

种植密度对小麦生长及产量的影响

周秋峰, 于沐, 张果果 (郑州市农林科学研究所, 河南郑州 450005)

摘要 [目的]研究不同种植密度对小麦生长及产量的影响。[方法]分析了种植密度对小麦群体性状、产量及其构成因素的影响。[结果]不同种植密度对小麦的生育期影响不明显。随着种植密度增加,在返青期前单位面积的群体量明显递增,至拔节期其差距逐渐缩小,趋于接近;适宜的种植密度可以提高小麦生育期间叶片的叶绿素含量,光合产物的合成与积累有所增加。小麦各生育时期群体性状也受种植密度的显著影响,过高或过低均对小麦群体发育及产量形成不利,种植密度适宜可改善小麦群体结构,从而提高产量。[结论]该研究为提高小麦产量提供理论依据。

关键词 小麦;种植密度;越冬期;返青期;群体;生长发育;产量

中图分类号 S 512.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)20-0035-03

Effects of Planting Density on the Growth and Yield of Wheat

ZHOU Qiu-feng, YU Mu, ZHANG Guo-guo (Agricultural and Forestry Science Institute of Zhengzhou, Zhengzhou, Henan 450005)

Abstract [Objective] To research the effects of planting density on the growth and yield of wheat. [Method] We analyzed the effects of planting density on the wheat population characters, yield and its component factors. [Result] Different planting densities had no significant effects on wheat growth period. With the increase of planting density, the unit area population showed an obvious increasing trend before returning greening stage, and the gap at the jointing stage gradually narrowed and tended to be close. Appropriate planting density could increase the chlorophyll content of the leaves during wheat growth, and enhance the photosynthate production accumulation. Planting density also had significant effects on the population traits of wheat at each growth stage. Too high or low planting density was not conducive to the development of wheat population and yield formation. Appropriate planting density could improve the population structure of wheat and further increase the yield. [Conclusion] This research provided theoretical basis for enhancing the wheat yield.

Key words Wheat; Planting density; Overwintering period; Returning greening stage; Population; Growth and development; Yield

小麦的生长发育和产量受到生态环境、品种遗传、栽培措施等多方面因素影响,且不同因素影响程度不同^[1]。种植密度作为栽培措施中主要部分,对小麦群体发育、产量形成均有重要作用^[1]。合理密植是小麦获得高产的最基本要求^[2],一定范围内,随播种密度的增加,籽粒产量提高^[3]。在高密度或早播条件下,小麦群体过大,易引起茎秆质量下降,增加倒伏的风险^[4]。随着全球气候变暖,我国各小麦生态区水热条件都发生了改变,影响小麦播种及生长发育。若按照传统播种时间及密度,极可能会导致小麦群体质量下降,且不利于高产。目前我国普遍存在不同程度的播量过大问题^[2],引起小麦的群体偏大,植株旺长、茎秆瘦弱,进而引发植株易倒伏、早衰、籽粒不饱满、产量不高问题^[5]。由于品种特性、生态环境和管理水平的差异,不同生产条件下,小麦适宜播种期和种植密度往往并不一致。鉴于此,笔者分析了种植密度对小麦群体性状、产量及其构成因素的影响,为提高小麦产量提供理论依据。

1 材料与方

1.1 试验地概况 试验田土质为粘壤土,地面平整,地力上等,排灌条件好,前茬为绿肥。

1.2 试验材料 供试品种为郑农 17,半冬性,株型紧凑,分蘖力中等,株高 75 cm 左右,种子未包衣。

1.3 试验设计 试验设 6 个处理,共 6 个小区,不设重复,随机排列,每个小区面积为 45 m² (15 m × 3 m)。6 个密度处理分别为 37.5 万、75.0 万、112.5 万、150.0 万、187.5 万和

225.0 万株/hm²,分别用处理①~⑥表示。

1.4 测定项目和方法

1.4.1 小麦生育时期的观察。小麦生长过程中,主要调查并记载出苗期、分蘖期、拔节期、抽穗期、开花期、灌浆期和成熟期。田间调查方法按照农作物品种(小麦)区域试验技术规程执行。

