

旱田间作模式生态经济效益研究*

426-432

王 纓 雷慰慈
(湖北农学院 荆州 434103)

S181

S544.2

摘要 总结报道了1988~1992年小麦-西瓜-棉花-萝卜、小麦-西瓜-玉米-萝卜、小麦-西瓜-辣椒-萝卜、小麦-棉花(CK)等4个处理、3个重要的随机区组试验及一系列对比示范田的产量、收益和生态效应。结果表明,3种间作模式比传统模式在复种指数上提高了1倍以上;在亩产值上提高了3.26~5.20倍;在每亩净收益上提高了4.37~8.24倍;在每工作日创收上提高了2.11~3.69倍;在产出/投入比上提高了0.75~1.28倍。农田生态也有所改善。各间作模式在各方面均优于传统模式“小麦-棉花”。

关键词: 旱田, 间作模式, 生态经济效益。

STUDIES ON THE ECO-ECONOMIC EFFICIENCY OF HIGH BENEFICIAL INTERCROPPING MODELS IN UPLAND

Wang Ying Lei Weici

(Hubei Agricultural College, Jingzhou, 434103, China)

Abstract A field experiment of three replications, four treatments and a series of check demonstrations conducted in 1988~1992. Those four treatments are "wheat-watermelon-cotton-radish", "wheat-watermelon-corn-radish", "wheat-watermelon-pepper-radish" and "wheat-cotton(CK)". The results indicate that the output value, the net income per *Mu* or per labor day, and the output/input ratio of the three intercropping models were able to be increased by 3.26~5.20, 4.37~8.24, 2.11~3.69 and 0.75~1.28 times as compared with those of CK respectively. The field ecological environment was improved.

Key words: upland, intercropping model, eco-economic efficiency.

冬麦夏棉是南方棉区数十年一贯推行的单一模式,非棉区则全部种粮,无与其它作物轮作之可能,导致病、虫、杂草为害愈演愈烈,棉区枯、黄萎病蔓延。且在某一作物集中用工之时,劳力紧张,田间管理不得及时,也不可能提高管理质量。于是工本提高,单产下降,收益甚微,不仅无法积累资金,甚至不得温饱。如是则招致农田生态恶性循环。

本研究旨在提出几种间作模式,以选择适当作物、适宜行株距,互相配合,充分利用季节、空间、辐射热能、光能,优化农田生态,创立高效农业,将农业推入市场经济。要求在产量、产值、生态效应等方面比国内外各间作模式都有显著提高,同时改农田生态恶性循环为良性循环。

* 湖北省科委资助重点攻关课题。

收稿日期:1996-05-18,修改稿收到日期:1997-02-15。

近年国内外旱田间作模式甚多,略举数例,如山西稷山棉花间甜瓜^[1],江苏棉花间西瓜、玉米、蔬菜^[2~4],安徽宿县棉花间绿豆^[5],印度玉米间油料、豆科^[6]或辣椒^[7],巴西向日葵大豆混作^[8],埃及棉花间玉米^[9]或豌豆^[10]。一般都提高了经济比价(MER, monetary equivalent ratio)和土地比价(LER, land equivalent ratio),但均极有限,且均为大田对比,未见正规试验。本文报道的是在国内外生产对比的基础上,配制新模式,再经正规试验,而后示范推广的系列结果。

1 材料与方法

1990年在湖北省江陵县岑河镇洪山村进行了有小麦-西瓜-棉花-萝卜、小麦-西瓜-玉米-萝卜、小麦-西瓜-辣椒-萝卜、小麦-棉花(CK)等4个处理、3个重复的随机区组试验。厢面宽266.7cm,沟宽33.3cm,即厢宽300cm,有棉花者,宽行距100cm,在厢中;两边各两窄行棉花,窄行距50cm,两厢肩各33.3cm,棉花株距25cm,每666.7m²植棉3500株。有西瓜、玉米者,在每厢左(或右)肩上植西瓜1行,另一肩上植玉米(或辣椒)1行,株距均为66.6cm。小区宽1200cm,即每4厢为1小区,长2778m,小区面积333.4m²,全试验12个小区,总面积333.4m²。其中小麦(161.11kg/666.7m²)、萝卜(2500kg/666.7m²)未作处理,故未分小区计产。辣椒产量180.17kg/666.7m²,玉米71.5kg/666.7m²,因无对照,产量无可比,只能比较经济、生态效益。

