

甜玉米蔬菜间套复种模式产值效益研究

安瞳昕¹, 吴伯志¹, 代平², 牛华林³

(1. 云南农业大学, 云南昆明 650201; 2. 云南曲靖市麒麟区农业局, 云南曲靖 655000;

3. 云南省通海县农业技术推广中心, 云南通海 652700)

摘要: 为进一步提高蔬菜作物间套复种的经济效益, 采用田间小区试验, 研究甜玉米与蔬菜间套复种的8种植模式的产值效益。结果表明: 甜玉米与不同蔬菜间套作的总产量和总产值均高于蔬菜单作; 其中, 2004年2:4带型处理年总产值最高, 平均比单作增加49.1%; 2005年夏播模式2行甜玉米||4行甘蓝/4行茼蒿笋(2:4带型)的经济效益均高于其它处理, 其作物总产值达到67377元·hm⁻², 比当季蔬菜单作增加96%; 2005年甜玉米间作蔬菜(2:4带型)的秋播模式2行萝卜||11行大蒜/2行茼蒿笋模式总产值达64667元·hm⁻², 比蔬菜单作增加161%, 其年总产值比蔬菜单作平均增加299.5%。说明甜玉米与不同蔬菜间套作有利于提高农作物的经济效益, 而2:4带型的种植模式可在蔬菜农业生产中推广应用。

关键词: 甜玉米; 蔬菜; 间套作; 产量; 产值

中图分类号: S344.2; S513.047 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)01-0042-05

Research on crop production value of sweet maize and vegetable intercropping patterns

AN Tong-xin¹, WU Bo-zhi¹, DAI Ping², NIU Hua-lin³

(1. Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China; 2. Agricultural Center of Qilin Yunnan Province, Qujing, Yunnan 655000, China; 3. Agricultural technology Popularizing Center of Tonghai County, Tonghai, Yunnan 652700, China)

Abstract: In order to improve the benefits of vegetable intercropping and multiple cropping, this experiment was conducted to compare the production value of eight patterns on sweet maize and intercropping. The results are as follows: the total income and yield of sweet maize and vegetable intercropping are higher than vegetable monocropping. The total income of the pattern(2:4) was the highest in 2004, and was increased by 49.1% on average than vegetable monocropping. The total income of the pattern (2 rows of sweet maize || 4 rows of cabbage / 4 rows asparagus lettuce) was 67 377 yuan·hm⁻² in 2005, which was the highest income of crop sowing in summer. It has been increased by 96% as compared to the vegetable monocropping in same season. The total income of the pattern (2 rows of garden radish || 11 rows of garlic / 2 rows of asparagus lettuce) was 64 667 yuan·hm⁻² in 2005, which was the highest income of crop sowing in autumn. It had been increased by 161% in comparison with the vegetable monocropping, and its annual total income was increased by 299.5% than monocropping. In conclusion, maize and vegetable intercropping can increase the yield and output of intercropping and rotation, and the patterns of 2:4 are recommended for vegetable production.

Keywords: sweet maize; vegetable; intercropping; production value

间套作是我国传统农业精耕细作、集约种植技术之一,它具有提高光、热、水、肥等资源利用效率、防治病虫害、增加农业生产系统的生产力和稳定性等优点,也是促进农作物高产、高效、持续增产的重要技术措施之一^[1-3]。随着间套作在农业生产中的

推广运用,粮菜间套作在农业中也逐步被推广和应用^[4-6]。甜玉米是适宜多熟种植的果蔬兼用型作物,目前甜食玉米种植面积不断扩大,市场需求逐年增加,然而有关甜玉米与蔬菜间套作种植经济效益研究少见报道。而且,云南属典型的低纬度高海拔

收稿日期:2013-04-29

基金项目:云南省科技厅国际合作项目(2003GH05);国家科技支撑计划课题(2012BAD40B01)

作者简介:安瞳昕(1974—),男,陕西西安人,博士,副教授,主要从事耕作制度及栽培生态生理研究。E-mail: tongxinan2012@163.com。

通信作者:吴伯志(1960—),男,云南玉溪人,博士,教授,博士生导师,主要从事可持续农业种植研究。E-mail: bozhiwu2003@yahoo.com.cn。

