

보리 생육기간중 적산온도가 생육 및 수량에 미치는 영향

구본철*[†] · 이춘우* · 이춘기* · 김재철* · 박문웅*

*農村振興廳 作物試驗場

Growth and Yield of Barley as affected by Accumulated Temperature

Bon-Cheol Koo*[†], Choon-Woo Lee*, Chun-Gi Lee*, Jae-Cheol Kim* and Moon-Woong Park*

*National Crop Experiment Station, RDA, 441-100 Suwon, Korea

ABSTRACT : In order to know the relationship between the accumulated temperature distribution and barley growth characteristics, average, early and late heading years were analyzed. Among 24 year's crop situation test, 1976, 1979, 1989, 1990, 1998 were sorted to early heading years and 1977, 1980, 1984, 1996 to late heading years. About 650°C of accumulated temperature from October to December was enough to get average year's heading date in barley. While 620°C of accumulated temperature were not enough for average heading, 670°C of accumulated temperature accelerated barley heading. 780°C of accumulated temperature from October to February, were enough to get average year's heading date in barley. while 650°C of accumulated temperature were not enough to, 780°C of accumulated temperature accelerated barley heading. Temperature pattern types in early heading years were distinguished by three types : high temperature type before winter(I), high temperature type in winter~regrowth stage(II), high temperature type in tillering stage(III). On the other hands, temperature pattern types in late heading years were divided to two types : low temperature type in winter~regrowth stage(I), low temperature type in tillering stage(II). Barley heading was mainly influenced by temperature before winter and winter~regrowth stage. Yields of early heading years were higher than that of late heading years and yield was heavily influenced by the number of spikes per square meter.

Keywords : barley, early or late heading, accumulated temperatures, temperature pattern types

보리는 주로 벼와 이모작 작부체계로 재배되므로 주작물인 벼의 생육에 지장을 주지 않고 최대한의 보리수량을 확보한다는 목표 하에 출수기와 성숙기가 빠른 조숙성 품종 육성을 최우선 목표로 삼고 있다. 따라서 출수기와 성숙기는 매우 중요한 선발목표가 되고 있으며, 이에 대한 성과로 '90년대 품

종의 성숙기가 '60년대에 비해 11일, '70년대에 비해 5일이 빨라졌으며 수량은 '60년대에 비해 75%, '70년대에 비해 48%가 증가하였다(작시, 2000).

출수기와 성숙기는 유전력이 강한 것으로 알려져 있고, 일수립수, 천립중 및 수량과도 관계가 깊다(조 등, 1980). 또한 출수의 조만에는 협의의 조만성, 광주반응성, 파성, 내한성 등 품종 고유의 특성이 관여하며(하와 멩, 1984; 조 등, 1981; 조 등, 1982), 온도, 수분, 일장 등 환경요인도 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Levitt, 1980; 하 등, 1984; 조 등, 1985).

출수의 조·만은 보리의 생육 및 수량에 미치는 영향이 크다(농진청, 1998; 작시 2001). 출수가 빠른해일수록 출수가 늦은 해에 비해 상대적으로 저온에서 등숙기간이 경과되므로 등숙이 양호해져서 보리벼 작부체계에도 유리한 장점이 있는 반면에 초봄에 유수가 빨리 자라 저온피해를 받는 경우도 빈번하다. 출수가 늦어지면 고온기에 등숙기를 거쳐 등숙이 불량하며, 수확기에 장마가 겹치는 경우가 많아 생육과 수량이 감소하는 경우가 많다(농진청, 1998).

최근 지구 온난화로 겨울철 이상 난동, 집중호우 현상 등 기상변화로 맥류 생육이 불안정하고 수량의 연차간 변이 폭이 점점 커지고 있어 이에 따른 자연포장에서 출수기 조·만의 원인과 맥류 생육양상과의 관계를 분석하여 기후변화에 따른 보리 생육변화 및 수량 예측모형 개발에 이용하고자 이 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험은 작물시험장 보리·밀 작황시험 자료를 이용하여 수행되었는데 24년('76년~'99년)간 수원지방에서의 맥류 재배 기간 중 기온(평년)을 분석하였고 그중 시험재료인 울보리의 출수기가 빠른 해와 늦은 해의 기온을 추출하여 평년과 비교·분석하였다(농진청, 1976~1999).

