

콩 수확 효율 증진을 위한 건조제로서 비선택성 제초제의 활용 가능성

원옥재^{1,†} · 홍서연¹ · 서은지¹ · 박재성¹ · 이홍석¹ · 박진기¹ · 류종수¹ · 한원영² · 한길수² · 송득영²

Possibility of Using Non-selective Herbicides as Desiccants for Improving Soybean Harvest Efficiency

Ok Jae Won^{1,†}, Seo yeon Hong¹, Eun Ji Suh¹, Jae-Sung-Park¹, Hong Seok Lee¹, Jin-Ki Park¹, Jong-Soo Ryu¹, Won-Young Han², Kil Su Han², and Duk Young Song²

ABSTRACT This study was conducted to select a desiccant and determine its concentration for safe usage to improve the harvesting efficiency of soybeans. Soybeans were treated with a desiccant (non-selective herbicide) before and after the maturation stage. The drying effect of the desiccant was higher at earlier treatment times than at the maturation stage, but the difference was not statistically significant. The higher efficacy might be related to the drying process of the leaves and stems, with most of the leaves and stems having already been dried by the time of hand harvesting. Desiccant treatments had no adverse effects on soybean yield, weight of 100 grains, seed quality, or seed germination rate compared with the untreated control. Pesticide residue analysis showed minimum residue concentration to be lower than the tolerance level of pesticide residues. In conclusion, it was confirmed that the desiccant was effective in drying soybean, and that there was no damage to the quality of soybean seeds. In addition to the drying effect, the desiccant treatment also facilitates the removal of weeds that interfere with the mechanical harvest and improves harvesting efficiency through the drying of the growth imbalanced individual. The desiccant treatment is expected to shorten the mechanical harvesting time by 1-2 weeks. It is thought that the selection of the proper cultivation period for other crops after soybean cultivation will be more advantageous.

Keywords : desiccant, fluthiacet-methyl, glufosinate, soybean, tiafenacil

콩(*Glycine max*)은 식용, 사료용, 산업용 원료로서 이용되며, 우리나라에서는 혼밥용, 장류(된장, 간장), 두부, 콩나물 등의 식품으로 광범위하게 사용이 되고있다(RDA, 2018). 콩 재배면적은 1968년 314,000 ha에서 지속적으로 감소하여 2000년 86,000 ha까지 감소하였다. 콩 재배면적의 증가를 위하여 2002년 논콩에 대한 차등 수매정책과 2010년 논타작물 재배 지원 사업을 수행되었으나, 해당 지원 사업의 종료 및 최근 쌀 가격 상승 등의 영향으로 콩 재배면적은 2021년 기준 54,900 ha로 감소하는 추세이다(RDA, 2008; KREI, 2021a). 2020년 기준 콩 자급률은 28%로 국내 식용 콩 소비의 약 75%를 국외에서 수입을 하고 있어 재배면적

확대 등을 통한 자급률 향상이 필요하다(KREI, 2021b).

콩은 토양 온도가 15°C 이상이면 파종이 가능하여 우리나라의 경우 4월 중순부터 7월 중순까지 파종이 가능하다. 그러나 파종 시기는 수량성과 수익성을 기반으로 품종(생태형과 특성), 지역(기상환경과 토성), 재배양식, 작부체계(이모작) 등을 고려하여 결정해야 한다. 수량성을 높이기 위해서는 지역에 적합한 품종의 선택과 재배양식의 선택이 중요하며, 수익성 극대화를 위한 방법으로 경지의 이용도를 높이는 이모작을 활용하는 방법이 있다. 이러한 작부체계는 하계작물 재배 후 동계작물을 돌려짓기 하는 방법으로, 두과인 콩과 맥류인 밀과 보리의 작부체계로 맥류를 10

¹국립식량과학원 남부작물부 생산기술개발과 농업연구사 (Researcher, Crop Production Technology Research Division, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Miryang 50424, Korea)

²국립식량과학원 남부작물부 생산기술개발과 농업연구관 (Senior Researcher Crop Production Technology Research Division, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Miryang 50424, Korea)

[†]Corresponding author: Ok Jae Won; (Phone) +82-55-350-1275; (E-mail) ojwon@korea.kr

<Received 23 October, 2021; Revised 18 November, 2021; Accepted 18 November, 2021>

월 중하순 파종하여 6월 초중순에 수확하고, 콩을 6월 중하순에 파종한 후 10월 초중순에 수확을 하거나, 콩 재배 후 마늘이나 양파를 재배하는 작부체계 등이 있다(RDA, 2018). 이모작 재배의 가장 큰 문제는 동계작물 파종 이전에 하계작물을 수확해야 하는 점이다. 이러한 문제점을 보완하기 위해서 수확기 건조제를 처리하여 수확시기의 인위적으로 1~2주 정도 조절이 가능하다.

