

黑龙江春小麦品种对温度反应特性的研究

郑茂波¹, 丁海燕², 谢玉锋¹, 肖志敏³

(1. 哈尔滨学院, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 大庆师范学院, 黑龙江 大庆 163712; 3. 黑龙江省农业科学院, 黑龙江 哈尔滨 150087)

摘要:为探讨黑龙江春小麦不同生态类型品种对温度的反应特性,在严格人工控温、控光条件下,利用不同温度处理光温生态类型不同的黑龙江春小麦品种,比较分析温度对春小麦各发育阶段进程和主要产量因素农艺性状的影响。结果表明,相对高温对光温生态类型不同的春小麦品种主要产量因素农艺性状的影响存在极显著的品种间差异。为春小麦生育期结构设计、生长发育和产量形成的人工调控提供依据,进而丰富黑龙江春小麦育种理论。

关键词:春小麦;温度;生态类型;生育期

中图分类号:S512

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)07-0001-04

黑龙江省麦区是我国高纬度麦产区(N 43°25'~53°43'),不同纬度间小麦播期和成熟期可相差一月之久,使小麦同苗龄期所处的光温条件明显不同,导致适应各种生态条件小麦品种的光温反应特性存在差异。研究表明,在正常播种条件下黑龙江省春小麦品种均能通过春化作用。黑龙江省小麦品种的适应范围大小及其产量和品质稳定性高低主要取决于光照阶段感光性的强弱和光照阶段完成后对温度高低的反应程度^[1-3]。

温光因子是决定小麦生育进程主要气候因子,并使小麦的发育表现出一定特征和特性。植物发育过程是其基因在环境因子的诱导下,在一定的时间和空间组合下的顺序协调的表达。小麦感光、感温特性的作用点直接诱导幼穗的花芽分化以及幼穗分化前的营养生长,影响着小麦器官建成前的全部过程。加之黑龙江省幅员辽阔,自然光温条件差异较大,品种生态类型复杂,春小麦对光温反应特性的差异赋予了小麦品种对不同生态条件的适应特性。有关春小麦品种的光反应特性及其在不同光温条件下主要农艺性状变化规律的研究,历来是黑龙江省春小麦育种栽培所关注的理论与实践问题。

研究表明,春小麦品种光温反应特性是受遗

传控制的生理生态特性,控制小麦各阶段生长进程的快慢与各个器官形成的节奏,所以明确小麦品种的温光特性对小麦育种以及品种适应区域的确立具有重要的实践意义^[4-6]。

该研究选用具有代表性的材料,在严格的控光控温条件下,比较分析温度对不同生态类型春小麦品种各发育阶段进程和主要产量因素农艺性状的影响,进一步证实春小麦品种存在温度反应特性,以及不同基因型间春小麦品种对温度反应特性的差异,进而提新黑龙江春小麦育种理论依据,为不同生态条件下培育出光温反应适宜的新品种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

不同光温生态类型的黑龙江主栽春小麦品种为材料,材料及其光反应特性见表1。

表1 试验材料品种名称及光温反应类型

Table 1 Photo-thermo reaction types and relevant information

品种 Varieties	生态类型 Ecotypes	光温生态类型 Photo-thermo types
克丰4号 Kefeng 4	水肥型	温度反应迟钝
龙麦26 Longmai 26	水肥型	温度反应敏感
新克早9号 Xinkehan 9	旱肥型	温度反应敏感
克早16 Kehan 16	旱肥型	温度反应迟钝

1.2 方法

试验于2008年在黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所人工气候室内进行。

1.2.1 春化处理方法 将精选的小麦种子洗净,用H₂O₂进行表面消毒后将种子置于培养皿中,

收稿日期:2014-06-23

基金项目:黑龙江省自然科学基金资助项目(C200826);教育厅科学技术研究指导资助项目(11553055)

