

不同田间种植型式小麦产量研究

张永科, 王 瑞, 郭 勇, 海江波

(西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:【目的】为小麦高产高效种植提供依据。【方法】相同小麦品种、小麦六角形单粒穴播、小麦宽幅条播和小麦窄幅条播三种田间种植型式大田对比试验。【结果】小麦籽粒产量和光合产物重以六角形单粒穴播产量最高,次为宽幅条播,窄幅条播产量最低;六角形单粒穴播较宽幅条播、667 m²增产小麦 124.5 kg,增幅 17.78%,较窄幅条播增产 169.91 kg 和 25.95%;窄幅条播较宽幅条播产量降低 45.31 kg、降幅 6.47%。【结论】小麦六角形单粒穴播较宽幅条播和窄幅条播具有显著的增产效应和优越的植物营养资源占有供给。采用小麦六角形单粒穴播种植,既能实现小麦高产创建目标要求的“足群体”,又有高效利用环境营养、实现小麦单株“壮个体”的立体占位几何学根据,使小麦“足群体”和营养改良“壮个体”相统一,有利于小麦密植高产和营养改良。

关键词:小麦种植型式;小麦冠层营养;小麦土壤营养

小麦是我国播种面积较大的小株型密植禾谷类作物。过去,有关小麦产量潜力增进的理论与实践研究^[1-6]报告较多,而对有关大田生产的小麦密植及其营养供给改良研究则涉及较少。本文通过不同田间种植型式小麦生长发育和产量效应的测定比较,就小麦密植和营养供给改良进行研究探讨,为小麦高产高效种植提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料:小麦品种小偃 22。

1.2 试验设计

设 3 个试验处理:

I、六角形单粒穴播(行距×株距=8×8 cm;控制每 667 m²基本苗数 10.417 万)

II、窄幅条播(行距 17 cm,播幅 4.0 cm;控制每 667 m²基本苗数 10.587 万)

III、宽幅条播(行距 26 cm,播幅 6.0 cm;控制每 667 m²基本苗数 10.257 万)

3 种小麦田间种植型式处理;顺序排列;小区面积:畦宽 2.1 m×小区长 4.0 m;4 次重复,3 次重复收获计产,1 次重复取样调查。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 产量及产量构成因素分析 成熟时分小区实收计产,计算单位面积小麦籽粒产量(标准含

水量 14.0%);同时收获时每处理取 20 株整株小麦按常规法进行室内单株考种分析和光合产物干物质重量测定。

1.3.2 群体动态调查及籽粒干重、光合产物干重的测定 小麦群体动态调查采用定点调查的方法。籽粒干重及光合产物干重,采用干物重法测定。

1.4 试验实施

(1)试验在西北农林科技大学斗口试验站实施完成(陕西省泾阳县云阳镇兴隆社区,东经 108°55'27",北纬 34°32'27",海拔 420.0 m),试验地地势平坦、地力均匀;0~20 cm 土层土壤有机质含量 11.67 g·kg⁻¹,全氮含量 1.32 g·kg⁻¹,碱解氮含量 20.51 mg·kg⁻¹,速效磷含量 22.36 mg·kg⁻¹,速效钾含量 97.35 mg·kg⁻¹,pH 值为 7.68,容重 1.26 g·cm⁻³。

试验前作小麦收获后大田拖拉机耕翻,9 月下旬拖拉机旋耕备播;播种前施优质有机肥 3.0 万 kg·hm⁻²,人工撒施尿素每亩 20 kg+25 kg 磷酸二铵(均为陕西陕煤化工集团生产)、折合增施纯氮 198.0 kg·hm⁻²+P₂O₅165.0 kg·hm⁻²,结合旋耕人工撒施地星 150 kg·hm⁻²防治地下害虫。

(2)2017 年 10 月 22 日人工带尺杆、按设计密度划定行距、株距,播幅内人工点播;2018 年 5

收稿日期:2020-06-24 修回日期:2020-07-11

基金项目:国家“十三五”重大科技专项:小麦杂种优势利用技术与强优势杂种创新(K3010217003);北方麦区强优势小麦杂种试验示范(K3010217153)陕西省农业科技攻关项目:“昌 7 玉米种质改良与新品种选育研究”(2018NY-058);西北农林科技大学唐仲英育种专项:资源高效型玉米新品种选育(2005-2020);西北农林科技大学斗口农作物试验站。

