한작지(Korean J. Crop Sci.), 57(2): 195~201(2012) DOI : http://dx.doi.org/10.7740/kjcs.2012.57.2.195

파종시기가 찰옥수수 2기작 재배의 생육 및 수량에 미치는 영향

정건호† · 이재은 · 서종호 · 김선림 · 김대욱 · 김정태 · 황태영 · 권영업

농촌진흥청 국립식량과학원

Effects of Seeding Dates on Harvesting Time of Double Cropped Waxy Corn

Gun-Ho Jung†, Jae-Eun Lee, Jong-ho Seo, Sun-Lim Kim, Dea-Wook Kim, Jung-Tae Kim, Tae-Young Hwang, and Young-Up Kwon

National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

ABSTRACT It is important to determine the optimum harvesting time that impact decisively on the quality of vegetable waxy corns. In general, it takes 20～25 days from silking to harvest according to ecotype when waxy corn hybrids were sown in April. We identified the optimum harvesting time by the ecotypes and seeding dates for the establishment of corn double cropping system of waxy corn. It takes 23～25 days from silking to harvest regardless of ecotype, when waxy corns were sown at early in April or late in June. It takes 28～31 days when Chalok1, early maturing type, was sown between in July 10, and in July 30. It takes 29～31 days when Ilmichal, medium late maturing type, was sown between in July 10 and in July 20, but 39 days were required when sown at in July 30. The cumulative temperature for harvesting was about 1700℃～2100℃. The minimum cumulative temperature from seeding to harvest was approximately 600℃. These results will be helpful to the farmers for determining the optimum harvest time of vegetable waxy corns.

Keywords : waxy corn, double cropping, accumulated temperature, optimum harvesting time

우리나라의 식용 풋옥수수의 재배면적은 2000년도에 약 14,100 ha이었으나 2009년을 기준으로 약 17,000 ha로서 매년 재배면적이 증가하고 있으며(MIFAFF, 2009), 재배 작형은 주로 봄에 파종을 하여 여름철에 수확하는 형태의 재배가 이루어지고 있다. 최근 우리나라를 비롯한 전 세계적인 지구온난화의 영향으로 평균기온이 상승하고 무상기간이 길어짐에 따라 작물의 재배환경에도 많은 영향을 미치게 되었다.

온난화 현상으로 병충해를 비롯한 각종 기상재해가 심화되는 위기요인도 있으나 한편으론 작물의 재배 가능기간이 늘어남에 따른 기회의 요인이 되기도 한다. 풋옥수수 재배는 생육기간이 비교적 짧아 남부지역에서는 노지 2기작이 가능하기 때문에 경지이용도를 높일 수 있고, 소득이 높은 작부체계로 기대되고 있으나 지금까지 식용옥수수 2기작 재배에 대한 기술개발이 다소 미흡하여 풋옥수수의 수량과 상품성이 낮은 문제점이 지적되고 있다(Kim *et al*., 2000).

작물의 수량과 상품성은 품종, 재배환경, 재배기술 등에 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 따라서 2기작 재배에 있어 후기작으로 재배되는 작물의 재배조건은 각종 기상환경을 비롯한 생육환경이 전기작에 비해 매우 상이한 조건에 놓이게 된다(Seo *et al*., 2010). 따라서 찰옥수수의 2기작 재배 시 후기작에 적합한 재배법을 새롭게 설정할 필요성이 부각되고 있을 뿐만 아니라 최근 국내에서 육성된 찰옥수수 품종을 대상으로 2기작 재배와 관련된 각종 연구 결과가 미흡한 실정이다.

