

光温生态因子对冬小麦幼穗分化的影响研究*

薛 香 郜庆炉

(河南科技学院 新乡 453003)

摘 要 对不同播期3个不同生态类型冬小麦品种幼穗分化进程系统观察研究结果表明,单棱期和二棱期为冬小麦对光温最敏感时期,其他幼穗分化发育时期对光温的反应与品种生态类型有关,试验播期范围内光温生态因子对冬小麦幼穗发育进程的影响作用以温度为主,气候变暖下通过调整播种期可调控冬小麦的幼穗发育进程。

关键词 冬小麦 光温生态因子 幼穗分化

Effects of daylength and temperature on the spike differentiation of winter wheat. XUE Xiang ,GAO Qing-Lu(Henan Institute of Science and Technology ,Xinxiang 453003 ,China),*CJEA* 2005 ,13(4) :56~59

Abstract The spike differentiation processes of 3 winter wheat varieties under different sowing dates were studied. The results show that the excessive sensitive stages to daylength and temperature are single and double ridge stages of winter wheat ,however the sensitivity of other stages to those is related to the ecological type of winter wheat. The major factor which affects the spike differentiation is the mean daily temperature in the experiment ,therefore ,the progress of spike differentiation of winter wheat could be regulated by controlling sowing date as climate becoming warm.

Key words Winter wheat ,Daylength and temperature ,Spike differentiation

(Received Aug. 9 ,2004 ;revised Sept. 17 ,2004)

早在20世纪初小麦光温反应问题就成为世界作物科学研究的重点,国内外一些学者在自然和人工控制条件下都曾开展过光、温因子对小麦幼穗分化影响的研究^[1~5]。随着全球气候的变化,小麦生长的生境也发生了较大变化,特别是秋末初冬气候变暖直接影响小麦幼穗的分化发育^[6]。本试验研究了光温生态因子对冬小麦幼穗分化发育的影响,为冬小麦高产、稳产提供依据。

1 试验材料与方法

试验选择河南省半冬性小麦品种“豫麦54”、春性小麦品种“豫麦18”和强春性小麦品种“豫麦63”为供试材料,于1999~2001年在河南科技学院校内试验田(河南辉县,北纬35°27′)进行,试验田土壤质地为中壤,0~20cm土层土壤有机质含量21g/kg,水解氮104mg/kg,速效磷12.77mg/kg,速效钾111.57mg/kg。小麦播期为9月26日~12月5日,每5d1个播期。小区面积9m²,基本苗225万株/hm²,田间管理措施同常规高产麦田。小麦出苗后每小区取有代表性5株植株进行观测,记载小麦株高、叶龄、分蘖数、穗分化进程及冻死情况。其中秋、春季取样间隔为3d,冬季间隔7d,至四分体期形成后停止观测,气象资料由河南省辉县市气象局提供。

2 结果与分析

2.1 冬小麦幼穗分化进程及各分化时期持续时间

不同生态类型品种、不同播期小麦幼穗分化进程存在明显差异,不同小麦品种进入单棱期的时间差异较小,进入二棱后各幼穗分化时期则表现出随品种春性增强而提早的趋势。但随幼穗分化的进行,各品种间差异逐渐减小。播期间差异则表现为随播期的推迟,进入各幼穗分化时期的时间后延;不同播期自播种至进入各幼穗分化时期所需天数,在幼穗分化前期差异较大,但当“豫麦54”、“豫麦18”和“豫麦63”分别进入护颖分化期、雌雄蕊分化期和药隔分化期后逐渐趋于相对稳定(见表1)表明冬小麦幼穗分化进入各时期的时间强春性品种>春性品种>半冬性品种,且播期对幼穗分化前期影响较大。由表1可知幼穗分化自开

* 河南省高校青年骨干教师项目(2002-240)和河南省教育厅科技攻关项目(20012100005,2003210084)资助

收稿日期 2004-08-09 改回日期 2004-09-17

始至结束所需总天数“豫麦 54”为 40~177d；“豫麦 18”为 37~165d；“豫麦 63”为 34~164d，经方差分析，小麦品种和播期间均存在极显著差异 ($F_{\text{品种}} = 25.97^{**}$, $F_{\text{播期}} = 87.88^{**}$)。小麦幼穗分化各发育时期持续天数

