

## 膜上覆土及分期播种对不同马铃薯品种产量及水分利用效率的影响

郭虹 (平凉职业技术学院, 甘肃平凉 744000)

**摘要** [目的]研究膜上覆土及分期播种对不同马铃薯品种产量及水分利用效率的影响。[方法]采用裂区设计,研究在分期播种及膜上覆土条件下不同马铃薯品种的产量和水分利用效率。[结果]品种、覆膜时期和播种方式均显著影响早作马铃薯主要经济性状、产量和水分利用效率。采用膜上覆土可缩短马铃薯生育期,降低株高,节本增效。[结论]特色品种陇彩1号结合顶凌覆膜和膜上覆土,可提高种植效益。

**关键词** 马铃薯;膜上覆土;分期播种;品种;产量;水分利用效率

中图分类号 S531 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)13-0056-03

## Effects of Membrane Covering and Interval Sowing on the Yield and Water Use Efficiency of Different Potato Varieties

GUO Hong (Pingliang Vocational and Technical College, Pingliang, Gansu 744000)

**Abstract** [Objective] To study effects of membrane covering and interval sowing on the yield and water use efficiency of different potato varieties. [Method] Effects of membrane covering and interval sowing on the yield and water use efficiency of different potato varieties were studied by using crack area design. [Result] The varieties, mulching period and sowing methods all significantly affected the main economic characters, yield and water utilization efficiency of potato. Membrane covering could shorten growth period, reduce the height and increase the efficiency. [Conclusion] Characteristic variety Longcai No. 1, can improve the planting efficiency by using top lamination and membrane covering.

**Key words** Potato; Covering membrane; Interval sowing; Varieties; Production; Water use efficiency

我国是马铃薯第一生产大国,全国已形成了四大优势产区,甘肃马铃薯种植区属于北方一季作区<sup>[1]</sup>,是仅次于小麦、玉米的第三大农作物,已成为地方支柱产业。近年来,随着马铃薯产业的持续发展,农机农艺结合有效地提高了劳动生产率,但在规模化马铃薯生产中,一方面集中生产期出现销售难、加工难、贮藏难<sup>[2]</sup>,分期采收研究滞后,同时农机农艺结合在垄上微沟集水播种方式下<sup>[3]</sup>,播种后放苗成为制约产业发展的难题。对提前覆膜播种<sup>[4]</sup>、不同种植方式<sup>[5-8]</sup>、分期播种<sup>[9]</sup>的研究集中在普通品种条件下或常规方法的比较,结合特色品种<sup>[10]</sup>及新技术应用较少。笔者在分期播种及膜上覆土条件下研究了不同马铃薯品种的产量和水分利用效率,以期及早作马铃薯生产提供技术支撑。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验区位于甘肃省东部六盘山西麓的庄浪县,属温带干旱、半干旱气候类型,是典型的雨养旱作农业区。海拔1405~2857 m,年均气温8.1℃,年无霜期145 d,≥10℃的活动积温2208.8~2903.7℃。多年平均降雨量491 mm,年降水量的60%以上分布在7、8、9月,1—3月降雨量占全年降雨量的5.3%,降雨少对马铃薯播种和出苗影响较大;6—9月降雨量占全年降雨量的67%,也正值马铃薯的现蕾—开花期和薯块膨大期,降水基本能满足马铃薯生长对水分的需求,自然降水条件与马铃薯关键生长期吻合度高,有利于马铃薯生长。2016年年降水425.6 mm,年降水距平-13.4%(较多年同期减少65.9 mm),马铃薯全生育期降雨322.1 mm,较历年同期减少80.1 mm,马铃薯关键生育期7—9月降水距平-35.1%,属干旱年份。