일반적으로 찰옥수수의 수확적기는 옥수수 이삭의 수염이 출현하는 출사일을 기준으로 하여 출사 후 소요 일수를 기준으로 판단하는데, 4월에 파종하는 봄 재배의 경우 찰옥수수의 수확기는 품종의 생태형에 따라 출사 후 약 20～25일 정도가 적합한 것으로 알려져 있다(Kim *et al*., 2010). 그러나 찰옥수수를 봄 재배할 경우 수확시기가 고온, 다습한 7월 하순～8월 상순에 집중되어 수확작업에 어려움이 많을 뿐만 아니라 전국적으로 찰옥수수가 일시에 홍수 출하되어 풋옥수수의 가격이 폭락하는 문제점이 있고, 수확작업에 투여되는 노동력의 부족현상으로 수확이 지연될 경우 풋옥수

†Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6768 (E-mail) ideaway@korea.kr
<Received 4 June, 2011; Revised 21 June, 2012; Accepted 21 June, 2012>

수의 상품성에 급격히 저하되는 문제점이 있다.

풋옥수수는 수분함량이 매우 높고, 호흡작용이 왕성할 뿐만 아니라, 당분의 전분화 현상이 급격히 일어나기 때문에 수확적기에서 약 2～3일만 경과해도 낱알이 딱딱해지고, 당도 및 식미감이 급격히 저하되기 때문에 신선 농산물로서의 상품성에 치명적인 영향을 미친다(Kim *et al*., 2009).

따라서 본 연구에서는 2기작 재배 시 풋 찰옥수수의 수확적기를 정확히 구명하고자 식물체의 생육 및 수량에 미치는 적산온도의 영향을 검토하였고, 파종시기가 찰옥수수의 생육 및 수량에 미치는 영향을 검토하여 풋 찰옥수수 2기작 안정생산 재배기술을 확립하고자 하였다.

재료 및 방법

본 시험은 2009년부터 2010년까지 2년 동안 국립식량과학원 밭작물 시험연구포장(수원)에서 조생종인 찰옥1호와 중만생종인 일미찰, 찰옥4호를 각각 공시하여 수행하였다. 찰옥수수 전기작의 파종시기는 4월 10일, 4월 20일, 4월 30일로 하였고, 후기작은 7월 10일, 7월 20일 및 7월 30일에 각각 파종하였다. 재식거리는 식용옥수수 표준 재식밀도(5,500 본/10a)에 따라서 재식거리를 70 × 25 cm로 하였다. 시비량은 N-P_2O_5-K_2O-퇴비를 10a당 15-3-6-1,000 kg 수준으로 시용하였는데, 질소비료는 기비와 추비(5～6엽기)를 50 : 50으로 각각 분시하였고, 인산, 칼리 및 퇴비는 전량을 기비로 로타리 작업 전에 시용하였다. 조명나방 방제를 위하여 파종직후 carbofuran 입제를 10a당 4 kg을 살포 한 후 출웅 직전에 fenitrothion(동방아그로) 및 출사시에 phenthoate (동방아그로)을 각각 1,000배액으로 하여 10a당 160 L를 살포하였다. 재배관리는 농촌진흥청 옥수수표준재배법(RDA, 2003)에 준하였다. 시험구 면적은 250 m^2(휴장 5 m, 72열)로서 난괴법 3반복으로 시험구를 배치하였고, 조사항목은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석 기준(RDA, 2003)에 준하였다. 출사기까지의 유효적산온도(growing degree days : GDD)는 Gilmore *et al.* (1958)의 방법을 이용하였다. 풋옥숫수의 수량성 및 이삭특성은 시험구당 24개체의 이삭을 채취하여 이삭길이, 이삭직경, 이삭중 및 10a당 상품이삭수를 각각 조사하였다. 본 시험이 실시된 2009년 및 2010년 4월부터 10월까지의 기상은 Table 1에 나타내었고, 시험결과의 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System, V. 9.1, USA) 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

기상상황

본 시험의 수행기간인 2009년과 2010년의 기상상황을 보면 평균기온은 19.9℃로 동일하고 일조시간은 1,221～1,450시간이고, 강수량은 1,261～1,360 mm로서 대부분의 강수량이 7월～9월에 집중됨을 알 수 있었다(Table 1). 시험기간 중 강수량은 평년에 비해 많았고, 평균기온 및 일조시간이 평년에 비해 낮거나 부족한 상태로 경과하였다. 찰옥수수 재배 2년 동안 평균기온은 거의 같은 변화의 패턴을 보였으나 강우량은 2009년 7월에 높은 경향이었다. 강우량은 4월, 5월 초순과 9월 하순 및 10월이 적었으며, 5월 중순부터 9월 상순 까지는 대체적으로 많았는데, 특히 7월 초순부터 8월 중순에 집중되었다. 월별 일조시간은 2009년도 8~10월이 강우가 적었던 관계로 일조시간이 상대적으로 많았던 것 외에는 대체적으로 평년과 동일한 경향이었다.

