

콩의 MSM (Methyl Sulfonyl Methane) 처리 방법에 관한 연구

채세은¹ · 오승가² · 조영손³ · 심두보⁴ · 윤동경⁵ · 전승호^{6,†}

Studies on the MSM (Methyl Sulfonyl Methane) Treatment Method of Soybeans

Se Eun Chae¹, Seung Ka Oh², Young-Son Cho³, Doobo Shim⁴, Dong-Kyung Yoon⁵, and Seung Ho Jeon^{6,†}

ABSTRACT This experiment was conducted at the affiliated farm of the Suncheon University from 2022 to 2023 to investigate the growth, yield, and quality characteristics of soybeans based on the treatment method of Methyl Sulfonyl Methane (MSM) for the establishment of stable production practices. In the initial investigation of growth characteristics in 2022, an increasing trend in characteristics such as plant height, stem thickness, and branching index was observed as the treatment concentration increased from 50% to 200%. Yield components also followed the same trend, with the basal fertilization + top dressing 3 times at 200% treatment showing the highest yield at 355 kg·10a⁻¹, with the highest number of pods. In the subsequent study to determine the optimal concentration exceeding 200% in 2023, growth characteristics showed a trend of 400% > 200% > 800%. The basal fertilization + top dressing 3 times at 400% treatment exhibited the longest plant height (106.7 cm) and the most branches (6). In terms of seed quality, this treatment also had the highest proportion (66.9%) of seeds with a diameter over 6.7 mm. Additionally, in yield components such as pods, seeds per pod, and 100-seed weight, the basal fertilization + top dressing 3 times at 400% treatment showed the highest values, resulting in a maximum yield of 374 kg·10a⁻¹, representing a 23.4% increase compared to the control. Therefore, for the optimal production of high-quality soybeans, it is recommended to apply the treatment of basal fertilization + top dressing 3 times at 400% concentration, with top dressing occurring at 30-day intervals before harvest.

Keywords : growth, Methyl Sulfonyl Methane (MSM), quality, soybean, yield

최근 경제성장에 따른 삶의 질 향상 및 식생활의 서구화로 현대인들은 영양섭취 과잉을 비롯하여 당뇨, 고혈압 및 비만 등과 같은 성인병 발병이 증가하고 있다(Lee *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2017). 이에, 만성질환 위해요소를 조절할 수 있는 웰빙·건강 식품이 관심의 대상이 되고 있으며(Kwon *et al.*, 2013), 기능성 성분을 다량 함유한 콩 관련 제품에 대한 인식도 새로워지고 있다(Lee *et al.*, 2009).

콩(*Glycine max.* L)은 생리 조절 작용에 관여하는 활성물질을 다량 함유하고 있을 뿐만 아니라, 전 작물로서 가장 많이 재배되는 작물 중 하나로, 재배역사가 오래되어 각국

전통 식품의 재료로도 이용되고 있다. 우리나라에서도 장류, 두부, 콩나물 및 다양한 식품으로 가공되어 활용하고 있으며(Coward *et al.*, 1993; Messina & Messina, 2010; Hany, 2011; Park *et al.*, 2014), 높은 수요에 힘입어 재배면적 또한 2022년도 기준 63,956 ha로 2021년 대비 17.5% 증가하였다(KOSIS, 2022).

식이유황(MSM, methyl sulfonyl methane)은 모든 살아 있는 유기체에서 발견되어지는 유기 유황의 자연 형태이며, 식물에서 추출 해낸 무독성 천연 물질로서 유기형태의 황을 공급해줄 수 있는 가장 이상적인 물질이다(Lee *et al.*,

¹국립순천대학교 생명자원학과 박사과정 (Ph. D, Dep. of Life Resources, Suncheon National Univ., Suncheon 57922, Korea)

²경상국립대학교 식물자원학과 박사과정 (Ph. D, Dep. of Plant Resources, Gyeongsang National Univ., JinJu 52725, Korea)

³경상국립대학교 스마트농산업학과 교수 (Professor, Dep. of Smart Agro-Industry, Gyeongsang National Univ., JinJu 52725, Korea)

⁴하동녹차연구소 연구원 (Researcher, Institute of Hadong Green Tea, Gyeongnam 52304, Korea)

⁵국립식량과학원 남부작물부 생산기술개발과 박사후연구원 (Post-doc, National Institute of Crop Science, RDA, Milyang 50424, Korea)

⁶국립순천대학교 농생명과학과 교수 (Professor, Dep. of Agricultural Life Science, Suncheon National Univ., Suncheon 57922, Korea)

[†]Corresponding author: Seung Ho Jeon; (Phone) +82-61-750-5188; (E-mail) shjeon@scnu.ac.kr

