

种植密度对新麦 35 产量和生理学特性的影响

付亮, 蒋志凯, 夏彦丽, 范永胜, 李洋, 马华平*, 王士坤 (河南省新乡市农业科学院, 河南新乡 453000)

摘要 在大田条件下, 以大穗大粒型小麦新品种新麦 35 为试验材料, 分别设置 5 种不同种植密度, 研究其对小麦产量和生理学特性的影响。结果表明, 不同种植密度下, 小麦产量随着密度的增加呈先增加后降低趋势, 当种植密度达到 220 株/m² 时, 小麦产量最高, 种植密度超过 220 株/m² 时, 小麦产量急剧降低。由此可知, 220 株/m² 为小麦的最佳种植密度。220 株/m² 处理下, 小麦群体处于合理的状态, 根系总量较多, 地上部生长状况较好, 因此小麦产量最高; 而不同种植密度下, 小麦叶绿素 a、叶绿素 b、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量等生理特性均随着小麦生育进程呈逐渐增加趋势。

关键词 小麦; 新麦 35; 种植密度; 产量

中图分类号 S512.1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)14-0018-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.14.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Different Planting Densities on Yield and Physiological Characteristics of Xinmai 35

FU Liang, JIANG Zhi-kai, XIA Yan-li et al (Xinxiang Institute of Agricultural Sciences, Xinxiang, Henan 453000)

Abstract Under the field conditions, the new large-grain wheat variety Xinmai 35 was used as experimental material, and five different planting densities were set to study its effects on wheat yield and physiological characteristics. The results showed that under different planting densities, the yield of wheat increased first and then decreased with the increase of density. When the planting density reached 220 plants/m², the yield of wheat was the highest. When the planting density exceeded 220 plants/m², the yield of wheat decreased sharply. It can be seen that 220 plants/m² treatment was the optimal planting density of wheat. Under 220 plants/m² treatment, the wheat population was in a reasonable state, the total amount of roots was more, and the growth of aboveground parts was also good, so that the wheat yield was the highest. Under different planting densities, wheat chlorophyll a, chlorophyll b, soluble sugar content, soluble protein content and other physiological characteristics gradually increased with the growth process of wheat.

Key words Wheat; Xinmai 35; Planting density; Yield

黄淮南片麦区是我国冬小麦的主产区和高产区, 是我国重要的商品粮生产基地, 小麦常年播种面积在 800 万 hm² 左右, 约占全国小麦面积的 1/3。由于我国人口众多, 近年来耕地面积逐渐减少, 对品种产量、适应性等要求越来越高, 合理的群体结构是小麦获得高产稳产的基础^[1]。在资源日益短缺、生产成本渐高的形势下, 种植密度对小麦群体结构和产量的形成有显著调控效应, 研究种植密度对小麦产量的影响对于实现小麦的高效、高产、稳产具有重要意义。合理运用栽培管理措施, 协同提高产量和养分利用效率是实现小麦高产高效的重要途径之一^[2]。研究表明, 种植密度不仅影响小麦根系生长发育和群体数量与质量, 而且还影响小麦对土壤养分的吸收、同化与分配, 最终影响其产量^[2]。丛新军等^[3]研究表明, 小麦基本苗应不少于 120 万株/hm², 过高则会影响花后干物质积累而导致减产。屈会娟等^[4]指出, 基本苗为 150 株/m² 处理下, 小麦成熟期单茎干物质积累量最高。鉴于此, 笔者以大穗大粒型小麦新品种新麦 35 为试验材料, 分别设置 5 种不同种植密度, 研究其对小麦产量和生理学特性的影响。

