

열탕처리와 염수선 처리가 콩과 녹비작물 발아에 미치는 영향

Effects of Hot Water and Specific Gravity Treatment on Germination of Legumes and Green Manure Crops

이성원¹

Seong Won Lee
국립한국농수산대학교
작물산림학부

김연복^{1*}

Yeon Bok Kim
국립한국농수산대학교
작물산림학부

¹ Department of Crops and Forestry, Korea National University of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

ABSTRACT

Green manure crops have a variety of benefits, including improving soil fertility, removing soil salinity, enhancing soil aeration and moisture regulation, reducing the use of chemical fertilizers, reducing nitrous oxide emissions, reducing herbicide use through weed-suppressive effects, promoting agricultural ecosystem protection and carbon dioxide absorption capacity. To find ways to increase the germination rate of legumes and green manure crop seeds, which are imported in large quantities every year. It was carried out that two seed priming methods, osmotic priming and heat treatment, and compared their effects. Heat treatment was treated for 10 minutes at 40°C or 60°C, followed by rinsing with water. Osmotic priming was applied for 30 seconds in a saline solution with a specific gravity of 1.13. Overall, there was no significant difference in the final germination rate, but it was found that osmotic priming and heat treatment affected the germination speed. However, applying heat treatment and osmotic priming simultaneously did not affect the germination characteristics. Therefore, it is suggested that heat treatment and osmotic priming can increase the germination speed of soybean and green manure crops.

Keywords: Green manure crops, Hot water, Specific gravity, Seed germination characteristic

Received Jan. 18. 2024
Revised Feb. 20. 2024
Accept Feb. 21. 2024

*Correspondence

Yeon Bok Kim
biotechnist@naver.com

서론

녹비작물은 녹색 비료라는 뜻으로 풋거름 작물이라고도 한다. 최근 이상기후와 자연재해 등으로 인해 환경보호에 대한 관심이 증가하고 있고, 지속가능한 농업으로서 녹비작물이 기존의 화학비료를 사용하는 관행농업의 대안으로 떠오르고 있다. 녹비작물은 토양침식을 방지하고 농경지

의 양분을 공급하며, 비옥도를 증진시킨다. 토양의 염류집적 문제를 해결하고 토양의 물리성개선, 수분조절과 화학비료 절감을 통해 생태계보호를 통해 기후변화대응의 역할을 담당한다(Germani et al., 2004; Choi et al., 2015). 특히 콩과 녹비작물은 화본과 녹비작물에 없는 뿌리혹박테리아를 통해 공중질소고정 효과가 있어 토양의 양분을 늘리는 효과가 있다. 콩과 녹비종자는 일반적으로 경질종



자로 알려져 있어 주로 종자의 발아율 향상 및 발아속도의 증진을 위하여 여러 가지 전처리가 필요하다고 알려져 있다. 전처리로서 sand paper로 종피를 문지르는 종피파상법이나, 황산을 이용하거나, 끓는 물에 종자를 침지시키는 열탕처리 방법이 있다. 특히 열탕처리는 종자 휴면 타파와 종자 소독에 많이 이용된다. 건조한 지대에 사는 식물들의 경우 종피의 불투수성으로 인해 종자가 물리적 휴면상태에 있게 되는데 이때 휴면타파를 위해 물리적 휴면타파 방법으로 열탕처리가 이용된다. 열탕처리를 통해 종피가 부드러워져 수분을 흡수하여 발아가 된다. 박은혜 등(2020)은 콩과식물인 아카시아의 종자를 80℃ 물에 30분 침지 후 파종했을 때 발아율이 상당히 향상되었다고 보고하였다. 발아율이 높고 발아세가 왕성한 우량종자를 물리적인 방법으로 선별하는 종자정선은 송풍에 의한 방법(Easton, 1975)과 비중을 의한 방법(Brandenburg and Park, 1977)이 주로 이용되고 있다. 조 등(2001)과 정 등(2012)은 조, 수수, 기장과 같은 종자가 작고 외관상으로 구분하기 힘든 종자는 종자의 무게와 체적을 대비하여 체적보다 무게를 통해 충실한 종자를 선별하는 비중검사를 통해 정선하는 것이 효과적이며, 밀도가 높은 종자를 선별하여 파종하면 발아율이 크게 향상된다고 보고하였다. 따라서 본 연구는 콩과 녹비작물 종자의 염수선(비중) 종자정선을 이용하여 발아특성을 알아보고자 수행하였다.