代平(1979—),女,云南宣威人,农艺师,硕士,主要从事农产品质量安全工作。E-mail: daiping36@yahoo.com.cn。

山区省份,经济社会发展相对落后,蔬菜间套作复种模式在云南推广应用较少。为此,本研究立足云南的地理条件与资源优势,利用以甜玉米与多种蔬菜间套复种组合,充分利用云南得天独厚的光热水等自然资源,解决农业发展中人多地少、粮经争地的矛盾,探求一条更为适宜的间套复种方式,最大可能地增加农民收益,为发展云南农业的多熟种植,开拓农业多元化发展提供理论和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2004—2005年在云南省通海县秀山镇大树村进行,地理位置:北纬24°08',东经102°45',海拔1 811 m,土壤肥力中等。试验设8个处理,3次重复,24个小区,小区面积为 $10.5 \times 3 \text{ m}^2$,采用单因素随机区组设计。

A:1行甜玉米||4行甘蓝/4行莴笋—苕子||2行甜脆豌豆/荞麦→1行甜玉米||4行甘蓝/4行莴笋—1行萝卜||8行洋葱/1行莴笋(带型1:4,带宽2 m);

B:2行甜玉米||4行甘蓝/4行莴笋—苕子||2行甜脆豌豆/荞麦→2行甜玉米||4行甘蓝/4行莴笋—2行萝卜||8行洋葱/2行莴笋(带型2:4,带宽2.3 m);

C:2行甜玉米||6行甘蓝/6行莴笋—苕子||3行甜脆豌豆/荞麦→2行甜玉米||6行甘蓝/6行莴笋—2行萝卜||12行洋葱/2行莴笋(带型2:6,带宽3.1 m);

D:1行甜玉米||4行辣椒—苕子||2行甜脆豌豆/荞麦→1行甜玉米||4行辣椒—1行萝卜||11行大蒜/2行莴笋(带型1:4,带宽2 m);

E:2行甜玉米||4行辣椒—苕子||2行甜脆豌豆/荞麦→2行甜玉米||4行辣椒—2行萝卜||11行大蒜/2行莴笋(带型2:4,带宽2.3 m);

F:2行甜玉米||6行辣椒—苕子||3行甜脆豌豆/荞麦→2行甜玉米||6行辣椒—2行萝卜||18行大蒜/2行莴笋(带型2:6,带宽3.1 m);

G:甘蓝—莴笋—甜脆豌豆→甘蓝—莴笋—甜脆豌豆(对照);

H:辣椒—甜脆豌豆→辣椒—甜脆豌豆(对照)。

其中,“→”表示隔年种植;“—”表示年内复种;“||”表示间作;“/”表示套作。

1.2 作物种植

种植规格(株距 cm×行距 cm):玉米 15×30 ;甘蓝 30×40 ;辣椒 40×40 ;莴笋 30×40 ;甜脆豌豆 $15 \times$

60 ;萝卜 30×30 ;洋葱 20×20 ;大蒜 10×12 ;苕子按 $90 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 种植于收获后的玉米行及两边各30 cm处;荞麦按 $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 种植于收获后的苕子行内。

供试品种:选用当地销售较好的品种。甜玉米(*Zea mays* L.)用改良6号,甘蓝(*Brassica oleracea* L.)用中甘11号,辣椒(*Capsicum annuum* L.)用通海细辣椒,莴笋(*Lactuca sativa* L.)用四季圆叶,甜脆豌豆(*Pisium sativum* L.)用日本矮种,苕子(*Vicia dasy-carpa*)用光叶紫花苕,荞麦(*Fagopyrum mill*)品种为苦荞,洋葱(*Allium cepa*. L.)用红皮洋葱,大蒜(*Allium sativum* L.)用紫皮蒜,萝卜(*Raphmlnus sativus* L.)用日本耐病总太。

栽培措施:各处理均采用塑料薄膜覆盖、中等施肥方式,肥料用过磷酸钙、尿素、碳酸氢氨、复合肥、鸡粪和精制有机肥作为基肥和追肥;病虫害防治采用农药常规防治法。

1.3 观测项目与方法

甜玉米经济产量:每个小区选取固定观测的8株玉米,收获后计算单穗裸穗鲜重,按面积折算经济产量,并按当年销售价格折算经济效益。

其它蔬菜:按收获时间收获经济产量,按小区面积折算经济产量($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$),并按当年销售价格折算经济效益($\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$)。

