

不同幅宽小麦套种玉米对种群生态关系及产量的影响*

杜宇宇 田恩平

(宁夏回族自治区农业技术推广总站 银川 750001)

高应升

王全科 刘秉义

(宁夏回族自治区彭阳县农业技术推广中心 彭阳 756500) (宁夏回族自治区固原地区农业技术推广站 固原 756000)

摘 要 田间试验结果表明,改小麦套种玉米的传统窄幅模式为中、宽幅模式,在玉米株高与小麦株高持平前,小麦带光照略增强,玉米带光温环境显著改善,平均透光率增加 11.0%~11.5%,叶温提高 0.4℃;当玉米株高超过小麦株高后对小麦的遮荫影响加重。中幅、宽幅套种均可改善小麦和玉米的营养生长状况,促进小麦幼穗和玉米果穗分化,但一定程度影响了两作粒重的提高。随套种幅宽的增加,小麦单元产量下降 13.89%~22.58%,玉米单元和两作整体产量分别提高 30.00%~37.71%和 11.47%~12.26%,系统的产量稳定指数降低 0.0125~0.0338。

关键词 小麦套种玉米 幅宽 种群生态关系 生产优势度

Effects of different interplanting widths of wheat and maize on population ecological relation and crops yield.

DU Shou-Yu, TIAN En-Ping (Ningxia General Station of Agricultural Technique Extension Service, Yinchuan 750001), GAO Ying-Sheng (Pengyang County Agricultural Technique Extension Center, Ningxia Hui Autonomous Region, Pengyang 756500), WANG Quan-Ke, LIU Bing-Yi (Guyuan Prefecture Station of Agricultural Technique Extension Service, Ningxia Hui Autonomous Region, Guyuan 756000), *CJEA*, 2001, 9(3): 58~60

Abstract Field experiments have shown that changing traditional narrow mode of interplanting wheat and maize to medium or wide mode can slightly increase the light quality on wheat band and obviously improve the lighting and temperature environment on maize band before maize reaches the height of wheat. The average sunlight transmission rate has increased by 11.0%~11.5%; leaf temperature was 0.4 centigrade high. Maize would shade wheat as its height over wheat while the vegetative growth condition of wheat and maize, especially maize have been improved under medium and wide interplanting situation. The ear initiation has been promoted but grain weight has been affected to a certain extent. Wheat unit yield decreased by 13.89%~22.58%, maize and total yield of two crops were 30.00%~37.71% and 11.47%~12.26% higher with the extension of interplanting width. Yield stability index of system lowered 0.0125~0.0338.

Key words Interplant of wheat and maize, Width, Population ecological relation, Dominance of production

小麦套种玉米传统种植模式由于幅宽较窄,小麦、玉米带比不合理,整体产量和效益难以提高,且农事操作不便,不适合农业机械应用。如何从总体上确定其合理种植模式及关键技术措施,扩大幅宽,提高资源利用效率,挖掘产量潜力,对促进西北灌区农业持续发展具有重要意义。为此,进行了不同幅宽小麦套种玉米处理的田间试验,研究了幅宽增加后作物种群生态关系的变化及中幅、宽幅套种的生态经济可行性。

1 试验材料与方法

试验于 1996~1998 年按统一设计方案在宁夏回族自治区南部扬黄灌区和井灌区同时设点进行,试验设 3 种幅宽处理,即窄幅套种,总幅宽 1.8m,其中 0.6m 带种植 2 行玉米,行距 24cm;中幅套种,总幅宽 2.1m,其中 0.9m 带等行距种植 3 行玉米,行距 25cm;宽幅套种,总幅宽 2.3m,其中 1.1m 带宽窄行(两边窄行距 20cm,中间宽行距 30cm)种植 4 行玉米。各幅宽处理中小麦带宽均为 1.2m,双行靠种植 12 行,大行距 12cm,小行距 8cm。各处理均于 3 月中旬统一按 337.5kg/hm² 播量(净面积播量)播种小麦并预留空带,4 月中旬在空带内均按 18cm 株距露地点播玉米,小麦 7 月中旬成熟,玉米 10 月初收获,小麦、玉米两作共生期约 90d。试验小区面积随处理幅宽而变化,每试验小区相间种植小麦 3 带、玉米 2 带,小麦成熟后各小区两边播带各