1 材料与方法

1.1 材料 供试小麦品种为大穗大粒型新品种新麦 35, 该品种丰产性和抗病性好, 2015—2016 年度参加国家黄淮冬麦

区南片冬水 3 组区试, 平均产量 8 238.0 kg/hm², 比对照周麦 18 增产 7.01%, 差异极显著, 位居 16 个参试品种的第 4 位^[5]。2016—2017 年度参加国家黄淮冬麦区南片冬水 3 组区试, 平均产量 8 904 kg/hm², 比对照周麦 18 增产 6.44%, 差异极显著, 位居 17 个参试品种的第 1 位^[6]。2017—2018 年度生产试验平均产量 7 408.5 kg/hm², 比对照周麦 18 增产 5.77%, 位居 6 个品种第 1 位, 平均穗数 600 万/hm², 穗粒数 36 粒, 千粒重 50 g, 高抗条锈病、叶锈病和秆锈病^[7]。

1.2 方法 试验于 2017—2018 年进行, 结合整地播种前底施有机肥 12 000 kg/hm², 复合肥 900 kg/hm², 硫酸锌 22.5 kg/hm²。试验采用随机区组设计, 种植密度设 4 个水平, 3 次重复, 共 12 个小区, 小区面积 13.5 m², 基本苗分别为 A₁ (120 株/m²)、A₂ (170 株/m²)、A₃ (220 株/m²)、A₄ (270 株/m²)、A₅ (320 株/m²), 于 10 月 10 日播种, 3 叶期定苗, 田间管理按一般高产麦田进行。

1.3 样品测定 成熟期收获, 采用小区计产方法测产, 每个小区全收, 重复 3 次, 脱粒晒干后测定产量并进行室内考种。小麦成熟期将叶片烘干粉碎, 利用 CCM-200 叶绿素仪, 用混合液浸提法测定叶绿素含量; 用考马斯亮蓝 G250 染色法测定可溶性蛋白; 用蒽酮比色法测定可溶性糖含量^[8]。

1.4 数据分析 所有数据均为平均值。采用 WPS、SPSS 21.0 软件统计分析数据; 采用 LSD 多重比较法检验各处理间差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同种植密度对小麦产量的影响 由图 1 可知, 不同种植密度处理下, 小麦产量随着密度的增加呈先增加后降低趋

基金项目 国家重点研发计划“黄淮冬麦区南片高产优质节水小麦新品种培育”项目(2017YFD0100704); 河南省重大科技专项“优质专用小麦新品种选育与示范”(181100110200)。

作者简介 付亮(1984—), 男, 河南辉县人, 助理研究员, 从事小麦遗传育种研究和区试工作。* 通信作者, 研究员, 从事小麦遗传育种研究。

收稿日期 2019-01-17

势。5 种不同种植密度下,小麦平均产量分别为 A_1 处理 6 307.5 kg/hm²、 A_2 处 理 7 200 kg/hm²、 A_3 处 理 8 707.5 kg/hm²、 A_4 处 理 7 800 kg/hm² 和 A_5 处 理 7 507.5 kg/hm²,产量由高到低依次为 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_2 、 A_1 处 理。其中, A_3 处理下小麦产量显著高于其他处理, A_4 与 A_2 处 理、 A_4 与 A_5 处理的小麦产量差异也比较显著,并且都显著高于 A_1 处理。由此可知, A_3 处理为小麦的最佳种植密度。这可能是由于小麦在低密度处理下植株量及根量较小,导致根系分泌物减少;过高种植密度下,由于营养竞争加剧,小麦有效光合能力下降,影响光合产物,这和陈思怿等^[2]研究的结果基本一致。

