

울무의 토양수분별 파종기와 질소시비방법에 따른 주요형질 변이

김용철* · 임수삼 · 김성만 · 이충렬 · 최인수 · 박현철

밀양대학교 식물자원학과

Variations of Major Characters on Seeding Dates and Nitrogen Fertilizer under Different Soil Moisture Condition in Adlay

Yong-Chul Kim*, Su-Sam Lim, Sung-Man Kim, Chung-Yeol Lee,
In-Soo Choi and Hyeon-Cheal Park

Department of Plant Resources Science, Miryang National University,
Miryang 627-702, Korea

Abstract

In order to establish the optimal soil moisture, seeding date and nitrogen fertilization, yield and its components grown at 3 different seeding dates and 2 nitrogen fertilizations were compared and analyzed in adaly(*Coix lachyma-jobi* L. var. *mayuen*). The results are summarized as follows: Heading date and maturity date were earlier in early seeding date than in late seeding date. Days to heading was shortened as the seeding date was late. Stem length, stem diameter, and tiller number were increased in irrigation than control, and were decreased as the seeding date was late. The top and the root dry weight were increased in irrigation than in control, and were decreased as the seeding date was late. Net photosynthetic rate was increased significantly in irrigation. Occurrence of leaf blight disease was much lower in irrigation than in control. 1000 grain weight and grain yield were higher in irrigation than in control, and were decreased as the seeding date was late. Rate of sterility was lower in irrigation than in control.

Key words – adlay, soil moisture, seeding date, nitrogen fertilizer

서 론

울무는 1년생 하작물 초본으로 원산지는 인도로 추정하며, 옛부터 인도 부족민의 주요 식량작물이었고, 동양에서는 약용으로 사용되어 왔으며, 근래에는 식용 및 가축사료로 개발하여 널리 이용되고 있다.

현재까지 울무의 연구결과를 종합하여 보면, 종실에는

단백질 8~20%, 지방 2~8%, 탄수화물 50~78%, 회분 0.5~2.3%가 있고 뿌리에는 스테아린산과 팔미틴산의 글리세리드로 된 기름, α -시토스테롤, β -시토스테롤, γ -시토스테롤, 스티그마스테롤, 정유 0.1%, 코익솔($C_6H_7O_3N_2$)이 있다. 종실의 단백질 함량은 쌀이나 밀보다 높으며 로이젠을 비롯한 필수 아미노산이 많고, 또한 종실은 항 염증작용과 콜레스테롤 혈중을 낮추는 작용이 있으며 코익세놀리드는 암에 대한 증식 억제작용이 있다. 특히 뿌리에서 얻은 코익솔은 아픔땀이, 진정작용이 있으며 작용세기는 코익솔 100 mg/kg에 아미노필린 145mg에 해당되며 혈당량을 줄이는

*To whom all correspondence should be addressed
Tel : 055-350-5363, Fax : 055-350-5360
E-mail : yckim@mnu.ac.kr

효과도 있다. 최근에는 줄기와 잎의 사료가치가 인정되고 생초수량이 높아, 사료작물로 개발 가능성이 큰 작물로 여겨지고 있다.

이와 같이, 울무는 그 이용상의 특성이 광범위하여 매년 소비량이 증가하고 있으나 재배면적은 그다지 증가하지 않을 뿐만 아니라, 단위면적당 생산량도 과거수준밖에 안된다. 특히, 우리나라에서는 울무재배에 대한 확실한 재배법이 개발되어 있지 않아 재배법 개선에 관한 연구가 시급한 실정이다.

울무의 생리적 특성을 살펴보면 토양수분의 적응범위가 매우 넓고 C₄식물로서 흡비력이 강하며 연작장해의 개선을 위한 윤작작물로 이용성도 높다. 그러나 우리나라에서는 울무를 밭작물로 인식하여 사질 토양의 경사지 또는 신개간지에서 주로 재배하고 있어 출수기 이후 한발피해와 동반하는 엽고병 및 도복등으로 재배안정성이 떨어지고 단위면적당 수량성이 낮으며 신품종육성 및 재배기술연구가 미진하여 일반 농가에서는 관심이 낮은 편이다.