**1.2 试验方法** 采用裂区设计,主处理设2个不同类型的马铃薯品种,即晚熟品种庄薯3号和早熟特色品种陇彩1号;副处理设2种植方式,即黑膜垄作穴播(先起垄再覆膜后挖窝播种)和黑膜膜上覆土(先点播再覆膜后覆土);同时各处理设2个覆膜时期,即顶凌覆膜、播前覆膜(简称春覆膜)。即T<sub>1</sub>:庄薯3号,顶凌覆膜,垄作穴播;T<sub>2</sub>:庄薯3号,顶凌覆膜,膜上覆土;T<sub>3</sub>:庄薯3号,春覆膜,垄作穴播;T<sub>4</sub>:庄薯3号,春覆膜,膜上覆土;T<sub>5</sub>:陇彩1号,顶凌覆膜,垄作穴播;T<sub>6</sub>:陇彩1号,顶凌覆膜,膜上覆土;T<sub>7</sub>:陇彩1号,春覆膜,垄作穴播;T<sub>8</sub>:陇彩1号,春覆膜,膜上覆土。小区面积26.4 m<sup>2</sup>(4.4 m×6.0 m),3次重复,带幅1.1 m(垄宽70 cm,垄沟40 cm),每小区4个地膜带,垄作穴播覆膜后用穴播器挖窝点播,每穴点播切块种薯一块。膜上覆土是先播种后覆膜,覆膜后一次性膜上覆土厚度3~4 cm,且覆土均匀,使膜面完全被土覆盖,不人工破膜,幼苗顶膜出苗。顶凌覆膜即早春土壤解冻后及时覆盖地膜,春覆膜即播种前覆膜。种植密度60000株/hm<sup>2</sup>,其他管理措施同大田。结合整地,施农家肥45000 kg/hm<sup>2</sup>,过磷酸钙750 kg/hm<sup>2</sup>,尿素225 kg/hm<sup>2</sup>,现蕾期追施尿素300 kg/hm<sup>2</sup>。

**1.3 生育期记载及产量测定** 生育期详细记载不同处理马铃薯播种期、幼苗期、块茎形成期、块茎增长期、淀粉积累期、成熟收获期。并在关键生育期(播种期、收获期等)测定0~200 cm土壤含水率。成熟期每小区按5点取样法取20株考种,按大薯(>150 g)、中薯(75~150 g)、小薯(<75 g)统计单株结薯数和单株薯重,小区产量单独收获并计产,换算成单位面积产量(kg/hm<sup>2</sup>)。

**1.4 测定及计算方法** 土壤水分采用烘干称重法测定。在马铃薯主要生育时期(播种、收获等)对不同处理0~200 cm土层进行土壤水分测定,每20 cm为一土层单位,转换为以mm为单位的土壤贮水量,测定位置在地膜带中间。土壤贮水量按公式 $W = h \times a \times b \times 10/100$ 计算,式中,W为土壤贮水

基金项目 公益性行业(农业)科研专项(201303104)。

作者简介 郭虹(1968—),女,甘肃平凉人,副教授,从事蔬菜园艺教学及科研工作。

收稿日期 2018-02-02

量(mm), $h$ 为土层深度(cm), $a$ 为土壤容重( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), $b$ 为土壤质量含水量(%)。

作物耗水量<sup>[11]</sup>按公式 $ETa = W_1 - W_2 + P$ 计算,式中 $ETa$ 为作物耗水量(mm); $W_1$ 为播种前2 m土壤贮水量(mm); $W_2$ 为收获后2 m土壤贮水量(mm); $P$ 为生育期降雨量(mm)。

作物籽粒产量水分利用效率<sup>[12]</sup>按公式 $WUE = Y/ET$ 计算,式中, $WUE$ 为作物水分利用效率[ $\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{mm})$ ]; $Y$ 为作物籽粒产量(以马铃薯块茎鲜质量计)( $\text{kg}/\text{hm}^2$ ); $ET$ 为作物耗水量(mm)。

商品率<sup>[13]</sup> = 小区大中薯产量/小区总产量  $\times 100\%$ 。

**1.5 数据处理** 试验数据采用 Excel 进行处理,用 DPS

7.05 进行方差分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对马铃薯生育期的影响** 由表1可知,不同处理马铃薯关键生育期具有较大差异。品种间生育期差异最大,庄薯3号平均生育期130 d,比早熟品种陇彩1号生育期多41 d;各处理顶凌覆膜生育期108 d,较春覆膜延迟2 d;在播种方式上,垄作穴播平均生育期111 d,较膜上覆土延长2~3 d,但同一品种、同一覆膜时间下出苗期膜上覆土较垄作穴播推迟5~7 d,这与膜上覆土幼苗顶膜延长膜内生长有关,现蕾期二者差异变小,表明生育期变化除品种间差异外,膜上覆土有利于缩短马铃薯生育期。