2 结果与分析

2.1 不同间套复种模式作物产量比较

研究根据不同间套复种模式同一作物于当年收获的总经济产量,进行比较,结果见表1和表2。

从表1看,2004年甜玉米与甘蓝、莴笋、甜脆豌豆间作的产量与对照G、H单作的产量达极显著差异($P < 0.01$)。其中,2:4带型的处理B、E与1:4带型的处理A、D及2:6带型的处理C、F之间的玉米产量,达极显著($P < 0.01$)和显著差异($P < 0.05$),其中甜玉米产量最高是2:4带型的处理B、E,其次是2:6带型的处理C、F,1:4带型的处理A、D产量最低。各间作处理甜玉米产量间差异达极显著水平($P < 0.01$),B处理甜玉米产量最高,比A处理最大增产40%,其余间作蔬菜差异均不显著($P > 0.05$)。不同间套复种模式的辣椒、荞麦的产量差异不显著($P > 0.05$),对照(处理H)的辣椒产量最高,处理E套作荞麦的产量也最高。出现以上结果的原因是,处理B、E与处理C、F及处理A、D为不同带型的种植方式,所间套的蔬菜行数和种类不同,对甜玉米的生长发育影响也不同,造成产量也不同。

表 1 2004 年不同处理蔬菜产量比较/(kg·m⁻²)

Table 1 The yield of different vegetables in 2004

处理 Treatments	A	B	C	D	E	F	G	H
甜玉米 Sweet maize	1.34aA	1.87dB	1.51cA	1.37abA	1.81dB	1.48bcA	—	—
甘蓝 Cabbage	3.62aA	2.80aA	3.15aA	—	—	—	5.15bB	—
辣椒 Pepper	9.32a	0.71a	0.66a	—	—	—	—	1.25a
莴笋 Asparagus lettuce	3.07aAB	2.50aA	2.63aA	—	—	—	3.72bB	—
苕子 Hair vetch	2.67abAB	3.07bB	2.42aAB	2.36aAB	2.75abAB	2.20aA	—	—
荞麦 Buckwheat	0.19a	0.22a	0.16a	0.20a	0.24a	0.17a	—	—
甜脆豌豆 Pea	0.79aA	0.78aA	0.77aA	0.78aA	0.73aA	0.82aA	1.54cB	1.29bB

注:同行不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平上差异显著,不同大写字母表示在 $P < 0.01$ 水平上差异极显著,下同。

Note: Different capital and lowercase letters indicates significant difference at $P < 0.05$ and $P < 0.01$ level respectively. The same as below.

表 2 2005 年不同处理蔬菜产量比较/(kg·m⁻²)

Table 2 The yield of different vegetables in 2005

处理 Treatments	A	B	C	D	E	F	G	H
甜玉米 Sweet maize	1.35abAB	1.97dC	1.58bcAB	1.29aA	1.68cBC	1.41abAB	—	—
甘蓝 Cabbage	5.61bc	4.28a	4.51ab	—	—	—	5.83c	—
辣椒 Pepper	0.25a	0.18a	0.14a	—	—	—	—	0.13a
莴笋 Asparagus lettuce (夏播, Summer sowing)	4.27aA	3.79aA	4.11aA	—	—	—	6.06bB	—
萝卜 Radish	3.91cB	4.95eD	3.75bcB	3.49bAB	4.48dC	3.16aA	—	—
甜脆豌豆 Pea	—	—	—	—	—	—	2.67a	2.47a
洋葱 Onion	5.66a	5.07a	5.05a	—	—	—	—	—
大蒜 Garlic	—	—	—	3.57a	3.16a	3.40a	—	—
莴笋 Asparagus lettuce (秋播, Autumn sowing)	1.88aA	2.76cBC	2.28abcAB	2.19abAB	3.30dC	2.58bcABC	—	—

