

콩의 발아 전 침종처리가 발아에 미치는 영향

조성우*[§] · 김태선**[§] · 권수정** · Swapan Kumar Roy** · 이철원** · 김홍식** · 우선희**[†]

*국립식량과학원 작물육종과, **충북대학교 식물자원학과

Effect of Pre-Germination by Treatment of Soaking on Germination of Soybean

Seong-Woo Cho*[§], Tae-Sun Kim**[§], Soo-Jeong Kwon**, Swapan Kumar Roy**,
Chul-Won Lee**, Hong-Sig Kim**, and Sun-Hee Woo**[†]

*Crop Breeding Research Division, NICS, RDA, Wanju-gun, Republic of Korea

**Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea

ABSTRACT This study was carried out to investigate the effect of pre-germination soaking on germination in 90 Korean soybean varieties and identification of protein in seeds of 7 soybean varieties. The results obtained that germination rate of soybean seeds was decreased as amount of soaking water and soaking duration in number of days. Difference in germination rate of soybean seeds was significant at three days soaking with water volume of 90 ml. Water absorption of seeds was rapidly increased during the first 6 hours, followed by slow increase until 24 hours and then decreased 24 to 48 hours after soaking soybean varieties for bean sprout soaked the lowest amount of water, while soybean varieties for cooking with rice showed the lowest seed water content. Dissolved oxygen (DO) in soaking water was rapidly decreased during the first 3 hours after soaking, and then slowly decreased. Soybean varieties for vegetable and early maturity showed the lowest DO during early soaking periods, but showed higher DO after 24 hours than other groups of soybean varieties. Electrical conductivity and Total Dissolved Solid (TDS) were increased as number of soaking days increased. Soybean varieties for vegetable and early maturity showed the highest electrical conductivity and TDS, followed by those for sauce and paste or cooking with rice, while showed the lowest electrical conductivity and TDS, varieties for bean sprout. Among 90 Korean soybean varieties, varieties which showed the highest germination rate were Jangsu-kong for sauce and paste, Sobaegnamul-kong for bean sprout, Seonheuk-kong for cooking with rice, Seunnokkong for vegetable and early maturity. On the other hand varieties which showed the lowest germination rate were Iksan and Songhak-kong for sauce and paste, Pangsa-kong for bean

sprout, Jinyeul-kong for cooking with rice, Sinlok-kong for vegetable and early maturity. Germination rates of soybean seeds were higher when electrical conductivity, TDS and water absorption of seeds were lower. There were negative correlations between electrical conductivity, TDS and water absorption of seeds and germination rate, while there were positive correlations among electrical conductivity, TDS and soybean seed weight.

Keywords : soybean, germination rate, electrical conductivity, TDS(Total Dissolved Solid), water absorption

식물의 생육은 그 식물 자체가 가지고 있는 유전적 형질 외에도 환경조건에 의해 좌우된다. 많은 환경인자들 중에서도 수분의 중요성은 더욱 강조되고 있는데, 이는 물 분자가 용매로 작용하여 식물의 생장, 에너지 전이와 저장 등에 필요한 물질을 용해시키고 운반하는 역할을 담당하기 때문이다.

전작물에 대한 최적 토양 함수량은 최대 용수량의 70~80% 정도이며 이보다 토양의 함수량이 높으면 습해가 발생한다. 토양이 과습할 때 식물이 장해를 받는 것은 토양 중의 산소가 부족하여 작물의 생리작용이 저해될 뿐만 아니라 유해 물질들이 생기는데 기인한다(Bruce *et al.*, 1992; Lemke-Keyes and Sachs, 1989).

강우가 빈번한 지역에서 콩의 발아 후부터 전 생육기간동안 포화수분이나 포장용수량 이상의 토양수분 조건에서 재배하면 초기에는 생장율과 체내 질소 축적율이 감소하나 순화기간을 경과하면 생육이 조장되어 협수가 증가하고, 후기

[§]These authors contributed equally to this work.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-43-261-2155 (E-mail) shwoo@chungbuk.ac.kr

<Received 12 March, 2015; Accepted 20 March, 2015>

등숙기간이 연장되어 수량이 증가한다(Troedson *et al.*, 1989a; 1989b). 이 때 과습조건에서 순화기간을 경과하면 근류형성과 질소고정량이 증가하고, 생육이 양호하여 수량이 증가한다고 하였다(Hunter and Erickson, 1952; Nathanson *et al.*, 1984; Garside, 1987). 그러나 Purcell *et al.* (2000)은 포화수분조건에서 콩을 재배할 경우 수량이 40% 감소하거나 증수효과가 없지만 고온과 일조량이 과도한 조건에서는 긍정적인 재배방법이라고 하였다. 식물체는 종자 발아시 각기 다른 토양내 환경조건들을 스트레스로서 감지하게 된다고 하였다(Heydecker *et al.*, 1969). Pollock and Ross (1972)는 스트레스의 요인은 유전적인 성질과 종자의 생리조건에 따라서 다르다고 하였으며, 생리적인 스트레스를 야기하는 인자에는 환경인자(수분, 대기가스, 온도, 광, 이온), 화학적 인자(영양 및 식물독성물질) 및 물리적인 인자(토양경도 및

토성) 등이 있다고 하였다.

밀과 옥수수 및 콩에서 1일에서 3일 동안 침종하였을 경우 식물의 생장이 늦어진다고 하였고(Langan *et al.*, 1986), Sung (1995)은 콩을 24시간 침종하였을 경우 발아율이 50% 였지만, 48시간 침종하였을 경우에는 발아가 되지 않았다고 하였다. Hou and Thseng (1991)에 의해 보고된 바로는 여러 종의 콩 품종을 가지고, 4일간 침종 후 발아율을 조사하였는데 품종간 발아율의 차이가 나타났다. 또한 Hou *et al.*, (1995)는 730품종의 콩을 가지고 25℃에서 4일간 침종으로 콩 품종 내습성에 대한 검정을 실시하였고, 유전형질에 의해 내습성이 존재한다고 하였다.

본 연구에서는 콩의 발아 전 침종처리가 발아에 미치는 영향을 규명하고, 콩 발아단계에서의 대사적 변화를 이해하기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

Table 1. List of soybean cultivars used in the experiments and their breeding period and utility.

Time periods	Sauce and paste		Bean sprout	Vegetable and early maturity	Cooking with rice
~'60	Jangdanbaekmok	Haman	Hill		
	Buseok	Kwangdu			
	Iksan	Shelby			
	Chungbukbaek Keumkangdaelip	Kwangkyo			
'70~'80	Bongeu	Baegunkong	Danyeobkong		
	Kanglim	Saealkong	Pangsakong		
	Dongpuktae	Paldakong	Eunhakong		
	Baegcheon	Dankyeongkong	Namhaekong		
	Jangyeobkong	Pokwangkong			
	Hwangkeumkong	Muhankong			
	Namcheonkong	Jangkyeongkong			
	Jangbaegkong Milyangkong	Danwonkong			
'90~	Jangsukong	Jinpumkong 2	Bukwangkong	Seunnokkong	Geomjeongkong 1
	Mallikong	Daewonkong	Kwangankong	Hwaeomputkong	Geomjeongkong 2
	Samnamkong	Jangmikong	Pureunkong	Seokyangputkong	Ilpumgeomjeongkong
	Shinpaldakong	Saeolkong	Hanamkong	Geomjeongkong	Seunheukkong
	Taekwangkong	Sodamkong	Myeonjunamulkong	Sinlokkong	Jinyeulkong
	Sinpaldakong 2	Ilmikong	Sabaegnamulkong		Heukcheongkong
	Danbaegkong	Daehwangkong	Iksannamulkong		Cheongjakong
	Duyoukong	Songhakkong	Pungsannamulkong		Geomjeongkong 3
	Soyangkong	Jangwonkong	Dawonkong		Geomjeongkong 4
	Jinpumkong	Hojangkong	Somyeongkong		
	Geumgangkong	Jinmikong	Paldonamulkong		
	Dajangkong	Daepungkong	Sowonkong		
	Alchankong		Doremikong		
			Sohokong		
			Saebyeolkong		
			Solokkong		
			Anpyeongkong		
			Dagikong		
			Dachaekong		
			Seonamkong		
	Number	51		25	5

재료 및 방법

침수량과 침종일수가 콩 종자의 발아에 미치는 영향

공시품종은 충북대학교 농업생명환경대학 부속농장에서 2005년에 수확한 종자로 태광콩, 황금콩, 단원콩, 단엽콩, 한남콩, 장수콩, 만리콩, 새알콩, 명주나물콩 및 Peking의 10 품종을 사용하여 2006년 4월에서 5월 사이에 본 실험을 실시하였다. 시험은 각 품종당 50립씩 250 ml 비커에 넣고 각 증류수를 30, 60, 90, 120 ml를 넣은 후 25℃의 인큐베이터(VS-1203PFN, 비전과학)에서 1, 2, 3, 4일간 침종하였고, 완전임의배치법 3반복으로 수행하였다. 침종 후 물이 충분히 젖은 여과지 2장을 사용한 petri dish에 놓고 25℃의 인큐베이터에서 발아시켰다. 발아조사는 Hou and Thseng (1992)의 방법에 따라 petri dish로 옮긴 후 4일 후 유근이 1 cm 이상 나온 것을 발아가 된 것으로 조사하였다.