表1 不同处理生育期

Table 1 The growth period of different treatments

处理 Treatment	播种 Seeding stage	出苗 Seedling stage	现蕾期 Budding stage	开花期 Flowering stage	成熟期 Mature stage	生育期 Days of growth//d
T <sub>1</sub>	03-12	05-10	06-05	06-13	09-18	131
T <sub>2</sub>	03-12	05-16	06-08	06-13	09-20	127
T <sub>3</sub>	03-19	05-15	06-08	06-15	09-24	132
T <sub>4</sub>	03-19	05-20	06-10	06-15	09-25	128
T <sub>5</sub>	03-12	05-08	06-04	06-10	08-04	88
T <sub>6</sub>	03-12	05-15	06-04	06-10	08-10	87
T <sub>7</sub>	03-19	05-13	06-05	06-10	08-12	91
T <sub>8</sub>	03-19	05-18	06-06	06-10	08-15	89

**2.2 不同处理对马铃薯主要农艺性状及经济性状的影响** 由表2可知,除品种间株高差异外(庄薯3号较陇彩1号增加18.3 cm),垄作穴播较膜上覆土平均株高增加3.6 cm,春覆膜平均株高较顶凌覆膜增加1.8 cm,膜上覆土种植方式与早春顶凌覆膜可适当降低株高。大中薯率品种间差异较大,庄薯3号较陇彩1号提高12.5个百分点,其次是种植方式,垄作穴播大中薯率为78.5%,较膜上覆土提高8.1个百分点,种植方式顶凌覆膜较春覆膜提高3.4个百分点,但同一品种,大薯率高中薯率则低,反之亦然。单株结薯数各处理平均陇彩1号最高7.7个,较庄薯3号提高18%,其他种植方式与覆膜时期差异不大,为7.1~7.2个。单株薯

重反映马铃薯主要经济性状,以庄薯3号最高为650 g,较陇彩1号提高37.5%,顶凌覆膜较春覆膜提高16.9%,垄作穴播较膜上覆土提高1.2%,差异较小。茎粗庄薯3号较陇彩1号提高0.2 cm,种植方式与覆膜时期各处理差异不大;顶凌覆膜和膜上覆土间商品率差异较小(72.8%~76.2%),种植方式垄作穴播较膜上覆土提高8.1个百分点,庄薯3号商品率最高为80.7%,较陇彩1号提高12.5个百分点。表明采用膜上覆土和顶凌覆膜可适当降低马铃薯株高,垄作穴播和顶凌覆膜有利于提高大中薯率,垄作穴播有利于提高马铃薯商品率,种植方式和覆膜时期对单株薯重的影响较小。

表2 不同处理主要农艺性状及经济性状

Table 2 The main agronomic traits and economic characters of different treatments

处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎粗 Stem diameter cm	大薯率 Big potato rate %	中薯率 Medium potato rate//%	单株结薯数 Number of potatoes per plant//个	单株薯重 Potato weight per plant g	商品率 Commodity rate//%
T <sub>1</sub>	71.4	0.7	76.3	12.9	5.9	739.1	89.2
T <sub>2</sub>	69.1	1.0	64.1	15.5	6.6	727.3	79.6
T <sub>3</sub>	66.5	1.0	65.2	15.7	7.2	575.0	80.9
T <sub>4</sub>	83.3	1.0	62.5	10.7	6.4	560.8	73.2
T <sub>5</sub>	52.2	0.7	25.0	47.9	7.7	480.2	72.9
T <sub>6</sub>	50.6	0.7	19.6	43.5	8.0	475.4	63.0
T <sub>7</sub>	62.5	0.7	22.2	48.9	7.5	465.7	71.1
T <sub>8</sub>	49.8	0.6	17.0	48.9	7.6	470.6	66.0