* 宁夏回族自治区科委科技发展计划项目部分研究内容

收稿日期:2000-05-18 改回日期:2000-08-26

1/2 播行(6行)剔除不计产,试验小区顺序排列,重复3次。扬黄灌区试点土壤为底盐灰钙土,供试小麦品种为春小麦“宁春4号”,玉米品种为“掖单13号”;井灌区试点土壤为耕种黑垆土,供试小麦品种为春小麦“铁春1号”,玉米品种为“西玉3号”。选典型生育期以10d为周期连续进行观察、测定幅宽处理对种群生态关系的影响,每天于10:00、14:00和18:00分别在植株顶部冠层、中部、基部选点测定光照强度和叶温,同时测定土壤表层和5cm深层地温。试验结果反映出的各幅宽处理作物产量为3个试验年度2组试验平均值。

2 结果与分析

2.1 不同幅宽处理小麦种群光照效应与生长发育状况

小麦套种玉米至小麦开花期玉米株高才与其持平,此前生长的60d内小麦株高一直占优势,该期间麦带的光照条件随套种幅宽及玉米带播行的增加而略增强(见表1),一定程度上改善了小麦生长发育状况,促进了幼穗分化,优化了穗部性状(见表2)。中幅、宽幅处理比窄幅处理的小麦抽穗期株高、单株叶面积、单株地上部干物质量与成熟期穗长、结实小穗数、穗粒数依次增加1.9~2.3cm、3.1~11.1cm²、0.18~0.24g、0.07~0.57cm、0.2~0.8个和0.8~2.3粒。当小麦开花期玉米株高超过小麦株高后,在小麦整个灌浆期都对其造成遮荫影响,套种幅宽和玉米播带愈宽,其遮荫影响愈大(见表1),对小麦光合作用、干物质积累和输导均产生不利影响,限制了籽粒粒重的提高。与窄幅处理相比,中幅处理的小麦千粒重降低1.6g,宽幅处理的小麦千粒重降低2.9g(见表2)。

表2 不同幅宽处理小麦生长发育状况及穗部性状

Tab. 2 Ear character and growth development condition of wheat at different width treatments

处理 Treatments	抽穗期 Earing period			成熟期 Mature period		
	株高/cm Height	叶面积/cm ² ·株 ⁻¹ Leaf area	地上部干物质量/g·株 ⁻¹ Dry weight of single P.	穗长/cm Ear length	结实小穗数/个 Amount of productive spikes	穗粒数/粒 Amount of grain per ear
窄幅 Narrow width	63.2	67.1	2.14	6.61	11.1	22.4
中幅 Medium width	65.5	70.2	2.32	6.68	11.3	23.2
宽幅 Wide width	65.1	78.2	2.38	7.18	11.9	24.7

27.6%和14.9%,叶温分别为18.6℃、18.5℃和18.3℃,播带行间地表、5cm土层地温分别为23.9℃和22.2℃。宽幅套种下中间2行玉米光温条件近乎于单作,拔节期冠层、中部、基部光强分别占自然光强的87.9%、42.2%和23.1%,叶温分别达19.0℃、18.9℃和19.1℃,播带行间地表、5cm土层地温分别为

表3 不同幅宽处理玉米种群光温效应

Tab. 3 Light and temperature effect of maize population at different width treatments

处理 Treatments	行别 Rows	透光率/% Light transmission ratio						叶温/℃ Leaf temperature			地温/℃ Ground temperature	
		拔节期* Pull up period			乳熟期** Milky-ripe period			冠层 Top	中部 Middle	基部 Base	地表 Ground	5cm土层 5cm depth
		冠层 Top	中部 Middle	基部 Base	冠层 Top	中部 Middle	基部 Base					
窄幅 Narrow width	—	56.2	27.6	14.9	96.6	62.2	38.4	18.6	18.5	18.3	23.9	22.2
中幅 Medium width	边行 Border-row	63.3	33.9	16.6	—	—	—	18.7	18.7	18.8	—	—
	中行 Middle-row	82.3	47.1	29.0	85.4	52.2	34.0	19.0	19.1	18.9	25.4	22.9
宽幅 Wide width	边行 Border-row	64.0	36.1	12.8	—	—	—	18.8	18.5	18.9	—	—
	中行 Middle-row	87.9	42.2	23.1	82.2	46.7	28.4	19.0	18.9	19.1	26.3	23.8