국내 콩 육성품종간 차이 및 생리적 특성

공시품종은 1913년부터 2002년까지 국내에서 육성된 장류콩 51개, 나물콩 25개, 풋콩과 울콩 9개 및 밥밀콩 5개의

총 90개 품종으로 충북대학교 농업생명환경대학 전작포장에서 2004년에 수확하고 냉장고에 보관하던 종자를 사용하여 2006년 5월에서 9월 사이에 본 실험을 실시하였다(Table 1). 각 품종 당 50립씩을 250 ml 비커에 넣고 3차 증류수 90 ml를 첨가하여 3일간 25℃ 인큐베이터에서 침종하였다. 침종중의 종자 무게, 용존산소량, 전기전도율 및 총 고형물질 (Total Dissolved Solids; TDS)를 침종 후 20분, 40분, 1시간, 3시간, 6시간, 24시간 및 48시간에 815PDC Multi-Analyzer (ISTEK)를 사용하여 측정하였다. 전기전도율과 TDS의 측정을 위해 종자를 넣지 않은 비커의 전기전도율과 TDS를 측정하여 종자를 담은 비커와의 차이값을 사용하였다. 종자의 무게는 72시간까지 측정하였고, 시험은 완전임의배치법 3반복으로 수행하였다. 침종 후 발아조사는 침수량과 침종일수가 콩종자의 발아에 미치는 영향에 관한 실험에서와 동일한 방법으로 실시하였다.

결과 및 고찰

콩의 침수량과 침종일수에 따른 품종간 차이

침수량 및 침종일수에 따라 품종 발아율은 차이가 있었다

Table 2. Germination rate (%) of 10 soybean varieties on different amount of water and soaking days.

Varieties	Amount of water (ml)	1 day	2 days	3 days	4 days	Means	Varieties	Amount of water (ml)	1 day	2 days	3 days	4 days	Means
Taekwang-Kong	30	68.0	80.0	32.0	44.0	56.0	Hannam-Kong	30	64.7	64.0	51.3	40.7	55.2
	60	73.0	54.0	40.0	26.0	48.3		60	56.0	42.7	35.7	30.0	41.1
	90	68.7	34.0	33.3	4.0	35.0		90	48.0	27.3	29.0	18.0	30.6
	120	72.0	46.0	28.0	6.0	38.0		120	45.0	10.0	14.0	8.7	19.4
Means		70.4	53.5	33.3	20.0		Means		53.4	36.0	32.5	24.3	
Hwangkeum-Kong	30	70.0	67.0	61.7	49.3	62.0	Malli-Kong	30	61.0	48.0	45.0	26.7	45.2
	60	58.7	60.7	60.0	38.7	54.5		60	52.0	45.3	34.0	20.0	37.8
	90	54.7	52.7	59.3	27.3	48.5		90	46.0	42.0	27.3	16.7	33.0
	120	51.3	42.0	46.0	11.3	37.7		120	38.7	2.3	20.0	8.7	23.7
Means		58.7	55.6	56.8	31.7		Means		49.4	40.7	31.6	18.0	
Danyeop-Kong	30	75.0	69.0	50.0	30.0	56.0	Saeal-Kong	30	64.0	53.0	35.0	37.0	47.3
	60	47.0	36.0	27.0	23.0	33.3		60	62.0	45.0	39.0	26.0	43.0
	90	49.0	16.0	23.0	18.0	2.5		90	64.0	37.0	37.0	13.0	37.8
	120	17.0	15.0	11.0	7.0	12.5		120	49.0	24.0	29.0	3.0	26.3
Means		47.0	34.0	27.8	19.5		Means		59.8	39.8	35.0	19.8	
Danwon-Kong	30	73.3	70.0	82.0	47.0	68.1	Jangsu-Kong	30	72.0	63.0	61.0	26.0	55.5
	60	64.0	61.3	60.0	38.7	56.0		60	63.0	59.0	57.0	19.0	49.5
	90	52.0	50.0	61.3	27.0	47.6		90	55.0	48.0	53.0	15.0	42.8
	120	38.0	32.0	40.3	14.0	31.1		120	46.0	42.0	39.0	8.0	33.8
Means		56.8	53.3	60.9	31.7		Means		59.0	53.0	52.5	17.0	
Peking	30	69.0	62.0	59.0	67.0	64.3	Myeongjunamul-Kong	30	50.0	35.0	33.0	33.0	37.8
	60	77.3	53.0	47.0	59.0	59.1		60	42.0	30.0	29.0	28.0	32.3
	90	71.0	71.0	65.0	47.0	63.5		90	39.0	28.0	25.0	28.0	30.0
	120	67.0	57.0	39.0	33.0	49.0		120	20.0	35.0	15.0	5.3	18.8
Means		71.1	60.8	52.5	51.5		Means		37.8	32.0	25.5	23.6	

(Table 2). 침종기간이 1일에서는 발아율이 17.0~77.3%로 평균 56.3%였으며, 2일에서는 10.0~80.0%로 평균 45.9%, 3일에서는 11.0~82.0%로 평균 40.8%, 4일에서는 3.0~67.0%로 평균 25.7%였다. 즉, 침종일수가 증가할수록 어느 품종이나 발아율이 감소하였는데, 1일과 2일의 침종에서는 품종간 차이가 크지 않았으나, 3일에서는 품종간 차이가 나타났다. 침수량 30 ml에서는 발아율이 26.0~82.0%로 평균 54.7%였으며, 60 ml에서는 19.0~77.3%로 평균 45.5%, 90 ml에서는 4.0~71.0%로 평균 39.5%, 120 ml에서는 3.0~72.0%로 평균 29.0%로 나타났다. 침수량이 증가할수록 발아율이 감소하는 경향이었는데, 침수량 90ml에서 품종간 차이가 나타났다. 그러나 Peking은 다른 품종들에 비해 발아율이 높았다. 이는 Peking품종이 관수스트레스에서 다른 품종에 비해 발아율이 높다는 Nakayama *et al.* (2004)의 연구결과와 비슷하였다.

**침종처리 후 발아능의 품종간 차이
종자의 수분흡수**

침종 시간에 따른 종자 무게의 변화는 Fig. 1과 같다. 종자 무게는 침종 20분부터 증가하기 시작하고, 1시간 후부터 6시간 후 까지는 급격히 증가하였다. 그 후 시간이 지남에 따라 물의 흡수량이 감소하기 시작하여, 24시간 전후에는 종자의 무게가 최고치에 도달하였다가, 그 이후에는 물의 흡수량이 급격히 감소하고 종자의 무게도 감소하였다. 이는 Park and Baek (2000)이 침종 후 6시간까지는 수분의 흡수가 급속히 진행되고, 그 이후에는 완만하게 진행된다고 보고한 결과와 같은 경향이였다. 용도별로 보면, 밥밀콩과 팥콩 및 울콩은 24시간 후부터 종자 무게가 감소한 반면, 장류콩과 나물콩은 48시간 후부터 종자 무게가 감소하였다. 콩의 용도별로 보면 종자가 흡수한 물의 양이 가장 많은 것

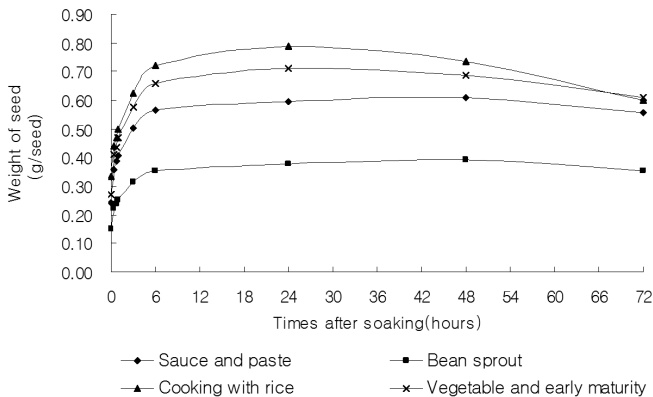


Fig. 1. Changes of seed weight (g/seed) during soaking in soybean.

