

溫度 및 日長條件이 小麥의 生育 및 收量에 미치는 影響

農村振興廳 麥類研究所

曹章煥 · 鄭泰英

Effects of Temperature and Daylength on Growth and Grain Yield in Wheat (*T. aestivum*)

Cho, C. H., and T. Y. Chung

Wheat and Barley Research Institute, Suweon, Korea

ABSTRACT

To observe the effects of temperature and photoperiod on the growth and yield of winter wheat (*Triticum aestivum*, L) eight varieties including Chang Kwang were tested at various treatments like longday-high temperature (24hrs-20°), shortday-high temperature (12hrs-20°), longday-low temperature (24hrs-14°) and shortday-low temperature (12hrs-14°).

Among the traits measured, days to heading, plant height, spike length, number of spikes per hill and grain yield per hill were generally decreased at high temperature and long day treatment and increased at low temperature and shortday condition.

Number of grains per spike was decreased at low temperature and shortday condition while increased at longday and high temperature conditions. Grain weight was decreased significantly at high temperature and shortday while increased at low temperature and longday treatment.

緒 言

作物의 生産性에 크게 影響을 주는 要因은 溫度, 水分, 光線으로 그중에서도 溫度와 日長이 生育 및 收量에 미치는 影響은 매우 크다.

우리나라의 麥類 生育期間中の 溫度와 日長을 보면 播種부터 3月 21日까지는 低溫短日으로써 越冬期間이 길고 그以後 收穫期까지는 高溫長日로 經過되며 播性이 消去된 後 高溫長日條件은 生育期間을 짧게 만들어 生育量이 적게 되는데 이러한 原因을 알기 爲하여는 溫度 및 日長條件이 生育 및 收量에 어떤 影響을 주는가를 究明하는 것은 매우 重要한 것으로 보여진다.

溫度 및 日長條件에 따른 그동안의 研究를 보면 熟期의 變化에 關하여는 많은 學者^{1, 2, 3, 6, 12, 14})들에 依하여 研究되었으나 高溫長日, 高溫短日, 低溫長日, 低溫短日條件이 生育 및 收量에 미치는 影響에 關한 研究는 거의 찾아 볼 수가 없으므로 이에 筆者들은 溫度(20°C, 14°C) 및 日長(12時間, 24時間)條件이 小麥의 生育, 收量構成要素 및 收量에 미치는 影響을 究明함과 아울러 우리나라 麥類生育期間中の 溫度와 日長條件에서 低收性의 原因도 알아보고저 實驗하였던바 몇가지 結果를 얻었으므로 여기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 表 1에서 보는 바와 같이 長光, 育成 3號, 水系 169號, Sturdy, Bezostaya, Blueboy, Yecora 70, Parker 等 8個品種을 供試하여 1972年 作物試驗場 溫室에서 11月 8日에 1/20,000 Wagner pot에 5個體씩 播種하고 自然狀態에서 播性을 消去하였다. 施肥量과 栽培法은 作物試驗場 標準栽培法

에 準하였고 1月 25日부터 供試材料를 圃場에서부터 溫室로 옮겨 高溫, 低溫, 長日 및 短日處理를 하였으며 試驗區配置는 亂塊法 2反復으로 하였다.

高溫處理는 平均氣溫이 20°C(1月 25日 ~ 4月 16日)이었고 低溫處理는 14°C(1月 25日 ~ 5月 4日)이었으며 短日處理는 自然日長 12時間으로 하고 長日處理는 自然日長과 夜間에는 100W 白熱燈을 1㎡當 1個씩 植物體의 1m 距離위에서 照明하였다.

播性消去를 爲하여 自然狀態에서 栽培하는 期間中 극심한 低溫일 때는 寒害를 防止하기 爲하여 Vinyl을 被覆하였고 溫室內에서 同一 反復內에 있는 Pot는 均一히 栽培되도록 1週間隔으로 옮겨가며 栽培

하였다. 栽培期中의 氣溫은 그림 1에서 보는 바와 같다.

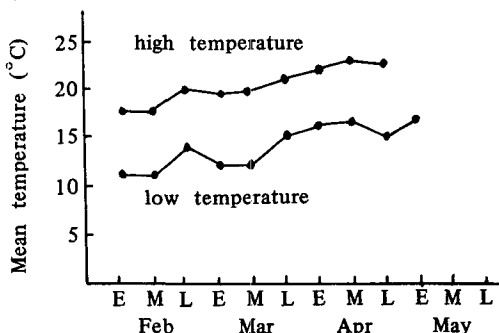


Fig. 1. Mean temperature in the greenhouse during experiment.