表 1 不同播期冬小麦幼穗分化时期持续时间

Tab.1 The continued days of various spike differentiation phases of winter wheat under different sowing time

品 种 Varieties	日期(月·日) Dat(month·day)								播 种 ~ 单 穗 初 ~ 二 穗 初 ~ 护 颖 初 ~ 小 花 分 化 ~ 雌 蕊 初 ~ 药 隔 初 ~						
	播 种 期 Sowing date	单 穗 期 Single ridge stage	二 穗 期 Double ridge stage	扩 颖 分化期 Glume diff. stage	小 花 分化期 Floret diff. stage	雌 蕊 分化期 Pistil diff. stage	药 隔 分化期 Anther diff. stage	四 分 体 期 Tetrad diff. stage	播 种 期/d Sowing to single ridge	单 穗 初/d Single to double ridge	二 穗 初/d Double ridge to glume	护 颖 初/d Glume to floret diff.	小 花 分 化 初-雌 蕊初/d Floret to pistil and stamen diff.	雌 蕊 初-药 隔初/d Pistil to anther	药 隔 初-四 分体 初/d Anther to tetrad diff.
豫麦 54	09-26	10-21	11-13	03-11	03-12	03-18	03-24	04-07	25	23	116	1	6	6	14
	10-01	10-23	11-16	03-12	03-13	03-19	03-25	04-08	22	24	114	1	6	6	14
	10-06	10-26	11-30	03-13	03-14	03-20	03-26	04-09	20	35	1104	1	6	6	14
	10-11	11-05	12-10	03-14	03-15	03-21	03-27	04-09	25	35	95	1	6	6	13
	10-16	11-13	03-02	03-14	03-16	03-21	03-27	04-10	28	110	12	2	5	6	14
	10-21	11-16	03-02	03-15	03-17	03-22	03-28	04-10	26	107	12	2	5	5	14
	10-26	11-23	03-05	03-15	03-17	03-22	03-29	04-11	28	103	10	2	5	7	13
	10-31	11-26	03-05	03-16	03-18	03-23	03-29	04-12	26	100	11	2	5	6	14
	11-05	11-30	03-08	03-17	03-18	03-23	04-01	04-13	25	99	9	1	5	9	12
	11-10	12-15	03-11	03-18	03-20	03-25	04-01	04-14	35	87	7	2	5	7	13
	11-15	01-20	03-14	03-21	03-23	03-26	04-05	04-16	66	54	7	2	3	10	11
	11-20	03-02	03-17	03-26	03-28	03-30	04-05	04-17	102	16	9	2	2	6	8
	11-25	03-11	03-19	03-28	03-30	04-01	04-08	04-20	106	9	9	2	2	7	12
	11-30	03-14	03-22	03-29	03-30	04-01	04-08	04-21	104	9	7	1	2	4	16
12-05	03-17	03-26	03-29	04-01	04-05	04-12	04-22	102	10	3	3	4	7	10	
豫麦 18	09-26	10-21	11-14	11-23	11-30	冻 死	-	-	25	24	9	7	-	-	-
	10-01	10-23	11-16	12-15	12-23	冻 死	-	-	22	24	29	13	-	-	-
	10-06	10-26	11-23	12-20	12-29	冻 死	-	-	20	28	27	14	-	-	-
	10-11	11-09	11-30	03-02	03-05	03-08	03-17	04-01	29	21	94	2	3	9	15
	10-16	11-17	01-04	03-02	03-06	03-11	03-19	04-02	32	48	58	4	5	8	14
	10-21	11-19	03-01	03-05	03-08	03-15	03-20	04-03	29	103	4	3	7	5	14
	10-26	11-26	03-02	03-07	03-10	03-16	03-21	04-04	31	97	5	3	6	5	14
	10-31	12-03	03-02	03-09	03-11	03-17	03-23	04-05	33	90	7	2	6	6	13
	11-05	12-19	03-05	03-14	03-17	03-23	03-29	04-07	44	77	9	3	6	6	9
	11-10	12-23	03-11	03-18	03-23	03-25	04-01	04-08	43	79	7	5	2	7	7
	11-15	01-18	03-16	03-24	03-26	03-27	04-03	04-12	62	60	8	2	1	7	6
	11-20	03-02	03-18	03-26	03-29	03-30	04-05	04-14	103	16	8	3	1	6	9
	11-25	03-08	03-20	03-28	03-30	04-01	04-07	04-16	104	12	8	2	2	7	8
	11-30	03-14	03-23	03-29	03-31	04-01	04-08	04-17	105	9	6	2	1	7	10
12-05	03-17	03-28	03-30	04-01	04-05	04-11	04-20	102	12	2	2	4	6	9	
豫麦 63	09-26	10-21	10-28	11-10	11-16	11-18	冻 死	-	25	7	13	6	2	-	-
	10-01	10-23	11-02	11-12	11-20	11-23	冻 死	-	23	9	10	8	3	-	-
	10-06	10-26	11-05	11-16	11-23	11-26	冻 死	-	20	10	11	7	3	-	-
	10-11	11-02	11-13	11-30	12-03	12-10	冻 死	-	22	11	17	3	7	-	-
	10-16	11-11	11-23	01-03	02-08	03-06	03-11	03-27	26	12	68	9	27	5	16
	10-21	11-19	12-03	02-28	03-02	03-08	03-14	03-29	29	14	87	3	6	6	15
	10-26	11-23	01-09	03-05	03-08	03-11	03-20	04-01	28	47	56	3	3	9	12
	10-31	12-06	03-02	03-11	03-14	03-17	03-26	04-06	36	87	9	3	3	9	11
	11-05	12-08	03-05	03-13	03-16	03-20	03-29	04-08	33	88	8	3	4	9	10
	11-10	12-15	03-09	03-17	03-20	03-22	03-31	04-12	35	85	8	3	3	8	12
	11-15	01-09	03-12	03-20	03-23	03-26	04-01	04-12	55	63	8	3	3	6	11
	11-20	03-02	03-14	03-23	03-25	03-27	04-02	04-12	103	12	9	2	2	6	10
	11-25	03-08	03-18	03-25	03-27	03-29	04-03	04-14	104	10	7	2	2	5	9
	11-30	03-11	03-21	03-26	03-28	04-01	04-05	04-17	102	10	5	2	4	4	9
12-05	03-17	03-27	03-27	03-29	04-02	04-05	04-17	103	6	4	2	4	3	9	