第一作者简介:郑茂波(1971-),男,黑龙江省尚志市人,博士,副教授,从事小麦遗传育种技术研究。E-mail: biotech0451@163.com。

通讯作者:肖志敏(1952-),男,研究员,博士生导师,从事春小麦生态育种研究。E-mail: xzme@163.com。

加少许水,盖上湿纱布,在温度为 25℃、相对湿度为 80% 的恒温恒湿培养箱内,进行种子萌动处理,待种子露白后,置于冰箱内,0~2℃ 低温黑暗处理 15 d,确保试验材料完全通过春化阶段,以完成小麦对春化的要求。

1.2.2 试验设计 试验采用植物智能培养室控制光照和温度,根据小麦光饱和点 24 000~30 000 lx,光补偿点 200~400 lx 要求,光照时间设置为 16 h(12 h,25 000 lx;4 h,300 lx),温度设置为 20℃ 和 25℃。试验采用盆栽,利用内径为 14 cm、深度为 15 cm 的塑料盆,取未经施肥的典型黑土充分搅拌混匀,每盆装土 0.5 kg,土壤面积为 0.015 m²。每盆均施纯 N 160.88 kg·hm⁻²、K₂O 146.25 kg·hm⁻²,每份材料种 5 盆,每盆保苗数 5 株,花盆底下用无孔盆承接,以减少水土流失,生育期间正常管理(灌溉用水的温度应与试验设置温度一致)。

1.2.3 测定项目及方法 在严格控温控光条件下,观察研究不同光温反应类型春小麦品种对培养温度差异产生的特异性反应,即出苗至拔节天数、拔节至抽穗、抽穗至成熟和生育日数,记录统计整理并进行分类研究。

2 结果与分析

2.1 温度对不同光温生态类型春小麦品种发育进程的影响

试验结果(见图 1,表 2)表明,光周期满足条件下,在春小麦生长发育温度范围内,温度适当升高可使春小麦生育期减少,说明偏高的温度可促进春小麦生育进程。

比较分析温度升高时春小麦各发育阶段的变化幅度结果表明(见表 2),在春小麦生育进程中,

表 2 温度对春小麦品种发育进程的影响

Table 2 Effect of different temperature on the growth period

品种 Varieties	克丰 4 号 Kefeng 4		龙麦 26 Longmai 26		新克早 9 号 Xinkehan 9		克早 16 Kehan 16	
	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃
出苗~拔节 Emergence~Shooting	32	31 ^{ns}	36	33 [*]	39	37 [*]	39	37 [*]
拔节~抽穗 Shooting~Heading	18	16 [*]	19	15 ^{**}	19	14 ^{**}	19	17 [*]
抽穗~成熟 Heading~Maturity	32	29 [*]	40	35 ^{**}	41	32 ^{**}	38	35 [*]
合计 Total	82	77 [*]	95	83 ^{**}	99	83 ^{**}	96	89 [*]

注: ** 表示在 0.01 水平差异显著($P<0.01$), * 表示在 0.05 水平差异显著($P<0.05$), ns 为 $P\geq 0.05$ 显著性。下同。

Note: ** mean significant difference at 0.01 level($P<0.01$), * mean significant difference at 0.05 level($P<0.05$), ns mean no significant difference. The same below.

2.2 不同温度条件变化对不同光温类型春小麦品种分蘖特征的影响

试验结果表明:在满足光周期条件下,在春小

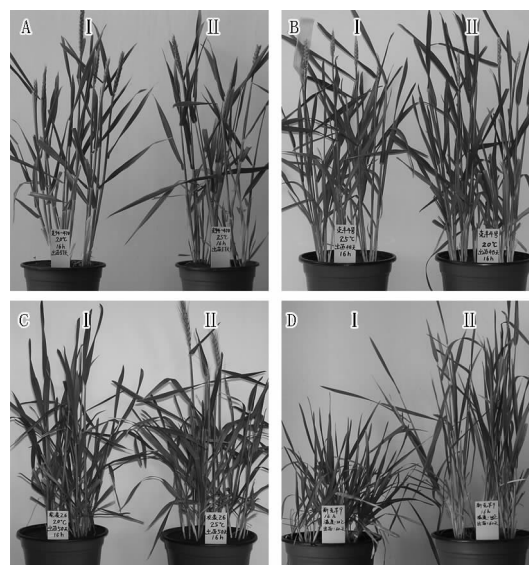


图 1 不同温度春小麦植株生长发育表现

A: 克早 16(出苗 57 d); B: 克丰 4 号(出苗 50 d); C: 龙麦 26(出苗 55 d); D: 新克早 9 号(出苗 60 d); I: 20℃; II: 25℃