1.4.2 分蘖数的测定。分别在小麦不同生育期,每小区选取长势均匀的 20 株植株,调查分蘖数。

1.4.3 叶绿素含量的测定。自旗叶展开之日和 RUBPcase 活性同步测定旗叶叶绿素含量。

1.4.4 室内考种。小麦成熟期,每小区选 3~5 个 1 m² 代表性样方,调查穗数,再折合成公顷穗数。每样方取 10 株考种,调查千粒重和穗粒数。

1.4.5 产量测定。成熟期每小区实打实收,根据考种数据,计算取样损失产量,合并计算最终小区产量,然后折合成每公顷产量。

2 结果与分析

2.1 不同处理对郑农 17 苗情的影响 由表 1、2 可知,随种植密度的增加,基本苗明显增加。单株分蘖、大分蘖、单株次生根均随种植密度增加而减少,但株高逐渐增加;越冬期—返青期单位面积群体量明显增加,至拔节期单位面积群体量差距渐缩小,趋于接近,麦苗主茎叶龄差异不明显。从越冬群体的生长情况来看,以种植密度 37.5~112.5 kg/hm² (处理①、②、③) 较为适宜;种植密度 150.0~225.0 kg/hm² (处理④、⑤、⑥) 的群体过大,麦苗个体长势较弱,不利于安全越冬。处理⑤和⑥在返青期的冻害比其他处理重,在拔节期叶色比其他处理略发黄,说明过大种植密度使群体偏大,导致麦苗个体发育不健壮,造成冻害,过于消耗地力,产生脱肥现象^[6]。

基金项目 河南省科学技术厅基金“小麦玉米种质资源创新与新品种的选育”(153PKJGG175)。

作者简介 周秋峰(1974—),女,河南郑州人,副研究员,从事小麦优质高产育种及栽培技术研究。

收稿日期 2018-03-15

表1 不同处理对郑农17越冬期和返青期苗情的影响

Table 1 Effects of different treatments on the seedling situation of Zhengnong 17 at overwintering and returning greening stages

生育期 Growth period	处理编号 Treatment code	基本苗 Basic seedlings 万头/hm ²	单株分蘖 Tillering number per plant 个/株	叶龄 Leaf age 片	单株大分蘖 Big tillers per plant//个/株	群体 Populations 万头/hm ²	次生根 Secondary roots //条/株	株高 Plant height cm	冻害程度 Degree of freezing injury
越冬期 Overwintering stage	①	139.5	7.4	7.5	4.5	1 035.0	19.0	24.0	轻
	②	195.0	5.7	7.1	3.5	1 125.0	15.0	24.2	轻
	③	255.0	4.1	7.1	3.2	1 065.0	13.0	24.3	轻
	④	300.0	4.0	7.0	2.7	1 155.0	11.4	24.7	轻
	⑤	396.0	3.3	7.0	2.5	1 305.0	9.5	24.9	轻
	⑥	480.0	2.6	7.0	2.0	1 236.0	8.1	24.6	轻
返青期 Returning greening stage	①	139.5	8.3	8.1	4.9	1 155.0	20.1	25.5	轻
	②	195.0	6.0	8.1	4.0	1 170.0	17.3	25.4	轻
	③	255.0	4.6	8.1	3.2	1 185.0	14.6	25.2	轻
	④	300.0	4.1	8.1	2.8	1 210.5	12.7	25.7	轻
	⑤	396.0	3.3	8.1	2.5	1 315.5	11.8	25.9	重
	⑥	480.0	2.8	8.1	2.0	1 348.5	8.8	26.6	重

表2 不同处理对郑农17拔节期苗情的影响

Table 2 Effects of different treatments on the seedling situation of Zhengnong 17 at jointing stage

处理编号 Treatment code	叶色 Leaf color	单株分蘖 Tillering number per plant 个/株	叶龄 Leaf age 片	大分蘖 Big tillers per plant//个/株	群体 Populations 万头/hm ²	次生根 Secondary roots //条/株	株高 Plant height cm	冻害程度 Degree of freezing injury
①	青绿	8.1	10.0	5.0	1 129.5	26.3	39.4	轻
②	青绿	5.8	10.0	4.4	1 140.0	25.6	39.4	轻
③	青绿	4.4	10.0	4.0	1 128.0	25.4	39.6	轻
④	青绿	3.7	10.0	3.0	1 102.5	25.2	40.6	轻
⑤	青绿	3.0	10.0	2.5	1 188.0	21.0	41.2	轻
⑥	青绿	2.4	10.0	2.0	1 152.0	18.6	42.6	轻

2.4 不同处理对旗叶叶绿素含量的影响 自旗叶展开之日和 RUBPcase 活性同步测定的旗叶叶绿素含量的结果(表3)表明,处理④、⑤和⑥的旗叶叶绿素含量均在旗叶展开后10天达到最大值,此后逐渐降低。但这3个处理间也有不同:4月19日开始处理④的旗叶叶绿素含量始终在较高水平,在达最大值后缓慢下降;而处理⑤和⑥的叶绿素含量的下降速度较快;5月9日处理①、②、③的旗叶叶绿素含量才达最高值,其余时间均低于其他3个处理。结果表明,密度较小的处理旗叶叶绿素含量前期上升慢,后期下降快,保持时间短;而密度较大的处理旗叶叶绿素含量前期较高,中期后下降很快,都不利于后期光合产物的积累。

