

冬小麦品种 DS1 号生育进程的温光效应

曹广才¹, 吴东兵¹, 李荣旗², 张仲琦², 张志刚², 於 琍³

(1. 中国农业科学院作物育种栽培研究所, 北京 100081; 2. 北京锦绣大地农业股份有限公司, 北京, 100039; 3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: DS1 号是适于 22.5 kg/hm² 播种量的秋播冬小麦品种。为了掌握其温光反应特性, 为确定它的适宜种植范围提供试验依据, 2001 年和 2002 年, 用这个小麦品种在人工气候箱内进行了 8 种不同温光组合的生态模拟试验。参试品种是 DS1 号。每台气候箱的体积为 50×50×100cm³。试验过程中, 箱内相对湿度是 70%~78%。光照强度为 9000lx。试验结果显示, 在不同处理中, 出苗至抽穗过程中, ≥5 C 积温和天数差异极大。结果表明, 低温不是唯一的春化条件。在 8 种不同的处理中, 植株抽穗前, 表现了不同的温光效应。在生育前期 5 C 的处理中, 可以完成春化, 与之配合的 16h 光照的长日条件或 8h 光照的短日条件均可。在 20 C 和 8h 光照的处理中, 未表现出短日春化效应, 或抽穗期显著拖长。短日春化可能要有一定的光照强度相配合。生育前期或直至抽穗前, 在 20 C 和 16h 长日条件下, 可以通过“非春化途径”完成抽穗前的生育进程, 出苗~生理拔节和出苗~抽穗阶段并不拖长或略长。

关键词: 冬小麦; 人工气候箱; 温光效应

Effects of temperature and sunlight-length on growth and development of winterness wheat variety DS No. 1

CAO Guang-Cai¹, WU Dong-Bing¹, LI Rong-Qi², ZHANG Zhong-Qi², ZHANG Zhi-Gang², YU Li³ (1. Institute of Crop Breeding and Cultivation, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 2. Beijing Glorious Land Agricultural Co. Ltd, Beijing 100039, China; 3. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23 (6): 1242~1246.

Abstract: The winterness wheat variety DS No. 1 is suited to autumn sown and its appropriately seeding amount is 22.5 kg per hectare. In order to grasp its properties of response to temperature and sunlight-length, and to determine its appropriately growing areas, an ecological simulation experiment was conducted in an artificial climate cabinet from 2001 to 2002. There were altogether 8 treatments, made of different levels of temperature and sunlight-length. The experimental material was the DS No. 1. The artificial climate cabinet was as large as 50×50×100cm³ with humidity 70%~78% and illumination intensity 9000 lex. The results showed that the differences were extremely remarkable for ≥5 C cumulative temperature and number of days during period from seedling to heading in the 8 treatments, and that the low temperature was not only condition for the vernalization. The effects of temperature and illumination on the plants before heading were different in these treatments. The vernalization could be accomplished

基金项目: 北京锦绣大地农业股份有限公司资助项目(200119)

收稿日期: 2002-10-22; 修订日期: 2003-04-15

作者简介: 曹广才(1937~), 男, 河北省人, 研究员, 主要从事作物生态和栽培研究。

Foundation item: Supported by Beijing Glorious Land Agricultural Co. Ltd., and the company has signed the contract (No. 200119)

Received date: 2002-10-22; Accepted date: 2003-04-15

万方数据

Biography: CAO Guang-Cai, Professor, main research field: crop ecology and cultivation.

through 5 C treatment during the prophase of growth-development or before heading and through 16h. or 8h. illumination per day. The vernalization effect of short sunlight-length was not appeared and the heading stage was prolonged significantly in the treatment of 20 C and 8h. illumination. The vernalization under short sunlight-length could need cooperation with sunlight intensity. The development procedure of prophase of growth-development or before heading could be finished by the non-vernalization path in the condition of 20 C and 16 h. longsunlight, and the time from seedling to physi-elongation or to heading was not, or a little, prolonged.

