

64-70

12

第20卷 第3期  
1992年8月西北农业大学学报  
Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalisVol.20 No.3  
Aug. 1992

# 麦棉套作的物候变化及其对麦棉生长发育的影响

马 骥<sup>1</sup> 毛建昌<sup>1</sup> 田泉社<sup>1</sup> 王发祥<sup>2</sup>

(1 陕西省粮食作物研究所, 陕西杨陵·712100)

(2 陕西省蔬菜研究所, 陕西杨陵·712100)

**摘 要** 通过对麦棉套作物候变化的研究, 找出了麦棉套作的合理类型: 以粮为主兼顾棉花, 宜采用窄空带类型, 小麦占地面积 60% 以上, 预留空带宽 53~72 cm; 粮棉兼顾型以单位面积产值为目标, 宜采用宽空带类型, 小麦占地面积 50% 左右, 麦棉间距 26.4~36.3 cm, 预留空带宽 103~122 cm (棉花窄行距为 50 cm)。

**关键词** 麦棉套作, 物候, 生长发育 小麦, 棉花

**中图分类号** S344.3, S162.5

合理的麦棉套作能够获得较单作更高的经济效益<sup>[1~3]</sup>, 它能充分利用自然资源与生长季节<sup>[4,5]</sup>, 扩大种植面积, 提高复种指数, 解决粮棉争地, 两料争时的矛盾。但是, 麦棉套作也会引起对小麦和棉花有利和不利的小气候变化<sup>[6,7]</sup>, 如棉苗冠层光照强度减少, 空气湿度增大, 天敌和害虫的种类和数量增加<sup>[6]</sup>等, 从而影响棉花“三桃”的形成比例<sup>[8]</sup>, 使棉花在一定程度上减产。近几年来, 随着作物套作面积的扩大, 国内已在套作的效益和气候因子的变化上作了许多研究<sup>[4,9,10]</sup>, 但都仅限于套作与单作或轮作的比较, 而对麦棉套作不同配置比例的气候、养分变化规律及对麦棉生长的影响报道甚少。本文从性和量的角度对不同麦棉套作方式的物候变化及麦棉生长情况作了较为系统的研究, 旨在为指导生产提供理论依据。

## 1 材料与方 法

试验于 1989~1990 年在渭南市龙背乡安王试验点进行。小麦品种选用小偃 6 号, 棉花品种选用中棉 12 号。试验设 4:1, 3:2, 4:2 和 6:2 等 4 种带型的麦棉套作方式, 各种带型的规格见表 1。小麦行距均为 16.8 cm, 棉花窄行距为 50 cm, 宽行距随小

表 1 麦棉套作带型规格表

带 型	小麦行数	棉花行数	带 宽 (cm)	小麦播幅宽 (cm)	小麦占地面积 (%)	预留空带宽 (cm)
4:1	4	1	120.4	50.4	55.8	70
3:2	3	2	149.6	33.6	33.7	116
4:2	4	2	166.4	50.4	40.4	116
6:2	6	2	200.0	84.0	50.4	116

文稿收到日期: 1992-03-26.

\* 陕西省科技攻关项目

麦播幅的大小而变化, 每个带型试验面积为  $333.3 \text{ m}^2$ , 并在 6:2 带型中设麦棉间距分别为 16.5, 26.4, 36.3, 46.2 cm 的辅助试验, 以确定合理的麦棉间距。

由于 4:1 带型和 6:2 带型的小麦占地面积较为接近, 且生产上应用较多, 因此, 宽空带和窄空带对物候和麦棉影响的一些项目测定和调查, 只在这两种带型中进行。

土壤含水量的测定采用烘干法, 重复 3 次, 气温、地温和光照强度每天 8 点、12 点和下午 4 点测定, 连测 3 天, 最后取平均值; 土壤养分在棉苗三叶期采用 5 点取样后混合, 在陕西省农科院测试中心测定; 小麦和棉花的各性状调查分别为 20 株平均值。田间管理与大田相同。