**2.3 不同处理对降水利用率的影响** 降水利用率是单位面积作物耗水与年降水量的比值,反映作物水分消耗与降水之间的关系。由表3可知,陇彩1号较庄薯3号降水利用率高6.1个百分点,垄作穴播较膜上覆土提高0.6个百分点,顶凌覆膜较春季播前覆膜提高3.5个百分点,即早作马铃薯选用早熟品种陇彩1号且在覆膜时期上采用顶凌覆膜播种有利于提高降水利用率,播种方式间差异较小。

**2.4 不同处理对马铃薯产量和水分利用效率的影响** 由表3可知,马铃薯地下块茎鲜重因品种、覆膜时期和栽培方式存在明显差异,庄薯3号平均产量33 178.1 kg/hm<sup>2</sup>,比陇彩1号平均产量24 121.7 kg/hm<sup>2</sup>增加9 056.3 kg/hm<sup>2</sup>,提高37.5%;垄作平均产量28 815.0 kg/hm<sup>2</sup>较膜上覆土增产1.2%;顶凌播种平均产量30 880.5 kg/hm<sup>2</sup>,比春播平均产量提高16.9%。方差分析结果表明,不同品种间具有极显著差异( $F_{\text{品种}} = 160.5^{**}, P = 0.006$ ),覆膜时期间差异显著( $F_{\text{覆膜时期}} = 20.3^*, P = 0.011$ ),播种方式间无显著差异( $F_{\text{播种方式}} = 0.09, P = 0.77$ )。表明不同品种之间产量差异极显著,不同覆膜时期间产量具有显著差异,播种方式对产量

影响不显著。膜上覆土与垄作穴播产量差异较小(-1.1%),同时,庄薯3号较陇彩1号增产(37.5%),顶凌覆膜较春覆膜显著增产(16.9%)。即在品种、覆膜时期相同时,采用膜上覆土种植在不减少薯块产量的前提下,省工省时。

植物水分利用效率是植物消耗单位水量所生产的同化物数量,反映植物对水分的吸收利用能力。从高水分利用效率生物品种选择而言,庄薯3号的水分利用效率显著高于陇彩1号44 kg/(mm·hm<sup>2</sup>),提高51.2%;覆膜时间上顶凌覆膜较适期春播前覆膜增加11.1 kg/(mm·hm<sup>2</sup>),提高10.8%;播种方式垄作穴播与膜上覆土水分利用效率分别为109.2和106.8 kg/(mm·hm<sup>2</sup>),前者提高2.3%,差异较小。方差分析结果表明,品种、播种方式和覆膜时期的水分利用效率均具有极显著差异( $F_{\text{品种}} = 268.7^{**}, P = 0.004, F_{\text{播种方式}} = 47.7^{**}, P = 0.0001, F_{\text{覆膜时期}} = 838.9^{**}, P = 0.0001$ )。表明,覆膜时期、品种及播种方式均极显著影响早作马铃薯水分利用效率。同一品种且覆膜时期相同时,膜上覆土与垄作穴播水分利用效率差异不显著,同时,膜上覆土技术节省挖窝点播及放苗工序,节本增效。

表3 不同处理马铃薯产量及水分利用效率

Table 3 Potato yield and water use efficiency of different treatments

处理 Treatment	耗水量 Water consumption mm	降水利用率 Rainfall use efficiency %	鲜薯产量 Fresh potato production kg/hm <sup>2</sup>	水分利用效率 Water use efficiency kg/(mm·hm <sup>2</sup> )
T <sub>1</sub>	255.6 bc	60.1	37 694.1 a	147.5 a
T <sub>2</sub>	271.9 ab	63.9	37 092.3 a	136.4 a
T <sub>3</sub>	251.8 c	59.2	29 325.0 b	116.5 b
T <sub>4</sub>	238.9 c	56.1	28 600.8 bc	119.7 b
T <sub>5</sub>	284.3 a	66.8	24 490.2 bc	86.2 c
T <sub>6</sub>	288.0 a	67.7	24 245.4 bc	84.2 c
T <sub>7</sub>	273.5 a	64.3	23 750.7 c	86.8 c
T <sub>8</sub>	276.5 a	65.0	24 000.6 c	86.8 c