Key words: winterness wheat; artificial clamate cabinet; temperation and sunlight-length effect

文章编号:1000-0933(2003)06-1242-05 中图分类号:Q142.2,S512 文献标识码:A

小麦生产中,在一定的种植地区选用适宜的品种类型,再选用优良的具体品种,协调基因型和环境及生态条件的关系,发挥品种和环境两方面的潜力,就能有理想的生产效果。冬小麦品种 DS 1 号是表现茎秆粗壮,分蘖力强,单株成穗率高,多花多实,籽粒品质优良等特点的一类冬小麦品种。作者多年的田间秋播试验证明,在超精量播种(播量 22.5kg/hm²)条件下,单产 6000kg/hm² 以上。为确定其种植上的适宜范围,除田间试验外,辅以人工控制条件下的温光组合试验,了解其生长发育过程中的温光生态效应,不但有助于对其生态适应性的认识,也可用这个冬小麦品种的温光反应特性对冬小麦生育过程中温光效应的认识有所充实。为此,做了本文中的试验研究。冬小麦生长发育过程中,如果不能通过田间春化期,生育进程就会停滞在营养生长阶段。迄今为止,科学界对春化反应的研究和报道甚多。低温春化理论长期被人们所接受。然而,金善宝在中国小麦生态研究中指出,低温不是唯一的春化条件^[1,2]。而且,早在 1935 年,McKinney 和 Sando 就发现了“短日春化现象”^[3]。在小麦生态研究中,曹广才等还发现,短日春化是一种普遍现象^[4,5],并且认为普通小麦物种没有固定的日光反应^[6]。基于上述的已有看法,可在开展人工控制条件下不同温光组合中冬小麦品种 DS 1 号生育进程的生态效应试验中,提供试验设计上可供参考的一些思路。气候箱的光照时间可按设计控制,光强是 9000lx。根据 Chujo 的看法,对于某些品种,变温和恒温在同一平均温度水平时具有同等效果^[7],所以,温度变换是在恒温条件下控制的。

1 材料和方法

1.1 参试品种

冬小麦品种 DS 1 号。京 411 为对照品种。

1.2 试验仪器设备

HPG-280 H 型人工气候箱。气候箱体积为 50×50×100 cm³。

1.3 试验设计

试验设计了 8 种不同的温光组合处理。每种处理占用一台气候箱。盆栽。每台气候箱放置两盆 DS 1 号小麦品种,作为 2 次重复。1 盆对照品种京 411。每盆保证 4 株。8 种处理在两个年度中进行。处理 I~IV 于 2001 年播种;处理 V~VIII 于 2002-02-23 播种。小麦虽然属于种子春化型(Seed vernalization)植物,但也可发生幼苗春化^[8]。本试验盆栽播种后,置于温室內等待出苗,两个年度的 8 种处理皆如此。入箱前没有低温条件。出苗后入箱,麦株在箱内接受不同的温光处理,继续其生育进程。

气候箱內的 8 种处理,每种处理中,抽穗期的标准是抽穗植株超过半数的日期。后 4 种处理的 5 C 专门监控,当温度有升高趋势时,开箱,吹冷风降温。

1.4 试验管理

及时向盆土浇水,以维持麦株生长。在前 4 种处理中,用小麦专用肥-氮磷钾复合肥追肥,后 4 种处理中,以这种复合肥作种肥,每盆用量 5g。箱內相对湿度是 70%~78%。

2 试验结果

前 4 种处理开始于 2001-08-18,结束于 2001-12-29;后 4 种处理开始于 2002-02-23,结束于 2002-06-12。

2.1 生育期

前 4 种处理中,只有处理 I 和处理 III 中的 DS1 号小麦达到抽穗期,对照品种京 411 无一抽穗。

后 4 种处理中,DS1 号小麦和对照品种京 411 均经历了拔节期(这里指生理拔节),直到抽穗期。

表 1 冬小麦品种 DS 1 号和京 411 温室盆栽出苗后移入人工气候箱内的温光条件

Table 1 Temperature and illumination condition in artificial climate cabinet for winterness wheat varieties DS No. 1 and Jing411 moved in from greenhouse after seedling in pots