Fig. 1 Growth performance of spring wheat under different temperature

A: Kehan 16(emergence for 57 d); B: Kefeng 4(emergence for 50 d); C: Longmai 26(emergence for 55 d); D: Xinkehan 9(emergence for 60 d); I: 20℃; II: 25℃

拔节至抽穗期和抽穗至成熟期对温度相对升高的反应较敏感,尤其是抽穗至成熟阶段;不同光温生态类型春小麦品种对温度升高的反应较敏感程度存在极显著的品种间差异。温度反应迟钝类型的品种克丰 4 号拔节至抽穗和抽穗至成熟期分别提前幅度为 2 和 3 d。温度反应敏感类型的品种新克早 9 号生育进程明显加快,尤其拔节至抽穗和抽穗至成熟期提前极为显著,两个发育阶段分别提前幅度为 5 和 9 d。

麦生长发育温度范围内温度升高时,表现为分蘖数增加减少,但不同光温生态类型品种间变化幅度表现为显著差异(见表 3)。

表 3 温度对春小麦品种分蘖数的影响

Table 3 The effect of temperature on tiller number of spring wheat varieties

品种 Varieties	克丰 4 号 Kefeng 4		龙麦 26 Longmai 26		新克早 9 号 Xinkehan 9		克早 16 Kehan 16	
	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃
分蘖数	6.86±	5.99±	7.21±	5.86±	5.25±	4.48±	5.46±	4.82±
Tiller number	0.21	0.35 ^{ns}	0.28	0.31*	0.27	0.26*	0.35	0.19 ^{ns}

2.3 温度变化对春小麦品种产量因素的影响

2.3.1 不同温度处理对春小麦穗部性状的影响

(1)不同温度处理对春小麦最终小穗数的影响。由表 4 可知,不同温度处理春小麦最终小穗数变化规律与不同光周期处理相似,随温度升高,春小麦小穗数减少。温度敏感类型品种对温度变化显著,不同温度处理之间小穗数可调幅度大,温度不敏感类型品种对温度变化反应不显著,不同温度处理之间小穗数相对可调幅度小。

光温试验结果表明,高温条件下,黑龙江春小麦幼穗发育中小穗数减少,小穗数减少幅度与春小麦品种对温度和光周期的敏感程度相关。

(2)不同温度处理对春小麦穗长的影响。25℃与 20℃相比穗长度减小,温度敏感品种龙麦 26 和新克早 9 号于 25℃与 20℃相比穗长度分别减小 3.00 和 2.13 cm,变化达极显著水平;温度不敏感品种克丰 4 号和克早 16 于 25℃与 20℃相比穗长度分别减少 0.63 和 0.61 cm,变化不显著。从试验结果可得出,小穗长度减短幅度与春小麦品种对温度的敏感程度显著相关。

(3)不同温度处理对春小麦穗粒数的影响。由表 4 可知,在春小麦生长发育温度范围内温度

升高时,春小麦穗粒数减少,但穗粒数减少幅度在春小麦品种不同光温生态类型间存在极显著差异。温度敏感品种新克早 9 号和龙麦 26 于 25℃与 20℃处理相比主穗粒数分别减少 17.4%和 11.5%,达极显著水平。温度不敏感品种克丰 4 号和克早 16 在 25℃与 20℃处理相比主穗粒数分别减少 4.2%和 4.9%,达显著水平。可见,温度敏感品种对温度变化显著,在不同温度处理之间主穗粒数可调幅度大,温度不敏感品种对温度反应小,不同温度处理之间主穗粒数相对可调幅度小。