Table 1. Sources and agronomic characteristics of varieties used.

Varieties	Original country	Growth habit	Number of spikes per m ²	Culm length (cm)
Changkwan	Korea	Winter	366	100
Yukseong #3	Korea	Winter	503	97
Suke #169	Korea	Winter	440	97
Sturdy	U. S. A.	Winter	477	72
Bezostaya	U. S. S. R.	Winter	360	89
Blueboy	U. S. A.	Winter	400	100
Yecora 70	Mexico	Spring	277	54
Parker	U. S. A.	Winter	700	102

結果 및 考察

1. 出穗日數

溫度 및 日長條件에 따른 播種부터 出穗期까지의 日數의 變化를 表 2에서 보면 出穗日數는 高溫이 低溫보다, 長日은 短日보다 짧아지는데 出穗日數에 對한 溫度와 日長의 效果는 비슷하였다.

溫度와 自長の 相互關係를 보면 出穗日數는 高溫

長日 > 高溫短日 > 低溫長日 > 低溫短日 順으로 빨라졌고 高溫이나 低溫에서 長日의 效果가 매우 컸었다.

曹³⁾, 高稿, 安田^{11, 12)}는 晝夜照明일 경우 出穗期나 葉의 分化 및 生長速度는 品種의 光週性과는 關係없 이 一定溫度 範圍에서 溫度가 높을수록 出穗가 빨라진다고 하였고 日長反應은 高溫일 때는 低溫일 때보다 溫度의 影響을 현저하게 받는다는 研究結果와 잘 一致하였다.

Table 2. Days to heading under different temperature and daylength conditions

Treatment		Days to heading	Average	Differences
High temp. (20°C)	Long day	42	56	
	Short day	69		
Low temp. (14°C)	Long day	71	82	+ 26
	Short day	92		
Long day (24 hours)	High temp.	42	57	
	Low temp.	71		
Short day (12 hours)	High temp.	69	81	+ 24
	Low temp.	92		

* Numerical values represent mean of eight varieties.

2. 稈 長

溫度 및 日長條件에 따른 稈長의 變化를 表 3에서 보면 高溫은 低溫보다 稈長이 작아지고 長日은 短日條件보다 작아지는데 溫도와 日長이 稈長에 미치는 影響은 日長이 溫度條件보다 稈長에 미치는 影響이 컸었다.

溫도와 日長의 相互關係를 보면 稈長은 低溫短日

<高溫短日<低溫長日<高溫長日 順으로 稈長이 작았는데 短日이나 長日條件에서 短稈化시키는데 高溫의 效果가 컸었다.

稈長에 對하여 溫度보다 日長이 效果가 큰 것은 小麥은 高溫長日性植物로서 어느 程度의 低溫보다 短日條件이 營養性長을 더 繼續시키므로 長稈化되는 것으로 보인다.

Table 3. Culm length(cm) under different temperature and daylength conditions.

Treatment,		Culm length	Average	Differences
High temp. (20 °C)	Long day	90	98	
	Short day	105		
Low temp. (14 °C)	Long day	98	104	
	Short day	109		
Long day (24 hours)	High temp.	90	94	
	Low temp.	98		
Short day (12 hours)	High temp.	105	107	+ 13
	Low temp.	109		

* Numerical values represent mean of eight varieties.

3. 穗 長

溫도와 日長條件에 따른 穗長의 變化를 表 4에서 보면 高溫이 低溫보다 穗長이 약간 짧아지나 큰 差異는 없고 短日은 長日에 比하여 穗長이 길어지는 傾向이며 穗長에는 溫度보다 日長의 影響이 컸었다.

溫도와 日長의 相互關係를 보면 穗長은 高溫長日

<低溫長日<低溫短日<高溫短日 順으로 길어졌는데 長穗化시키는 데는 長日에서 低溫이, 短日에서 高溫의 效果가 컸었다. 短日條件이 長日이나 溫度보다 穗長을 길게 하는 것은 穗의 分化期間을 길게 하는 데 그 原因이 있는 것으로 보인다.

Table 4. Spike length(cm) under different temperature and daylength conditions.