<Received 25 January, 2024; Revised 8 February, 2024; Accepted 9 February, 2024>

2009). 황(S)은 두과작물 재배시 인산과 유사한 다량원소로 분류되고, 질소와 더불어 엽록소 형성, 지질 및 단백질 합성에도 영향을 미치는 식물 생장에 중요한 성분 중 하나로 (Sharma *et al.*, 2011), 작물 재배 시 황이 매우 중요한 요소라는 것을 알 수 있다(Chae *et al.*, 2023). 이처럼, 황의 사용으로 배추 및 땅콩의 수량 증대와 향미, 맛에 관련된 성분 함량 증가(Kim *et al.*, 1987; Lee *et al.*, 1993), 콩의 함황 아미노산 함량 증가로 콩 단백질 영양적 품질 향상(Lim & Eom, 1984), 쌀의 당 함량 향상(Oh, 1986) 등의 수량 증대뿐만 아니라, 품질 향상에도 효과가 있어 다양한 작물에서의 긍정적인 적용 가능성을 시사하였다(Kim *et al.*, 2004). 반면, Atto & Oeson (1966)에 의하면 황의 결핍시 함황아미노산 부족으로 인해 단백질 및 엽록소 합성에 영향을 주어 두과 작물의 근류 형성 감소 등 생육 저하, 수량 감소 등의 부정적 결과도 초래할 수 있다는 보고가 있고, 배추 및 토마토에서도 고농도의 황을 처리할 경우, 오히려 생육을 억제할 수 있다는 보고가 있어, 생리장해를 제어하기 위한 콩 재배시 적정 MSM 처리방법 설정이 필요할 것으로 사료된다(Chae *et al.*, 2023). 이에 따라, 선행연구(Chae *et al.*, 2023)에서는 콩 재배 시 MSM 처리시기, 횟수 및 농도를 다르게 하여 무처리구 대비 콩의 생육특성 및 수량성의 변화가 있는지를 검토하였다. 그 결과, 무처리구 대비 농도 50%에서 200%로 MSM 기비 후 엽면시비 1회에서 3회로 처리량이 높아질수록 생육 및 수량이 증가하였다. 이로써, MSM 농도 200% 이상 처리에서도 작물의 생육 및 수량에서 증가시킬 가능성이 시사되었기 때문에 이에 대한 추가적인 세부 농도 연구가 이루어져야 할 것으로 사료되었다.

따라서, 본 연구는 최적 MSM 농도설정을 위한 콩 재배시 증가된 MSM 처리 농도에 따른 콩의 생육, 수량 및 품위 특성을 알아봄으로써, 최적의 MSM 처리 방법 및 고품질 국산 콩의 안정생산 기술개발을 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 시험은 대표 장류콩 보급종인 대원콩의 MSM 처리에 따른 생육 및 수량 특성을 분석하기 위하여 순천대학교 시험 연구 포장에서 2년간(2022~2023년) 수행하였다. 시험 토양의 이화학적 특성은 Table 1로, 콩 기비 전과 수확 후 토양시료를 표토 10~20 cm 깊이에서 채집하여, 시험 전·후 토양 화학적 특성을 분석하였다. MSM은 순도 99.4%인 농·수·축산용 다조아 MSM (유황닷컴 농산물(주), Korea)을 사용하였다.

처리방법

MSM 처리는 기비(BF, basal fertilization) 및 추비(TD, top dressing)로 분시하였으며, 기비 처리(방법)는 MSM 농도 100%를 기준으로, 콩 파종 전 관비 하였고, 추비 처리(방법)는 수확(30일) 전 30일 간격으로 3번 엽면시비 하였다. MSM의 처리량은 1 g/ 1평(100%) 기준으로 설정하였고, 1 g 당 2 L의 수돗물에 희석하여 사용하였다. 2022년의 MSM 처리방법 연구는 ① 무처리구, ② 기비+추비3회 50%, ③ 기비+추비3회 100%, ④ 기비+추비3회 200%, ⑤ 추비3회

Table 1. Chemical properties of topsoil (10-20 cm) before and after application of MSM in 2023.

Time	Treatment [†]	pH	EC [‡] ds m ⁻¹	TN ... % ...	OM	P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	Exchangeable cation			
							K	Ca	Mg	Na
						 cmol kg ⁻¹			
Before		5.19	0.61	3.40	6.08	625.9	1.12	2.62	1.42	0.13
	Control	5.38	0.22	2.10	3.74	733.0	0.80	4.28	1.08	0.08
	TD3 200%	5.44	0.26	2.38	3.70	698.0	0.85	5.21	1.35	0.08
	TD3 400%	5.44	0.23	2.34	4.65	684.4	0.81	5.16	1.35	0.08
After	TD3 800%	5.40	0.26	2.49	4.78	707.4	0.84	4.93	1.27	0.08
	BF+TD3 200%	5.40	0.24	2.59	5.19	736.1	0.90	4.82	1.21	0.08
	BF+TD3 400%	5.52	0.22	2.56	4.91	745.7	0.90	4.82	1.22	0.08
	BF+TD3 800%	5.36	0.23	2.31	4.61	717.9	0.79	4.93	1.31	0.08

[†]TD: top dressing, BF: basal fertilization

[‡]EC: electrical conductivity, TN: total nitrogen, OM: organic matter

50%, ⑥ 추비3회 100%, ⑦ 추비3회 200%로 설정하였고, 2023년에는 2022년도에 선발된 MSM 시용 농도 기준에서의 최적 농도 선발에 따른, ① 무처리구, ② 기비+추비3회 200%, ③ 기비+추비3회 400%, ④기비+추비3회 800%, ⑤ 추비3회 200%, ⑥ 추비3회 400%, ⑦ 추비3회 800% 각각 설정하였다. 재식거리는 70 × 15 cm로 1주 2본 재배하였으며, 시비량은 토양조사 후 시비처방에 따라 N-P₂O₅-K₂O 기준 표준시비량인 3.0-3.0-3.4 kg·10a⁻¹에 준하여 전량 기비하였다. 기타관리법은 농촌진흥청 표준재배법에 준수하여 수행하였다.

생육·수량 특성조사

작물 생육 특성 조사는 R2 (개화기) 및 R5 (종실비대시) 단계에서의 각 처리에 대하여 10분씩 3반복으로 초장, 경태, 분지수, NDVI (Photon Systems Instruments NDVI-310, Photon system instruments, Czech Republic) 및 Fv/Fm (Fluorpen FP-100, Photon system instruments, Czech Republic) 을 조사하였다. 수량구성요소는 종자의 성숙이

완성되는 R8기 이후에 처리별 10분씩 3반복으로 주당협수, 협당립수, 100 립중 및 종실수량 등 농촌진흥청 연구조사 분석기준(RDA, 2012)에 준하여 조사하였다.

