

杨世佳,潘中涛,陈瑾,等.黔中山区不同覆膜方式对土壤水温、玉米根系及产量的影响[J].江苏农业科学,2016,44(1):119-122.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.01.032

# 黔中山区不同覆膜方式对土壤水温、玉米根系及产量的影响

杨世佳,潘中涛,陈瑾,张毅,汪朝明

(安顺市农业科学院,贵州安顺 550611)

**摘要:**为探讨地膜覆盖方式的增产因素,完善黔中山区玉米地膜覆盖栽培技术,采用田间试验法,以露地直播(CK)为对照,比较侧膜覆盖(A)、宽行覆盖(B)、全膜双垄沟播(C)等3种覆膜方式对土壤水分、温度以及玉米根系、产量的影响。结果显示:覆膜方式有保水、增温的作用,覆膜方式提高土壤水分1.4%~3.5%,增高土壤温度1.7~3.8℃,缩短了玉米生育期5d。总根干质量表现为C>B>A>CK,均随着土壤深度逐渐下降。覆膜方式(A、B、C)的株高和穗位高分别比CK增加了9.20%、7.70%、8.24%和13.56%、9.87%、13.11%,茎粗略有提高,叶夹角相反;玉米穗长、穗粒数及百粒质量分别增加了9.45%、10.96%、12.91%、8.40%、9.35%、9.80%和1.97%、2.15%、2.06%;纯经济收入分别增加了25.11%、29.62%和18.84%。覆膜方式通过改善土壤微环境、促进根系生长、营造良好群体结构等因素来提高玉米产量,增加经济收入。

**关键词:**玉米;覆膜;产量;经济效应;根系;水分;温度

**中图分类号:** S513.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)01-0119-03

近年来西南地区干旱频发,继2006年、2007年之后,2010—2012连续3年均大范围发生严重干旱,在玉米播种期温度异常,降雨不足,导致出苗不齐;玉米灌浆期温度偏高、严重缺水,影响玉米灌浆,给玉米生产带来严重影响和巨大损失<sup>[1-2]</sup>。2013年贵州的干旱尤其严重,大部分地区玉米颗粒无收。地膜覆盖栽培措施,具有阻碍土壤蒸散、改善土壤的水、热和养分条件,以增温、保墒栽培模式,应用范围已经扩大到所有适宜的区域和作物,并取得了显著的增产效果<sup>[3-4]</sup>。国内以北方干旱地区的覆膜栽培技术最为成熟,已经成为北方旱作农业生产中协调水热资源重要的栽培措施之一<sup>[5-6]</sup>。在贵州覆膜技术应用于烟草、辣椒、马铃薯等作物生产较多<sup>[7-9]</sup>,在玉米生产的应用较少,在连续多年的干旱迫切要求下,寻求适应干旱条件的玉米栽培措施亟待解决。因此,本研究以耐瘠抗旱玉米品种安单3号为材料,通过比较不同覆盖方式对玉米水温、增产及经济效应的影响,有利于在农业生产中因地制宜,解决面临的主要问题,在生产上合理选择不同覆盖耕作,为当地玉米的科学生产提供理论依据和指导。

## 1 材料与与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2014年5—11月在安顺市农业科学院试验基地

收稿日期:2014-12-22

基金项目:贵州省现代农业产业技术体系建设专项(编号:GZ-CYTX2013-07002);贵州省科技合作重大专项(编号:黔安科重合[2013]02号);贵州省科技计划课题(编号:黔科合重大专项字[2013]6022号)。

作者简介:杨世佳(1984—),男,贵州惠水人,硕士,助理研究员,主要从事玉米栽培与育种研究。E-mail: yangweilong - 7721@163.com。

进行。试验地耕层土质为黄壤土,土壤理化性状:pH值5.20,有机质含量12.45 g/kg,碱解氮含量84.10 mg/kg,有效磷含量24.23 mg/kg,速效钾含量45.65 mg/kg。前作为绿肥。选用当地主推玉米品种安单3号为材料。