## 2 结果与分析

### 2.1 麦棉套作物候变化规律

#### 2.1.1 土壤含水量的变化

(1) 棉苗 2~3 叶期, 不同麦棉间距土壤含水量的垂直分布 麦棉间距的大小对土壤含水量有显著的影响(图 1), 麦棉间距分别为 16.5, 26.4, 36.3, 46.2 cm 时, 土壤平均含水量(0~75 cm 土层)分别为 10.92%, 12.12%, 12.09%和 13.27%。可见, 麦棉间距在 26.4~36.3 cm 之间, 土壤平均含水量变化不大。因此, 从土壤含水量角度看: 麦棉间距在 26.4~36.3 cm 之间较为合理。

(2) 麦带边行和中行土壤含水量的变化 由图 2 可见, 麦带中行 0~10 cm 土壤含水量, 宽空带与窄空带无差异, 而 10~50 cm 土层, 宽空带比窄空带仅高 0.42%; 麦带边行 0~50 cm 土壤含水量, 宽空带为 14.4%, 窄空带为 10.3%, 宽空带比窄空带高 4.1%。由此可见, 空带的宽窄对麦带中行土壤含水量影响很小, 对边行的影响较大。

(3) 棉花始花期, 距棉行不同距离处的土壤含水量变化 棉花始花期是棉花需水量最大的时期(图 3), 这个时期土壤含水量的大小对棉花的生长起着重要的作用。从图 3 看出, 0~20 cm 土壤含水量与小麦占地面积无相关变化, 而与距棉行距离呈正相关, 距离越大土壤平均含水量越高; 20~40 cm 土壤含水量则随小麦占地面积的增大而增高, 小麦占地面积为 50.4%时, 土壤平均含水量最高为 15.9%, 分别比小麦占地 33.7%和 40.4%时高 2.55%和 2.16%, 因此, 小麦占地面积在 50%左右对棉花的生长有利。

2.1.2 麦棉套作光照强度的变化 麦棉共生期, 光照强度的大小直接影响棉苗的

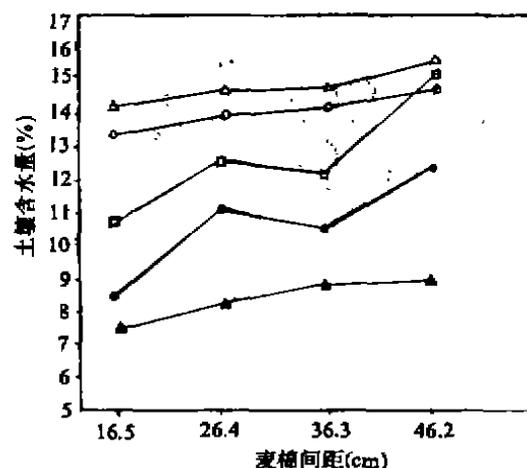


图 1 麦棉不同间距土壤含水量

注: ▲ 0~10 cm 土壤含水量; ● 10~20 cm 土壤含水量; □ 20~30 cm 土壤含水量; ○ 30~50 cm 土壤含水量; △ 50~75 cm 土壤含水量

光合作用。棉苗 3~5 叶期，麦棉间套棉苗冠层的光照(透光%)只有单作棉的 71.02%<sup>(1)</sup>，可见麦棉套作对棉苗的光照影响较大，因此，应配置最佳带型，相对提高光照强度，增强棉苗的光合作用。