통계처리

통계분석은 SAS프로그램(V. 9.4, Cary, NC, USA)을 이용하여, Duncan의 다중검정법(Duncan's multiple range test, DMRT)을 통해 평균값 5% 유의수준에서 처리구간 비교하였으며, 처리 요인과 생육 및 수량 특성과의 상관관계는 Pearson's correlation으로 1%와 5% 수준에서 분석하였다.

결과 및 고찰

토양 및 기후 특성

콩 안정생산 기술개발의 기초자료 확립을 위한 MSM 처리 농도에 따른 시험토양 화학성 변화를 살펴본 결과(Table 1), pH, P₂O₅ 및 Ca은 시험전 대비 시험후 무처리구를 포함한 모든 처리구에서 각각 0.17~0.33, 58.5~107.1, 1.66~2.59

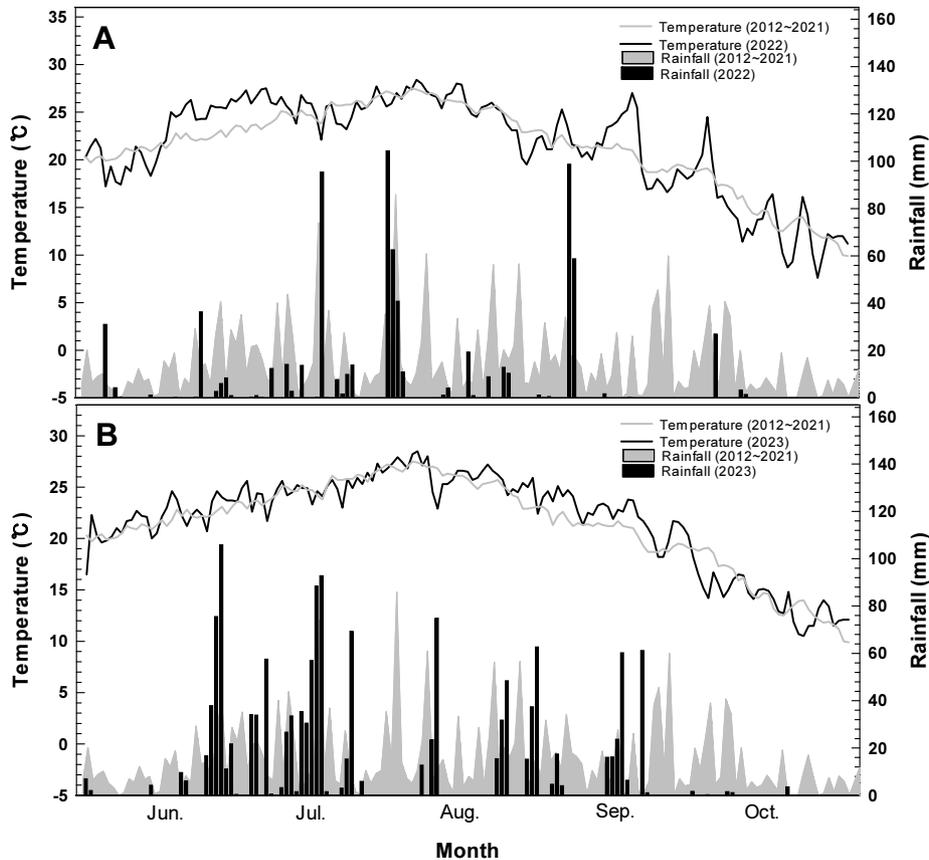


Fig. 1. Daily air temperature and rainfall in 2022 (A) and 2023 (B) at the study site, with their long-term average over the years 2012-2021.

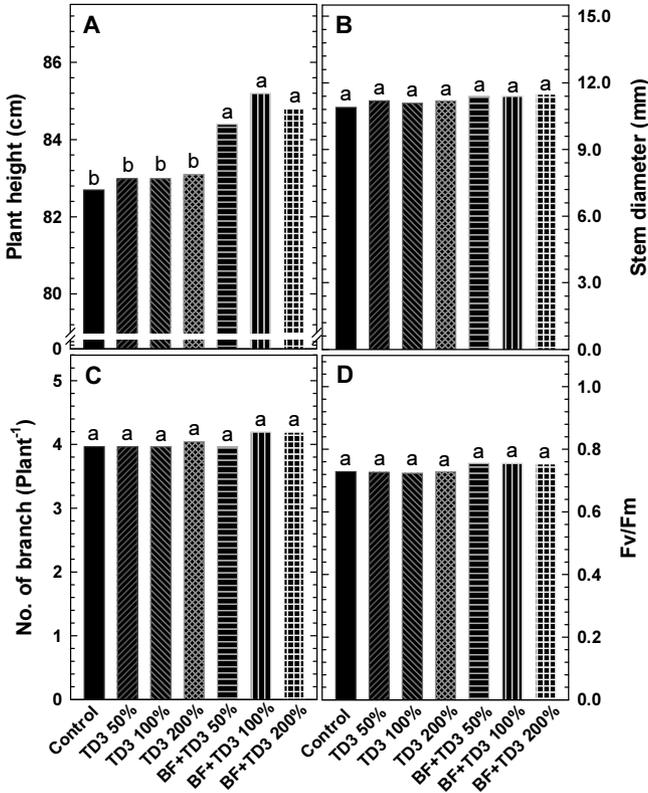


Fig. 2. Growth characteristics of soybean by MSM treatment methods at flowering (R2) in 2022. A: Plant height, B: Stem diameter, C: No. of branch, D: Fv/Fm.