이를 위하여 최근 몇몇 연구결과에 의하면 울무의 품종 개량과 간단관수 방법등으로 7t/ha 이상의 종실수량을 올렸다는 보고[5,6]가 있어 정확한 재배법 개발이 필요하다. 특히 울무짚의 시장가격을 고려하면 벼농사를 능가하는 고소득작물이라 할 수 있어 농가보급을 위한 연구가 절실히 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 이모작 작부체계에 알맞는 울무의 기본재배법을 확립하여 농가소득 증대를 기하기 위한 목적으로 울무의 토양수분별 파종기와 시비방법을 달리하였을 경우 울무의 생육과 광합성, 엽고병발생, 수량 및 수량구성요소의 변화에 대하여 시험하였다

재료 및 방법

본 시험의 공시재료는 1998년에 영남농업시험장에서 육성한 밀양울무(박피종)를 사용하였다. 토양수분조절은 자연강우에 의존하는 밭 상태의 대조구와 인위적으로 토양수분을 포화상태로 유지시키는 관개구로 구분하여 처리하였는데, 관개구는 출현기 이후부터 토양수분이 포화상태로 유지되도록 필요시에 관수를 하였다. 파종기는 6월 10일부터 10일 간격으로 6월 20일, 6월 30일 3회에 걸쳐 파종하였으며, 파종방법은 휴장 5m에 4휴를 1구로 하여 휴폭 60cm,

주간 20cm에 2~3립씩 점파하였다. 파종에 사용한 종자는 선종하여 24시간 수돗물에 침종시킨 후 갈아 앉은 것을 벤레이트로 소독하였다. 시비량은 농촌진흥청 울무 표준 시비량인 10a당 질소 9kg, 인산 8kg, 가리 8kg, 퇴비 1,000kg를 파종기별로 퇴비, 인산, 가리는 전량을 기비로 파종직전에 사용 하였으며 질소의 전량기비구는 파종직전에 전량 시비하였고, 50%추비구는 파종직전과 출수기에 각각 4.5kg/10a를 사용하였는데, 질소, 인산, 가리는 각각 요소, 중과린산석회, 염화가리를 사용하였다. 기타 재배관리는 표준재배법에 의거하여 실시하였고 출현 20일부터 2회 재초하였으며 약제방제는 전혀 실시하지 않았다.

시험구 배치는 토양수분, 파종기 및 시비방법에 따라 split-split plot design 3반복으로 수행하였다. 생육조사는 농촌진흥청 조사기준에 준하였으며, 지하부 건물중은 포기당 30×30×30cm로 채취하여 흐르는 물에 씻은 후 80℃에 24시간 건조 후 평량하였다. 광합성 측정은 휴대용 광합성 증산측정장치(KIP-8510형)를 이용하여 출수기 후 포장에서 맑은날 오전 11시부터 오후 2시까지 완전 전개한 잎을 처리당 3회 측정하여 평균하였다.

결과 및 고찰

생태적 특성 변화

처리별 울무의 생태적 변이를 보면 Table 1과 같다. 토양수분처리에 따른 출수기와 성숙기는 무관수처리한 대조구에 비해 포화상태로 조절한 관개구에서 생육한 울무가 출수기와 성숙기가 지연되는 경향이였다. 이는 Kim *et al.*[5]의 연구결과와 일치하여 출수기와 성숙기는 토양수분조건이 습윤한 상태에서는 울무의 영양생장이 발달하여 건조한 조건에서 생육한 개체보다 지연되는 것으로 추정된다. 출수일수는 대조구에 비하여 관개구에서 4일 긴 경향을 나타내었으나, 성숙일수는 큰 차이가 나타나지 않았다.

파종기 차이에 따른 출수기와 성숙기는 만파할수록 지연되는 경향이였다. 이를 출수일수와 성숙일수로 비교하여 보면, 파종기가 늦을수록 출수일수는 짧아지는 경향으로 6월 10일의 파종은 61일이었고, 6월 20일은 55일, 6월 30일은 49일이였다. 이에 비해 성숙일수는 파종기 이동에 따른 차이가 인정되지 않았다. 따라서 울무의 생육일수는 파종기 이동에 의해서 출수일수가 성숙일수에 비해 크게 영향

Table 1. Heading date, maturity date, days to heading, and days to maturity at different soil moisture, seeding date, and nitrogen fertilization in adaly