### 1.2 试验设计

试验采用随机区组设计,共4个处理:(1)露地直播(CK)。整地后开沟直接播种,不覆盖地膜,等行距80 cm。(2)侧膜覆盖(A)。起等距底宽80 cm、高15~20 cm的垄,采用80 cm宽的地膜覆盖垄面,玉米播种于膜两侧。(3)宽行覆盖(B)。宽窄行100 cm:60 cm,宽行上覆膜、双行播种,采用120 cm宽地膜。(4)全膜双垄沟播(C)。宽窄行,宽行80 cm、窄行40 cm,大小垄相接处形成播种沟,用150 cm地膜边起垄边覆膜,膜与膜之间不留空隙,相接处用土压住地膜。

各处理人工覆膜、播种,每个处理3个重复,4行区,行长5 m,播种密度49 500株/hm<sup>2</sup>。5月4日播种,播种前施有机肥1.5 t/hm<sup>2</sup>,基肥(复合肥,N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O含量均为15%)375 kg/hm<sup>2</sup>。追肥(尿素)分为2次施入,第1次于苗期(150 kg/hm<sup>2</sup>);第2次于大喇叭口期(225 kg/hm<sup>2</sup>),其他管理与当地实际一样。

### 1.3 测定项目

(1)土壤温度和水分。于苗期、拔节期、吐丝期、灌浆期和乳熟期,使用手持农业气象检测仪(TNHY-D,托普公司)测量,于晴天10:00—11:00、15:00—16:00分别测定行间土层10 cm的温度、水分,每个小区连续测3个数值,最后将2个时间段的值平均即为当天的数值。(2)根干质量。于吐丝期采用双向切片法<sup>[10]</sup>取样,连续取2株。以第1株与第2株的1/2株距处到第3株与第4株的1/2株距处为长,以1/2行距为宽,挖长方形样方分层取根,每20 cm 1层,取根深度均为80 cm,将每层所取的土层分别装入网袋,用水冲洗根系,剔

除杂质并捡出死根后,80℃烘干至恒温称根干质量。(3)于乳熟期调查植株农艺性状,分别调查株高、穗位高、茎粗。(4)成熟期测定产量,实收4行测产,每小区取10穗调查穗部性状。数据采用2010 Excel及SPSS 11.5软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同覆膜方式对玉米生育期的影响

表1所示,覆膜方式下玉米整个生育期提前5 d,其中播种至出苗提前3 d,拔节至成熟期提前了2 d,不同覆膜方式之间的影响一样,说明覆膜方式引起的生育期提前,主要作用于播种至出苗阶段。由于在玉米封行之前,植被覆盖度低,太阳光照射区域广,且薄膜在初期受损程度也低,土壤表层温度、水分等微环境改善明显,进而促进了作物出苗。在生育后期,玉米前期建立良好的群体,及其土壤微环境的改善,同样也加速了生育进程。

表1 不同覆膜方式下玉米的生育期

处理	生育时期(月-日)					全生育期(d)
	播种期	出苗期	拔节期	抽雄期	成熟期	
CK	05-04	05-15	06-18	07-18	09-09	129
A	05-04	05-12	06-15	07-14	09-04	124
B	05-04	05-12	06-15	07-14	09-04	124
C	05-04	05-12	06-15	07-14	09-04	124

### 2.2 不同覆膜方式对土壤水分、温度的影响

由图1可知,随着玉米生育期的进程,水分呈单峰趋势,均以吐丝期的水分最高,4个处理的趋势一致。与CK相比,3个覆膜方式(A、B、C)在苗期、拔节期、吐丝期、灌浆期、乳熟期的土壤水分分别高了2.3%~4.1%、3.1%~3.5%、1.4%~2.4%、2.7%~4.1%、2.5%~3.3%,且3个覆膜方式土壤在各生育期均显著高于CK,以C>A>B,3个覆膜方式之间的差异不显著,说明覆膜方式有保墒作用。图1还显示,随着玉米生育期的进程,温度呈单峰趋势,均以吐丝期至灌浆期的温度较高,处于23~28℃之间,4个处理的趋势一致。与CK相比,3个覆膜方式(A、B、C)在苗期、拔节期、吐丝期、灌浆期、乳熟期的土壤增温为3.1~3.8℃、3.0~3.6℃、3.0~3.7℃、3.0~3.5℃、1.7~2.2℃,且3个覆膜方式土壤温度在各生育期均显著高于CK,以C>A>B,说明