对比示范田面积0.2~0.33hm²不等,投入和管理均为当地一般水平,土壤为江汉平原常见冲积土。品种:小麦(以W代之)——881,棉花(C)——鄂荆1号,玉米(M)——华育2号,西瓜(Wm)——新红宝,萝卜(T)——马耳萝卜,辣椒(P)——福杂2号。按当时价格,各产品每公斤(元):小麦、玉米各0.7,西瓜0.4,辣椒1.5,棉花4.5,萝卜0.2;工价4元/日。产量均为实收产量。

棉花行间和西瓜藤蔓下自由水面蒸发量系将蒸发皿各5个,分别随机置于棉行间和瓜蔓下,从皿上刻度读出蒸发量,平均得出的。此数字并不能代表行间和蔓下的土壤蒸发量,再以同时实测各层土壤湿度辅佐之,但此土壤湿度,又无法排除作物蒸腾量和地下水上升量。总之,二法都不理想,但合二法所得数字,再加同期各层土温互相参照之,已足以说明新模式优于传统模式了。这3项数据只在7月下半月测定的原因在于7月中以前,棉花和瓜蔓均未封行,二者无甚差别;进入8月,西瓜已采摘过半,瓜蔓衰老,部分落叶,二者差别也不大。两种作物竞争水、肥、光最紧张时是在7月下半月。采用克氏定N法测N含量,721柠檬兰比色计测P₂O₅含量,火焰光度计测K₂O含量,重铬酸钾容量法测有机质含量。这些生态因子的变化不仅能说明各模式的生态效应,而且足以释明新模式的增产、增值原因。

2 结果与分析

2.1 产量

2.1.1 随机区组试验的产量 3个模式的西瓜产量(表1)以最高的第3模式为对照,则第1模式减产7.93%,第2模式减产8.70%。可见玉米对西瓜的不良影响大于辣椒,棉花的不良影响与玉米接近,可能因玉米、棉花杆高,遮光大于辣椒之故。

表1 随机区组试验的西瓜产量(kg/666.7m²)
Table 1 Yield of watermelon in radom replication expt.

处理 Treatment	重复 Replication			三重复平均 Average of 3 replications	
	I	II	III	均值 Average value	(%)
小麦-西瓜-棉花-萝卜 ^①	3682	3721	3772	3725	92.07
小麦-西瓜-玉米-萝卜 ^②	3950	3712	3420	3694	91.30
小麦-西瓜-辣椒-萝卜 ^③	4139	3891	4108	4046	100

①W-Wm-C-T,②W-Wm-M-T,③W-Wm-P-T

对各处理的方差分析和F值检测,重复间 $F=0.56$,处理间 $F=12.56^*$, $F_{0.05}=6.94$, $F_{0.01}=18.20$,证明处理间差异显著,重复间无显著差异;小麦-西瓜-辣椒-萝卜的西瓜产量显著高于另2模式,另2模式之间无显著差异。

4个处理中有棉花者2,间作模式的棉花产量比对照下降23.57%(表2)。对各处理棉花产量的 t 测验: $t=55.80, t_{0.05}=2.78, t_{0.01}=4.60$,证明2处理产量差异极显著。即仅就棉花产量而言,间作模式仅低于传统模式,其优势表现在经济和生态效益上,但经调整棉花行距后,间作模式的棉花产量又会有所提高。此点请参看对比示范结果。

表2 随机区组试验的棉花产量(kg/666.7m²)
Table 2 Yield of cotton in random replication expt.

处理 Treatment	重复 Replication			三重复平均 Average of 3 replications	
	I	II	III	均值 Average value	(%)
小麦-西瓜-棉花-萝卜 ^①	59	66	63	62.67	76.43
小麦-棉花 ^②	78	87	81	82.00	100

①W-Wm-C-T,②W-C

2.1.2 示范田的产量 1986~1992年在岑河镇各村组布置和自发种植上述3种模式的对比示范田共47例,其产量对比(表3)与从随机区组试验中得来的概念有三大区别:一是在第1组里,间作模式的棉花比对照仅减产12.39%,但在随机区组试验里则减产23.57%,示范田里棉花少减产使西瓜减产高达32.32%;二是在第2组里,玉米产量107.37kg/666.7m²,而在随机区组试验里产量仅71.5kg/666.7m²,玉米增产50.17%使西瓜减产39.58%;三是在第3组里,辣椒产量119.5kg/666.7m²,比随机区组试验的180.17kg减产33.67%,其西瓜单产比随机区组试验也减产35.07%。

