

녹두 기계수확을 위한 남부지역 파종적기

김동관*[†] · 최진경* · 정병준* · 손동모* · 천상욱** · 김경호***

*전남농업기술원, **(주)캐리스, ***농촌진흥청

Proper Seeding Time for Mechanical Harvesting in Mungbean

Dong-Kwan Kim*[†], Jin-Gyung Choi*, Byung-Joon Jung*, Dong-Mo Son*, Sang-Uk Chon**, and Kyong-Ho Kim***

**Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea*

***Callus Ltd. Co., TBI Center, Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju 500-712, Korea*

****Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea*

ABSTRACT Mungbean should be harvested several times according to its physiological characteristics and weather conditions of cultivation region. In Korea, mungbean is usually sown in June and harvested three or four times, and the cultivated area is being rapidly reduced. Therefore, the author developed cultivation techniques of mechanical harvesting suitable for the weather conditions of the southern part of the Korean peninsula. The optimum sowing time of mungbean for mechanical harvesting in southern part of Korea is around July 20. When sown around July 15, mungbean should be harvested twice and then the mechanical harvesting of mungbean was not possible. Meanwhile, when sown after July 25, the mechanical harvesting was possible but the maturing period was longer and the seed yield was decreased. Therefore, it is safe to say that in Korea the mechanical harvesting of mungbean is possible for the middle part of Korea when the plant is sown before July 20 and for the southern coastal region of Korea when sown after July 20 (if July 20 is set up as the baseline for the southern part of Korea). Out of Keumseong and Owool, which are popularized cultivars in Korea most, Owool is determined to be most appropriate for mechanical harvesting. Owool is favorable for mechanical harvesting because, when compared to Keumseong, it is higher both in plant height and in pod height, and also the seed yield is better.

Keywords : mungbean, mechanical harvesting, seeding time, cultivar

녹두는 여름작물로 평균기온 20~40°C 범위에서 생육하며 저온에 민감하다. 생육 최저온도는 20°C 이고 최적온도는 28~30°C이며 일평균기온 24°C까지는 온도가 높아질수록 영양생장기간이 감소한다. 일장에 둔감한 계통은 24°C에서 수량이 가장 높은 반면 단일 감응형 계통은 27°C에서 수량이 가장 많다(김 등, 2006). 또한 녹두는 무한화서로 기상과 영양조건이 양호할 경우 여러 번의 개화 피크와 착협이 이루어지기 때문에 기계수확이 매우 곤란하다. 국내의 표준파종기나 농가 관행파종기의 경우 3회 가량 손으로 수확해야하는 문제 때문에 급속하게 재배면적이 감소하고 있다. 또한 녹두는 위도에 따라 생태반응이 뚜렷한 작물이다. 따라서 지구온난화 등 기후변화 대응의 일환으로 우리나라 녹두 주산지인 전남지역에서 안정적인 파종기 재설정 요구된다. 그리고 농촌인력의 고령화와 감소에 따른 기계수확기술 개발로 대규모 재배단지 조성을 통한 경쟁력강화가 필요하다. 그러나 중부지역에서 5월 상순부터 7월 상순까지 30일 간격의 파종에 따른 녹두 개화기와 결협율 변이(Kim *et al.*, 1981), 제주지역에서 4월 하순부터 7월 하순까지 20일 간격의 파종에 따른 녹두 생육과 수량구성요소 및 수량에 미치는 영향(Ko *et al.*, 1992), 녹두 수량과 생육에 미치는 계절적 영향(Park, 1980) 및 적정 재식밀도(Hyon *et al.*, 1992) 연구 등이 진행되었으나 기계수확에 관련된 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 국내 주요 보급품종을 대상으로 남부지역에서 기계수확을 위한 파종적기를 구명하여 국내 녹두의 경쟁력 강화 등을 목표로 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험은 국내에 가장 많이 보급된 어울녹두와 금성녹두