그 중에서 출수기가 4월 22~30일로 빨랐던 1976년, 1979년, 1989년, 1990년, 1998년 등 5개년과 5월 10~12일로 늦었던 1977년, 1980년, 1984년, 1996년 등 4개년을 선정하여 수원에

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6678 (E-mail) koobc@rda.go.kr

<Received October 17, 2001>

서의 맥류 생육기간인 10월~6월까지의 월별 적산온도와 총 적산온도를 파종이후 파종~월동전, 월동기, 분얼기, 출수기, 등숙기로 구분하여 분석·비교하고 이들 출수 조·만인 연도 사이의 생육과 수량성적은 작황보고서를 활용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

출수 조·만년도의 월별 적산온도의 비교

24년(76년~99년)간 수원지방에서의 맥류 재배기간 중 평균 월별적산온도를 보면 파종기인 10월부터 수확기인 6월까지 적산온도는 2367.1°C였다(Table 1). 출수가 빠른 해는 이보다 많은 2452.8°C였고 출수가 늦은 해는 2241.7°C로 차이가 있었지만 통계적 유의성은 없어 총적산온도는 출수 조·만간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 월별로 평년과 비교한 기온을 Fig. 1에서 보면 출수가 빠른 해에는 생육전반에 걸쳐 평년 값

보다 높은 온도로 경과하였고 출수가 늦은 해는 평년값보다 낮은 온도로 경과하였다.

생육시기별 온도경과를 보면 파종후 월동전 생육기인 10월~11월의 적산온도는 출수가 빨랐던 해, '76년~99년 평년, 출수가 늦었던 해가 각각 614.6, 614.4, 573.7°C였고, 월동기인 12~1월은 각각 96.9, 69.8, 52.1°C, 해동 후 분얼기인 2~3월은 각각 244.5, 183.8, 136.6°C, 신장기인 4월은 352.0, 337.5, 315.3°C, 등숙기간인 5월~6월은 각각 1144.8, 1161.6, 1164.0°C로 출수 조·만에 따른 차이는 월동기와 분얼기의 온도차이가 심하였으며 이를 월별 적산온도로 구분하여 보면 해빙기인 2월과 3월의 적산온도의 차이 때문인 것으로 나타났다. 특히 2월의 적산온도 차이와 출수 조·만인 해와는 고도의 유의성이 있었다.

출수 조·만을 적산온도로 지표화하면 출수가 늦어지는 해는 10월부터 12월까지의 적산온도가 620°C이하이고 평년에는

Table 1. Comparison of monthly distribution of accumulated temperature between the early or late heading groups in barley cultivation.