表3 示范田各作物产量(kg/666.7m²)
Table 3 Yield of various crops in demonstration fields

对比组合 Check group	处 理 Treatment	小麦 W	玉米 M	棉花 C	西瓜 Wm	辣椒 P	萝卜 R	示范组数 No. of demon examples
1	小麦-西瓜-棉花-萝卜 ^①	184.93		70.0	2521		1891	22
	小麦-棉花 ^②	184.93		79.9				
2	小麦-西瓜-玉米-萝卜 ^③	195.75	107.37		2232		1937	13
	小麦-棉花 ^④	195.57		74.4				
3	小麦-西瓜-辣椒-萝卜 ^⑤	212.05			2627	119.5	2002	12
	小麦-棉花 ^⑥	212.05		66.6				

①W-Wm-C-T,②W-C,③W-Wm-M-T,④W-Wm-P-T

考其原因,在第1组22例中,有16例对比棉花是宽行距83.3cm、窄行距66.7cm的,只有6例是宽行距100cm、窄行距50cm的。而在随机区组试验中,棉花的宽、窄行距都与后6例同,说明宽行太宽、窄行太窄不利棉花而利西瓜。在第2组13例中,有9例是2行棉花间1行玉米的,余4例是4行棉花间1行玉米,株距都是66.7cm,而随机区组试验的玉米都与后4例同,当然不利玉米而利西瓜。

将两种棉花宽窄行分别计算,宽行距83.3cm、窄行距66.7cm的,单产皮棉75.16kg/666.7m²;宽行距100cm、窄行距50cm的,单产皮棉63.51kg/666.7m²。前者比后者增产15.50%,比随机区组试验中的传统模式仅减产8.05%,说明在各间作物行、株距的调整上还有很大潜力,间作并不一定使棉花减产。

2.2 经济效益

2.2.1 产值 从随机区组试验和47例示范的产值(表4)中可见:①各间作模式的产值比传统模式高3.16~5.20倍,极为显著;②增值主要靠西瓜,在总产值中,西瓜占55.06%(示范田小麦-西瓜-棉花-萝卜)~68.59%(随机区组试验小麦-西瓜-玉米-萝卜)。沙市、江陵、潜江在80年代中期以前靠输入河南西瓜渡夏,后因采用有西瓜的间作模式,反而向武汉、湖南、河南、四川输出西瓜。

表4 各处理的产值(元/666.7m²)
Table 4 Output value of various treatments

试验或示范 Expt. or demon.	处 理 Treatment	小麦 W	玉米 M	棉花 C	西瓜 W _m	辣椒 P	萝卜 R	合计 Total	%
试 验 Experiment	小麦-西瓜-棉花-萝卜①	112.87		282.02	1490		500	2384.89	495.02
	小麦-西瓜-玉米-萝卜②	112.87	64.05		1478		500	2154.92	447.28
	小麦-西瓜-辣椒-萝卜③	112.87			1624	270.26	500	2507.12	520.39
	小麦-棉花④	112.87		369.00				481.78	100
示 范 Demonstration	小麦-西瓜-棉花-萝卜	129.45		315.00	1008		378.2	1830.65	374.37
	小麦-棉花	129.45		359.55				489.00	100
	小麦-西瓜-玉米-萝卜	136.90	75.16		893		387.4	1492.46	316.62
	小麦-棉花	136.90		334.79				471.69	100
	小麦-西瓜-辣椒-萝卜	148.44			1051	179.31	400.5	1779.25	397.01
	小麦-棉花	148.44		299.72				448.16	100

①W-W_m-C-T,②W-W_m-M-T,③W-W_m-P-T,④W-C

2.2.2 产出和投入 从表5中可得出以下几个概念:不论试验、示范田的产出、亩净收益、每工创值和产出/投入比,凡间作模式都比传统模式优越。除产出已于上述外,各间作模式的净收益为1091.20~1924.99元/666.7m²,增幅为3.37~7.24倍;每工净收益为12.54~18.33元,增幅为1.11~2.69倍;产出/投入比在各间作模式为3.57~4.31,增幅为0.75~1.28倍。充分说明,旱田间作虽投入了较多的资金和劳力,但其经济效益则远高于传统模式。

表5 各模式的投入、用工量、净收益(元/666.7m²)和产出/投入比
Table 5 The input, labor, net income (yuan/666.7m²) and output/input ratio