在品种、播期间均有较大差异,幼穗分化前期(伸长期、单棱期和二棱期)持续天数呈半冬性品种>春性品种>强春性品种趋势,后期持续天数则呈强春性品种>春性品种>半冬性品种趋势。由表 1 和表 2 可知,半冬

表 2 不同播期冬小麦幼穗分化时期持续时间变异系数

Tab.2 Coefficient of variation among the duration of every differentiation of wheat under different sowing time

品 种 Varieties	变异系数/% Coefficient of variation						
	伸长期	单棱期	二棱期	护颖分化期	小花分化期	雌雄蕊分化期	药隔分化期
	Elongation stage	Single ridge stage	Double ridge stage	Glume diff. stage	Floret diff. stage	Pistil and stamen diff. stage	Anther diff. stage
豫麦 54	71.18	74.98	129.99	37.03	33.71	22.31	15.40
豫麦 18	74.46	73.63	135.64	87.88	61.90	17.69	29.47
豫麦 63	54.16	104.24	122.91	59.60	122.91	33.17	21.03

性小麦品种“豫麦 54”二棱期持续天数在播期间差异最大,变异系数为 129.99%,其次为单棱期和伸长期,变异系数分别为 74.98% 和 71.18%,护颖分化期、小花分化期、雌雄蕊分化期和药隔分化

期相对较小,春性小麦品种“豫麦 18”二棱期持续天数在播期间差异最大,变异系数为 135.64%,其次为护颖分化期、伸长期、单棱期和小花分化期,变异系数分别为 87.88%、74.46%、73.63% 和 61.90%。雌雄蕊分化期和药隔分化期相对较小,强春性小麦品种“豫麦 63”二棱期、小花分化期和单棱期持续天数在播期间差异最大,变异系数分别为 122.91%、122.91% 和 104.24%,其次为护颖分化期和伸长期,变异系数分别为 59.60% 和 54.16%。雌雄蕊分化期和药隔分化期相对较小,表明播期对小麦幼穗分化伸长期、单棱期和二棱期持续时间影响最大,随品种春性增强,播期的影响可扩大至护颖分化期和小花分化期。