Heading	Year	Accumulated temperature (°C)										
		October	November	December	January	February	March	April	May	June	Total	
Early	1976	444.8	243.2	39.6	6.8	65.4	130.5	297.4	484.7	620	2332.4	
		19.1 [†]	10.4	1.7	0.3	2.8	5.6	12.8	20.8	26.6	100	
	1979	412.5	193.9	79.7	48.0	55.7	156.5	311.8	483.5	639.2	2380.8	
		17.3	8.1	3.3	2.0	2.3	6.6	13.1	20.3	26.8	100	
	1989	411.3	127.5	41.2	60.5	66.5	166.4	375.4	532.1	617.7	2398.6	
		17.1	5.3	1.7	2.5	2.8	6.9	15.7	22.2	25.8	100	
	1990	388.9	200.4	53.2	22.4	77.9	202.4	319.3	495.2	626.9	2386.6	
		16.3	8.4	2.2	0.9	3.3	8.5	13.4	20.7	26.3	100	
	1998	401.8	248.4	100.9	32.5	99.6	201.5	455.9	574.5	650	2765.1	
		14.5	9	3.6	1.2	3.6	7.3	16.5	20.8	23.5	100	
	Average	411.9	202.7	62.9	34.0	73.0	171.5	352.0	514.0	630.8	2452.8	
		± 20.7	± 48.6	± 26.6	± 21.1	± 16.8	± 30.8	± 65.2	± 39.1	± 13.6	± 176.4	
		16.8	8.3	2.6	1.4	3	7	14.4	21	25.7	100	
Late	1977	389.9	95.4	65.6	2.1	26.6	144.6	349.7	505.7	649.6	2229.2	
		17.5	4.3	2.9	0.1	1.2	6.5	15.7	22.7	29.1	100	
	1980	439.3	160.1	55.3	24.1	13.1	121.5	285.3	473.1	625.5	2197.3	
		20	7.3	2.5	1.1	0.6	5.5	13	21.5	28.5	100	
	1984	406.1	168.7	32.4	0	9.8	71.5	334.2	530.3	657.3	2210.3	
		18.4	7.6	1.5	0	0.4	3.2	15.1	24	29.7	100	
	1996	468.5	166.6	13.2	15.8	20.9	138.5	291.9	545	669.6	2330	
		20.1	7.2	0.6	0.7	0.9	5.9	12.5	23.4	28.7	100	
	Average	426.0	147.7	41.6	10.5	17.6	119.0	315.3	513.5	650.5	2241.7	
		± 35.0	± 35.1	± 23.5	± 11.5	± 7.6	± 33.2	± 31.6	± 31.5	± 18.6	± 60.3	
			19.0	6.6	1.9	0.5	0.8	5.3	14.1	22.9	29.0	100
	Average year (1976~1999)	421.7	192.7	52.9	16.9	35.6	148.2	337.5	518.6	643.0	2367.1	
± 36.6		± 49.6	± 24.7	± 16.4	± 23.5	± 32.9	± 41.8	± 25.9	± 20.8	± 150.1		
	(16.1)	(7.9)	(1.9)	(0.6)	(0.8)	(4.8)	(14.6)	(22.5)	(31.0)	(100)		
LSD 0.05		21.1**										

[†]Percentage of accumulated temperature in each month to the total accumulated temperature.

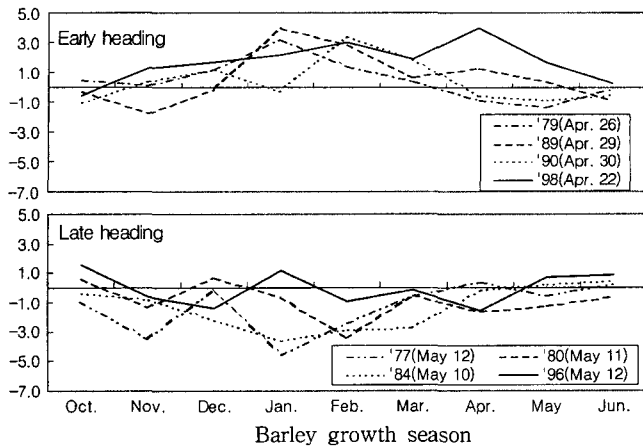


Fig 1. Temperature changes compared with average year (average temperature of 1977~1998) in barley growth season. Date in the parentheses indicate heading date.

650°C정도였으며 출수가 빠른 해는 670°C정도 되므로 10월~12월의 적산온도가 650°C되면 평년정도의 출수기를 보일 것으로 판단할 수 있으며 평년보다 20°C정도 적산온도가 많으면 출수가 평년에 비해 빨라지고, 평년보다 30°C정도 적으면 출수가 늦어질 것으로 판단할 수 있을 것이다. 출수기 조·만년도간에는 50°C이상 차이가 났다.

2월까지의 출수가 늦어지는 해는 650°C이하, 평년 720°C정도, 출수가 빠른 해 780°C이상 되었다. 따라서 적산온도가 평년에는 720°C의 적산온도를 확보하며 평년보다 60°C정도 많게 되면 출수는 빠를 것이고 평년보다 70°C정도 적으면 출수는 늦어지게 될 것으로 전망할 수 있다.