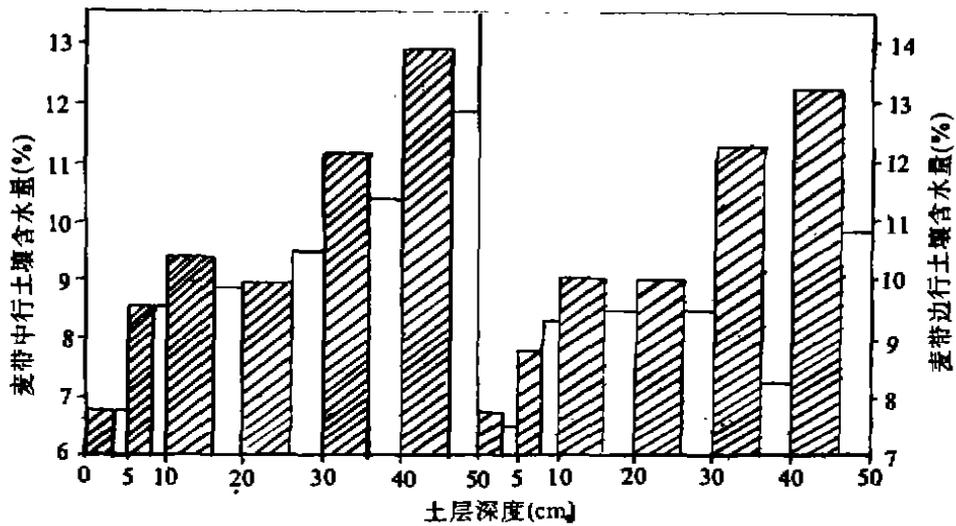


图 2 麦带中行和边行不同土层深度土壤含水量

■ 宽空带, ▨ 窄空带

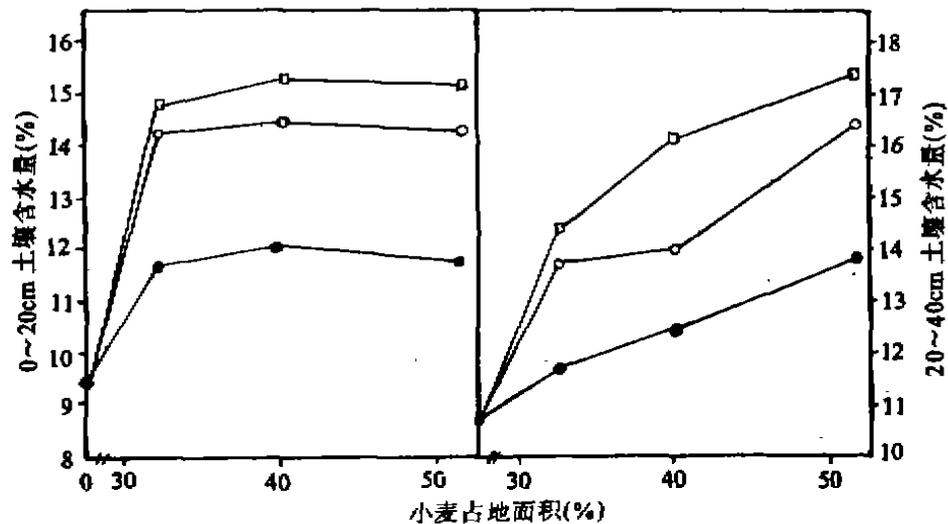


图 3 距棉行不同距离不同土层土壤含水量

● 距棉行 10 cm; ○ 距棉行 20 cm; □ 距棉行 30 cm

麦棉共生期，麦带平均光照强度与距地面高度呈直线关系，高度越高，光照越强（图 4）。另外，宽空带的麦带平均光照强度高于窄空带 1.2 lx；棉带平均光照强度随高度的增加而呈曲线关系升高。宽空带的棉带光照强度显著高于窄空带，平均高 10.6 lx，尤其是棉

苗冠层, 平均高 20.8 lx. 由此看出, 空带的宽窄对麦带的平均光照强度影响较小, 对棉带平均光照强度影响较大. 因此, 在可能条件下, 适当加宽空带对棉苗生育是有利的.