覆膜方式能够显著提高土壤温度,但增温效果因生育期进程及不同覆膜方式有所不同,在吐丝期之前的增温高于吐丝期之后,因为玉米封行前后阳光直射于薄膜的程度不同所致。土壤温度、水分均以C>A>B>CK,由田间覆膜程度不同引起土壤蒸腾作用、呼吸作用及热量传递、水分循环等因素的不同导致。

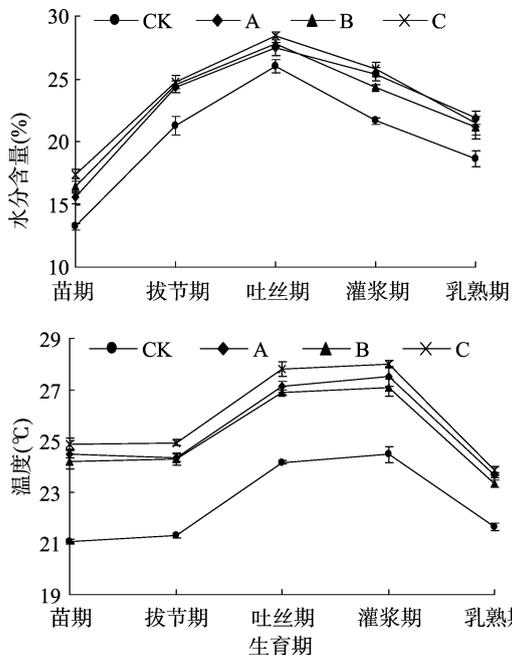


图1 不同覆膜方式下土壤水分、温度的变化

### 2.3 覆膜方式对玉米根系的影响

表2显示,4个耕作方式玉米的总根干质量均随着土壤深度增加逐渐下降。3个覆膜方式玉米的根干质量在每个土层几乎都高于CK,其中在0~20 cm土层中,A、B、C根干质量比CK分别增加了12.53%、10.57%、14.07%,且差异均显著,即覆膜方式能够促进玉米根系的生长,且于0~20 cm土层中的作用较明显。在0~20 cm土层中,覆膜方式根干质量所占比例高于CK,20~60 cm中相反。说明玉米根系主要集中于0~20 cm土层中,且覆膜方式耕层的玉米根系发育较CK的旺盛,因为覆膜使耕层水分增加,能满足根系的生理需求,未覆膜方式根系只能向深处吸水才能满足生理需求。

表2 不同覆膜方式下玉米的根干质量

处理	根干质量(g/株)				比例(%)			
	0~20 cm	20~40 cm	40~60 cm	60~80 cm	0~20 cm	20~40 cm	40~60 cm	60~80 cm
CK	6.17b	0.84a	0.29a	0.04a	84.17	11.41	3.91	0.52
A	7.02a	0.89a	0.29a	0.05a	85.10	10.74	3.55	0.61
B	6.95a	0.82a	0.29a	0.05a	85.74	10.07	3.53	0.65
C	7.11a	0.88a	0.32a	0.05a	84.98	10.56	3.86	0.59

### 2.4 覆膜方式对玉米产量的影响

从表3可知,覆膜方式对玉米农艺性状的影响以株高、穗位高较为明显,3个覆膜方式(A、B、C)的株高和穗位高分别比CK增加了9.20%、7.70%、8.24%和13.56%、9.87%、13.11%,差异均显著;茎粗略有提高,叶夹角相反,覆膜方式的玉米植株表现为良好的冠层结构,能够更好地接受阳光,进行光合作用,提供高产的可能。3个覆膜方式(A、B、C)玉米

的产量均高于对照,处理分别增加了11.24%、10.78%、14.37%,差异均显著。玉米的产量以C>A>B,但三者之间的差异均未显著。玉米穗部性状的影响以穗长、穗粒数、百粒质量较为明显,3个覆膜方式(A、B、C)下3个指标比CK分别增加了9.45%、10.96%、12.91%、8.40%、9.35%、9.80%、1.97%、2.15%、2.06%,差异均显著,说明覆膜方式通过增加穗长、提高穗粒数和百粒质量以致提高玉米产量。