3월말까지는 차이가 더 커서 출수가 늦은 해 770°C이하, 평년 860°C, 출수가 빠른 해 950°C이상으로 나타나 3월말까지 860°C의 적산온도를 확보하면 평년정도의 출수기를 나타낼 것으로 전망할 수 있으며 이보다 90°C정도 많으면 조기출수할 것이고 90°C정도 적으면 출수가 늦어질 것으로 분석되었다. 따라서 월동전, 월동기, 분얼기까지의 적산온도로서 출수 조·만을 예측할 수 있을 것이다. 2월까지의 적산온도가 780°C정도 되면, 그해의 출수가 빠를 가능성이 있으며 평년기상이 유지된다면, 평년에 비해 출수가 빨라진다.

조 등(1985)에 의하면 보리의 출수가 빨라지는 것은 주로 신장기가 빨라지는 것으로 알 수 있다고 하였는데 보리의 신장기 조·만 여부는 위에서 언급한 것처럼 월동과 재생기의 고온이 크게 영향함을 알 수 있다.

출수기가 빠른 해의 기온을 보면 '76년 기상에서 '75년 10월, 11월과 '76년 2월의 적산온도가 다른 해에 비해 높아 이로 인해 출수가 빨라진 것으로 나타났으며, '79년에는 '78년 12월~'79년 3월까지의 기온이 모두 높아 이로 인한 생육의 급진전으로 출수가 빨라진 것으로 보인다. '89년에는 1~3월의 기온이 높았으며 '90년에는 2~3월의 기온이 높았다. '98년에는 '97

년 11~12월과 '98년 2~6월까지 계속 기온이 높은 상태로 경과하여 출수가 빨라졌다. 이와 같은 기온의 월별 고·저 유형을 구분하면 월동전 고온형(I), 월동기~재생기 고온형(II), 전생육기 고온형(III)으로 분류가 가능하였다.

출수기가 늦은 해의 월별 평균기온 적산온도를 보면 '77년과 '84년에는 1월~3월까지 적산온도가 다른 해에 비해 낮았고 '80년에는 2~3월의 기온이 낮았으며 '96년에는 '95년 12월~'96년 2월까지 낮았다. 따라서 출수가 늦어지는 경우를 평균기온으로만 보면 월동~재생기까지 저온인 경우와 재생후 3월이 저온인 경우에 늦어진 것으로 볼 수 있었으나 명확하게 유형을 구분하기는 어려웠다.

출수기 조·만년도의 생육단계에 따른 적산온도의 차이

앞서 월별 적산온도와는 다르게 식물체의 생육단계에 따라 계산된 출수기, 성숙기까지의 적산온도를 Table 2에서 보면 파종~출수기까지 1096~1327°C, 성숙기까지는 1786~2077°C(파종~성숙기) 범위였는데 출수기 조·만에 따라 분류해 보면 출수기가 빠른 해는 각각 1134~1327°C, 1792~2077°C이며 출수기가 늦은 해는 각각 1096~1222°C, 1786~2047°C로 출수기 조·만년도간 차이는 있었으나 통계적으로 유의성은 없었다.

적산온도 분포를 유형별로 분류해보면 월동 전 초기생육기의 적산온도가 특히 높은 형('76, '79), 월동 전·중·후의 적산온도가 적지 않으면서 분얼기의 적산온도가 특히 높은 형('89, '90), 파종~분얼기까지 꾸준히 높은 온도로 경과하는 형('98)으로 나눌 수 있었다. 출수기가 늦은 해도 월동전 적산온도가 낮은 형('77)과 월동기와 분얼기에 낮은 형('84), 월동기에 낮은 형('96), 월동중 온도변화가 많고 재생기이후 출수기까지 적산온도가 적게 경과하는 형('80)으로 분류되었다. 앞서 월별 적산온도로 구분한 유형과는 차이를 보였고 통계적 유의차가 적었으나 월동중 적산온도와 분얼기 적산온도의 비중은 큰 것으로 보였다.

생육기간은 출수기까지는 202~221일, 성숙기까지 242~265일 범위였다. 생육기간도 출수기 조·만간에 차이를 보였는데 출수기가 빠른 해는 파종~출수기까지 202~209일, 파종~성숙기까지 242~252일이었고 출수기가 늦은 해는 파종~출수기까지 219~221일, 파종~성숙기까지 253~265일이어서 생육일수에 차이가 컸다.