은 팥콩과 울콩으로 평균 17.34 g를 흡수하였고, 그 다음에는 장류콩이 15.58 g, 밥밀콩이 13.21 g, 나물콩이 10.35 g의 순서로 많았다. 침종후의 시간 경과에 따른 종자의 수분함량은 침종 30분후 콩의 발아에 필요한 최소 수분함량인 50%에 도달하였으며, 6시간까지는 급격히 증가하여 종자무게의 130%까지 도달하고 24시간 이후에는 150%정도에 도달하였다. 이러한 결과는 Park *et al.* (1996)과 Park and Baek (2000)의 결과와 비슷하였지만, 수분함량은 다소 높았다. 밥밀콩은 다른 콩에 비해 수분함량의 증가 속도가 낮았는데, 이는 검은콩은 장콩보다 수분흡수가 낮다는 Park *et al.* (1996)의 결과와 비슷하였다(Fig. 2). 종자 무게는 침종전에는 밥밀콩이 가장 높았지만, 침종 20분부터 6시간 후까지는 장류콩이 25.09 g에서 39.97 g으로 증가하면서 더 높았다. 그러나 1일 후부터 2일 후까지는 밥밀콩이 다시 45.60과 42.70 g

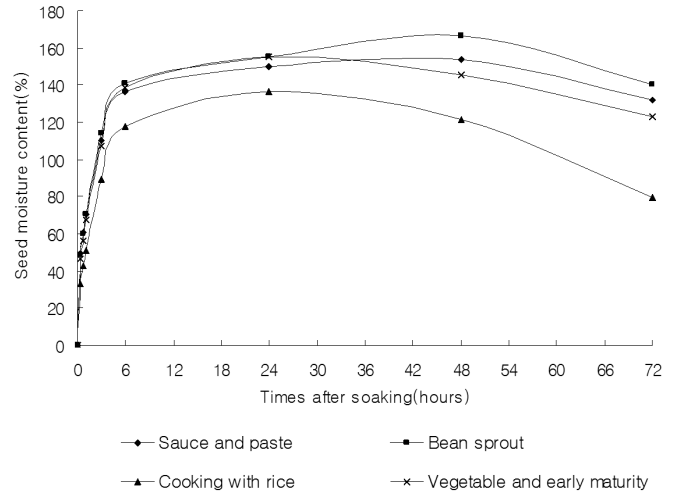


Fig. 2. Changes of seed moisture content during soaking.



Fig. 3. Changes of dissolved oxygen during soaking of 90 Korean soybean varieties classified by utilization.

Table 3. Maximum, minimum, and mean values (g) of seed weight during soaking of 90 Korean soybean classified by utilization.

		0min	20min	40min	60min	180min	360min	1440min	2880min	4320min
Total	Max.	19.90	25.09	26.81	28.89	36.21	39.97	45.60	42.70	40.26
	Min.	4.75	6.38	7.23	7.64	9.71	11.33	11.91	12.64	11.18
	Means	11.32	16.59	17.79	18.89	23.42	26.46	28.08	28.23	25.13
	S.D.	3.53	4.92	5.23	5.51	6.71	7.61	8.19	7.64	7.69
	C.V(%)	5.07	5.80	5.47	5.87	5.31	4.89	5.32	5.98	13.03
Sauce and paste	Max.	16.37	25.09	26.81	28.89	36.21	39.97	41.21	40.54	40.26
	Min.	7.16	10.78	12.09	12.71	16.15	18.62	18.79	19.76	14.80
	Means	12.01	17.97	19.28	20.43	25.21	28.35	29.88	30.34	27.60
	S.D.	2.93	3.73	3.97	4.19	5.02	5.57	5.70	5.63	6.11
	C.V(%)	4.24	4.81	4.59	5.37	4.81	4.27	5.09	5.20	11.44
Bean sprout	Max.	11.79	17.16	18.44	19.44	23.98	26.18	28.15	29.56	27.87
	Min.	4.75	6.38	7.23	7.64	9.71	11.33	11.91	12.64	11.18
	Means	7.43	11.21	11.86	12.65	15.83	17.78	18.86	19.66	17.78
	S.D.	1.91	1.59	3.13	3.35	3.94	4.07	4.31	4.71	5.28
	C.V(%)	6.54	6.54	6.46	6.24	7.01	6.48	6.23	7.11	16.66
Cooking with rice	Max.	19.90	24.18	26.28	27.67	35.24	39.50	45.60	42.70	38.89
	Min.	14.13	20.60	22.36	23.37	29.91	33.31	34.06	31.15	19.55
	Means	16.68	22.04	23.59	24.86	31.35	36.03	39.34	36.82	29.89
	S.D.	1.95	1.59	1.73	1.86	1.70	2.64	3.81	3.84	7.08
	C.V(%)	5.59	7.20	6.95	6.56	3.46	4.84	4.57	5.74	11.93
Vegetable and early maturity	Max.	15.78	23.33	23.82	25.16	31.65	35.57	37.60	39.24	39.32
	Min.	12.60	19.15	20.36	22.49	25.64	31.09	33.56	31.36	20.11
	Means	14.02	20.43	21.85	23.42	28.96	33.31	35.61	33.98	28.13
	S.D.	1.31	1.88	1.68	1.70	2.74	2.33	2.12	3.74	9.02
	C.V(%)	4.85	5.56	6.15	6.66	5.02	5.07	5.10	9.30	17.40

으로 높았으며, 3일 후에는 장류콩의 무게가 40.26 g으로 높았다. 종자의 무게가 가장 낮은 나물콩류가 침종 시에도 계속 낮은 경향을 보였다(Table 3).

용존산소량

용존산소량은 침종 후 3시간까지 급격히 감소하였다가 그 이후에는 시간이 경과함에 따라 완만하게 감소하였다(Fig. 3). 침종 후 3시간부터 풋콩과 올콩의 용존산소량이 낮았으나 24시간 후에는 다른 콩에 비해 높아졌다. 평균용존산소량은 침종 20분 후의 7.75 mg/L에서 72시간 후의 0.87 mg/L로 감소하였다. 밥밀콩은 침종 20분 후에는 7.96 mg/L로 가장 높았으며 6시간 후에도 4.81 mg/L로 가장 높았으나, 48시간 및 72시간 후에는 다른 콩들에 비하여 용존산소량이 낮았다. 한편 풋콩과 올콩은 침종 후 초기에는 용존산소량

이 밥밀콩과 비슷하였으나 72시간 후에는 다른 콩들에 비하여 용존산소량이 가장 높은 1.25 mg/L였다(Table 4).

전기전도율

전기전도율은 종자의 무게가 높은 순으로 높게 나타났다(Fig. 4). 침종 후 시간이 지남에 따라 전기전도율이 증가하였는데 풋콩과 올콩이 48시간 후 가장 높았고, 종자의 크기가 작은 나물콩이 가장 낮았다. 이와 같은 결과는 Edward and Hartwing (1971)이 소립종자가 대립종자에 비해 용출 물질의 양이 적다고 한 것과 유사하였다. 전기전도율은 침종 20분과 40분 후에는 풋콩 및 올콩이 162.05와 231.35 μscm^{-1} 로 가장 높았고, 나물콩이 75.51과 111.36 μscm^{-1} 로 가장 낮았으며, 1시간과 3시간 후에도 풋콩 및 올콩이 315.69와 485.02 μscm^{-1} 로 높았고, 나물콩이 142.01과 259.33 μscm^{-1}

Table 4. Maximum, minimum, and mean value (mg/l) of dissolved oxygen during soaking.

		20min	40min	60min	180min	360min	1440min	2880min
Total	Max.	8.54	8.02	7.86	7.31	6.46	5.41	3.90
	Min.	6.24	5.74	5.03	3.54	2.12	0.39	0.19
	Means	7.75	7.56	7.15	5.23	4.48	1.96	0.87
	S.D.	0.46	0.41	0.65	0.90	0.92	1.02	0.71
	C.V.(%)	0.93	1.28	1.80	4.31	4.83	12.61	42.27
Sauce and paste	Max.	8.54	8.02	7.86	7.27	6.46	5.41	3.07
	Min.	6.24	6.53	5.14	3.54	2.12	0.39	0.25
	Means	7.71	7.55	7.15	5.16	4.44	2.05	0.89
	S.D.	0.53	0.38	0.60	0.93	0.94	1.16	0.58
	C.V.(%)	0.96	1.33	1.75	4.87	5.26	13.17	35.16
Bean sprout	Max.	8.45	8.01	7.85	6.79	6.25	3.34	3.60
	Min.	7.00	5.74	5.03	3.58	2.13	0.72	0.20
	Means	7.74	7.56	7.08	5.33	4.54	1.99	0.90
	S.D.	0.33	0.54	0.79	0.76	0.81	0.85	0.81
	C.V.(%)	1.08	1.07	2.04	3.08	4.46	10.92	53.69
Cooking with rice	Max.	8.47	7.98	7.82	7.31	6.26	2.30	0.99
	Min.	7.43	7.34	7.05	4.10	3.70	0.47	0.19
	Means	7.96	7.69	7.45	5.45	4.81	1.70	0.51
	S.D.	0.38	0.22	0.28	1.20	0.85	0.56	0.37
	C.V.(%)	0.36	1.46	0.86	3.35	2.63	7.08	54.33
Vegetable and early maturity	Max.	8.35	7.88	7.60	5.79	5.47	2.13	3.90
	Min.	8.06	7.36	5.75	4.17	2.45	0.91	0.44
	Means	7.90	7.63	6.86	4.98	3.98	1.35	1.25
	S.D.	0.31	0.22	0.68	0.60	1.06	0.46	1.43
	C.V.(%)	0.67	0.96	2.01	5.57	4.63	14.40	33.41

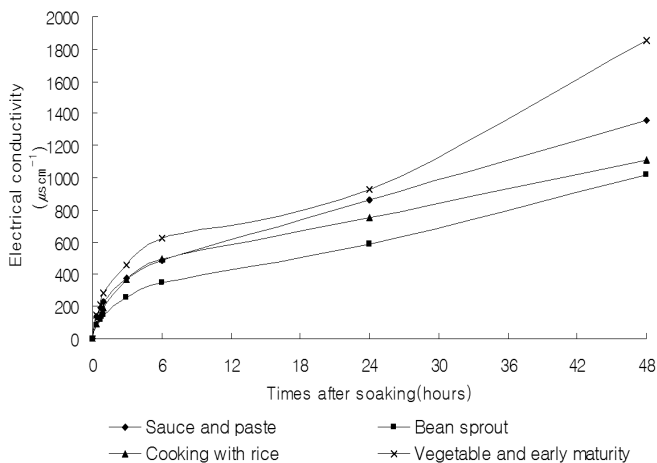


Fig. 4. Changes of electrical conductivity of 90 Korean soybean varieties classified by utilization.