[†]Corresponding author: (Phone) +82-61-330-2563
(E-mail) dkkim@jares.go.kr <Received March 28, 2008>

를 이용하여 전남 나주(위도 35°3'N, 경도 126°54'E)에서 2006년과 2007년에 실시하였다. 7월 15일, 7월 20일, 7월 25일, 7월 30일, 8월 4일에 60×10 cm로 주당 4~5립 점파하여 본엽 2엽기에 주당 2개체씩 고정하였다. 시비량은 10a 당 질소 4 kg, 인산 7 kg, 칼리 6 kg을 경운 쇄토 전에 전량 기비로 시용하였고 기타 재배법은 관행에 준하였다. 시험전 토양 이화학적성은 Table 1, 녹두 생육기간의 순별 평균기온과 강우량 및 강우일수는 Fig. 1과 같다. 녹두 생육과 수량은 농업과학기술 연구조사 분석기준(농촌진흥청, 2003)에 준하여 조사하였고, 시험구의 종실수확은 모든 협이 완전히 성숙하였을 때 낮으로 수확 후 탈곡하였다. 모든 결과는 SAS program을 이용하여 $\alpha=0.05$ 에서 DMRT(Duncan's multiple range test)에 의해 유의성을 검정하였다.

녹두 기계수확 실증은 2007년 7월 25일에 어울녹두를 휴립점파기를 이용하여 50×10 cm로 2~4립씩 파종하고 토양 처리제초제를 살포하고 병해충 방제나 중기 잡초관리 등은 실시하지 않았으며 시비량은 관행 재배법에 준하였다. 종실수확은 모든 꼬투리가 성숙하였을 때 whole crop feeding combine을 이용하여 10월 30일에 실시하였다.

결과 및 고찰

남부지역에서 국내 주요 보급품종인 어울녹두와 금성녹두를 7월 15일부터 5일 간격으로 8월 4일까지 파종하여 개화와 성숙특성 변이를 조사하였다. 그 결과 Table 2와 같이 어울녹두가 금성녹두에 비해 개화가 1.8일 빠른 반면 개화 후 1차 수확일수는 3.0일 길었다. 따라서 어울녹두는 금성녹두보다 등숙기간이 4.8일 길어 본 실험과 같이 만기파종 조건에서는 안정적 수량 확보에 상대적으로 유리할 것으로 판단되었다. 파종기에 따른 개화일수는 7월 20일 파종이 36일로 가장 짧았고, 7월 30일, 8월 4일, 7월 25일, 7월 15일 파종이 각각 43.0, 42.5, 38.0, 37.0일이었다. 이와 같은 결과는 제주에서 1988년부터 3년간 4월 20일부터 20일 간격으로 7월 30일까지 파종하였을 때 출현 후 평균 개화일수가 57~34일로 파종기가 늦을수록 짧다는 결과와 상이하였고 1998년에 7월 10일 파종이 41일로 6월 1일이나 6월 20일