출사일수와 수확적기와의 관계

찰옥 1호 및 일미찰 모두 파종기가 늦어질수록 출사일수가 단축되는 것으로 나타났다(Fig. 1). 찰옥 1호의 경우 전기작의 출사일수는 약 68일이었으나, 후기작의 출사일수는

Table 1. The values of monthly mean temperature and sunshine duration, and monthly precipitation during the waxy corn growth period during two years (2009 and 2010).

	Years	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Average
Temperature (℃)	2009	12.0	18.3	22.1	24.2	25.7	21.6	15.7	19.9
	2010	9.6	17.1	23.1	26.0	26.9	22.2	14.4	19.9
Sunshine duration (hr)	2009	213	247	213	145	176	218	237	207
	2010	182	197	216	129	127	165	205	174
Precipitation (mm)	2009	45	102	119	766	207	56	65	1,360†
	2010	59	101	116	207	373	376	30	1,261†

†Represents total percipitation

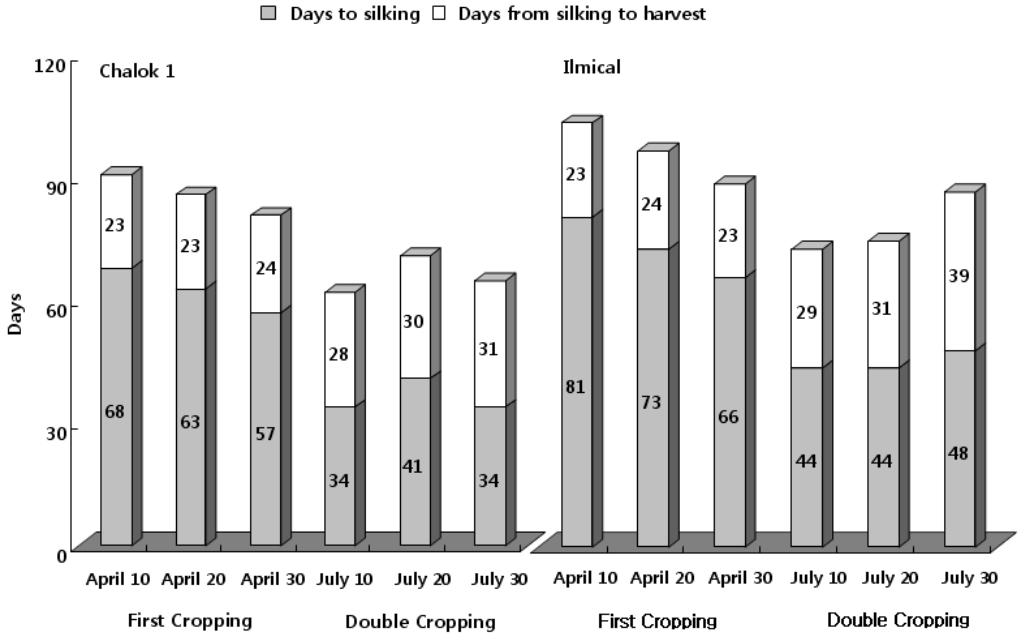

Fig. 1. Variation on the silking and harvesting dates of waxy corn plants according to the different sowing dates.

약 34일로 나타났는데, 4월 30일에 파종 시 57일, 7월 30일에 파종 시 34일로서 전기작에 비해 약 23일 출사가 빨랐다. 일미찰의 경우 전기작의 출사일수는 약 81일이었나, 후기작은 약 48일로서, 4월 30일 파종 시 66일, 7월 30일 파종 시 48일로 전기작에 비해 출사일수가 약 33일 빠른 것으로 나타났으며, 찰옥 4호의 경우는 일미찰과 유사한 경향을 보였다.