증가한 반면, EC, TN, OM, K, Mg 및 Na은 시험전 대비 시험후 모든 처리구에서 감소하였다.

콩 재배기간 동안의 기후 특성 변화는 Fig. 1과 같다. 먼저, 2022년은 콩 파종 시기인 6월 중순부터 약 한 달간 일평균 기온이 22.0~27.5°C로 평년 일평균 기온을 웃도는 기후였으나, 수확시기인 10월에는 약 보름 정도 일평균 기온 대비 평년 일평균 기온이 최고 4.8°C 더 높게 나타났다. 강수량은 장마기간인 7월 31일에 일평균 104.5 mm로 가장 많았으며, 수확시기인 10월 중순부터는 비가 아예 내리지 않았다. 2023년에는 일평균 기온과 평년 일평균 기온이 다소 비슷하게 기록되었으며, 강수량은 6월 중순 이후 약 한 달간 집중되어 평년 일평균 강수량 대비 최대 82.2 mm 더 많이 기록되었다.

생육 특성

MSM 처리 방법에 따른 1차 연도 콩의 생육 특성을 알아보기 위해 기비 처리 후 추비 1회 처리한 R2기와 기비 처리 후 추비 2회 처리한 R5기의 생육 특성은 Figs. 2, 3과 같다. 먼저, 생육 중기인 R2기 초장은 무처리구 82.7 cm 대비

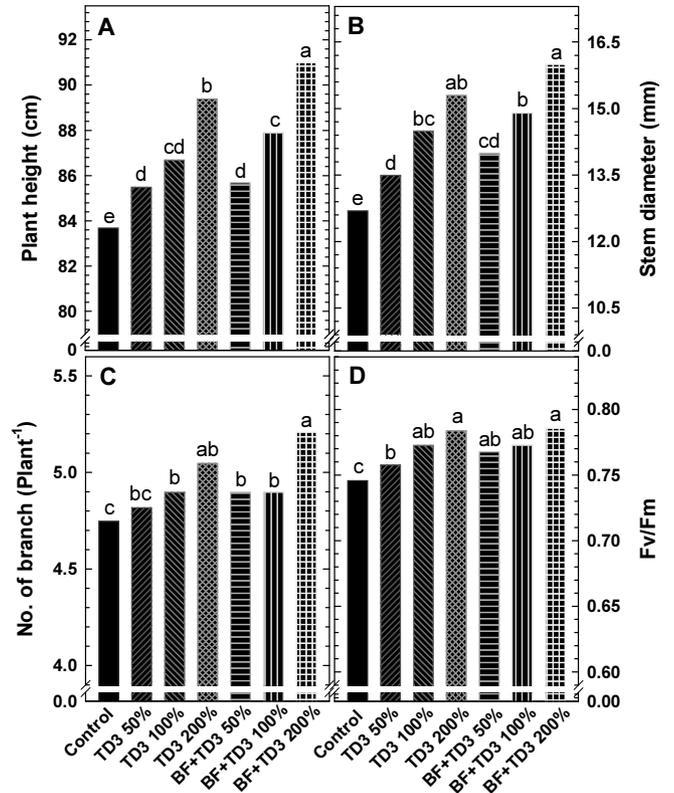


Fig. 3. Growth characteristics of soybean by MSM treatment methods at flowering (R5) in 2022. A: Plant height, B: Stem diameter, C: No. of branch, D: Fv/Fm.

모든 MSM 처리구에서 83.0 cm 이상으로 길게 나타났으며, 그 중 기비 처리한 처리구에서 평균 84.8 cm로 가장 길게 조사되었다. 경태, 분지수 및 FV/Fm에서는 모든 처리구 간 유의성이 나타나지 않았다.

생육 후기인 R5기의 초장은 무처리구 대비 모든 MSM 처리에서 농도가 50~200%로 증가할수록 초장이 길어지는 경향을 보였으며, 특히 추비만 처리했을 때보다 기비후 추비한 처리구에서 평균 1 cm 더 길게 나타났고, 그 중 기비+추비3회 200% 처리구에서 91.0 cm로 가장 길게 나타나 무처리구 대비 8.72% 더 길게 조사되었다. 경태 또한 같은 경향으로 무처리구 대비 처리 농도가 높아질수록 경태가 두꺼워지며, 특히 기비+추비3회 200% 처리구에서 16.0 mm로 가장 굵게 조사되었다. 분지수 및 Fv/Fm에서도 기비 처리후 추비한 처리구에서 무처리구 대비 평균 각각 5.00%, 3.88% 증가하였으며, 그 중 농도가 가장 높은 200% 처리구에서 각각 5.21 개, 0.786으로 가장 많고, 크게 나타나 무처리구 대비 각각 9.68%, 5.22% 더 크게 조사되었다.

Chae et al. (2023)의 보고에 따르면, MSM을 사용하여 콩을 재배할 경우 처리 농도가 증가할수록 초장 및 경태가

Table 2. Growth characteristics of soybean by MSM treatment concentrations at flowering (R2) in 2023.