수확기 2주전 콩에 건조제인 Paraquat, Glyphosate, Ametryn을 처리에도 수확량에 영향을 주지 않으며, 수확 전 건조제로 glufosinate와 sodium chlorate을 함께 처리할 경우 기계수확에 도움을 줄 수 있다(Whigham & Stoller, 1979; Jeffrey *et al.*, 1998). 또한 건조제의 처리를 통해 기계수확을 통한 노동시간의 단축 및 이물질 혼입방지의 효과를 기대할 수 있다(Hill *et al.*, 2006, Morita *et al.*, 2006). 이외에도 불균일한 성숙으로 인한 수확의 어려움과 잡초발생으로 인한 콤팩트 작업의 어려움 등을 해소할 수 있다.

외국의 경우 수확기 건조제의 사용이 보편적으로 이루어지고 있다(Griffin *et al.*, 2010; Senseman *et al.*, 2007). 대표적으로 미국과 일본의 경우 glyphosate, safulufenacil, carfentrazone 등 사용되고 있다(Alberata Pulse Growers, 2015). 국내의 경우 1981년에 벼와 보리, 감자에 대해 수확기 건조제로 diquat가 사용되었으나, 2016년 고독성 농약의 안전성의 우려로 등록이 취소되었다(KCPA, 2011; RDA, 2017). 최근 감자, 콩 수확기 건조제로 티아페나실 액상수화제가 등록이 되어 사용되고 있으며, 참깨의 수확기 비선택성 제초제를 활용한 건조제의 선발시험을 통해 티아페나실의 적용 가능성과 기후 및 생육상황에 따른 수확시기를 앞당길 필요가 있다고 하였다(Won *et al.*, 2021).

따라서 본 연구에서는 콩에서 조기 수확 및 등숙 지연에 따른 수확기 지연 방지를 위한 작물 건조제 적용 확대를 위하여 지상부 건조가 가능한 접촉형 비선택성 제초제 4종을 대상으로 선발시험 및 지상부 건조효과와 종실에 대한 피해를 조사하여 콩 지상부 건조효과 및 안전성을 확인하고자 수행하였다.

재료 및 방법

건조제의 선발 시험

시험은 2019년도 경상남도 밀양시 부북면 오례리에서 수행되었다. 공시품종은 기계수확에 적합한 대찬 콩을 사용하여 6월 4일에 50 kg ha⁻¹로 파종하였고, 표준재배법에 준하여 재식거리는 70×15 cm로 무피복 재배하였다(RDA, 2018). 콩 수확기 건조제 선발은 글루포시네이트암모늄 액제(540 g