Treatment		Heading date	Maturity date	Days to heading	Days to maturity
Soil moisture	Control	Aug.12	Oct.13	63	62
	Irrigation	Aug.16	Oct.18	66	63
Seeding date	June 10	Aug.10	Oct.12	61	63
	June 20	Aug.14	Oct.15	55	62
	June 30	Aug.18	Oct.20	49	63
Nitrogen Fertilization	Whole at sowing	Aug.13	Oct.12	64	60
	1/2 at sowing+1/2 at heading	Aug.13	Oct.14	64	62

을 주는 것으로 나타났다. 이는 만파할수록 기온의 상승과 더불어 일장이 짧아지므로 고온단일의 영향을 받아 영양생장기간이 짧아진 것으로 생각되는 바, 옥수수 등 C₄작물의 연구보고[1,3]와 매우 일치하였다. 한편, 질소시비방법에 의한 출수기와 성숙기의 차이는 나타나지 않았다. 그러나, C₃작물의 연구에서 이와는 다른 경향으로 보고된 연구 결과가 있으며[2] C₄작물인 옥수수·조·수수에 관한 연구에서는 서로 상반된 결과를 보고한 것[3,7,8]도 다수 있어 더욱 면밀한 검토가 필요할 것으로 생각된다.

형태적 특성 변화

처리별 율무의 형태적 특성 변이는 Table 2와 같다. 간장을 처리별로 보면, 토양 수분처리에서는 포화수준에서 생육한 율무가 176cm이었고 대조구에서 생육한 율무는 164cm로 토양수분이 풍족한 조건이 현저하게 큰 경향을

나타내었다. 파종기는 늦어질수록 간장은 짧아지는 경향이 었다. 질소시비방법에 따라서는 완전기비보다 추비구에서 간장이 큰 경향이였다. 이는 생육초·중기에 질소를 공급 함으로서 영양생장이 조장되었기 때문이라고 생각된다.

경태는 Table 2에서 보는 바와 같이 담수상태의 관개구가 대조구보다도 현저하게 굵어져 3.1mm정도 차이가 나타났다. 파종기별로 보면, 6월 10일과 6월 20일간에는 큰 차이가 나타나지 않았으나 6월 30일 파종기에서는 크게 가늘어지는 경향이 뚜렷하였는데, 이와 같은 결과는 생육기간이 짧아서 개체의 영양생장이 충분하지 못했기 때문인 것으로 생각된다. 질소시비방법에서는 처리간에 큰 경향이 보이지 않았다. 이상의 결과에서 율무 경태의 확보는 토양 수분조절이 중요한 것으로 추정되며 만파시에는 토양수분의 조절에 의하여 경태 생장의 확보가 가능할 것으로 추정 된다.

Table 2. Culm length, culm diameter, and tiller number at different soil moisture, seeding date, and nitrogen fertilization in adaly

Treatment		Culm length (cm)	Culm diameter (mm)	Tiller number
Soil moisture	Control	164(100)	7.2(100)	8(100)
	Irrigation	176(107.3)	10.3(143.1)	13(162.5)
Seeding date	June 10	173(100)	8.9(100)	9(100)
	June 20	167(96.5)	8.3(93.3)	8(88.9)
	June 30	161(93.1)	6.8(76.4)	7(77.8)
Nitrogen Fertilization	Whole at sowing	165(100)	8.4(100)	8(100)
	1/2 at sowing+1/2 at heading	170(103)	8.0(95.2)	8(100)

*() : index.

분얼수는 토양수분이 풍부한 조건에서 생육한 개체가 대조구에서 생육한 개체보다 많은 것으로 나타났고, 만파할수록 분얼수도 적어지는 경향이였다. 그러나, 질소시비 방법에서는 처리간 차이가 나타나지 않았다.

이상의 결과에서 토양수분이 충분한 조건과 조파할수록 간장이 길어지며 경태도 굵어지는 경향이였고 분얼수도 증가하였는데, 이는 기 보고된 연구결과[1,9]와 거의 일치하는 경향이였다

처리별 지상부와 지하부의 건물중 및 물질분배율에 대한 결과는 Table 3과 같다. 지상부와 지하부의 건물중 변화는 인위적으로 토양수분을 포화상태로 유지한 관개구가 건조상태에서 생육한 대조구에 비하여 현저하게 증가하였고, 만파함에 따라 지상부 및 지하부의 건물중은 감소하는 경향이였다.