* 为小麦株高>玉米株高; ** 为小麦株高<玉米株高。

26.3℃和23.8℃,光、温条件的改善对中间2行玉米生长发育十分有利,而边行玉米一侧受小麦遮荫,劣势明显,但与窄幅处理相比其遮荫时间减少。中幅套种下中间1行玉米光温条件优越,生长发育良好,边行玉米受小麦的遮荫程度介于窄幅和宽幅处理之间。玉米株高超过小麦株高后,尤其是小麦收获后窄幅处理玉米及中幅、宽幅处理边行玉米遮荫解除,光、热环境改善;而中幅、宽幅处理中行玉米受到种内行间和株间的竞争,生长空间相对狭小。由表3可知,乳熟期窄幅处理比中幅处理中行冠层、中部、基部透光率分别提高11.2%、

表1 不同幅宽处理小麦种群光照效应

Tab. 1 Light effect of wheat population at different width treatments

处理 Treatments	抽穗期透光率* / % Light transmission ratio of earing period			乳熟期透光率** / % Light transmission ratio of milky-ripe period		
	基部 Base	中部 Middle	冠层 Top	基部 Base	中部 Middle	冠层 Top
窄幅 Narrow width	8.3	20.0	38.5	7.9	18.4	23.8
中幅 Medium width	12.4	18.2	39.6	7.7	13.2	24.1
宽幅 Wide width	13.3	21.4	40.7	5.0	11.1	19.7

* 为小麦株高>玉米株高; ** 为小麦株高<玉米株高。

2.2 不同幅宽处理玉米种群光温效应与生长发育状况

玉米出苗~大喇叭口期60d间受小麦遮荫的不利影响(见表3),窄幅套种下玉米受小麦的遮荫影响最大,1d中玉米顶部受直射光照时间不足日照时数的1/2,拔节期冠层、中部、基部光强仅为自然光强的56.2%、

10.0%和 4.4%，比宽幅处理中行依次提高 14.4%、15.5%和 10.0%。由表 4 可知不同幅宽处理玉米株高变化，玉米株高超过小麦株高前，中幅处理的玉米株高增长速度明显大于窄幅处理，同是中幅处理其中行的株高增长速度又大于边行株高。玉米株高超过小麦株高后，窄幅处理及中幅处理边行株高增长速度明显加快，至乳熟期测定时窄幅与中幅及中幅边行和中行间株高已无明显差异。玉米吐丝期测定，宽幅和中幅处理中行单株叶面积分别达 0.65m² 和 0.61m²，而边行及窄

表 4 不同幅宽处理玉米株高变化

Tab. 4 Change of maize height at different width treatments

处 理 Treatments	玉米株高/cm Height of maize 日期:月-日 Data(month-day)							
	05-15	05-30	06-15	06-30	07-15	07-30	08-15	08-30
窄 幅 Narrow width	1.4	8.6	23.4	48.3	83.0	142.6	172.9	208.0
中幅边行 Border-row of medium width	4.7	12.9	27.1	53.7	95.7	145.7	176.3	209.6
中幅中行 Middle-row of medium width	4.5	15.1	30.6	64.0	111.4	154.9	180.0	207.7

幅处理仅为 0.51~0.56m²。成熟期考种结果表明，宽幅和中幅处理中行单株生物产量、穗粒数、穗粒重分别达 341~357g、487~506 粒和 143~157g，明显高于窄幅及边行；宽幅和中幅处理中行百粒重分别为 28.2g 和 29.8g，反比各自边行和窄幅处理均低，这说明在中幅、宽幅套种下玉米带中行生长发育状况和穗部性状明显改善，但粒重有所下降，而边行生长量、穗粒数表现劣势，但粒重却表现优势。