从表 2 看:2005 年,2:4 带型(处理 B, E)的玉米、萝卜、秋播莴笋产量与 1:4 带型(处理 A, D)及 2:6 带型(处理 C, F)的产量达极显著差异($P < 0.01$), B 处理甜玉米产量最高,比 A 处理增加 45.3%, B 处理萝卜产量最高,比 F 处理增加 56.8%, E 处理秋莴笋产量最高,比 A 处理增产 46.6%。B 处理甘蓝产量与 A 处理和单作 G 处理均达到显著差异($P < 0.05$)。辣椒、甜脆豌豆、洋葱、大蒜各处理之间无显著差异($P > 0.05$)。其中,间作的辣椒产量高于单作产量(对照 H), B 处理比 H 处理增产 45.1%。间作处理 B 有较好的增产效果。

2.2 不同间套复种模式经济效益比较

由于间套作利用了不同作物的优势,通过搭配不同作物来充分利用有限的光热资源和土地资源,使间套作作物的产量比单作得到了提高。为了更客观地评价各处理的经济效应和种植效果,按当地当年价格(玉米 2.00 元·kg⁻¹,甘蓝 0.30 元·kg⁻¹,辣椒 2.00 元·kg⁻¹,莴笋 0.40 元·kg⁻¹,荞麦叶子 0.50

元·kg⁻¹,甜脆豌豆 1.00 元·kg⁻¹)计算出各处理总产值,将 2004 年和 2005 年的总产值进行比较,结果见表 3、表 4 和表 5。

从表 3 可知,2004 年,单作 H 处理总产值与各间套复种处理差异均显著($P < 0.05$),单作 G 处理与间套作 A, B, C, D, E 总产值差异显著($P < 0.05$)。不同处理总产值按从大到小排列,依次为 B > E > A > C > D > F > G > H,各处理的产值均高于单作处理 G 和 H;最高为 2:4 带型的处理 B 总产值比 G 处理和 H 处理增加 41.3% 和 70.7%, E 处理比 G 处理和 H 处理增加 28.7% 和 55.5%, 2:4 带型处理 B 和处理 E 总产值平均比 G 处理和 H 处理增加 63.1% 和 35.0%;间套作处理 F(2:6 带型)的产值最低,但也比 G 处理和 H 处理增加 2% 和 37.0%,其它间套作处理的总产值都在 50 000 元·hm⁻² 以上,相差较小,但平均比对照 G 和 H 增加 29.3% 和 56.2%。说明 2:4 带型种植模式有较好的增收效果。

表 3 2004 年不同间套复种模式总产值比较/(元·hm⁻²)Table 3 The total output value of different treatments in 2004/(Yuan·hm⁻²)

处理 Treatments	甜玉米 Sweet maize	甘蓝 Cabbage	辣椒 Pepper	莴笋 Asparagus lettuce	荞麦 Buckwheat	甜脆豌豆 Pea	总产值 Total value
A	26878	10861	—	12275	974	7868	58856cdCD
B	37355	8392	—	10011	1122	7789	64668dD
C	30106	9454	—	10540	780	7725	58606cdCD
D	27408	—	18636	—	989	7805	54837c
E	36148	—	14286	—	1209	7275	58919cdCD
F	29630	—	13228	—	831	8228	51917bcBCD
G	—	15456	—	14878	—	15435	45769bAB
H	—	—	24964	—	—	12921	37885aA

表 4 2005 年不同间套复种模式总产值比较/(元·hm⁻²)Table 4 The total output value of different treatments in 2005/(Yuan·hm⁻²)

处理 Treatments	甜玉米 Sweet maize	甘蓝 Cabbage	辣椒 Pepper	莴笋 Asparagus lettuce	萝卜 Radish	甜脆豌豆 Pea	洋葱 Onion	大蒜 Garlic	莴笋 Asparagus lettuce	总产值 Total value
A	27091	16829	—	17099	19551	—	28282	—	7535	116388eE
B	39367	12831	—	15180	24763	—	25345	—	11048	128534fF
C	31642	13540	—	16424	18731	—	25239	—	9101	114678eE
D	25716	—	5054	—	17442	—	—	32994	8741	89947cC
E	33652	—	3677	—	22409	—	—	29073	13186	101996dD
F	28298	—	2712	—	15794	—	—	31859	10307	88971cC
G	—	17488	—	24234	—	26679	—	—	—	68401bB
H	—	—	2532	—	—	24747	—	—	—	27280aA