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

**2.5 2种植方式投入产出比较** 在品种和覆膜时期相同的条件下,进一步对2种植方式下马铃薯的投入产出情况进行分析,在其他生产资料、耕作、收获相同的条件下,膜上覆土较垄作穴播减少播种和放苗用工30个/hm<sup>2</sup>,减少药物除草用工15个/hm<sup>2</sup>,相应成本减少3 600元/hm<sup>2</sup>。在块茎产

出中,由于垄作提高了大中薯率,二者产出相差714.4元/hm<sup>2</sup>,但纯收入膜上覆土和垄作穴播分别为4 900.3、2 014.8元/hm<sup>2</sup>,相应产投比分别为1.23、1.08,效益明显。因此,早作马铃薯种植在品种与覆膜时期相同的前提下,膜上覆土种植节本增效(表4)。

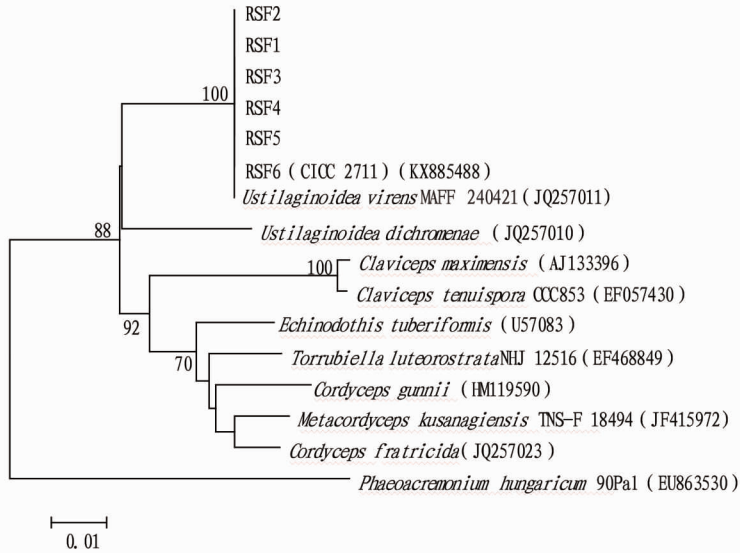
表4 膜上覆土与垄作穴播投入产出比较

Table 4 Comparison of the input-output ratio of membrane covering and dibbling

种植方式 Planting way	投入 Input//元/hm <sup>2</sup>					产出 Output				产投比 Input - output ratio
	生产资料 Means of production	用工 Labor	耕作 Farming	收获 Harvest	合计 Total	平均总产量 Average total production kg/hm <sup>2</sup>	大中薯率 Large and medium-sized potato rate %	小薯率 Small potato rate//%	合计 Total 元/hm <sup>2</sup>	
垄作穴播 Dibbling	4 882.5	17 100.0	1 200.0	1 350.0	24 532.5	28 815.0	0.78	0.21	26 547.3	1.08
膜上覆土 Membrane covering	4 882.5	13 500.0	1 200.0	1 350.0	20 932.5	28 484.8	0.71	0.29	25 832.8	1.23

注:大中薯0.96元/kg;小薯0.78元/kg

Note: The price of large and medium sized potato was 0.96 yuan/kg, the price of small-sized potato was 0.78 yuan/kg



注:图中发育树节点只显示 Bootstrap 值大于 70% 数值,每个分支点处的数字为 Bootstrap(1 000 次抽样)的支持百分率  
Note: Bootstrap values (>70%) after 1 000 replicates were shown at each branch points

图3 稻曲病原真菌与相关种的 26S rDNA 序列系统发育树

Fig. 3 The phylogenetic tree based on 26S rDNA sequence of pathogenic fungus of rice false smut and related species

依据。

本研究通过微生物培养分离方法,从杂交水稻“深两优 5814”稻曲球中分离得到病原真菌,结合形态学比对和核酸序列系统发育分析方法,获得绝对优势病原菌种,并将其鉴定为稻绿核菌,为进一步防治该病原真菌与减少水稻稻曲病病害发生奠定了前期研究基础。

基于该研究进展,下一步将利用多组学研究技术开展该病原真菌致病机理与生防拮抗研究,并从种子微生物生态学 and “植物与微生物共生体育种”<sup>[9]</sup>的新视角开展杂交水稻的抗稻曲病育种与提质研究,这对于推进杂交水稻种子科学研究及种业发展具有重要的理论与实践价值。