Treatments [†]	Plant height	Stem diameter	No. of branch	NDVI	Fv/Fm
	... cm mm ...	Plant ⁻¹		
Control	85.6d [‡]	8.84b	3.67a	0.751a	0.622b
TD3 200%	87.6c	9.60a	3.83a	0.754a	0.736a
TD3 400%	90.5b	9.86a	3.83a	0.750a	0.772a
TD3 800%	85.2d	9.29a	3.67a	0.751a	0.761a
BF+TD3 200%	89.7b	9.70a	3.67a	0.751a	0.796a
BF+TD3 400%	96.7a	9.57a	3.83a	0.756a	0.798a
BF+TD3 800%	87.4c	9.34a	3.83a	0.752a	0.778a

[†]TD: top dressing, BF: basal fertilization

[‡]Means with different letters are significantly different at 5% level, based on Duncan's multiple range test.

Table 3. Growth characteristics of soybean by MSM treatment concentrations at full seeding (R5) in 2023.

Treatments [†]	Plant height	Stem diameter	No. of branch	NDVI	Fv/Fm
	... cm mm ...	Plant ⁻¹		
Control	95.8c [‡]	8.5d	4.50c	0.762a	0.668c
TD3 200%	99.1bc	9.5c	5.00bc	0.766a	0.726b
TD3 400%	102.1b	10.7b	6.00a	0.753a	0.770a
TD3 800%	96.1c	9.5c	4.50c	0.741a	0.679c
BF+TD3 200%	101.9b	10.3b	5.00bc	0.753a	0.764b
BF+TD3 400%	106.7a	11.5a	6.00a	0.759a	0.788a
BF+TD3 800%	98.9bc	9.7c	5.50b	0.747a	0.731b

[†]TD: top dressing (numbers indicate the number and concentration (%) of TD events), BF: basal fertilization

[‡]Means with different letters are significantly different at 5% level, based on Duncan's multiple range test.

길고, 굵어지며 분지수 또한 많아진다고 하였고, 양파의 Pot 재배에서도 황 농도 시용 수준에 따라 초장과 엽수가 증가한다고 보고한 바와 같이(Yun, 2004), MSM 처리 방법에 따른 1차 연도 생육 특성 연구에서도 선행연구와 같은 경향으로 처리 농도가 50%에서 200%로 증가함에 따라 생육 특성이 증진하는 경향이 나타났다.

MSM 최적 농도설정을 위한 2차 연도 기비 처리 후 추비 1회 처리한 R2기와 기비 처리 후 추비 2회 처리한 R5기의 생육 특성은 Tables 2, 3과 같다. 먼저, 생육중기인 R2기의 초장은 기비 유·무에 상관없이 400% > 200% > 800% 순으로 나타났으며, 특히 기비+추비3회 400% 처리구에서 96.7 cm로 가장 길었고, 가장 짧은 무처리구 및 추비 800% 대비 12.9% 이상 길게 나타났다. 경태 및 Fv/Fm에서는 무처리구 대비 모든 MSM 처리구에서 각각 9.29 mm, 0.736 이상 굵어지고 증가했으며, 분지수 및 NDVI는 처리구간 유의성이 나타나지 않았다.

생육 후기인 R5기의 초장은 무처리구 대비 처리 농도가

높아짐에 따라 200%~400%에서 길어졌으나, 800% 처리에서는 짧아지는 경향을 보였고, 그 중 기비+추비3회 400% 처리구에서 106.7 cm로 가장 길어 무처리구 95.8 cm 대비 11.3% 더 길게 나타났다(Table 3). 경태 또한, 기비+추비3회 400% 처리구에서 11.5 mm로 가장 길게 조사되었고, 분지수는 추비3회 400% 처리구 및 기비+추비3회 400% 처리구에서 6.00개로 가장 많았으며, Fv/Fm 또한 같은 경향으로 추비3회 400% 처리구 및 기비+추비3회 400% 처리구에서 각각 0.770, 0.788로 무처리구 0.668 대비 15.2% 이상 더 높은 것으로 조사되었다.

Jung (2008)은 토마토 및 배추 재배시 일정 유향 농도 시비는 경태 및 엽록소 등이 증가하나 고농도의 유향을 시비할 경우는 오히려 생육이 억제할 수 있다고 보고한 바와 같이, MSM 최적 농도설정을 위한 2차 연도 연구에서도 고농도인 800%에서는 오히려 MSM 처리구 대비 생육 특성이 낮아지고, MSM 처리 농도가 증가함에 따라 400%에서 초장, 경태, 분지수 및 Fv/Fm이 가장 높게 나타났다.

Table 4. Seed quality traits of soybean by MSM treatment concentrations in 2023.

Treatments [†]	< 4.75 mm	4.75~5.6 mm	5.6~6.7 mm	6.7~8.0 mm	> 8.0 mm
 %				
Control	0.13	3.06	41.1	55.0	0.72
TD3 200%	0.19	4.23	51.2	44.1	0.24
TD3 400%	0.56	2.01	49.7	47.7	0.07
TD3 800%	0.33	2.66	40.2	56.1	0.70
BF+TD3 200%	0.54	3.25	43.8	52.2	0.20
BF+TD3 400%	0.24	1.35	31.4	66.5	0.49
BF+TD3 800%	0.17	4.41	53.6	38.6	3.22

[†]TD: top dressing, BF: basal fertilization

Table 5. Yield components of soybean under different times and rates of MSM applications in 2022 and 2023.