연구방법

실험재료

본 실험에서는 대표적인 콩과 녹비작물 8종류를 대상으로 실시하였다. 2023년 구입한 네마장황(인도산), 레드클로버, 화이트클로버, 크림손클로버(미국산), 자운영(중국산), 헤어리베치(호주산), 국내산 헤어리베치 토익과 청풍보라 품종 종자를 사용하였으며, 발아실험을 위해 105구 트레이에서 발아특성을 조사하였고, 염수선 처리를 위해 천일염을 사용하였다.

실험방법

화이트클로버, 레드클로버, 크림손클로버, 자운영은 40℃에서 10분간, 네마장황과 헤어리베치 3종은 60℃에서 10

분간 열탕처리 후 30초간 냉수 세척한 후 사용하였다. 염수선 처리를 하기 위해 비중계를 이용하여 1L 메스실린더에 비중을 천일염으로 1.13g/L로 조절하여 맞추고 종자를 넣은 후 가라앉은 종자들을 선별하여 자연조건에서 건조한 후 이용하였다. 발아특성을 알아보기 위해 2023년 한국농수산대학교 특용작물전공에 위치한 유리온실에서 상토를 담은 105구 트레이에 선별된 종자를 유공 당 각각 1립씩 파종하고 12일 동안 온실에서 작물당 30립씩 3반복으로 파종하였고, 열탕, 염수선, 염수선+열탕, 무처리로 나누어 발아특성을 조사하였다. 종자 크기가 작은 클로버류와 자운영은 염수선처리를 하기에 적절하지 않았기 때문에 열탕으로만 처리하고 실험하였다. 조사된 결과를 이용하여 발아율(percentage germination, PG), 평균발아일수(mean germination time, MGT), 발아세(germination energy, GE), 발아속도(germination rate, GR)를 산출하였다(Scott et al., 1984; Stundstrom et al., 1987).

통계처리

실험결과는 SAS Enterprise Guide 4.2 (Statistical Analysis System 2009, SAS Institute Inc., Cray, NC, USA)로 분석하였고, 3회 반복한 결과값을 평균치로 나타내었다. 콩과녹비작물간의 유의적인 차이는 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 유의수준 5% ($p < 0.05$)에서 검증하였다.

결과 및 고찰

클로버류와 자운영의 열탕처리 영향

클로버류와 자운영의 일수별 발아율은 Fig. 1과 같다. 화이트클로버의 발아율, 발아세의 경우, Table 1 에서 보는바와 같이 무처리가 발아율 87.7%, 발아세가 75.3%로 열탕처리의 발아율(82.3%)과 발아세(73.3%)보다 높았다. 반면에 평균발아일수(2.3일)와 발아속도(58)는 열탕처리가 무처리(2.5일, 53)보다 다소 빨랐다. 레드클로버 또한 발아율과 발아세는 무처리가 각각 90.7%와 89.7%로 열탕처리 89%와 86.7%보다 미세한 차이로 높았으며, 평균발아일수는 열탕처리가 1.5일, 무처리가 1.6일로 열탕처리와 비슷했고, 발아속도에 있어서도 무처리 78, 열탕처리 80으로