이상의 결과로 볼 때 전기작에 비해 후기작이 전체적으로 찰옥수수의 출사일수가 크게 단축됨을 알 수 있었고, 이에 따라 찰옥 1호 및 일미찰의 파종기가 늦어질수록 수확일수도 단축되었다.

찰옥 1호는 전기작 재배 시 수확까지 소요된 재배일수가 약 91일이었나, 후기작은 약 65일로서, 4월 30일 파종 시 81일, 7월 30일 파종 시 65일로 전기작에 비해 후기작이 수확일수가 약16일 정도 단축되었다. 일미찰의 경우는 전기작 재배 시 수확일수가 약 104일이었나, 후기작은 약 87일이었고, 4월 30일 파종 시 89일, 7월 30일 파종은 87일로 약 2일 정도 수확일수가 빨랐고, 찰옥 4호는 일미찰과 비슷한 경향을 보여 후기작 재배가 전기작 재배에 비해 수확일수가 크게 단축되는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 찰옥수수의 생육기간 중 온도가 높아지고 일장이 짧아져 만식에 따른 단일의 영향이 컸기 때문인 것으로 판단되었다.

풋찰옥수수 수확적기 및 적산온도와의 관계

일반적으로 찰옥수수의 수확은 출사일을 기준으로 하여 소요되는 일수를 계산하여 수확작업이 이루어져왔으나 찰옥수수는 수확적기가 2~3일만 경과해도 식미감이 떨어져 상품성에 치명적인 영향을 주므로 수확적기 구명이 매우 중요하다(Lee *et al*., 1999; Kim *et al*., 2002). 따라서 찰옥수수를 적기에 수확하기 위해서는 정확한 수확시기의 판단이 요구된다. 본시험에서는 유효적산온도를 조사하여 찰옥수수의 적정 수확시기를 구명하고자 수확시기별로 찰옥 1호, 일미찰 및 찰옥 4호의 이삭특성과 출사일수를 각각 조사하였다. Fig. 2에서 보는바와 같이 4월 상순 ~ 하순에 파종할 경우 생태형에 관계없이 찰옥수수의 수확적기는 출사 후 약 23~25일 정도 소요되는 것으로 나타났다. 조생종인 찰옥 1호를 7월 상순 ~ 하순에 파종할 경우 수확적기는 출사 후 약 28~31일에 해당하였고, 중만생종인 일미찰을 7월 상순 ~ 중순에 파종할 경우 수확적기는 출사 후 약 29~31일, 7월 하순에 파종할 경우 수확적기는 출사 후 약 39일 소요되는 것으로 나타났다.

일반적으로 옥수수는 단일과 고온에 의해 웅수의 개화와 자수의 출사가 촉진되는 것으로 알려져 있는데(Park *et al*., 1987), 본 시험의 결과에서도 단일과 고온 조건에 의해 출사일수 및 수확일수가 영향을 받은 것으로 나타나 기존의 연구결과와 일치하였다. 본 시험의 결과 찰옥수수는 생태형에 따라 수확기까지의 적산온도는 약 1700℃～2100℃ 정