출수가 빠른 해는 월동기, 분얼기, 출수기까지의 생육일수가 짧아 각각 66~75일(평균 69일), 38~54일(평균 23일), 19~28일(평균 23일)이었으나 출수가 늦은 해는 월동기, 분얼기 및 출수기까지의 생육일수가 79~97일(평균 87일), 30~55일(평균 42일), 18~30일(평균 25일)이었었는데 출수기 조·만년도간 월동기간차이가 고도의 유의성을 보여 생육일수로 보면 월동기간의 장단에 따른 영향이 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 현상은 생육재생기가 되는 시점이 이룰수록 출수기가 빨라진다는 조 등(1985)의 보고와 일치하였다.

출수기가 빠른 해 간에는 생육기간의 유형차이가 없었으나

Table 2. Distribution of accumulated temperature in each growth stages according to the early or late heading years.

Heading	Year	Factor	Growth stages [‡]					Sowing~HS	Sowing~RS
			Before winter (5 Oct.~ 10 Dec.)	Wintering (10 Dec.~ RGS)	Tiller stage (RGS~ MTS)	Heading stage (MTS~HS)	Ripening stage (HS-RS)		
Early	'76	AT(°C)	650.6	59.3	147.9	281.6	708.3	1143.8	1852.1
		NDG(day)	67	75	38	28	43	209	252
	'79	AT(°C)	575.1	89.2	210.6	253.9	943.3	1133.8	2077.1
		NDG(day)	67	7	43	25	45	206	251
	'89	AT(°C)	504.8	107.1	310.5	263.3	708.8	1185.7	1894.5
		NDG(day)	67	69	54	19	40	209	249
	'90	AT(°C)	550.5	71.4	325.6	257.0	587.9	1204.5	1792.4
		NDG(day)	67	67	53	22	36	209	245
	'98	AT(°C)	594.7	139.6	300.9	291.4	737.0	1326.6	2063.6
		NDG(day)	67	66	50	19	40	202	242
	avg.	AT(°C)	575.1	93.3	259.1	269.4	737.1	1198.9	1935.9
		NDG(day)	67.0	69.4	47.6	22.6	40.8	207.0	247.8
Late	'77	AT(°C)	448.4	127.0	244.1	365.7	861.9	1185.2	2047.1
		NDG(day)	67	97	30	27	44	221	265
	'80	AT(°C)	559.3	81.1	282.8	270.6	659.9	1192.3	1852.2
		NDG(day)	67	86	44	23	36	220	256
	'84	AT(°C)	528.0	15.9	155.1	397.0	690.2	1096.0	1786.2
		NDG(day)	67	84	38	30	35	219	254
	'96	AT(°C)	564.3	47.1	317.9	292.4	705.8	1221.7	1927.5
		NDG(day)	67	79	55	18	34	219	253
	avg.	AT(°C)	525.0	67.8	250.0	331.4	729.5	1173.8	1903.3
		NDG(day)	67.0	86.5	41.8	24.5	37.3	219.8	257.0
	LSD		0.05 AT						
			NDG		10.9**			4.16*	5.71*

[†]Regrowth date : ('76)2.13 ('79)2.13 ('89)2.17 ('90)2.16 ('98)2.14 ('77)3.16 ('80)3.14 ('84)3.3('96)2.28
 Maximum tillering date : ('76)4.1 ('79)4.1 ('89)4.10 ('90)4.8 ('98)4.3 ('77)4.15 ('80)4.18 ('84)4.10('96)4.23
 Heading date : ('76)4.29 ('79)4.26 ('89)4.29 ('90)4.30 ('98)4.22 ('77)5.12 ('80)5.11 ('84)5.10('96)5.12
 Ripening date : ('76)6.11 ('79)6.10 ('89)6.8 ('90)6.5 ('98)6.1 ('77)6.25 ('80)6.16 ('84)6.14('96)6.15
[‡]RGS-Regrowth stage, MTS-Maximum tillering stage, HS-Heading stage, RS- Ripening stage, AT-Average temperature, NDG-Number of days for each growth stage.