a.i. ha⁻¹), 글루포시네이트-피 액제(294 g a.i. ha⁻¹), 플루티아셋메틸+글루포시네이트암모늄 미탁제(8+480 g a.i. ha⁻¹), 티아페나실 액상수화제(150 g a.i. ha⁻¹)를 대상으로 하였다. 건조제 처리시기는 대찬 성숙기(10/13)를 기준으로 하였으며, 콩 꼬투리의 90%이상이 숙색을 나타내고, 엽색이 노랗게 변화하여 낙화가 진행되는 성숙기 5일전(10/8, 수확 20일전), 1일전(10/14, 수확 15일전), 5일후(10/18, 수확 10일전), 10일후(10/23, 수확 5일전)에 경엽처리 하였으며, 농도는 적용대상에 콩이 등록되지 않아 사용량에 표기된 최소약량의 기준량과 배량으로 처리하였다. 약제처리는 배부식분무기(KS-PK2000N, Kwangung, Daejeon, Korea)에 비산방지캡을 착용한 후 23 ml/초로 약액이 골고루 묻도록 분무하였다. 비산방지를 위해 처리구의 좌우 끝과 상하 1 m의 거리를 완충지대로 하였다. 시험구배치는 각 시험구 면적을 5 m²로 하여 완전임의배치 3반복으로 실시하였다. 조사는 수확직후 처리구당 5주를 대상으로 지상부 무게, 꼬투리 열개율과 수확량 조사하였다. 이외에 백립중과 백립을 대상으로 종자의 외형(모양, 색)을 육안으로 조사하였다. 또한 종자활력 검사는 수확 60일 후 패트리디쉬(100×15 mm)에 필터페이퍼를 깔고 수확된 콩 종자 30립을 치상한 후 10 ml의 증류수를 첨가하였고, 4일 후 발아된 종자수를 측정하여 발아율을 조사하였다. 마지막으로 잔류농약분석은 LC-MS/MS(TQ-XS, Waters, Massachusetts, USA)를 이용하였다. 티아페나실은 시료를 아세트니트릴 : 물 : 아세트산 혼합액으로 추출하여 HLB 카트리지로 정제 후 분석하였으며(MFDS 2021), 글루포시네이트는 시료를 1% formic acid in methanol로 추출하여 분석하였다(Anastassiades *et al.*, 2019). 분석된 데이터는 식품의약품안전처에서 정한 콩 잔류허용기준인 글루포시네이트 2.0 mg kg⁻¹, 티아페나실은 0.05 mg kg⁻¹, 플루티아셋메틸 0.01 mg kg⁻¹(잔류허용기준 없어 PLS 규정에 의거)을 기준으로 종자에 대한 잔류농약 정도를 확인하였다(MFDS, 2020). 통계분석은 SAS 프로그램 (ver 9.4)를 이용하여 실시하였으며, 일원분산분석으로 유의성 검정 후 던컨다중범위검정을 이용하여 평균간 비교를 실시하였다(SAS, 1999).

건조제의 지상부 건조와 약해 시험

시험은 2020년도 경상남도 밀양과 창녕에서 수행하였다. 파종은 밀양 6월 8일, 창녕은 6월 21일에 하였으며, 이외의 재배법은 선발시험과 동일하였다. 시험약제는 플루티아셋메틸+글루포시네이트암모늄 미탁제, 티아페나실 미탁제를 대상으로 하였고, 처리농도와 방법은 선발시험과 동일하게 하였으며, 처리시기는 성숙기 전 1회, 성숙기, 성숙기 후 1회

Table 1. Effects of desiccant on soybean shoot weight (g/plant).

Desiccant	5DBH ²	10DBH	15DBH	20DBH
Glufosinate ammonium SL ¹	35.9 ^{a3}	42.1 ^a	40.5 ^a	31.3 ^a
Glufosinate-P SL	30.5 ^a	45.2 ^a	41.8 ^a	39.7 ^a
Fluthiacet-methyl+glufosinate ammonium ME	38.8 ^a	43.9 ^a	38.3 ^a	31.2 ^a
Thafenacil SC	39.4 ^a	44.7 ^a	35.6 ^a	37.6 ^a
Untreated control		39.0 ^a		

¹SL: Soluble concentrate, ME: Microemulsion, SC: Suspension Concentrate²DBH: Days before harvest³Means followed by the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.**Table 2.** Effects of desiccant on soybean pod dehiscence rate (% of control).

Desiccant	5DBH ²	10DBH	15DBH	20DBH
Glufosinate ammonium SL ¹	0.10 ^{b3}	0.33 ^a	0.61 ^a	0.09 ^{ab}
Glufosinate-P SL	0.24 ^b	0.11 ^a	0.65 ^a	0.00 ^b
Fluthiacet-methyl+glufosinate ammonium ME	2.90 ^a	0.42 ^a	0.39 ^a	1.00 ^a
Thafenacil SC	0.00 ^b	0.00 ^a	0.88 ^a	0.22 ^{ab}
Untreated control	0.49 ^{ab}	0.49 ^a	0.49 ^a	0.49 ^{ab}

¹SL: Soluble concentrate, ME: Microemulsion, SC: Suspension Concentrate²DBH: Days before harvest³Means followed by the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% significance level.

