

陇南雨养旱区播期与密度对冬小麦 产量与品质的影响

张耀辉¹, 宋建荣^{1*}, 岳维云¹, 周喜旺¹, 何春雨²

(1. 天水市农业科学研究所/国家小麦改良中心天水分中心, 甘肃 天水 741010; 2. 甘肃省农科院小麦研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 通过田间试验和室内品质分析, 研究了播期和密度对冬小麦天选 45 号产量和品质的影响。结果表明: 随着播期的推迟, 小麦的产量降低, 通过增加密度可以提高小麦成穗数, 达到提高产量的目的。从播期与密度互作对产量影响来看, 适宜播种期为 9 月 25 日至 10 月 1 日, 播量随播期的推迟而增加, 基本苗由 9 月 25 日的 390 万/hm² 增加到 10 月 1 日的 570 万/hm²。但随播期的推迟, 粗蛋白含量和沉降值呈降低趋势, 湿面筋含量、面团形成时间和面团稳定时间呈上升趋势; 当密度为 390 万/hm² 时, 蛋白质含量、湿面筋含量最大, 分别为 14.24% 和 31.72%。因此, 可根据需要, 确定最适的播期和种植密度, 使产量和品质协调统一。

关键词: 冬小麦; 播期; 密度; 产量; 品质; 雨养旱区

中图分类号: S512.1⁺¹

文献标识码: A

文章编号: 1000-7601(2011)06-0074-05

冬小麦是甘肃省陇南地区重要的粮食作物, 常年播种面积在 23 万 hm² 左右, 面积占全省冬小麦的 40%^[1], 其产量高低、品质优劣, 对稳定该区乃至甘肃粮食供需形势具有重大意义。该地区降水偏少, 加之季节分配错位, 致使旱地小麦生产常受到严重威胁^[2]。而小麦籽粒产量和品质, 既受遗传因素控制, 也受生态环境和栽培措施影响^[3]。有关播期或密度对小麦产量和品质的影响, 诸多学者进行了研究。其研究表明, 播期对小麦籽粒产量有显著的影响, 在一定范围内, 随播期推迟, 小麦产量下降^[4,5], 籽粒的总体加工品质有所改善, 但不同地域环境和不同品种条件下得到的研究结果不尽一致^[6,7]。密度对小麦的产量和品质也有一定影响^[8]。本文研究播期和密度对冬小麦产量和品质的影响, 旨在确定陇南雨养旱区冬小麦适宜的播期和密度, 为加快冬小麦在天水旱地的推广及冬小麦高产优质栽培技术提理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地基本概况

试验于 2009~2010 年设在甘肃省天水市农科所山地小麦试验育种基地中梁试验站, 海拔 1 630 m, 属二阴山旱地。试验地土壤为黄绵土, 前茬小麦, 土壤含量有机质 13.6 g/kg、全氮 1.35 g/kg、全磷 0.56 g/kg、氧化钾 1.32 g/kg、碱解氮 45 mg/kg、速效

磷 11 mg/kg。播前施稀粪 11 250 kg/hm²、尿素 210 kg/hm²、磷二铵 210 kg/hm², 并畜耕翻入土内, 其它栽培管理同一般旱地大田小麦。

1.2 试验材料

供试品种为天水市农科所育成的旱地冬小麦新品种天选 45 号, 其母本为 15th12, 父本为 8845-①-①。生育期 267~270 d, 株高 96 cm, 成穗 375~450 万/hm², 穗粒数 33.0 粒, 千粒重 38.0~41.0 g。2005~2006 年省陇南片半山组区域试验, 平均产量 5 485.5 kg/hm², 较对照增产 16.3%。2006 年生产试验, 平均产量 4 082.55 kg/hm², 较对照增产 10.39%。容重 820.0 g/L, 含粗蛋白 14.97%, 湿面筋 33.3%, 沉降值 33.2 mL, 吸水率 63.2%, 形成时间 6.2 min, 稳定时间 5.0 min, 拉伸面积 56 cm², 延伸性 152 mm, 最大抗拉阻力 255 EU。

