

小麦品种对日长反应的研究

刘振宇 朱芳华

(农学系)

摘要 采用 13 个小麦品种于人工控光和广州自然光 5 级日长下, 先后于 1985 年和 1987 年分两年共 7 期播种, 盆栽和田间试验结合。结果表明冬性品种有严格的出穗临界日长, 但日长变化对出穗迟早影响极微; 春性和半冬性品种未发现有出穗临界日长, 但长日出穗促进率大。春性和半冬性品种出穗的光温联立方程为 $y = a - b_1x_1 - b_2x_2$, 即出穗日数随日长增长温度升高而缩短。但华南春性品种出穗受日长影响大于受温度影响, 而四川、宁夏春性及山东半冬性品种受温度影响则甚于受日长的影响。冬性品种方程为 $y = a - b_1x_1 + b_2x_2$, 即出穗日数随日长增长而缩短, 随温度升高而增加, 温度影响较日长影响大。文章还探讨了日长结合温度对小麦生育期、穗粒性状等的作用。

关键词 小麦; 光周期; 光温联应

小麦品种阶段发育对光温反应特性, 国内外研究较多, 但多注意品种的冬春性强弱, 而对光周期和光温联应的研究则较少^[2-6]。小麦是长日照作物, 各类型品种对日长的反应特性不同。华南是冬种春收麦区, 探讨品种出穗期和株高, 穗粒性状对冬春期间的光温反应特性, 不仅对小麦光周期理论的深化, 配合全国小麦光温生态的研究有意义, 而且对广东小麦生产中的引种育种、品种安排和适宜播期也有意义。

1 材料和方法

试验在广州市华南农业大学光温试验室和田间进行。分别于 1985~1986 年冬春和 1987~1988 年冬春两年采用春性类型早熟种: 福建龙溪 35、广东惠阳云惠一号、广东潮州 78-60-10-3; 中熟种: 宁夏永良 4 号、四川绵阳 15、桂 2891、福建莆系 8201、晋麦 95923、晋麦 1 号、晋麦 2148; 半冬性类型种山东辐射 63; 冬性类型北京农大 139 和陕西丰产 6 号 13 个品种。1985~1986 年采用人工固定光长: 10, 12.5, 15 h, 1987~1988 年增加 24 h, 连自然光长共 5 个处理, 长日区除利用自然光外, 把台车推入暗室用白炽灯补足, 光强保持上层叶达 540 lx。短日区在白天达到计划光长后推入暗室。1985 年冬于 10 月 5 日, 11 月 5 日, 12 月 5 日分 3 期播种, 1987 年于 10 月 22 日, 11 月 11 日, 11 月 26 日和 12 月 11 日分 4 期播种。盆栽和田间相结合 3 次重复。在生育过程中调查出叶数、始穗 (10%), 出穗 (50%)、齐穗 (80%) 和成熟期, 收获后调查株高, 伸长节间数和穗粒性状。设自记温度计测温并与广州市气象台资料相比较。1985 年试验部分材料受鼠害。

1990-07-18 收稿

表1 各品种在不同日长下的抽穗日数 (日长, h; 日数, 天; 播期, 日/月)

品 种	抽 穗 日 数										播 期			
	22/10	11/11	11/11	26/11	11/12	22/10	11/11	26/11	11/12	22/10	11/11	26/11	11/12	22/10
福建龙溪35 (春性早熟)	64	61	67	71	85	63	70	71	74	91	91	99	109	124
福建2148 (春性中早熟)	55	52	57	55	76	56	62	62	68	71	80	91	100	122
12.5	52	49	52	49	71	52	58	52	66	66	76	84	107	128
15	37	42	45	42	58	45	47	45	52	51	50	74	70	95
24	62	65	67	67	85	69	73	73	82	86	85	104	97	120
自然	64	61	67	71	85	63	70	71	74	91	91	99	109	124
北京农大139 (冬性)	11/11	26/11	11/12	26/11	11/12	11/11	26/11	11/12	26/11	11/11	26/11	11/12	26/11	11/12
山东福射63 (半冬性)	11/11	26/11	11/12	26/11	11/12	11/11	26/11	11/12	26/11	11/11	26/11	11/12	26/11	11/12
陕西丰产6号 (冬性)	11/11	26/11	11/12	26/11	11/12	11/11	26/11	11/12	26/11	11/11	26/11	11/12	26/11	11/12

