

中外小麦品种光温互作效应比较研究

尹 钧, 曹 卫星

(南京农业大学, 江苏 南京 210095)

摘要: 来源不同的参试冬小麦品种(春小麦品种)具有对春化(日长)反应敏感性远大于对日长(春化)反应的一般特征。但英国冬小麦兼有中国超强冬性品种的短日效应和冬性品种的春化累积量;美国冬性品种则兼有中国强冬性品种的春化累积量和冬性品种的长日反应特性。英、澳春性小麦对春化作用也有微弱反应,类似中国南方冬播春性小麦。中国中熟冬麦区温光条件与英美品种温光特性的差异是引种生育期较长、成熟偏晚的主要原因。

关键词: 小麦; 中外品种; 苗穗期; 穗分化; 温光互作

中图分类号: S512.101 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2000)02-0072-06

50年代崔继林等对我国大量小麦农家种和育成品种就进行春化与光照阶段的研究分析^[1,2]。进入80年代以来,随着小麦生产育种技术的发展,育成品种的遗传基础和类型多样化,小麦温光发育研究进一步受到广泛重视。特别是金善宝主持的全国小麦生态研究,对全国61个来源不同的小麦品种,在全国40余个生态气候条件下进行的系统性研究,为我国品种生态型的确定和生产区划奠定了基础^[3,4]。但是我国历来关于温光研究的材料多为国内品种^[5,6],很少对国外品种资源进行系统温光分析。随着我国小麦育种水平的发展,世界特别是西方发达国家的育种水平也在大幅度提高。为了广泛利用世界小麦品种资源,于1991~1994年先后从英国、美国、澳大利亚等国引进高产、抗病、抗旱小麦优良品种近百份,在山西农业大学试验种植发现,多数品种的抗性、株型结构及产量结构中的分蘖力、成穗率、穗粒数都能保持原产地的优势,唯有粒重变异较大。主要是多数品种抽穗晚、灌浆时间短,在高温到来时逼熟,造成粒重大幅度下降。因此,深入研究国外品种资源的温光互作反应,对合理利用国外品种资源具有重要的理论和实践意义。

1 材料和方法

根据1995年40多个国内外品种田间试验表现,选择国内外有代表性的8个品种(表1)进行温光发育特性的定量研究。春化处理方法:种子经酒精(70%, 30 s)、氯化汞(0.1%, 7 min)消毒处理后,无菌水浸泡8 h,在光照培养箱(25℃)萌动12 h,再置于0~2℃冰箱进行低温处理。低温春化处理时间分别为0, 15, 30, 45, 60 d,处理后的种子全部移入花盆置人工气候室,每天给以6, 12, 24 h不同光照处理,30 d后给以24 h长光至成熟。试验期间记载各处理

收稿日期: 1999-10-20
基金项目: 山西省留学回国人员基金项目
作者简介: 尹 钧(1957-),男,博士生导师,教授,主要从事小麦栽培、农业及作物生态和生物工程等学科的教学与研究
工作。现在山西农业大学工作。

生育期、主茎叶龄等性状, 分别在苗龄 20, 26, 50 和 70 d 时镜检观察穗分化情况, 成熟期考种。

2 结果与分析

2.1 品种苗穗期的温光互作效应

将不同温光处理条件下的小麦苗穗期表现列于表 2。由表 2 看出, 不同光长条件下, 品种苗穗期都随着春化时间的延长有不同程度的缩短。其中 5 个冬性品种对春化的敏感性远大于春性品种, 且随着日长的增加冬性品种对春化反应的敏感性增强, 表现为变异系数增大, 为 12% ~ 50%。3 个春性品种则表现为对春化反应不敏感, 变异系数都在 5% 以下。这与全国生态研究结果的趋势一致, 但参试的英、美冬小麦对春化的敏感性更强^[6], 特别是在长光条件下, 变异系数高达 50%, 通过 60 d 春化处理苗穗期可缩短 100~ 121 d。