로 낮았다. 6시간 후에도 풋콩 및 울콩이 642.76 μscm^{-1} 로 높았고, 나물콩이 341.65 μscm^{-1} 로 낮았으며, 24시간과 48시간 후에도 풋콩 및 울콩이 989.67과 1865.48 μscm^{-1} 로 높았고, 나물콩이 618.69와 1013.69 μscm^{-1} 로 낮았다(Table 5).

침종시간 경과에 따른 평균 전기전도율은 116.83, 167.37, 208.68, 346.55, 457.62, 778.11, 1266.80 μscm^{-1} 로 나타났는데, 이러한 결과는 Parrish and Leopold (1977)의 물 흡수 후 콩 종자의 용질이 급격하게 용출되고, 그 이후로는 일정하게 증가한다는 결과와 비슷한 경향이였다. 또한 밥밑콩의 전기전도도도 낮게 나타났는데 이는 Park *et al.* (1996)의 흑색종이 침종 후 초기 수분흡수는 황색종에 비하여 느리나 침종 시 발생하는 용출물질의 양이 황색종에 비하여 낮다는 보고와 유사하였다.

Table 5. Maximum, minimum, and mean value($\mu\text{S cm}^{-1}$)of electrical conductivity during soaking.

		20min	40min	60min	180min	360min	1440min	2880min
Total	Max.	255.12	330.50	530.18	687.69	1038.82	1570.73	4054.15
	Min.	20.13	26.48	42.98	104.59	148.86	317.40	386.15
	Means	116.83	167.37	208.68	346.55	457.62	778.11	1266.80
	S.D.	58.53	74.66	90.31	126.21	182.34	291.73	649.85
	C.V(%)	12.02	9.41	8.47	8.44	9.31	16.46	26.36
Sauce and paste	Max.	255.12	330.50	396.51	634.02	874.49	1570.73	4054.15
	Min.	25.08	39.34	57.24	170.49	213.46	424.40	515.48
	Means	137.08	191.89	233.61	377.43	489.84	859.97	1360.60
	S.D.	57.18	70.11	80.01	119.99	170.25	280.77	571.02
	C.V(%)	10.68	8.26	7.89	8.62	9.32	15.76	14.02
Bean sprout	Max.	177.26	275.70	338.18	505.69	581.49	1158.40	2934.15
	Min.	20.21	32.50	42.98	104.59	148.86	317.40	386.15
	Means	75.51	111.36	142.01	259.33	341.65	618.69	1013.69
	S.D.	37.59	49.26	57.41	82.57	104.63	196.66	677.24
	C.V(%)	11.60	8.50	7.97	7.61	8.47	12.15	54.30
Cooking with rice	Max.	123.29	200.64	264.58	570.69	1038.82	1414.07	1615.15
	Min.	20.13	26.48	43.74	178.02	282.52	404.40	727.48
	Means	91.65	148.50	193.11	366.92	494.34	750.70	1105.74
	S.D.	40.91	65.61	78.91	118.72	234.82	324.92	353.72
	C.V(%)	18.96	13.96	11.41	7.91	9.61	14.47	8.51
Vegetable and early maturity	Max.	205.39	312.50	530.18	687.69	999.16	1170.73	1585.15
	Min.	77.36	137.57	185.84	357.02	463.49	722.73	994.48
	Means	162.05	231.35	315.69	485.02	642.76	989.67	1865.48
	S.D.	52.07	66.77	121.48	114.25	202.85	254.21	1021.86
	C.V(%)	11.32	10.24	4.70	3.39	5.47	20.17	17.59

총 고형물질(TDS)

총 고형물질의 양도 전기전도율과 유사한 경향이었다(Fig. 5). 주목할 만한 것은 발아율이 높은 밥밀콩의 총 고형물질이 나물콩과 비슷하였는데, 이는 Kim and Lee (1981)에 의하면 종피표면 wax물질의 영향으로 종자가 발아하는데 필요한 물질들이 방출되지 않기 때문이라고 한다. 총 고형물질은 침종 20분과 40분 후에는 풋콩 및 울콩이 113.74와 161.70 mg/L로 가장 높았고, 나물콩이 53.15와 78.15 mg/L로 가장 낮았다(Table 6). 침종 1시간과 3시간 후에도 풋콩 및 울콩이 220.56과 339.67 mg/L로 높았고, 나물콩이 98.96과 174.69 mg/L로 낮았다. 6시간 후에는 풋콩 및 울콩이 451.89 mg/L, 24시간 후에는 714.58 mg/L, 48시간 후에는 1354.36 mg/L로 가장 높았으며, 나물콩은 6시간 후에는 238.91 mg/L, 24시간 후에는 406.48 mg/L, 48시간 후에는

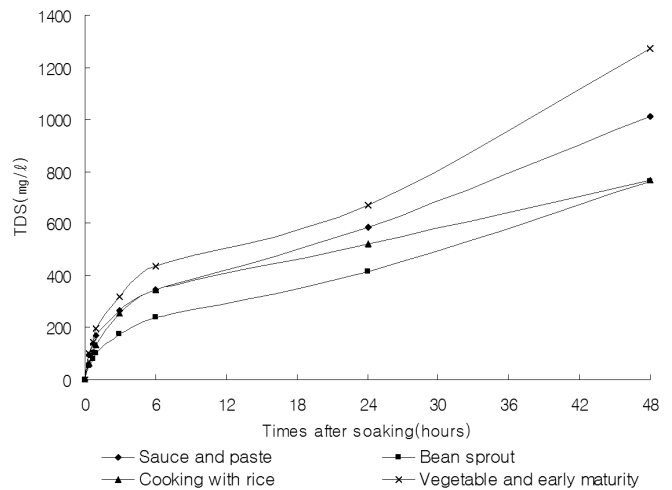


Fig. 5. Changes of TDS during soaking of 90 Korean soybean varieties classified by utilization.

Table 6. Maximum, minimum, and mean value (mg/l) of TDS during soaking.

		20min	40min	60min	180min	360min	1440min	2880min
Total	Max.	179.85	231.44	370.80	511.99	722.99	1114.01	3339.54
	Min.	1.40	18.77	29.37	73.12	103.79	221.18	267.44
	Means	84.60	117.00	151.40	243.60	320.90	543.80	893.80
	S.D.	96.20	52.70	132.60	91.10	130.50	207.20	500.10
	C.V(%)	99.60	12.20	75.90	8.50	10.80	16.70	18.60
Sauce and paste	Max.	179.85	231.44	277.53	511.99	660.22	1114.01	2837.54
	Min.	1.40	29.37	39.80	119.16	148.92	296.18	360.07
	Means	91.84	133.94	161.14	265.66	343.87	598.42	942.51
	S.D.	43.95	50.12	58.42	88.78	124.81	201.40	418.11
	C.V(%)	11.16	12.14	7.96	8.15	11.32	16.51	15.57
Bean sprout	Max.	124.98	193.10	235.87	354.49	406.25	827.25	3339.54
	Min.	15.45	22.87	29.33	73.12	103.79	221.18	267.44
	Means	53.13	78.15	98.96	174.69	238.91	406.48	747.31
	S.D.	26.33	34.54	40.21	50.50	71.62	129.91	584.99
	C.V(%)	11.77	8.53	8.23	9.04	8.61	17.24	21.87
Cooking with rice	Max.	86.38	140.47	185.17	399.96	722.99	995.28	1144.07
	Min.	14.28	18.77	30.47	125.16	197.09	276.91	458.44
	Means	64.31	104.13	135.01	257.09	345.44	521.29	768.89
	S.D.	28.64	45.93	55.28	83.26	136.69	230.28	264.53
	C.V(%)	18.99	14.03	11.42	8.01	11.09	14.84	10.13
Vegetable and early maturity	Max.	143.88	216.97	370.80	483.39	702.02	912.95	2594.21
	Min.	54.15	96.47	129.90	250.82	317.15	507.51	661.67
	Means	113.74	161.70	220.56	339.67	451.89	714.58	1354.36
	S.D.	36.53	46.41	85.02	81.09	141.88	177.12	755.45
	C.V(%)	11.44	10.65	4.74	3.38	5.66	15.94	29.36

747.31 mg/L로 전기간 동안 가장 낮았다.