2 试验结果与分析

2.1 品种在不同日长下的出穗日数

各类型代表品种在不同日长下的出穗日数见表1。

2.1.1 春性和半冬性类型,包括早、中、中迟熟品种在各日长处理下都可抽穗。长日下促进发育,提早出穗,短日下则延迟出穗。各个播期结果都一致。现以各日长处理与广州自然日长的出穗天数比较,计算出穗促进率,春性类型品种出穗促进率*较大,为32.8%~41.2%,平均37.3%,半冬性类型品种促进率较少,为20.8%~28.8%,平均24.8%。详见表2。

表2 各品种在24h日长下的出穗促进率

品 种	播期 日/月	出穗 促进率 %	播期 日/月	出穗 促进率 %	播期 日/月	出穗 促进率 %	播期 日/月	出穗 促进率 %
龙溪 35	22/10	40.3	11/11	35.4	26/11	32.8	11/12	37.3
广东潮安 78-60-10-3	22/10	40.0	—	—	—	—	—	—
福建晋麦 1 号	22/10	36.4	—	—	—	—	—	—
福建晋 2148	22/10	34.8	—	—	—	—	—	—
永良 4 号	—	—	11/11	34.7	26/11	35.6	11/12	38.4
绵阳 11	—	—	11/11	36.6	26/11	41.0	11/12	41.2
山东辐射 63	—	—	11/11	28.8	26/11	27.8	11/12	20.8
北京农大 139	—	—	11/11	-5.0	26/11	-2.6	11/12	-3.4
丰产 6 号	—	—	—	—	26/11	-5.0	4/12	-2.7

2.1.2 冬性类型品种北京农大 139 和陕西丰产 6 号,在各日长处理下也可以出穗,但在 10 h 短日下,北京农大 139 不能出穗;陕西丰产 6 号,大部分植株也不能抽穗,少部分植株虽然抽了穗,但出穗期明显延迟,出穗日数达 181 天。可见冬性类型品种有严格的最低限出穗日长,即出穗临界日长。从本试验看,广州自然日长从播种到出穗期间平均为 11 h (11.22~10.98 h),2 个品种都能出穗,而 10 h 处理不能出穗,可见,它们的出穗临界日长是在 10 h 以上到 11 h 日长范围内。另外,当日长长于出穗临界日长时,在 24,15,12.5 h 和自然日长下的出穗日数则变动不大,如以 24 h 最长日长比自然对照,3 个不同播期的出穗促进率都呈极微弱的负值,为-2.6%~-5%,即 24 h 处理出穗反而稍有推迟。

2.2 小麦品种对光温的联应

小麦各类型品种对不同日长和温度的联应借助电子计算机,采用回归分析,建立下列各方程。见表3。

$$\bullet \text{ 长日出穗促进率 (\%)} = \frac{\text{自然日长出穗日数} - 24 \text{ h 日长出穗日数}}{\text{自然日长抽穗日数}} \times 100$$

表3 各类型品种对光温联应方程式

品 种	来 源	类 型	光 温 联 应 方 程 式	复相关系数
龙溪 35	福建	春性早熟	$y = 94.512 - 1.459x_1 - 1.145x_2$	0.913 8**
龙溪 18	福建	同上	$y = 155.202 - 4.789x_1 - 1.792x_2$	0.904 5**
云惠 1 号	广东惠阳	同上	$y = 141.739 - 3.717x_1 - 1.821x_2$	0.871 8*
恢 2891	广西	春性中熟	$y = 146.616 - 4.009x_1 - 1.909x_2$	0.918 3**
南系 8201	福建	同上	$y = 191.052 - 0.029x_1 - 0.927x_2$	0.980 6**
晋 95923	福建晋江	同上	$y = 151.061 - 5.516x_1 - 0.641x_2$	0.918 4**
绵阳 11	四川	春性	$y = 193.575 - 2.074x_1 - 5.908x_2$	0.951 5**
永良 4 号	宁夏	春性	$y = 545.0 - 9.58x_1 - 48.09x_2 + 0.13x_3 + 0.24x_4x_2 + 1.31x_5$	0.996 9**
山东辐射 63	山东	半冬性	$y = 250.764 - 2.048x_1 - 7.750x_2$	0.705 0**
北京农大 139	北京	冬性	$y = 29.565 - 0.382x_1 + 8.339x_2$	0.815 5**
丰产 6 号	陕西	冬性	$y = 149.796 - 1.225x_1 + 2.164x_2$	0.900 6**