不同春化条件下, 品种对日长反应存在较大差异。来自英国的冬小麦 Hareu 和 Mercia 在 30 d 春化处理时, 对日长敏感性最低, 随春化时间延长或缩短对日长的敏感性都增加, 但在 30 d 春化处理前表现为短日敏感, 即短日促进发育; 而在 30 d 以后则完全相反, 表现为长日促进发育, 30 d 春化是该品种由短日敏感向长日敏感过渡的转折点。这与我国强冬性小麦(新冬 2 号、肥麦等) 有类同性^[6]。来自美国的 Cardinal 和中国的京 841、晋麦 49 号则表现为长日敏感, 且随春化时间的延长, 长日敏感性增强。45 d 春化处理是 Cardinal 对长日敏感由弱变强的转折, 30 d 春化处理是京 841、晋麦 49 号对长日敏感由弱变强的转折, 表现为变异系数由 6% 以下增加到 13% 以上。春性品种在各春化处理中对长日反应都敏感, 变异系数大多高于冬麦, 在 13% ~ 20%。品种之间, 来自英国的 Covon 和澳大利亚的 Excalibur 对长日的反应受春化处理的影响, 表现为随春化时间延长, 光敏感性增大, 有类似于我国南方冬播春性小麦的特性^[6]。而晋春 9 号在所有春化处理中, 光敏感性均无明显变化, 变异系数保持在 20% ~ 22%。

2.2 品种穗分化的温光互作效应

品种穗分化进程是小麦发育的重要指标, 由表 3 可以看出, 在所有春化条件下 3 个春性品种都可以完成穗分化过程, 春化处理对 Covon 和 Excalibur 穗分化进程有促进, 但作用较小。春性品种穗分化进程主要受日长的影响, 3 个春性品种在所有春化处理条件下, 都表现出长日促进穗分化的特性, 但品种之间也存在一定的差异。晋春 9 号的长日反应最强, 日长处理可使穗分化进程相差 7 个时期, 且不受春化的影响; 英国 Covon 与澳大利亚春麦 Excalibur 对长日反应较小, 日长处理使穗分化相差 3~ 6 个时期, 且受春化处理的影响, 特别是英国春麦 Covon 在长日下春化可使穗分化提早 3 个分化期(二棱期至雌雄蕊期)。

5 个冬性小麦品种穗分化进程受春化作用的影响较大, 当春化处理 30 d 以下时, 冬性品种除英国 Mercia 品种外, 在 1 月 5 日观察, 穗分化都处在二棱期或二棱期以前。表明 30 d 以下低温处理不能满足穗分化发育要求的春化条件, 因而穗分化未能通过春化发育的临界期(二棱期), 同时在春化不能满足时, 穗分化表现出一定的长日效应, 即短日下穗分化为圆锥期, 而长日下可达单棱期。与众不同的是, 英国 Mercia 品种则表现出了短日效应, 即在春化不能满足

表 1 供试品种名称及来源

品种名称	品种来源
Hareu	PBI Cambridge UK
Mercia	PBI Cambridge UK
Covon	Wales UK
Cardinal	Ohio USA
Excalibur	Adelaide Australia
京 841	北京
晋麦 49 号	山西
晋春 9 号	山西