表3 不同覆膜方式下玉米的产量及穗部性状

处理	株高 (cm)	穗位高 (cm)	茎粗 (cm)	叶夹角 (°)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	秃尖 (cm)	穗粒数 (粒/穗)	百粒质量 (g)	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
CK	254.42b	98.80b	3.40a	44.67a	19.94b	4.84a	1.73a	528.46b	38.71b	8 473.45b
A	277.83a	111.75a	3.37a	42.50a	21.83a	4.88a	1.40a	572.86a	39.47a	9 426.22a
B	274.00a	108.55a	3.38a	41.67a	22.13a	4.86a	1.38a	577.88a	39.54a	9 386.52a
C	275.38a	112.20a	3.38a	43.08a	22.51a	4.88a	1.35a	580.27a	39.50a	9 690.96a

### 2.5 覆膜方式对玉米经济效应的影响

3个覆膜方式与对照在肥料、农药、机耕的投入相同,覆膜方式比对照多用地膜物资,各种覆膜栽培方式的理论覆盖度不同,综合覆膜方式用工覆膜、回收地膜、免中耕用工,A、B、C处理分别比对照少用工22.5、22.5、7.5个/hm<sup>2</sup>。经济效益如表4所示,3个覆膜方式(A、B、C)的产量带来的产值均

高于CK,分别增加了11.24%、10.78%、14.37%,综合物资分别多了51.41%、32.13%、64.27%,劳动力投入分别少了25.0%、25.0%、8.33%,总投入分别多了0.32%、-4.07%、10.85%,纯经济收入分别增加了25.11%、29.62%、18.84%。综合产值与投入,覆膜方式的纯经济收入均高于对照,以B>A>C。

表4 不同覆膜方式下玉米的经济效应

元/hm<sup>2</sup>

处理	产值	投入				总投入	纯经济收入
		物资	机耕	劳动力	总投入		
CK	21 183.63	2 700.00	3 750.00	5 400.00	11 850.00	9 333.63	
A	23 565.55	4 088.19	3 750.00	4 050.00	11 888.19	11 677.36	
B	23 466.30	3 567.62	3 750.00	4 050.00	11 367.62	12 098.68	
C	24 227.40	4 435.24	3 750.00	4 950.00	13 135.24	11 092.16	

注:肥料、种子按市场实际购买计算,用工按60元/d计算,玉米籽粒按市场价2.5元/kg计算。A、B、C的地膜理论覆盖度分别为100%、62.5%、125%。

## 3 总结

### 3.1 覆盖栽培下土壤温度、水分效应对玉米生长的影响

本研究显示,覆膜方式的土壤水分、温度均高于露地直播,且以玉米生长前期的幅度较大,这结果与多数研究的结果<sup>[11-13]</sup>一致。地膜覆盖下垫面区域的土壤与大气隔离开来,抑制了2个区域的热交换和水分交换,土壤表层中的通过增温大量蒸发,凝结在地膜内壁,大大减弱了长波辐射,而短波辐射基本不受影响,导致薄膜内土壤表面以上的狭小空间温室效应大大增强,膜内空气温度和土壤表层温度较高,土壤温度的变异对水汽在土壤孔隙中的运移起重要作用,通过表层和深层温度变化率的异同和变化规律,加大了膜下的相对湿度,提高了土壤含水量<sup>[14-15]</sup>;地膜覆盖增加了土壤温度,保蓄了土壤分水,增强了玉米生长和抗旱能力,同时,也加快了作物的同化速率,从而促进玉米提早成熟<sup>[16-17]</sup>。已证实作物根系吸收养分需要通过呼吸作用提供能量,土壤的呼吸作用强度(包括根系和微生物)作用直接影响到吸收养分的能力,耕层土壤温度与土壤呼吸速率呈显著的线性关系,一定的范围内(玉米一般在30℃左右)土壤呼吸速率随着土壤温度的升高而加快,覆膜方式增加温度,从而提高土壤呼吸作用,进一步促进根系、植株的生长<sup>[14,18-19]</sup>。