로 약 5일 간격으로 하였다. 시험구 면적은 기준량 10 m², 배량 5 m²로 난괴법 3반복으로 배치하였다. 조사 개체는 20주를 대상으로 하였으며, 이외의 조사방법은 선발시험과 동일하게 하였다. 모든 시험과 방법은 농약등록시험 방법에 준하여 수행되었다.

결과 및 고찰

건조제의 선발 시험

콩 수확기 건조제 4종의 처리에 따른 수확직후 지상부 무게의 변화는 무처리와 시험약제간 처리시기에 따른 통계적인 차이를 보이지 않았다(Table 1). 이는 Bae *et al.* (2018)의 글리포세이트와 글루포시네이트암모늄의 수확 10일과 14일전 처리에서 줄기 수분이 감소한다는 결과와는 다른 결과를 보였다. 이러한 원인 중 하나로 시험구 면적의 협소로 인한 조사 개체수 부족으로 판단되며 이를 확인하기 위하여 2020년도 ‘건조제의 지상부 건조와 약해 시험’을 통해 재분석하였다. 꼬투리의 열개율의 경우 전체적으로 0-2.9% 사이로 조사되었으며(Table 2), 수확량의 경우 수확 5일전 처리에서 시험에 사용한 건조제가 모두 전체적으로 소폭 감소하

는 경향을 보였고, 이외의 처리시기에서는 무처리와 비교하여 유의적인 차이를 보이지는 않았다(Table 3). 100립중은 무처리와 건조제별 처리시기에 따른 큰 차이를 보이지 않으며, 종실의 모양과 색 변화의 경우 20-30%사이로 조사되었으며, 무처리와 비교하여 변색되는 양상을 보였고, 농도에 따른 차이는 없었다(Table 4). 발아율은 건조제별 처리시기에 따른 기준량과 배량에서 모두 90% 이상을 보였다(Table 4). 잔류농약분석에서 글루포시네이트암모늄과 티아페나실은 처리시기별 기준량과 배량에서 잔류허용기준치 이하의 검출을 보였고, 플루티아셋메틸은 검출되지 않았다(Table 5). 콩 종실에 대한 건조제의 잔류 경향은 기준량보다는 배량에서 다소 높았으며, 처리 시기가 빠를수록 따라 종실에 집적하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 Won *et al.* (2021)의 참깨에 대한 건조제 시험의 결과와 유사한 양상을 보였다. 선발시험을 통하여 건조제의 처리가 콩 종실에 피해를 주지 않는 것으로 확인되었고, 2020년 ‘콩 수확기 건조제의 지상부 건조와 약해 시험’을 통하여 결과를 재검증하였다.

건조제의 지상부 건조와 약해 시험

2019년도 건조제의 선발 시험에서 콩 수확기 건조제의

Table 3. Effects of desiccant on soybean seed yield (kg/10a).

Desiccant	5DBH ²	10DBH	15DBH	20DBH
Glufosinate ammonium SL ¹	304.3 ^{ab3}	331.2 ^a	348.6 ^a	339.8 ^a
Glufosinate-P SL	278.6 ^{ab}	327.9 ^a	330.2 ^a	268.6 ^a
Fluthiacet-methyl+glufosinate ammonium ME	285.5 ^{ab}	317.1 ^a	356.2 ^a	331.7 ^a
Thafenacil SC	252.1 ^b	312.6 ^a	353.1 ^a	297.9 ^a
Untreated control		340.2 ^a		

¹SL: Soluble concentrate, ME: Microemulsion, SC: Suspension Concentrate²DBH: Days before harvest³Means followed by the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% significance level.**Table 4.** Effects of desiccant on soybean seed appearance.