表 2 不同品种在不同温光互作条件下的苗穗期及变异

品种	光照时间 (h)	低温春化天数(d)					平均	CV %
		0	15	30	45	60		
Cardinal	6	168. 0	155. 5	96. 5	70. 5	67. 0	111. 5	38. 08
	12	> 176. 0	169. 0	85. 5	60. 5	59. 0	110. 0	47. 22
	24	164. 0	153. 0	84. 5	50. 5	46. 0	99. 6	50. 22
	平均	169. 3	159. 2	88. 8	60. 5	57. 3		
	CV %	2. 95	4. 42	6. 12	13. 50	15. 09		
Hareu	6	109. 0	110. 5	82. 0	76. 0	73. 0	90. 1	18. 10
	12	> 176. 0	143. 0	78. 0	72. 0	70. 5	107. 9	40. 29
	24	> 176. 0	172. 0	69. 0	60. 0	55. 0	106. 4	50. 06
	平均	153. 7	141. 8	76. 3	69. 3	66. 8		
	CV %	20. 55	17. 71	7. 12	9. 81	12. 03		
Mer cia	6	90. 5	88. 0	72. 0	69. 5	69. 0	77. 8	12. 13
	12	148. 5	127. 5	69. 0	66. 0	65. 5	95. 3	37. 26
	24	146. 0	122. 0	57. 0	48. 5	48. 0	84. 3	49. 12
	平均	128. 3	112. 5	66. 0	61. 3	60. 8		
	CV %	20. 86	15. 53	9. 82	14. 98	15. 10		
京 841	6	129. 5	112. 0	69. 5	62. 5	59. 5	86. 6	33. 04
	12	129. 0	115. 0	69. 0	53. 5	51. 5	83. 6	38. 65
	24	130. 0	112. 0	51. 0	45. 5	40. 0	75. 7	49. 65
	平均	129. 5	113. 0	63. 2	53. 8	50. 3		
	CV %	0. 32	1. 25	13. 62	12. 90	15. 90		
晋麦 49 号	6	103. 0	85. 0	63. 0	59. 0	56. 0	73. 2	24. 66
	12	106. 0	90. 0	53. 5	50. 0	40. 0	69. 5	34. 36
	24	112. 0	78. 0	45. 0	37. 5	36. 0	61. 7	47. 64
	平均	107. 0	84. 3	53. 8	48. 8	46. 7		
	CV %	3. 50	5. 84	13. 66	18. 05	17. 61		
Covon	6	71. 0	70. 0	69. 5	69. 0	69. 0	69. 7	1. 07
	12	67. 0	65. 5	66. 5	65. 5	65. 5	66. 0	0. 96
	24	51. 0	49. 5	48. 0	47. 5	46. 0	48. 4	3. 54
	平均	63. 0	61. 7	61. 3	60. 7	60. 2		
	CV %	13. 72	14. 27	15. 50	15. 53	16. 82		
Ex calibur	6	63. 5	63. 0	60. 5	61. 5	62. 0	62. 1	1. 72
	12	54. 5	54. 0	51. 0	50. 5	51. 0	52. 2	3. 24
	24	42. 0	40. 5	38. 0	37. 0	36. 5	38. 8	5. 44
	平均	53. 3	52. 5	49. 8	48. 7	49. 8		
	CV %	16. 53	17. 61	18. 51	20. 17	20. 96		
晋春 9 号	6	66. 5	66. 5	65. 5	64. 5	63. 0	65. 2	2. 03
	12	52. 0	51. 5	51. 0	51. 0	50. 5	51. 2	1. 00
	24	40. 0	39. 0	38. 0	36. 5	36. 5	38. 0	3. 63
	平均	52. 8	52. 3	51. 5	50. 5	50. 0		
	CV %	20. 51	21. 48	21. 81	22. 24	21. 65		