Year	Treatment [†]	Pod number	Seed number	100-seed weight
		... No. plant ⁻¹ No. pod ⁻¹ g
2022	Control	68.8e [‡]	1.71d	23.7a
	TD3 50%	70.6d	1.75c	23.3a
	TD3 100%	73.4cd	1.80b	23.5a
	TD3 200%	80.1b	1.87a	24.5a
	BF+TD3 50%	70.9d	1.77bc	23.4a
	BF+TD3 100%	77.1c	1.85a	23.5a
	BF+TD3 200%	82.7a	1.87a	24.7a
2023	Control	77.8d	1.87b	20.7c
	TD3 200%	86.7b	1.90a	21.7bc
	TD3 400%	89.4a	1.92a	22.5ab
	TD3 800%	78.2cd	1.89b	20.7c
	BF+TD3 200%	88.3ab	1.93a	22.1b
	BF+TD3 400%	90.0a	1.95a	23.0a
	BF+TD3 800%	81.7c	1.90a	21.6bc

[†]TD: top dressing, BF: basal fertilization

[‡]Means with different letters are significantly different at 5% level, based on Duncan's multiple range test.

종실 품위, 수량구성요소 및 수량

MSM 최적 농도설정 연구 따른 종실 크기는 Table 4와 같다. 무처리구를 포함한 종실 직경 6.7 mm 이상의 비율은 44.3% 이상으로 조사되었으며, 그 중 기비+추비3회 400% 처리구에서 66.9%로 가장 높게 나타나 무처리구 55.7% 대비 11.2% 더 높게 나타났다. 이에, 기비+추비3회 400% 처리구는 MSM 최적 농도설정에 따른 생육 특성뿐만 아니라 콩 종자 품위 또한 가장 우수한 것으로 조사되었다.

콩의 수량구성요소를 비교한 결과는 Table 5와 같다. MSM 처리 방법에 따른 1차 연도 주당협수는 생육 특성에서와 같이, 무처리구 대비 MSM 농도가 증가할수록 협수가 많아

지며 특히, 기비+추비3회 200% 처리구에서 가장 많은 82.7개로 나타나 가장 적은 무처리구 68.8개 대비 20.2% 더 많이 조사되었다. 협당립수는 추비3회 200% 및 기비+추비3회 100, 200%에서 1.85~1.87개로 가장 많아, 무처리구 대비 8.18~9.35% 더 많았으며, 백립중에서는 무처리를 포함한 모든 처리구에서 유의성이 나타나지 않았다. MSM 최적 농도설정을 위한 2차 연도 주당협수도 생육특성과 같은 경향으로 MSM 처리 농도에 따라 무처리구 대비 400% > 200% > 800% 순이었으며, 추비3회 400% 및 기비+추비3회 400% 처리구에서 89.4개 이상으로 가장 많았고, 백립중에서는 기비+추비3회 400% 처리구에서 23.0 g으로 가장

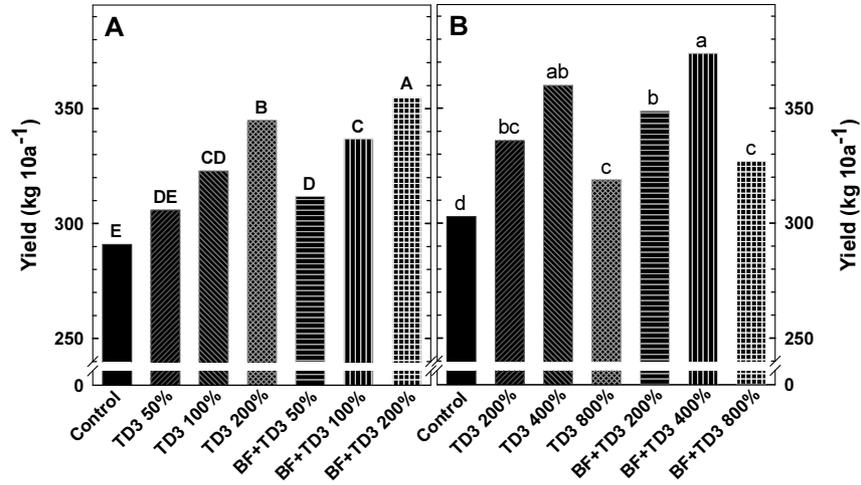


Fig. 4. Soybean yields by MSM treatments in 2022 (A) and 2023 (B). Means with different letters are significantly different at 5% level, based on Duncan's multiple range test. TD: top dressing, BF: basal fertilization.

Table 6. Correlation of growth and yield characteristics by methyl sulfonyl methane (MSM) treatments.

Year	Treatments [†]	Plant height	Stem diameter	No. of branch	Fv/Fm	Seed number	100-seed weight	yield
2022	BF	0.379 ^{ns}	0.436 [*]	0.338 ^{ns}	0.402 ^{ns}	0.382 ^{ns}	0.114 ^{ns}	0.422 ^{ns}
	Con.	0.916 ^{**}	0.933 ^{**}	0.708 ^{**}	0.767 ^{**}	0.720 ^{**}	0.568 ^{**}	0.950 ^{**}
2023	BF	0.568 ^{**}	0.443 [*]	0.345 ^{ns}	0.444 [*]	0.318 ^{ns}	0.520 [*]	0.441 [*]
	Con.	0.112 ^{ns}	0.296 ^{ns}	0.083 ^{ns}	0.172 ^{ns}	0.136 ^{ns}	0.093 ^{ns}	0.195 ^{ns}

[†]BF: basal fertilization, Con.:concentration.

^{ns,*,**}; No significance, significance at 0.05 and 0.01 probabilities

무겁게 나타나, 무처리구 대비 11.1% 더 무거운 것으로 조사되었다.

종실수량(Fig. 4)에서는, 먼저 MSM 처리 방법에 따른 1차 연도에서 처리 농도가 50%~200%로 증가할수록 수량이 증가하는 경향이 나타나 기비+추비3회 200% 처리구에서 355 kg·10a⁻¹로 가장 많았고, 다음 MSM 최적 농도설정을 위한 2차 연도 수량에서는 처리 농도 400% > 200% > 800% 순으로 많았으며, 그 중 기비+추비3회 400% 처리구에서 374 kg·10a⁻¹로 수량이 가장 많아, 무시용구 대비 23.4% 증수한 것으로 나타났다.