Desiccant	Treatment time	100-seed weight	Seeds quality (%)			Germination rate	
			Normal	Discolored	Dented	Standard dose	Double dose
Glufosinate ammonium SL ¹	5DBH ²	28.2±1.1	70±13 ³	15±14	15±5	96.7±2.9	98.3±2.9
	10DBH	29.2±1.1	83±9	7±7	10±9	100±0.0	100±0.0
	15DBH	27.0±2.5	68±6	14±6	18±5	96.7±2.9	100±0.0
	20DBH	26.0±1.0	75±10	6±6	19±8	96.7±5.8	98.3±2.9
Glufosinate-P SL	5DBH	27.5±0.8	81±9	5±6	14±7	96.7±2.9	98.3±2.9
	10DBH	29.4±1.5	87±6	4±5	9±3	96.7±5.8	100±0.0
	15DBH	26.8±1.0	72±12	9±5	19±9	100±0.0	96.7±2.9
	20DBH	26.7±1.3	64±7	8±4	28±9	91.7±2.9	95.0±5.0
Fluthiacet-methyl+glufosinate ammonium ME	5DBH	25.6±2.2	76±8	7±4	16±6	100±0.0	100±0.0
	10DBH	29.0±0.9	78±8	10±8	12±6	96.7±5.8	96.7±2.9
	15DBH	27.4±1.3	73±11	10±6	18±7	93.3±5.8	100±0.0
	20DBH	25.6±0.6	76±16	10±8	14±8	96.7±2.9	100±0.0
Thafenacil SC	5DBH	28.9±1.4	76±4	8±2	16±4	96.7±2.9	98.3±2.9
	10DBH	28.5±2.5	82±12	6±7	11±7	100±0.0	96.7±5.8
	15DBH	26.6±1.0	76±16	13±9	18±9	98.3±2.9	98.3±2.9
	20DBH	26.6±1.5	71±16	11±10	17±12	98.3±2.9	98.3±2.9
Untreated control	-	25.2±1.9	84±7	4±3	13±8	100±0.0	-

¹SL: Soluble concentrate, ME: Microemulsion, SC: Suspension Concentrate²DBH: Days before harvest³Standard deviation

처리가 콩에 대해 약해가 없는 것을 확인하였으며, 그 중 잔류농약분석에서 안정적인 티아페나실을 우선 선발하였으며, 추가로 플루티아셋메틸+글루포시네이트암모늄을 선택하여 지상부 건조와 약해 시험을 수행하였다. 건조효과 의 경우 밀양과 창녕 모두 처리시기가 빠를수록 지상부 무게가 감소하는 것을 확인하였다. 밀양의 경우 유의적인 감소를 보인 반면, 창녕은 유의성이 나타나지 않았다(Table

6). 이는 건조제가 콩 성숙기 전후에 처리하여 수확을 하였는데, 보통 성숙기 약 1~2주 후면 예취 수확이 가능한 상태로 콩 잎이 대부분 떨어져 있으며, 줄기도 일정 부분 건조되어 있기 때문에 무처리에서도 일정 수준 이상의 건조가 이루어지기 때문으로 보인다. 그리고 건조제를 같은 생육시기에 처리를 하였다 하더라도 일반적으로 발생하는 연차간 지역간 변이로 인한 기상상황이나 토양조건 등의 영

Table 5. Pesticide residue analysis by treatment of desiccant.

Desiccant	Treatment time	Detect		Maximum residue limit	Availability
		Standard dose	Double dose		
Glufosinate ammonium SL ¹	5DBH ²	0.056	0.070	2.0	○
	10DBH	0.066	0.108	2.0	○
	15DBH	0.055	0.103	2.0	○
	20DBH	0.716	1.086	2.0	○
Glufosinate-P SL	5DBH	0.049	0.052	2.0	○
	10DBH	0.060	0.077	2.0	○
	15DBH	0.068	0.109	2.0	○
	20DBH	0.357	0.517	2.0	○
Fluthiacet-methyl+glufosinate ammonium ME	5DBH	0.061	0.071	2.0	○
	10DBH	0.059	0.077	2.0	○
	15DBH	0.063	0.097	2.0	○
	20DBH	0.415	0.632	2.0	○
Thafenacil SC	5DBH	0.006	0.012	0.05	○
	10DBH	0.001	0.005	0.05	○
	15DBH	0.000	0.000	0.05	○
	20DBH	0.001	0.002	0.05	○

¹SL: Soluble concentrate, ME: Microemulsion, SC: Suspension Concentrate

²DBH: Days before harvest

Table 6. Effects of desiccant on soybean shoot weight in Miryang and Changnyeong (g/plant).