Treatment		Spike length	Average	Differences
High temp. (20 °C)	Long day	8.4	9.9	
	Short day	11.3		
Low temp. (14 °C)	Long day	9.9	10.5	
	Short day	11.1		
Long day (24 hours)	High temp.	8.4	9.2	
	Low temp.	9.9		
Short day (12 hours)	High temp.	11.3	11.2	+ 2.0
	Low temp.	11.1		

* Numerical values represent mean of eight varieties.

4. 株當穗數

溫度 및 日長條件에 따른 株當穗數의 變化를 表 5에서 보면 低溫은 高溫條件보다 株當穗數가 많으며 日長條件間에는 差異가 없었다. 溫도와 日長의 相互關係를 보면 株當穗數는 高溫長日=高溫短日<低溫長日=低溫短日順으로 많았다.

低溫이 高溫의 경우보다 株當穗數가 많은 것은 末次¹⁰⁾, 戶莉¹³⁾ 등은 어느 程度의 低溫은 高溫보다

低節位の 分蘖發生을 促進한다고 하였고 McCall⁷⁾, Percival⁹⁾은 高溫下에서는 幼芽鞘의 分蘖도 分生하지 않고 溫度가 分蘖適溫으로 되면 生育速度가 늦어져서 分蘖節에 養分이 移行되어 分蘖이 많아진다고 한 바와 같이 低溫時에는 生育期間中 分蘖期가 길어져서 穗數가 많아진 것으로 보였다.

Table 5. Number of spikes per plant under different temperature and daylength conditions.

Treatment		Number of spikes per plant	Average	Differences
High temp. (20 °C)	Long day	4.8	4.9	
	Short day	4.9		
Low temp. (14 °C)	Long day	5.9	5.9	
	Short day	5.9		
Long day (24 hours)	High temp.	4.8	5.4	
	Low temp.	5.9		
Short day (12 hours)	High temp.	4.9	5.4	
	Low temp.	5.9		

* Numerical values represent mean of eight varieties.

- 5. 穗當粒數

溫度 및 日長條件에 따른 穗當粒數의 變化를 表 6에서 보면 高溫이 低溫보다 穗當粒數가 많았고 長日은 短日條件보다 穗當粒數가 적었으며 穗當粒數의 增加에는 日長의 效果가 컸었다.

溫도와 日長의 相互作用을 보면 高溫長日 < 低溫長日 < 低溫短日 < 高溫短日 順으로 穗當粒數가 增加되었는데 短日條件에서는 低溫보다 高溫의 效果가 컸었다.

低溫이 高溫보다 穗當粒數가 적은 것은 低溫에서 穗의 分化는 高溫보다 많았으나 登熟限界溫度附近인 14 °C로 登熟이 不良하여 穗當粒數가 적었는데 趙⁴⁾의 小麥登熟에 關한 研究에서도 開花日數로 따져 後期高溫이 低溫時 開花보다 粒數가 많은 結果와 같았다. 또한 短日이 長日條件보다 穗當粒數가 많았던 것은 穗의 分化期間이 길어 粒數가 훨씬 많았던 것으로 보인다.

Table 6. Number of grains per spike under different temperature and daylength conditions.

Treatment		Number of grains per spike	Average	Differences
High temp. (20 °C)	Long day	35.1	46.2	
	Short day	57.2		
Low temp. (14 °C)	Long day	35.6	42.8	
	Short day	49.9		
Long day (24 hours)	High temp.	35.1	35.4	
	Low temp.	35.6		
Short day (12 hours)	High temp.	57.2	53.6	
	Low temp.	49.9		

* Numerical values represent mean of eight varieties.

6. 千粒重

溫度 및 日長條件에 따른 千粒重의 變化를 表 7에서 보면 高溫보다 低溫條件에서 千粒重이 무거우며 短日보다 長日條件에서 千粒重이 무거웠고 千粒重을 增加시키는 데는 日長이 溫도의 效果보다 더 컸었다.

溫도와 日長의 相互作用을 보면 高溫短日 < 低溫短日 < 低溫長日 < 高溫長日 順으로 千粒重이 무거웠으며 短日에서 低溫이, 長日에서는 高溫이 千粒重을 增加시켰다.

低溫이 高溫條件보다 千粒重이 무거운 것은 低溫의 경우 登熟期間이 길어져서 養分의 轉流가 많아진 것으로 成⁵⁾의 結果와 잘 一致하였고 野田 等⁶⁾도 裸麥에서 最高溫으로 20 °C程度가 登熟이 좋아진다고 하였는데 本實驗에서도 그림 1에서 보면 低溫條件의 最高溫이 20 °C程度로 비슷하여 千粒重이 높은 것으로 보였다. 短日이 長日條件보다 千粒重이 낮은 것은 高溫短日時의 千粒重이 낮아 短日時의 平均千粒重이 상당히 낮아진 것으로 보인다.