### 3.2 覆盖栽培对玉米产量的影响

关于覆膜方式能够提高玉米产量的结果与多数研究者的结果<sup>[20-21]</sup>一致,而对穗部性状的研究有所差异,有的研究认为玉米有效穗数、穗粒数和百粒质量是提高产量的主要因子<sup>[14]</sup>,也有些认为增产来自穗长、穗粒数、百粒质量的提高<sup>[20]</sup>,本研究与后者的结果一致。作物产量及构成的差异取决于该地区该时段的降水情况、土壤含水量及作物生育期的长短<sup>[22]</sup>,玉米生长大部分的养分都来自于土壤,由于覆盖提供了良好的水、热条件,促使土壤微生物的活动增强,土壤可

吸收态养分增加,田间相对湿度提高也能有效提高氮素利用效率和叶片利用率,有利于玉米根系的吸收利用,促进玉米生长发育,也有利于玉米胚乳生长期形成较多的籽粒数和较为粗壮的果穗,从而获得高产<sup>[23-24]</sup>。覆膜方式提高产量带来产值的增加,同时减少中耕用工,但地膜物质的增加,综合投入与产值,覆膜方式的纯经济效益比CK(露地直播)的高,3个不同覆膜方式的纯经济效益以B(宽行覆膜)>A(侧膜覆盖)>C(全膜双垄沟播),鉴于日常管理的便利、经济效益收入,建议实际生产中采用B(宽行覆膜)。

### 参考文献:

- [1]徐精文,杨文钰,任万君,等.川中丘陵区主要农业气象灾害及其防御措施[J].中国农业气象,2002,23(3):50-53.
- [2]潘光堂,杨克诚.我国西南地区玉米育种面临的挑战及相应对策探讨[J].作物学报,2012,38(7):1141-1147.
- [3]王平,谢成俊,陈娟,等.地膜覆盖对半干旱地区土壤环境及作物产量的影响研究综述[J].甘肃农业科技,2011(12):34-37.
- [4]赵云莉,杨娟,于世举,等.花生地膜覆盖栽培技术综述[J].北京农业,2007(27):15-16.
- [5]田野.玉米不同覆膜栽培方式比较试验结果初报[J].农业科技与信息,2008(1):10-11.
- [6]刘晓伟,何宝林,郭天文,等.半干旱地区玉米覆膜方式研究[J].玉米科学,2012,20(2):107-110.
- [7]孔德钧,潘文杰,熊晶,等.地膜覆盖对高海拔地区烤烟产量和品质的影响[J].贵州农业科学,2011,39(6):58-60.
- [8]吴家燕,颜家敏,田应书,等.贵州省干制辣椒覆膜直播栽培技术[J].现代农业科技,2014(1):116.
- [9]牛力立,赵佑敏,唐虹,等.黔中地区覆膜盖土对马铃薯商品薯产量及经济性状的影响[J].中国农学通报,2013,29(21):109-115.

于健龙,胡 辉,杨 波,等. 施肥对脱毒马铃薯氮、磷、钾化学计量特征及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(1):122-125.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.01.033

# 施肥对脱毒马铃薯氮、磷、钾化学计量特征及产量的影响

于健龙,胡 辉,杨 波,杨永奎,梁燕菲  
(贵州省毕节市土肥站,贵州毕节 551700)

**摘要:**生态化学计量学是研究植物体养分供应平衡的重要方法,以脱毒马铃薯威芋3号为试验材料,采用完全随机试验设计,研究了配方施肥(T1)、缺氮(T2)、缺磷(T3)、缺钾(T4)施肥处理对脱毒马铃薯产量,地上部、块茎全氮(TN)、全磷(TP)、全钾(TK)养分及化学计量特征的影响。结果表明,T1处理的脱毒马铃薯产量和薯质量都为最大值,分别为29 920 kg/hm<sup>2</sup>、0.62 kg/穴,且脱毒马铃薯地上部TN、TP、TK单位养分含量和养分吸收总量都为最大值,分别为24.46、1.80、38.36 g/kg和122.28、16.02、174.06 kg/hm<sup>2</sup>。而不同处理的马铃薯块茎TN、TP、TK养分含量差异不显著。进一步研究发现,T1处理的马铃薯地上部N/P最小值为13.64,显著低于其他处理。不同处理的马铃薯块茎N/P则差异不显著。结果表明,施肥能显著影响脱毒马铃薯产量、地上部TN、TP、TK养分含量和化学计量特征,而对块茎TN、TP、TK养分含量和化学计量特征则影响不显著。