Desiccant	Miryang-si			Changnyeong-gun		
	4DBH ²	10DBH	15DBH	6DBH	10DBH	15DBH
Fluthiacet-methyl+glufosinate ammonium ME ¹	45.3 ^b	41.6 ^{ab}	37.6 ^a	27.6 ^a	27.2 ^a	25.2 ^a
Thafenacil ME	46.7 ^{ab}	39.5 ^{ab}	37.2 ^{ab}	29.6 ^a	28.4 ^a	27.1 ^a
Untreated control		47.4 ^a			32.1 ^a	

¹ME: Microemulsion

²DBH: Days before harvest

³Means followed by the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% significance level.

Table 7. Effects of desiccant on weight of soybean seeds in Miryang and Changnyeong (g/plant).

Desiccant	Miryang-si			Changnyeong-gun		
	4DBH ²	10DBH	15DBH	6DBH	10DBH	15DBH
Fluthiacet-methyl+glufosinate ammonium ME ¹	249.9 ^a	245.7 ^a	225.8 ^a	136.3 ^a	140.6 ^a	160.5 ^a
Thafenacil ME	249.9 ^a	245.7 ^a	225.8 ^a	153.4 ^a	157.6 ^a	166.1 ^a
Untreated control		234.3 ^a			146.3 ^a	

¹ME: Microemulsion

²DBH: Days before harvest

³Means followed by the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% significance level.

향으로 작물의 생육정도가 달라 건조효과의 정도 차이가 발생한 것으로 사료된다. 또한 Itoyama *et al.* (2020)의 콩 지상부 수분함량 변화 결과에서 개화기 후 60일부터 수분 감소가 이루어지며 75일 이후 수분함량이 유지되는 것을 볼 수 있는데, 대찬 콩의 경우 개화기가 8월 2일로 약제처리 기점인 성숙기인 10월 13일은 개화기 후 72일로 지상부 수분함량이 낮은 상태이며, 수확시기였던 82일 후는 이미 건조가 충분히 진행되었기 때문으로 보인다. 수확량의 경우 밀양은 처리시기가 멀어질수록 감소하는 경향을 보였고, 창녕은 반대의 경향을 보였으나, 무처리와 비교할 경우 두 지역 모두 처리시기에 따른 유의성은 없는 것으로 조사되었다(Table 7). 2019년도에 비해 2020년도 수확량의 감소가 큰 원인은 잦은 강우로 인한 요인으로 보이며, 특히 창녕 지역의 경우 토양내 사질 함량이 높아 강우로 인한 비료 손실이 많아 수량이 낮아진 것으로 사료된다.

적 요

본 연구에서는 콩 수확 효율 증진을 위한 건조제를 선발하기 위해 2019년부터 2020년까지 2년간 4종의 비선택성 제초제를 활용하여 건조제의 선발시험 및 지상부 건조와 약해 시험을 수행하였다.

1. 콩 수확기 건조제로 사용한 4종의 비선택성 제초제 모두 처리시기가 빠를수록 건조효과를 보이는 것으로 확인되었으나, 통계적인 차이를 보이지 않았다. 2년차 실험에서도 처리시기에 따른 건조효과를 확인하였으나, 통계적인 차이는 지역간 차이를 보였다. 이는 건조제가 콩 성숙기 전후에 처리하여 수확을 하였는데, 보통 성숙기 약 1~2주후면 예취 수확이 가능한 상태로 콩 잎이 대부분 떨어져 있으며, 줄기도 일정 부분 건조되어 있기 때문에 무처리에서도 일정 수준 이상의 건조가 이루어지기 때문으로 보인다.
2. 건조제 처리에 따른 수확량의 감소는 보이지 않았으며, 100립중, 종실의 모양과 색변화, 수확된 종자의 발아율의 저하가 확인 되지 않아 약해가 없는 것으로 확인되었다.
3. 건조제 처리에 따른 종실 내 잔류농약은 처리시기가 빠를수록 검출량이 증가하였으며, 시험약제 중 글루포시네이트암모늄의 검출량이 높았으며, 티아페나실이 보다 안전한 것을 확인하였다. 다만 콩 잔류농약허용치 이하의 값을 나타내 적용은 가능한 것으로 판단되었다.
4. 본 연구는 콩 건조제 처리로 기계수확을 1~2주 정도 단축시킬 것으로 보여 작부체계의 선택 폭을 넓히는데 기

여할 수 있는 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 작물시험연구사업(과제번호: PJ01415401)의 지원에 의해 수행되었다.