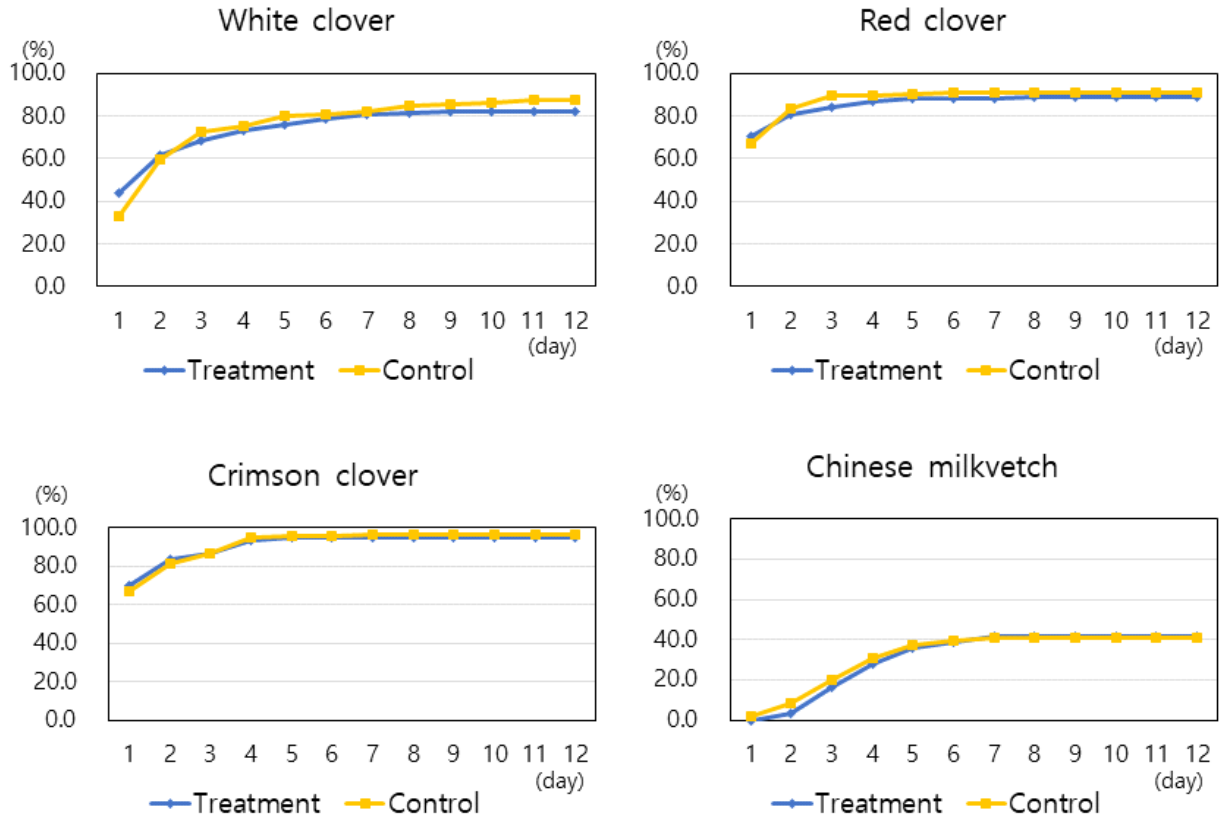


Fig. 1. The percentage germination of clovers and Chinese milkvetch after hot water treatment.

열탕처리가 조금 더 빨랐지만 유의미한 차이는 없었다.

크림슨 클로버의 경우, 화이트클로버와 비슷하게 발아율은 무처리 96.7%, 열탕처리는 94.7%로 무처리가 조금 더 높았으며 발아세 또한 무처리 95%, 열탕처리 93.3%로 무처리가 조금 더 높았다. 평균발아일수는 무처리 1.8일, 열탕처리 1.6일로 열탕처리가 조금 더 빨랐고, 발아속도 또한 무처리 78, 열탕처리 80으로 열탕처리가 다소 빨랐다. 이 결과로 열탕처리가 무처리보다 조금 빨라진 것을 확인할 수 있었지만 유의미한 차이는 없다고 판단된다.