1.3 试验设计

试验采用播期、密度二因素随机区组设计。播期设 3 个水平: 9 月 25 日、10 月 1 日、10 月 7 日。播种密度设 4 个水平: 基本苗 300、390、480 和 570 万/hm²。共 12 个处理, 3 次重复, 小区面积 24 m², 人工播种。

1.4 测定项目及方法

观察记载各处理在越冬前和拔节前主要农艺性状、生育进程、茎蘖动态; 收获时取样考种, 实收计产。水分的测定按照国家标准(GB5497-85), 粗蛋

收稿日期: 2011-05-10

基金项目: 国家星火计划重点项目(2010GA860003); 公益性行业(农业)科研专项经费项目(200903035)

作者简介: 张耀辉(1975-), 男, 助理研究员, 主要从事小麦育种及栽培研究。E-mail: ts-zyh@163.com。

* 通讯作者: 宋建荣(1963-), 男, 研究员, 主要从事小麦育种及栽培研究。E-mail: tskd228202@163.com。

白的测定按照国家标准(GB5511—85),湿面筋含量测定按照国家标准(GB/T14608—93),用 BRABENDER 仪器,沉淀值试验参照 AACC,面团形成时间、面团稳定时间测定按照国家标准(GB/T14614—93)进行分析。结果与分析部分所用资料均为 3 个重复平均值。

1.5 数据分析

本试验数据用用 DPS3.01 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 播期与密度对冬小麦产量及其构成因素的影响

2.1.1 播期 由表 1 可知,随着播期的推迟,穗粒数有所下降,而成穗数、千粒重和产量先上升后下降。产量从 9 月 25 日的 3 876.15 kg/hm² 上升到 10 月 1 日的 3 906.23 kg/hm²,后又下降到 10 月 7 日的 3 726.11 kg/hm²,降幅为 150 kg/hm²。对产量构成因素的影响,随着播期的推迟,成穗数先上升后下降,当播期从 9 月 25 日推迟到 10 月 1 日时,成穗数从 500.45 万穗/hm² 上升到 562.99 万穗/hm²,推迟到 10 月 7 日时,成穗数从 562.99 万穗/hm² 下降到 522.08 万穗/hm²。千粒重先上升后下降,从 9 月 25 日的 42.05 g 上升到 10 月 1 日的 42.29 g,后下降到 10 月 7 日的 41.32 g,只有 10 月 1 日与 10 月 7 日播种千粒重新差异显著。穗粒数随着播期的推迟略微下降,从 9 月 25 日推迟到 10 月 7 日,每穗粒数从 28.71 粒减少到 27.41 粒,减少了 4.7%,但差异不显著。说明:播期对每穗粒数的影响不明显,对产量的影响主要表现在成穗数和千粒重上。

表 1 播期与产量及其构成因素的关系
Table 1 Relationship between sowing date and yield and yield fractors

播种期 (月—日) Sowing date (m—d)	成穗数 Ear number (10 ⁴ /hm ²)	穗粒数(粒) Kernel numbers per ear	千粒重 1000-kernel weight (g)	产量 Yield (kg/hm ²)
09—25	500.45 _a	28.71 _a	42.05 _{ab}	3876.15 _a
10—01	562.99 _a	28.60 _a	42.29 _a	3906.23 _a
10—07	522.08 _a	27.41 _a	41.32 _b	3726.11 _b

注:表中数据为表 3 中相关值的平均值。
Note: Data in the table are the mean of correlation values in table 3.

2.1.2 密度 由表 2 可知,密度对成穗数影响明显,差异显著,当基本苗从 300 万/hm² 增加到 570 万/hm² 时,成穗数先下降后上升,从 500.45 万穗/hm² 下降到 475.55 万穗/hm²,后上升到 652.95 万穗/hm² 但只有基本苗 570 万/hm² 的处理与其它

处理差异显著。随着密度的加大,穗粒数先增加后减少,差异显著,当基本苗为 390 万/hm² 时,穗粒数最高为 30.96 粒,当密度再增加时,穗粒数开始下降,这是由于播种密度增加,穗数增加,群体大,透光透风差,养分供应不足,导致穗变小,穗粒数下降。密度的增加对千粒重影响较小,随着密度的增加,千粒重略有下降,但差异不显著。播种密度对小麦产量也有影响,总体表现为,随着基本苗的增加,产量增加。基本苗由 300 万/hm² 增加到 570 万/hm² 时,产量由 3 536.20 kg/hm² 增加至 3 996.15 kg/hm²,产量增加了 13.0%,但经方差分析,基本苗 390、480、570 万/hm² 三个处理间差异不显著,说明基本苗超过 390 万/hm² 后,增加密度对产量的影响不明显。