질소시비방법에 따른 지상부와 지하부의 건물중 차이는 유의성이 인정되지 않았는데, 파종당시 전량을 기비로 사용한 처리에 비하여 파종당시와 출수기에 50%씩 분시처리할 경우 지하부와 지상부 생육에 유리하게 작용한다는 연구결과는 옥수수 등 C₄식물에서 많은 보고[1,3]가 있는 반면, 이와는 상반된 연구결과[9]도 있어 앞으로 이점에 관해서는 더욱 검토할 여지가 있는 것으로 여겨진다.

생리·병리적 특성 변화

울무의 생리적 특성중 생육 및 수량에 결정적인 영향을 미치는 광합성속도에 관하여 처리별로 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 토양수분처리에 따른 광합성속도의 변화를 보면, 습윤상태에서 생육한 개체의 개엽 광합성속도는 13.6 μ

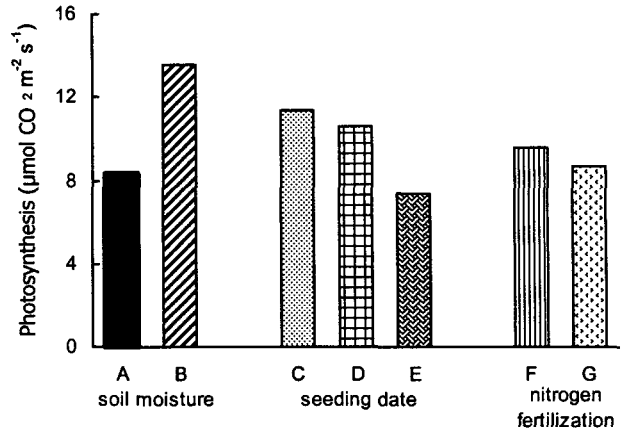


Fig. 1. Photosynthesis at different soil moisture, seeding date, and nitrogen fertilization in adlay.

A: Control, B: Irrigation, C: June 10, D: June 20, E: June 30, F: Whole at sowing, G: 1/2 at sowing + 1/2 at heading.

molCO₂m⁻²s⁻¹ 로서 건조한 상태에서 생육한 개체의 광합성속도 8.3 μmolCO₂m⁻²s⁻¹ 보다 약40% 정도 증가하는 경향이였다. 이와 같은 결과는 토양수분의 부족으로 뿌리에서의 흡수량이 적어 잎의 water potential이 감소함에 따라 광합성속도가 저하되는 것으로 생각된다.

파종기에 따른 개엽 광합성속도의 변화를 보면, 6월 10일 파종한 개체의 광합성속도는 11.4 μmolCO₂m⁻²s⁻¹ 이었고, 6월 20일은 10.6 μmolCO₂m⁻²s⁻¹, 6월 30일은 7.4 μmolCO₂m⁻²s⁻¹ 으로 만파할수록 개엽 광합성속도는 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같이 파종기가 늦어질수록 광합성속도가 저하하게 되는 것은 C₄식물의 경우 주간온도의 상승과 생육간에 밀접한 관계가 있어 만파에 의한 엽육

Table 3. Comparisons of top and root dry weight at different soil moisture, seeding date and nitrogen fertilization in adlay

Treatment		Root dry weight(A) (g/plant)	Top dry weight(B) (g/plant)	B/A
Soil moisture	Control	206	243	1.180
	Irrigation	352	384	1.091
Seeding date	June 10	323	337	0.958
	June 20	211	247	1.171
	June 30	192	223	1.161
Nitrogen Fertilization	Whole at sowing	246	258	1.049
	1/2 at sowing+1/2 at heading	248	261	1.052

조식의 발달이 미흡한 원인으로 생각되나, 이에 관해서는 더욱 면밀한 검토가 필요하다고 여겨진다. 또한 질소시비 방법에 의한 광합성속도의 변화는 처리간에 큰 차이가 나타나지 않았다.