자운영의 경우, 발아율은 Table 1에서 보는 바와 같이 무처리 41.0%, 열탕처리 41.7%로 차이가 없었고, 발아세의 경우 무처리가 30.7%, 열탕처리가 28%로 무처리가 더 높았다. 평균발아일수 또한 무처리가 4일 열탕처리가 4.4일로 무처리가 다소 빨랐으며, 발아속도도 무처리가 13, 열탕처리가 11로 무처리가 조금 더 빠른 모습을 보였다. 클로버류와 자운영은 열탕처리와 무처리 간의 발아일수와

발아속도의 차이가 다소 있었지만, 발아율과 발아세의 경우 무처리가 열탕처리보다 다소 높았다. 클로버와 자운영을 비교해 보면 클로버는 대체로 발아율, 발아세, 발아속도, 평균발아일수가 자운영에 비해 월등히 높았다. 최 등 (2007)은 자귀나무 종자를 열탕처리(95~100℃)하였을 때 발아소요일수 단축에는 효과가 없었고, 발아속도 및 발아균일지수, 발아율은 무처리에 비해 현저한 차이를 보였다고 보고했다.

네마장황의 열탕처리와 염수선처리 영향

네마장황의 열탕처리와 염수선처리 후 일수별 발아율은 Fig. 2와 같다. 염수선처리의 발아율은 83.7%로 가장 높았고, 다음으로 무처리 79%, 열탕처리 75.3%, 열탕+염수선처리 70% 순이었다. 발아세는 염수선 78.7%, 무처리 76.3%, 열탕 75%, 열탕+염수선처리 68.7% 순으로 발아

Table 1. Seed germination characteristics after hot water and seed specific gravity treatment

	Hot water and seed specific gravity treatment															
	Hot water				Specific gravity				H+S treatment				Control			
	PG (%)	GE (%)	MGT (day)	GR	PG (%)	GE (%)	MGT (day)	GR	PG (%)	GE (%)	MGT (day)	GR	PG (%)	GE (%)	MGT (day)	GR
White clover	82.3 _{bc}	73.3 _b	2.3 _{bc}	58 _{bc}	-	-	-	-	-	-	-	-	87.7 _{bc}	75.3 _c	2.5 _b	53 _{bc}
Red clover	89 _{ab}	86.7 _{ab}	1.5 _a	78 _a	-	-	-	-	-	-	-	-	90.7 _{ab}	89.7 _b	1.6 _a	78 _a
Crimson clover	94.7 _a	93.3 _a	1.6 _a	80 _a	-	-	-	-	-	-	-	-	96.7 _a	95 _a	1.8 _a	78 _a
Chinese milkvetch	41.7 _e	28.0 _c	4.4 _c	11 _d	-	-	-	-	-	-	-	-	41.0 _e	30.7 _e	4.0 _d	13 _d
Sunnhemp	75.3 _{cd}	75 _{ab}	1.7 _a	53 _{bc}	83.7 _{ab}	78.7 _a	1.7 _a	68 _a	70 _b	68.7 _{ab}	1.4 _a	60 _a	79 _{cd}	76.3 _c	2.0 _{ab}	47 _{bc}
Hairy vetch (Toik)	90 _{ab}	80.7 _a	2.2 _{bc}	65 _b	89.6 _a	74.3 _b	2.9 _b	51 _b	92.6 _a	71.0 _a	3.4 _b	38 _b	90.6 _{ab}	32.7 _e	5.3 _d	20 _d
Hairy vetch (Cheong pung vora)	68 _d	58.7 _b	2.1 _{bc}	55 _{bc}	75 _b	62.3 _c	2.4 _b	55 _b	78 _b	52 _c	3.7 _b	32 _b	78.6 _d	55.7 _d	4.0 _c	27 _d
Hairy vetch (Imported)	80.6 _{bc}	67.7 _{ab}	2.6 _b	50 _c	91 _a	72.7 _b	3.3 _c	41 _c	88 _b	42.7 _d	4.9 _c	24 _c	85.3 _{bc}	49.7 _d	4.5 _{cd}	24 _d
Ave.	77.7	70.4	2.28	56.2	84.8	72.0	0.77	53.7	82.1	58.6	0.80	38.5	81.2	63.1	2.87	42.5

Mean values from triplicate separated experiments are shown. Means within a column followed by the same letter are not significant based on the DMRT ($p < 0.05$). PG: percentage germination, GE: germination energy, MGT: mean germination time, GR: germination rate, H+S: hot water and specific gravity together.