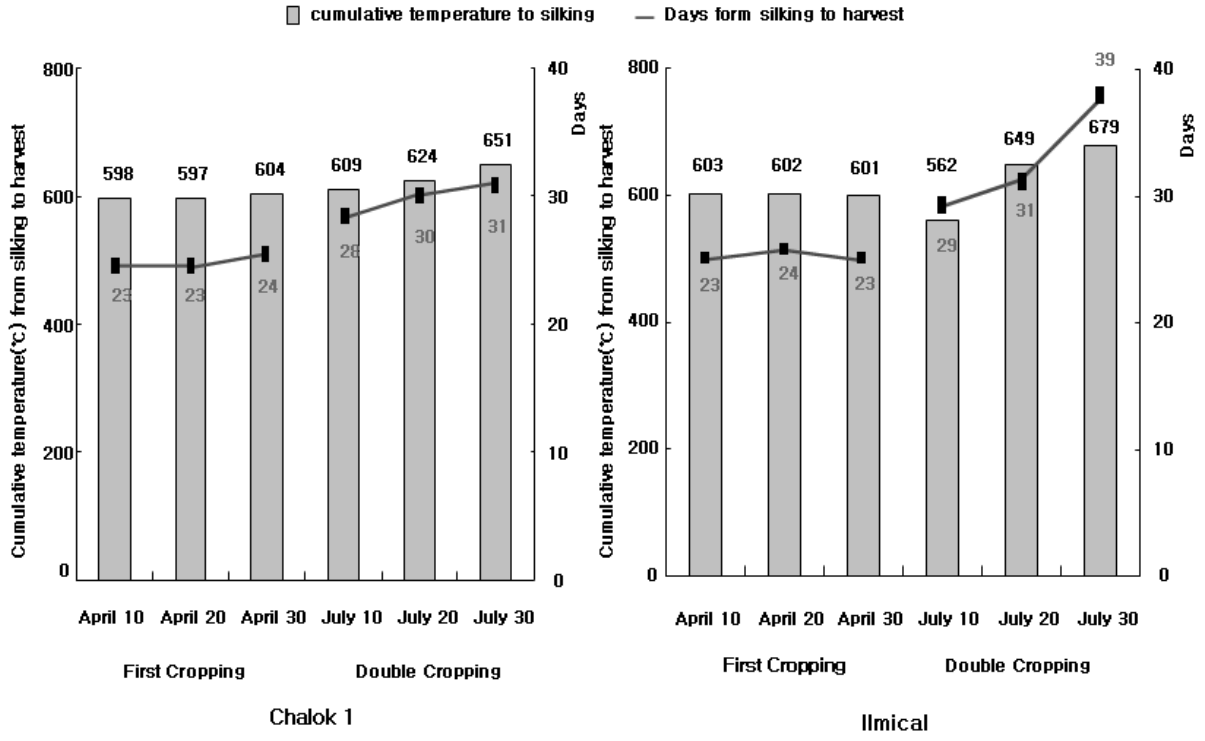

Fig. 2. Variation of accumulated temperature from silking to harvesting dates in waxy corn plants according to the different sowing dates.

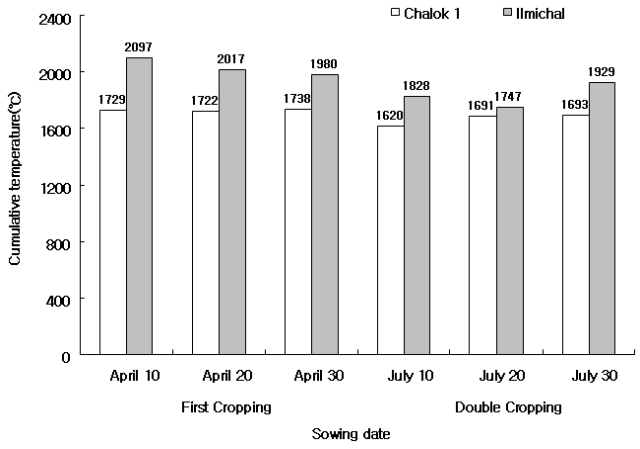

Fig. 3. Comparison on the cumulative temperatures required from sowing to harvest between waxy corn hybrids Chalok 1 and Ilmichal.

도의 범위에 해당하였고(Fig. 3), 출사 후 수확까지의 최소로 요구되는 적정 적산온도는 약 600℃～680℃ 정도의 범위인 것으로 판단되었다(Fig. 2). 따라서 이와 같은 결과를 기초로 풋옥수수의 수확적기를 판단하여 적기에 수확작업이 이루어질 경우 풋옥수수의 집중적인 수확으로 야기되는 홍수출하에 의한 가격폭락을 다소 완화 시킬 수 있고, 신선한 풋옥수수를 장기간 공급할 수 있는 찰옥수수의 2기작 재배 시 생태형 및 파종시기별 수확적기의 구명에 응용될 수 있을 것으로 판단되었다.