(4)不同温度处理对春小麦粒重的影响。不同温度处理对春小麦千粒重均有影响(见表 4)。在春小麦生长发育温度范围内温度升高时,春小麦千粒重减少,不同温度类型品种间差异极显著。温度敏感品种对温度反应强烈,新克早 9 号和龙麦 26 在 25℃与 20℃处理相比千粒重分别减少 16.3%和 11.41%,达极显著水平;温度不敏感品种对温度反应平缓,克丰 4 号和克早 16 在 25℃与 20℃处理相比穗粒数分别减少 3.6%和 3.0%,显著水平。

表 4 不同温度条件春小麦品的产量构成因子比较

Table 4 Comparison of yield components in four ecotype cultivars under different temperature

品种 Varities	穗长/cm Spike		每株穗数/个 Ears		主穗小穗数/个 Spikelets number		主穗粒数/粒 Grains of		千粒重/g 1000-grain		株粒重/g Grain weight		株粒数/粒 Grains	
	length		per plant		of main spike		main spike		weight		per plant		per plant	
	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃
克丰 4 号 Kefeng 4	7.63± 0.28	7.0± 0.54*	6.47± 0.36	5.89± 0.42*	14.0± 1.82	13.6± 1.47 ^{ns}	33.2± 3.47	31.8± 4.12 ^{ns}	28.2± 2.82	26.9± 1.99 ^{ns}	4.60± 0.38	4.51± 0.16*	166.7± 16.2	164.1± 14.6 ^{ns}
龙麦 26 Longmai 26	12.2± 0.81	9.2± 0.64**	6.29± 0.54	4.38± 0.39**	17.2± 0.98	15.1± 1.39**	50.4± 3.67	44.6± 2.97**	36.8± 2.71	32.6± 2.33**	4.75± 0.41	3.59± 0.36**	187.1± 17.3	162.3± 17.1**
新克早 9 号 Xinkehan 9	9.14± 0.74	7.01± 0.39**	5.18± 0.47	3.24± 0.38**	16.4± 1.28	13.6± 1.17**	39.1± 2.55	32.3± 3.45**	36.7± 4.10	30.7± 2.14**	5.68± 0.51	4.35± 0.29**	168.3± 18.2	143.6± 17.5**
克早 16 Kehan 16	9.54± 0.91	8.93± 0.53*	5.34± 0.63	4.48± 0.48*	18.6± 0.79	17.5± 1.51 ^{ns}	48.6± 2.87	46.2± 3.64 ^{ns}	39.0± 3.65	37.8± 2.77 ^{ns}	5.86± 0.37	5.71± 0.32 ^{ns}	169.1± 14.3	167.5± 19.7 ^{ns}

2.3.2 不同温度处理对春小麦株粒重和株粒数的影响 试验数据表明,光周期增加时,春小麦株粒数减少明显,且不同光周期反应类型品种间差异极显著,但株粒重无显著差异(见表4)。

由表4可以得出,当光周期条件满足情况下,春小麦生育期温度偏高时,株粒数减少,株粒重降低,不同温度反应类型品种间差异显著。温度敏感品种对温度反应强烈,新克早9号和龙麦26在25℃与20℃处理相比株粒数和株粒重分别减少13.4%、25.3%和14.8%、22.9%,达极显著;温度不敏感品种对温度反应平缓,克丰4号和克早16在25℃与20℃处理相比穗粒数分别减少1.56%、1.95%和0.95%、2.56%,差异不显著。

综上所述,黑龙江春小麦阶段发育在满足光照阶段的日照长度要求之后,存在对相对高温反应敏感的发育阶段,尤其在拔节至抽穗和抽穗至成熟期,以温度为主导生态环境因素较为明显。且春小麦在该阶段对相对高温反应的敏感性在不同光温生态类型品种间差异显著。对温度反应的敏感性程度决定着黑龙江春小麦中后期生长发育速度和强度。