출수기가 늦은 해는 월동기의 생육기간이 특히 긴 유형('77, '80년)과 분얼기에 생육기간이 긴 형('96년), 전 생육기간에 걸쳐 생육기간이 긴 형('84년)으로 나누어졌다.

이를 종합하여 월동기간을 중심으로 적산온도를 분석하여 보면 Table 3과 같은데 출수가 빠른 해는 월동전과 월동중에 638°C정도였으며 늦은 해는 593°C로 75°C정도 차이가 나 출수기의 조·만은 월동전 생육과 월동중 기온분포에 따라 크게 영향을 받으며 출수기 조·만간에 월동기간의 차이가 18 일이나 되었다. 따라서 가뭄, 흑한, 습해 등 특별한 제한요소가 없다면 월동전과 월동중 기온의 분포를 보면 출수기 조·만을 판단할 수 있을 것으로 생각된다.

출수기 조·만의 농업형질에 대한 영향은 출수기 이외의 요소가 많이 작용하여 출수가 빠르다고 하여 생육이나 수량에 직접 영향을 주지는 못할 것이나 Table 4에서 보듯이 추출된

Table 3. Distribution of accumulated temperature before, during, after wintering in barley growth season.

Heading	Factor	Before wintering	wintering	After wintering
Early	AT(°C) [†]	575.1	93.3	528.5
	NDG(Day) [‡]	67	69	70
Late	AT(°C)	525.0	67.8	581.4
	NDG(Day)	67	87	66

[†]AT-average temperature,
[‡]NDG-number of days for each growth stage.

출수기 조·만년도의 범위 내에서 살펴보면 출수기가 빠른 해의 간장평균치가 93.6 cm로 출수기가 늦은 해의 간장(82.6 cm)에 비해 큰 것으로 나타났고 수수도 출수기가 빠른 해의 평균치가 656개/m²로 출수가 늦은 해(546개/m²)에 비해 많이 출수

Table 4. Comparison of yield and yield components between early and late heading years.

Heading	Culm length (cm)	No. of spike (No./m ²)	Percentage of productive tillers (%)	No. of spikelet /ear	No./ear	Yield (kg/10a)	1000 grain weight (g)
Early	94	656	51.6	47	41	517	30.9
Late	83	546	54.9	48	41	413	34.3

가 빠르면 생육량이 많고 수량에 적극적으로 영향하는 수수 확보에 유리할 가능성이 많은 것으로 나타났다. 그러나 유효 경 비율이나 일수영화수나 일수립수에의 영향은 없었다.

천립중을 보면 출수가 늦었던 해가 34.3g으로 출수가 빨랐던 해(30.9g)보다 무거웠는데 대상년도 중 출수기가 늦었던 '79년에는 월동중 큰 한해가 발생하여 거의 모든 개체가 고사하였다. 이때 살아남은 개체가 적어 비정상적인 생육을 하여 천립중이 39.6g이라는 기록적인 수치가 나왔던 것이 영향을 미친 것으로 판단되며 출수가 빨랐던 해중 '98년에는 출수기~등숙기에 발생한 붉은 곰팡이병으로 천립중이 28.0g으로 줄어 이 또한 기온이외의 요소인 병해가 관여하여 수량에 영향을 미친 것으로 보여 이 영향을 제외하면 천립중에서의 출수기 조(31.7g)·만(32.5g) 연도간의 차이는 0.7g인 것으로 나타났다.

수량을 보면 기존 보고(조 등, 1981)에서는 주로 출수기가 다른 품종간의 수량차이를 분석하였는데, 밀의 출수기가 빠를수록 수량은 적었다고 하였다. 조속품종일수록 수량이 적은 이유는 이른 봄 저온장애로 인해 유수동사와 불임 등이 증가하여 정상적인 생육량을 하지 못하는 반면 조속품종이 아닌 경우 상대적으로 저온을 회피하여 장애가 없기 때문이라고 한 반면 개화기가 빨라지면 등숙기간이 길어지고 천립중이 증가(조 등, 1980)되어, 혹은 조기출수로 일수립수가 증가되어 수량을 증대시킨다는 보고(하와 맹, 1984)도 있다.