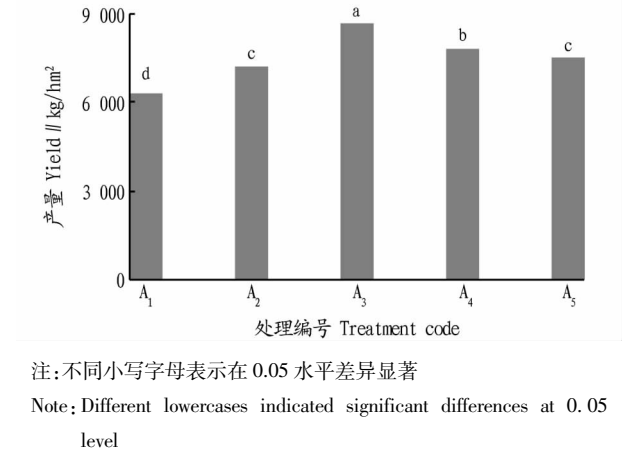


图 1 不同处理对小麦产量的影响

Fig.1 Effects of different treatments on wheat yield

2.2 不同种植密度对小麦生理特性的影响 由表 1 可知,不同种植密度下,小麦叶绿素 a、叶绿素 b、可溶性糖、可溶性蛋白含量均随着小麦生育进程的推进呈逐渐增加趋势;不同种植密度下,小麦叶绿素 a 含量平均为 1.19~2.09 mg/g,叶绿素 b 含量平均为 0.70~0.97 mg/g,可溶性糖含量平均为 0.35%~0.46%,可溶性蛋白含量平均为 92.32~103.42 μg/g。 A_3 处理下,小麦整个生长季叶绿素 a 含量显著高于其他处理, A_2 与 A_4 处理之间差异不显著,二者显著高于 A_1 与 A_5 处理,而 A_1 与 A_5 处理差异不显著; A_3 处理下,小麦整个生长季叶绿素 b 含量显著高于其他处理, A_1 与 A_2 处理差异不显著,二者显著低于 A_4 和 A_5 处理, A_4 和 A_5 处理差异不显著;小麦整个生长季, A_2 与 A_3 处理下小麦可溶性糖含量差异不显著,二者显著高于 A_1 、 A_4 和 A_5 处理,这 3 个处理间差异不显著。在小麦整个生长季, A_2 与 A_3 处理的小麦可溶性蛋白含量差异不显著,二者显著高于 A_1 、 A_4 和 A_5 处理,这 3 个处理间差异不显著。

3 结论与讨论

(1)种植密度和产量之间符合最高密度法则,当密度超过某一值时其产量趋于恒定^[9]。该研究结果表明,不同种植密度下,小麦产量随着密度的增加呈先增加后降低趋势,当种植密度达到 220 株/m²(A_3 处理)时,小麦产量最高;种植密度超过 220 株/m²时,小麦产量急剧降低。由此可知,220 株/m²为小麦的最佳种植密度,这可能是由于小麦在低密度处理下植株量及根量较小,导致根系分泌物减少;过高

种植密度下,由于营养竞争加剧,小麦有效光合能力下降,影响光合产物。 A_3 处理小麦群体处于合理的状态下,根系总量较多,地上部生长状况也较良好,光合利用效率最高,因此小麦产量最高。

表 1 不同处理对小麦生理学特性的影响

Table 1 Effects of different treatments on the physiologic characters of wheat

处理编号 Treatment code	生育期 Growth period	叶绿素 a 含量 Chlorophyll a content mg/g	叶绿素 b 含量 Chlorophyll b content mg/g	可溶性糖含量 Soluble sugar content %	可溶性蛋白含量 Soluble protein content μg/g
A_1	越冬期	0.68	0.44	0.07	70.32
	拔节期	0.98	0.63	0.38	95.41
	抽穗期	1.39	0.84	0.44	98.89
	成熟期	1.71	0.88	0.52	104.67
	平均值	1.19 c	0.70 c	0.35 b	92.32 b
A_2	越冬期	0.81	0.52	0.13	84.12
	拔节期	1.47	0.76	0.44	98.29
	抽穗期	1.83	0.90	0.52	102.88
	成熟期	1.88	0.94	0.60	113.57
	平均值	1.50 b	0.78 c	0.42 a	99.72 a
A_3	越冬期	1.01	0.66	0.15	88.23
	拔节期	2.01	0.96	0.47	98.80
	抽穗期	2.57	0.98	0.57	106.93
	成熟期	2.78	1.27	0.64	119.72
	平均值	2.09 a	0.97 a	0.46 a	103.42 a
A_4	越冬期	0.89	0.58	0.10	82.21
	拔节期	1.50	0.86	0.34	91.50
	抽穗期	1.46	0.94	0.43	95.29
	成熟期	1.58	1.07	0.50	103.68
	平均值	1.36 b	0.86 b	0.34 b	93.17 b
A_5	越冬期	0.85	0.50	0.29	80.01
	拔节期	1.45	0.83	0.30	88.38
	抽穗期	1.40	0.88	0.40	93.96
	成熟期	1.35	1.03	0.46	99.87
	平均值	1.26 c	0.81 b	0.36 b	90.56 b