处理序号 Treatment No.	人工气候箱内的温光条件 Temperature and illumination condition in artificial climate cabinet
I	20 C, 每天光照 16h. 20 C, illumination 16h perday
II	20 C, 每天 8h 光照. 20 C, illumination 8h perday
III	20 C, 每天光照 8h, 45d 后转为每天光照 16h. 20 C, illumination 8h perday, after 45 days turn to 16h perday
IV	20 C, 光照 16h, 45d 后转为每天光照 8h. 20 C, illumination 16h perday, after 45 days turn to 8h perday
V	每天光照 16h, 用 5 C 低温处理 45d 后, 转为每天 20 C. 16h perday, after 45 days at 5 C turn to 20 C
VI	每天光照 8h, 用 5 C 低温处理 45d 后, 转为每天 20 C. 8h perdays, after 45 days at 5 C turn to 20 C
VII	每天光照 16h, 5 C 低温, 45d 后, 转为每天光照 8h 和 20 C 温度. 5 C, 16h perday, after 45 days turn to 20 C, 8h perday
VIII	每天光照 8h, 5 C 低温, 45d 后, 转为每天光照 16h 和 20 C 温度. 5 C, 8h perday, after 45 days turn to 20 C, 16h perday

* 1. 至抽穗期停止试验 End the experiment at heading stage; 2. 入箱 90d 后不见穗停止试验 End the experiment if no heading appears after 90 days moved in the cabinet

表 2 参试品种的生育期

Table 2 Growth and development stage of experimental varieties

处理 Treatment	品种 Variety	播种期 Sowing stage	出苗期 Germination stage	入箱日期 Take moved in cabinet	拔节期 Elongation stage	抽穗期 Heading stage	出箱日期 Take moved out cabinet
I	DS1 号 DS No. 1	2001-08-18	2001-08-23	2001-08-25	2001-11-10	2001-11-24	2001-11-26
	京 411 Jing 411	2001-08-18	2001-08-23	2001-08-25	—	—	2001-11-26
II	DS1 号 DS No. 1	2001-08-18	2001-08-23	2001-08-25	—	—	2001-11-26
	京 411 Jing 411	2001-08-18	2001-08-23	2001-08-25	—	—	2001-11-26
III	DS1 号 DS No. 1	2001-08-18	2001-08-23	2001-08-25	—	2001-12-18	2001-12-29
	京 411 Jing 411	2001-08-18	2001-08-23	2001-08-25	—	—	2001-12-29
IV	DS1 号 DS No. 1	2001-08-18	2001-08-23	2001-08-25	2001-11-24	—	2001-11-26
	京 411 Jing 411	2001-08-18	2001-08-23	2001-08-25	—	—	2001-11-26
V	DS1 号 DS No. 1	2002-02-23	2002-02-25	2002-03-01	2002-05-07	2002-05-15	2002-05-31
	京 411 Jing 411	2002-02-23	2002-02-25	2002-03-01	2002-05-09	2002-05-21	2002-05-31
VI	DS1 号 DS No. 1	2002-02-23	2002-02-25	2002-03-01	2002-05-21	2002-06-12	2002-06-12
	京 411 Jing 411	2002-02-23	2002-02-25	2002-03-01	2002-05-21	2002-06-10	2002-06-12
VII	DS1 号 DS No. 1	2002-02-23	2002-02-25	2002-03-01	2002-05-15	2002-06-10	2002-06-12
	京 411 Jing 411	2002-02-23	2002-02-25	2002-03-01	2002-05-17	2002-06-07	2002-06-12
VIII	DS1 号 DS No. 1	2002-02-23	2002-02-25	2002-03-01	2002-05-07	2002-05-21	2002-05-31
	京 411 Jing 411	2002-02-23	2002-02-25	2002-03-01	2002-05-09	2002-05-21	2002-05-31

生育进程达到拔节期,进而到抽穗期,标志着生长发育无停滞,春化反应已经完成,植株的营养生长已经顺利地转入生殖生长。

2.2 生育阶段

出苗至拔节包括在植株的营养生长阶段中,拔节至抽穗是营养生长向生殖生长过渡阶段,抽穗至成熟是植株的生殖生长阶段。这就是小麦的 3 段生长。由于本试验只待植株进入抽穗期即出箱,所以表中只有

前两段生长天数和这两段天数之和的数据。北方秋播冬小麦的田间种植中,3 段生长表现“长-短-短”的“一长两短”特征。本试验在人工气候箱内的控制条件下,不同温光组合中,前两段生长也表现一长一短,与田间种植的趋势一致。出苗至抽穗期间 $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温的差异主要反映了春化期长短的差异。