**关键词:**生态化学计量;马铃薯;施肥

**中图分类号:**S532.01 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)01-0122-04

生态化学计量学是研究生物系统能量平衡和多重化学元素(C、N、P)比例关系的科学<sup>[1]</sup>。生态化学计量学认为有机体是由多种化学元素组成的,由于有机体自身生物性状的相对稳定,因此其体内的化学元素组成保持相对恒定<sup>[2]</sup>。但是,有机体的生长又受到外部环境的影响,如气候、地质等,外

部环境的变化使得有机体自身化学元素组成发生相应的变化<sup>[3]</sup>。由于生态化学计量学通过化学元素计量特征,能把不同尺度、不同生物群系的生态生物学特征联系起来,使得生态化学计量学成为当今生态学研究的重要方法<sup>[4]</sup>。

目前,国内学者关于生态化学计量学的研究主要集中在两个方向,一是探讨大尺度下,植物叶片C、N、P化学计量变化及其影响因子,任书杰等分析了中国东部南北样带654种植物叶片N和P的化学计量特征,指出叶片N和P与纬度和年均温度存在显著相关关系<sup>[5]</sup>。Han等则首次分析了我国1 900多种植物叶片N、P等元素的化学计量特征,指出N、P

收稿日期:2015-01-22

基金项目:贵州省马铃薯省级技术推广与培训专项(编号:黔财农[2012]209号、黔农办发[2012]209号)。

作者简介:于健龙(1985—),男,湖北恩施人,硕士,农艺师,主要从事作物施肥技术推广工作。E-mail:yujianlong2013@163.com。

[10]王启现,王 璞,杨相勇,等. 不同施氮时期对玉米根系分布及其活性的影响[J]. 中国农业科学,2003,36(12):1469-1475.

[11]魏成熙,赵品仁,孙贵恒,等. 玉米覆盖栽培对土壤物理性质和玉米干物质积累与分配的影响[J]. 耕作与栽培,1998(1):32-34.

[12]远红伟,陆引罡,刘均霞,等. 不同耕作方式对玉米生理特征及产量的影响[J]. 华北农学报,2007,22(增刊1):140-143.

[13]杨祁峰,岳 云,熊春蓉,等. 不同覆膜方式对陇东旱原玉米田土壤温度的影响[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(6):29-33.

[14]张万文,王 萍,王彦华,等. 春玉米地膜覆盖增产因素研究[J]. 杂粮作物,2000,20(2):28-30.

[15]Stone P J, Sorensen I P. Effect of oild temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperature climate[J]. Field Crops Research, 1999, 63(2):169-178.

[16]王罕博,龚道枝,梅旭荣,等. 覆膜和露地旱作春玉米生长与蒸散动态比较[J]. 农业工程学报,2012,28(22):88-94.

[17]李 兴,程满金,勾芒芒,等. 黄土高原半干旱区覆膜玉米土壤温度的变异特征[J]. 生态环境学报,2010,19(1):218-222.

[18]Chimner R A. Soil respiration rates of tropical peatlands in Micronesia and Hawaii[J]. Wetlands, 2004, 24(1):51-56.

[19]O'Connell K B, Gower S T, Norman J M. Net ecosystem production of two contrasting boreal black spruce forest communities [J]. Ecosystems, 2003, 6(3):248-260.

[20]高玉红,牛俊义,闫志利,等. 不同覆膜栽培方式对玉米干物质积累及产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2012,20(4):440-446.

[21]吴凌波,高聚林,木 兰,等. 不同覆膜方式对玉米表层土壤含水量、产量和水分利用效率的影响[J]. 内蒙古农业科技,2007(3):18-20.

[22]Liu C A, Jin S L, Zhou L M, et al. Effects of plastic film mulch and tillage on maize productivity and soil parameters [J]. European Journal of Agronomy, 2009, 31(4):241-249.

[23]黄高宝,张恩和,胡恒觉. 不同玉米品种氮素营养效率差异的生态生理机制[J]. 植物营养与肥料学报,2001,7(3):293-297.

[24]李永祥,王 阳,石云素,等. 玉米籽粒构型与产量性状的关系及QTL作图[J]. 中国农业科学,2009,42(2):408-418.