### 参考文献

- [1] 邓根生. 国内稻曲病研究现状[J]. 植物保护, 1989, 15(6): 39-40.
- [2] 王洪凯, 林福星. 稻曲病研究进展[J]. 浙江农业学报, 2008, 20(5): 385-390.
- [3] 夏宝远, 王林. 我国水稻稻曲病的研究现状[J]. 畜牧与饲料科学, 2009, 30(1): 33-35.
- [4] 黄珊. 水稻稻曲病研究进展[J]. 福建农业学报, 2012, 27(4): 452-456.
- [5] 张俊喜, 成晓松, 宋益民, 等. 中国水稻稻曲病研究进展[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(1): 234-240.
- [6] 伏荣桃, 王剑, 卢代华, 等. 国内外水稻稻曲病研究进展[J]. 中国农学通报, 2016(12): 189-194.
- [7] LI Y, KOISO Y, KOBAYASHI H, et al. Ustiloxins, new antimotitocyclic peptides: Interaction with porcine brain tubulin [J]. Biochemical pharmacology, 1995, 49(10): 1367-1372.
- [8] 石萌萌. “两优 0293”水稻风波[J]. 科技导报, 2015(8): 9.
- [9] 王志伟, 纪燕玲, 陈永敢. 植物内生菌研究及其科学意义[J]. 微生物学通报, 2015, 42(2): 349-363.

(上接第 58 页)

### 3 结论

不同播种方式、覆膜时期、品种均显著影响旱地马铃薯产量,其影响由大到小依次为品种、播种方式、覆膜时期。对水分利用效率的影响由大到小依次为覆膜时期、品种、播种方式。因此,旱地马铃薯不论选择高产中晚熟或特色早熟品种,采用顶凌覆膜和膜上覆土种植有利于提高产量和水分利用效率,尤其膜上覆土种植,省时省工,节本增效。

### 参考文献

- [1] 朱聪. 我国马铃薯生产发展历程及现状研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(27): 11121-11123.
- [2] 王宏康. 甘肃省马铃薯产业发展现状与对策[J]. 甘肃农业科技, 2017(1): 54-56.
- [3] 熊春蓉, 刘生学, 王勇, 等. 旱作黑膜全覆盖垄上微沟马铃薯高产栽培技术规程: DB 62/T 2745—2016[S]. 甘肃省质量技术监督局, 2016.
- [4] 杨霞. 平川区黄峽乡黑全膜马铃薯顶凌覆膜播期试验[J]. 甘肃农业, 2017(4): 54-55.

- [5] 代海林, 秦舒浩, 张俊莲, 等. 沟垄覆膜栽培对旱作马铃薯生长及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(5): 56-60.
- [6] 王琦, 张恩和, 李凤民, 等. 半干旱地区沟垄微型集雨种植马铃薯最优沟垄比的确定[J]. 农业工程学报, 2005, 21(1): 38-41.
- [7] 何晟国, 何增国, 张多云, 等. 起垄覆膜方式对旱地马铃薯产量和水分利用效率的影响[J]. 甘肃农业科技, 2012(1): 16-18.
- [8] 高应平. 覆膜方式对马铃薯产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2009(9): 29-31.
- [9] 蒲金涌, 许彦平, 姚晓红, 等. 天水市不同播种期马铃薯生物量累积特征及其与气候因子的关系[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(15): 8074-8076.
- [10] 虞立均, 罗勇, 林霞, 等. 彩色马铃薯新品种比较试验初报[J]. 新疆农垦科技, 2017, 40(1): 6-9.
- [11] 翟振, 李玉义, 郭建军, 等. 耕深对土壤物理性质及小麦-玉米产量的影响[J]. 农业工程学报, 2017, 33(11): 115-123.
- [12] WANG Y J, XIE Z K, MALHI S S, et al. Effects of rainfall harvesting and mulching technologies on water use efficiency and crop yield in the semi-arid Loess Plateau, China [J]. Agricultural water management, 2009, 96: 374-382.
- [13] 陈功楷, 权伟, 朱建军. 不同钾肥量与密度对马铃薯产量及商品率的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(6): 166-169.