Table 7. 1,000 grain weight under different temperature and daylength conditions.

Treatment		1,000 grain weight	Average	Differences
High temp. (20 °C)	Long day	51.8	44.0	
	Short day	36.1		
Low temp. (14 °C)	Long day	48.6	48.0	
	Short day	47.4		
Long day (24 hours)	High temp.	51.8	50.2	
	Low temp.	48.6		
Short day (12 hours)	High temp.	36.1	41.8	
	Low temp.	47.4		

* Numerical values represent mean of eight varieties.

7. 株當收量

溫度 및 日長條件에 따른 株當收量의 變化를 表 8에서 보면 低溫이 高溫보다, 短日이 長日條件보다 各各 株當收量이 높고 株當收量을 增加시키는데는 溫度가 日長의 效果보다 多少 크게 나타났다.

溫도와 日長의 相互作用을 보면 高溫長日 < 高溫短日 < 低溫長日 < 低溫短日 順으로 株當收量이 높았고 低溫이나 高溫에서 短日의 效果가 컸었다.

收量의 增加 및 減少原因을 表 9에서 보면 高溫

長日에서 收量이 낮은 것은 株當穗數와 穗當粒數가 적기 때문이며 우리나라의 春期 自然條件은 高溫長日 이므로 單位面積當 收量이 낮은 것도 위와 같은 理由에서 찾아 볼 수 있다. 低溫短日條件이 收量이 높은 것은 株當穗數, 穗當粒數가 많은 千粒量도 減少되지 않기 때문이며 低溫長日에서는 穗當粒數가 적고 高溫短日에서는 千粒重이 매우 낮아 中程度의 收量을 나타낸 것으로 보인다.

Table 8. Grain Yield per plant(g) under different temperature and daylength conditions.

Treatment		Yield per plant	Average	Differences
High temp. (20 °C)	Long day	8.67	9.34	
	Short day	10.01		
Low temp. (14 °C)	Long day	10.18	11.98	
	Short day	13.77		
Long day (24 hours)	High temp.	8.67	9.43	
	Low temp.	10.18		
Short day (12 hours)	High temp.	10.01	11.89	
	Low temp.	13.77		

* Numerical values represent mean of eight varieties.

** LSD 5% 0.469 1% 0.860

Table 9. Yield and yield components under different temperature and daylength conditions.

Treatment	Yield per plant	Number of spikes per plant	Number of grains per spike	1,000 grain weight
High temp. long day	8.67 g	4.8	35.1	51.8 g
High temp. Short day	10.01	4.9	57.2	31.4
Low temp. Long day	10.18	5.9	35.6	48.6
Low temp. Short day	13.77	5.9	49.9	47.4

摘 要

溫度 및 日長條件이 小麥의 生育 및 收量에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 長光等 8個品種을 供試하고 溫度 20℃, 14℃ 日長 12時間, 24時間을 各各 處理하여 試驗한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 出穗日數는 高溫이 低溫보다, 長日은 短日보다 出穗日數를 短縮시키고 出穗日數에 對한 溫도와 日長의 效果는 비슷하였으며 高溫長日은, 出穗日數를 가장 빠르게 하고 低溫短日은 出穗日數를 遲延시켰다.

2. 稈長은 高溫이 低溫보다, 長日은 短日보다 작아지고 長稈化시키는 데는 日長이 溫도의 效果보다 컸었다. 短日이나 長日에서 短稈化시키는 데는 低溫보다 高溫의 效果가 컸었다.

3. 穗長은 高溫이 低溫보다, 長日이 短日보다 짧아지며 穗長에는 溫度보다 日長의 效果가 컸으며 高溫長日條件은 穗長이 짧아지나 高溫短日은 穗長이 길어졌다.

4. 株當穗數는 高溫보다 低溫에서 增加되나 日長條件에 따른 差異는 없었다.

5. 穗當粒數는 低溫에서보다 高溫에서 많아지고 長日보다 短日條件에서 增加되며 短日條件에서는 低溫보다 高溫의 影響이 컸었다.