인용문헌(REFERENCES)

- Alberta Pulse Growers. 2015. Pre-harvest weed control and desiccant timing maximum residue limits for 2015 Accessed on <https://albertapulse.com> (Accessed March 1, 2021)
- Anastassiades, M., D. I. Kolberg, E. Eichhorn, A. Benkenstein, A. K. Wachtler, S. Zechmann, D. Mack, C. Wildgrube, A. Barth, I. Sigaloc, S. Gorlich, D. Dork, and Cerchia, G. 2019. Quick method for the analysis of numerous highly polar pesticides in foods of plant origin via LC-MS/MS involving simultaneous extraction with methanol (QuPPE-Method). EU Reference Laboratory for pesticides requiring single-residue methods. Fellbach, Germany. 75p.
- Bae, J. W. 2018. Study on factors analysis of soybean maturation delay and late plastidity. National Institute of Crop Science Research Report 2017(3) : 555-587.
- Ellis, M. J., D. R. Shaw, and W. L. Barrentine. 1998. Herbicide combinations for Preharvest Weed Desiccation in Early Maturing Soybean (*Glycine max*). Weed Technology 12(1) : 157-165.
- Griffin, J. L., J. M. Boudreaux, and D. K. Miller. 2010. Herbicides as harvest aids. Weed Science 58(3) : 355-358.
- Hill, C. B., G. L. Hartman, R. Esgar, and H. A. Hobbs. 2006. Field evaluation of green stem disorder in soybean cultivars. Crop Science 46(2) : 879-885.
- Itoyama, H., A. C. S. Nakagawa, Y. Ariyoshi, N. Ario, T. Yuasa, M. Iwaya-Inoue, and Y. Ishibashi. 2020. Lignin deposits in pedicel xylem vessels regulate water transport during seed maturation in soybean. Crop Science 60 : 954-960.
- KCPA (Korea Crop Protection Association). 2011. 2011 Guide book of using the agrochemicals. Sam Jeong Press Co., Seoul. 1309p.
- KREI (Korea Rural Economic Institute). 2021a. Agricultural outlook 2021 Korea: Domestic soybean prices expected to rise (August-September). KREI, Naju, Korea. pp. 1-6.
- KREI (Korea Rural Economic Institute). 2021b. Agricultural outlook 2021 Korea: Trend of soybean and potato supply and demand. KREI, Naju, Korea. pp. 295-318.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2020. Pesticide MRLs for agricultural commoditied. MFDS, Cheongju, Korea. 570p.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2021. Pesticide residue test method in food. MFDS, Cheongju, Korea. pp. 566-569.

- Morita, K., W. Takahashi, H. Nabeshima, M. Nomura, S. Arai, and S. Iwai. 2006. Effect of green stem on soiled bean index at harvest of soybean by combine harvester. *The Hokuriku Crop Science* 41 : 107-109.
- RDA (Rural Development Administration). 2017. Answer to written question of the 2017 parliamentary audit. RDA, Jeonju, Korea. pp. 19-21.
- RDA (Rural Development Administration). 2018. Agricultural technology guide: Soybean. RDA, Jeonju, Korea. pp. 18-19
- SAS. 1999. SAS/STAT user's guide, version 8 edition. SAS Institute, Cary, NC, USA. 1464p.
- Senseman, S. A. 2007. *Herbicide handbook*. 9th ed. Lawrence, KS: Weed Science Society of America. 458p.
- Whigham, D. K. and E. W. Stoller. 1979. Soybean desiccation by paraquat, glyphosate, and ametryn to accelerate harvest. *Agronomy Journal* 71(4) : 630-633.
- Won, O. J., E. J. Seo, J. S. Park, S. H. Hong, J. K. Park, J. S. Ryu, W. Y Han, K. S Han, D. Y. Song, T. U. Jeong, S. W. Kim, J. W. Bae, and Y. H. Woon. 2021. Selection of desiccant to improve combine harvest efficiency of sesame. *Weed & Turfgrass Science* 10(1) : 25-33.