表 2 密度与产量及其构成因素的关系
Table 2 Relationship between planting density, yield and yield factors

基本苗 Planting density (10 ⁴ /hm ²)	成穗数 Ear number (10 ⁴ /hm ²)	穗粒数(粒) Kernel numbers per ear	千粒重 1000-kernel weight (g)	产量 Yield (kg/hm ²)
300	455.40 _b	26.30 _c	42.82 _a	3536.20 _b
390	475.50 _b	30.96 _a	42.29 _a	3916.10 _a
480	499.95 _b	29.12 _b	41.14 _a	3896.20 _a
570	652.95 _a	26.58 _c	41.08 _a	3996.15 _a

注:表中数据为表 3 中相关值的平均值。
Note: Data in the table is the mean of correlation values in table 3.

2.1.3 播期与密度互作对产量及其构成因素的影响 由表 3 可知,随着播期推迟,产量先上升,后下降,但是播期和播种密度的互作效应对产量的影响不同。9 月 25 日播种,随着播种密度的增加,产量先增加后降低;10 月 7 日播种,随着播种密度的增加,产量一直增加,这是因为在晚播情况下,增加播种密度弥补了成穗数不足,从而增加了产量。播种密度相同,播期对产量的影响表现为,基本苗在 300 万/hm² 时,随着播期推迟,产量先增加后降低;密度在 390 万/hm² 时,产量一直降低;在 480 万/hm² 时,随着播期推迟产量先降低后增加;当基本苗达到 570 万/hm² 时,随播期推迟产量提高。

播期与播种密度对小麦成穗数、穗粒数、千粒重也有互作效应。在同一播期内,随播种密度增加,成穗数先减少后增加;在同一密度内不同播期间,成穗数表现不尽一致,在低密度范围内,随着播期推迟成穗数增加,在高密度范围内,随着播期推迟成穗数呈下降趋势。在同一播期内,随着播种密度的增加,穗粒数先增加后减少,而千粒重表现不尽一致。在 9 月 25 日~10 月 1 日之间,随着密度的增加,千粒重

下降,而晚播情况下,播种密度对千粒重的影响不明显。

表 3 播期、密度与产量及其构成因素的关系

Table 3 Relationship between sowing date and planting density and yield factors					
播种期(月一日) Sowing date (m-d)	基本苗 Density (10 ⁴ /hm ²)	成穗数 Ear number (10 ⁴ /hm ²)	穗粒数(粒) Kernel number per ear	千粒重 1000-kernel weight (g)	产量 Yield (kg/hm ²)
09—25	300	458.70 _{bcd}	22.40 _e	43.40 _{ab}	3504.30 _{ab}
	390	421.35 _d	37.20 _a	42.80 _{abc}	4368.00 _a
	480	440.85 _{cd}	26.45 _d	41.23 _{cd}	4020.15 _{ab}
	570	726.75 _a	28.80 _c	40.77 _d	3612.65 _{ab}
10—01	300	516.00 _{bcd}	26.60 _d	43.67 _a	3768.30 _{ab}
	390	529.35 _{bc}	30.10 _c	42.20 _{abcd}	3780.15 _{ab}
	480	523.95 _{bcd}	31.95 _b	41.20 _{cd}	3720.30 _{ab}
	570	682.65 _a	25.75 _d	42.07 _{abcd}	4356.15 _a
10—07	300	526.65 _{bcd}	29.90 _c	41.40 _{cd}	3336.00 _b
	390	475.95 _{bcd}	25.60 _d	41.87 _{bcd}	3600.15 _{ab}
	480	536.25 _{bc}	28.95 _c	41.00 _d	3948.15 _{ab}
	570	549.45 _b	25.20 _d	41.00 _d	4020.15 _{ab}