表 3 不同品种在不同温光处理条件下的穗分化进程

春化 时间	苗龄 (d)	日期 (月- 日)	Cardinal			Hareu			Mercia			京 841			晋麦 49			Covon			Excalibur			晋春 9 号		
			6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24
0	20	01- 05	1	2	3	1	1	2	1	3	3	1	2	3	2	3	4	1	2	4	2	4	8	1	4	8
	26	01- 11	1	2	3	2	2	3	1	3	3	1	2	3	2	3	4	2	3	6	3	7	9	2	6	9
	50	02- 04	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	7	7	10	8	9	10	8	10	10
	70	02- 23	3	4	3	3	3	3	6	4	3	3	3	3	4	4	4	10	10		10	10		10		
15	20	01- 05	1	3	3	1	2	3	1	3	3	1	3	3	2	3	4	1	2	5	3	6	8	1	4	7
	26	01- 11	3	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	3	4	4	2	4	7	4	7	8	2	6	8
	50	02- 04	2	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	6	7	10	8	9	10	8	10	10
	70	02- 23	3	4	3	4	3	4	6	4	4	3	4	3	4	4	4	10	10		10	10		10		
30	20	01- 05	1	3	4	1	2	3	1	3	4	1	3	4	2	4	4	1	3	6	3	6	8	1	5	8
	26	01- 11	2	3	4	2	3	3	1	3	5	2	3	4	3	4	7	2	4	8	4	8	9	3	8	9
	50	02- 04	4	4	4	4	5	8	5	7	9	7	5	10	7	10	10	6	8	10	9	10	10	8	10	10
	70	02- 23	6	4	6	9	9	10	10	10	10	10	10		10			10	10		10			10		
45	20	01- 05	1	4	4	1	2	4	1	2	5	1	4	7	3	6	8	1	3	7	3	6	9	2	5	8
	26	01- 11	2	4	6	1	3	4	2	4	8	3	6	8	5	7	9	2	4	8	5	8	10	3	7	9
	50	02- 04	7	9	10	5	7	9	7	7	10	9	10	10	9	10	10	7	8	10	9	10		8	10	10
	70	02- 23	10	10		9	10	10	10	10		10			10			10	10		10			10		
60	20	01- 05	2	5	7	1	3	4	1	3	7	3	6	8	4	7	8	1	3	7	4	6	8	2	5	8
	26	01- 11	3	5	8	1	4	6	2	4	8	4	7	9	5	8	9	2	4	8	5	8	9	3	8	9
	50	02- 04	7	10	10	6	7	9	7	9	10	9	10	10	9	10	10	7	8	10	9	10	10	9	10	10
	70	02- 23	10			10	10	10	10	10		10			10			10	10		10			10		

注: 1 为圆锥期; 2 为伸长期; 3 为单棱期; 4 为二棱期; 5 为护颖分化期; 6 为小花分化期; 7 为雌雄蕊分化期; 8 为药隔期; 9 为孕穗期; 10 为抽穗期。

条件下, 短日处理的穗分化可达小花分化期, 长日的仍处于二棱期以前。当春化处理 30 d 以上时, 所有品种穗分化都有随春化时间延长而加快的趋势, 同时表现出长日加快穗分化的特性和春化与长日的正互作效应。但品种之间仍存在着明显的差异, 美国 Cardinal 品种随春化时间延长穗分化加快更为明显, 如 30 d 处理春化处理苗龄期 70 d 时, 仍不能抽穗, 其长日效应不明显。到 45 d 春化处理时, 才能正常抽穗, 同时表现出长日效应。而其余 4 个品种在 30 d 春化条件下都能正常抽穗, 表现出长日效应。供试的中英品种主要差异表现为同样条件下, 中国品种在 50 d 苗龄期时抽穗, 而英国品种才到药隔或孕穗期。

2.3 温光对小麦发育的作用力分析

为了进一步分析温光互作对不同小麦品种发育进程的相对作用力大小, 以苗穗期变异为指标, 求算计算方程为: 春化作用力(%)= 春化处理方差/ 总方差× 100; 光照作用力(%)= 光照处理方差/ 总方差× 100; 温光互作用力(%)= 温光互作方差/ 总方差× 100。计算结果列于表 4。

表 4 表明, 对冬性品种春化的作用力达 70% 以上, 光照作用力都在 5% 以下; 而对于春性品种春化作用力在 3% 以下, 光照作用力达 90% 以上。表明冬性品种的发育进程主要受春化作用的影响, 而春性品种主要受光照作用的影响。此外, 具有短日效应的英国品种和晋麦 49

号表现出较明显的温光互作效应, 且均表现为正互作, 即随着春化时间的延长, 品种对光照的敏感性增大。

3 结论与讨论

参试的冬性小麦品种具有冬小麦的共同特性, 即对春化反应的敏感性远大于对日长反应的敏感性。但英、美参试品种表现出与中国品种不同的特点, 英国参试品种在春化不满足时表现出明显

短日促进发育特性, 春化满足后表现长日效应, 这与我国超强冬性肥麦品种相类似; 但肥麦由短日敏感向长日敏感转折点的春化累积量要求在 50~ 60 d^[7], 而英国参试小麦为 30 d 左右, 表明虽然英国小麦有较强的短日效应, 但要求的春化累积量较低。这与英国高纬度、低海拔、冬季短日的生态条件有关。美国参试品种春化累积量要求较高, 类似我国强冬性品种, 但它却无春化不满足时的短日效应。在日长反应上类似我国冬性小麦, 即春化不满足时, 也表现较弱的长光效应。因而在中熟冬麦区种植, 由于春化累积量不足表现为生育期较长, 成熟偏晚。