从表 4 看,2005 年间套作处理总产值与单作处理 G 和处理 H 差异均显著 ($P < 0.05$),间套作处理间处理 B 和处理 E 总产值与其余处理差异均显著 ($P < 0.05$),处理 A、C 间差异不显著 ($P > 0.05$),处理 D 和 F 间差异不显著 ($P > 0.05$)。不同处理总产值(按当年价格计算:玉米 2.00 元·kg⁻¹,甘蓝 0.30 元·kg⁻¹,莴笋 0.40 元·kg⁻¹,辣椒 2.00 元·kg⁻¹,萝卜 0.50 元·kg⁻¹,大蒜 2.10 元·kg⁻¹,洋葱 0.5 元·kg⁻¹,甜脆豌豆 1.00 元·kg⁻¹)与 2004 年相近,其总产值大小为 B > A > C > E > D > F > G > H;各处理都比对照 G 和 H 高,处理 B 的总产值依然最高,比处理 G 和处理 H 增加 87.9% 和 371%,相同带型处理 E 总产值比处理 G 和处理 H 增加 49.1% 和

274%,处理 B 和 E 总产值平均比 G 和 H 增加 68.5% 和 323%;其次是处理 A、C,最少是处理 F 和 D。造成产值不同的原因是,各处理大秋播种植蔬菜的种类不同所造成;处理 B 由于甜玉米、萝卜和秋播莴笋的产值最高,而另外的蔬菜产值均接近其它处理,所以与其它处理的产值距离拉大;处理 D、F 由于夏播没有种植甘蓝和莴笋,虽然秋播种植的大蒜产值高,但与其它处理的夏播产值相比,产值较低,加之夏播的玉甜米和萝卜的产值也低,所以总产值在 6 种间套作处理中也最低。两年试验结果均表明(表 3 和表 4),甜玉米与其它蔬菜间套作的总产值均高于单作。

表 5 各处理不同季节总产值方差分析/(元·hm⁻²)Table 5 ANOVA of total output value of different treatments in different seasons/(Yuan·hm⁻²)

季节 Season	年份 Year	A	B	C	D	E	F	G	H
夏播 Summer sowing	2004	50014bcBC	55758cC	50100bcBC	46043bBC	50435bcBC	42858bB	30335aA	24964aA
	2005	61020dD	67377eD	61606dD	41722cC	30770bB	37329cBC	31010bB	2532aA
秋播 Autumn sowing	2004	8842aA	8910aA	8506aA	8794aA	8485aA	9059aA	15435cB	12921bB
	2005	55368bcBC	61156dDE	53071bB	59177dCD	64667eE	57961cdCD	26679aA	24747aA

从夏播、秋播分析看(表 5),不同处理的总产值均与对照 G、H(蔬菜单作)达极显著差异($P < 0.01$);两年中,B 处理的夏播蔬菜在所有间作处理中产值最高,分别达到 55 758 元· hm^{-2} 和 67 377 元· hm^{-2} 。2004 年,间套作处理秋播蔬菜产值低于对照(G、H)的原因,是甜玉米收获后种植的秋播作物苕子,在当地作为绿肥,不作为商品出售,没有计算经济产值,所以产值降低;到 2005 年,不同处理的秋播蔬菜产值高于对照 G、H,并达到极显著差异($P < 0.01$)。无论是夏播还是秋播,2:4 带型的 B、E 处理,其产值较高,分别比单作处理 G 和 H 高了 129% 和 161%,是所有间套作处理中效益最好的,B 处理效果最为理想。

3 讨论与结论

由于本试验选择的蔬菜种类,充分考虑了不同作物种类的生长发育差异及在当地的销售状况,在利用不同作物间套作的互补效应的同时,也利用了人们生活水平提高后,对不同蔬菜的需要,而提高了作物对土地资源和光热资源的利用效率及种植农作物的效益。