表 3 人工气候箱内参试品种的生育阶段

Table 3 Growth and development phase of experimental varieties in artificial climate cabinet

处理 Treatment	品种 Variety	出苗~拔节 Seedling to elongation (d)	拔节~抽穗 Elongation to heading (d)	出苗~抽穗 Seedling to heading (d)	出苗~抽穗 $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温 Accumulated of $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ during seedling to heading ($^{\circ}\text{C}$)	单株穗数 Tillering number
I	DS1 号 DS No. 1	79	14	93	1860	6
	京 411 Jing 411	—	—	—	—	8
II	DS1 号 DS No. 1	—	—	—	—	4
	京 411 Jing 411	—	—	—	—	5
III	DS1 号 DS No. 1	—	—	117	2340	11
	京 411 Jing 411	—	—	—	—	5
IV	DS1 号 DS No. 1	93	—	—	—	9
	京 411 Jing 411	—	—	—	—	8
V	DS1 号 DS No. 1	71	8	79	905	2
	京 411 Jing 411	73	12	85	1025	1
VI	DS1 号 DS No. 1	85	22	107	1465	1
	京 411 Jing 411	85	20	105	1425	1
VII	DS1 号 DS No. 1	79	26	105	1425	2
	京 411 Jing 411	81	21	102	1365	2
VIII	DS1 号 DS No. 1	71	14	85	1025	2
	京 411 Jing 411	73	12	85	1025	1

3 小结

3.1 DS 1 号冬小麦在人工气候箱内 8 种不同的温光条件下, II 和 IV 两种处理中,即 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, 8h 光照和 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, 每天光照 16h, 45d 后转为每天光照 8h, 未抽穗。在能抽穗的 6 种处理中(表 1), 出苗至抽穗所需积温差异很大。在这段生育过程中 $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温的极差达 $1435\text{ }^{\circ}\text{C}$, 标准差 $486.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, 变异系数 32.4% 。出苗至抽穗天数的差异也极大。本试验中, 这种天数极差达 38d, 标准差 13.2d , 变异系数 13.5% 。对照品种京 411 在处理 I 和 IV(表 1)中均未抽穗。这是人工气候箱内不同的温光条件影响了生育进程所致。同时也表明 DS 1 号冬小麦品种的温光效应有异于对照品种。

3.2 在 V、VI、VII、VIII 4 种处理中(表 1), 即每天光照 16h, 经 45d 的 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温后转为每天 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 每天光照 8h, 经 45d 的 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温后转为每天 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 每天光照 16h, $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温, 45d 后, 转为每天光照 8h 和 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 每天光照 8h, $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温, 45d 后转为每天光照 16h 和 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。DS 1 号冬小麦品种和对照品种京 411 均能拔节和抽穗。表现了在同样条件下, DS1 号冬小麦品种的温光效应既有与对照品种不同之处, 也有相同之处。

3.3 冬小麦的生育进程到拔节期, 一般就标志着春化反应已经完成^[1]。本试验的 8 种处理中, DS 1 号冬小麦出苗~拔节天数差异很大。其极差、标准差、变异系数分别是 22d 、 7.7d 、 9.7% 。反映出在不同温光组合中, 春化进程的差异。而生育进程达到抽穗期, 就足以说明不但春化反应已经完成, 光周期反应也已完成。

3.4 前述处理 V~VIII 说明, 和对照所代表的一般冬小麦一样, DS 1 号品种的生育前期有低温春化效应, 所处的条件是 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 这是一种“较高的低温”。与之配合的光照长度即光周期概念上的“日长”, 短日或长日条件均可。但以低温短日或低温长日处理 45d 后转入高温长日条件为佳。

3.5 已有研究虽然认为“短日春化”现象是普遍的^[4,5], 但对于 DS 1 号冬小麦, 在无低温条件的 II、III 两种处理中, 即 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 每天光照 8h 和 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, 每天光照 8h, 45d 后转入每天光照 16h, 未表现出短日春化效应, 植株未能抽穗或抽穗期显著拖长。这可能是因人工气候箱内的光强只有 9000lx , 起不到诱导作用所致。是否