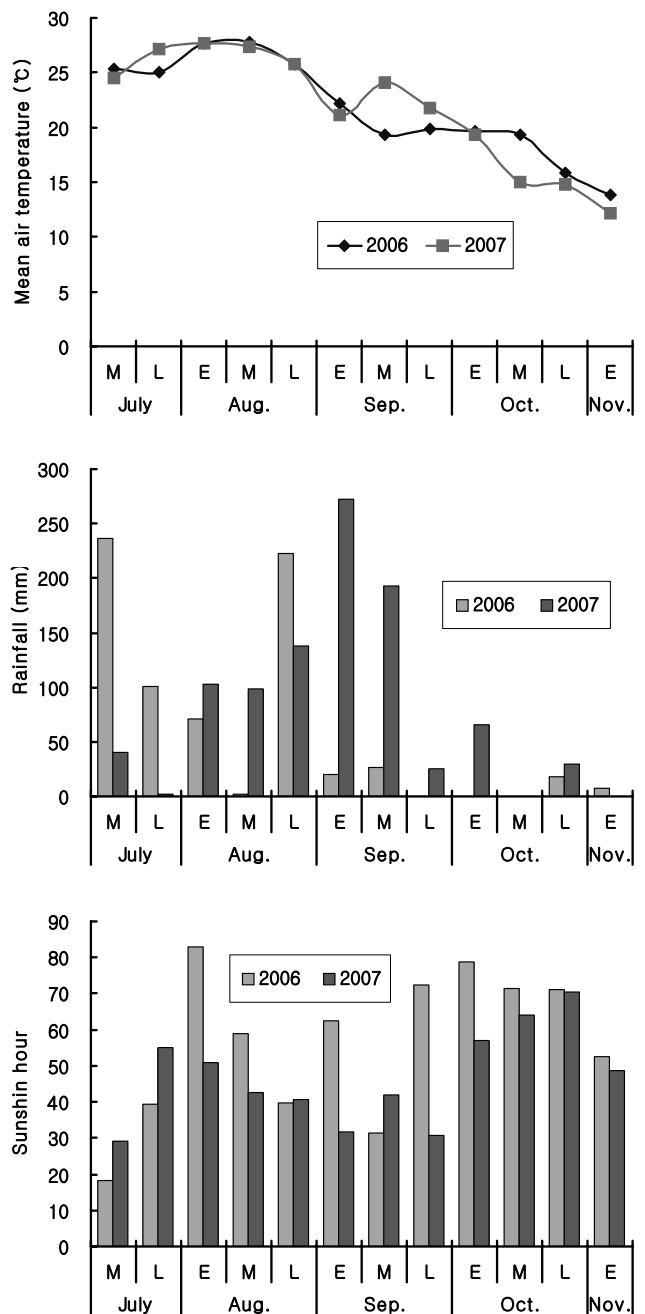


Fig. 1. Ten day average of daily mean air temperature, ten day accumulation of rainfall, and sunshine hour during the mungbean growing seasons of 2006 to 2007.

Table 1. Chemical properties of soils experimented in 2006 and 2007.

Year	pH (1:5)	O.M. (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. Cat. (cmol(+)/kg)			C.E.C. (cmol(+)/kg)
				K	Ca	Mg	
2006	6.7	23	369	0.6	10.5	3.4	15.4
2007	6.3	22	287	0.5	9.4	3.1	15.1

파종에 비해 각각 3, 4일, 1990년에 7월 30일 파종이 34일로 7월 10일 파종보다 5일 길었다는 결과(Ko *et al.*, 1992)와는 유사한 경향이였다. 그러나 본 연구에서 각 파종기간 차이가 7월 15일부터 5일인 점을 감안해야 할 것으로 보인다. 한편 파종기에 따른 개화 후 성숙일수는 7월 20일 파종이 28.0일, 7월 25일 파종이 26.5일, 8월 4일 파종이 24.5일, 7월 30일과 7월 15일 파종이 20.5일이었고, 성숙 후 1차 수확일수는 7월 30일 파종이 34.0일, 7월 25일 파종이 32.5일, 8월 4일 파종이 30.5일, 7월 20일 파종이 24.0일, 7월 15일 파종이 13.5일로 7월 15일 파종기를 제외한 기타 파종기간에는 일정한 경향이 없었다. 따라서 개화 후 1차 수확일수는 7월 25일 파종기가 59.0일로 가장 길었고 8월 4일, 7월 30일, 7월 20일 파종기가 각각 55.0, 54.5, 52.0일이였다. 그리고 7월 15일 파종기는 기타 파종기와 달리 10월 7일에 추가 수확해야 하기 때문에 본 연구의 목적인 기계수확에 맞지 않는 파종기로 판단되였다. 이상의 결과를 종합하면 남부지역에서 녹두 만기 파종기에 따른 재배기간은 7월 25일에서 8월 4일 파종은 97~98일, 7월 20일 파종은 88일, 2회 수확해야하는 7월 15일 파종은 84일이였다.