침종처리 후 발아율의 품종간 차이

침종 후 콩 품종 90개의 발아율은 Table 7과 같다. 공시한 90개 품종의 발아율은 콩나물콩인 소백나물콩의 90.7%에서 장류콩인 익산과 송학콩의 4.0%의 범위였다.

장류콩에서는 장수콩의 발아율이 72.7%로 가장 높았고, 익산과 송학콩이 4%로 가장 낮았다. 나물콩에서 발아율이 가장 높은 품종은 소백나물콩으로 90품종중에서 가장 높은 90.7%였으며, 방사콩은 7.3%로 가장 낮은 발아율을 보였다. 밥밀콩에서는 선흑콩이 52.67%로 가장 높았고, 진울콩이 10.0%로 가장 낮았다. 풋콩 및 올콩에서는 선록콩이 34.0%로 가장 높았으며, 신록콩이 8.7%로 가장 낮았다.

공시품종의 발아율은 10%이하가 21품종, 11~20%가 25품종으로 대체적으로 20%이하였다. 장류콩은 10%이하가 16품종이었고, 11~20%가 15품종, 21~30%는 6품종, 31~50%는 10품종, 51%이상은 백천콩, 무한콩, 단원콩, 장수콩이었다. 나물콩은 발아율이 11~20%인 품종이 9개였고, 21~30%인 품종이 6개, 51%이상인 품종은 한남콩, 익산나물콩, 소백나물콩 및 다원콩으로 4품종이었다. 밥밀콩은 발아율이 41~50%인 품종이 4개였고, 진울콩을 제외하고는 발아율이 31%이었다. 풋콩 및 올콩은 발아율이 50%이하였다(Table 7). 나물콩 종자의 발아율이 대체적으로 높았다. 검정콩인 밥밀콩은 대립종자임에도 발아율이 높았는데, Park *et al.* (1996)은 검정콩 종피의 wax층이 물의 흡수조절과 관련되었다고 하였다.

Table 7. Germination rate of soybean classified by utilization.

Varieties	Utility*	Germination rate(%)	Varieties	Utility*	Germination rate(%)
angsukong	SP	72.7	Jangyeobkong	SP	5.3
Muhankong	SP	67.3	Saeolkong	SP	5.3
Baegcheon	SP	66.0	Iksan	SP	4.0
Danwonkong	SP	51.3	Songhakkong	SP	4.0
Haman	SP	48.7	Means	SP	22.5
Paldalkong	SP	43.3	Sobaegnamulkong	BS	90.7
Taekwangkong	SP	43.3	Iksannamulkong	BS	64.0
Duyoukong	SP	42.0	Hannamkong	BS	58.7
Shelby	SP	41.3	Dawonkong	BS	55.3
Jinpumkong	SP	40.7	Sohokong	BS	46.7
Mallikong	SP	40.0	Hill	BS	44.7
Geumkangkong	SP	38.0	Danyeobkong	BS	33.3
Hwangkeumkong	SP	34.0	Solokkong	BS	32.7
Pokwangkong	SP	34.0	Paldonamulkong	BS	30.0
Sinpaldalkong 2	SP	26.7	Dagikong	BS	29.3
Saealkong	SP	24.7	Myeongjunamulkong	BS	28.0
Jangmikong	SP	23.3	Saebyeolkong	BS	27.3
Namcheonkong	SP	22.7	Eunhakong	BS	26.7
Dankyeongkong	SP	22.0	Pungsannamulkong	BS	24.0
Danbaegkong	SP	21.3	Kwangankong	BS	19.3
Jangkyeongkong	SP	18.7	Sowonkong	BS	19.3
Jangdanbaekmok	SP	17.3	Somyeongkong	BS	16.0
Daepungkong	SP	17.3	Dachaejong	BS	16.0
Hojangkong	SP	16.7	Anpeongkong	BS	14.7
Kwangdu	SP	16.0	Namhaekong	BS	14.0
Bongeu	SP	16.0	Bukwangkong	BS	11.3
Samnamkong	SP	15.3	Pureunkong	BS	11.3
Buseok	SP	14.0	Doremikong	BS	11.3
Soyangkong	SP	14.0	Seonamkong	BS	10.0
Ilmikong	SP	14.0	Pangsakong	BS	7.3
Daewonkong	SP	13.3	Means	BS	29.7
Kanglim	SP	12.7	Seunheukkong	CR	52.7
Daehwangkong	SP	12.7	Heukcheongkong	CR	50.7
Jangbaegkong	SP	12.0	Cheongjakong	CR	46.7
Milyangkong	SP	11.3	Geomjeongkong 1	CR	45.3
Kwangkyo	SP	10.7	Geomjeongkong 2	CR	44.7
Sinpaldalkong	SP	10.0	Ilpumgeomjeongkong	CR	42.0
Alchankong	SP	10.0	Geomjeongkong 3	CR	39.3
Baegunkong	SP	9.3	Geomjeongkong 4	CR	31.3
Jinmikong	SP	9.3	Jinyeulkong	CR	10.0
Chungbukbaek	SP	8.7	Means	CR	40.3
Sodamkong	SP	8.7	Seunnokkong	VE	34.0
Jinpumkong 2	SP	8.0	Geomjeongolkong	VE	24.0
Jangwonkong	SP	8.0	Seokyangputkong	VE	11.3
Keumkangdaelip	SP	7.3	Hwaecomputkong	VE	9.3
Dajangkong	SP	7.3	Sinlokkong	VE	8.7
Dongpuktae	SP	5.3	Means	VE	17.5

*SP: Sauce and paste BS: Bean sprout

CR: Cooking with rice VE: Vegetable and early maturity

**침종처리 후 발아능과 발아율간의 상호작용
종자무게와 발아율**

종자무게와 발아율간의 단순회귀분석결과 침종 후 수분 흡수로 인해 종자무게가 증가할수록 발아율이 감소하는 경향이였다(Fig. 6). 결정계수는 20분에 0.0471, 40분에는 0.112, 60분에는 0.1067, 180분에는 0.1056, 360분에는 0.1032, 1440

분에는 0.0823, 2880분에는 0.0718로 종자무게는 발아율의 변이의 4~7%밖에는 설명하지 못하는 것으로 나타났다. Green and Pinnell (1968)은 100립중과 발아력간에는 부의 상관성이 있다고 하였지만, 이 시험에서는 결정계수가 낮게 나타나는 부의 상관성이였다.