2.3 不同幅宽处理对作物产量的影响

由表 5 可知，不同幅宽小麦处理中以窄幅处理产量最高，宽幅处理最低，中幅介于二者之间，中幅和宽幅分别比窄幅低 13.89%和 22.58%；玉米产量则相反，为宽幅>中幅>窄幅，宽幅和中幅分别比窄幅高 37.71%和 30.00%，表明不同幅宽处理间玉米单元产量差异远大于小麦单元产量差异。小麦和玉米两作整

表 5 不同幅宽处理作物产量及其稳定性与生产优势度

Tab. 5 Crops yield, yield stability and producing superiority at different width treatments

处 理 Treatments	作物产量/kg·hm ⁻² Crop yield				生产优势度 Dominance of production			产量稳定指数(S) Yield stability index
	小麦 Wheat	玉米 Maize	平均 Average	两作整体 Total at two crops	小麦(P ₁)	玉米(P ₂)		
		边行 Border-row			中行 Middle-row	Wheat	Maize	
窄 幅 Narrow width	4916	—	—	6751	11647	0.4221	0.5779	0.2957
中 幅 Medium width	4233	8121	10008	5750	12583	0.3261	0.6739	0.2742
宽 幅 Wide width	3806	7767	10770	9263	13075	0.2511	0.7089	0.2519

体产量表现与玉米单作表现呈相同变化趋势，除窄幅处理明显较低外，中幅处理和宽幅处理差异很小，2 处理两作整体产量均约为 1.3 万 kg/hm²，约比窄幅处理提高 11%。作物套种系统结构单元的生产优势度是指各单元作物对系统整体产量的贡献率，其计算公式为：

$$A = \frac{n_i}{N} = P_i \quad (1)$$

式中，A 为结构单元的生产优势度，n_i 为各个单元作物的产量，N 为套种系统整体产量。计算结果(见表 5)表明，本试验 3 种幅宽处理的小麦单元生产优势度为 0.2911~0.4221，其与幅宽间变化关系呈明显负相关性；玉米单元生产优势度为 0.5779~0.7089，其与幅宽间变化关系呈明显正相关性，说明在小麦套种玉米系统中玉米对整体产量的贡献率大于小麦，故通过提高玉米单元生产优势度带动整体产量的增加是有效的重要手段，而加大幅宽和增加玉米播行则是提高玉米单元生产优势度的根本途径。作物套种系统产量稳定性(Stability)是指在系统以外的变量正常波动与循环所产生的微小干扰下系统产量所保持的恒定性，系统产量稳定性可用 Macathar 的稳定性公式加以计算，即：

$$S = - \sum P_i \log P_i = - \sum \frac{n_i}{N} \log \frac{n_i}{N} \quad (2)$$

式中，S 为产量稳定指数，n_i 为各单元作物产量，N 为系统整体产量。试验分析结果(见表 5)表明，小麦套种玉米幅宽增加后伴随着整体产量水平的提高却降低了产量稳定性，中幅和宽幅处理产量稳定指数分别较窄幅处理低 0.0215 和 0.0338，这表明对高产的中幅、宽幅小麦套种玉米田应切实增加投入，提高综合栽培管理水平，尤其是保证落实玉米单元灌水、施肥等关键技术措施，以保持高产的稳定性。

3 小结与讨论

改传统的窄幅套种为中幅、宽幅套种，小麦单产降低，玉米单产增加，但中幅、宽幅套种后玉米的增产效应足以补偿小麦的减产并有盈余，两作整体产量显著提高，本试验中 3 种幅宽处理小麦播带宽均为 1.2m，不一定为最佳设置，如何在中幅、宽幅带型的基础上进一步合理调整小麦与玉米的播带比例及小麦播行，以获得最大的边行优势和最小的边行劣势，达到小麦、玉米两作的最高产量水平尚需进一步深入研究。

参 考 文 献

- 1 谭立军等. 小麦春玉米套作共生期间种间互作效应的微气候学研究. 江苏农业科学, 1996, 12(3): 51~52