울무의 주요 병해중의 하나인 엽고병에 대한 시험결과는 Fig. 2와 같다. 토양수분처리에서는 대조구보다 토양수분을 충분하게 처리한 구에서 엽고병의 발생이 현저하게

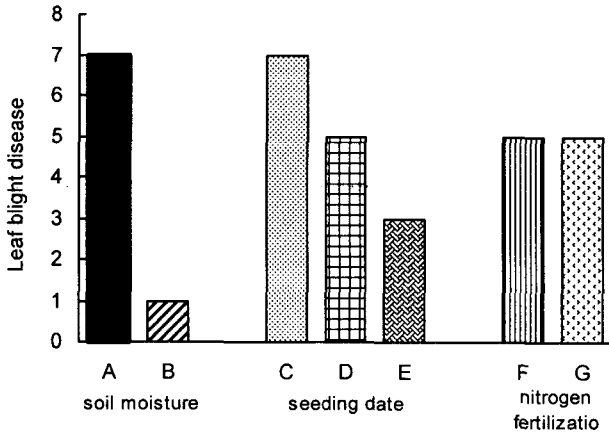


Fig. 2. Occurrence of leaf blight disease at different soil moisture, seeding date, and nitrogen fertilization in adaly.

A: Control, B: Irrigation, C: June 10, D: June 20, E: June 30, F: Whole at sowing, G: 1/2 at sowing +1/2 at heading.

감소하는 경향이였다. 이와 같은 결과는 토양수분의 원활한 조절이 생육의 조장과 체내영양 성분의 조절로 병발생에 영향을 미치는 미소화영양성분이 적었기 때문으로 생각된다. 파종기별 발병율을 보면 파종기가 늦을수록 발병율이 감소하는 경향이였다. 한편 질소시비방법에 의한 울무의 엽고병 발병율은 처리간 차이를 볼 수 없었다.

수량과 수량구성요소 변화

1) 불임율

토양수분 조건에 따른 파종기 및 질소시비방법에 의한 수량과 수량구성요소의 변화를 조사한 결과는 Table 4와 같다.

울무의 수량에 많은 영향을 미치는 불임율에서는 토양수분을 포화상태로 조절한 관개구에서 생육한 울무의 불임율은 처리간 평균이 7.4%를 보인 반면, 토양수분을 자연강우로 의존한 대조구의 불임율은 19.9%로서 관개처리구보다 2.5배 증가하는 경향을 보여, 토양수분이 습윤상태일수록 울무의 임실율이 증가하는 것으로 나타났다.

질소 시비방법에 따른 불임율을 보면 파종기와 출수기에 질소를 50%씩 분시 처리한 구가 불임율이 7.0%이었고 전량을 기비로 사용한 처리구의 불임율은 7.7%로서 다소 높은 경향이 나타났는데, 이는 후기의 질소가 울무의 생식기관으로 전류되어 임실율을 향상시킨 것으로 사료되며

Table 4. Comparisons of rate of sterility, 1000 grain yield, and unhulled grain yield between control and irrigation at different soil moisture, nitrogen fertilization, and seeding date in adaly

Soil moisture	Nitrogen fertilization	Seeding date	Rate of sterility (%)	1,000grain weight (g)	Unhulled grain yield (kg/10a)
Control	Whole at sowing	June 10	14.7	101.3	531
		June 20	22.2	85.7	417
		June 30	25.4	78.2	307
	1/2 at sowing + 1/2 at heading	June 10	13.6	96.7	556
		June 20	20.4	88.6	438
		June 30	23.6	83.7	334
Irrigation	Whole at sowing	June 10	8.7	115.3	724
		June 20	6.2	108.7	664
		June 30	8.3	103.5	541
	1/2 at sowing + 1/2 at heading	June 10	7.6	119.3	741
		June 20	6.4	116.7	682
		June 30	7.2	105.8	537

이에 대해서는 생식기관의 질소기여율에 관한 실험이 필요할 것으로 여겨진다.

파종기별 불임율을 토양수분처리구에 따라 구분 검토해 보면 포화수분처리구에서 파종기 이동에 따른 불임율의 차이는 크게 나타나지 않았으나 조파할수록 불임율이 증가하는 경향이였다. 그러나, 자연강우로만 토양수분을 유지하여 생육시킨 처리구에서는 6월 10일 파종기에서 질소를 전량 기비로 시용한 처리구가 14.7%, 파종기와 출수기에 질소를 50%씩 분시 처리한 구가 13.6%이었으며 이 보다 10일 늦은 6월 20일에서는 22.2%와 20.4%, 20일 늦은 6월 30일 파종기에서는 25.4%, 23.6%의 불임율을 보여 만파할수록 울무의 불임율이 현저하게 증가하는 경향으로 나타났다. 따라서 토양수분차이에 따른 파종기 이동은 울무의 불임성과 밀접한 관계가 있는 것으로 사료된다.