温度敏感生态类型品种当生态环境温度高时生长发育加快,使其早熟,但籽粒灌浆时间短、强度小,致使千粒重低产量潜力得不到发挥。该生态类型在黑龙江省南部地区能使其品种避免高温逼熟的伤害,保证品种产量和品质的稳定。该生态类型品种在黑龙江省温度较低的北部地区使其品种中后期生长发育速度缓慢,易受到雨季夏涝的损害,其品种产量和品质的高优及稳定性难以保证。所以黑龙江省北部麦区大面积推广主栽品种大多为温度反应迟钝型品种。已实现春小麦品种对光、温、水等自然环境资源的深度利用,实现黑龙江春小麦生产的高产、高效、优质。

3 结论与讨论

光照和温度直接影响小麦的生长和发育。生长和发育是作物个体发育中的两种现象,生长是发育的基础。小麦品种对光照和温度的反应特性决定着小麦是否能够进入生殖生长阶段,是其确立小麦品种在时空上的区域分布的重要依据。因此对小麦光温反应特性的研究对加快小麦育种、成功引种和栽培管理措施的实施具有重要意义。

拔节期之后,由于在田间条件下,日照长度已能满足光周期需要,日均温度成为此时春小麦生长发育的主导生态因子,分化速度随日均温升高而加快。

所以拔节期过后黑龙江春小麦个体生长发育主要表现为积温效应,不同光温生态类型春小麦品种间存在对相对高温感应及反应能力特性方面的差异。

穗粒的形成,即受基因型控制,也与外界环境条件密切相关。因此,分析同一条件下不同基因型或不同条件下同一基因型穗部构成因素对穗粒数的作用,均有助于对穗粒形成和调控的正确认识。研究结果表明:提高品种的光周期敏感度和选择温度反应迟钝类型的小麦品种,增加小穗数,是大穗育种的重要途径^[5]。

温度敏感生态类型品种当生态环境温度高时生长发育加快,使其早熟,但籽粒灌浆时间短、强度小,致使千粒重低产量潜力得不到发挥。该生态类型在黑龙江省南部地区能使其品种避免高温逼熟的伤害,保证品种产量和品质的稳定。该生态类型品种在黑龙江省温度较低的北部地区使其品种中后期生长发育速度缓慢,易受到雨季夏涝的损害,其品种产量和品质的高优及稳定性难以保证^[7]。所以黑龙江省北部麦区大面积推广主栽品种绝大多为温度反应迟钝型品种。已实现春小麦品种对光、温、水等自然环境资源的深度利用,实现黑龙江春小麦生产的高产、高效、优质。

黑龙江省北部春小麦主产区,品种光温特性应表现出的特征:生育前期发育缓慢,形态上苗期匍匐,起身晚(拔节期较晚),具有较强的幼穗分化能力;中后期发育较快,及较高的灌浆速度、强度。在整个生育时期上节约时间的前提下,在保证后期正常完成灌浆过程的基础上,提早成熟,保证黑龙江省春小麦实现优质高效生产的生产模式。

参考文献:

- [1] 肖步阳. 春小麦生态育种[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [2] 肖志敏. 春小麦不同光温反应型与生态育种关系[J]. 黑龙江农业科学, 1992(3): 1-5.
- [3] 肖志敏. 春小麦生态遗传变异规律与杂种后代及稳定品系处理关系的研究[J]. 麦类作物学报, 1998, 18(6): 4-8.
- [4] Slafer G A, Rawson H M. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: A reexamination of some assumptions made by physiologists and modellers[J]. Aust J Plant Physiol, 1994, 21: 293-426.
- [5] 李文雄, 曾寒冰. 春小麦穗粒数调控途径[J]. 东北农业大学学报, 1994, 25(1): 1-9.
- [6] 崔金梅, 郭天财. 小麦的穗[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [7] 辛文利, 肖志敏, 祁适雨. 春小麦光温反应型与产量稳定性的关系[J]. 作物杂志, 1993(4): 6-8.