参试的春性小麦品种都具有春性小麦的基本特性, 即长日敏感性和春化不敏感性, 但品种间表现程度不同。对长日敏感性, 中国品种强于澳大利亚品种和英国品种, 而澳大利亚品种又强于英国品种; 对春化反应 3 个品种的强弱顺序则相反, 中国晋春 9 号基本属于无春化反应类型, 而英国和澳大利亚春小麦都具有一定春化增加光敏感性的特点, 这与品种来源的地理纬度、生态环境有直接关系, 类似我国南方春性小麦。

品种的温光作用力反映小麦发育过程中温光作用的主次关系。春性小麦的发育以光照作用为主, 冬小麦的发育以春化作用为主, 具有短日效应的品种和弱冬性小麦具有较大的温光互作效应。

表 4 温光对不同品种苗穗期的作用力

品种	春化作用力	光照作用力	互作用力
Cardinal	96. 10 ^{* *}	0. 95 ^{* *}	0. 85
Hareu	80. 03 ^{* *}	3. 56 ^{* *}	15. 95 ^{* *}
Mercia	76. 23 ^{* *}	4. 81 ^{* *}	17. 91 ^{* *}
京 841	95. 95 ^{* *}	1. 89 ^{* *}	1. 48
晋麦 49 号	69. 75 ^{* *}	3. 68	24. 20 ^{* *}
Covon	1. 05	96. 97 ^{* *}	0. 41 [*]
Ex calibar	2. 54 [*]	94. 80 ^{* *}	0. 40 [*]
晋春 9 号	0. 86	97. 54 ^{* *}	0. 18

注: * 为方差检验显著; * * 为方差检验极显著。

参考文献:

[1] 崔继林, 薛叙伦, 钱以丰, 等. 小麦阶段发育的研究[J]. 华北农学通报, 1955, (10): 5- 14

[2] 黄季芳, 李泽蜀. 中国秋播小麦春化阶段的光照阶段特性的研究[J]. 遗传学集刊, 1956, (1): 1- 35.

[3] 金善宝. 小麦生态理论与应用[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1992

[4] 苗果园, 张云亭, 侯跃生, 等. 中国小麦品种温光生态区划[J]. 华北农学报, 1993, 8(2): 33- 39.

[5] 孟惠英. 不同类型小麦品种播种及生理拔节期的温光反应[A]. 小麦生态研究[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1990. 156- 160

[6] 苗果园, 张云亭, 侯跃生, 等. 温光互作对不同类型小麦品种发育效应的研究[J]. 作物学报, 1993, 19 (6): 486- 495.

[7] 苗果园, 张云亭, 侯跃生, 等. 小麦不同类型品种温光发育的模拟与分析[A]. 小麦生态研究[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1990. 218- 226

Study on Combined Effects of Vernalization and Photoperiod on Wheat Varieties at Home and Abroad

YIN Jun, CAO Wèr xing

(Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The winter (spring) wheat varieties selected in the experiment have a characteristic of larger sensitivity to vernalization (photoperiod) than to photoperiod (vernalization). The winter wheat from UK has not only short photoperiod response similar to super strong winteriness (SSW) variety, but also a vernalization accumulative quantity (VAQ) similar to winteriness (W) variety. VAQ of winter wheat from USA is similar to strong winteriness (SW) variety, but its response to photoperiod is similar to winteriness (W) variety. The spring varieties from UK and Australia have a weak vernalization similar to the spring varieties from southern China. The difference between natural vernalization and photoperiod condition and the development characteristic of the varieties from UK and USA results in the longer growing period and late maturing in winter wheat zone of China.

Key words: Wheat; Varieties at home and abroad; Seedling-heading period; Spike differentiation; Combined effects of vernalization and photoperiod