Lim & Eom (1984)의 연구에 따르면, 대두에서 함황비중에 따라 수량 구성요소가 증가해 수량 또한 3~13%의 증수하였고, 홍화에서도 황 시용이 수량구성요소에 영향을 주어 종실 수량 역시 4~10% 증수했다고 보고하였다(Kim *et al.*, 2004). 또한, Chae *et al.* (2023)도 콩 재배시 MSM 처리에서 농도가 증가할수록 무처리구 대비 주당협수 등 수량구성요소가 증가하여 수량도 무처리구 대비 21.8% 증수 효과가 있었다. 이처럼, 본 MSM 처리 방법에 따른 1차 연도

연구에서도 MSM 처리 농도가 가장 높은 200% 처리구가 수량구성요소 및 수량이 가장 높았으나, 고농도의 유허 시비는 생육을 억제한다는 연구결과(Jung, 2008)와 같이 MSM 최적 농도설정 연구에서는 200%~400%로 농도가 높아질수록 생육이 좋아짐에 따라 수량구성요소 및 수량도 증가하는 경향을 보였지만, 고농도인 800%에서는 수량구성요소가 MSM 다른 처리구 대비 작아지고, 이에 수량도 감소되는 것으로 나타났다.

따라서, 수량구성요소 및 종실수량은 MSM 처리 방법에 따른 1차 연도의 경우 MSM 처리 농가 가장 높은 200% 처리구가 수량구성요소 및 수량이 가장 많았으며, MSM 최적 농도설정을 위한 2차 연도에서는 MSM 400%로 기비후 3회 엽면시비 하는 것이 주당협수 및 백립중이 가장 많고, 무거운 것으로 나타나 이에 수량성도 가장 높은 것으로 나타났다.

상관관계

MSM 처리 요인과 생육 및 수량 특성의 상관관계를 분석한 결과는 Table 6으로, MSM 처리 방법 연구에서의 농도

요인에 따른 초장(0.916**), 경태(0.933**) 및 수량(0.950**)은 고도로 정의 상관관계가 나타났고, 분지수, Fv/Fm, 엽당립수 및 백립중에서는 0.7 이상의 정의 상관관계가 나타났으나, MSM 최적 농도설정 연구에서의 농도 요인에서는 모든 항목에서 무상관 관계가 나타났다. 이는, MSM 처리 방법 연구에서의 생육 특성 및 수량구성요소는 처리 농도가 증가할수록 주요 생육 특성 및 수량구성요소의 특성들이 높은 결과 값을 나타내는 경향이었으나, MSM 최적 농도설정 연구에서의 처리 농도 요인에서는 400%까지 생육 특성 및 수량구성요소가 높아지는 경향을 보여주었으나, 800% 고농도에서는 오히려 낮은 값이 나타남에 따라 무상관 관계가 나타난 것으로 판단된다.

따라서, MSM 처리 방법 연구에서의 콩 생육 특성을 조사한 결과 처리 농도가 50%~200%로 증가함에 따라 생육 특성이 증가하는 경향을 보였고, 이에 수량구성요소 및 수량에서도 같은 경향으로 농도가 가장 높았던 기비+추비3회 200% 처리구에서 협수가 가장 많아, 수량 또한 355 kg·10a⁻¹로 가장 많았다. 다음, MSM 처리 농도 200% 이상의 최적 농도설정을 위한 연구에서의 생육 특성은 초장 및 분지수에서 400% > 200% > 800% 경향이 나타났으며, 기비+추비3회 400% 처리구에서 각각 106.7 cm, 6개로 가장 길고, 많았다. 종실 품위에서도 기비+추비3회 400% 처리구가 종실 직경 6.7 mm 이상의 비율이 66.9%로 가장 높게 나타났다. 또한, 수량구성요소인 협수, 입수 및 백립중에서도 같은 경향으로 기비+추비3회 400% 처리구에서 각각 90.0개, 1.95개 23.0 g으로 가장 많고, 무거웠으며 종실 수량 또한 354 kg·10a⁻¹로 가장 많아 무처리구 대비 최대 23.4% 증수하였다. 이에 따라, 콩의 고품질 안정생산 재배를 위한 MSM 최적 처리 방법으로는 400% 농도로 기비 후, 수확 전 30일 간격으로 추비 3회 처리하는 것이 가장 유리할 것으로 판단된다.

또한, 콩 재배에서의 황 시용으로 엽록소 및 단백질 합성 등의 영양적 품질 향상에도 긍정적인 효과를 시사한 바가 있어 추후, 국산콩의 고품질화를 위한 MSM 처리에 따른 식물체 내 아미노산, 단백질 등의 기능성 물질과 장마철 콩 습해에 대한 회복에 MSM 처리가 미치는 영향 등과 같은 적절한 처리 방법에 대한 추가적인 연구가 이루어진다면, 기후변화 대응 및 MSM 처리에 따른 콩의 생육, 수량 및 품질에 미치는 효과를 입증할 수 있는 중요한 기초자료가 될 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 콩 재배시 최적 MSM 농도설정을 위한 MSM 처리 방법에 따른 콩의 생육, 수량 및 품위 특성을 알아보았다.