올과 같은 순이었다. 반면에 평균발아일수는 열탕+염수선 처리가 1.4일로 가장 짧았고, 열탕처리와 염수선처리는 각 1.7일로 동일했다. 무처리는 2일로 가장 길었다. 발아속도의 경우는 염수선처리가 68로 가장 빨랐고, 열탕+염수선이 60, 열탕처리가 53, 무처리가 47로 가장 느렸다. 따라서 네마장황의 발아율과 발아속도를 높이는데 있어서는 염수선 처리가 가장 효과가 좋았고, 열탕처리는 초기 발아속도를 높일 수는 있지만 발아율을 높이는데는 적합하지 않은 것으로 보인다. 특히 열탕과 염수선처리를 함께 하는 것은 초기 발아속도를 높일 수는 있지만 발아율에는 부정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다.

헤어리베치류의 열탕처리와 염수선처리 영향

헤어리베치류의 일수별 발아율은 Fig. 3과 같다. 국산 품종인 헤어리베치 토익의 발아율은 Table 1에서 보는

것과 같이 열탕+염수선(92.6%) > 무처리(90.6%) > 열탕(90%) > 염수선처리(89.6%) 순이었다. 반면, 발아세의 경우 열탕과 염수선처리구가 무처리에 비해 월등히 높은 차이를 보였다. 발아세의 경우 열탕처리가 80.7%로 가장 높았으며 염수선 74.3%, 열탕+염수선 71%였고, 무처리는 32.7%로 가장 낮은 발아세를 보였다. 평균발아일수는 열탕처리(2.2일)가 가장 빨랐으며, 염수선(2.9일), 열탕+염수선(3.4일), 무처리(5.3일) 순이었다. 또한 발아속도의 경우, 열탕처리가 65로 가장 빨랐으며, 염수선처리가 51, 열탕+염수선처리가 38이었고, 무처리가 20으로 가장 낮았다. 따라서 국산 품종인 토익은 열탕과 염수선 처리가 발아율과 발아세를 다소 높이고, 발아속도와 평균발아일수를 앞당긴다고 판단된다. 반면, 국산 품종인 헤어리베치 청풍보라의 경우 발아율은 무처리가 78.6%였고, 열탕+염수선처리가 78%로 비슷한 수준을 보였으며, 염수선처리가 75%, 열탕처리가 68%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 발아세의

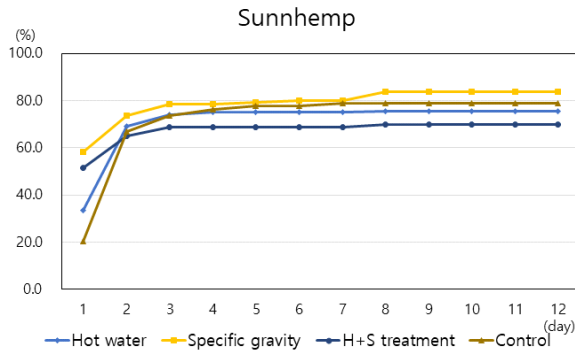


Fig. 2. The percentage germination of Sunnhemp after hot water and seed specific gravity treatment.