第一作者简介:张永科(1963-),男,陕西汉中,农学硕士,副研究员,主要从事玉米小麦高产开发及新品种选育研究。

通信作者:郭勇(1963-),男,陕西省西安人,副研究员,从事小麦玉米高产开发与新品种推广研究。

月31日取样、6月2日收获;收获后室内考种;烘干(标准含水量13.0%)称重计产。

(3)2017—2018年小麦生长期自然降雨为平水年份,整个小麦生长期降雨分布不均,冬春干旱;小麦生长前期和后期降雨量与小麦生育期较为适宜。

小麦试验田间管理同一般生产大田;2017年

10月22日播种、11月16日进行化学除草,12月22日浇越冬水;2018年3月15日每667 m²追施尿素15 kg)并灌水;5月10日进行小麦“一喷三防”防治病虫害,促进籽粒灌浆。

2 结果分析

2.1 不同田间种植型式小麦产量结果

表1 不同田间种植型式小麦籽粒产量结果

处理名称	小区产量/(kg·8.4 m ⁻²)				折算籽粒产量/ (kg·667 m ⁻²)	与对照比较	
	I	II	III	X		较对照/kg	较对照/%
六角形单粒穴播	10.35	10.45	10.40	10.40	824.64	+124.60	+17.80
宽幅条播 CK	8.60	8.70	8.65	8.65	700.14	—	100
窄幅条播	8.20	8.30	8.25	8.25	654.73	-45.31	-6.47

不同田间种植型式小麦籽粒产量结果如表1所列。表1表明:3种不同田间种植型式大田试验的小麦籽粒产量以六角形单粒穴播产量最高,次为宽幅条播,窄幅条播产量最低;六角形单粒穴播较宽幅条播、667 m²增产小麦124.5 kg,增幅17.78%;较窄幅增产更多,分别达169.91 kg和

25.95%;窄幅条播较宽幅条播产量降低45.31 kg、降幅6.47%;六角形单粒穴播较宽幅和窄幅条播增产小麦极显著。

2.2 不同田间种植型式小麦光合产物量测定结果

表2 不同田间种植型式小麦光合产物测定结果

处理名称	取样光合产物量/(g/10株 ⁻¹)				折算产量/ (kg·667 m ⁻²)	与对照比较	
	I	II	III	X		较对照/kg	较对照/%
六角形单粒穴播	201.60	203.32	202.91	202.61	2110.57	+228.96	+12.17
宽幅条播 CK	175.45	177.35	176.38	176.39	1881.61	—	100
窄幅条播	173.80	175.50	174.60	174.63	1790.86	-90.75	-4.82

表2所列资料系不同田间种植型式小麦光合产物量测定结果。结果显示:3种不同田间种植型式大田试验以六角形单粒穴播小麦光合产物量最高,次为宽幅条播,窄幅条播产量最低;六角形单粒穴播较宽幅条播小麦光合产物量667 m²增高228.96 kg,增幅12.17%,较窄幅增产更多,分别达319.71 kg和17.85%;窄幅条播较宽幅条播产量降低90.75 kg、降幅4.82%;六角形单粒穴播的小麦光合产物量较宽幅条播和窄幅条播增产极显著。

2.3 不同田间种植型式小麦产量构成因素统计结果

不同田间种植型式的小麦产量构成、小麦籽粒产量、小麦光合产物量测定及经济系数结果如表3所列。表3表明:在每667 m²基本苗数几乎相当的大田种植环境下,六角形单粒穴播小麦的单位面积有效穗数、平均每穗粒数、千粒重均较宽幅条播和窄幅条播增多;收获籽粒的经济系数也较高;但六角形单粒穴播较宽幅条播和窄幅条播的平均每穗粒数、粒重的增产效应不及平均每亩有效穗数的增加效应。可见六角形单粒穴播较宽幅条播和窄幅条播的增产效应主要是在穗粒数和粒重不降低基础上有效穗数的显著增加。

表3 不同田间种植型式的小麦产量三因素调查结果

处理名称	基本苗数/ (万·667 m ⁻²)	平均穗数/ (万穗·667 m ⁻²)	平均每 穗粒数	平均粒 重/g	折算籽粒产量 /(kg·667 m ⁻²)	折算干物质量 /(kg·667 m ⁻²)	经济 系数
六角形单粒穴播	10.417	49.3081	37.92	36.42	824.64	2110.57	0.3907
宽幅条播 CK	10.257	44.2711	37.25	36.04	700.14	1881.61	0.3721
窄幅条播	10.587	40.3438	35.52	35.91	654.73	1790.86	0.3656