试验或示范 Expt. or demon.	处 理 Treatment	产出 Output	投入 Input	用工量 Labor	净收益 Net income		产出/投入 Output/Input
					yuan/666. 7m ² yuan/labor		
试 验 Experiment	小麦-西瓜-棉花-萝卜 ^①	2394.89	605.12	110	1779.77	16.18	3.96
	小麦-西瓜-玉米-萝卜 ^②	2154.92	541.72	95	1613.20	16.98	3.95
	小麦-西瓜-辣椒-萝卜 ^③	2507.12	582.13	105	1924.99	18.33	4.31
	小麦-棉花 ^④	481.78	255.25	45	233.53	4.97	1.89
示 范 Demonstration	小麦-西瓜-棉花-萝卜	1830.80	513.01	92	1317.80	14.32	3.57
	小麦-棉花	489.00	251.68	43	237.01	5.52	1.94
	小麦-西瓜-玉米-萝卜	1492.46	401.05	87	1091.20	12.54	3.72
	小麦-棉花	471.70	222.11	42	249.59	5.94	2.12
	小麦-西瓜-辣椒-萝卜	1779.23	499.02	95	1280.21	13.48	3.57
	小麦-棉花	448.16	242.40	40	205.77	5.14	1.85

①W-W_m-C-T,②W-W_m-M-T,③W-W_m-P-T,④W-C

间作模式的投资和投工量比单作高近一倍或多于一倍,产出却高出2~4倍以上,每投入一工所获劳动报酬也高2~3倍以上,说明间作能容纳较多的资金和农村剩余劳力,也说明就是在种了千百年的农田上仍蕴藏着很大的潜力,间作还能使千百年以田块为单位实行轮作的制度改变为在同一块田里以种植带为单

位实行轮作,使年年采用同一模式的间作田也能分带轮作。

2.3 生态效应

2.3.1 对蒸发量的效应 1990年在多日不雨后的7月23、26、29日测量随机区组试验棉花行间和西瓜藤蔓下的自由水面的蒸发量表明(表6),3d 棉花行间的蒸发量分别比西瓜蔓下的高42.33%、60.89%、33.38%。当时棉花宽行距尚未十分封行,而西瓜藤、叶已盖满田面数层,说明虽多日不雨,仍以间作西瓜者蒸发量较少,其降温、保肥力自当较强。

表6 随机区组试验田棉花行间和西瓜蔓下自由水面的蒸发量(mm/d)

Table 6 Evaporation rate of free water surface under cotton rows and watermelon vines in random replication expt.

测定日期(月·日) Determination date	天气情况 Weather condition	棉花行间 Under cotton rows	西瓜蔓下 Under watermelon vines
7·23	全晴,强光,3~4级风	9.18	6.45
7·26	晴,偶有云,1~2级风	8.14	5.37
7·29	10:00前阴,后转晴,光弱,1~2级风	4.95	3.70

同期测定土壤湿度(表7),绝大多数是间作西瓜的棉田(第1种模式)高于传统模式的棉田,在7月23日强光、3~4级风速下,瓜田0~20cm 土层湿度(20.8%)仍比棉田(19.4%)高1.4%,相对量高7.22%;正午14:00瓜田0~20cm 湿度(20.1%)比棉田(18.4%)高1.7%,相对量高9.24%;只有26日14:00瓜田0~20cm 的湿度低于棉田,但当日的平均湿度仍以棉田为低。

2.3.2 对土壤温度的效应

同时测得的土壤温度(表8),不论早、中、晚,都是瓜田低于棉田;3d 平均地温,瓜田5cm 的(29.8℃)比棉田(31.9℃)低2.1℃;10cm 的(29.4℃)比棉田(31.1℃)低1.7℃;14:00,瓜田5cm 地温(31.9℃)比棉田(35.5℃)低3.9℃,10cm(30.7℃)比棉田(34.2℃)低3.5℃,差异更显著。在干旱缺水、高温季节,土壤湿度

表7 7月23~29日各层土壤湿度(%)

Table 7 Soil humidity of various layers in 23~29 Jul.