찰옥수수 2기작 재배의 이삭특성 및 수량변화

찰옥수수 식물체의 간장은 2기작 재배가 1기작 재배에 비해 감소하였고, 착수고율(간장에 대한 이삭의 착수고의 비율)이 조생종인 찰옥 1호의 경우 전기작은 38%, 후기작은 34%이였다. 중만생종인 일미찰과 찰옥 4호의 경우는 전기작이 53～58%, 후기작이 46～47%이였고, 2기작 재배 시 감소하는 경향을 보였다. 찰옥수수 교잡종간의 생육 차이를 보면 후기작이 전기작에 비해 감소하는 경향이 보였다. 이삭의 특성중 이삭장은 전기작과 후기작 큰 차이가 보이지 않았으나 이삭직경은 후기작이 전기작의 91～94%이고, 이삭중은 후기작이 전기작의 74～85%로 감소하였다(Fig. 4). 이삭길이, 이삭직경을 보면 후기작으로 갈수록 커지는 것을 수 있었고, 이삭무게도 증가하는 경향을 보였으며 이삭비율도 후기작으로 갈수록 높은 경향이었다(Table 2).

상품 이삭중을 보면 전기작에 비해 2기작 재배에서 74%～85% 정도이며 전기작보다 감소하였다. 10a당 상품 이삭

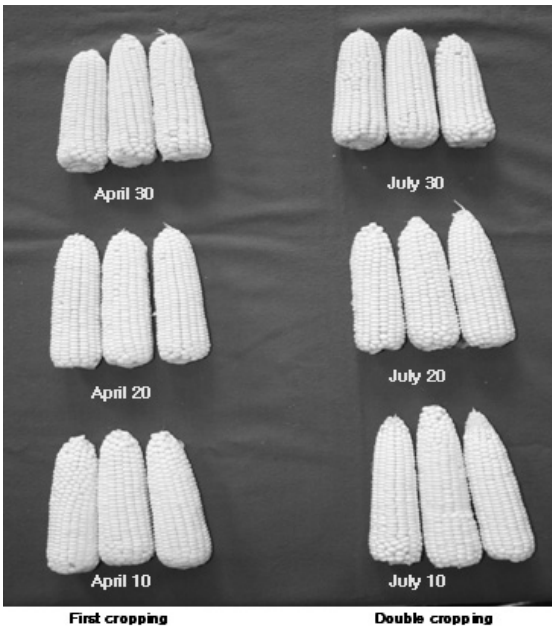

Fig. 4. Variation of the ears of Chalok 1 according to sowing dates of double cropping.

수는 1기작의 평균이 5,458개인데 비하여 2기작에서는 평균 5,361개로 2% 감소하였으며, 찰옥 1호의 평균 5,238개, 일미찰은 평균 5,476개에 비하여 찰옥 4호는 5,515개로 찰옥 4호가 찰옥1호보다 277개, 일미찰보다 39개 더 많았다. 상품 이삭수는 2기작재배에서 92%～101% 정도이며 전기작보다 감소하였다. 이삭길이 변화를 보면 전기작과 후기작 차이가 없는 것으로 나타났으나(Fig. 4) 수확량은 2기작의 경우 전기작에 비해 74%～78% 정도였다. 비상품 이삭 발생율을 보면 7월 20일 파종에서 비상품 비율이 높았고, 전반적으로 후기작으로 갈수록 나빠졌다(Table 3). 7월 30일 파종 일미찰과 찰옥 4호의 이삭을 보면 이삭길이가 전기작과 동일하고, 직경이 증가하였다(Fig. 5). 이러한 결과는 Lee *et al.* (1999)이 찰옥 1호 2기작재배에서 1기작재배에 비하여 이삭수가 67% 수준이었다는 보고와 유사한 경향이었다.

Table 2. Variation on the agronomic characteristics of waxy corns according to the different sowing dates.