2.2 光温生态因子对冬小麦幼穗分化发育的影响

对不同播期小麦幼穗分化各时期经历的天数(Y)与该时期内平均气温(x_1)和平均日照长度(x_2)进行多元回归分析,建立多元回归方程。由表 3 可知半冬性小麦品种在单棱期、二棱期、小花分化期和药隔分化期,春性小麦品种在单棱期、二棱期、护颖分化期和小花分化期,强春性小麦品种在单棱期、二棱期和药隔分化期其回归方程均达极显著水平。对回归方程的偏回归系数进行 F 检验,除半冬性小麦品种二棱期回归方程中 x_1 、 x_2 2 因素分别达极显著和显著水平外,其余各时期回归方程中仅 x_1 达到极显著水平,表明 x_1 对 Y 有显著回归关系,而 x_2 对 Y 无真实回归关系, x_1 、 x_2 2 因素对各分化时期持续时间的的作用不同,Y 的长短

表 3 不同冬小麦品种幼穗分化时期与平均气温(x_1)、平均日照长度(x_2)的关系

Tab.3 Regression relation between average temperature(x_1), average sunshine length(x_2) and continued days of various spike differentiation phases of different winter wheats

品 种 Varieties	分化时期 Diff. stages	回 归 方 程 Regressive equations	F	Fb ₁	Fb ₂
豫麦 54	伸 长 期	$Y = 7.4665 - 0.1882x_1 - 0.13449x_2$	1.5250	1.4178	0.0650
	单 棱 期	$Y = 114.4751 - 6.9892x_1 - 2.7916x_2$	16.1396**	15.0003**	2.2956
	二 棱 期	$Y = 81.5660 - 16.6858x_1 + 18.5249x_2$	47.0171**	44.4074**	9.0040*
	护 颖 期	$Y = 0.4514 + 0.0637x_1 + 0.0705x_2$	1.6459	0.7504	0.8819
	小 花 分 化 期	$Y = 14.7221 - 0.8301x_1 + 0.0051x_2$	22.3291**	43.1934**	0.0012
	雌 雄 蕊 分 化 期	$Y = 9.3337 - 0.1575x_1 - 0.0642x_2$	1.1209	0.6735	0.0284
	药 隔 期	$Y = 23.5635 - 0.5770x_1 - 0.3058x_2$	20.2650**	15.4724**	2.5790
	豫麦 18	伸 长 期	$Y = 11.0651 - 0.4232x_1 - 0.1039x_2$	3.4787	3.9243
单 棱 期		$Y = 101.4164 - 6.6722x_1 - 1.5390x_2$	39.9991**	43.3024**	1.2742
二 棱 期		$Y = 55.9996 - 5.8342x_1 + 2.6683x_2$	11.2287**	13.9183**	0.5762
护 颖 期		$Y = 12.8134 - 0.4855x_1 - 0.5375x_2$	19.0464**	10.2727**	3.3268
小 花 分 化 期		$Y = 11.4457 - 0.6555x_1 + 0.0673x_2$	7.7618**	14.9355**	0.1063
雌 雄 蕊 分 化 期		$Y = 5.7088 + 0.2644x_1 - 0.4240x_2$	1.1630	1.8652	1.7508
药 隔 期		$Y = 21.8877 - 0.8553x_1 + 0.1577x_2$	0.7683	1.5240	0.0164
豫麦 63		伸 长 期	$Y = 7.4274 - 0.2682x_1 + 0.08069x_2$	0.9014	1.6921
	单 棱 期	$Y = 96.2991 - 5.0341x_1 - 5.8878x_2$	32.3755**	47.0195**	0.3858
	二 棱 期	$Y = 72.1811 - 5.4385x_1 + 0.1741x_2$	23.6112**	12.9719**	0.0016
	护 颖 期	$Y = 7.1323 - 0.3003x_1 - 0.0550x_2$	3.7210	3.5181	0.0688
	小 花 分 化 期	$Y = 16.2279 - 0.7828x_1 - 0.4542x_2$	2.4951	3.5434	0.3691
	雌 雄 蕊 分 化 期	$Y = 3.1771 - 0.2114x_1 + 0.9342x_2$	1.6637	0.4984	3.1901
	药 隔 期	$Y = 42.8896 - 2.3018x_1 + 0.0466x_2$	27.1772**	54.2233**	0.0543