한편 2006년은 9월 5일부터, 2007년은 9월 1일부터 일평균기온이 녹두 최저생육온도(20℃)보다 낮은 날이 자주 발생하기(자료 미제시) 때문에 적산온도를 적용하여 지역별로 최적 파종기 추정은 곤란하였고 여러 지역에서 연구를 수행해야 추정이 가능할 것으로 판단되였다. 그리고 기계수확이

가능한 7월 20일 파종부터 8월 4일 파종까지 각 파종기에서 개화기까지나 개화기에서 수확기까지 일평균기온합계는 모두 각 1,000℃ 정도로 파종에서 수확까지 일평균기온합계가 모두 각 2,000℃ 정도로 파종기간 비슷하였으나 이들 기간동안 일평균기온평균은 파종기가 빠를수록 높은 경향을 나타냈다(Table 3). 강우량, 일장 등 여러 기상요인의 영향 또한 있기 때문에 단일지역에서 수행한 연구 결과만으로 지역별 기계수확을 위한 파종적기 추정이나 기온조건 제시는 곤란할 것으로 보인다. 따라서 각 지역별로 품종과 파종기별로 실질적인 적용을 통해 녹두 기계수확을 위한 파종적기를 확립해야 할 것으로 판단된다.

남부지역에서 7월 15일 이후 만기파종 재배에 따른 생육 특성은 Table 4와 같이 어울녹두가 금성녹두에 비해 경장, 주경절수, 착협고, 협장이 크거나 많아 상대적으로 생육량이 많았다. 파종기에 따른 경장은 7월 20일 파종기가 어울녹두 96 cm, 금성녹두 78 cm로 유의하게 길었고 분지는 7월 15일, 20일 및 25일 파종기에서는 발생하였으나 이후 파종기는 발생하지 않았다. 일반적으로 6월 중·하순 파종재배하면 두 품종 모두 경장이 50~60 cm인 점을 감안할 때 본 실험 파종기의 경우 경장이 매우 긴 반면 도복은 매우 약하게 발생하였다. 즉 만파시 장마로 충분한 토양수분과 영양생장기 고온에 따른 경장 신장성이 매우 좋은 조건이기 때문에 도복 피해가 우려되었으나 개체당 분지수가 어울녹두 0~0.6개, 금성녹두 0~0.8개로 매우 적었기 때문으로 보이는

Table 2. Flowering and maturation characteristics of mungbean according to seeding dates in 2006 and 2007.

Cultivar	Seeding date	1st flowering		1st maturing		1st harvesting			2nd harvesting date	Cultivation period (days)
		Date	DRS	Date	DRF	Date	DRM	DRF		
Owool	July 15	Aug. 21	37	Sep. 10	20	Sep. 24	14	34	Oct. 7	84
	July 20	Aug. 25	36	Sep. 22	28	Oct. 18	26	54	-	90
	July 25	Aug. 30	36	Sep. 27	28	Oct. 30	33	61	-	97
	July 30	Sep. 10	42	Oct. 2	22	Nov. 5	34	56	-	98
	Aug. 4	Sep. 14	41	Oct. 10	26	Nov. 10	31	57	-	98
	Mean	-	38.4	-	24.8	-	27.6	52.4	-	93.4
Keumseong	July 15	Aug. 21	37	Sep. 11	21	Sep. 24	13	34	Oct. 7	84
	July 20	Aug. 25	36	Sep. 22	28	Oct. 14	22	50	-	86
	July 25	Sep. 3	40	Sep. 28	25	Oct. 30	32	57	-	97
	July 30	Sep. 12	44	Oct. 1	19	Nov. 4	34	53	-	97
	Aug. 4	Sep. 17	44	Oct. 10	23	Nov. 9	30	53	-	97
	Mean	-	40.2	-	23.2	-	26.2	49.4	-	92.2

※ DRS is days required after seeding date. DRF is days required after first flowering. DRM is days required after first maturing dates.