2.4 不同田间种植型式小麦营养状况比较

表 4 三种小麦种植型式及其营养产量状况比较

种植模式	六角形单粒穴播	宽幅条播	窄幅条播
(1)品种类型	小偃 22 类型	小偃 22 类型	小偃 22 类型
(2)基本苗数/(万·667 m ⁻²)	10.417	10.667	10.257
(3)株行距配置	8cm×8cm 六角形单粒穴播	2 粒/播幅 5cm×行距 26cm	2.5cm×行距 25cm
(4)种植型式	六角形单粒穴播 1 粒	宽幅条播	窄行条播
(5)单株内切圆面积	$S = \pi \times (8\text{cm} \times 1/2)^2$ $= 50.24\text{cm}^2$	< 蜂巢式匀播 > 窄幅条播	< 宽幅条播 < 蜂巢式匀播
(6)株间透光率	较为充足	中等	较差
(7)成熟阶段倒伏	较少	有发生	较普遍
(8)产量水平	114%~118%	100%	92%~96%

表 4 所列系三种小麦田间种植型式的营养供给分析比较。

表 4 表明:与小麦窄幅条播和宽幅条播相比,在品种类型相同、每 667 m² 小麦株数(基本苗数)几近相等下,小麦六角形单粒穴播,能使小麦足群体和足群体下单株内切圆面积最大的壮个体兼而顾之,单株占地内切圆面积最大,株间透光率最为充足,成熟阶段小麦倒伏较轻,较对照(宽幅条播)增产近两成。

3 讨论

3.1 小麦密植技术与产量潜力

“足群体、壮个体、高积累”是现代小麦高产种植的攻关目标。

研究分析表明:伴随着小麦“足群体、壮个体、高积累”增产效应的逐次追逐、小麦生产力水平的逐步提升,小麦耕种经历了均匀撒播—一定播幅内条带播种—六角形单粒播种的优化演变。

机械化播种的小麦窄幅条播,小麦播幅 3~5 cm,群体密度由播种机调节;与小麦人工撒播相比,窄幅条播小麦省时省力、效率高;缺点是小麦籽粒拥挤、易出现缺苗断垄、疙瘩苗现象,造成出苗不均匀、大小苗。

小麦宽幅条播宽行距、播幅 5~8 cm,在一定程度上较好地解决了传统条播方式籽粒拥挤形成疙瘩苗的问题,在播幅范围内使种子比传统条播方式较为疏散,加上幅距增大、通风透光状况改善,使中产变高产的“足群体、壮个体”成为可能。

小麦六角形单粒穴播,在小麦宽幅条播基础上,调节株、行距设置,小麦单株在田间呈六角形均匀配置,对应于群体下的小麦单粒匀播,小麦植

株田间均匀分布,通风透光好,群体与个体营养供给最优。

研究通过不同田间种植型式小麦生长及其光合产物量的测定比较,表 1 和表 2 结果显示:小麦六角形单粒穴播较宽幅条播 667 m² 增产小麦籽粒 124.5 kg,增幅 17.78%,较窄幅增产更多,分别达 169.91 kg 和 25.95%;六角形单粒穴播较宽幅条播小麦光合产物量亩增高 228.96 kg,增幅 12.17%,较窄幅增产更多,分别达 319.71 kg 和 17.85%。

试验表明:3 种小麦田间种植型式以小麦六角形单粒穴播增产效应最为明显,由此演绎对应的小麦单粒匀播群体种植,在小麦高产更高产稳产条件下显示出较好开发前景。

3.2 小麦密植与营养供给改良

营养供给是小麦群体光合产量形成的基本支撑。

小麦是产量潜力较大的 C₃ 小株型群体密植作物,也是长日照喜光作物,不仅水肥需求量大,而且对光合营养竞争也十分强烈;小麦生长发育良好并获得较高群体产量,必须有一定的营养供给支撑^[7~8]。

有关六角形单粒穴播的作物营养利用状况,前苏联学者 H. 费西克^[9]认为:植物最有效的利用养料(包括空间因素的和土壤因素的)的范围是圆形的;六角形窝播较方形窝播对空间和土壤养料的有效利用率提高 15.5%(表 5);最终表现六角形窝播种植较正方形窝播种植增产 20%以上;我国学者范福仁先生等试验研究^[10~11]：“在相同密度下,玉米六角形窝播较方形窝播后期积累的干物质增加 15%左右”。