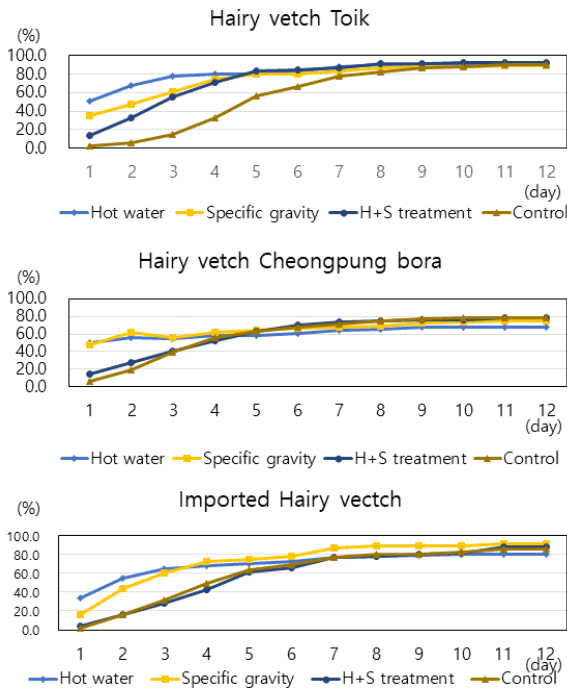


Fig. 3. The percentage germination of Hairy vetches after hot water and seed specific gravity treatment.

경우 열탕+염수선이 52%, 무처리가 55.7%로 비교적 낮은 발아세를 보였으며, 염수선처리가 62.3%로 가장 높았고, 열탕처리가 58.7%로 무처리에 비해 높은 발아세를 보였다. 평균 발아일수는 발아율과 반대로 열탕 처리가 2.1일로 가장 빨랐고, 염수선 처리가 2.4일로 열탕 처리와 비슷한 수준을 보였으며, 열탕+염수선처리가 3.7일, 무처리가 4일로 비교적 느린 모습을 보였다. 발아속도는 평균발아일수와

마찬가지로 열탕처리와 염수선처리가 55로 동일하게 빨랐으며, 열탕+염수선처리가 32, 무처리가 27로 가장 느렸다. 발아율에 있어서는 열탕처리가 무처리에 비해 10% 정도 낮았지만 발아속도에 있어서는 더 빨랐으며 염수선처리는 무처리와 비슷한 수준의 발아율을 보이면서 발아속도에 있어서 더 빠른 모습을 보였다. 또한 열탕+염수선처리는 무처리와 비슷한 발아율을 보였고, 염수선처리와 열탕처리보다는 높은 발아율을 보였다. 그리고 무처리보다는 빠른 발아속도를 보여서 열탕처리와 염수선처리가 발아속도를 빠르게 하면서도 두 개를 함께 했을 때 발아속도가 떨어진 것을 보아 뚜렷한 연관성을 찾기가 어려웠다. 수입산 헤어리베치의 경우 발아율은 염수선(91%) > 열탕+염수선(88%) > 무처리(85.3%) > 열탕처리(80.6%) 순이었다. 발아세의 경우 염수선처리가 발아율과 마찬가지로 72.7%로 가장 높았고, 열탕처리가 67.7%를 보였다. 열탕+염수선처리와 무처리는 각각 42.7%와 49.7%로 상대적으로 낮은 발아세를 보였다. 평균발아일수는 열탕처리(2.6일) > 염수선(3.3일) > 무처리(4.5일) > 열탕 +염수선(4.9일) 순이었다. 또한 발아속도는 열탕처리(50) > 염수선처리(41) > 열탕+염수선처리(24), 무처리(24) 순을 보였다. 따라서 헤어리베치 수입산 또한 청풍보라와 비슷하게 열탕처리는 비교적 낮은 발아율과 높은 발아속도를 보였고, 열탕+염수선처리와 무처리는 높은 발아율과 낮은 발아속도를 보였다. 정 등(2012)에 따르면 염수선을 통해 어린모 소질과 출아율이 높았고, 조의 종자 크기를 선별할 수 있었으며, 종자의 크기가 클수록, 밀도가 높은 종자일수록 발아율, 어린모 소질과 포장에서의 출아율도 높아졌다고 보고했다. 또한 조의 발아활력을 높이기 위해 염수선처리를 하였을 때 비중에 따라 발아율, 천립중, 어린모 소질 및 포장조건에서 출아율이 높아졌다고 보고된 바 있다(Jung et al., 2019).