Planting date	Hybrid	Plant height (cm)	Upper ear to plant height (cm)	Ear			
				Length (cm)	Diameter (cm)	weight (g)	Rksl/el*
April 10	Ilmichal	225a†	124a	20.1a	4.9a	215a	100
	Chalok4	221a	123a	20.7a	5.1a	223a	100
	Chalok1	179b	69b	16.3b	4.2b	130b	98
April 20	Ilmichal	224a	125a	19.7a	4.9b	214a	95
	Chalok4	235a	132a	20.3a	4.9b	215a	93
	Chalok1	165b	68b	16.3b	4.2c	130b	98
April 30	Ilmichal	212a	102a	21.0a	4.9a	194a	98
	Chalok4	224a	139a	21.1a	4.9a	205a	98
	Chalok1	151b	50b	16.3b	4.3b	127b	95
July 10	Ilmichal	165a	80a	18.5a	4.4a	176a	91
	Chalok4	167a	77a	17.5a	4.5a	169a	92
	Chalok1	126b	41b	15.7b	4.0b	90b	79
July 20	Ilmichal	164a	88a	18.9a	4.2b	137a	98
	Chalok4	158a	90a	17.3a	4.5a	132a	94
	Chalok1	135b	46b	15.0b	4.1b	117b	81
July 30	Ilmichal	143a	51a	18.3a	4.8a	193a	100
	Chalok4	145a	56a	17.8a	4.9a	194a	99
	Chalok1	109a	38a	14.7b	4.1b	93b	98

* Rksl/el : kernel set length to ear length

† Means within a column followed by the same letters are not sighlficantly by DMRT at the 0.05 Probability levels

Table 3. Comparison on the fresh ear weight, ear numbers, and yield of waxy corns according to the planting dates in 2010.

Hybrid	Planting date		Ear weight	Ear number	Ear yield	Abnormal ear ratio
			(g)	(ea/10a)	(kg/10a)	(%)
Ilmichal	First cropping	April 10	215a‡	5,714a	1,229a	0
		April 20	214a	5,714a	1,226a	0
		April 30	194b	5,397a	1,047a	6.1
		mean	208(100†)	5,608(100)	1,167(100)	2.0
	Double cropping	July 10	176b	5,476a	964a	4.3
		July 20	137c	5,000b	687b	14.5
		July 30	193a	4,921b	949a	16.2
		mean	169(81†)	5,132(92)	867(74)	7.2
Chalok4	First cropping	April 10	223a	5,714a	1,274a	0
		April 20	215ab	5,476b	1,178b	4.3
		April 30	205b	5,476b	1,125b	4.3
		mean	214(100)	5,555(100)	1,192(100)	2.9
	Double cropping	July 10	169b	5,556a	941b	2.9
		July 20	132c	5,159b	682c	10.8
		July 30	194a	5,714a	1,110a	0
		mean	165(77)	5,476(99)	911(76)	5.2
Chalok1	First cropping	April 10	130a	5,238a	683a	9.1
		April 20	130a	5,238a	683a	9.1
		April 30	127a	5,238a	664a	9.2
		mean	129(100)	5,238(100)	677(100)	9.1
	Double cropping	July 10	90b	5,079b	458b	12.6
		July 20	117a	5,635a	662a	1.4
		July 30	93b	5,079b	474b	12.6
		mean	105(81)	5,264(101)	531(78)	8.6

†Ratio of double cropping to first cropping.
‡Means within a column followed by the same letters are not sighlficantly by DMRT at the 0.05 probability levels

Ilmichal (harvest at October 27)

Chalok4 (harvest at October 25)

Fig. 5. The ears of two waxy corn hybrids at harvest, which were sown on July 30 in 2010.