日期 Date	时间 Time	棉田土层 Layer in cotton field(cm)				瓜田土层 Layer in watermelon field(cm)			
		0~5	5~10	10~20	0~20	0~5	5~10	10~20	0~20
7·23	8	20.1	20.5	22.5	21.0	20.2	22.1	24.8	22.4
	14	17.3	18.0	19.9	18.4	18.4	20.9	21.1	20.1
	20	15.9	20.1	20.6	18.8	18.6	20.5	20.9	20.0
	平均 Average	17.8	19.5	21.0	19.4	19.1	21.2	22.3	20.8
7·26	8	14.6	15.6	16.4	15.5	18.4	18.5	20.0	19.0
	14	16.2	18.0	18.3	17.5	11.9	13.3	15.0	13.4
	20	13.8	16.9	17.6	16.1	16.2	13.3	19.5	18.3
	平均	14.9	16.8	17.4	16.4	15.5	17.0	18.2	16.9
7·29	8	16.6	16.8	17.4	16.9	11.3	14.6	15.3	13.7
	14	12.3	14.2	15.2	13.9	12.3	16.7	17.9	15.6
	20	13.0	15.0	15.8	14.6	14.0	15.4	16.1	15.2
	平均	14.0	15.3	16.1	15.1	12.5	15.6	16.4	14.8

表8 7月23~29日各层土温(℃)

Table 8 Soil temperature of various layers in various time, 23~29, Jul.

土层(cm) Soil layer	处 理 Treatment	测定时间 Determination time in day							日平均 Average in a date
		8	10	12	14	16	19	20	
5	棉 田 ^①	27.7	29.3	32.0	35.5	34.2	32.9	31.7	31.9
	瓜 田 ^②	26.7	27.3	30.5	31.9	32.4	30.5	29.3	29.3
10	棉 田	27.8	28.8	30.7	34.2	32.7	32.1	31.0	31.1
	瓜 田	26.8	27.5	30.0	30.7	30.9	30.8	29.4	29.4

①Cotton field, ②Watermelon field

高点、温度低点当然大有利于各作物生长发育。

2.3.3 对土壤肥力的效应 1990-09-30采取随机区组试验的小麦-西瓜-棉花-萝卜(W-W_u-C-T)模式的土样分析全氮、全磷、全钾和有机质含量,而以小麦-棉花(W-C)为对照,结果(表9)表明,不论哪种肥分在各土层中,间作模式都比传统模式高得多,主要原因可能是大量西瓜藤茎的分解,而且至取土样时,还有很多枯藤尚未分解。

表9 小麦-西瓜-棉花-萝卜模式各土层 N、P₂O₅、K₂O 有机质含量与对照之比较Table 9 N、P₂O₅、K₂O and organic matter content of various soil layers in W-W_u-C-T model as compared with CK

土层(cm) Soil layer	含量与比较(%) Content & comparison	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	总量(%) Total	有机质(%) Organic matter
0~5	含量 Content	0.113	0.091	0.930	0.297	2.414
	>CK	32.06	20.02	58.12	36.73	27.71
5~10	含量 Content	0.095	0.104	0.802	1.001	2.685
	>CK	28.14	21.72	45.01	31.62	30.14
10~20	含量 Content	0.014	0.111	0.971	1.127	1.621
	>CK	31.46	23.01	38.35	31.24	25.23

4 讨论

宿县在麦套棉行里间作春绿豆,每666.7m²收绿豆42.1~49.0kg,对棉产量无显著影响^[5];稷山^[1]、江苏^[2-4]以棉花不减产或少减产为原则,在麦套棉行里间作少量西瓜、甜瓜、番茄、辣椒、马铃薯、菠菜或大蒜等,每666.7m²增值15%~82%。

国外玉米间作油料或豆料作物、玉米间作大豆均具高矮杆、豆科与非豆科间作的意义,将 LER 提高半至1倍多,但 MER 仅增长18.62%~22.94%^[6,7,9,11]。棉花间作少量辣椒可使棉花不减产,所收辣椒不无小补;若再间作花生、豇豆、绿豆之类,则使棉花减产12%~19%,辣椒也减产9%~14%^[7]。A. A. Hosny 等在埃及所做1行棉、1行玉米和2行棉花、1行玉米,都使棉花显著减产^[12]。

在生态效应方面,G. Fleck Nilson 等报道,向日葵与大豆混作,遇旱,前者在水分竞争上占优势,使大豆因缺水而减产严重^[3]。Mathan K. K. 报道,高粱与豆科间作能显著降低土壤容重;谷物间作豆科,翌年,土壤空隙度、导水性能、团粒结构的稳定性均有所提高^[13]。Ramalho 等报道,玉米、大豆间作能抑制杂草生长^[14]。未见分析土壤肥分者。

概而言之,因间作增值最大者在国内不及1倍,在国外不过20%上下,主要是 LER 提高了。本研究筛选的间作模式增值达3.5倍以上,其原因在于彼等所间作者并非高价作物,或虽间作了高价作物,但数量太少,其设计思想仅限于在保住主作高产之余稍得间作之微利,间作思想境界不够开阔,国外可能还存在无