2.2 播期、密度对品质的影响

2.2.1 播期对品质的影响 由表 4 可知,播期对粗蛋白含量、湿面筋含量、沉降值、面团形成时间和面团稳定时间都有一定的影响。随播期的推迟,蛋白质含量和沉降值呈下降趋势,从 9 月 25 日推迟到 10 月 7 日,粗蛋白含量从 14.43% 下降到 14.00%,降了 0.4 个百分点,降幅为 2.86%;沉降值从 36.08 mL

下降到 32.58 mL,降幅为 10.74%。随着播期的推迟,湿面筋含量、面团形成时间和面团稳定时间明显增加,从 9 月 25 日推迟到 10 月 7 日,湿面筋含量从 30.33% 增加到 31.58%,增加了 1.25 个百分点,增幅为 4.12%;面团形成时间和面团稳定时间增幅分别为 20.04% 和 46.57%。

表 4 播期对小麦品质的影响

Table 4 Effects of sowing date on quality of wheat					
播种期(月一日) Sowing date (m-d)	粗蛋白含量 Protein content (%)	湿面筋含量 Wet gluten content (%)	沉降值 Sedimentation value (mL)	面团形成时间 Dough development time (min)	面团稳定时间 Dough stable time (min)
09—25	14.43 _a	30.33 _b	36.08 _a	4.61 _c	2.92 _c
10—01	14.24 _a	30.56 _b	34.50 _a	5.02 _b	3.48 _b
10—07	14.00 _b	31.58 _a	32.58 _b	5.58 _a	4.28 _a

注:表中数据为表 6 中相关值的平均值。
Note: Data in the table is the mean of correlation values in table 6.

2.2.2 密度对品质的影响 由表 5 可知,播种密度对粗蛋白质含量、湿面筋含量有一定的影响,当密度为 390 万/hm² 时,蛋白质含量、湿面筋含量最大,分别为 14.24% 和 31.72%。密度过大或过小都会影响小麦粗蛋白质含量和湿面筋含量,但经方差分析,差异不显著。随着播种密度的增加,面团形成时间、面团稳定时间、沉降值均呈下降趋势。密度对品质的总体影响较小。

2.2.3 播期与密度互作对小麦品质的影响 播期、密度互作效应对小麦品质有影响,随播期推迟,籽粒

蛋白质含量、沉降值、面团形成时间和稳定时间呈下降趋势(表 6)。播期一定时,小麦各品质性状随密度的变化而变化,当播期在 9 月 25 日时,粗蛋白含量随播种密度的增加而增加;当播期在 10 月 1 日时,粗蛋白含量随播种密度的增加而减少;当播期在 10 月 7 日时,随播种密度的增加,粗蛋白含量先增加后减少。随播期的推迟,沉降值、面团形成时间和稳定时间呈下降趋势,当播期一定时,又随播种密度的增加而减少。早播、密度大,易形成弱苗,不利于小麦籽粒品质的改善。

表 5 密度对小麦品质的影响

Table 5 Effects of planting density on quality of wheat

基本苗 Density (10 ⁴ /hm ²)	粗蛋白含量 Protein content (%)	湿面筋含量 Wet gluten content (%)	沉降值 Sedimentation value (mL)	面团形成时间 Dough development time (min)	面团稳定时间 Dough stable time (min)
300	14.19 _a	30.21 _a	35.11 _a	5.18 _a	3.71 _a
390	14.24 _a	31.72 _a	34.56 _a	5.09 _{ab}	3.57 _{ab}
480	14.22 _a	30.54 _a	33.78 _a	4.98 _b	3.49 _b
570	14.23 _a	30.10 _a	34.11 _a	5.04 _{ab}	3.46 _b

注:表中数据为表 6 中相关值的平均值。
Note: Data in the table is the mean of correlation values in Table 6.