2) 천립중

처리별 울무의 천립중 변화를 보면 Table 4와 같다. 울무의 천립중은 파종기나 질소시비방법 등 모든 처리구에서 관개에 의한 포화수분구가 대조구에 비하여 천립중이 현저하게 높은 경향을 나타내어 울무의 Sink 및 Source에 토양수분의 영향이 매우 큰 것으로 사료된다.

질소시비방법에 따른 울무의 천립중 변화를 파종기와 비교하여 보면 토양수분이 충분한 조건에서는 전량기비 처리구가 평균 109.1g이었고 분시한 처리구에서는 평균 113.9g으로 4% 정도 증가하는 경향을 보였다. 또한 전량기비 처리구와 분시한 처리구 모두에서 파종기가 빠를수록 천립중도 증가하는 경향인데, 6월 10일 파종에서 전량기비 처리구가 115.3g, 분시 처리구가 119.3g, 6월 20일 파종구의 기비와 분시구가 각각 108.7g, 116.7g, 6월 30일 파종구의 기비와 분시구가 각각 103.5g, 105.8g이었다.

3) 수량

처리별 울무의 수량을 토양수분에 따라 비교해 보면 Table 4와 같이 대조구에서는 평균 431kg인 반면 토양수분을 포화상태로 조절한 처리구의 수량은 평균 648kg으로서 토양수분이 충분한 조건이 33%정도 증수되는 경향이였다. 이와 같은 결과는 앞에서 검토한 바와 같이 불임율의 감소로 개체당 입수가 증가되었기 때문으로 사료된다.

질소시비방법에 따른 울무의 수량은 전량기비시용 처리구보다 분시한 처리구가 2~6%정도 증수되는 결과를 얻었

다. 파종기 차이에 따른 울무의 수량은 모든 처리구에서 조파할수록 증수되는 경향인데 6월 10일 파종한 처리구가 6월 20일보다 10~22%정도 높았고 6월 30일 파종한 처리구 보다는 28~40% 정도 증수되는 경향이였다. 수량은 불임율과 정반대 경향으로 토양수분이 많고 파종기가 빠르고 질소를 출수기에 분시한 처리구에서 높게 나타났다. 이는 기 보고된 연구결과에서도 울무를 담수하의 5월 15일 파종기에서 가장 증수되었다[5]고 밝힌 바 있으며, Jang & Kim[4]은 4월 10일 파종에서 가장 증수되었으나 파종기가 빠를수록 병충해 피해가 심하였다고 보고한 바 있는데, 이상의 결과는 울무의 최저 생육온도가 15℃이상이고, 성숙기의 실용적 한계기가 10월말인 것으로 추정된다.

지금까지의 결과에서 울무는 C4식물로 밀식효과가 기대되기 어려우나 흡비성이 강하여 생육후기 비철현상을 막기 위해서도 후기 시비관리에 유의하여야 한다는 것을 본 시험 추비효과에서 인정된 결과라 생각된다.

각처리 요인별 수량 차이에 대하여 통계적 유의성을 검토해 본 결과는 Table 5와 같다. 토양수분 처리간에 있어서 토양수분의 포화상태가 울무의 등숙 및 수량증대에 필수적임을 보여 주었고, 파종기간에는 보리후작에 의한 짧은 생육기간이므로 인하여 파종기가 빠를수록 수량이 증가됨으로서 남부지방 이모작에서는 보리수확 후 가능한 빨리 파종하는 것이 울무수량 증대에 유리함을 보여 주었다. 질소시비방법에 있어서는 출수기 당시 분시함으로써 울무수량이 증수됨을 보여주었으며, 상위 3요인들간의 상호작용효과는 인정되지 않았다.