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

(2)不同种植密度下,小麦叶绿素 a、叶绿素 b、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量等生理学特性均随着小麦生育进程呈逐渐增加趋势。叶绿素作为光合作用的物质基础和光敏化剂,在光合作用过程中起着接受和转换能量的作用,其含量的增加有助于光合作用的进行。可溶性糖含量、可溶性蛋白含量在植物生长发育过程中起着非常重要的作用^[2]。提高种植密度能够增加小麦叶绿素 a 和 b、可溶性蛋白、可溶性糖含量,这一方面说明小麦能够适应密度环境,另一方面说明可溶性糖、可溶性蛋白作为机体构建物质,参与营养期干物质的积累^[10]。

(3)合适的种植密度对小麦可溶性糖、可溶性蛋白含量均有显著的促进作用,在小麦不同生长时期,增加种植密度对小麦生长均有一定的促进作用,其增加效果不一致,总体表现为成熟期较大,这与小麦合成与分解营养物质的平衡有

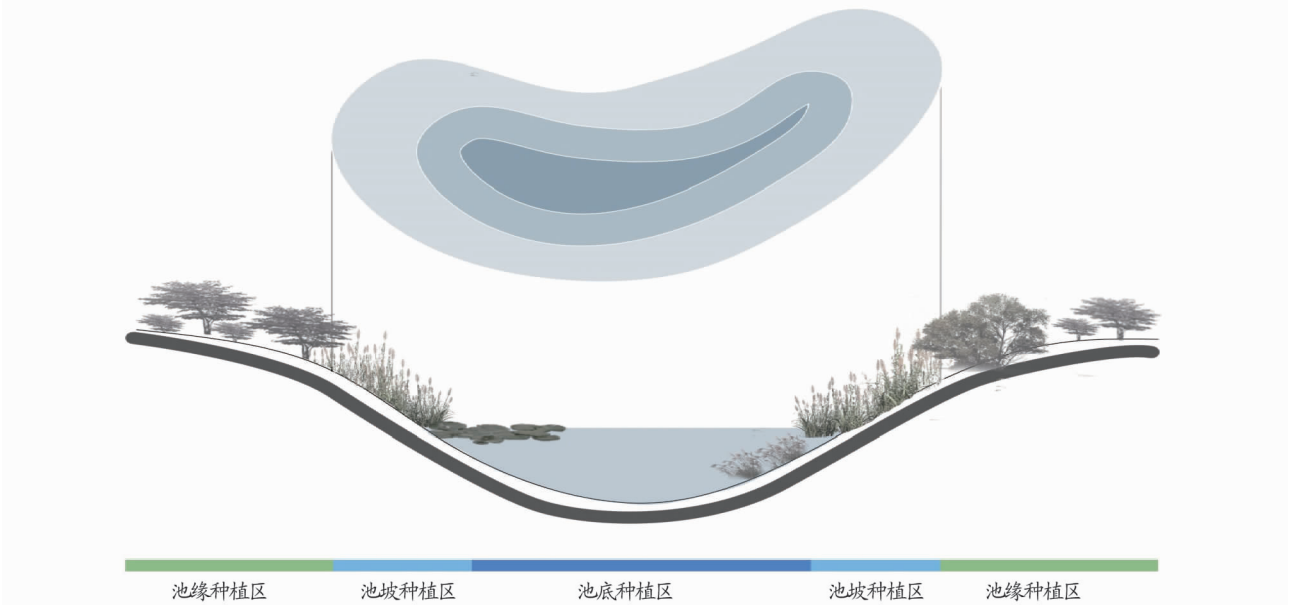


图 10 雨水花园水湿梯度分布

Fig.10 The water gradient distribution of rain garden



注:图片来源于景观中国(www.landscape.cn)

Note: Image from Landscape China(www.landscape.cn)