다. 기타 주경절수, 착협고 및 협장은 파종기간 유의차가 없었다.

국내에서 가장 많이 보급된 어울녹두와 금성녹두를 대상으로 남부지역에서 7월 15일부터 만기파종 재배에 따른 수량구성요소와 수량 변이를 검토한 결과는 Table 5와 같다. 어울녹두가 금성녹두에 비해 개체당 협수가 많고 천립중이 무거워 수량이 158 kg/10a로 49% 많았다. 특히 전술한바와

같이 기계수확이 가능한 파종기인 7월 20일부터 8월 4일까지의 어울녹두의 평균 수량은 154 kg/10a로 금성녹두보다 51% 많았다. 이와 같은 결과는 어울녹두는 종실중에서 1차에 수확되는 종실비율이 86%로 국내 육성품종 중 가장 높다는 보고(Lee *et al.*, 1998)와 밀접하게 관련이 있는 것으로 보인다. 따라서 국내 주요 보급품종 중에서 어울녹두가 금성녹두에 비해 상대적으로 기계수확을 위한 만파재배

Table 3. Sum and average of daily mean air temperature during the mungbean growing seasons of 2006 to 2007.

Cultivar	Seeding date	SFF (°C)		FFFH (°C)		SFH (°C)	
		Sum	Average	Sum	Average	Sum	Average
Owool	July 15	986.9	26.67	776.2	22.83	1,763.1	24.83
	July 20	974.3	27.06	1,125.3	20.46	2,099.6	23.33
	July 25	977.5	27.15	1,200.5	19.68	2,178.0	22.45
	July 30	1,080.4	25.72	1,027.2	18.34	2,107.6	21.51
	Aug. 4	1,023.4	24.96	1,004.4	17.62	2,027.8	20.69
	Mean	1,008.5	26.31	1,026.7	19.79	2,035.2	22.56
Keumseong	July 15	986.9	26.67	776.2	22.83	1,763.1	24.83
	July 20	974.3	27.06	1,056.0	21.12	2,030.3	23.61
	July 25	1,069.4	26.74	1,102.5	19.34	2,171.9	22.39
	July 30	1,121.2	25.48	972.7	18.35	2,093.9	21.59
	Aug. 4	1,085.0	24.66	929.2	17.53	2,014.2	20.76
	Mean	1,047.4	26.12	967.3	19.83	2,014.7	22.64

※ SFF is sum and average of daily mean air temperature from seeding to first flowering. FFFH is sum and average of daily mean air temperature from first flowering to first harvesting. SFH is sum and average of daily mean air temperature from seeding to first harvesting.

Table 4. Agronomic characteristics of mungbean according to seeding dates in 2006 and 2007.

Cultivar	Seeding date	Plant height (cm)	Node no. of main stem	Pod height (cm)	Branch no. per plant	Pod length (cm)	Loading (0~9)
Owool	July 15	81b [†]	11.3a	47a	0.4a	9.0a	1
	July 20	96a	12.6a	53a	0.4a	8.6a	1
	July 25	87b	12.3a	49a	0.6a	8.4a	1
	July 30	83b	13.7a	48a	0.0b	8.4a	1
	Aug. 4	80b	12.1a	49a	0.0b	8.4a	1
	Mean	85.4a	12.4a	49.2a	0.3a	8.6a	1
Keumseong	July 15	70ab	10.8a	38a	0.7a	8.4a	1
	July 20	78a	11.4a	44a	0.8a	7.6a	1
	July 25	64b	9.8a	39a	0.3b	7.4a	1
	July 30	66b	11.0a	42a	0.0c	7.7a	1
	Aug. 4	60c	10.3a	36a	0.0c	8.0a	1
	Mean	67.6b	10.7b	39.8b	0.4a	7.8b	1

[†]Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

에 적합한 품종으로 판단된다. 따라서 신규 품종을 육성할 때 1차 수확 종실비율과 만기파종 적응성 등을 검토할 필요가 있을 뿐만 아니라 국내에서 육성된 11개 품종에 대한 만파 적응성 등을 면밀하게 검토해야할 것으로 판단된다.