表3 不同处理对旗叶叶绿素含量的影响

Table 3 Effects of different treatments on the chlorophyll content of flag leaves

处理编号 Treatment code	测定日期 Detection date					
	04-09	04-19	04-29	05-09	05-20	05-24
①	2.652	2.693	3.161	3.278	2.312	0.694
②	2.570	2.590	3.071	3.298	2.062	0.680
③	2.732	2.860	3.179	3.296	2.459	0.762
④	2.830	3.471	3.409	3.460	2.719	1.782
⑤	2.710	3.286	3.211	3.033	2.636	1.642
⑥	2.970	3.407	3.300	2.738	2.328	1.514

2.5 不同处理对郑农17产量及其构成因素的影响 由表4可知,不同种植密度下小麦成熟期未受明显影响,成穗数随播种量增加而增加;处理①、②、③的千粒重和穗粒数比较接近,但种植密度超过150 kg/hm²的3个处理(处理④、⑤、⑥)千粒重和穗粒数明显下降。

表4 不同处理对产量及其构成因素的影响

Table 4 Effects of different treatments on the yield and its component factors

处理编号 Treatment code	成熟期 Mature	成穗数 Ears 万头/hm ²	穗粒数 Grains per ear 粒/穗	千粒重 1 000- grain weight//g	实收产量 Actual yield kg/hm ²	排名 Rank
①	06-03	619.5	35.8	47.7	8 104.5	4
②	06-03	636.0	35.6	47.4	8 272.5	3
③	06-03	655.5	35.4	47.5	8 794.5	1
④	06-03	654.0	31.8	46.9	8 466.0	2
⑤	06-03	670.5	30.2	44.3	7 981.5	5
⑥	06-03	679.5	29.8	42.2	7 404.0	6

由表4可知,随着种植密度增加,产量呈先增后减的趋势,种植密度112.5 kg/hm²(处理③)为拐点。其中处理③的产量最高,为8 794.5 kg/hm²;处理⑥的产量最低,为7 404.0 kg/hm²。高密度造成低产的原因是千粒重和穗粒数偏低,低密度造成低产的原因是成穗数不足。当种植密度为112.5 kg/hm²时,产量三要素才最协调,最有利于高产。

3 小结

在小麦的高产栽培中,达到目标产量的关键在于建立合理的群体结构。李存东等^[7]研究表明,随着播期的推迟,小麦产量呈下降趋势。种植密度过小,小麦有效穗数变少;密度过大,田间通风透光的效果差、光能利用率低,最终也难以高产^[8-10]。播种量较小时,株间光照增加,叶片中的叶绿素含量较高,保证了上部叶片良好的光合能力,从而延缓了中下部叶片的衰老,有利于粒数和千粒重的增加,从而为获得高产奠定生理基础^[11];而播种量较大时,群体通风透光性差,不利于下部叶片的光合作用,光照不足会导致叶片衰老,甚至凋亡^[12-13]。

随着种植密度增加,高产小麦品种郑农 17 基本苗呈增加趋势。少量播种处理的前期麦苗生长健壮;大播量(187.5 万、225.0 万株/hm²)处理的麦苗个体长势弱,不利于安全过冬,冻害较重,并且由于群体大,过于消耗地力,拔节期出现脱肥现象,后期落黄一般、抗倒性较差。

不同的种植密度对郑农 17 的生育期没有明显影响。随着种植密度的增加,返青期之前单位面积群体呈明显增加趋势,至拔节期单位面积群体的差距渐缩小,趋于接近;从拔节期一抽穗期群体消退,呈播量越大消退越慢的规律。

随着播量的增加,高产小麦品种郑农 17 成穗数也增加;少量播种对千粒重和穗粒数没有明显影响,播量超过 150.0 kg/hm² 时,千粒重和穗粒数明显减少。随着种植密度的增加,产量呈先增后减的趋势,且以 112.5 kg/hm² 的种植密度的产量最高,产量三要素最协调、最利于高产。

不同地区小麦适宜的播种植密度范围会因降雨、气候等环境因素及品种的不同而存在较大差异^[14]。适宜种植密度可为小麦创造一个良好的群体结构,从而在促进群体健康发展的同时能协调并缓解群体及个体的矛盾,提高小麦生育后