같은 품종의 연차간 출수기 차이에 따른 수량을 관찰한 본 시험은 출수가 빠른 해가 수량이 많은 편이었는데 수량증가의 요인은 수수의 증가로 인한 것으로 나타났다. 작황성적을 이용한 분석이라 추후에 더 조사와 분석이 이루어져야 하겠으나 온난한 기상조건에서라면 출수기가 빠른 해가 전반적인 생육량이 많아 수수증가가 이루어지고 이로 인해 수량을 증가시키는 것으로 보이며 생육이 좋은 해에 많이 나타나는 수수의 증가가 이를 입증하므로 작황시험에서 출수기가 빠르면 생육과 수량이 평년에 비해서 좋을 것으로 진단할 수 있다.

적 요

출수 조·만에 따른 보리의 생육 및 수량변화를 알고자 최근 맥류 작황 24년(76~99)자료와 그 중 출수기가 빨랐던 해와 늦었던 해를 추출하여 생육 및 수량과의 관계를 분석하였다.

1. 출수 조·만 그룹사이의 차이는 2월과 3월의 적산온도에 기인하며 특히 2월의 적산온도 차이에 고도의 유의성이 있었다.

2. 10월부터 12월까지의 적산온도가 650°C정도되면 평년정도로 출수하고 620°C이하이면 출수 지연, 670°C이상이면 조기출수할 것이며 2월까지의 적산온도가 720°C되면 평년정도의 출수기일 것이고, 650°C이하이면 출수지연, 780°C이상이면 조기출수할 것으로 분석되었다.

3. 출수가 빨라지는 해의 온도유형을 분류하면 월동전 고온형, 월동기~재생기 고온형, 전생육기 고온형으로 나타났다.

4. 출수가 늦어지는 해는 월동~재생기 저온형과 3월 저온형으로 나뉘어졌다.

5. 출수기가 빠른 경우는 구분이 어려웠지만 출수기가 늦은 해는 월동기의 생육기간이 긴 형과 분얼기에 생육기간이 긴 형, 전체 생육기간이 긴 형으로 나뉘어졌다.

6. 출수가 빠른 해의 수량이 출수가 늦은 해보다 많았는데 이는 수수의 증가에 기인한 것으로 나타났다.

인용문헌

- 조장환, 안완식, 남중현. 1985. 소맥과 대맥의 출수기 및 성숙기 차이에 관한 연구. 한국육종학회지 17(2): 158-164.
- 조장환, 김봉구, 홍병희, 남중현, 정길웅. 1981. 소맥의 출수기에 관여하는 생리적 요인 및 유전자구와 선발효과. 한국육종학회지 13(1): 1-13.
- 조장환, 이은섭, 하용웅, 이정일. 1982. 동작물의 기상재해와 그 대책. 한국작물학회지. 27(4): 441-434.
- 조장환, 남중현, 안완식, 성병렬, 홍병희, 김봉구. 1982. 소맥의 성숙기 관련형질의 품종간 차이. 박찬호박사 회갑기념논문집 84-95.
- 조장환, 성병렬, 안완식. 1980. 소맥의 숙기 및 수량관련형질에 대한 유전통계량의 연차간 변이. 한국작물학회지 25(3): 15-20.
- 하용웅, 이성희. 1984. 소맥의 출수기에 관한연구 IV. 온도와 일장이 대맥의 생태적 특성에 미치는 영향. 한국작물학회지 29(4): 386-393.
- 하용웅, 맹돈재. 1984. 소맥의 출수기에 관한연구 III. 소맥품종의 조속성 변이에 관한 요인분석. 한국작물학회지 29(3): 254-260.
- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses V.2 Water, radiation, salt and other stress pp.10-13.
- 작물시험장. 2001. 맥류 과학영농 참고자료. p. 57.
- 작물시험장. 2000. 보리. pp. 159-161.
- 농촌진흥청. 1998. 주요 농작물 기상재해 경감기술. p.161-273.
- 농촌진흥청. 1976-1999. 작황시험보고서. 맥류작황편.