短日条件要和一定的光照强度相配合才能对一些冬小麦品种产生“短日春化”效应,有待证实。

3.6 处理 I 和处理 IV 中,即 20℃,每天光照 16h 和 20℃,每天光照 16h,45d 后转为每天光照 8h,DS1 号冬小麦也可拔节或直至抽穗,且处理 I 中的出苗至拔节天数与前述有低温的后 4 种处理中处理 VII 一致,长于处理 V 和 VIII,短于处理 VI,说明低温不是唯一的春化条件。表现了“非春化现象”(Non-vernalization),与作者已有的有关研究结论相一致^[1,4]。“非春化现象”观点是针对强冬性小麦品种而言。是在不具备田间春化条件的地点和播期中,缓慢的生长过程在无有利的诱导因素时,量变引起发育上的质变,抽穗、开花直至成熟的一种特殊的发育现象。本试验中的 DS1 号冬小麦虽然表现出“非春化现象”,但生长过程并不缓慢,可理解为是生育过程中的一种“非春化途径”。这是对“非春化”观点的补充。也是对低温不是冬小麦的唯一春化条件论断的试验支持。

3.7 对于 DS 1 号这样适于超精量播种的冬小麦品种,既可发生通常的低温春化反应,对与之配合的日长条件(试验中的光照时间)无严格要求,短日或长日条件均可,又可在无低温条件下,通过“非春化途径”完成抽穗前的生育进程。这就是这个特殊的冬小麦品种生育进程中的温光反应特性。这个品种所反映出的温光反应特性,也是对冬小麦生育过程中的温光效应认识上的一种补充。

鉴于 DS 1 号冬小麦的这种温光反应特性,可推测其生态适应范围较广。其适宜种植范围也应较广。

References:

- [1] Jin S B, *Research of Wheat Ecology in China*, Beijing: Science Press, 1991.
- [2] Jin S B, Cao G C, Miao G Y, *et al.*, The Study of Property of Photoperiod and Temperature for the Wheat in China. In: Zhu G Y, Zhou G Z, eds. *Chinese Science and Technology Library*, Beijing: Science and Technology Document Press, 1998. 862~863.
- [3] Jian Y. *The Developmental Physiology of Crop*, Tokyo: Tokyo Limited Company, 1979.
- [4] Cao G C, Li G X, Zhang C Q, *et al.*, Effect of Short-Day Photoperiod in The Vernalization Process and The Non-vernalization for The Feimai, *Journal of Guizhou Agricultural College*, 1987, (2): 8~17.
- [5] Cao G C. The Effect of Short-Day Photoperiod in The Vernalization Process on The Ecotype of Winter Wheat Varieties. *Scintia Agricultura Sinica*, 1987, 20(5): 41~47.
- [6] Cao G C, Wu D B, The Day-length Reaction for the Common Species of Wheat, *Acta Ecologica Sinica*, 1990, 10(3): 255~260.
- [7] Pearson, C J. *Control of Crop Productivity*, New York: Academic Press, 1984.
- [8] Cao G C. The Theory of Vernalization and Its Apply, *Shanxi Agricultural Science*, 1985, (7): 38~40.

参考文献:

- [1] 金善宝. 中国小麦生态. 北京: 科学出版社, 1991.
- [2] 金善宝, 曹广才, 苗果园, 等. 中国小麦光温特性的研究. 见: 朱光亚, 周光召主编, 中国科学技术文库, 北京: 科学技术文献出版社, 1998. 862~863.
- [3] 菅洋. 作物の 育生理, 東京: 東京株式會社, 1979.
- [4] 曹广才, 等. 肥麦春化过程中的短日光周期效应和非春化作用. 贵州农学院学报, 1987, (2): 8~17.
- [5] 曹广才. 存在于冬型小麦品种春化过程中的短日光周期效应, 中国农业科学, 1987, 20(5): 41~47.
- [6] 曹广才, 吴东兵. 普通小麦日长反应的探讨. 生态学报, 1990, 10(3): 255~260.
- [8] 曹广才. 春化理论及其应用. 山西农业科学. 1985, (7): 38~40.