6. 千粒重은 高溫보다 低溫條件에서, 短日보다 長日條件에서 무거우며 千粒重의 增加에는 溫度보다 日長의 效果가 더 컸었는데 高溫에서는 長日에서 千粒重이 상당히 增加되었으나 低溫에서는 長日에서 千粒重이 多少 높았다.

7. 株當收量은 高溫에서보다 低溫이, 長日에서보다 短日이 높았으며 株當收量 增加에는 日長보다 溫도의 效果가 컸었다. 低溫短日에서는 株當收량이 가장 높았는데 株當穗數와 1穗粒數가 많고 千粒重도 低下되지 않았으며 高溫長日은 收量이 가장 낮은 條件이었다.

引 用 文 獻

1. 曹章煥, 1973, 耕地利用度向上을 爲한 麥類早熟品種 및 栽培法改善方案, 耕地利用度 심포지움 資料, 作物試驗場.
2. _____, 1974, 麥類品種의 早熟化와 省力栽培. 韓國作物學會誌, 16卷: 59~75.

3. _____, 1974, 小麥의 出穗期遺傳에 關한 研究. 韓國作物學會誌, 15卷: 1~31.
4. 趙載英, 1978, 小麥登熟에 關한 研究, AID作物改良研究報告.
5. 咸泳秀, 1974, 環境變動에 따른 硬軟質小麥의 發芽 및 品種에 미치는 影響. 韓國作物學會誌, 17號: 1~44.
6. 柿崎洋一, 鈴木眞三郎, 1944, 小麥品種의 感溫性程度의 差異의 機構. 日本農事試驗場報告, 57: 1~6.
7. McCall, M. A., 1934, Developmental anatomy and homologies in wheat. Jour. Agro. Res. 48: 283~321.
8. 野田健兒, 木村俊彦, 1956, 暖地における麥の登熟溫度に就いて의 一考察, 九州作物談話會報, 10號: 51~54.
9. Percival, J. 1921, The wheat plant. A monograph. London.
10. 末次 勳, 1962, 作物大系 麥類編 I 生の生育, 29~37. 養賢堂
11. 高橋降平, 安田昭三, 1958, 大麥における出穗期の遺傳機構と選抜の問題, 植物の集團育種法研究, 44~64.
12. _____, _____, 1960, 麥類の出穗生理とその遺傳 第5報, 大麥品種의 光週性と溫度との關係, 農學研究, 47(4): 213~228.
13. 戶荻義次 安間正虎, 1954, 麥作新說, 78~87. 朝倉書店.
14. 八柳三郎, 1946, 小麥의 感溫, 感光性, 農業及園藝, 21卷 8號: 360~363.

Summary

To clarify the influences of temperature and photoperiod on yield and its components in wheat eight winter wheat varieties were tested at two different temperatures, 20°C and 14°C, and two different photoperiod, 12 hours and 24 hours.

The results obtained were summarized as follows.

1. Longer photoperiod and higher temperature tended to shorten the days to heading than short photoperiod and low temperature in general. Effects of temperature and photoperiod were equally impor-

- tant on heading. High temperature under long photoperiod has shown earliest heading while low temperature combined with short photoperiod has exhibited latest heading.
2. Shorter plant height was observed at higher temperature and longer photoperiod. For increased plant height photoperiod had more remarkable effects than temperature. Regardless the photoperiod high temperature tended to shorten the plant height.
 3. Spike length was tended to be shorten under long photoperiod and high temperature. A definite effect of short photoperiod was noted on increasing spike length. High temperature with long photoperiod tended to shorten the spike length but longer spike was observed at high temperature and shortday condition.
 4. Number of spikes per hill was increased at the low temperature conditions rather than at the high temperature conditions. No changes of the number of spikes per hill was occurred due to photoperiod changes.
 5. Number of grains per spike was increased at high temperature and at short photoperiod. Under the short day condition, high temperature affected more on increasing number of grains than the low temperature.
 6. Low temperature and long photoperiod produced the heavy grain. However, photoperiod tended to affect more on increasing grain weight than temperatures. Regardless the genotypes used, high temperature and long photoperiod treatments produced remarkably heavy grains while slight increases were obtained at low temperature and long photoperiod conditions.
 7. Grain yield per hill was increased at low temperatures compare to the high and at shortday condition compare to the long. For increasing grain yield, temperature played more important role than the photoperiod. Highest grain yield was obtained at shortday and low temperature due to the increased number of tillers per hill, number of grains per spike and unchanged grain weight.