본 연구결과를 종합해 보면 열탕과 염수선처리는 작물 별로 조금씩 차이는 있지만, 발아율, 발아세, 발아속도, 평균발아일수에 다소 영향을 미친다고 판단된다.

적 요

본 연구는 해마다 수입을 많이 해오고 있는 콩과 녹비 작물 종자의 발아율을 높이기 위해서 연구되었다. 열탕처리는 콩과 식물에서처럼 두꺼운 종피로 인해 휴면상태에 빠지는 종자의 발아율 향상 및 발아속도 증진을 위해 사

용하는 방법이다. 클로버류와 자운영은 열탕처리가 무처리보다 발아일수와 발아속도가 다소 높았다. 하지만 발아율과 발아세의 경우 무처리가 열탕처리보다 다소 높았지만 유의미한 차이를 보이지 않아 열탕처리가 발아율에 효과가 있다고 판단되지는 않는다. 네마장황의 경우 발아율과 발아속도를 높이는데 있어서는 염수선 처리가 가장 효과가 좋았고, 열탕처리는 초기 발아속도를 높일수는 있지만 발아율을 높이는데는 적합하지 않은 것으로 보였다. 헤어리베치의 경우 수입산 헤어리베치와 국내산 헤어리베치(토익과 청풍보라)에서 열탕처리와 염수선처리는 발아율에는 효과가 없었으나 발아세, 발아속도, 평균발아일수에는 다소 효과가 있다고 판단된다. 따라서 콩과 녹비작물과 같이 두꺼운 종피로 인하여 휴면상태에 빠지는 종자의 경우 발아율 향상과 발아속도를 향상시키기 위해 열탕처리나 염수선처리를 하는 것이 좋을것이라 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: RS-2022-RD010400)의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Brandenburg NR 1977. The principles and practice of seed cleaning: separation with equipment that senses surface texture, colour, resilience and electrical properties of seeds. *Crop Sci.* 11: 492-496.
2. Choi HS, Seo MC, Kim JH, Sang WG, Shin P, Lee GH. 2015. Screen of green manure crops for cultivation on agricultural land with spring season in the central regions of Korea. *Korean J Soil Sci Fert* 48: 689-696.
3. Choi CH, Seo BS, Kim SY, Park WJ. 2007. Effect of hot water treatment times on moisture absorption and germination of *Albizia julibrissin* seeds. *Korean J Plant Res.* 20: 267-271.
4. Easton GR. 1975. Blowing procedyre for purity analysis on rhodes grass, *Chloris gayana*. *Seed Sci Technol* 3: 511-514.

5. Park EH, Cho MS. 2021. Breaking dormancy and water absorption by pre-germination treatments in seeds of *Acacia baileyana* and *Acacia dealbata*. *Flower Res J* 29(2), 83-92.
6. Gernami G, Plenchette C. 2004. Potential of *Crotalaria* species an green manure crops for the management of pathogenic nematodes and beneficial mycorrhizal fungi. *Plant Soil* 266: 333-342.
7. Jung KY, Yun ES, Park CY, Choi YD, Hwang JB, Jeon SH. 2012. Effects of seed size variation on germination and seeding vigour of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *J Crop Sci* 57: 219-225.
8. Jung KY, Choi YD, Chun HC, Lee SH, Jeon SH. 2019. Effects of specific gravity on germination and emergence of Foxtail millet (*Setaria italica* Beauvois). *Korean J Crop Sci* 64: 144-151.
9. Scott SJ, Jones RA, Williams WA. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Sci* 24:1160-1162.
10. Stundstrom FJ, Reader RB, Ewards RI. 1987. Effect of seed treatment and planting method on tabasco pepper. *J Am Soc Hortic Sci* 112: 641-644.