1. 2022년 생육 특성 조사에서는 처리 농도가 50%~200%로 증가함에 따라 생육 특성인 초장, 경태 및 분지수가 증가하는 경향을 보였고, 이에 수량구성요소 및 수량에서도 같은 경향으로 농도가 가장 높았던 기비+추비3회 200% 처리구에서 협수가 가장 많아, 수량 또한 355 kg·10a⁻¹로 가장 많았다.
2. MSM 처리 농도 200% 이상의 최적 농도설정을 위한 연구에서의 생육 특성은 초장 및 분지수에서 400% > 200% > 800% 경향이 나타났으며, 기비+추비3회 400% 처리구에서 각각 106.7 cm, 6개로 가장 길고, 많았다.
3. 종실 품위에서도 기비+추비3회 400% 처리구가 종실 직경 6.7 mm 이상의 비율이 66.9%로 가장 높게 나타났다.
4. 수량구성요소인 협수, 입수 및 백립중에서도 같은 경향으로 기비+추비3회 400% 처리구에서 각각 90.0개, 1.95개 23.0g으로 가장 많고, 무거웠으며 종실 수량 또한 374 kg·10a⁻¹로 가장 많아 무처리구 대비 최대 23.4% 증수하였다.
5. 따라서, 콩의 고품질 안정생산 재배를 위한 MSM 최적 처리 방법으로는 400% 농도로 기비 후, 수확 전 30일 간격으로 추비 3회 처리하는 것이 가장 유리할 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2023년 국립순천대학교 학술연구비(과제번호: 2023-0275) 공모과제로 연구되었으며, 이에 감사합니다.

참고문헌(REFERENCES)

- Atto, O. J., and R. A. Oeson. 1966. Factors of affecting rate of oxidation in soil of elemental sulfur and added in rock phosphate-sulfur fusions. *Soil Sci.* 101(4) : 317-325.
- Chae, S. E., S. K. Oh, Y. S. Cho, D. B. Shim, and S. H. Jeon. 2023. Evaluation of Growth and Yield According to Methyl Sulfonyl Methane (MSM) Treatment During Soybean Cultivation. *Journal of Agriculture & Life Science.* 57(1) : 35-43.
- Coward, L., N. C. Barnes, K. D. Setchell, and S. Barnes. 1993.

- Genistein, daidzein, and their beta-glycoside conjugates: antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. *J. Agric. Food Chem.* 41(11) : 1961-1967.
- Hany, A. 2011. *Soybean Physiology and Biochemistry*. Rijeka: InTech. 488.
- Jung, J. W. 2008. Effects of Sulphur Application on the Growth Characteristics of Fruit vegetables. MS Thesis. Department of Agricultural Education Graduate School of Education. Kangwon National University.
- Kim, D. B., S. D. Park, N. K. Park, D. U. Choi, and S. G. Son. 1987. Effect of potassium and sulfur powder on the growth of peanut plant on sandy soil of Nak-Dong riverside. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 20(2) : 161-168.
- Kim, M. J., I. J. Kim, S. Y. Nam, C. H. Lee, and B. H. Song. 2004. Effects of Type and Amounts of Sulfur Fertilizer on Growth and Seed Yield of Safflower. *Korean J. Crop Sci.* 49(6) : 503-506.
- KOSIS. 2022. Results of the 2022 Autumn Cabbage Radish Bean Apple Pear Production Survey.
- Kwon, E. J., D. Y. Ryu, and J. H. Surh. 2013. Quality Characteristics of Onions Applied with Methylsulfonylmethane (MSM) during Cultivation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45(2) : 213-220.
- Lee, J. I., H. K. Min, J. W. Lee, J. D. Jeong, Y. J. Ha, S. C. Kwack, and J. S. Park. 2009. Changes in the Quality of Lion from Pigs Supplemented with Dietary Methyl Sulfonyl Methane during Cold Storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 29(2) : 229-237.
- Lee, N. Y., C. Jo, and M. W. Byun. 2005. Application of irradiation technology for development of functional natural materials. *Food Industry and Nutrition.* 10(2) : 26-31.
- Lee, S. H., C. B. Kim, N. K. Park, S. D. Park, and B. S. Choi. 1993. Effect of sulphur on the yield and some quality of chinese cabbage. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 26(4) : 253-258.
- Lee, S. K., K. S. Woo, H. L. Lee, J. H. Lee, B. W. Lee, Y. Y. Lee, B. K. Kim, S. L. Kim, and H. J. Kim. 2017. Evaluation of Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Activities of Barley by Cultivars and Milling Recovery. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 46(12) : 1556-1560.
- Lim, S. U. and J. W. Eom. 1984. Effects of sulfur on yield and nutritive qualities of soybean. *J. Korean Soc. Sci. Fert.* 17(4) : 356-362.
- Messina, M. and V. Messina. 2010. The role of soy in vegetarian diets. *Nutrients* 2 : 855-888.
- Oh, W. K. 1986. The effect of strirberry compound fertilizer, potasum chloride, potasum sulphate and ammonium nitrate on the yield and quality of stroberry. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 19(1) : 9-13.
- Park, H. J., W. Y. Han, K. W. Oh, H. T. Kim, S. O. Shin, B. W. Lee, J. M. Ko, and I. Y. Baek. 2014. Growth and Yield Components Responses to Delayed Planting of Soybean in Southern Region of Korea. *Korean J. Crop Sci.* 59(4) : 483-491.
- Sharma, D. K., S. S. Kushwah, P. K. Nema, and S. S. Rathore. 2011. Effect of sulfur on yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Int. J. Agric. Res.* 6 : 143-148.
- Yun, B. K. 2004. Effect of Sulfur Application of Physico-Chemical Properties of Soil and Quality of Onions. Ph.D. Thesis. Department of Agricultural Chemistry. Chonnam National University.