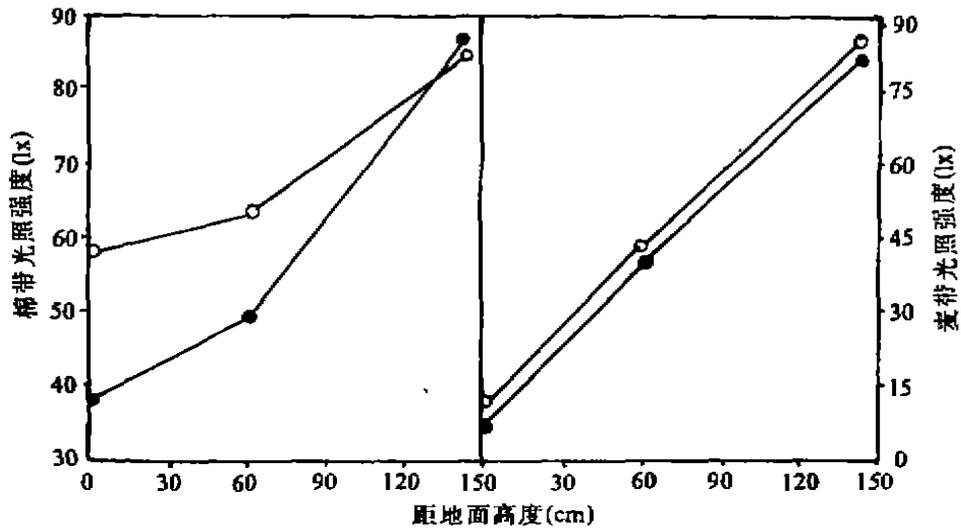


图4 棉带和麦带不同地上高度光照强度(平均)

○ 宽空带, ● 窄空带

2.1.3 麦棉套作温度的变化规律

(1) 棉带平均气温的变化 麦棉共生期, 宽空带的棉带总平均气温为 21.53℃ (图 5), 窄空带为 21.36℃, 宽空带和窄空带棉带总平均气温差异很小; 在 20 cm 高处, 宽空带的棉带平均气温为 21.9℃, 比窄空带高 0.6℃, 60 cm 高时, 宽空带的棉带平均气温比窄空带高 0.4℃. 由此可见, 宽空带和窄空带的棉带总平均气温较为接近. 在 0~60 cm 高度范围内, 宽空带的棉带平均气温比窄空带高 0.5℃.

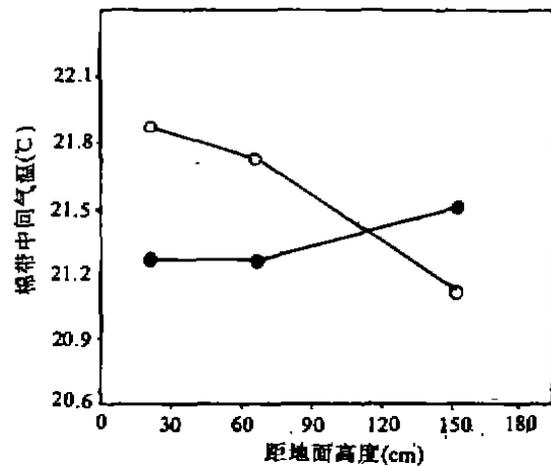


图5 棉带不同高度气温变化

● 窄空带; ○ 宽空带

(2) 棉带和麦带的 5 cm, 10 cm 地温变化 棉花播前, 宽空带的棉带 5 cm 和 10 cm 地温分别比窄空带的高 1.4℃ 和 0.7℃, 麦边行分别高 0.8℃ 和 0.7℃, 麦中行分别高 0.7℃ 和低 0.1℃; 棉苗三叶期, 宽空带的棉带 5 cm 和 10 cm 地温分别比窄空带高 2.4℃ 和 1.6℃, 麦边行分别高 1.5℃ 和 1.3℃, 麦中行分别高 1.1℃ 和 0.8℃. 可见, 宽空带的棉带, 麦边行和麦中行 5 cm 和 10 cm 地温均高于窄空带(表 2).