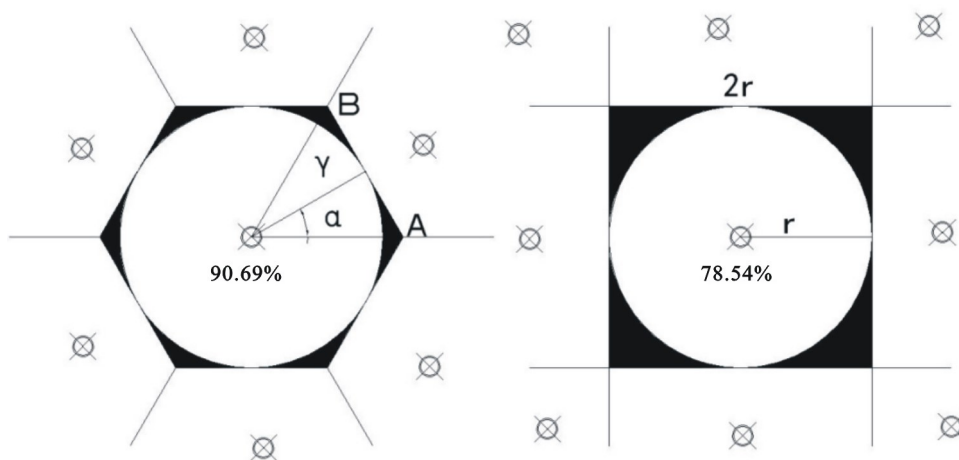


图1 六角形单粒穴播和正方形穴播内切圆面积的比较

表5 六角形窝播和正方形窝播养料利用状况比较

	六角形窝播种植	正方形窝播种植
占地面积	$3r^2/0.866$	$4r^2$
内切圆面积	πr^2	πr^2
养料利用率	六角形内切圆面积÷六角形面积 $=0.866\pi r^2/3r^2=0.9069$	正方形内切圆面积/正方形面积 $=\pi r^2/4r^2=0.7854$
与六角形比较	六/六=1.00	六/正=1.155

注:由图1可见:等边六角形有六个等边三角形组成,每一个等边三角形的面积是 $1/2r \cdot AB$ 。因为 $\cos a=r/OA=r/0.866$,而 $a=30^\circ$,所以, $AB=r/\cos 30^\circ=r/0.866$ 。因此,每一个等边三角形的面积= $1/2 \times r^2/0.866$,而等边六角形的面积= $6 \times 1/2 \times r^2/0.866=3r^2/0.866$ 。

试验研究结果显示:小麦六角形单粒穴播较宽幅条播小麦光合产物量 667 m^2 增高228.96 kg,增幅12.17%,较窄幅增产更多,分别达319.71 kg和17.85%;六角形单粒穴播的小麦光合产物量较宽幅和窄幅条播增产极显著。这与范福仁先生等^[10~11]在玉米上试验的产量增幅相当。

分析表明,小麦窄幅条播播幅较小,在较高的群体密度下,麦种相对较为拥挤,群体和个体营养势必恶化;小麦宽幅条播播幅稍大,在设置较高的群体密度下,小麦种子相对(窄幅条播)较为疏散,宽行距下大播幅,小麦群体和个体营养供给有所改良;小麦六角形单粒穴播如图1所示,在与对照宽幅条播亩基本苗数相当的群体密度下、小麦六角形单粒穴播种植对应的群体单粒匀播,小麦群体和个体的营养供给均可达最大化。

参照图1和表4分析可见,单株内切圆面积最大和小麦棵间透光率较为充足,为小麦六角形单粒穴播较宽幅条播和窄幅条播表现出显著的增产效应奠定了可靠的营养供给基础;小麦六角形单粒穴播中后期较好的营养供给(土壤因素和空间因素的)增加了分蘖的有效成穗,这可能是六角形单粒穴播较宽幅条播和窄幅条播成穗率高的直接原因。

4 小结

小麦六角形单粒穴播较宽幅条播和窄幅条播种植型式具有显著的增产效应和优越的营养资源占有供给。小麦六角形单粒穴播既能通过未来研制使用的小麦蜂巢式单粒播种机调节确定小麦六角形单粒穴播的株、行距量化播种,实现小麦高产创建目标要求的“足群体”,又有高效利用环境营养供给、实现小麦单株“壮个体”的立体占位几何学根据,实现了小麦密植和营养供给改良的双赢目标,实为当代小麦高产创建的生态耕作制下小麦宽幅条播技术成果的优化演绎,显示出较好开发前景。随着高抗倒伏、产量潜力更大的高产小麦品种的育成推广以及配套播、收机具的研制应用,以小麦六角形单粒穴播为核心的小麦单粒匀播蜂巢式高产种植技术将为现代小麦抗逆高产高效种植提供有效技术支持。由于笔者研究仅限于一个试验点、一个气候年型的实验测定结果,且缺少不同小麦种植型式下小麦根系状况、茎秆状况以及叶面积系数等的系统测定比较,显得太少,在较大范围内是否适用,尚需进一步研究测定;而要实现小麦六角形单粒穴播的大田生产机械化播

(下转第21页)