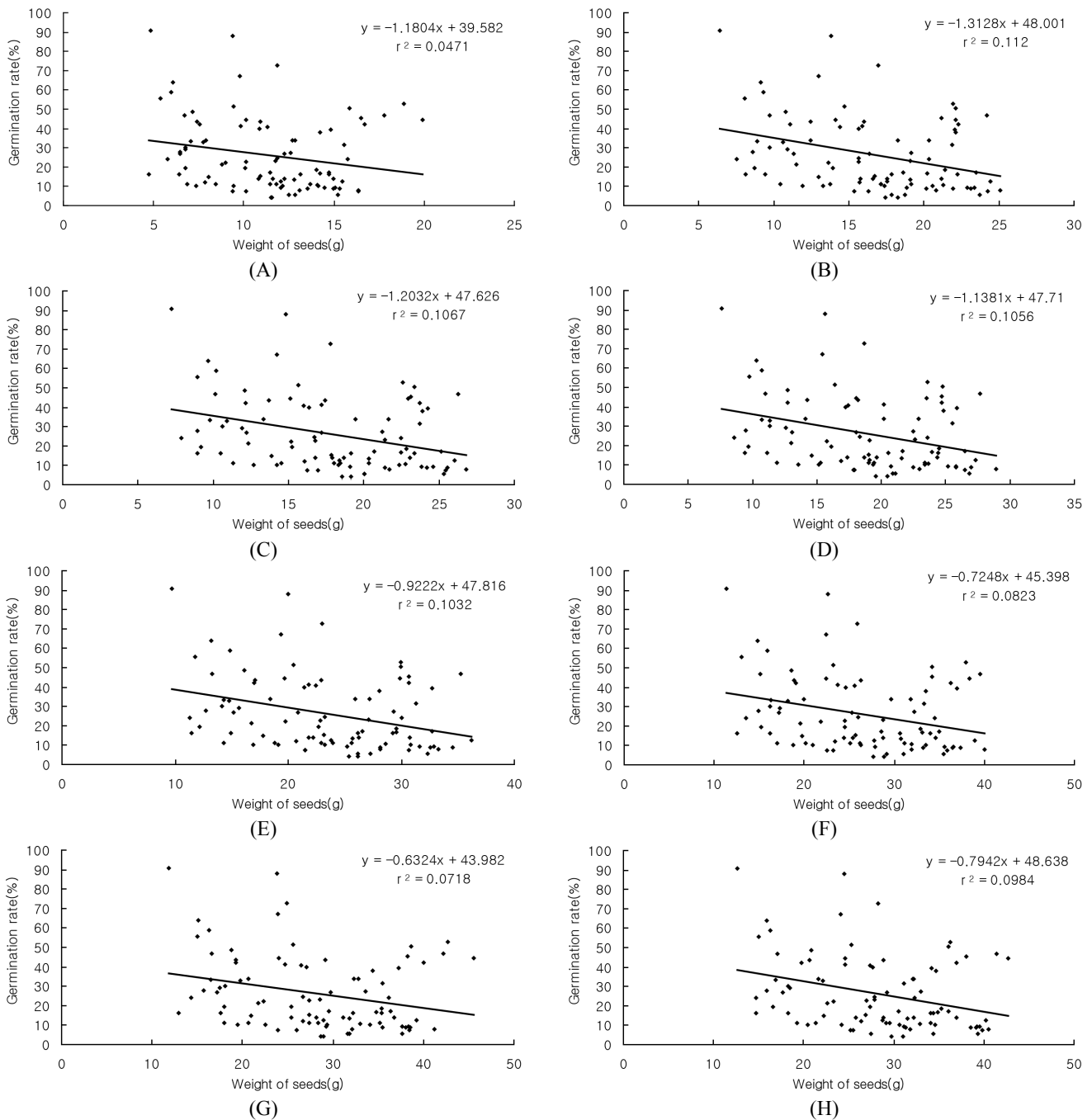


Fig. 6. Relationship between weight of seeds and germination rate (A: 20mins, B: 40mins, C: 60mins, D: 180mins, E: 360mins, F: 1440mins, G: 2880mins, H: 4320mins).

전기전도율과 발아율

전기전도율과 발아율간의 단순회귀분석결과 침중 후 어느 시간에서나 전기전도율이 증가할수록 발아율이 감소하는 경향이였다(Fig. 7). 그러나 결정계수가 20분에는 0.1947, 40분에는 0.1933, 60분에는 0.1792, 180분에는 0.2251, 360분

에는 0.2114, 1440분에는 0.1506, 2880분에는 0.1973으로 전기전도율은 발아율변이의 19.4~19.7%밖에는 설명하지 못하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 전기전도율이 증가할수록 발아율이 낮아진다는 Kim and Lee (1981)의 보고와 일치하였다.

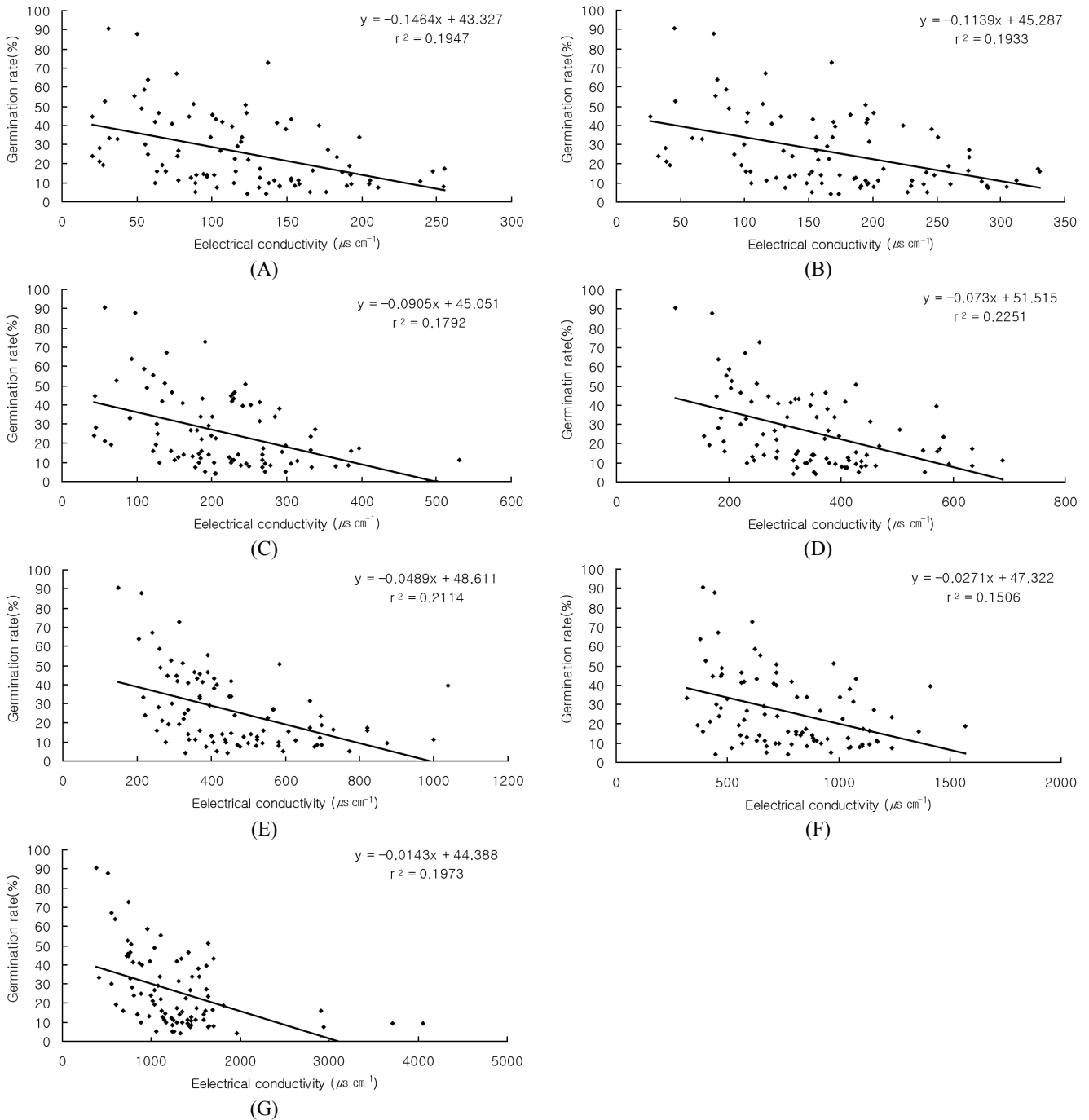


Fig. 7. Relationship between electrical conductivity and germination rate (A: 20mins, B: 40mins, C: 60mins, D: 180mins, E: 360mins, F: 1440mins, G: 2880mins).

TDS와 발아율

TDS와 발아율간의 단순회귀분석결과 침종 후 TDS가 증가할수록 발아율이 감소하는 경향이였다. 그러나 결정계수가 20분에는 0.2068, 40분에는 0.187, 60분에는 0.1615, 180

분에는 0.2128, 360분에는 0.2048, 1440분에는 0.1458, 2880분에는 0.1613으로 전기전도율과 비슷한 경향이였으며, TDS는 발아율변이의 20.1~16.1%밖에는 설명하지 못하는 부의 상관으로 나타났다(Fig. 8).

