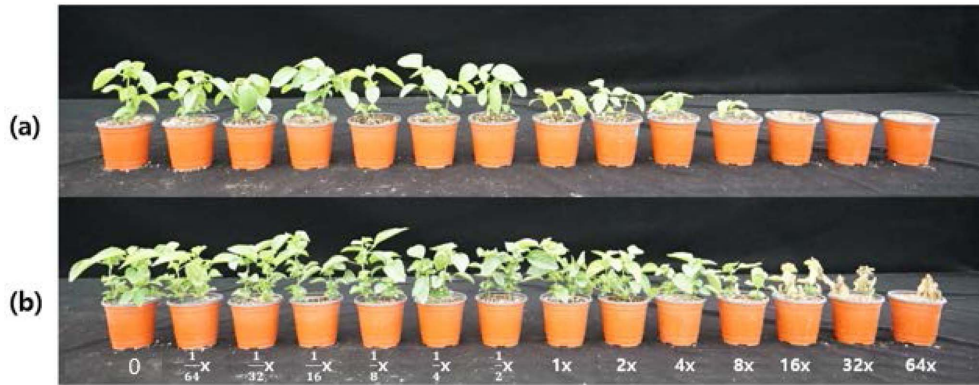


Fig. 4. Growth response of *Acalypha australis* L. to different concentrations of Bentazone-sodium·Fenoxaprop-P-ethyl at two growth stages: (a) one-leaf stage, (b) third leaf stage.

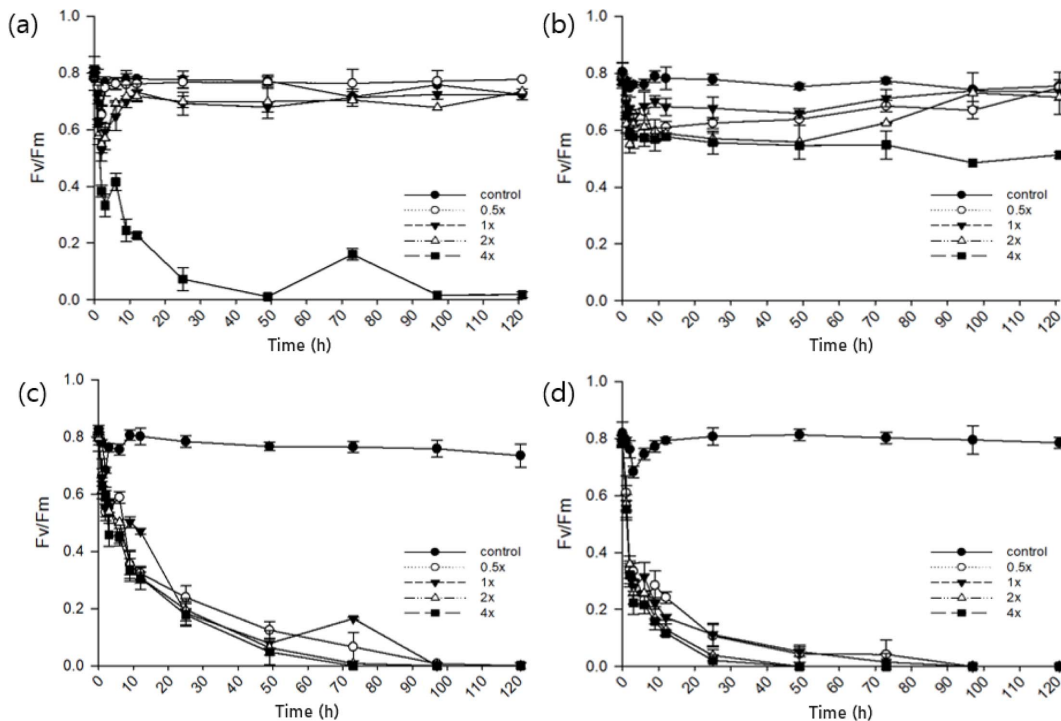


Fig. 5. Variation of chlorophyll fluorescence with time series by plant: (a) *Glycine max* (L.) Merr. (b) *Acalypha australis* L. (c) *Abutilon theophrasti* Medik. (d) *Brassica rapa* L.

배량 처리에서 엽록소 형광값이 처리 당일 각각 0.732, 0.718로 감소하였으나, 5일 후에는 무처리와 유사한 수준으로 회복되었다. 이는 Demessie et al.(2018)이 보고한 벤틀존의 기준량 및 배량 처리 후 대부분의 콩 품종이 5~6일 이내에 F_v/F_m 값을 회복하는 경향과 유사하다. 반면, 4배량 처리구에서는 처리 직후부터 형광값이 급격히 감소하여 5일차에는 0에 수렴하였으며, 이는 광계 II의 전자전달이 거의 정지된 상태를 나타낸다. 엽록소 형광의 감소는 일반적으로 광계 II의 광화학 효율 저하를 반영하지만, 이는 항상 광계 II의 비가역적 손상을 의미하지는 않는다. Zhang et al.(2016)에 따르면 광계 II 저해제에서는 처리 64 시간 이내 급격한 F_v/F_m 감소가 나타나는 반면, ACCase 저해제의 경우 144-192 시간 이후