파종기에 따른 1차 수확기에 개체당 협수는 7월 15일 파종을 제외한 기타 만기 파종에서 많았는데 이러한 결과는 협수 조사시기가 1차 수확기로 7월 15일 파종은 Table 2와 같이 1차 수확일수가 짧아 2차 개화가 이루어져 2차 착협수가 반영되지 않았기 때문이다. 반면에 협당 립수와 천립중은 7월 15일, 7월 30일, 8월 4일 파종기 순으로 많거나 무거웠다. 파종기에 따른 수량은 파종기가 빠를수록 많았으나 7월 15일 파종기는 전술한바와 같이 2회 손 수확을 해야 하므로 기계수확이 불가능하다. 따라서 남부지역에서 녹두 기계수확을 위한 파종적기는 7월 20일 경으로 판단된다.

따라서 녹두 기계수확 적응품종 육성과 선발뿐만 아니라 지역별로 만파 적응품종 선발과 기계수확을 위한 파종적기를 확립함으로써 기계수확 면적을 확대시켜 규모화를 통한 국제경쟁력 확보가 가능할 것으로 판단된다. 특히 가격경쟁

력은 있으나 3회 가랑 손 수확해야하는 녹두의 기계수확 재배를 확대한다면 점차 농촌인력의 노령화와 감소 및 기계화가 어려운 밭작물의 주요 대체 작물로서 가능성 또한 높다고 판단된다.

한편 2007년 7월 25일에 어울녹두를 대상으로 2 ha에 실증시험을 한 결과, Table 6와 같이 10월 30일에 수확하였고 수량은 1.08톤/ha이며 whole crop feeding combine 수확시간은 45분/ha이었다. 이와 같은 결과는 Fig. 1과 같이 2007년은 2006년에 비해 낮은 기온과 적은 일조량 및 많은 강우로 녹두 재배에 매우 불리한 조건에서 이루어진 것으로 앞으로 기계수확의 경제성은 매우 높다고 판단된다. 한편 whole crop feeding combine을 적용하여 수확할 때 녹두의 고유 특성상 탈립이 문제되었으나 실제 적용과정에서 큰 문제가 없었다(자료 미제시). 이와 같은 결과는 일반재배의 경우 등숙기간이 짧고 고온인 반면 만파재배는 등숙기간이 상대적으로 길고 저온이 지속되면서 탈립에 관련되는 꼬투리 이층형성 등이 달리 나타나기 때문으로 보아지나 정확한 연구가 필요하다. 기계파종 및 기계수확 전경은 Fig. 2와 같고, 본

Table 5. Yield component and yield of mungbean according to seeding dates in 2006 and 2007.

Cultivar	Seeding date	Pod no. per plant at first harvest	Seed no. per pod	1,000 Seeds weight at first harvest (g)	Seed yield (kg/10a)
Owool	July 15	12.2b [†]	13.0a	56a	175a(44) ^z
	July 20	20.5a	11.6b	49c	178a
	July 25	18.4a	11.2b	52b	158b
	July 30	19.0a	12.7a	54a	138c
	Aug. 4	19.9a	12.7a	52b	141c
	Mean	18.0a	12.24a	52.60a	158a
Keumseong	July 15	13.1b	14.3a	48a	126a(36)
	July 20	18.6a	11.3c	42b	107b
	July 25	17.4a	11.4c	45b	106b
	July 30	17.9a	12.4b	49a	99c
	Aug. 4	17.7a	12.4b	49a	94c
	Mean	16.9b	12.4a	46.60b	106b

[†]Mean separation within columns by DMRT at 5% level. ^z(): Seed yield at second harvest.