表 2 5 cm 和 10 cm 地温变化

时 期	土壤深度 (cm)	麦 带						麦带中行	
		棉 带		麦带边行		麦带中行		宽空	窄空
		宽空	窄空	宽空	窄空	宽空	窄空		
棉花播前 (4月12日)	5	13.7	12.3	11.8	11.0	12.2	10.5		
	10	12.8	12.1	11.5	10.8	10.5	10.0		
棉苗三叶期 (6月3日)	5	26.6	24.2	23.1	21.6	21.3	20.2		
	10	24.1	22.5	21.6	20.9	20.2	19.7		

2.1.4 麦棉套作不同土层土壤养分分析 棉花苗期,根系主要分布于 5~20 cm 土层,土壤养分的变化对棉苗的生长起着重要的作用。5~20 cm 土层,棉带中间土壤有机质含量为 0.779%,全氮含量为 0.06%,碱解氮为 56.98  $\mu\text{g/g}$ 、速效磷为 6.65  $\mu\text{g/g}$ ,分别比 20~50 cm 土层高 0.37%, 0.024%, 31.21  $\mu\text{g/g}$  和 5.65  $\mu\text{g/g}$ ;宽空带的棉带中间 0~50 cm 土层平均有机质含量比窄空带低 0.01%,而全氮含量、碱解氮和速效磷平均分别高 0.012%, 2.4  $\mu\text{g/g}$  和 2.8  $\mu\text{g/g}$ 。由于宽空带的棉带中间平均地温比窄空带的高 2 $^{\circ}\text{C}$  左右,土壤中微生物活跃,对有机质的分解相对较多,因此,宽空带的棉带中间的有机质含量相对较窄空带的低,而全氮含量、碱解氮和速效磷相对较高。

表 3 麦带和棉带不同土层土壤养分含量

土层 深度 (cm)	空带宽 (m)	有机质(%)			全氮(%)			碱解氮( $\mu\text{g/g}$ )			速效磷( $\mu\text{g/g}$ )		
		麦带 边行	麦带 中行	棉带 中间	麦带 边行	麦带 中行	棉带 中间	麦带 边行	麦带 中行	棉带 中间	麦带 边行	麦带 中行	棉带 中间
		0~5	1.16	0.911	0.926	0.957	0.071	0.059	0.074	50.2	48.1	55.2	6.2
	0.70	0.731	0.714	0.702	0.057	0.068	0.056	42.6	44.1	50.9	4.0	4.0	14.6
5~10	1.16	0.812	0.859	0.869	0.067	0.057	0.068	43.9	46.0	53.2	2.6	1.8	9.6
	0.70	0.735	0.749	0.745	0.054	0.047	0.045	46.7	37.8	55.8	2.2	2.8	6.0
10~20	1.16	0.697	0.745	0.766	0.053	0.046	0.068	44.3	41.9	50.2	6.8	4.6	8.2
	0.70	0.648	0.676	0.735	0.049	0.040	0.059	46.7	36.3	37.9	1.6	2.4	2.8
20~30	1.16	0.493	0.412	0.493	0.048	0.037	0.049	40.7	29.1	30.8	0.2	1.6	2.8
	0.70	0.479	0.448	0.493	0.027	0.035	0.035	24.8	28.5	26.5	0.2	0.2	1.6
30~40	1.16	0.527	0.432	0.418	0.031	0.050	0.032	33.2	31.9	22.8	1.2	0.2	0.6
	0.70	0.361	0.378	0.317	0.042	0.033	0.027	26.1	22.5	30.5	0.6	0.6	0.4
40~50	1.16	0.354	0.341	0.349	0.058	0.044	0.029	20.1	18.8	19.2	0.2	0.2	0.4
	0.70	0.307	0.335	0.382	0.019	0.027	0.045	22.5	17.4	18.8	0.2	0.4	0.2
均 值	1.16	0.616	0.619	0.642	0.055	0.049	0.056	38.3	35.9	38.6	2.8	2.4	7.1
	0.70	0.544	0.550	0.652	0.042	0.041	0.044	34.9	31.1	36.2	1.5	1.7	4.3