表 6 播期、密度对小麦品质的影响

Table 6 The relationships among sowing date, planting density and quality of wheat

播种期 (月—日) Sowing date(m—d)	基本苗 Density (10 ⁴ /hm ²)	粗蛋白含量 Protein content (%)	湿面筋含量 Wet gluten content (%)	沉降值 Sedimentation value (mL)	面团形成时间 Dough development time (min)	面团稳定时间 Dough stable time (min)
09—25	300	14.20 _{abcd}	30.80 _{bc}	34.67 _{bcd}	4.77 _c	3.10 _{de}
	390	14.40 _{abc}	30.40 _{bc}	36.33 _{abc}	4.50 _d	2.93 _{ef}
	480	14.43 _{ab}	30.50 _{bc}	35.00 _{abcd}	4.47 _d	2.90 _{ef}
	570	14.67 _a	29.60 _c	38.33 _a	4.70 _{cd}	2.73 _f
10—01	300	14.43 _{ab}	31.20 _{ab}	36.67 _{ab}	5.23 _b	3.70 _b
	390	14.30 _{abcd}	30.43 _{bc}	35.00 _{abcd}	5.13 _b	3.43 _{bc}
	480	14.07 _{bcd}	30.27 _{bc}	33.00 _{cde}	4.87 _c	3.40 _{bcd}
	570	14.17 _{bcd}	30.33 _{bc}	33.33 _{bcd}	4.83 _c	3.37 _{cd}
10—07	300	13.93 _{cd}	31.63 _{ab}	34.00 _{bcd}	5.53 _a	4.33 _a
	390	14.03 _{bcd}	31.33 _{ab}	32.33 _{de}	5.63 _a	4.33 _a
	480	14.17 _{bcd}	30.87 _{bc}	33.33 _{bcd}	5.60 _a	4.17 _a
	570	13.87 _d	32.47 _a	30.67 _e	5.57 _a	4.27 _a

3 小结与讨论

1) 播期及播种密度的合理搭配是提高晚播冬小麦产量的有效方法。本文研究结果表明:① 随着播期的推迟,小麦的产量降低,通过增加播种密度可以提高小麦成穗数,达到提高产量的目的,这与范金萍等人研究结果基本一致^[9]。播期对千粒重影响较大。② 播种密度对千粒重的影响较小,对成穗数的影响较大。③ 播期和播种密度的互作效应对产量的影响不同。9月25日播种,随播种密度增加,产量先增加后降低;10月7日播种,随播种密度增加,产量增加,这是因为在晚播情况下增加播种密度弥补了成穗数不足,从而增加了产量。播种密度相同,播期对产量的影响表现为:基本苗在 300 万/hm²时,随播期推迟,产量先增加后降低;在 390 万/hm²时,产量随播期推迟一直降低;在 480 万/hm²时,随着播期推迟产量先降低后增加;当基本苗达到 570 万/hm²时,随播期推迟产量提高。这是由于高密度情况下,播期早,易造成群体过大,个体发育弱,导致

产量低。播期越晚,应该采用高密度种植。④ 从不同播期的平均产量看,产量高低顺序为 10 月 1 日>9 月 25 日>10 月 7 日。从产量排序来看,播种过早过晚都不利产量的提高。因此,10 月 1 日前后可作为小麦天选 45 号最适宜的播种期。从不同密度处理的平均产量看,产量高低顺序为 570 万/hm²>390 万/hm²>480 万/hm²>300 万/hm²。从产量排序来看,可将 390 万~570 万/hm²基本苗作为天选 45 号最适宜的播种密度。从播期与密度互作对产量来看,适宜播种期为 9 月 25 日至 10 月 1 日,播量应随播期的推迟而增加,基本苗应由 9 月 25 日 390 万/hm²增加到 10 月 1 日 570 万/hm²。

2) 随播期的推迟,湿面筋含量呈增加趋势,蛋白质含量和沉降值呈下降趋势,与雷钧杰、蒋纪芸等人随播期的推迟蛋白质含量增加的报道不太一致^[5,10~13],这可能是由于不同品种对播种期引起的环境条件变化的适应性不同而导致的,但还需要进一步研究。播种密度对籽粒蛋白质含量、湿面筋含量有影响,但差异不显著,这与土壤肥力条件有一定

的关系,在不同土壤肥力条件下播量对品质的影响有一定差别^[14]。播期、密度对小麦面团形成时间、面团稳定时间的影响较大,晚播能明显提高面团形成时间和稳定时间,增加密度会使面团形成时间和稳定时间降低,沉降值略有降低。