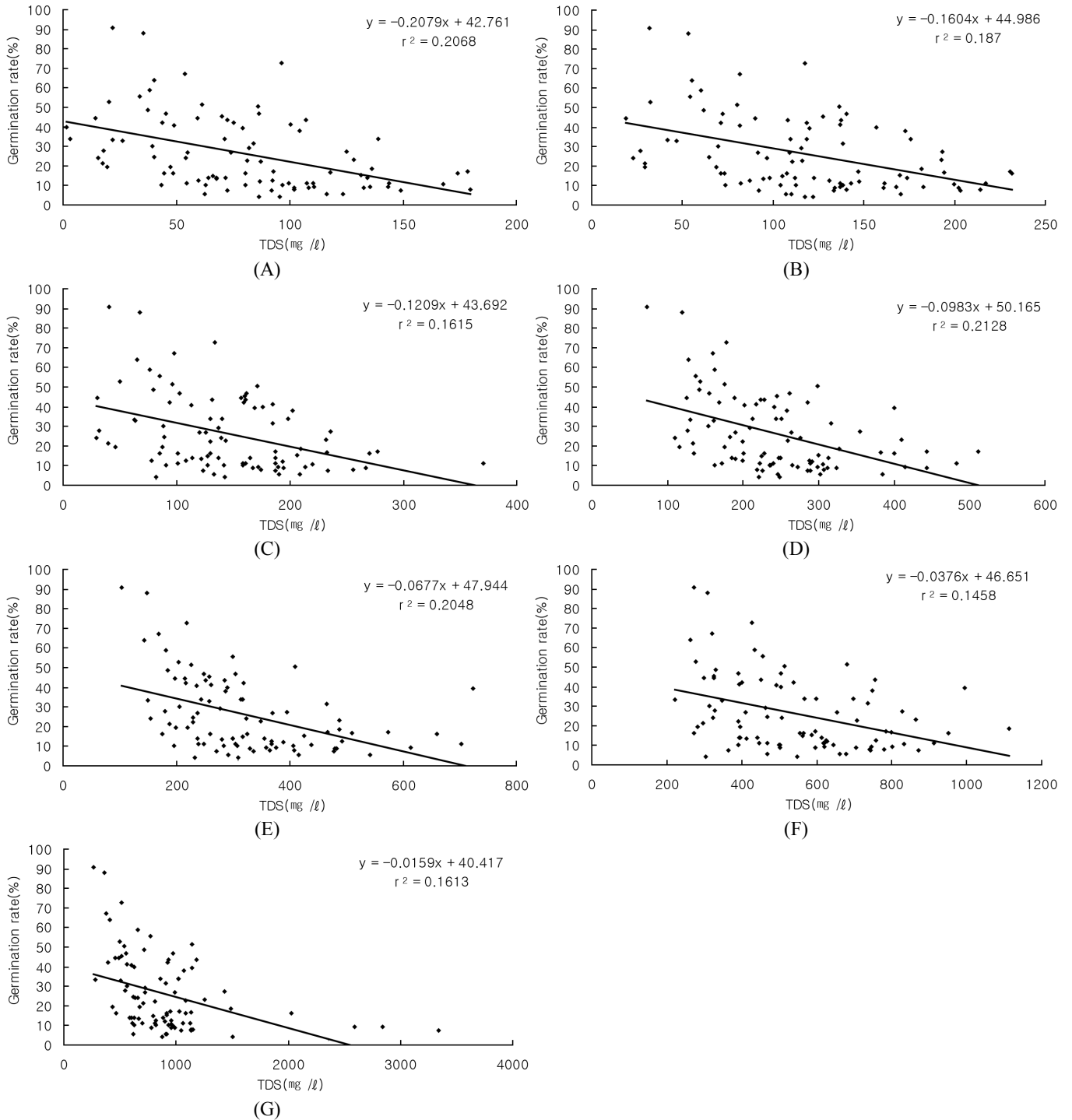


Fig. 8. Relationship between TDS and germination rate (A: 20mins, B: 40mins, C: 60mins, D: 180mins, E: 360mins, F: 1440mins, G: 2880mins).

전기전도율과 종자무게

전기전도율과 종자무게간의 단순회귀분석결과 침종 후 종자무게가 증가할수록 전기전도율이 증가하는 경향이있다. 결정계수는 20분에 0.4103, 40분에는 0.4761, 60분에는 0.494, 180분에는 0.5084, 360분에는 0.2892, 1440분에는

0.2408, 2880분에는 0.1402로 나타났고, 전기전도율은 종자무게변이의 41.0~14.0%로 나타나는 정의 상관이었다(Fig. 9). 이러한 결과는 소립종자가 대립종자에 비하여 발아 소요시간이 짧고, 침종 후 당 및 기타 용출물질이 적기 때문에 발아력과 종자활성이 높다고 한 Edward and Hartwing (1971)

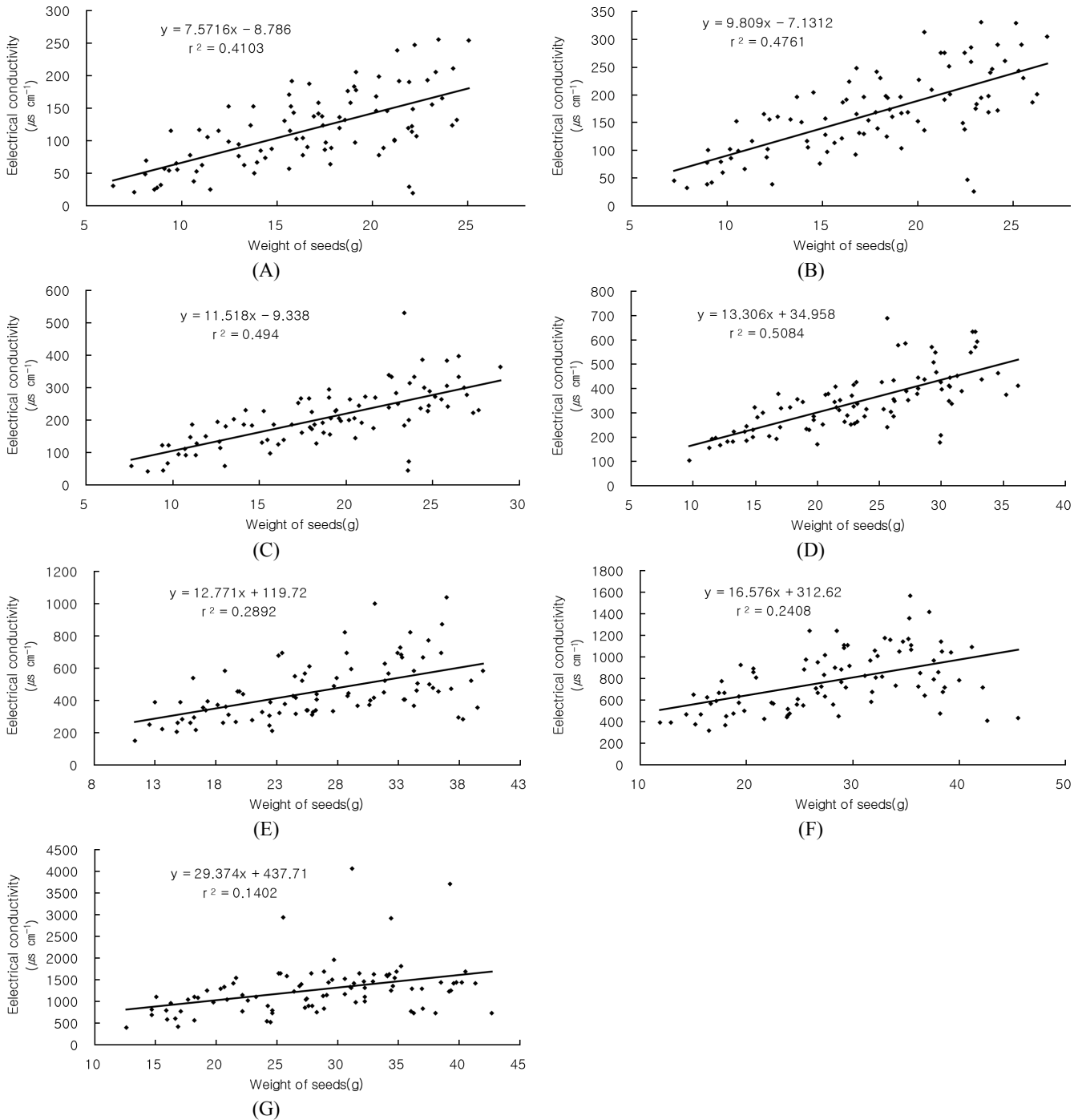


Fig. 9. Relationship between electrical conductivity and weight of seeds (A: 20mins, B: 40mins, C: 60mins, D: 180mins, E: 360mins, F: 1440mins, G: 2880mins).

의 보고와 일치하였다.

TDS와 종자무게

TDS와 종자무게간의 단순회귀분석결과 침종 후 TDS가 증가할수록 종자무게도 증가하는 경향이였다. 결정계수는

침종 후 20분에 0.3831, 40분에는 0.4704, 60분에는 0.4444, 180분에는 0.4725, 360분에는 0.2942, 1440분에는 0.237, 2880분에는 0.1061로 TDS는 종자무게변이의 38.3~10.6%를 설명하는 정의 상관관이 나타났다(Fig. 10).