이상의 본 시험결과를 종합하여 보면, 울무의 안전증수를 위해서는 토양수분을 충분히 공급하여 뿌리발달을 조

Table 5. Analysis of variance for unhulled grain yield at different soil moisture, seeding date, and nitrogen fertilization in adlay

Source of variance	F Value
Soil Moisture (SM)	412.67**
Seeding Date (S)	85.73**
Nitrogen Fertilization (N)	11.35*
SM vs. S	<1
SM vs. N	<1
S vs. N	<1

** : significant at 1% level, * : significant at 5% level.

장시켜주고 잎의 수분함량을 높게 유지하여 개엽 광합성 능력을 향상하도록 관리함으로써 개체당 잎실용이 증가하여 높은 수량을 얻을 것이라고 생각된다. 또한, 울무의 재배지는 밭뿐만 아니라 논에서도 습해를 전혀 받지 않아 재배가 가능하다고 판단되어 답전 전환체계를 도입시킬 필요성이 있다고 생각된다.

요 약

본 시험은 울무재배에 적절한 토양수분조건과 파종기 및 질소시비방법을 구명하기 위하여 토양수분은 자연강우에 의존하는 밭 상태의 대조구와 인위적으로 포화상태를 유지시키는 관개구로 구분하여 처리하였고, 파종기는 6월 10일, 6월 20일, 6월 30일에 각각 파종하였으며, 질소시비는 전량기비와 파종기 및 출수기에 50%씩 분시하는 방법 등으로 하여 울무의 생육과 수량 및 수량구성요소의 변화를 시험한 결과는 다음과 같다. 파종기가 빠를수록 출수 및 성숙기가 빨랐고, 출수일수는 파종기가 지연될수록 감소하는 경향이었으며 성숙일수는 처리간 차이가 인정되지 않았다. 토양수분은 관개구에서 자란 울무가 대조구에서 자란 울무에 비하여 간장과 경태는 컸으며, 파종기가 빠를수록 현저하게 증가하였고, 분얼수도 대조구에 비해 관개구에서 현저한 증가를 보였으며 만파할수록 분얼수가 감소하였다. 지상과 지하부의 생육은 관개구가 대조구에 비하여 왕성한 생육을 보였으며, 파종기가 지연될수록 현저하게 감소하는 경향이였다. 개엽 광합성속도는 대조구에 비하여 관개구가 훨씬 높았으며, 엽고병 발병율은 관개구가 낮았다. 관개구가 대조구보다 천립중이 무거웠고 수량은 증가하였으며, 불임율은 관개구가 대조구보다 낮았고, 파종기가 빠를수록 천립중이 무거웠고 수량도 증가하였다.

참 고 문 헌

1. Cho, J. K., N. I. Chang and J. Choi. 1976. Optimum rate of N. P. K fertilizers for pearl barley(*Coix lachryma-jobi* L.) *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* **9(4)**, 245-250.
2. Choi, H. C. and J. I. Lee. 1979. Classification of Rapeseed cultivars by the principal component analysis and cluster analysis. *Korean J. Breeding* **11(3)**, 179-195.
3. Hussaini, S. H., M. M. Goodman and D. H. Timothy. 1977. Multivariate analysis and the geographical distribution of the world collection of finger millet. *Crop Sci.* **17**, 257-263.
4. Jang, G. W. and Y. J. Kim. 1986. A study on major agronomic characters and grain yield variation according to different seeding dates of Job's tears(*Coix lachryma-jobi* L. var. *mayuen* STAPF). *Korean J. Crop Sci.* **31(4)**, 470-476.
5. Kim, J. T., Y. H. Kwack and Y. C. Kim. 1996. Growth and yield of Job's tears(*Coix lachryma-jobi* L.) at different planting density and time under dry and flooded paddy field. *Korean J. Crop Sci.* **41(5)**, 558-562.
6. Kim, J. T., H. S. Park, S. M. Kim and S. H. Lee. 1997. Effects of water potential on plant growth and aerenchyma development in adlay(*Coix lachryma-jobi* L. var. *mayuen*). *Korean J. Crop Sci.* **42(6)**, 778-782.
7. Mochizuki, N. 1968. Classification of maize lines and selection of breeding materials by the application of principal component analysis. *Bull. Natl. Inst. Agr. Sci. D.* **19**, 85-149.
8. Murty, B. R. and V. Arunachalam. 1966. The nature of divergence in relation to breeding system in some crop plants. *Ind. J. Gen. and Pl. Breed.* **26A**, 188-198.
9. Oh, W. K. and S. H. Chang. 1969. A study of optimum application of fertilizers for major crops in Korea. *J. Koearn Soc. Soil Sci. Fert.* **2(1)**, 39-44.

(Received July 24, 2003; Accepted October 7, 2003)