적 요

최근 지구온난화에 따라 평균기온이 상승하고 무상기간이 길어지고 재배기간도 길어지고 있다. 이상기상으로 재해가 심화되는 위기요인이 있으나 작물 재배기간이 연장되고, 이러한 기회요인을 적극 활용한 작부체계가 연구가 전무한 실정이다. 봄 재배 시 7월 하순~8월 상순의 홍수출하로 인한 가격폭락 문제의 해법을 제시하고 신선한 풋옥수수 공급기간을 늘리기 위한 찰옥수수 2기작 작부체계를 확립하기 위해 생태형 및 파종시기별 수확적기를 구명에 관한 연구가 필요한 현실이다. 본 연구는 2009～2010년에 국립식량과학원 시험포장에서 찰옥수수의 조생종 품종 찰옥 1호와 만생종 품종 일미찰, 찰옥 4호를 재료로 하여 풋옥수수의 2기작 재배 실험을 수행한 것으로 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 2기작재배에 따른 출사일수는 후기작으로 갈수록 짧아지고, 출사에서 수확까지 소요되는 일수가 증가하였다. 4월 상순~하순에 파종할 경우 생태형에 관계없이 수확기는 출사 후 23~25일 정도 소요되었다. 조생종인 찰옥1호를 7월 상순~하순에 파종할 경우 수확기는 출사 후 28~31일 정도 소요되고, 중만생종인 일미찰은 7월 상순~중순에 파종할 경우 수확기가 출사 후 29~31일, 7월 하순에 파종할 경우 약 39일 정도 소요되었다.
2. 파종에서 수확까지 적산온도는 약 1700℃～2100℃ 정도였고, 출사 후 수확까지의 최소 소요 적산온도는 약 600℃～680℃였다.
3. 이삭길이는 전기작보다 후기작에서 다소 길어지고 일미찰과 찰옥 4호는 증가하였는데, 찰옥 1호는 1기작재배에 비하여 2기작재배에서 감소하였다.
4. 상품 이삭수는 2기작재배가 1기작재배에 비하여 찰옥 1호는 약 101%였고, 일미찰과 찰옥 4호는 92% 및 99%로 감소하였다. 수확량은 2기작의 경우 전기작에 비해 약 74%～78%정도였다.
5. 찰옥수수 2기작 재배는 파종 후 수확까지의 생육기간은 전기작에 비해 짧았으나, 출사 후 수확기까지 소요되는 기간은 오히려 길어졌다.

인용문헌

Gilmore, E. C and J. S. Rogers. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. Agron. J. 50(10) : 611-615.

Lee, J. H., S. W. Choi, H. R. Ko, N. K. Oh, and Y. G. Choi. 1999. Development of stable F1 seed production technology for new corn hybrid. Jeoilabuk-do agricultural research & extension services agricultural research.

Kim, S. L., H. G. Moon, and Y. H. Ryu. 2002. Current status and prospect of qauality evaluation in maize. Korean J. Crop Sci. 47(s) : 107-123.

Kim, S. K., T. W. Jung, Y. Y. Lee, D. Y. Song, H. S. Yu, C. W. Lee, Y. G. Kim, C. G. Kwak, and S. K. Jong. 2010. Effect of nursery stage and plug cell size on growth and yield of waxy corn. Korean J. Crop Sci. 55(1) : 24-30.

Kim, S. K., T. W. Jung, Y. Y. Lee, D. Y. Song, H. S. Yu, C. W. Lee, Y. G. Kim, C. G. Kwak, and S. K. Jong. 2009. Effect of nursery stage and plug cell size on seedling growth of waxy corn. Korean J. Crop Sci. 54(4) : 407-415.

Kim, E. S., S. K. Kim, D. H. Kim, B. Y. Son, D. J. Kang, Z. R. Choe, and G. W. Song. 2000. Effects of planting densities on growth and yield of fresh waxy corn as second crop. Korean J. Crop Sci. 45(1) : 190-194.

Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of Korea (MIFAFF). 2009. Food, agriculture, forestry and fisheries statistical yearbook.

Park, S. O., K. Y. Park, Y. K. Kang, H. G. Hong, and S. K. Jong. 1987. Effect of plant density on growth and yield of sweet corn hybrid. Korean J. Crop Sci. 32(1): 92-96.

Rural Development Administration, Korea (RDA). 2003. Agricultural science and technology research, analysis criteria. Cultivation maize standards.

Seo, J. H., B. Y. Son, J. E. Lee, Y. U. Kwon, G. H. Jung, S. B. Back, J. H. Sung, and W. H. Kim. 2010. Changes of growth and yield of late-planted maize cultivar for double cropping with barley. Korean J. Crop Sci. 55(3) : 232-238.