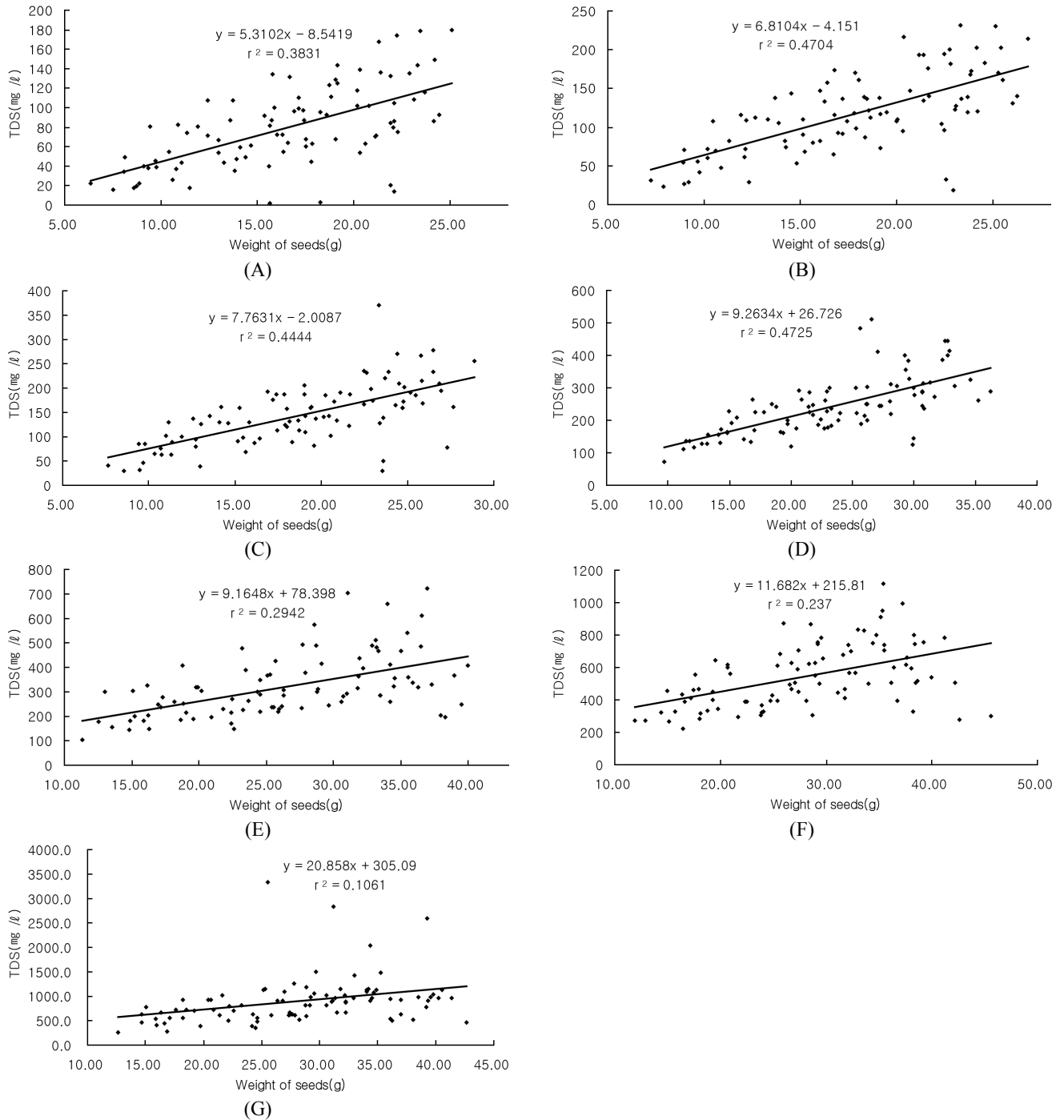


Fig. 10. Relationship between TDS and weight of seeds (A: 20mins, B: 40mins, C: 60mins, D: 180mins, E: 360mins, F: 1440mins, G: 2880mins).

적 요

우리나라에서 육성된 콩 품종 90개에 대하여 종자의 발아 전 침종처리에 따른 발아능과 발아율을 조사한 결과는 다음과 같다. 침수량과 침종일수에 따른 콩 종자의 발아력은 침수량이 증가하고, 침종일수가 증가할수록 낮아졌는데, 침수량 90ml와 3일간 침종에서 품종간의 차이가 크게 나타났다. 종자의 수분흡수는 침종 후 6시간까지 급격하게 증가한 후 완만하게 증가하다가 24시간 이후부터는 줄어들었는데, 나물콩의 수분 흡수가 가장 낮았고, 밥밀콩의 수분함량이 가장 낮았다. 용존산소량은 침종 후 3시간까지는 급격히 감소하다가 그 이후에는 완만하게 감소하였는데, 풋콩 및 올콩은 침종 3시간 후부터 용존산소량이 가장 낮았으나 24시간이후에는 다른 용도의 콩에 비해 높아졌다. 전기전도율과 TDS는 침종 후 시간이 경과함에 따라 증가하였는데 풋콩 및 올콩이 가장 높았고, 다음으로 장류콩, 밥밀콩이 높았으며 종자의 크기가 작은 나물콩이 가장 낮았다. 침종 후 발아율이 높은 품종은 장류콩에서는 장수콩, 나물콩에서는 소백나물콩, 밥밀콩에서는 선흑콩, 그리고 풋콩 및 올콩에서는 선록콩이었으며, 발아율이 낮은 품종은 장류콩에서는 익산과 송학콩, 나물콩에서는 방사콩, 밥밀콩에서는 진올콩, 풋콩 및 올콩에서는 신록콩이었다. 전기전도율과 TDS가 낮은 품종들은 발아율이 높았고, 높은 품종은 발아율이 낮은 경향이였다. 종자의 수분흡수가 낮은 품종들은 발아율이 높아 수분흡수와 발아율은 부의 상관성이 있었다. 종자의 무게가 높은 품종은 전기전도율과 TDS가 높았으며, 종자의 무게가 낮은 품종은 전기전도율과 TDS도 낮아 정의 상관성이 있었다.

인용문헌(REFERENCES)

Bruce, S., P. C. Andersen, and R. C. Ploetz. 1992. Responses of fruit crops to flooding. *Horticultural Reviews*. 13 : 257-313.

Edward Jr. C. J. and E. E. Hartwig. 1971. Effects of seed size upon rate of germination in soybeans. *Agron. J.* 63 : 429-450.

Garside, A. L. 1987. Irrigation management of soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill) in a semi-arid tropical environment. Ph.D. Thesis. Univ. of Queensland. pp. 299.

Green, D. E. and E. L. Pinnell. 1968. Inheritance of soybean seed quality. I. Heritability of laboratory germination and field emergence. *Crop Sci.* 8 : 5-11.

Heydecker, W., P. I. Orphanous, and R. S. Chetram. 1969. The importance of air supply during seed germination. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 34 : 297-403.

Hou, F. F. and F. S. Thseng. 1991. Studies on the flooding tolerance

of soybean seed: varietal differences. *Euphytica*. 57(2) : 169-173.

Hou, F. F., F. S. Thseng, S. T. Wu, and K. Takeda. 1995. Varietal differences and diallel analysis of pre-germination flooding tolerance in soybean seed. *Bull. Res. Inst. Bioresour. Okayama Univ.* 3 : 35-41.

Hunter, J. R. and A. E. Erickson. 1952. Relation of seed germination to soil moisture tension. *Agron. J.* 44 : 107-109.

Kim, Y. W. and J. I. Lee. 1981. Relationship between seed leakage solutes during imbibition and germinability on soybeans. *Korean J. Breed.* 13(2) : 115-119.

Langan, T. D., J. W. Pendleton, and E. S. Oplinger. 1986. Peroxide coated seed emergence in water-saturated soil. *Agron. J.* 78 : 769-772.

Lemke-Keyes, C. A. and M. M. Sachs. 1989. Anaerobic tolerant null: a mutant that allows *Adh1* nulls to survive anaerobic treatment. *The Journal of Heredity*. 80(4) : 316-319.

Nakayama, N., S. Hashimoto, S. Shimada, M. Takahashi, Y. H. Kim, T. Oya, and J. Arihara. 2004. The effect of flooding stress at the germination stage on the growth of soybean in relation to initial seed moisture content. *Jpn. J. Crop Sci.* 73(3) : 323-329.

Nathanson, K., R. J. Lawn, P. L. M. De Jabrun, and D. E. Byth. 1984. Growth, nodulation and nitrogen accumulation by soybean in saturated soil culture. *Field Crops Res.* 8 : 73-92.

Park, G. H. and I. Y. Baek. 2000. Effect of ozone water on germination and growth of soybean sprout. *Korea Soybean Digest*. 17(2) : 20-26.

Park, K. Y., B. R. Buttery, C. S. Tan, and S. D. Kim. 1996. Relationship between seed coat characteristics and water uptake, electrical conductivity after soaking in soybean genotypes. *Korean J. Breed.* 28(1) : 49-55.

Parrish, D. J. and A. C. Leopold. 1977. Transient changes during soybean imbibition. *Plant Physio.* 59 : 1111-1115.

Pollock, B. M. and E. E. Ross. 1972. Seed and seedling vigour. In: Kozlowski (Editor), *Seed Biology I*. Academic Press, New York and London. pp. 313-387.

Purcell, L. C., C. A. King, and R. A. Ball. 2000. Soybean cultivar differences in ureides and the relationship to drought tolerant nitrogen fixation and manganese nutrition. *Crop Sci.* 40 : 1062-1070.

Sung, J. M. 1995. The effect of sub optimal O₂ on seedling emergence of soybean seeds of different seed size. *Seed Sci. Technol.* 23 : 312-317.

Troedson, R. J., R. J. Lawn, D. E. Byth, and G. L. Wilson. 1989a. Response of field-grown soybean to saturated soil culture. 1. Patterns of biomass and nitrogen accumulation. *Field Crops Res.* 21 : 171-187.

Troedson, R. J., R. J. Lawn, D. E. Byth, and G. L. Wilson. 1989b. Response of field-grown soybean to saturated soil culture. 2. Effect of treatments to alter photosynthesis and leaf nitrogen supply. *Field Crops Res.* 21 : 189-201.