2.2.1 春性小麦：不论华南地区、四川、宁夏来源的品种，都属于同一反应类型，它们的光温联应可用通式表示： $y = a - b_1x_1 - b_2x_2$ 式中 y ：出穗日数， x_1 ：日长（h）， x_2 ：日均温（℃）， a 与 b 为系数。

就是说，品种抽穗日数随着日长和温度的增加而减少。即在本试验日长 10~24 h，日均温 13.4~24.3℃ 范围内，长日和高温促进提早抽穗。但不同地区间品种反应有差异，其中华南地区品种抽穗天数的变化受日长的影响大于气温的影响，即 $b_1 > b_2$ 值。四川绵阳 15，宁夏永良 4 号，则表现受气温高低影响大于日长长短的影响，即 $b_2 > b_1$ 值。

2.2.2 半冬性小麦：半冬性类型品种和上述四川、宁夏春性类型品种对光温联应相一致，可以归纳为同一类。

2.2.3 冬性小麦：根据表 3 所列，这类品种对光温联应方程式的通式： $y = a - b_1x_1 + b_2x_2$ ，且 $b_2 > b_1$ ，就是在本试验日长 11 h 时至 24 h 出穗临界日长范围内和气温 13.4~24.3℃ 变幅内，冬性小麦品种对光温的联应，是出穗日数随着日长的增加而减少，随着气温的升高而增多，而且气温比日长对抽穗日数变化的影响大。

2.3 小麦品种在各个播期不同日长下植株和穗粒性状的表现（表 4）

2.3.1 冬性类型品种北京农大 139，陕西丰产 6 号除了在 10 h 处理下不能出穗外，其余各日长处理的虽然出穗但全部不实，在生产上没有意义，不实原因是由于出穗太迟，籽粒充实期处于 4~6 月广东高温多湿气候。

2.3.2 半冬性类型品种山东辐射 63，12 月 11 日播种的，任何日长下出穗其籽粒都不实。11 月 11 日及 11 月 26 日播种的以 11 月 11 日播期的 12.5 h 日长处理的每穗结实粒数有 10 粒，结实小穗 8 个算最高，各处理亦无经济价值。

2.3.3 全部供试的春性品种，不论在任何播期内它们的株高、穗长、结实小穗数，每穗结实粒数都是以短日处理区的 12.5 h，自然日长（11 h）和 10 h 的优越，长日区 24 h，15 h 的较差，特别是 24 h 的最劣。这与长日促进出穗，缩短全生育期，特别是营养生长期密切

相关。

表4 78-60-10-3等三品种在不同日长下植株和穗粒性状(1987年10月22日播)