Table 6. Large scale experiment at farmer's field for machine harvesting in 2007.

Seeding date	Harvesting date	Seed yield (ton/ha)	Required time for harvesting (min/ha)	Cultivation methods
July 25	Oct. 30	1.08	45	Seeding : Ridging seeding machine, pesticide for soil treatment No middle management(disease, insect and weed control) Harvesting : Whole crop feeding combine

실증 연구는 파종 직후 제초제살포만 실시하고 수확기까지 기타 재배관리는 실시하지 않아 대규모 생력 친환경 재배가 가능할 것으로 판단되며 추후 이와 관련된 기술을 종합적으로 개발할 필요가 있다고 본다.



【Seeding】

【Before harvest】



【Machine harvesting】

【Harvest seed】

Fig. 2. Panoramic photograph on farmer's field for machine harvesting in 2007.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

적 요

녹두는 생리적 특성과 재배지역의 기상조건 등에 따라 여러 번 수확해야한다. 한국에서는 일반적으로 6월에 파종하여 3~4회 가량 수확하므로 녹두 재배면적이 급격히 감소하고 있다. 따라서 한국 남부지역의 기상조건에 맞는 기계수확 재배기술을 개발하고자 본 연구를 수행하였다. 남부지역

에서 기계수확을 위한 최적 파종기는 7월 20일 경 이었다. 7월 15일 경에 파종하였을 때는 2회 수확해야 하므로 기계수확이 불가능하였다. 7월 25일 이후 파종하였을 때는 기계수확이 가능하였으나 성숙기간이 길어지고 수량이 적었다. 그러므로 한국에서는 남부지역 7월 20일 기준으로 중부지역은 이전에 남부해안지역은 이후에 파종하면 녹두 기계수확이 가능할 것으로 보아진다. 한국에 가장 많이 보급된 금성녹두와 어울녹두 중에 어울녹두가 기계수확 재배에 적합한 품종이었다. 즉 어울녹두는 금성녹두에 비해 경장이 길고 착엽고가 높아 기계수확에 유리할 뿐만 아니라 수량이 많았다.

인용문헌

Hyon, S. W., M. S. Ko., C. H. Song, and Y. K. Kang. 1992. Effects of row spacing on growth and yield of mungbean. Korean J. Crop Sci. 37(4) : 335-338.

Kim, K. J., K. H. Kim, and Y. H. Kim. 1981. Comparative studies on growth patterns of pulse crops at different growing seasons. II. Variation in distribution of flowering dates and pod setting ratio of soybean, azuki-bean and mungbean. Korean J. Crop Sci. 26(3) : 243-250.

Ko, M. S., S. W. Hyon, Y. K. Kang, and C. H. Song. 1992. Effects of seeding dates on growth and yield in mungbean. Korean J. Crop Sci. 37(5) : 461-467.

Lee, Y. S., T. D. Park, C. Y. Yoon, J. K. Choi, M. S. Kim, J. Y. Lee, S. C. Kim, S. K. No, S. D. Kim, Y. H. Lee, and K. S. Min. 1998. A new synchronized maturity and high yielding mungbean variety "Owoolnogdu". RDA. J. Crop Sci. 40(2) : 126-129.

Park, H. G. 1980. Seasonal influence on yield, its components and maturity in mungbean (*Vigna radiata*). Jour. Kor. Hort. Sci. 21(2) : 126-134.

김동관, 박금룡, 신성휴, 한원영, 오기원, 최유미, 나영왕, 고희철, 광재균, 조규택. 2006. 녹두 유전자원 특성조사 및 관리요령. 농촌진흥청. 3-21.

농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사 분석기준. pp. 19-341.