## 2.2 麦棉套作对麦棉生长发育的影响

2.2.1 对棉苗生长发育的影响 由表 4 看出,棉苗生长量与麦棉间距有密切关系,麦棉间距在 26.4~36.3 cm 时,棉苗生长情况较为接近,因此,麦棉间距在 26.4~36.3 cm 之间为宜。

表 4 麦棉不同间距对棉苗生长的影响

麦棉间距(cm)	真叶数	单株叶面积( $\text{cm}^2$ )
16.5	1.9	25.8
26.4	2.7	36.6
36.3	2.8	47.3
46.2	3.7	50.4

表 5 两种空带宽度对棉苗生长的影响

带型	空带宽 (cm)	苗高 (cm)	真叶数	单株干重 (g)
6:2	116	16.2	9.0	11.0
4:1	70	11.4	5.9	7.9
差 值		4.8	3.1	3.1

由表5看, 宽空带比窄空带苗高真叶数和单株干物重分别高4.8 cm, 多3.1片和3.1 g。显然宽空带有利于棉苗的生长, 但空带也不能过宽, 过宽则影响土地的合理利用。对于n:2类型, 空带的宽度为102.8~122.6 cm较为合理。

表6 两种空带宽度对棉花经济性状的影响

空带类型	株高 (cm)	伏桃 (个)	秋桃 (个)	铃重 (g)	衣分 (%)
宽空带	105	10.4	13.4	4.23	40.4
窄空带	100	9.7	13.5	4.30	40.1
差值	5	0.7	-0.1	-0.07	0.3

2.2.2 空带宽度对棉花经济性状的影响 由表6看, 宽空带比窄空带伏桃多0.7个/株, 秋桃少0.1个/株, 铃重降低0.07 g, 衣分提高0.3%。宽空带有利于棉花伏桃的增加和衣分的提高。

2.2.3 两种空带宽度对小麦生长发育的影响 窄空带的小麦明显优于宽空带(表7), 这主要是由于窄空带的边际效应大于宽空带。4:1带型的小麦单产高于宽空带。

表7 两种空带宽度对小麦生长发育的影响

空带类型	小麦播幅 (cm)	小麦占地面积 (%)	株高 (cm)	茎粗 (cm)	次生根 (条)	穗长 (cm)	小穗数 (个)	穗粒数 (粒)	千粒重 (g)
宽空带	116	50.4	82.3	0.33	35.4	7.0	15.3	26.3	43.6
窄空带	70	55.8	90.1	0.35	40.4	8.8	17.8	28.9	44.1
差值			-7.8	-0.02	-5	-1.8	-2.5	-2.6	-0.5

### 2.3 麦棉套作的产量、产值和效益分析

4:1式带型的小麦产量最高为5.96 t/hm<sup>2</sup>, 仅比单种小麦少144 kg/hm<sup>2</sup>, 减产2.35%, 但棉花单产最低为1 683.3 kg/hm<sup>2</sup>, 比单种的棉花(2 097.15 kg/hm<sup>2</sup>)减产19.73%, 因此, 麦棉套作若以粮食生产为主, 则采用4:1带型较为合理。在n:2带型中, 棉花单产较为接近, 仅差28.05 kg/hm<sup>2</sup>, 而小麦单产差异较大(表8)。粮棉兼顾型以6:2带型较为合理。

表8 麦棉套作带型与产量、产值、经济效益分析

带型	空带宽 (cm)	小麦占地面积 (%)	小麦		皮棉		总产值 (元/hm <sup>2</sup> )
			单产 (t/hm <sup>2</sup> )	产值 (元/hm <sup>2</sup> )	单产 (kg/hm <sup>2</sup> )	产值 (元/hm <sup>2</sup> )	
4:1	70	55.8	5.96	4 774.5	1 683.3	11 261.3	16 035.8
3:2	116	33.7	4.05	3 238.5	1 871	12 517	15 755.5
4:2	116	40.4	4.50	3 597	1 842.9	12 329	15 926
6:2	116	50.4	5.16	4 125	1 859.4	12 439.4	16 564.4