大量劳力投入、管理粗放等问题。

国际文献和本研究表明,促进间作模式高效的途径一是多间作高价作物,并让高价作物占有适当较多的面积,又将其置于优势地位。如在本试验的间作模式里,西瓜、辣椒目前比棉花、玉米的收益高,如让西瓜、辣椒占有较大的面积和较优越的地位,则整个模式的经济效益即可提高;一旦棉花、玉米价高,则重点又放在棉花、玉米上。但西瓜、辣椒不仅价高,而且生长期短,能使资金周转快,这一利益对农民的生产和生活也是非常重要的。

选取优良间作模式时,其中各作物有共栖互补作用,如高秆喜光作物能造成一种半荫蔽环境,有利喜荫和耐荫作用的生长发育;藤本作物能防止土壤水分蒸发,保持土壤水分,使土湿稳定,高温干旱时,土壤含水较多,地温较低,而当低温时,地温又可能较高,因而利于自身兼及其它作物。

间作物之间还有充分利用和改造自然资源的作用,如深根作物能吸收土壤底层的水分和养分,浅层作物则仅及浅层土壤;各作物所需营养要素亦各有异。各间作物的播种期、盛长期、收获期各异,因而具有分别利用各季节的光、温、水、肥资源,充分发挥自然资源潜力的作用。间作物营养生长量必大于单作,有大量根系和秸秆还田,用以改良土壤,培肥地力,使用地之中结合养地。

以上仅及农田生态的改善,再扩而大之,优良模式重在增进经济效益,经济效益既有所增进,则人民生活得以提高,又能积累资金投入农业,如此则又改善了社会经济的大循环。

参 考 文 献

- 1 兰晋山,务庆元,丁文合. 棉瓜菜间套的几种模式. 山西农业科学, 1989(5): 27~28
- 2 纪从亮. 试谈棉田间套种类型. 农业科技通讯, 1989, (6): 12~13
- 3 李庆勋. 几种粮棉菜间套播种的效益与方法. 江苏农业科学, 1988, (1): 17~18
- 4 陈必平, 皮仔立, 陈孝参等. 瓜棉套作的经济效益和栽培技术. 江苏农业科学, 1989, (3): 18~19
- 5 潘恒晋, 江厚旺, 蔡宗辉, 王正登. 农业科学通讯, 1989, (11): 14
- 6 Ambapurkar K M, Paikhelkar S V. Intercropping of important oilseeds and pulses with maize under protective irrigation in Kharif season. *Maharashtra Agric. Univ* 1988, 13(3): 304~307
- 7 Patil S B, Sheelavantar M N. Studies on intercropping in chili-cotton mixed cropping, 1. Growth, yield and yield components of intercrops chilli and cotton. *Mysore J. Agric Sci.* 1988, 22(1): 6~14
- 8 Fleck Nilson G, Carlos M N Machado. Plant population and row arrangement effects, in the sunflower beans intercropping (Brazil). *Pesqui Agropecu Bras*, 1989, 24(7): 841~850
- 9 Martin Ralph C, Thor Arnason J, John D H. Reduction of European corn broer (Lepidoptera: Pyralidae) damage by intercropping corn with soybean (Canada). *J Econ Entomol*, 1989, 82(5): 1455~1459
- 10 Van kessel, Christopher, Joann P Roskoski. Row space effects on nitrogen-fixation, nitrogen-yield and soil-nitrogen uptake of intercropped cowpea and maize (Canada). *Plant soil*, 1988, 111(1): 17~24
- 11 Ifenkwe O P, Odurukwe S O, Okonkwo J C. Effects of maize and potato populations on tuber and grain yields net income and land equivalent ratios in potato/maize intercropping. *Trop Agric*, 1989, 66(4): 329~333
- 12 Hosny A A, Mohamad H M H, Yassen A I, et al. Effect of intercropping maize and cotton on yield components of Giza 2 maize and Giza 80 cotton variety. *Ann Agric Sci(CAIRO)*, 1989, 34(1): 47~62
- 13 Mathan K K. Changes in soil properties after intercropping as against sole cropping (India). *J Agri Crop Sci*, 1989, 16(4): 248~251
- 14 Ramalho, Magno A P, Jost Carlos Cruz, Telma P Assini. Weed competition in a maize-bean intercropping. system, 1989, 24(5): 543~552