表现出明显的温度效应,而日照长短效应不显著。单棱期持续时间的长短主要受日均气温影响,随温度升高,单棱期持续时间明显缩短,日均气温每增加 1°C ,半冬性、春性、强春性小麦品种单棱期分别缩短6.99d、6.67d和5.03d。早播气温较高,单棱期发育时间短,不利于形成大穗。半冬性小麦品种二棱期持续时间受光温因子的综合作用,平均气温升高使二棱期持续时间缩短,平均日照长度增加使二棱期持续时间延长。2个春性小麦品种二棱期持续时间主要受平均气温的影响,平均气温升高使二棱期持续时间缩短。日均气温每升高 1°C ,半冬性、春性和强春性小麦品种二棱期持续时间分别缩短16.69d、5.83d和5.44d,此期对温度的敏感性表现为半冬性>春性>强春性品种,而春性与强春性品种间差异较小。若小麦播种过晚,年后进入二棱期,因气温回升,其持续时间缩短,不利于增加小穗数。光温因子对“豫麦18”护颖分化期持续时间有显著影响,且平均气温起主要作用,温度每升高 1°C ,护颖分化期持续时间则缩短0.49d,而光温因子对“豫麦54”和“豫麦63”护颖分化期持续时间的影响不显著。光温因子对“豫麦54”和“豫麦18”小花分化期持续时间有极显著影响,且平均气温起主要作用,温度每升高 1°C ,小花分化期持续时间分别缩短0.83d和0.66d,而光温因子对“豫麦63”小花分化期持续时间的影响不显著。光温因子对“豫麦54”和“豫麦63”药隔分化期持续时间有极显著影响,且平均气温起主要作用,温度每升高 1°C ,药隔分化期持续时间分别缩短0.58d和2.30d,而光温因子对3个小麦品种伸长期和雌雄蕊分化期持续时间的影响均不显著,表明晚播小麦幼穗分化中后期温度较高,幼穗分化速度快、时间短,最终将影响小穗、小花发育,穗粒数减少。

3 小 结

光温生态因子对冬小麦幼穗发育进程的影响因品种生态类型不同而有较大差异,半冬性小麦品种主要表现在单棱期、二棱期、小花分化期和药隔分化期,春性小麦品种主要表现在单棱期、二棱期、护颖分化期和小花分化期,而强春性小麦品种主要表现在单棱期、二棱期和药隔分化期。光温生态因子对单棱期和二棱期的影响不受品种生态类型的限制,故单棱期和二棱期冬小麦对光温最敏感,其他幼穗分化发育时期对光温的反应与小麦品种生态类型有关。光温生态因子中平均气温对冬小麦幼穗发育进程起极显著作用,平均日照长度仅在半冬性小麦品种二棱期起显著作用,本试验播期范围内光温生态因子对冬小麦幼穗发育进程的影响以温度为主。根据冬小麦幼穗发育进程中光温变化规律,可通过调整播种期调控光温生态因子对冬小麦幼穗发育进程的影响,特别是气候变暖情况下通过调整播种期调控冬小麦幼穗发育进程,使冬小麦幼穗发育进程处于有利的光温环境中,有利于冬小麦高产优质栽培。

参 考 文 献

- 1 李存东,曹卫星,戴廷波等.小麦不同品种和播期对发育阶段的效应.应用生态学报,2001,12(2):218~222
- 2 吕敬先,盛承师.小麦形成大穗的生态学基础.应用生态学报,1996,7(1):27~32
- 3 季书勤,吕印谱,宋保谦.不同生态型小麦品种的温光反应特性.华北农学报,2000,15(2):63~66
- 4 马翎健,何蓓如.小麦幼穗分化与产量性状间的关系及遗传研究.湖北农学院学报,1999,19(3):272~275
- 5 米国华,李文雄.小麦幼穗分化的温光反应研究.东北农业大学学报,1996,27(2):124~131
- 6 郜庆炉,薛 香,梁云娟等.暖冬气候条件下调整小麦播种期的研究.麦类作物学报,2002,22(2):46~50