品种	日长 h	株高 (cm)	节长 节间数	穗长 (cm)	不孕 小穗数	结实 小穗数	每穗 实粒数	千粒重 (g)	抽穗期 (日/月)	成熟期 (日/月)	全生育 日数	抽穗 日数	抽穗 至成熟 日数
78-60-10-3 (广东农科院)	24	32.4	4.2	3.7	7.9	0.8	0.9	37.8	26/11	15/1	85	36	50
	15	56.4	5.1	5.0	6.2	7.6	10.7	47.5	10/12	25.1	96	50	46
	12.5	54.3	5.1	5.6	4.4	9.6	15.1	44.1	17/12	28/1	99	57	42
	10	64.7	5.1	6.4	3.9	11.6	18.6	46.8	19/12	30/1	101	59	42
	自然	61.6	5.2	6.0	4.2	9.9	17.1	40.7	20/12	5/2	107	60	47
福建晋麦1号	24	53.2	4.9	5.3	9.3	4.1	5.8	51.0	16/12	30/1	101	56	45
	15	84.2	6.1	7.5	5.7	12.8	23.0	47.7	30/12	—	—	70	—
	12.5	79.1	5.7	8.3	6.6	14.0	24.7	43.3	9/1	—	—	80	—
	10	77.5	5.9	8.1	6.7	14.9	26.1	41.3	17/1	—	—	88	—
	自然	84.5	5.9	7.5	6.6	13.2	21.6	45.3	15/1	—	—	86	—
福建晋麦2148	24	63.6	5.2	6.1	7.5	7.0	10.2	51.4	18/12	29/1	100	58	42
	15	78.2	5.6	6.7	5.8	11.7	20.1	45.3	31/12	—	—	71	—
	12.5	77.5	5.6	7.2	6.3	12.2	20.2	37.7	5/1	—	—	71	—
	10	78.1	5.5	7.3	7.4	13.8	21.9	43.6	14/1	—	—	85	—
	自然	91.3	5.6	6.9	6.8	12.4	20.7	41.8	14/1	—	—	85	—

3 结论与讨论

3.1 各类型品种对日长的反应 小麦冬性类型品种在出穗临界日长 11 h 以下不能出穗。因此这类型品种对日长的适应范围较窄,为 24~11 h。半冬性和春性类型品种在本试验日长范围内则没有出穗临界日长,它们对日长的适应范围较宽,为 24~10 h 或 10 h 以下。前人由于根据各类型品种对日长适应范围宽窄而将品种于通过光照阶段时划分为反应迟钝、中等和敏感 3 个类型,即冬性品种属敏感型,半冬性品种属中等,低纬度春性品种属迟钝型。但据本试验,在日长适应范围内,品种出穗对日长变化反应的敏感度,如表 2 用长日促进率表示时,明显表现出春性品种感光性最敏感,半冬性品种中等,冬性品种微弱。由于品种出穗对日长适应范围宽窄和感光性敏感度不一致,品种对日长的反应应如何划分才适宜,值得重新探讨。

另外,国外学者对小麦光周期反应的性质有争论,据 Samygin^[2] (1946) 研究,小麦在短日照下只保持营养生长,而 Cooper (1956), Evans (1975) 研究认为小麦不存在低于一定限度就根本不能开始幼穗分化的白昼长度,但在短日下延迟抽穗开花,长日下促进抽穗开花。本试验结果证明,供试的冬性类型品种确实存在明显的最短出穗临界日长,长于临界日长,则日长变化对出穗影响微弱,因而是“典型”或“基本型”的长日照作物,而春性类型品种,或者还有半冬性类型品种则无明显出穗临界日长,但随着日长的增长,出穗日数显著减少,因而是“量变型”或“变异型”的长日照作物。

3.2 各类型品种对光的联应 在日长 11~24 h, 温度 13.4~24.3℃ 范围内, 所有参试的各类型品种都可以抽穗, 表明各类型品种都没有严格的通过春化出穗临界温度。但冬性品种在低温下可以促进出穗, 较高温下延迟出穗, 而春性和半冬性品种则在较高温下提早出穗, 较低温下延迟出穗。这个结果, 与近年胡承霖, 罗春梅^[1] (1983~1985) 研究结果基本相符。这可能是现有生产品种在光温反应上比过去有了变化发展。本试验还进一步揭露, 冬性品种在较高温 13.4~24.3℃ 范围内, 不仅与 24 h 长日组合下^[7], 而且还能与 11, 12.5 h 等较短日或 15 h 较长日组合下都可以抽穗。

上述结果, 参试的小麦品种出穗对温度似乎没有“质”的效应, 只有“量”的效应, 低温对这些品种不是通过春化抽穗必需条件, 只是促进或推迟出穗。

综合上述品种光温反应特性, 建立下列光温联应方程式:

华南春性类型品种: $y = a - b_1x_1 - b_2x_2$

y : 出穗日数, x_1 : 日长 h, x_2 : 日均温℃, b_1, b_2 : 系数, $b_1 > b_2$

而四川宁夏春性和山东半冬性类型品种对光温联应同上方程式, 但 $b_1 < b_2$ 。

冬性类型品种在临界日长范围内, 其光温联应方程式: $y = a - b_1x_1 + b_2x_2$, $b_1 < b_2$

上述两式可作为生产上杂交育种, 品种配备, 适宜播期, 轮作安排等参考。但运用时要注意日长和温度的适应范围。

3.3 各类型品种在不同播期不同日长下的植株和穗粒性状的表现证明, 由于冬性类型品种在华南冬播春收, 日长由自然 (11 h), 12.5 h, 15 h, 24 h, 日均温 13.4~24.3℃ 条件下, 一般都可以进行幼穗分化发育和抽穗。因此现有生产上一些主要冬性类型品种在华南地区不能种植的原因不在于能否抽穗, 而在于短日高温下出穗过迟, 籽粒充实正处于 4~5 月高温多湿气候, 因而籽粒全部不实。同理, 半冬性类型小麦品种虽然有少量结实粒, 但粒数太少, 产量太低, 经济价值也不高。

春性类型品种在所有播期, 它们的株高、穗长、结实小穗数, 每穗结实粒数都较冬性和半冬性品种优越。并以日长 11~12.5 h 较短日区内由于生育期长, 叶片数目较 15~24 h 长日处理的多 1 到 3 片, 故穗粒性状优越。华南小麦生产, 春性早熟品种播期以 11 月上旬到 11 月下旬, 中迟熟品种以 10 月下旬到 11 月上旬的穗粒性状优越, 因而可获高产。

致谢 本文承黄超武、吴灼年教授和张振宏副教授审阅, 谨此致谢。

参 考 文 献

- 1 胡承霖, 罗春梅. 小麦通过春化的形态指标及温光组合效应. 北京农学院学报, 1988 (2): 1~7
- 2 阎润涛, 张锦熙. 关于小麦对温光反应特性的综述 (一)、(二). 国外农业—麦类作物, 1984 (5): 21~23, 1984 (6): 27~29
- 3 黄季芳等. 中国秋播小麦春化阶段和光照阶段特性的研究. 遗传学集刊, 1956 (1): 1~35
- 4 崔继林等. 华东区小麦品种春化阶段发育的研究. 1955, 4 (3): 245~254
- 5 L. T. 伊文思主编. 江苏农科院科技情报室译, 作物生理学. 北京: 农业出版社, 1979, 147~148
- 6 Suge H. Crop Physiology. London, Oxford & Ibb Publishing Co, 1978, 79~105

STUDIES ON RESPONSE OF WHEAT CULTIVARS TO THE DAYLENGTH

Liu Zhenyu Zhu Fanghua

(Department of Agronomy)

Abstract 13 of wheat cultivars were subjected to 4 artificial daylength treatments at ranging 10, 12.5, 15, 24 hours and natural daylength in Guangzhou. The experiments were made in the winter of 1985 and 1987, which had 3 and 4 sowing date, respectively. The results are shown as follows: winter varieties strictly had the critical heading daylengths (CHD), and presented a stabler heading days under the daylength longer than CHD. The CHD was not discovered in the spring and semi-winter varieties, but the heading date was found much earlier in longer daylength treatments. The heading date of spring varieties from South China or Sichang province or Ninxia Hui atonomous region and of semi-winter varieties from Shandong province had a relation with the daylength and temperature as such equation expressed, $y = a - b_1x_1 - b_2x_2$. And the heading date of the spring varieties from South China were mor sensitive to the daylength than the temperature. In contrast the spring varieties from Sichang and Ninxia and the semi-winter varieties from Shandong were sensitive to the temperature. The relation of heading date with daylength and the temperature in the winter varieties were expressed in the equation, $y = a - b_1x_1 + b_2x_2$. It showed that the heading date was more affected by temperature than by daylength. Some effects of the daylength to wheat growth duration and yield components were also discussed in the artical.

Key words Wheat; Photoperiod; Response to the daylength and temperature