通过研究表明,甜玉米与其它蔬菜间套作后的总产值及经济效益均比单独的蔬菜单作高。其中,在甜玉米与不同蔬菜间套作的 6 个处理中,2 行甜玉米 || 4 行甘蓝/4 行莴笋—苕子 || 2 行甜脆豌豆/荞麦→2 行甜玉米 || 4 行甘蓝/4 行莴笋—2 行萝卜 || 8 行洋葱/2 行莴笋(带型 2:4,带宽 2.3 m)的处理 B 产量及经济效益最高,其次是 2 行甜玉米 || 4 行辣椒—苕子 || 2 行甜脆豌豆/荞麦→2 行甜玉米 || 4 行辣椒—2 行萝卜 || 1 行大蒜/2 行莴笋(带型 2:4,带宽 2.3 m)的处理 E 较高。由于不同蔬菜作物市场价格差异较大,因此,本试验旨在分析研究不同行

比模式的产值效益,在此基础上筛选具体种植方式。结果表明,2:4 带型的种植模式在提高经济产量及效益方面效果显著,可作为较佳种植模式在生产上推广运用,而对于各种具体间套复种模式的效益有待进一步研究。他人研究主要集中于固定行比的环境生态效应^[7-8]、土壤养分利用^[9]、病虫害控制^[10-11]等方面,而本研究通过调整间作行比及结合间套复种,综合分析比较种植模式的年经济效益,为蔬菜种植区提供更为合理间套复种种植措施和制度。

参考文献:

- [1] 王立祥,李 军.农作学[M].北京:科学出版社,2003.
- [2] 卢良恕.中国立体农业概论[M].成都:四川科学技术出版社,1999.
- [3] Rao M R, Rego T J, Willey R W. Response of Cereals to nitrogen in mono cropping and intercropping with different legumes[J]. Plant and Soil, 1987, 101: 167-177.
- [4] 宋辰生,刘和吉,田绪臣.洋葱、生菜、玉米、芸豆、夏白菜、香菜立体高效种植[J].农村经济与科技,2001,12(8):16.
- [5] 杨仁彪,王桂荣.春玉米套种大白菜高产高效栽培技术[J].中国农技推广,2001,(1):400.
- [6] 吴 琼,杜连凤.蔬菜间作对土壤和蔬菜硝酸盐累积的影响[J].农业环境科学学报,2009,28(8):1623-1629.
- [7] 李学敏.夏玉米辣椒间作的植群生态效应研究[J].河北农业科学,1994,(4):25-27.
- [8] 傅志兴,杨 静,湛方栋,等.玉米与蔬菜间作削减农田径流污染的分析[J].环境科学研究,2011,24(11):1069-1275.
- [9] 李淑敏,李 隆,张福锁.蚕豆/玉米间作接种 AM 真菌与根瘤菌对其吸磷量的影响[J].中国生态农业学报,2005,13(3):136-139.
- [10] 安瞳昕,代 平,吴伯志,等.甜玉米间作蔬菜对主要病虫害的控制效果研究[J].云南农业大学学报,2011,26(5):449-453.
- [11] Zhu Y, Chen H, Fan J, et al. Genetic diversity and disease control in rice[J]. Nature, 2000,406:718-722.

(上接第 37 页)

- [23] 斯琴巴特尔,吴红英.不同逆境对玉米幼苗根系活力及硝酸还原酶活性的影响[J].干旱地区农业研究,2001,19(2):67-69.
- [24] 吴凤芝,黄彩红,赵凤艳.酚酸类物质对黄瓜幼苗生长及保护酶活性的影响[J].中国农业科学,2002,35(7):821-825.
- [25] 杜秀敏,殷文璇,赵彦修,等.植物中活性氧的产生及清除机制[J].生物工程学报,2001,17(2):121-124.
- [26] 郭泽建,李德葆.活性氧与植物抗病性[J].植物学报,2000,42(9):881-891.
- [27] 吴凤芝,栾非时,王东凯,等.大棚黄瓜连作对根系活力及其根

- 际土壤酶活性影响的研究[J].东北农业大学学报,1996,27(3):255-258.
- [28] 吴凤芝,刘德葆,王东凯,等.大棚番茄不同连作年限对根系活力及其品质的影响[J].东北农业大学学报,1997,28(1):33-38.
- [29] 赵晓萌,张雪松,祁建军,等.连作对西洋参根系生长及酶活性的影响[J].中国农学通报,2009,25(13):103-107.
- [30] Sullivan W M, Jiang Z C, Hull R J. Root morphology and its relationship with nitrate uptake in Kentucky bluegrass[J]. Crop Sci, 2000,40(3):765-772.