期抗倒伏及抗旱衰能力^[15]。因此,小麦新品种的推广应在一定的试验基础上确定其合适的种植密度,以充分发挥其高产、增产潜力。

参考文献

- [1] 杨卫君,贾永红,石书兵,等.播期和密度对春小麦品种新春 26 号生长及产量的影响[J].麦类作物学报,2016(7):913-918.
- [2] 河南省农业科学院.河南小麦栽培学[M].郑州:河南科学技术出版社,1988.
- [3] 杨健,张保军,毛建昌,等.播期与密度对冬小麦西农 9871 籽粒产量的影响[J].麦类作物学报,2011,31(3):529-534.
- [4] 王成雨,代兴龙,石玉华,等.氮肥水平和种植密度对冬小麦茎秆抗倒性能的影响[J].作物学报,2012,38(1):121-128.
- [5] 刘孝成,石书兵,赵广才,等.早熟型冬小麦群体性状及产量对氮磷肥和种植密度的响应[J].麦类作物学报,2016,36(6):752-758.
- [6] 路开梅.强筋小麦新麦 19 最佳种植密度研究[J].河南科技学院学报(自然科学版),2008,36(2):7-9.
- [7] 李存东,曹卫星,张月晨,等.不同播期和品种小麦小花结实的粒位差异[J].华北农学报,2001,16(2):1-7.
- [8] 孙文鑫,马彩艳,朱有朋,等.追肥时期和种植密度对小麦新品种豫农 202 产量及其构成因素的影响[J].河南农业大学学报,2011,45(1):28-32.
- [9] FANG Y, XU B C, TURNER N C, et al. Grain yield, dry matter accumulation and root respiration in winter wheat as affected by seeding rate and root pruning[J]. European journal of agronomy, 2010, 33(4):257-266.
- [10] HILTBRUNNER J, STREIT B, LIEDGENS M. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover[J]. Field crops research, 2007, 102(3):163-171.
- [11] 秦乐,王红光,李东晓,等.不同密度下超窄行距对冬小麦种群质量和产量的影响[J].麦类作物学报,2016,36(5):659-667.
- [12] 周勋波,孙淑娟,陈雨海,等.冬小麦群体不同分布方式下水分特征与产量构成关系[J].水土保持学报,2007,21(1):119-122.
- [13] 陈素英,张喜英,陈四龙,等.种植行距对冬小麦田土壤蒸发与水分利用的影响[J].中国生态农业学报,2006,14(3):86-89.
- [14] LLOVERAS J, MANENT J, VIUDAS J, et al. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a Mediterranean climate[J]. Agronomy journal, 2004, 96(5):1258-1265.
- [15] 马建辉,张利霞,姜丽娜,等.氮肥和密度对冬小麦光合生理和物质积累的影响[J].麦类作物学报,2015,35(5):674-680.

名词解释

扩展总被引频次:指该期刊自创刊以来所登载的全部论文在统计当年被引用的总次数。这是一个非常客观实际的评价指标,可以显示该期刊被使用和受重视的程度,以及在科学交流中的作用和地位。

扩展影响因子:这是一个国际上通行的期刊评价指标,是 E·加菲尔德于 1972 年提出的。由于它是一个相对统计量,所以可公平地评价和处理各类期刊。通常,期刊影响因子越大,它的学术影响力和作用也越大。具体算法为:

$$\text{扩展影响因子} = \frac{\text{该刊前两年发表论文在统计当年被引用的总次数}}{\text{该刊前两年发表论文总数}}$$

扩展即年指标:这是一个表征期刊即时反应速率的指标,主要描述期刊当年发表的论文在当年被引用的情况。具体算法为:

$$\text{扩展即年指标} = \frac{\text{该期刊当年发表论文在统计当年被引用的总次数}}{\text{该期刊当年发表论文总数}}$$

扩展他引率:指该期刊全部被引次数中,被其他刊引用次数所占的比例。具体算法为:

$$\text{扩展他引率} = \frac{\text{被其他刊引用的次数}}{\text{期刊被引用的总次数}}$$

扩展引用刊数:引用被评价期刊的期刊数,反映被评价期刊被使用的范围。

扩展学科扩散指标:指在统计源期刊范围内,引用该刊的期刊数量与其所在学科全部期刊数量之比。

$$\text{扩展学科扩散指标} = \frac{\text{引用刊数}}{\text{所在学科期刊数}}$$

扩展学科扩散指标:指期刊所在学科内,引用该刊的期刊数占全部期刊数量的比例。