3) 总之,播期和播种密度对天选 45 号的产量和品质有一定的影响。播期对产量和品质的影响是不同步的,播种密度对产量的影响程度大于对品质的影响程度。产量最高的播期和播种密度,品质不一定是最好的,同样,品质最好的播期和播种密度,产量不一定是最高的。适当早播降低播种密度,培育壮苗;适当晚播增加播种密度,可增大群体,提高成穗数。这两者均可达到小麦高产兼顾品质的目的。因此,可根据需要,确定最佳的播种期及最佳的播种密度。

参 考 文 献:

[1] 杨文雄. 甘肃小麦生产技术指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2009:15—16.
[2] 宋建荣,岳维去,吕莉莉,等. 抗旱丰产冬小麦新品系中梁 93646 选育报告[J]. 甘肃农业科技,2005,(7):8—9.
[3] 曹卫星. 小麦品质生理生态及调优技术[M]. 北京:中国农业出

版社,2005:255—257.
[4] 雷钧杰,赵 奇,陈兴武,等. 北疆冬小麦晚秋播种生育特点的研究[J]. 新疆农业科学,2001,38(6):348—351.
[5] 蒋纪芸,阎世理,潘世禄,等. 品种、栽培条件对旱地小麦产量及其品质的影响[J]. 北京农学院学报,1988,3(2):149—157.
[6] 张 华. 京冬 8 号不同播期、密度对产量效应的研究[J]. 北京农业科学,1995,13(3):13—17.
[7] 王法宏,赵君实,荆淑民,等. 小麦不同类型品种的籽粒产量及品质在不同生态区的表现[J]. 莱阳农学院学报,1997,14(2):100—104.
[8] 王 东,于振文,贾效成,等. 播期对优质强筋冬小麦籽粒产量和品质的影响[J]. 山东农业科学,2004,(2):25—26.
[9] 范金萍,吕国锋,张伯桥,等. 播期对小麦主要品质的影响[J]. 安徽农业科学,2003,31(1):23—24.
[10] 雷钧杰,赵 奇,陈兴武,等. 播期和密度对冬小麦产量与品质的影响[J]. 新疆农业科学,2007,44(1):75—79.
[11] 兰 涛,潘 洁,姜 东,等. 生态环境和播种期对小麦籽粒产量及品质性状相关性的影响[J]. 麦类作物学报,2005,25(4):72—78.
[12] 亢福仁. 不同栽培条件对小麦籽粒产量和品质影响[J]. 榆林学院学报,2003,13(3):31—36.
[13] 潘 洁,姜 东,戴廷波,等. 不同生态环境与播种期下小麦籽粒品质变异规律的研究[J]. 植物生态学报,2005,29(3):467—473.
[14] 许为钢,曹广才,魏 昶. 中国专用小麦育种与栽培[M]. 北京:中国农业出版社,2006:188—189.

Effects of sowing date and planting density on yield and quality of winter wheat in rained dryland areas of Longnan

ZHANG Yao-hui¹, SONG Jian-rong^{1*}, YUE Wei-yun¹, ZHOU Xi-wang¹, HE Chun-yu²

(1. Tianshui Institute of Agricultural Sciences/ Tianshui Branch of China National Wheat Improvement Center,

Tianshui, Gansu 741010, China;

2. Wheat Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: The effects of sowing date and planting density on yield and quality of winter wheat variety Tianxuan 45 were studied through field tests and quality analysis. The results showed that wheat yield were decreased along with the delay of sowing date, spikes of wheat were raised through increasing planting density to improve wheat yield. From the interaction of sowing date and density, the appropriate sowing date was from September 25 to October 1, seeding rate was increased along with the delay of sowing date from september 25, 390×10^4 kernel/hm² to October 1, 570×10^4 kernel/hm². Protein content and sedimentation value were decreased, wet gluten content, dough development and sable time were increased along with the delay of sowing date. When the planting density was 390×10^4 kernel/hm², protein content and wet gluten content were the maximum value, which were 14.24% and 31.72% respectively. According the need, the proper sowing date and planting density would be determined to ensure the coordination of yield and quality of wheat.

Keywords: winter wheat; sowing date; planting density; yield; quality; rained dryland area