图 11 北京阿普贝思雨水花园中的鸢尾

Fig.11 The iris of A Pu Bei Si rain garden in Beijing

3 结语

目前,我国对低影响开发技术的水生和湿生植物配置和应用研究相对薄弱。这导致营造的景观存在植物群落多样性低、抗逆性差、实际雨洪管理功能不足、景观同质化等问题。相对于国外,我国此类的研究正处于探索阶段,该应用体系仍需不断的扩展与完善。诸如观赏价值比较高的水生

和湿生植物的准确水深深度范围与适应水深深度的范围的定量研究。因此,需要加快脚步进行这方面的研究,并将研究尽快地应用到低影响开发技术上,早日实现我国海绵城市建设的目标。

参考文献

[1] 袁嘉,杜春兰.新自然主义草本植物景观在城市雨水花园中的应用与设计[J].风景园林,2017(5):22-27.

[2] 陈煜初,付彦荣.基于园林造景的水生植物应用关键技术解析[J].中国园林,2016,32(12):16-20.

[3] 刘佳妮.雨水花园的植物选择[J].北方园艺,2010(17):129-132.

[4] 何欢,陈霞莲,罗琳,等.成都湿地公园湿地植物配置模式及评价研究[J].北方园艺,2015(18):96-101.

[5] 柳晔,夏宜平.水生植物造景[J].中国园林,2003,19(3):59-62.

[6] 赵越,金荷仙,林靖.杭州滨水绿地植物群落物种多样性研究[J].中国园林,2010,26(12):16-19.

[7] 住房和城乡建设部.海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)[S].北京:中国建筑出版社,2014.

[8] GREENWAY M.Suitability of macrophyte for nutrient removal from surface flow constructed wetlands receiving secondary treated sewage effluent in Queensland,Australia [J].Water science and technology,2003,48(2):121-128.

[9] 唐金忠,温明.海绵城市中湿塘湿地与河道协同设计探讨[J].上海水务,2016,32(4):9-13.

[10] 赵寒雪,殷利华.2005—2015 中国十年来雨水花园研究进展[J].中国园林,2016,32(10):60-64.

[11] 王淑芬,杨乐,白伟岚.技术与艺术的完美统一——雨水花园建造探析[J].中国园林,2009,25(6):54-57.

(上接第 19 页)

关,还有可能是生物(微生物、土壤动物、植物根系)和非生物因子(水热条件)不同时期波动综合调控的结果,这与陈思悒等^[2]的研究结果基本一致。

参考文献

[1] 付亮,赵启学,马华平,等.国审超高产新品种新麦 29 灌浆特性分析[J].安徽农业科学,2018,46(15):34-35,66.

[2] 陈思悒,李升峰,朱继业.种植密度对小麦根际土壤特性及籽粒产量的影响[J].江苏农业科学,2016,44(4):132-137.

[3] 丛新军,吴科,钱兆国,等.超高产条件下种植密度对泰山 21 号群体动态、干物质积累和产量的影响[J].山东农业科学,2004(4):16-18.

[4] 屈会娟,李金才,沈学善,等.种植密度和播期对冬小麦品种兰考矮早八干物质和氮素积累与转运的影响[J].作物学报,2009,35(1):124-131.

[5] 王西成,赵虹,郭利磊,等.2015-2016 年度冬小麦国家区试品种报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2016:101-102.

[6] 赵虹,胡卫国.2016-2017 年度国家黄淮冬小麦品种试验总结[M].北京:中国广播电视出版社,2017:35-36.

[7] 赵虹,胡卫国.2017-2018 年度国家黄淮冬小麦品种生产试验总结[M].北京:中国广播电视出版社,2018:236-237.

[8] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.

[9] 刘寿东,杨再强,苏天星,等.定植密度对日光温室甜椒干物质生产与分配影响的模拟研究[J].生态学报,2010,30(15):4056-4064.

[10] 王之杰,郭天财,王化岑,等.种植密度对超高产小麦生育后期光合特性及产量的影响[J].麦类作物学报,2001,21(3):64-67.