注: 小麦以0.8元/kg, 皮棉以6.69元/kg计。

## 3 讨 论

小麦占地面积越大, 小麦单产越高, 但最大只能接近于单种小麦; 小麦带越窄, 边际效应越大, 因此, 小麦播幅应尽可能较窄, 而占地面积应尽可能较大, 这样小麦单产才能达到最大套作潜力。对n:1带型来说: 棉花的平均行距应保证在110 cm左右, 预留空带宽在53~72 cm时, 小麦的理论播幅应在40~57 cm之间, 以小麦播3~4行较为合理, 小麦品种宜选且矮秆、大穗型的品种, 采用南北行向种植, 以解决棉带窄、

通风透光差的问题。对于  $n:2$  带型来说: 棉花用宽窄行种植, 窄行距为 50 cm, 宽行距在 150 cm 左右, 预留空带宽在 102.8~122.6 cm 时, 小麦播幅应在 77.4~97.2 cm 之间, 小麦播 5~7 行较为合理。

## 参 考 文 献

- 1 沈秀英, 舒克孝, 刘俊之. 麦棉套作技术之初步研究. 作物学报, 1981, 7(2): 92~98
- 2 蒋观真. 棉花不同种植方式增产效果和经济效益. 中国农业科学, 1984(2): 8~13
- 3 王寿元, 刘振英, 董人伦. 棉麦不同套种方式的生态效应和经济效益. 中国棉花, 1987(5): 34~35
- 4 刘翼浩, 韩湘玲, 赵明斋. 华北平原地区麦田两熟的光能利用. 作物竞争与产量分析. 作物学报, 1981, 7(1): 63~72
- 5 刘文浩, 袁宝祥, 魏宏升. 从关中立体种植的演变看棉田间套的潜力. 陕西农业科学, 1990, 增刊: 53~56
- 6 杨异超. 棉豆间作农田环境因子对棉花的影响. 中国棉花, 1988(2): 30~32
- 7 启东棉花工作组. 启东两熟棉区棉花壮苗早发及高产施肥技术研究. 作物学报, 1965, 4(3): 251~257
- 8 高广馨, 马克浓. 棉花“三桃”建成过程的初步研究. 作物学报, 1981, 7(2): 111~115
- 9 刘振英, 王寿元, 董人伦. 夏棉棉铃发育规律与生态环境的关系. 中国棉花, 1988(3): 29~32
- 10 毛建昌, 田泉社. 玉米大豆间作效应分析. 陕西农业科学, 1991, 增刊: 16~18

## Phenological Changes in Wheat and Cotton Intercropping System and Its Impact on Growth and Development of Cotton and Wheat

Ma Ji<sup>1</sup> Mao Jianchang<sup>1</sup> Tian Quanshe<sup>1</sup> Wang Faxiang<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup>Shaanxi Institute of Cereal Crops, Yungling, Shaanxi 712100)

<sup>(2)</sup>Shaanxi Institute of Vegetables, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract** Through studying phenological changes in the field with wheat and cotton intercropping, the rational strip patterns of wheat and cotton are found out, i.e. with priority given to food production and taking cotton production into account, narrow and empty strip patterns can be adopted. Of which wheat area will be over 60% of total. The width of the pre-left empty strip is 53~72 cm. The per unit area production value of wheat and cotton in good matching can be the objective so that the wide and empty strip patterns are suitable to be used in which wheat area accounts for 50% or so. The spacing between wheat and cotton is 26.4~36.3 cm. The width of the pre-left strip is 103~122 cm (with cotton spacing of 50 cm.)

**Key words** wheat and cotton intercropping, phenology, crop growth and development