에야 유의한 변화가 관찰되었다. 이는 ACCase 저해제가 광합성을 직접 억제하기보다 지질대사 및 막 안정성 교란을 통해 간접적으로 광계 II 반응에 영향을 미치기 때문이다 (Dayan and Zaccaro, 2012). 따라서 본 연구의 벤틀존소듐·페녹사프로프피에틸 처리에서 관찰된 F_v/F_m 감소는 ACCase 저해제의 지연된 간접 영향보다는 벤틀존의 광계 II 직접 저해 작용에 기인한 것으로 판단하였다. 깨풀은 모든 농도에서 처리 3일차까지 F_v/F_m 값이 0.5~0.7 수준으로 일시적으로 감소하였으나, 권장량 및 배량 처리구에서는 이후 무처리 수준까지 회복하였다. 특히 4배량 처리에서도 F_v/F_m 값이 약 0.5 수준으로 유지되어 광계 II 기능이 일정 수준 유지되었음을 보여준다. 어저귀와 배추는 처리 직후부터 모든 농도

에서 형광 값이 감소하였으며, 회복 없이 각각 5일차와 4일 차에 F_v/F_m 값이 0에 근접하였다. 두 작물은 광계 II 기능이 비가역적으로 손상되어 광합성 기능이 정지된 것으로 판단된다. 이러한 반응은 벤틀라존이 광계 II의 D1 단백질에 결합하여 전자전달을 차단하고, 활성산소종을 축적시켜 엽록체를 손상시키는 작용기작과 부합한다(Hess, 2000; Dayan and Zaccaro, 2012). 본 연구 결과, 콩과 깨풀은 4배량 처리에서 반응 양상의 차이를 보였으나 기준량 및 배량에서 어저귀와 배추에 비해 엽록소 형광이 회복되는 경향을 보였다. 특히 깨풀은 4배량 처리 조건에서도 엽록소 형광 값이 완전히 감소하지 않고 일정 수준을 유지하여, 벤틀라존에 대해 상대적으로 낮은 광계 II 저해 반응을 보였다. 이는 깨풀이 벤틀라존이 포함된 제초제에 대해 생리적으로 낮은 민감도를 가진다는 것을 의미하며, 이러한 낮은 민감도가 깨풀 방제가 어려운 원인 중 하나로 작용할 가능성을 시사한다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 아젠다 사업(과제번호: PJ017220)의 지원에 의해 수행되었습니다.

Author Information and Contributions

Hyeon Su Lee: Researcher, National Institute of Food Science, Department of Upland Crop Sciences Smart Agricultural Technology Research Division, orcid.org/0009-0005-7655-7598

Seo Yeon Hong: Researcher, National Institute of Food Science, Department of Upland Crop Sciences Smart Agricultural Technology Research Division

Jeon Jun Hyoung: Researcher, National Institute of Food Science, Department of Upland Crop Sciences Smart Agricultural Technology Research Division

Youngnam Yoon: Senior Researcher, National Institute of Food Science, Department of Upland Crop Sciences Smart Agricultural Technology Research Division

Rameswor Maharjan: Post-doc, National Institute of Food Science, Department of Upland Crop Sciences Smart Agricultural Technology Research Division

Rahel Dinsa Guta: Post-doc, National Institute of Food Science, Department of Upland Crop Sciences Smart Agricultural Technology Research Division.

Jae Deok Kim: Researcher, National Institute of Science, Department of Agro-food Safety & Crop Protection, Toxicity

and Risk Assessment Division

Yu-jin Kim: Professor, Department of Life Science and Environmental Biochemistry, and Life and Industry Convergence Research Institute, Pusan National University

Ok Jae Won: Researcher, National Institute of Food Science, Department of Upland Crop Sciences Smart Agricultural Technology Research Division, orcid.org/0000-0002-7411-4188

이해상충관계

저자는 이해상충관계가 없음을 선언합니다.

Literature Cited

- Ali L, Jo H, Song JT, Lee JD, 2021. Evaluation of bentazone reaction by growth stage and bentazone dose across soybean genotypes. *Plant Breed. Biotechnol.* 9:331-344.
- Andersen RN, Lueschen WE, Warnes DD, Nelson WW, 1974. Controlling Broadleaf Weeds in Soybeans by Bentazon in Minnesota. *Weed Sci.* 22(2):136-142.
- Baker NR, 2008. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59:89-113.
- Dayan FE, Zaccaro MLM, 2012. Chlorophyll fluorescence as a marker for herbicide mechanisms of action. *Pestic. Biochem Physiol.* 102(3):189-197.
- Demessie AG, 2018. Physiological response of soybeans for different concentration levels of Bentazon. Master's thesis, Graduate School of Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- Foyer CH, Noctor G, 2005. Redox homeostasis and antioxidant signaling: A metabolic interface between stress perception and physiological responses. *Plant Cell.* 17(7):1866-1875.
- Hess FD, 2000. Light-dependent herbicides: on overview. *Weed Sci.* 48(2):160-170.
- Korea Rural Economic Institute, 2018. Soybean Agricultural Observation. Naju, Korea. (In Korean)
- Korea Rural Economic Institute, 2024. Soybean Agricultural Observation. Naju, Korea. (In Korean)
- Kwon OD, Kuk YI, Lee Y, 2004. Control methods of troublesome weeds in upland rice cultivation. *Korean J. Weed Sci.* 24(2):114-122. (In Korean)
- Lee S, Payne C, Rees S, Ahrens H, Arve L, et al., 2025. Investigation of acetyl-CoA carboxylase-inhibiting herbicides that exhibit soybean crop selectivity. *Pest Manag Sci.* 81(5):2511-2521.
- Maxwell K, Johnson GN, 2000. Chlorophyll fluorescence—a practical guide. *J. Exp. Bot.* 51(345):659-668.
- Pesticide Safety Information System (PSIS), 2025. Pesticide safety information system. <https://psis.rda.go.kr/psis> (Accessed Feb. 2, 2025).

- Pradhan A, Kolhe SS, Singh V, 2010. Studies of weed control efficiency by application of post-emergence herbicides in soybean in Chhattisgarh plain. *Indian J. Weed Sci.* 42(1&2): 101-103.
- Pyon JY, Kim YL, 1978. Study on the competition between soybean and annual weeds I. Effects of Weed Competition Timing on Soybean Growth and Yield. *Korean J. Crop Sci.* 23(1):86-89. (In Korean)
- Rural Development Administration, 2018. Agricultural technology guide-soybean. Jeonju, Korea. pp. 18-19. (In Korean)
- Rural Development Administration, 2023. Reflecting the latest information on major weeds in soybean fields. Agricultural Science and Technology Information System, Jeonju, Korea. (In Korean)
- Ryu JH, Moon BC, Lee IY, Kim DH, 2012. Effect of acalypha australis occurrence on soybean growth and economic threshold level of acalypha australis. *Weed Turfgrass Sci.* 1(4):362-367. (In Korean)
- Seefeldt SS, Jensen JE, Fuerst EP, 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technol.* 9(2):218-227.
- Soltani N, Dille JA, Burke IC, Everman WH, VanGessel MJ, et al., 2017. Perspectives on potential soybean yield losses from weeds in North America. *Weed Technol.* 31(1):148-154.
- Van Breusegem F, Dat JF, 2006. Reactive oxygen species in plant cell death. *Plant Physiol.* 141(2):384-390.
- Wax LM, Bernard RH, Hayes RM, 1974. Response of soybean cultivars to bentazon, bromoxynil, chloroxuron, and 2, 4-DB. *Weed Sci.* 22(1):35-41.
- Zhang CJ, Lim SH, Kim JW, Nah G, Fischer A, et al., 2016. Leaf chlorophyll fluorescence discriminates herbicide resistance in *Echinochloa* species. *Weed Res.* 56(5):378-384.

콩과 깨풀에 대한 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸 미탁제 처리에 따른 생리적 평가

이현수¹ · 홍서연¹ · 전준형¹ · 윤영남¹ · 라메즈워¹ · 라헬¹ · 김재덕² · 김유진³ · 원옥재^{1*}

¹농촌진흥청 국립식량과학원 발작물개발부 스마트생산기술과,

²농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과,

³부산대학교 생명산업융합연구원 생명환경화학과

요약 본 연구는 콩(*Glycine max* (L.) Merr.) 재배 시 방제가 어려운 깨풀(*Acalypha australis* L.)에 대한 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸 제초제의 농도별 반응과 광합성 효율 변화를 평가하기 위해 수행되었다. 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸은 권장량(1,550 g a.i. ha⁻¹)부터 64배량까지 13단계로 처리하였으며, 비선형 회귀분석을 통해 GR₅₀을 산출하였다. 콩의 GR₅₀은 1엽기 6,800 g a.i. ha⁻¹에서 4엽기 9,937 g a.i. ha⁻¹까지 증가하여 생육이 진전될수록 약해가 감소하였다. 깨풀의 GR₅₀은 1엽기와 3엽기에서 각각 3,035 및 3,299 g a.i. ha⁻¹로 콩보다 낮았으나, 두 값 모두 권장량을 초과해 실질적인 방제효과는 어려운 것으로 나타났다. PAM-2500을 이용한 엽록소 형광 측정 결과, 콩은 권장량 및 배량 처리에서 5일 이내 F_v/F_m 값이 약 0.8 수준으로 회복하였으나, 4배량 처리에서는 5일 후 0에 수렴하여 광계 II가 정지된 것으로 판단하였다. 깨풀은 4배량에서도 F_v/F_m이 0.5 수준으로 유지되어 광계 II 저해가 상대적으로 약하게 나타났다. 반면, 비교대상으로 포함된 어저귀와 배추는 고농도 처리 시 4-5일 이내에 광합성 기능이 정지되었다. 본 연구 결과, 깨풀은 벤타존에 대해 낮은 광계 II 저해 반응을 나타내며, 이는 깨풀 방제의 어려움과 관련된 생리적 특성으로 해석될 수 있다.

색인어: 깨풀, 벤타존소듐·페녹사프로프피에틸, 콩